

防止橡膠木發生棕變之窯乾基準

翟思湧 黃清吟 熊如珍

摘要

為製訂一防止橡膠木在窯乾過程中發生棕變之窯乾基準, 特以初期採用低溫低濕 (DBT=40°C, WBD=5°C) 最高窯溫一為71°C, 另一為82°C; 以及初期採用中溫低濕 (DBT=54°C, WBD=6°C) 最高窯溫亦為82°C之三個窯乾基準, 就3cm與5cm厚之橡膠木進行試驗。結果顯示: 低溫低濕之窯乾基準, 可有效防止橡膠木板材之表層發生棕變, 但對心層之輕微棕變, 則不具防止效應; 中溫低濕之窯乾基準, 會使橡膠木板材之表層與心層均發生中庸程度之棕變; 唯, 中溫低濕之基準, 具有節省能源與縮短乾燥時間之功效。

關鍵詞: 窯乾基準、剝色色差計、CIE LAB 色彩體系、色彩參數、棕變、橡膠木。
翟思湧、黃清吟、熊如珍。1992。防止橡膠木發生棕變之窯乾基準。林試所研究報告季刊, 7(1): 73-91。

Kiln Schedule for Preventing Brown-stain in Rubber Wood

Sy-yung Jai, Chin-yin Hwang, and Ju-chen Hsiung

[Summary]

Brown-stain in rubberwood (*Hevea brasiliensis*) lumber during kiln drying is a fairly common problem, particularly under high temperature drying. The objective of this study was to develop a kiln schedule for producing the normal whitish yellow colour of rubberwood. Three kiln schedules were used for this study; and the drying conditions were:

- A: initial low temperature and low humidity (DBT=40°C, WBD=5°C), max. temperature =71°C;
- B: initial low temperature and low humidity, max. temperature =82°C;
- C: initial medium temperature and low humidity (DBT=54°C, WBD=6°C), max. temperature =82°C.

The sizes of the test board were 3 and 5cm(T) × 12cm(W) × 120cm(L). After kiln drying, the test boards were compared primarily for color parameters and color differences based on CIE LAB specifications. Besides, the drying efficiency was also investigated.

From this study we have concluded:

1. A kiln schedule that provides initial lower temperature and lower humidity (DBT <40°C, WBD >5°C) and the max. temperature not over than 82°C can prevent the occurrence of brown-stain in the shell of rubberwood lumber; however, a moderately brown-stain still appears in core.

80年12月送審
81年2月通過

2. A initial medium temperature and lower humidity (DBT >54°C, WBD >5°C) and max. temperature not over than 82°C kiln schedule is susceptible to incur moderate brown-stain in the shell and core of rubberwood lumber.
3. The degree of brown-stain is not affected by the thickness of the test boards which dried under same kiln conditions.
4. The initial medium temperature and lower humidity kiln schedule reduces quite a lot of drying time and energy consumption, as compared with the initial lower temperature and lower humidity ones.
5. We recommend that further tests be conducted to find out the best combination of temperature and humidity for preventing brown-stain both in the shell and core of rubberwood lumber.

Key Words : kiln schedule, color and color difference meter, CIE LAB system, color parameters, brown-stain, rubberwood.

Jai, Sy-yung, Chin-yin Hwang and Ju-chen Hsiung. 1992. Kiln Schedule for Preventing Brown-stain in Rubber Wood. Bull. Taiwan For. Res. Inst. New Series, 7(1) : 73-91.

一、緒 言

橡膠木(rubberwood, *Hevea brasiliensis*)盛產東南亞；由於此種木材密度適中，加工容易，紋理優美，價格低廉，故深受家具業界之喜愛而廣泛採用。

唯，橡膠木係以產膠為主，其經濟生長期限約20~25年，平均胸徑僅30cm左右(Choh *et al.*, 1980；WORLD WOOD, 1986)，屬小徑木。故具有相當程度的生長應力，在製(鋸)材與乾燥過程中極易發生縱向翹曲(霍思湧, 1986；Dinwoodie, 1966)。同時，又因其含有大量的澱粉、糖分、和酚類化合物(phenolic compounds)，極易招致青變(blue stain)、棕變(brown stain)、與蟲蛀(Kadir *et al.*, 1989；WORLD WOOD, 1986)。因此，在加工利用前必須經過適當的防腐(保存)與乾燥處理，方能保持其產品品質。

橡膠木之青變與蟲蛀，可藉真空加壓防腐處理予以有效防止(Choh *et al.*, 1980)；生長應力所引起的縱向翹曲，可以SDR加工方法使其顯著降低(霍思湧, 1986)。至於乾燥方法，可採行傳統或高溫窯乾；而高溫窯乾較傳統窯乾可縮短乾燥時間70%以上，節省能源30%以上(霍思湧, 1986；霍思湧等, 1987；Boone, 1980)。但，不論高溫或傳統窯乾，均會使橡膠木發生不同程度之棕變，而尤以高溫窯乾為甚。此乃因橡膠木生材中所含之酚類化合物在乾燥期間發生酵素氧化化學反應(enzymatic-oxidative-chemical reaction)所使然(WORLD WOOD, Feb. 1986)。嚴重而不均

勻的棕變為某些用途(如淺色塗裝之家具)所無法接受，此乃一困擾業界良久之問題。

Hildebrand (1970) 指出：高溫高濕之窯乾基準為促使木材變色(棕變)之主因，同時木材含水率又與變色程度呈直線相關；但溫度對變色之影響較含水率為甚。霍思湧(1989)以40°C及100°C直接烘烤(無溫度控制)3.8cm厚橡膠木66小時後之結果顯示：100°C處理者，表面呈較淺之稻草色，但縱剖後內部已變為淺棕色；40°C處理者，表面仍呈橡膠木之本色，且遠較100°C者為淺，內部雖未乾燥，亦保持橡膠木之本色。

一般松類之棕變，可藉低溫低濕之乾燥基準予以降低。以疊氮化鈉(sodium azide)、氰酸鈉(sodium cyanide)、或硫代鈉(sodium sulfide)之溶液浸漬處理，可有效防止美國糖松(sugar pine)與白松(white pine)發生棕變。若將疊氮化鈉與磷酸乙基汞(ethyl mercuric phosphate)混合並以硼砂(borax)和蘇打灰(soda ash)為緩衝劑，則更可發揮顯著的協合作用(synergism)(FPRS NEWS-DIGEST Feb. 1960)。Mc MILLEN (1968,1976)之研究指出：低溫低濕之乾燥基準，可完全防止槭樹類(maple)發生紅棕變色(redish-brown discoloration)。霍思湧等(1990)以高溫、預噴汽高溫、中~高溫、與低~高溫4種處理就10×10cm橡膠木進行乾燥試驗之結果指出：低~高溫處理具有減輕棕變之功效。唯以該項試驗各處理之最高溫度均在100°C以上(最高110°C)，實際上已引起不同程度之棕變；低~高溫處理僅為棕變最輕者而已。此亦顯示，溫度，尤其初期溫度，對棕變之影響力。

某些棕變固可藉化學處理予以有效防止, 但會增加作業程序與生產成本, 不若調整乾燥基準之方式較為方便而經濟。本研究旨在以傳統窯乾(最高溫度在82°C以下)為基礎, 就3cm及5cm兩種厚度之橡膠木進行試驗, 期能求出防止棕變之乾燥基準, 提供業界參考。

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10株。伐倒後, 每隔2m截取一段, 共得39段。平均直徑25.0cm, 最大44.0cm, 最小20.0cm。隨即運回本所, 鑄製試材。試材規格如下: 厚度為3cm及5cm兩種, 寬度12cm, 長度160cm。採用兩種厚度, 旨在觀察乾燥時間之長短是否對色澤的變化具有影響。試材鋸妥後, 每一厚度均逢機分為3組供3個處理之用。有關試材特性, 詳見下表1。

二、材料與方法

(一)試驗材料

表1. 試材特性⁽¹⁾

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 ⁽³⁾ 比重	平均總乾收縮率 ⁽⁴⁾ Ave. Overcry Shrinkage		
普通名 Common Name	學名 Scientific Name	Origin	平均直徑 Ave. Dia. (cm)	品等 Grade	紋理 ⁽²⁾ Grain	平均厚度 Ave. Thickness (cm)	Ave. Green M. C. (%)	Ave. Sp/Gr. (Wo/Vg)	弦向 Tangential (%)	徑向 Radial (%)
橡膠木 rubber	<i>Hevea</i>	臺灣嘉義 Chai-yi	Ave. 25.0 Max. 44.0	三等以上 No.3 and better	混合 Mixed	3.115 (0.035)	72.13 (2.13)	0.559 (0.004)	5.89 (0.14)	2.85 (0.10)
wood	<i>brasiliensis</i>	Taiwan	Min. 20.0	better	Mixed	5.007 (0.051)	84.90 (1.63)			

(1)試體數為12。Number of specimen is 12.

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

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

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

(二)試驗方法

1. 樣板製作

每組試材逢機選取4塊含水率樣板, 供窯乾處理時調整乾燥條件依據之用; 樣板之鋸切長度為50cm。鋸切樣板時, 也一併鑄製比重、含水率、和收縮率之測定試體, 進行試驗。

另在每組試材中選取瑕疵最少之樣板12塊, 供窯乾前後色澤變化測計之用。窯乾前, 先將每一樣板截取20cm長之試體一段進行“加速氣乾”(accelerated air drying), 其乾燥後之顏色, 視為該樣板在窯乾前之本色; 然後分別與另一段

經窯乾處理之樣板進行表、心層色差比對。

2. 窯乾基準

以傳統窯乾為基礎, 共設計3個基準, 詳見表2。其中一個基準之初期條件採用中溫低濕(乾燥溫度54°C, 濕球溫度48°C), 乾燥末期之最高溫度為82°C; 另兩基準之初期條件採用低溫低濕(乾燥溫度40°C, 濕球溫度35°C), 乾燥末期之最高溫度為82°C, 一為71°C。每一處理之最後含水率均乾至8%左右, 同時於乾燥結束前均施以調節處理, 藉以消除乾燥應力, 並觀察該項處理是否仍會導致棕變發生。

表2. 3cm及5cm橡膠木所試用之三種乾燥基準

Table 2. Kiln schedules used for 3cm and 5cm rubberwood.

平均 含水率 Ave. M.C. (%)	基 準 A				基 準 B				基 準 C			
	乾球 溫度 D.B.T. (°C)	濕球 溫度 W.B.D. (°C)	濕球 溫度 W.B.T. (°C)	平衡 含水量 E.M.C. (%)	乾球 溫度 D.B.T. (°C)	濕球 溫度 W.B.D. (°C)	濕球 溫度 W.B.T. (°C)	平衡 含水量 E.M.C. (%)	乾球 溫度 D.B.T. (°C)	濕球 溫度 W.B.D. (°C)	濕球 溫度 W.B.T. (°C)	平衡 含水量 E.M.C. (%)
50以上	40	5	35	11.9	40	5	35	11.9	54	6	48	12.1
50	40	8	32	9.4	40	8	32	9.4	54	8	46	10.0
40	43	11	32	7.7	43	11	32	7.7	54	11	43	8.0
35	48	13	35	6.6	48	13	35	6.6	54	19	35	4.7
30	54	19	35	4.9	54	19	35	4.9	60	28	32	2.6
25	60	22	38	4.1	60	22	38	4.1	66	28	38	2.9
20	65	27	38	2.9	71	28	43	3.1	71	28	43	3.2
15以下	71	28	43	3.1	82	28	54	3.1	82	28	54	3.3

3. 加速氣乾

本研究對棕變之評估，係以試材氣乾後之色澤為標準(本色)。唯以氣乾當時甚久，無法與試驗時間配合，故特改用“加速氣乾”以爭時效。其方式為將前述20cm長之試體置於自動調溫強制循環之電烘箱中，以36°C之低溫進行乾燥，至平均含水率降至8%為止。

4. 測定棕變程度

每組試材經不同窯乾處理後，將每一選供測計色澤變化之樣板截取20cm長之試體一段，平行板面自中央鋸為兩片，並予兩面拋光；然後與其另一段20cm長經加速氣乾並作同樣縮飽處理之試體，分別進行心層(試體中心)表層(試體表面)之色差比對分析。

因鑑於用肉眼判別並以定性的方式來描述試材顏色，甚難正確表達，故特利用儀器分析，並以定量的方式來表示(張上鎮，1986)。本試驗所用顏色測定器為東京電色株式會社(Tokyo Denshoku Co., Ltd.)之色差計(Color and color difference meter, model TC-3600)，測定方法根據 JIS Z 8722，使用光源為C標準光源，光學條件為積分球方式。測試時先在每一試體之兩面(即平行板面鋸開後之表層面與心層面)各選10個測點，由儀器上讀取各點之X、Y、Z三刺激值，然後將試體旋轉90°再作同樣測定。故試體每面共測定20次，以此20次之平均數為某一測面之代表值，然後再依照CIE LAB色彩體系計算出試體內外層之

L^* 、 a^* 、 b^* 、 ΔL^* 、 ΔC^* 、 ΔH^* 、及 ΔE^* 值(李鴻麟與張上鎮，1990)。CIE LAB色彩體系中各參數值之定義如下：

L^* ：明度，全白物體定為100，全黑物體定為0。

a^* ：色度，正值愈大表示愈偏向紅色，負值愈大表示愈偏向綠色。

b^* ：色度，正值愈大表示愈偏向黃色，負值愈大表示愈偏向藍色。

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

L^*_i 、 a^*_i 、 b^*_i 、 c^*_i ：試材經窯乾處理後之測定值。

L^*_s 、 a^*_s 、 b^*_s 、 c^*_s ：試材經加速氣乾後(即對照組)之測定值。

$\Delta L^* = L^*_i - L^*_s$ ，明度差，正值表示較對照組明亮，負值表示較對照組灰暗。

$\Delta C^* = C^*_i - C^*_s$ ，彩度差，正值表示較對照組鮮艷，負值表示較對照組淺淡。

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

5. 分析乾燥效益

本研究除試行製訂一防止或減輕橡膠木發生棕變之窯乾基準外，對不同處理之乾燥效果亦進行分析，其內容包括：乾燥速率，能源消耗，乾燥品質，以及含水率與徑、弦向收縮率之關係等，藉此作綜合性的利弊評估。

三、結果與討論

(一) 綜覽程度

1. 加速氣乾材之顏色變化

如前所述, 加速氣乾材之顏色, 視為橡膠木之本(原)色, 供不同窯乾處理材測定顏色變化(綜變)對照之用。各組試體之處理(加速氣乾)條件完全相同(36°C)。唯於處理過程中, A5C 組試體因

烘箱溫度失控, 有十數小時高達100°C, 不合設定條件, 故該組試體之顏色未予測計。其他各組試體之色彩參數詳如表3。該表顯示: 除3cm厚試體C3C組及5cm厚試體B5C組表層色彩之b*各較其同厚之他組為高(即偏向黃色之程度較重)且差異在0.05水準顯著外, 其他表層L*與a*值, 以及心層之L*、a*、與b*值, 差異在0.05水準均不顯著。

表3. 3cm及5cm厚橡膠木板材加速氣乾處理後之色彩參數⁽¹⁾

Table 3. Color Parameters of 3cm and 5cm rubberwood lumber under accelerated air-drying.

試材 ⁽²⁾ Material	x,y 值 ⁽²⁾		CIE	LAB	值 ⁽³⁾
	x	y	L*	a*	b*
A3C-S	0.364 (0.002)	0.364 (0.001)	(5) 81.43 (0.73)	(5) 2.91 (0.42)	(4)(6) 23.59 b (0.56)
B3C-S	0.369 (0.001)	0.366 (0.001)	79.29 (0.54)	4.52 (0.31)	24.45 ab (0.42)
C3C-S	0.369 (0.001)	0.368 (0.001)	80.19 (0.40)	3.08 (0.24)	25.36 a (0.37)
A5C-S	-	-	(5)	(5)	(4)
B5C-S	0.369 (0.001)	0.366 (0.001)	79.37 (0.49)	3.77 (0.22)	24.67 (0.54)
C5C-S	0.365 (0.001)	0.362 (0.001)	77.88 (0.59)	3.85 (0.24)	22.85 (0.51)
A3C-C	0.362 (0.002)	0.361 (0.001)	(5) 79.46 (0.75)	(5) 2.85 (0.28)	(5) 21.38 (0.48)
B3C-C	0.367 (0.002)	0.363 (0.001)	76.92 (0.64)	4.05 (0.43)	22.97 (0.54)
C3C-C	0.366 (0.002)	0.365 (0.001)	78.67 (0.72)	3.32 (0.98)	23.55 (0.47)
A5C-C	-	-	(5)	(5)	(5)
B5C-C	0.370 (0.001)	0.362 (0.001)	75.03 (0.56)	5.41 (0.32)	22.87 (0.25)
C5C-C	0.368 (0.001)	0.362 (0.001)	75.72 (0.45)	4.75 (0.24)	22.40 (0.39)

(1)x,y為色度座標。L*、a*、b*為CIE LAB之色彩參數。L*指明度, A*、B*指色度。

x,y indicates chromaticity coordinate; L*、a*、b* are color parameters of CIE LAB system.

L* indicates lightness, a* and b* represent chromaticities.

(2)A3C, B3C, C3C及A5C, B5C, C5C分指與不同窯乾處理材相對應之3cm及5cm加速氣乾材, S及C指試體表層及心層; 試體數各為12。A3C, B3C, C3C and A5C, B5C, C5C indicates 3cm and 5cm rubberwood lumber under the same accelerated air-drying treatment corresponding to those of the different kiln-dried materials, S and C refers to the shell and core of the test boards. Number of specimen is 12.

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

(4)雙方分析結果, 處理間差異在0.05水準顯著。

According to variance analysis, differences among treatments are significant at 0.05 level.

(5)雙方分析結果, 處理間差異在0.05水準不顯著。

According to variance analysis, differences among treatments are not significant at 0.05 level.

(6)平均値後註有相同字母者, 表示經鄧肯氏新多變域檢定法測定結果, 差異在0.05水準不顯著。

Comparable means followed by the same letter and not significantly different at 0.05 level

according to Duncan's new multiple range test.

由以上結果觀之，各組氣乾試體表、心層之顏色，尚稱均勻一致。

若將各組試體表心層之顏色進行比較(表4)，在3cm厚試體中，各組試體心層之L*值均較其表層為低，亦即其明度較表層為遜；但除B3C組之差異在0.05水準顯著外，餘者之差異均在0.05水準不顯著。三組試體a*值之差異在0.05水準均不顯

著，b*值則除B3C組之差異在0.05水準不顯著外，C3C及A3C組之差異分別在0.01水準及0.05水準顯著。在5cm厚試體中，除C5C組b*值之差異在0.05水準不顯著外，其他各L*、a*、及b*值均分別呈現顯著或極顯著之差異；其L*值亦均以心層遜於表層。由此觀之，在加速氣乾過程中，因試體中心乾燥緩慢，有促使顏色轉趨暗淡之傾向。

表4. 3cm及5cm厚橡膠木板材加速氣乾後表心層之顏色比較⁽¹⁾

Table 4. Comparisons of color between shell and core of 3cm and 5cm rubberwood after accelerated air-drying.

試材 ⁽²⁾ Material	x, y 值 ⁽³⁾		CIE LAB 值 ⁽³⁾		
	x	y	L *	a *	b *
A3C-S	0.364	0.364	(6)	(6)	(5)
	(0.002)	(0.001)	81.43 (0.73)	2.91 (0.42)	23.59 (0.56)
A3C-C	0.362	0.361	79.46	2.86	21.98
	(0.002)	(0.001)	(0.75)	(0.28)	(0.48)
B3C-S	0.369	0.366	(5)	(6)	(6)
	(0.001)	(0.001)	79.29 (0.54)	4.02 (0.31)	24.45 (0.42)
B3C-C	0.367	0.363	76.92	4.05	22.97
	(0.002)	(0.001)	(0.64)	(0.43)	(0.54)
C3C-S	0.369	0.368	(6)	(6)	(4)
	(0.001)	(0.001)	80.19 (0.40)	3.08 (0.24)	25.36 (0.37)
C3C-C	0.366	0.365	78.67	3.32	23.55
	(0.002)	(0.001)	(0.72)	(0.98)	(0.47)
B5C-S	0.369	0.366	(4)	(4)	(4)
	(0.001)	(0.001)	79.37 (0.48)	3.77 (0.22)	24.67 (0.54)
B5C-C	0.370	0.362	75.03	5.41	22.87
	(0.001)	(0.001)	(0.56)	(0.32)	(0.26)
B5C-S	0.365	0.362	(5)	(5)	(6)
	(0.001)	(0.001)	77.86 (0.58)	3.85 (0.24)	22.85 (0.51)
C5C-C	0.368	0.362	75.72	4.75	22.40
	(0.001)	(0.001)	(0.45)	(0.24)	(0.39)

(1)~(3)同表3。Same as Table 3.

(4)變方分析結果，處理間差異在0.01水準極顯著。

According to variance analysis, differences among treatments are highly significant at 0.01 level.

(5)變方分析結果，處理間差異在0.05水準顯著。

According to variance analysis, differences among treatments are significant at 0.05 level.

(6)變方分析結果，處理間差異在0.05水準不顯著。

According to variance analysis, differences among treatments are not significant at 0.05 level.

若將3cm與5cm兩種厚度之表層與心層分別進行比較(表5), 在表層方面, 3cm厚試體之L*值與b*值均大於5cm厚者, 且差異在0.05水準顯著, 其a*值雖較5cm厚者為小, 但差異在0.05水準不顯著, 此足顯示3cm試體表層之顏色較5cm者淺淡而保持了橡膠木之黃白原色。在心層方面, 3cm厚試體之L*值大於5cm厚, a*值小於5cm厚者, 且差

異分別0.01水準及0.05水準顯著, 其b*值雖較5cm厚者為大, 但差異在0.05水準不顯著, 此亦顯示3cm試體心層之顏色亦較5cm者為淺淡。

綜上觀之, 不同厚度之橡膠木試體雖在同一條件(36°C)下進行加速氣乾處理, 由於厚度大者(5cm)乾燥時間較長, 有使顏色趨於深暗之現象。

表5. 3cm與5cm厚橡膠木板材料加速氣乾後之顏色比較⁽¹⁾

Table 5. Comparisons of color between 3cm and 5cm rubberwood lumber after accelerated air-drying.

試材 ⁽²⁾ Material	x, y 值 ⁽²⁾		CIE LAB 值 ⁽³⁾		
	x	y	L*	a*	b*
			(5)	(6)	(5)
3C-S	0.369 (0.001)	0.366 (0.001)	79.74 (0.35)	3.55 (0.22)	24.90 (0.30)
5C-S	0.367 (0.001)	0.364 (0.001)	76.62 (0.41)	3.81 (0.16)	23.76 (0.41)
			(4)	(5)	(6)
3C-C	0.367 (0.001)	0.364 (0.001)	77.80 (0.51)	3.69 (0.54)	23.26 (0.36)
5C-C	0.369 (0.001)	0.362 (0.001)	75.37 (0.37)	5.08 (0.21)	22.64 (0.24)

(1)、(3)同表3。Same as Table 3.

(2)3C, 5C 分指3cm及5cm之加速氣乾材, S及C分指試體表層及心層; 試體數各為24。

3C, 5C indicates 3cm and 5cm rubberwood under accelerated air-drying treatment.

S and C refer to shell and core of the test boards. Number of specimen is 24.

(4)-(6)同表4。Same as Table 4.

2. 窯乾處理材之棕變程度

前已述及, 乾燥基準設計A、B、及C三種: A基準之初期條件為低溫低濕(DBT=40°C, WBD=5°C), 最高溫度為71°C; B基準之初期條件亦為低溫低濕, 最高溫度為82°C; C基準之初期條件為中溫低濕(DBT=54°C, WBD=6°C), 最高溫度亦為82°C。本研究之主要目的即在探討三個處理中以何一處理預防棕變之效果最佳, 亦即最能保持橡膠木之本色。

(1)不同處理對3cm及5cm厚橡膠木表層棕變之影響詳如表6所示。在3cm厚試體方面: 各處理間之明度(L*), 經變方分析結果差異在0.01水準顯著, 再經鄧肯試驗結果, 以A3-S(A基準)處理最大, B3-S(B基準)次之, C3-S(C基準)最小。

a*值之差異, 經變方分析結果在0.05水準顯著, 再經鄧肯試驗, 以C3-S最大, 即最偏向紅(棕色), A3-S最小, 但A3-S與B3-S, 以及B3-S與C3-S之差異在0.05水準均不顯著。b*值之差異在0.05水準不顯著。若將各窯乾處理試體之L*、a*、b*值, 分別與其另段氣乾處理之L*、a*、b*值相減後所得之差再行分析, 結果如下: 各處理間明度差(ΔL*)之差異在0.01水準顯著, 且以A3-S與B3-S最大, C3-S次之。彩度差(ΔC*)之差異在0.05水準不顯著。色相差(ΔH*)之差異在0.01水準顯著, 而以C3-S為最大, 即色相偏離本色之程度較大, A3-S與B3-S較小。就色差值(ΔE*)而言, 亦以C3-S為最大, 亦即C3-S處理之顏色變化最甚, A3-S與B3-S較輕。故據以上分析,

不同窯乾處理3cm厚試體之表層變色(棕變)程度以C3-S處理(C基準)為最重, A3-S(A基準)與B3-S(B基準)較輕。

在5cm厚試體方面: 各處理間之明度亦以A5-S(A基準)最大, B5-S(B基準)次之, C5-S(C基準)最小, 但經鄧肯試驗結果B5-S與C5-S之差異在0.05水準不顯著。三處理間之色度(a*及b*)差異在0.05水準均不顯著。至於明度差、彩度差、色相差、以及色差值等, C5-S較B5-S均顯示較大之數值, 雖其差異在0.05水準均

不顯著, 亦足顯示C基準有招致棕變之傾向。

綜合以上, 不同窯乾處理對3cm及5cm橡膠木板材表層棕變之影響以C基準(C3-S及C5-S處理)為最大, A與B基準較小。換言之, 乾燥初期採用低溫低濕(DBT < 40°C, WBD > 5°C), 末期最高窯溫勿超過82°C之窯乾基準, 較初期採用中溫低濕(DBT > 54°C, WBD > 5°C)末期窯溫亦不超過80°C者, 可有效防止或減低橡膠木表層發生棕變。

表6. 不同窯乾處理對3cm及5cm厚橡膠木板材表層棕變之影響⁽¹⁾

Table 6. Effect of kiln schedules on brown stain in the shell of 3cm and 5cm rubberwood lumber.

處理 ⁽²⁾ Treatment	x,y 值 ⁽³⁾		CIE LAB 值 ⁽³⁾⁽⁷⁾					色差值 ⁽⁸⁾⁽⁷⁾ ΔE*	
	x	y	L*	a*	b*	ΔL*	ΔC*		ΔH*
			(4)	(5)	(6)	(4)	(6)	(4)	(4)
A3-S	0.368 (0.002)	0.365 (0.001)	79.28 (0.57)	3.52 b (0.50)	23.89 (0.55)	-2.15 a (0.81)	0.40 (0.50)	1.40 b (0.25)	3.91 b (0.50)
B3-S	0.373 (0.001)	0.367 (0.001)	76.82 (0.63)	4.63 ab (0.32)	24.83 (0.40)	-2.47 a (0.46)	0.46 (0.30)	0.86 b (0.16)	3.02 b (0.42)
C3-S	0.376 (0.001)	0.378 (0.001)	73.87 (0.61)	5.29 a (0.36)	25.04 (0.27)	-6.32 b (0.56)	0.06 (0.37)	2.23 a (0.31)	6.93 a (0.53)
			(4)	(6)	(6)	(6)	(5)	(6)	(6)
A5-S	0.372 (0.001)	0.366 (0.001)	76.03 a (0.54)	4.89 (0.19)	24.68 (0.38)	-	-	-	-
B5-S	0.376 (0.001)	0.369 (0.001)	75.31 b (0.60)	4.87 (0.30)	25.60 (0.35)	-4.06 (0.72)	1.11 (0.44)	1.10 (0.21)	4.72 (0.70)
C5-S	0.377 (0.001)	0.369 (0.001)	73.08 (0.56)	5.47 (0.23)	25.22 (0.43)	-4.79 (0.66)	2.64 (0.43)	1.36 (0.23)	5.88 (0.68)

(1) x,y 為色度座標, L*, a*, b* 為 CIE LAB 之色彩參數, L* 指明度, a*, b* 指色度, ΔL* 為明度差, ΔC* 指彩度差, ΔH* 指色相差, ΔE* 指色差值。

x,y indicates chromaticity coordinate; L*, a*, b* represent color parameters of CIE LAB system. L* indicates lightness, a* and b* represent chromaticities. ΔL*, ΔC*, ΔH*, and ΔE* represents lightness, chroma, hue and color difference, respectively.

(2) A, B, C 分指不同窯乾處理; 3及5表試體厚度(cm); S 為試體表層; 試體數各為 12。

A, B and C indicate different kiln schedules, 3 and 5 represent thickness (cm) of the test boards; S refers to the shell of the test boards. Number of specimen is 12.

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

(4) 變方分析結果, 處理間差異在0.01水準極顯著。

According to variance analysis, differences among treatments are highly significant at 0.01 level.

(5) 變方分析結果, 處理間差異在0.05水準顯著。

According to variance analysis, differences among treatments are significant at 0.05 level.

(6) 變方分析結果, 處理間差異在0.05水準不顯著。

According to variance analysis, differences among treatments are not significant at 0.05 level.

(7) 平均値後註有相同字母者, 表示經鄧肯氏新多變域檢定法測定結果, 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.

(2)至於不同處理對3cm及5cm厚橡膠木心層棕變之影響，詳見表7。該表顯示：各處理間之CIE LAB值，除3cm厚試體 ΔC^* 之差異以及5cm厚試體 L^* 之差異在0.05水準顯著外，其餘各項差異在0.05水準均不顯著。此足說明，不同窯乾處理對3cm或5cm厚橡膠木心層棕變之影響，無顯著效應。

項差異在0.05水準均不顯著。此足說明，不同窯乾處理對3cm或5cm厚橡膠木心層棕變之影響，無顯著效應。

表7. 不同窯乾處理對3cm及5cm厚橡膠木板材心層棕變之影響⁽¹⁾

Table 6. Effect of kiln schedules on the core brown stain of 3cm and 5cm rubberwood lumber

處理 ⁽²⁾ Treatment	x,y 值 ⁽³⁾		CIE LAB 值 ⁽³⁾⁽⁷⁾						色差值 ⁽³⁾⁽⁷⁾ ΔE^*
	x	y	L*	a*	b*	ΔL^*	ΔC^*	ΔH^*	
			(5)	(5)	(5)	(5)	(4)	(5)	(5)
A3-C	0.368 (0.002)	0.361 (0.001)	74.97 (1.00)	5.06 (0.35)	22.09 (0.39)	-4.49 (0.71)	0.51 a (0.35)	2.16 (0.23)	5.14 (0.74)
B3-C	0.389 (0.002)	0.339 (0.005)	72.88 (0.58)	5.31 (0.28)	22.92 (0.29)	-4.04 (0.48)	0.17 a (0.31)	1.41 (0.31)	4.57 (0.47)
C3-C	0.370 (0.001)	0.363 (0.001)	73.83 (0.82)	4.70 (0.30)	22.46 (0.23)	-4.84 (0.60)	-1.05 b (0.47)	2.07 (0.72)	6.04 (0.88)
			(4)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)
A5-C	0.369 (0.001)	0.362 (0.001)	74.24 a (0.71)	4.97 (0.23)	22.40 (0.33)	-	-	-	-
B5-C	0.374 (0.001)	0.364 (0.001)	71.82 b (0.50)	5.69 (0.18)	22.84 (0.34)	-3.22 (0.49)	0.02 (0.34)	0.82 (0.56)	3.68 (0.41)
C5-C	0.371 (0.001)	0.363 (0.001)	72.57 ab (0.63)	5.56 (0.27)	22.64 (0.23)	-3.15 (0.49)	0.41 (0.38)	1.07 (0.18)	3.72 (0.44)

(1)同表6。Same as Table 6.

(2)A, B, C分指不同窯乾處理；3及5代表試體厚度(cm)；C為試體心層；試體數各為12。

A, B and C indicate different kiln schedules, 3 and 5 represent thickness (cm) of the test boards; C refers to the core of the test boards. Number of specimen is 12.

(3)同表6。Same as Table 6.

(4)變方分析結果，處理間差異在0.05水準顯著。

According to variance analysis, differences among treatments are significant at 0.05 level.

(5)變方分析結果，處理間差異在0.05水準不顯著。

According to variance analysis, differences among treatments are not significant at 0.05 level.

(6)平均值後註有相同字母者，表示經鄧肯氏新多變域檢定法測定結果，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.

(3)若將同一窯乾處理下橡膠木表、心層之棕變程度進行比較，在3cm厚試體方面(表8)：A基準之表、心層(A3-S、A3-C)差異除 ΔC^* 與 ΔE^* 兩項在0.05水準不顯著外，其餘各項則分別呈現極顯著(0.01水準)與顯著(0.05水準)之結果；而以心層之明度較灰暗，色度較深沉，亦即心層之棕變程度較表層為重。B基準之表、心層(B3-S

、B3-C)差異除 a^* 、 ΔC^* 、及 ΔH^* 在0.05水準不顯著外，餘者亦分別呈現極顯著與顯著之結果，且亦以心層之棕變重於表層。唯C基準之表、心層(C3-S、C3-C)差異除 b^* 在0.01水準顯著，顯示表層偏向黃色之程度較大於心層外，其餘各項之差異在0.05水準均不顯著，亦即該處理試體表、心層之棕變程度無明顯區別。

表8. 同一窯乾處理對3cm厚橡膠木板材表心層棕變之比較¹⁾

Table 8. Comparisons of brown-stain between shell and core of 3cm rubberwood lumber under same drying condition.

處理 ²⁾ Treatment	x, y 值 ³⁾		CIE LAB 值 ³⁾⁷⁾						色差值 ³⁾⁷⁾ ΔE^*
	x	y	L*	a*	b*	ΔL^*	ΔC^*	ΔH^*	
			(4)	(5)	(5)	(5)	(6)	(5)	(6)
A3-S	0.368 (0.002)	0.365 (0.001)	79.28 (0.87)	3.52 (0.50)	23.89 (0.55)	-2.15 (0.81)	0.40 (0.50)	1.40 (0.25)	3.91 (0.50)
A3-C	0.368 (0.002)	0.361 (0.001)	74.97 (1.00)	5.06 (0.35)	22.09 (0.39)	-4.49 (0.71)	0.51 (0.35)	2.16 (0.23)	5.14 (0.74)
			(4)	(6)	(4)	(5)	(6)	(6)	(5)
B3-S	0.373 (0.001)	0.367 (0.001)	76.82 (0.63)	4.63 (0.32)	24.83 (0.40)	-2.47 (0.48)	0.49 (0.30)	0.86 (0.16)	3.02 (0.42)
B3-C	0.369 (0.002)	0.339 (0.005)	72.88 (0.56)	5.31 (0.28)	22.92 (0.29)	-4.04 (0.48)	0.17 (0.31)	1.41 (0.31)	4.57 (0.47)
			(6)	(6)	(4)	(6)	(6)	(6)	(6)
C3-S	0.376 (0.001)	0.368 (0.001)	73.87 (0.61)	5.29 (0.36)	25.04 (0.27)	-6.32 (0.56)	0.06 (0.37)	2.23 (0.31)	6.93 (0.53)
C3-C	0.370 (0.001)	0.363 (0.001)	73.83 (0.82)	4.70 (0.30)	22.46 (0.23)	-4.84 (0.60)	-1.05 (0.47)	2.07 (0.72)	6.04 (0.68)

(1)、(3)~(6)同表6。 Same as Table 6.

(2)A、B、C分指不同窯乾處理；3及表試體厚度(cm)；S與C為試體表層與心層；試體數各為12。

A, B, and C indicate different kiln schedules, 3 represents thickness (cm) of the test boards; S and C refer to the shell and core of the test boards respectively. Number of specimen is 12.

在5cm厚試體方面(表9): A基準之表、心層(A5-S, A5-C)差異: L*與b*在0.01水準顯著, ΔH^* 在0.05水準顯著, 顯示心層之明度較表層為暗, 色度較表層為深, 但色相差較表層為小。綜合觀之, 心層之棕變程度重於表層。B基準之表、心層(B5-S, B5-C)差異: L*與b*亦在0.01水準顯著, 其餘各項在0.05水準均不顯著, 此亦說明心層之棕變程度較表層為重。C基準之表、心層(C5-S, C5-C)差異: b*與 ΔC^* 在0.01水準顯著

, ΔE^* 在0.05水準顯著。此雖顯示表層之色變較偏向黃色, 而且色差亦較大, 但就L*, a*, ΔL^* 與 ΔH^* 等項綜合考量, 其表、心層棕變程度之差異, 不若A、B基準明顯。

根據以上分析, 採用C基準之試體, 其表、心層之棕變程度可謂相等, 而A、B基準之表層棕變較其心層顯著降低。換言之, 低溫低濕之窯乾基準, 可使橡膠木之表層更能保持其原色。

表9. 同一窯乾處理5cm厚橡膠木板材表、心層棕變之比較⁽¹⁾

Table 9. Comparisons of brown-stain between shell and core of 5cm rubberwood lumber under same drying condition.

處理 ⁽²⁾ Treatment	x, y 值 ⁽³⁾		CIE LAB 值 ⁽³⁾⁽⁷⁾						色差值 ⁽³⁾⁽⁷⁾ ΔE^*
	x	y	L*	a*	b*	ΔL^*	ΔC^*	ΔH^*	
			(4)	(5)	(4)	(6)	(6)	(5)	(6)
A5-S	0.372 (0.001)	0.366 (0.001)	76.93 (0.54)	4.89 (0.19)	24.69 (0.38)	-5.69 (0.96)	2.19 (0.64)	2.32 (0.37)	6.79 (1.09)
A5-C	0.369 (0.001)	0.362 (0.001)	74.24 (0.71)	4.97 (0.23)	22.40 (0.33)	-4.98 (0.86)	0.98 (0.83)	1.32 (0.23)	5.90 (0.92)
			(4)	(5)	(4)	(6)	(6)	(6)	(6)
B5-S	0.376 (0.001)	0.369 (0.001)	75.31 (0.50)	4.87 (0.30)	25.60 (0.35)	-4.06 (0.72)	1.11 (0.44)	1.10 (0.21)	4.72 (0.70)
B5-C	0.374 (0.001)	0.364 (0.001)	71.82 (0.50)	5.69 (0.18)	22.84 (0.34)	-3.22 (0.49)	0.02 (0.34)	0.82 (0.56)	3.68 (0.41)
			(6)	(6)	(4)	(6)	(4)	(6)	(5)
C5-S	0.377 (0.001)	0.369 (0.001)	73.08 (0.56)	5.47 (0.23)	25.22 (0.43)	-4.79 (0.68)	2.64 (0.43)	1.36 (0.23)	5.88 (0.68)
C5-C	0.371 (0.001)	0.363 (0.001)	72.57 (0.63)	5.56 (0.27)	22.64 (0.23)	-3.15 (0.49)	0.41 (0.38)	1.07 (0.18)	3.72 (0.44)

(1) * (3)-(6)同表6。 Same as Table 6.

(2) A, B, C分指不同窯乾處理; 5表試體厚度(cm); S與C均指試體表層與心層; 試體數各為12。

A, B, and C indicate different kiln schedules, 5 represents thickness (cm) of the test boards; S and C refer to the shell and core of the test boards respectively. Number of specimen is 12.

(4)在同一窯乾處理下，3cm與5cm厚橡膠木之表層以及心層棕變程度之比較，分別詳示於表10及11。結果指出：除A基準3cm與5cm試體僅表層之L*及a*值差異在0.05水準顯著外，其餘B、C基準下3cm與5cm試體表層以及A、B、C基準下

3cm與5cm試體心層各色彩參數之差異在0.05水準均不顯著。此足顯示，在同一窯乾條件下，橡膠木表層或心層之棕變程度，不會因厚度之不同而呈現明顯的差異。

表 10. 同一窯乾處理3cm與5cm厚橡膠木板材表層棕變程度之比較⁽¹⁾

Table 10. Comparisons of the shell brown stain between 3cm and 5cm rubberwood lumber under same drying condition.

處理 ⁽²⁾ Treatment	x, y 值 ⁽³⁾		C I E L A B 值 ⁽³⁾		
	x	y	L*	a*	b*
			(4)	(4)	(5)
A3-S	0.368 (0.002)	0.365 (0.001)	79.28 (0.87)	3.52 (0.50)	23.69 (0.55)
A5-S	0.372 (0.001)	0.366 (0.001)	76.93 (0.54)	4.89 (0.19)	24.68 (0.38)
			(5)	(5)	(5)
B3-S	0.373 (0.001)	0.376 (0.001)	76.82 (0.63)	4.63 (0.32)	24.83 (0.40)
B5-S	0.376 (0.001)	0.369 (0.001)	75.31 (0.60)	4.87 (0.30)	25.60 (0.35)
			(5)	(5)	(5)
C3-S	0.376 (0.001)	0.368 (0.001)	73.87 (0.61)	5.28 (0.36)	25.04 (0.27)
C5-S	0.377 (0.001)	0.369 (0.001)	73.08 (0.56)	5.47 (0.23)	25.22 (0.43)

(1)同表3。Same as Table 3.

(2)A、B、C分指不同窯乾處理；3及5表試體厚度(cm)；S為試體表層；試體數各為12。

A, B, and C indicate different kiln schedules, 3 and 5 represent thickness (cm) of the test boards. S refers to the shell of the test boards. Number of specimen is 12.

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

(4)變方分析結果，處理間差異在0.05水準顯著。

According to variance analysis, differences between treatments are significant at 0.05 level.

(5)變方分析結果，處理間差異在0.05水準不顯著。

According to variance analysis, differences between treatments are not significant at 0.05 level.

表 11. 同一窯乾處理3cm與5cm厚橡膠木板材心層棕變程度之比較⁽¹⁾

Table 11. Comparisons of the core brown stain between 3cm and 5cm rubberwood lumber under same drying condition.

處理 ⁽²⁾	x · y 值 ⁽³⁾		C I E	L A B	值 ⁽³⁾
	x	y	L*	a*	b*
			(4)	(4)	(4)
A3-C	0.368 (0.002)	0.361 (0.001)	74.97 (1.00)	5.06 (0.35)	22.09 (0.39)
A5-C	0.369 (0.001)	0.362 (0.001)	74.24 (0.71)	4.97 (0.23)	22.40 (0.33)
			(4)	(4)	(4)
B3-C	0.389 (0.002)	0.339 (0.005)	72.88 (0.56)	5.31 (0.28)	22.92 (0.29)
B5-C	0.374 (0.001)	0.364 (0.001)	71.82 (0.50)	5.69 (0.18)	22.84 (0.34)
			(4)	(4)	(4)
C3-C	0.370 (0.001)	0.363 (0.001)	73.83 (0.82)	4.70 (0.30)	22.46 (0.23)
C5-C	0.371 (0.001)	0.363 (0.001)	72.57 (0.63)	5.56 (0.27)	2.64 (0.23)

(1)同表3。Same as Table 3.

(2)A, B, C分指不同窯乾處理；3及5表試體厚度(cm)；S為試體表層；試體數各為12。

A, B, and C indicate different kiln schedules, 3 and 5 represent thickness (cm) of the test boards; S refers to the shell of the test boards. Number of specimen is 12.

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

(4)變方分析結果，處理間差異在0.05水準不顯著。

According to variance analysis, differences between treatments are not significant at 0.05 level.

(二)窯乾效益

1. 乾燥速率與能源消耗

有關3cm與5cm厚橡膠木試材之乾燥效果比較資料與乾燥曲線，分別詳示於表12、13及圖1、2。在3cm厚試材方面：各處理之原始與最後含水率經變方分析結果，差異在0.05水準均不顯著，此可說明每一處理均在同一原始含水率標準下乾燥至同一最後含水率。但各處理試材間之含水率

均勻性，經F值測驗結果，差異在0.05水準顯著，乾燥前以C處理試材之均勻性較差，A與B處理較佳，乾燥後則以B處理較佳，A與C處理較差。至於乾燥時間，以A處理最長，B處理次之，C處理最短；能源消耗亦呈同一趨勢。乾燥速率之差異在0.05水準顯著，再經鄧肯試驗結果，以C處理最快，A與B次之；C處理較A與B之乾燥速率分別增加66.4%與33.3%(表12)。

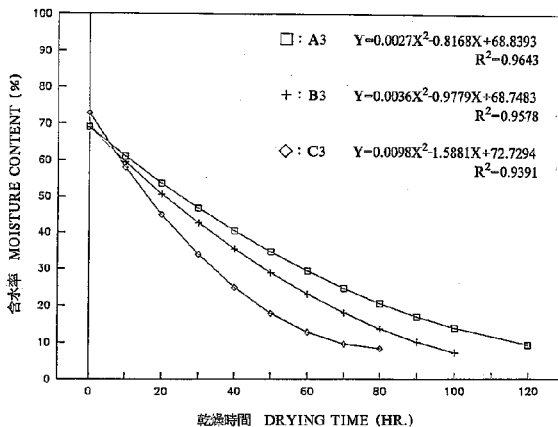


圖1. 不同處理3cm厚橡膠木板材之乾燥曲線

Fig. 1. Drying curves of 3cm rubberwood by treatment.

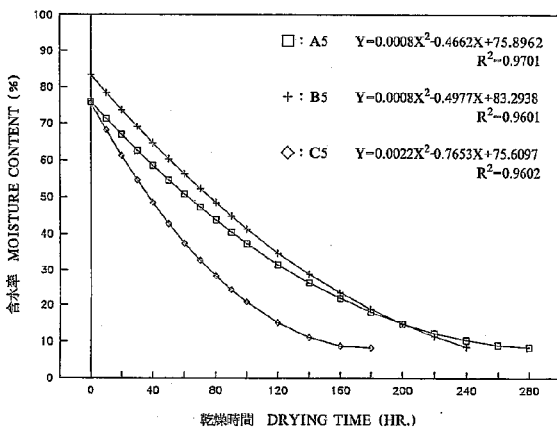


圖2. 不同處理5cm厚橡膠木板材之乾燥曲線

Fig. 2. Drying curves of 5cm rubberwood by treatment.

表12. 不同處理3cm橡膠木之能源消耗與乾燥速率

Table 12. Comparisons of energy consumption and drying rate for 3cm rubber wood by treatment.

處理	樣板數	(2)(3)(4)		(2)(3)(4)			乾燥時間 (在窯時間)	總消耗 電力	總消耗 油量	乾燥速率
		原始 含水率	最後 含水率	Final M. C. (%)	差異 (表心)	差異 (殼心)				
Treat- ment	Number of sample	Initial M. C. (%)	Average	Shell	Core	差異 (Shell & Core)	Drying time residence time (hrs.)	Total power consump- tion (kwh)	Total oil consump- tion (liter)	Drying rate (M. C. % (hr)
A3	4	72.10 (1.31)B	9.38 (1.31)A	8.63 (0.65)A	12.12 (2.31)A	3.49 (1.46)A	122.5	232	203	0.512B (0.017)
B3	4	70.57 (2.84)AB	7.38 (0.35)B	7.03 (0.16)B	8.29 (0.49)B	1.27 (0.33)B	99	218	190	0.639B (0.030)
C3	4	73.71 (6.20)A	6.75 (0.72)AB	8.18 (0.64)AB	10.52 (1.20)AB	2.33 (0.66)AB	76.25	238	110	0.852A (0.077)

(1)A, B, 及C,分指不同窯乾基準—A: 初期乾燥溫度=40°C, 濕球差度=5°C; 最高溫度=71°C。B: 初期乾燥溫度=40°C, 濕球差度=5°C; 最高溫度=82°C。C: 初期乾燥溫度=54°C, 濕球差度=6°C; 最高溫度=82°C。3為試材厚度(cm)。
A, B, and C indicate different kiln schedules respectively—A: Initial DBT=40°C, WBD=5°C; Max. DBT=71°C.
B: Initial DBT=40°C, WBD=5°C; Max. DBT=82°C. C: Initial DBT=54°C, WBD=6°C; Max. DBT=82°C. 3 means thickness (cm) of the test boards.

(2)括號內數值係指標準誤。

Values in parentheses represent standard errors.

(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 between treatments are not significant at 0.05 level.

(4)標準誤後註有相同字母者, 表示F值測驗結果, 處理間試材含水率均勻程度之差異在0.05水準不顯著。

Standard errors followed by the same letter represent the uniformity of M. C. between treatments are not significant at 0.05 level, after F-test.

(5)平均值後註有相同字母者, 表示經鄧肯氏新多變域檢定法測定結果差異在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.

在5cm厚試材方面: 各處理原始之含水率經變方分析結果, 差異在0.05水準顯著, 再經鄧肯試驗, 以B處理之平均含水率最高, A與C處理次之。但各處理之最後含水率以及原始與最後含水率之均勻性, 經變方分析與F值測驗結果, 差異在0.05水準均不顯著。此可說明, 不同處理乾燥

後之含水率均勻性均在同一水平。至於乾燥時間與能源消耗與3cm厚試材相同, 以A處理最長最高, B次之, C最少。乾燥速率經變方分析結果差異在0.05水準顯著, 再經鄧肯試驗結果, 以C處理最快, B處理次之, A處理最慢。C處理較A與B之乾燥速率分別增加49.8%與22.3%(表13)。

表13. 不同處理5cm橡膠木之能源消耗與乾燥速率

Table 12. Comparisons of energy consumption and drying rate for 3cm rubber wood by treatment.

處理	樣板數	(2)(3)(4)		(2)(3)(4)				總消耗電力	總消耗油氣	乾燥速率
		原始含水率	最後含水率 (%)	Final M. C.	乾燥時間 (在窯時間)	總消耗電力	總消耗油氣			
Treatment	Number of sample	Initial M. C. (%)	平均 表層	心層	差異 (表心) Difference (Shell & Core)	Drying time (Kiln residence time) (hrs.)	Total power consumption (kwh)	Total oil consumption (liter)	Drying rate (M. C. % /hr)	
A5	4	83.39B (2.46)	8.63 (0.69)	7.93 (0.69)	10.12 (1.19)	2.19 (0.76)	272	551	225	0.275C (0.010)
B5	4	90.40A (2.07)	9.23 (1.29)	7.94 (0.54)	13.08 (2.63)	5.15 (2.11)	241	524	260	0.337B (0.008)
C5	4	60.92B (1.60)	8.61 (1.24)	7.60 (0.75)	11.60 (2.55)	4.07 (1.67)	175.5	369	150	0.412A (0.012)

(1) A, B, 及C, 分指不同窯乾基準—A: 初期乾燥溫度=40℃, 濕球差度=5℃; 最高溫度=71℃。B: 初期乾燥溫度=40℃, 濕球差度=5℃; 最高溫度=82℃。C: 初期乾燥溫度=54℃, 濕球差度=6℃; 最高溫度=82℃。5為試材厚度(cm)。
A, B, and C indicates different kiln schedules respectively—A: Initial DBT=40℃, WBD=5℃; Max. DBT=71℃.
B: Initial DBT=40℃, WBD=5℃; Max. DBT=82℃. C: [Initial DBT=54℃, WBD=6℃; Max. DBT=82℃. 5 means thickness (cm) of the test boards.

(2)~(5)同表12.

Same as Table 12.

綜合以上分析, 若就乾燥速率與能源消耗言, 以C基準之經濟效益高於A與B基準。

2. 含水率與收縮率之關係

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, 且均以弦向大於徑向(圖3, 4, 5, 及6)。再者, 不論3cm厚或5cm厚之試材, 其

徑向或弦向之收縮率, 均以C基準大於A與B基準。此或因初期採用低溫低濕之A、B基準在木材表層形成永久引張變形(permanent tension set)之時間較初期採用中溫低濕之A基準為快, 從而抑制了試材之收縮量所使然。

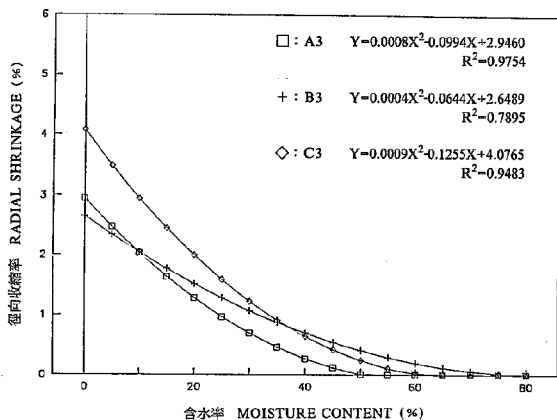


圖3. 不同處理3cm厚橡膠木板材含水率與徑向收縮率之關係

Fig. 3. Relationship between M. C. and radial shrinkage by treatment for 3cm rubberwood.

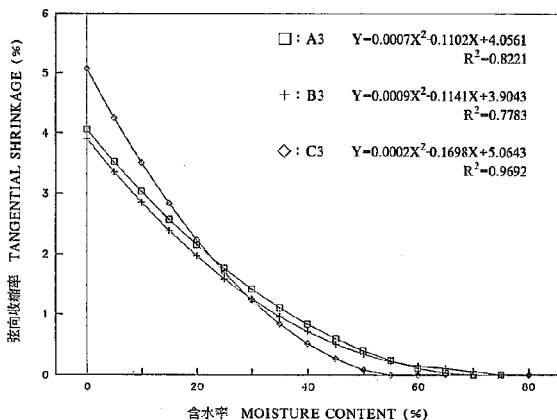


圖4. 不同處理3cm厚橡膠木板材含水率與弦向收縮率之關係

Fig. 4. Relationship between M. C. and tangential shrinkage by treatment for 3cm rubberwood.

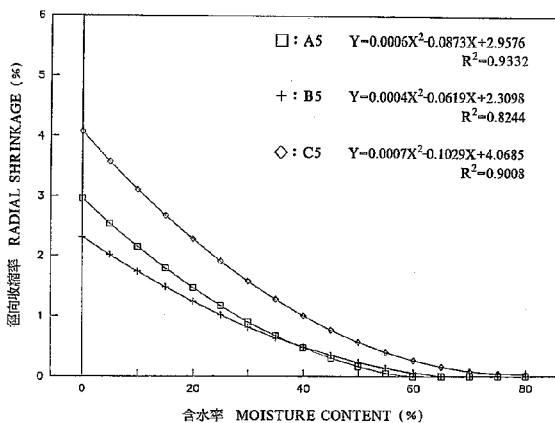


圖5. 不同處理5cm厚橡膠木板材含水率與徑向收縮率之關係
 Fig. 5. Relationship between M. C. and radial shrinkage by treatment for 5cm rubberwood.

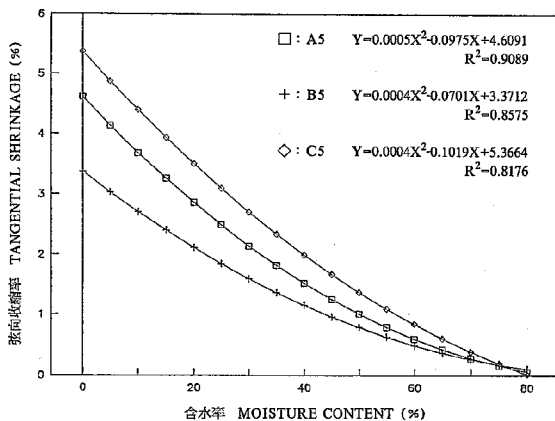


圖6. 不同處理5cm厚橡膠木板材含水率與弦向收縮率之關係
 Fig. 6. Relationship between M. C. and tangential shrinkage by treatment for 5cm rubberwood.

四、結 論

(一) 乾燥初期採用低溫低濕(DBT < 40°C, WBD > 5°C) 最高溫度不超過82°C之窯乾基準, 可有效防止橡膠木板材之表層發生棕變; 但其心層仍會發生中庸程度之棕變。

(二) 初期採用中溫低濕(WBT > 54°C, WBD > 5°C), 最高溫度不超過82°C之窯乾基準, 會使橡膠木板材之表層與心層均發生中庸程度之棕變。

(三) 在同一窯乾條件下, 橡膠木表層或心層之棕變程度, 不會因木材厚度之不同而有顯著差異。

(四) 中溫低濕較低溫低濕之窯乾基準具有節省能源與縮短乾燥時間之功效。

(五) 完全防止橡膠木表、心層發生棕變之窯乾基準, 尚需作進一步探討。

引用文獻

張上鎮. 1986. 木材顏色的數值化測定法。林試所研究報告第471號, 14頁。
李鴻麟、張上鎮. 1990. 銘鹽保護劑處理條件對於竹材顏色之影響。林試所研究報告季刊, 5(1): 1-9。
翟思湧. 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。
翟思湧、李銘鐘. 1987. 3cm橡膠木之高溫乾燥。林試所研究報告季刊, 2(1): 31-42。
翟思湧. 1989. 應邀赴馬來亞MWI公司作木材乾燥技術輔導報告。台灣省政府, 府研一字第123287號函核定。26頁。
翟思湧、熊如珍、黃清吟. 1990. 10×10cm橡膠木正角材之窯乾基準。林試所研究報告季刊

, 5(3): 175-186。
Boone, R. S. and R. R. Maeglin. 1980. High-temperature drying of 7/4 yellow poplar flitches for S-D-R studs. USDA Forest Service. FPL 365. 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. 10pp.
Dinwoodie, J. M. 1966. Growth stress in timber —A review of literature. Forestry 39(2): 162-170.
FPRS News-Digest. 1960. Control of sugar pine brown stain. FPRS News-Digest Feb. 1960. 2pp.
Hildebrand, R. 1970. Kiln drying of saw timber. pp.80-84. Drying defects and its prevention. Robert Hildebrand, Maschinenbau GmbH. Germany.
Kadir, A. A. and R. Sudin. 1989. Carbohydrates in Rubberwood. Holzforschung, 43(3): 173-178.
McMillen, J. M. 1968. Prevention of pinkish-brown discoloration in drying maple sapwood. USDA Forest Service Research Note FPL-0193. 9pp.
McMillen, J. M. 1976. Control of reddish-brown coloration in drying maple sapwood. USDA Forest Service Research Note FPL-0231. 8pp.
WORLD WOOD. 1986. Rubber wood emerging as practical species. WORLD WOOD Feb. 1986. pp.24-25.