

## 三椏韌皮纖維製漿特性之研究

王國財<sup>1,4)</sup> 蔡忠勳<sup>2)</sup> 游漢明<sup>3)</sup>

### 摘要

本試驗以自大陸進口之三椏樹皮及林業試驗所太麻里分所栽植之三椏樹皮進行製漿試驗，製漿之方法有蘇打法、鹼性亞硫酸鈉法及以碳酸鈉為蒸煮藥品等三種，並由用鹼量及藥液濃度之變化來探討三椏樹皮之收率、卡巴值及解纖率。試驗結果顯示二種樹皮之製漿特性非常相似，樹皮之解纖率與藥液濃度具密切相關，即高用鹼量時未必有好的解纖情況，而是在適當的鹼濃度時，方可獲得良好的解纖，此種情況在鹼性亞硫酸鈉法及碳酸鈉法時尤為明顯。不同製漿法之紙漿收率受解纖率之影響，高收率係由於韌皮纖維解纖不良所致。在不同的用鹼量下，蘇打法及鹼性亞硫酸鈉法紙漿之卡巴值幾乎保持不變，以碳酸鈉為蒸煮藥液時，紙漿卡巴值則隨用藥量之增加而遞減。

關鍵詞：三椏、韌皮纖維、製漿特性。

王國財、蔡忠勳、游漢明 1997 三椏韌皮纖維製漿特性之研究。台灣林業科學 12(2): 211-216。

## A Study on the Pulping Characteristics of Bast Fibers of *Edgeworthia papyrifera*

Kuo-tsai Wang<sup>1,4)</sup>, Chung-hsiun Tsai<sup>2)</sup> and Han-ming Yu<sup>3)</sup>

### 【 Summary 】

Bast fibers of *Edgeworthia papyrifera* purchased from mainland China and the Taimali research station of TFRI were pulped with the soda process, the alkali sulfite process, and sodium carbonate liquor, respectively. The yield, the kappa number, and the defiberating ratio under various alkali charges and alkali concentrations were evaluated. It was shown that pulping characteristics of bast fibers from different sources are very similar. The pulping results suggest that the defiberating ratio of barks has more pronounced correlation with alkali concentrations than with alkali charges, especially in the alkali sulfite process and in cooking with the sodium carbonate liquor. The pulp yield of different processes was affected by the defiberating ratio. Higher pulp yield represents poor defiberation of the fibers. The kappa number of soda and alkali sulfite pulps remained nearly constant under various alkali charges. The kappa number decreased with increasing chemical charges when the bark was cooked with sodium carbonate liquors.

- 1) 台灣省林業試驗所木材纖維系，台北市南海路53號 Division of Wood Cellulose, Taiwan Forestry Research Institute. 53 Nan-Hai Rd., Taipei, Taiwan, ROC.
- 2) 台灣省林業試驗所中埔分所，嘉義縣中埔鄉潭水村試驗場15號 Chungpu Station, Taiwan Forestry Research Institute. 15 Shih Yen Chang, Hun-Shui Tsun, Chungpu Hsiang, Chiayi, Taiwan, ROC.
- 3) 台灣省林業試驗所育林系，台北市南海路53號 Division of Silviculture, Taiwan Forestry Research Institute. 53 Nan-Hai Rd., Taipei, Taiwan, ROC.
- 4) 通訊作者 Corresponding author  
1996年11月送審 1997年1月通過 Received November 1996, Accepted January 1997.

**Key words:** *Edgeworthia papyrifera*, bast fiber, pulping characteristics.

Wang, K. T., C. H. Tsai, and H. M. Yu. 1997. A Study on the Pulping Characteristics of Bast Fibers of *Edgeworthia papyrifera*. Taiwan J. For. Sci. 12(1): 211-216.

## 一、緒言

構樹、雁皮屬植物、青檀及三椏為手工造紙主要之四種樹皮原料，構樹與雁皮屬植物散見於全省各地，為早期臺灣手工造紙業主要之造紙原料，唯當時皆為野生者。時至今日，這二類樹皮仍然為手工紙之主要原料，但由於野生採集之利不及費，分別改由泰國及菲律賓進口，本省對兩種材料之製漿特性亦有所研究(沈熙巖，1980；谷雲川，1987；林郁卉，1988)。日本視楮皮、雁皮及三椏為高級紙張之材料，曾利用草酸鉍蒸煮這些韌皮纖維原料以獲得高收率紙漿，並認為草酸鉍對果膠質的溶出較氫氧化鈉為有效(Koga, 1980；Takamura, 1984、1985)。至於青檀乃為中國大陸製造高級宣紙之原料，屬於被保護的植物，其種子及無性繁殖材料取得不易，無法獲得足夠的有效原料，供為試驗或生產之需。與雁皮屬植物同屬瑞香科之三椏產於中國大陸及日本一帶，數年前分別由民間業者及臺灣省林業試驗所自日本引進，於埔里及太麻里分所栽植，也許是尚未找到適當的栽培環境之故，其生長情況不佳，其中於林業試驗所太麻里分所栽植者，供為本試驗之材料之一，另外埔里手工紙業者於中國大陸進口三椏皮供為造紙原料，本試驗之另一材料即為購自埔里之大陸進口三椏皮。在臺灣由於三椏皮原料以往未嘗用於手工紙之生產製造，對原料之製漿特性頗為陌生，故研究三椏韌皮纖維之製漿特性實有其必要性，本試驗即以蘇打法、鹼性亞硫酸鈉法及碳酸鈉法三種，對二種三椏皮進行製漿試驗以探討其製漿特性。

## 二、材料與方法

### (一) 試驗材料

本試驗使用之三椏(*Edgeworthia papyrifera*)樹皮有二，其一為自大陸進口之三椏皮，自樹皮

之長度視之，其樹高約為 2 m 左右，樹皮厚薄、大小甚為整齊；另一為採集自臺灣省林業試驗所太麻里分所，3-4 年生三椏，由於生育情況並不良好，樹高僅及 1 m 左右，經伐除後修剪去除直徑小於 1 cm 之小枝，得鮮枝 44 kg，於蒸鍋中以水蒸汽蒸 1 h，冷卻後剝皮，剝皮甚易，剝好之樹皮以器具刮除外表皮及周皮層，僅留韌皮部並陰乾之，得韌皮纖維 4.44 kg，故知三椏之白皮約佔鮮枝重之 10%。

### (二) 試驗方法

#### 1. 纖維形態觀察：

將試材剪短，撕成火柴桿大小，以過氧醋酸解纖後，以投影法量測纖維長度，以光學顯微鏡量測纖維之寬度，長度至少量測 200 根，寬度至少 50 根。

#### 2. 化學組成分析：

(1) 灰分：依 CNS1356 測定。

(2) 冷水抽出物：依 CNS4716 測定。

(3) 熱水抽出物：依 CNS4717 測定。

(4) 1% NaOH 抽出物：依 CNS4715 測定。

(5) 醇苯抽出物：依 CNS4714 測定。

(6) 木質素：依改良之 Klason 木質素測定法(吉原一年等，1984)測定。

(7) 戊醣：依 CNS7749 測定。

(8) 全纖維素：依 Wise 氫化法測定全纖維素含量。

#### 3. 製漿試驗：

所有製漿試驗皆在常壓下於大型燒杯中蒸煮，燒杯上置一三角瓶，外接冷、熱水進出口，使燒杯中之蒸解液經由冷卻作用而保持一定之濃度。三椏皮於蒸煮前浸水 30 min，由加熱至沸騰為 30 min，並於沸騰狀態下保持 2 h。

二種樹皮依下列三種方法蒸煮之：

(1) 蘇打法：氫氧化鈉對絕乾樹皮為 8、10、12、14 及 18%，液比 10，則蒸煮液以 Na<sub>2</sub>O 計

算之濃度分別為 0.620、0.775、0.930、1.085 及 1.395 %。

(2)碳酸鈉法:碳酸鈉對絕乾樹皮為 12、15、18、21 及 27 %，液比 10，則蒸煮液以 Na<sub>2</sub>O 計算之濃度分別為 0.702、0.877、1.053、1.228 及 1.579 %，另外為求藥品濃度對製漿特性之影響，將碳酸鈉固定為 21 % 及 27 %，變化液比，使蒸解液濃度以 Na<sub>2</sub>O 計算時為 0.60-1.579 %。

(3)鹼性亞硫酸鈉法: 蒸藥藥品為氫氧化鈉及亞硫酸鈉，鹼比為 25 %，液比 10，蒸藥藥品用量以 Na<sub>2</sub>O 計算時分別為 7.5、9.0、10.5、12.0 及 15 %，另外為求藥品濃度之影響，將藥品固定為 15 %，變化液比，使蒸解液之濃度以 Na<sub>2</sub>O 計算時分別為 0.825、1.050、1.200 及 1.500 %。

蒸煮好之樹皮洗淨後，分別測定收率及卡巴值，鑑於不同之藥品及濃度對樹皮解纖有很大之影響，故以下列方法測定樹皮之解纖率：

取相當於 O.D.10 g 之脫水漿，以 1 % 濃度於紙漿解離機中以 1000 rpm 轉速，解離 5 min，以 10 cut 平篩機篩選，篩渣部分烘乾稱重，依下式求解纖率：

$$\text{解纖率 \%} = \frac{10 - \text{篩渣重}}{10} \times 100$$

### 三、結果與討論

#### (一) 樹皮之纖維形態

大陸三極及太麻里三極樹皮纖維形態如 Table 1 所示，大體而言，於林試所太麻里分所栽植的三極，其樹皮纖維要較來自中國大陸者為細長，二者之纖維長度大致在 4 mm 左右，非常適合於手工紙之抄造，其纖維夠長，足以提供相當的強度，但又不致於過長(如構樹皮纖維)，而致在製程上產生問題。

#### (二) 樹皮之化學組成

二種樹皮之化學組成非常類似(Table 2)，其灰分要較一般木材高出許多，冷、熱水及 1 % 氫氧化鈉抽出物非常高，可以預測其紙漿的收率不會很高，尤其 1 % 氫氧化鈉抽出條件與韌皮纖維製漿之條件相若，以此來預測紙漿之收率非常準確，由 Table 2 知，太麻里栽培三極之 1 % 氫氧化鈉抽出物較大陸三極為高，於蘇打法製漿時，前者之收率較後者為低是必然的現象。在醇苯抽出物方面，三極要較構樹、雁皮等有過之而無不及，尤其是太麻里之三極，其醇苯抽出成分高達 9.98 %，這些成分在製漿時如不善加處理，往後於抄製之紙張中有可能出現樹脂障礙問題。二種樹皮之總木質素含量都在 3.5 % 左右，其中酸不溶性木質素都在 1 % 以下，酸可溶性木質素大陸三極為 3.01 %，太麻里三極為 2.65 %，至於全纖維素及聚戊糖皆以大陸進口之三極較高。

Table 1. Fiber dimensions of bast fibers of *Edgeworthia papyrifera*.

Source	Fiber length, mm			Fiber width, μ m			l/w ratio
	Max.	Min.	Avg.	Max.	Min.	Avg.	
Mainland China	6.0	1.2	3.78	28.4	10.2	15.52	244
Taimali Station	6.0	1.2	4.35	26.4	8.1	13.15	331

Table 2. Chemical composition of bast fibers of *Edgeworthia papyrifera*.

Sources	Ash cont.	Cold water ext.	Hot water ext.	1% NaOH ext.	Al-Ben. ext.	Klason lignin	Acid sol. lignin	Pentosan	Holocellulose
Mainland China	6.51 <sup>1)</sup>	23.13	23.38	53.98	7.00	0.56	3.01	17.02	73.82
Taimali Station	4.22	26.76	30.66	58.54	9.98	0.78	2.65	15.61	70.52

<sup>1)</sup> Units: % on O.D. fiber.

(三) 製漿試驗

1. 蘇打法製漿：

在臺灣之手工紙廠最常用以蒸煮韌皮纖維原料(如常用之泰國構樹皮及菲律賓 Salogo 等)之方法為蘇打法，即使用氫氧化鈉為蒸煮藥品，蒸煮快速而有效。二種三椏樹皮以氫氧化鈉蒸煮時，常用藥量(以  $\text{Na}_2\text{O}$  計)由 6.20 % 增至 13.95 % 時，大陸進口之三椏皮收率由 44.65 % 降至 40.7 % (Fig. 1)，收率之最低點並非發生在最高用藥量時，實際上在用藥量 9.3 % 時，其收率為 40.5 %，用藥量 10.85 % 時收率為 40.4 % 與最高用藥 13.95 % 時之收率為 40.7 % 都非常接近，表示大陸三椏以氫氧化鈉蒸煮時，最高用藥量在 9.3 % 已非常足夠；再由紙漿之卡巴值(Fig. 2)及解纖率(Fig. 3)觀之，用藥量在 7.75 % 時已達最高之解纖率，且在各種用藥量其卡巴值無甚差異，故以去木質素及解纖雙重觀點視之，7.75 % 之用藥量已足，此時尚有較高收率之優點。至於較低之 6.20 % 用藥量其解纖程度顯然不足，故大陸三椏以氫氧化鈉蒸煮時，最適當之用藥量應在 7.75 % 左右；至於太麻里三椏在蘇打法製漿時，其情況與大陸三椏非常類似，無論卡巴值與解纖率在不同的用藥量下皆有相同的趨勢，收率方面亦復如此，唯用藥量在 7.75 % 之後，前者之收率較後者低約 1.5-2.0 %，故最適當之用藥量應在 7.75 % -9.30 % 之間。

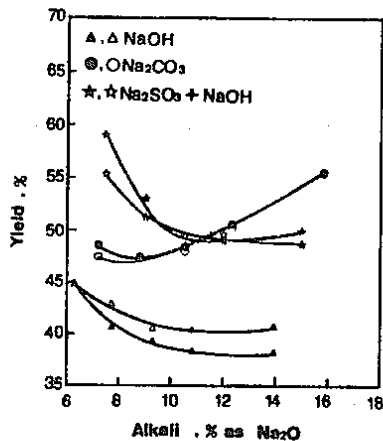


Fig. 1. Effect of alkali charge on the yield of bast fibers.

Black dots: Bast fibers of *Edgeworthia papyrifera* from mainland China.

Solid dots: Bast fibers of *Edgeworthia papyrifera* from the Taimali station of TFRI.

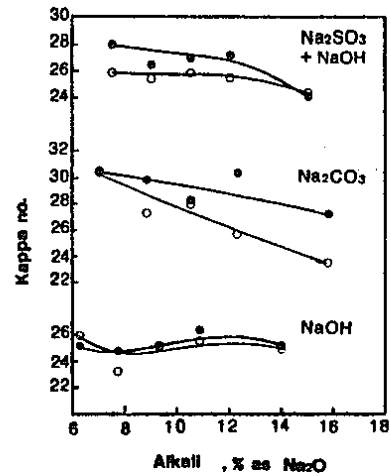


Fig. 2. Effect of alkali charge on the kappa number of bast fibers.

Black dots: Bast fibers of *Edgeworthia papyrifera* from mainland China.

Solid dots: Bast fibers of *Edgeworthia papyrifera* from the Taimali station of TFRI.

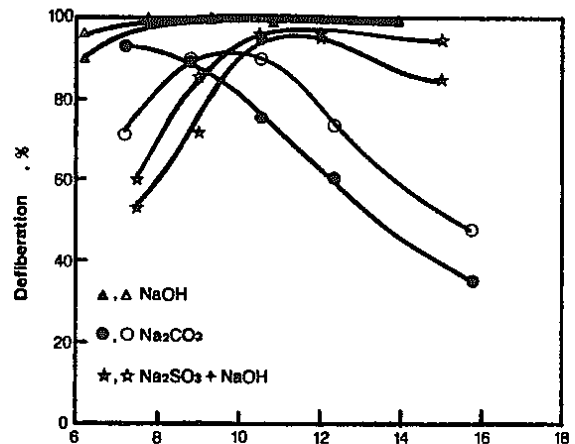


Fig. 3. Effect of alkali charge on defiberation of bast fibers.

Block dots: Bast fibers of *Edgeworthia papyrifera* from mainland China.

Solid dots: Bast fibers of *Edgeworthia papyrifera* from the Taimali station of TFRI.

2. 碳酸鈉法製漿：

手工造紙原料之處理與一般木片之製漿不同者，在於後者只要達到高收率、低卡巴值及高強度即可，而前者通常重視其漿料之色澤、保存性與良好墨韻、墨色，加之一部分手工造紙原料木

質素含量低, 材質不似木材緊密、堅硬, 只須以較溫和的方式便可達到製漿的目的, 碳酸鈉即為常用以蒸煮樹皮之藥品, 當然不僅其製漿特性有別於用強鹼之蘇打法, 所得到之紙漿性質亦與蘇打法紙漿迥異。

兩種樹皮以碳酸鈉蒸煮時, 其收率隨用藥之增加先減少而後急增(Fig. 1), 且二種樹皮之收率非常接近, 此與一般我們所習知“收率大抵隨用藥量增加而減少”之概念有很大的差別, 如果再檢視其卡巴值(Fig. 2)及解纖率(Fig. 3)就不難發現: 碳酸鈉用藥量增加時, 二種樹皮之卡巴值大抵呈下降之趨勢, 尤以大陸三極皮為然, 顯示其去木質素反應仍然隨用藥量之增加而增加, 因此, 造成收率隨用藥量增加而增加之現象應不是去木質素不足所致, 而是因高用藥量時解纖不足所致, 在 Fig. 3 中顯示, 當碳酸鈉之用量提高為最高之 15.79% 時, 二種樹皮之解纖率分別只有 35.5% 及 47.4%, 顯然, 存在於纖維間之果膠質在高用藥量下無法順利溶出, 以致造成解纖程度不足及收率急增, 而且這一系列之蒸煮其最高解纖率僅 90% 左右, 並非理想。為進一步瞭解何以高用藥量造成此種情形, 我們又以原料來源較多之大陸三極皮於二種高用藥量 12.28% 及 15.79% (以  $\text{Na}_2\text{O}$  計) 時, 固定用藥量, 變化其液比, 使蒸煮液濃度改變, 以探其究竟。

由 Fig. 4 知, 當碳酸鈉固定在 21% 及 27% 時, 紙漿收率係隨蒸煮液濃度之增加而增加, 由 Fig. 5 知蒸煮液濃度增加時, 卡巴值大致呈下降之趨勢, 因此高的藥品濃度大致是有利於去木質素反應的, 但是為何收率反而增加呢? 如再檢視 Fig. 6 則不難理解, 當蒸煮液濃度增加時, 其解纖率卻呈降低之趨勢, 由於解纖率降低致大量果膠質類及低分子醣類留存於紙漿中, 致使收率隨蒸煮液之濃度升高而增加。因此, 由碳酸鈉對三極樹皮之蒸煮試驗中, 我們不難發現三極樹皮以碳酸鈉法蒸煮之製漿特性: 即高用藥量如未配合降低蒸煮液濃度則無法獲得良好之解纖; 高蒸煮液濃度有利於去木質素反應, 但卻不利於解纖, 以 21% 及 27% 之碳酸鈉用量而言, 最佳之解纖情況大都發生在蒸煮液濃度低於 0.877% 以下, 在解纖率理想之情況下, 碳酸鈉法三極紙漿之合理收率在 45-46% 間, 比蘇打法約高 5%, 但卡巴質略高於

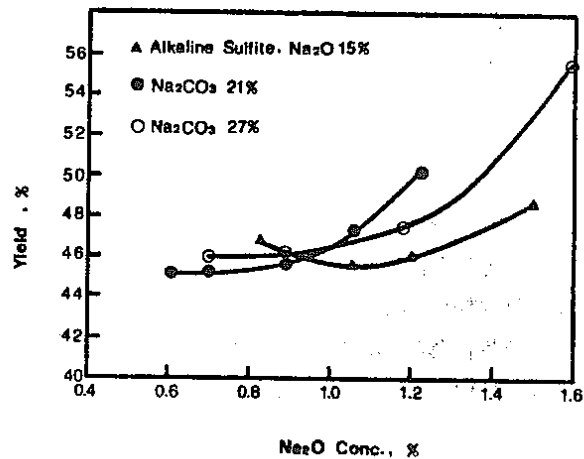


Fig. 4. Effect of alkali concentration on the yield of bast fiber from mainland China.

蘇打法紙漿, 且二種紙漿無論在色澤、抄造性質及墨韻、墨色上之表現截然不同, 故不同之製漿方法可供生產不同紙種之選擇。

### 3. 鹼性亞硫酸鈉法製漿:

二種樹皮以鹼性亞硫酸鈉法蒸煮時, 由於其藥品中包含有氫氧化鈉, 故其製漿特性與蘇打法有幾分相似, 其用藥量在 7.5% 時, 藥品顯然不足以使樹皮解纖, 故二種樹皮之收率頗高, 大陸三極皮為 55.2%, 太麻里三極皮更高達 58.8%, 而當用藥量逐漸增加時, 收率遞減, 在用藥量 10.5-15% 之間收率不再發生大的變化, 二種樹皮之收率大抵都在 48-49% 之間(Fig. 1), 再由 Fig. 2 觀察不同用藥量對二種樹皮卡巴值之影響, 發現幾乎在任何用藥量下二種樹皮之卡巴值皆無甚大變化, 但以太麻里三極皮之卡巴值稍高於大陸三極皮, 卡巴值之無甚變化表示其去木質素之反應大致相若, 實際上由 Table 2 知二種樹皮之木質素含量非常低, 以此三種方法在常壓下蒸煮, 再由卡巴值之資料推斷, 其去木質素之反應可能相當有限。如由 Fig. 3 之解纖率來看, 二種樹皮鹼性亞硫酸鈉紙漿之解纖隨用藥量變化之情況類似於蘇打法, 只是其效應擴大而已, 即在低用藥量時解纖率低, 用藥量增加後解纖率達到最高值後復因用藥量之再增加而降低。大抵而言, 二種樹皮在固定液比情況下以鹼性亞硫酸鈉法蒸煮時, 用藥量在

10.5-12 % 間，可達最佳解纖效果。亦由於用此方法蒸煮時，在高用藥量亦有解纖不良之問題，故亦以試料量充足之大陸三極以 15 % 之高用藥量，變化液比，使蒸煮液濃度變化，以探討蒸煮液濃度對製漿特性之影響。當用藥量固定在 15 %，變化蒸煮液之濃度時，大陸三極之收率隨濃度之增加而遞減後又增加(Fig. 4)；卡巴值大致呈相反之趨勢，但變化很小(Fig. 5)；而樹皮之最佳解纖率則發生於蒸煮液濃度為 1.05-1.2 % 時，此與在此濃度時收率較低的現象相契合，大陸三極鹼性亞硫酸鈉紙漿在解纖率較佳之情況下，其收率與碳酸鈉法紙漿相似，在 45-46 % 左右。

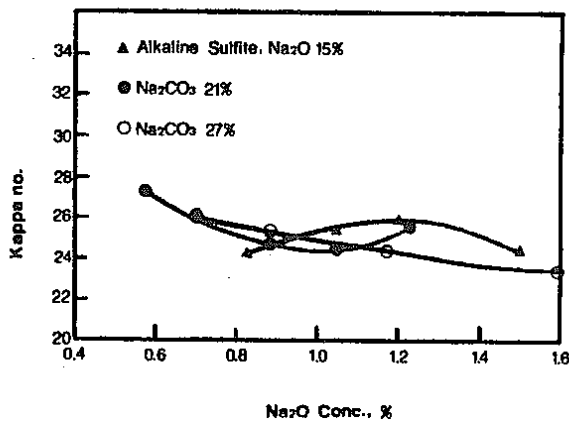


Fig. 5. Effect of alkali concentration on the kappa number of bast fiber from mainland China.

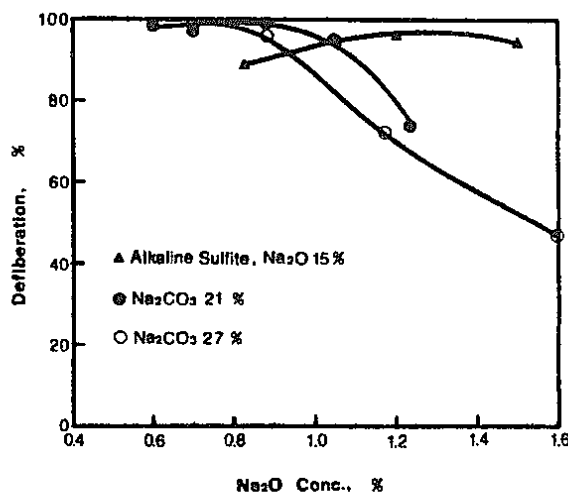


Fig. 6. Effect of alkali concentration on defiberation of bast fiber from mainland China.

#### 四、結論

由以上之試驗結果可獲得以下結論：

- (一) 大陸三極皮與太麻里三極皮，其纖維形態、化學組成及製漿特性皆非常類似。
- (二) 在常壓下，以此三種製漿法蒸煮時，二種樹皮之去木質素反應相當有限，而去木質素反應與樹皮之解纖並無必然之關係。
- (三) 樹皮之解纖由蒸煮之濃度而非由蒸煮藥品之添加量所主導，即高藥品添加量如果液比低而致蒸煮液濃度過高時，反不利於解纖，必須維持適當之蒸煮液濃度方可獲致最佳之解纖效果，而此適當濃度則依不同之製漿方法而有別。至於要採取何種製漿方法及條件，尚須視最後生產紙種之各種性質要求而定。

#### 引用文獻

- 谷雲川、王國財 1987 構樹皮樹脂障礙之克服。林業試驗所研究報告季刊 2(3): 199-209。
- 沈熙慶、張豐吉 1980 構樹樹皮製漿性之改良。國立中興大學森林研究所碩士論文。
- 林郁卉、張豐吉 1987 紙張劣化性質之探討。國立中興大學森林研究所碩士論文。
- Koga, E., N. Takamura, and K. Sameshima. 1980. Studies on the ammonium oxalate pulping of bast fibers ( I ). Japan Tappi 34(10): 50-56.
- Takamura, N., and K. Sameshima. 1984. Studies on the ammonium oxalate pulping of bast fibers ( II ). Japan Tappi 38(7): 59-65.
- Takamura, N., and K. Sameshima. 1985. Studies on the ammonium oxalate pulping of bast fibers ( III ). Japan Tappi 39(10): 60-66.