

森林系 朱會芳著

竹材造紙原料之檢討

南京金陵大學農林新報社第十三年
第八期抽印單行本二十五年三月十一日

竹材造紙原料之檢討

森林系朱會芳

紙為表現文化之工具，對於一國人文進化，關係非常重大，由其消費量之多寡，可以觀察一國文化程度之高低。

現在世界各國紙之產量，依德國經濟統計部發表，（一九三二）約在二〇〇〇萬噸以上，與一九〇〇年僅約五〇〇萬噸相較，其增高額殆逾四倍。

我國紙之產量與消費，猶無精確數字可稽，若就輸入數量而論，宣統元年輸入價格，為三〇六、四八六兩，至民國二十四年已增高至二八、七一七、九二三金單位（合國幣五三、一二四、八〇〇），經過二十七年間，紙之消費幾增至一七三倍，至于本紙最低數量，當亦在洋紙消費數量之上，是故紙之生產，在今日之中國，誠為重要工業，而製紙應用之原料，更為目前之一重大問題。

當今世界纖維製造，大半仰求於木材，占製紙原料總量八九%，尤以。唐檜及。縱屬，占重要位置，此種針叶樹材給源，在造紙關係上，可別為四大區域：

1. 美及加拿大 美與加拿大，雖有豐富之原生林，但因過伐及火災，遂使蓄積頓呈激減之傾向，據加拿大森林局長 R. D. Clegg 氏推定，加拿大纖維原料木材，今後不滿三十年，將感受恐慌，更有世界製紙家 Lord Rothemann 氏，謂現存重要原料材，而將感不足者，首推纖維材。

2. 北歐寒帶森林 北歐寒帶森林，近亦有過伐之現象。

3. 中歐 中歐幾全為人工，木材之消費雖大，而以經營合法，將無顯著之增減。

4. 西比尼亞及我國東三省森林 林區幅員廣大，蘊藏亦豐，且富於製紙樹種，為一有力之給源。

竹材造紙原料之檢討

綜察以上四大區域，原料材之生產，不敵其消費者，殆過半數，且將來人口增加，木材用途愈廣，則纖維原料將陷於恐慌地步，雖然科學之研究，確無止境，或可由蒸煮法之改良，使用他種針葉樹材或闊葉樹材，或處理其不良性質而解決此種原料問題，固未可限量也，第就中國實際林業狀況而論，認為最有希望者，當推竹材，夫竹材製紙，經諸家研究，已可多量產生之可能性，而此種紙料，在我國南部製紙上，尤有重大之關係，茲將其製紙有關之事項，逐步加以檢討。

第一、中國竹林現狀及其發展之可能 竹為亞洲之特殊產物，在中國分布最廣而產量最富者，有下列之種別：

毛竹 〔俗名江南竹〕	Phyllostachys	edulis	莢竹	Bambusa	arundinacea
淡竹	Phyllostachys	puberula	莠竹	"	stenolachys
水竹	"	Congosia	絲竹	"	Oldhami
石竹	"	lithophila	鳳尾竹	"	tsata
紫竹	"	nigra	茶竹	Arundinaria	asakiba
哺雞竹 〔又名早竹〕	"	sp.	四方竹	Chimonobambusa	Quadrangulata
種竹	"	sp.	簾竹	Dendroclaurus	latifolius

我國竹林分布，概在暖熱帶區域，除黃河以北各省，殆無處不可以產竹，尤以長江與珠江流域為著

總計產竹區域，有十八省之多，其分布之情形略如下。

1. 浙江省：浙東爲金衢嚴各縣及甯波奉化，浙西爲臨安於潛孝豐武康安吉等縣。
 2. 江蘇省：以宜興溧陽爲主產區，次爲無錫武進金壇吳縣。
 3. 江西省：產竹區域甚廣，以萬載宜春等縣最盛，餘如廣平貴溪南安南昌等亦多產竹。
 4. 安徽省：以婺源休甯績溪涇縣產竹最盛，此外宣城廣德郎溪當塗亦產之。
 5. 湖北省：產竹區域，多沿漢水流域，及東南各縣。
 6. 湖南省：以瀏陽湘鄉寶慶三縣爲產竹最多之區。
 7. 四川省：以夾江銅縣合川廣安產竹最盛。
 8. 福建省：產竹最盛區域，爲閩江一帶，及連城龍巖漳平甯洋泉州等縣。
 9. 廣西省：廣西竹林，分布於南甯容縣扶南思樂明江等縣。
 10. 廣東省：爲竹林分布最廣之省分，殆遍處有之。
 11. 貴州省：本省竹林多在南部，如興義南籠貞豐閩甯興仁安南普安等縣。
 12. 陝西省：以秦嶺最多，次西安漢中及興安等縣亦產之。
 13. 河南省：多在信陽以南，省北已非竹林自然繁殖區域。
 14. 雲南省：產竹最廣者，多在省之東南部。
- 上述各省以外，因冬季嚴寒，氣候乾燥，不適于竹之生產，然就產竹省區而論，竹林可得繁殖之面積，頗爲廣大，且竹林之設立，得連年作業者，僅四五年間事耳。若加以人類技術之經營，使成爲集團存在，尤以河流區域，促其繁殖，則將來出產之竹料，必爲世界最低價之紙料。

第二、採取紙料竹材之要點 竹材紙料之優劣，固依竹種（桿徑之大小，桿肉之厚薄）纖維含量、及理化學性質（硬度之高低及蒸煮時抵抗能力之大小）而異，然由機械與化學之處理如何，亦生顯著之差異，普通採取製紙用之竹材所應注意者有三：

1. 年齡 一般竹材伐採年齡，各材不一，昔日製紙所用竹料，概用當年發生之幼竹，誠為製紙優良之材料，但竹林不克連年繼續生產，是以欲謀連年作業，必須施行擇伐，採取四五年生產者為宜。

2. 部分 製紙竹料，要以竹桿之無枝材附着之部分為尚，是故製紙目的所設之竹材，必須密植，枝材愈着生幹之上部，則竹材之利用率愈大。

3. 伐期 凡欲圖竹林之更新，則伐期隨更新期而定，若與更新無關時，則須選擇後得直接處理蠹菌蟲害最適當之時期，普通選晚秋至冬間伐採，然伐期除品質問題以外，還受經濟之支配，故實際上伐採當時，猶須考慮經濟的情況。

第三、竹材製紙之特徵 竹材製紙之特徵，其主要者有次之四項：

1. 竹材生長迅速 現在製紙原料，雖以木材為第一位，而木材與竹材相比，其生長速率，當以竹材佔優勢，竹材雖因種類，而利用有遲早之差，然大都二年生至三年生，則可以充分利用，就生長率而論，木材遠不如竹材。

2. 竹材材料清潔 木材具有樹皮為造紙上之一大障礙，無論用亞硫酸法或用蘇打法，必先以人工或機械去皮，此為工作上最要之階段，此外木材往往因樹脂枝節等存在，蒸煮困難，而竹材則不然，竹材雖由運搬及處理，外皮附着泥土，須以竹皮滑澤，從貯藏地引入工場，以水洗機易於洗落，且乾燥時，亦易自行脫落。

3. 竹材纖維素含量 竹材纖維素含量，歷來研究之結果雖多，而因種類年齡部分採期產地等，恆不一致，大概占氣乾試料四五—五五%，與木材相較，幾無顯著之差別，均為中等纖維素含量，根據中央研究院唐壽源氏試驗，毛竹五三、六%麗水桂竹五五、二%餘杭苦竹四六、四%淡竹四六、一%，又據台灣加納瓦全氏試驗，台灣產桂竹五〇%刺竹蔗竹四七%孟宗竹四二%，其他紙料，如桑皮六六%稻葉四六%，總之木材與竹材概為中等纖維含量之紙料。

四、竹材纖維素之形態及品質 一般良好紙料，纖維長與寬之比要大，亞麻為一八〇〇倍，而木材很低，平均只七五倍，根據日本宇都昌一氏實驗，桂竹一五〇倍，刺竹一三四倍，綠竹一二八倍，均高於木材，故竹材纖維，比木材顯著優良。

此外纖維素之品質，全纖維亦由 α 、 β 及 γ 三種纖維而成， α 纖維素，當蒸煮及漂白時對於加水分解并養化作用，均有極強之抵抗能力， β 纖維素之抵抗能力薄弱，至 γ 纖維素，幾全無抵抗力，在蒸煮中，有失却之性質，因是紙漿製造上特別價值大者，為 α 纖維素，依 β 、 γ 氏研究，印度產竹材全纖維素中， α 纖維素佔八五%，又據唐壽源氏研究，毛竹佔八七%哺鷄竹八六、六%淡竹八二、四%，更據加納瓦全氏實驗，台灣主要竹材，平均八〇%，以纖維品質而論，竹材尚佔優勢。

第四、竹材製紙之難點 製紙技術與經濟有同樣之關係，技術不良，勢必惹起經濟之不良結果，關於製紙技術之難點，有下列三種。

1. 竹材易招蠹蟲之危害 竹材伐採後，若不充分乾燥而貯藏，則易生黴菌，以至於腐敗，又易招穿孔蟲蝕害，不能作上等纖維紙料，然此種微生物，與蟲類危害之程度，隨竹種年齡部分及伐期等而不一致。

近據日本白澤氏研究，在九月中旬以後伐採，輒不受蟲害，蓋以蟲類產卵後無再蝕害竹材作產卵場所之必要也。

一般竹材生蠱與蟲蝕之原因，主化由學成分例而起，如以輕質化鈉液蒸煮，抽出材中水液性成分，并阿爾里可液性成分，此即除去生蠱之原因，與蟲類之營養物，然實際上恆由水漬 (soaking) 方法，使其變為易於保存之狀態，在印度并緬甸地方，竹材藉筏流運輸，工場到着以後，則使以洗浸水中，經一週後，即可達保持健全之目的，至若陸運之竹材，須經數週間浸於水中，始足使竹桿蟲類消滅及抽出成蠱食料之澱粉，(水中洗滌竹材只含澱粉五%末洗滌竹材澱粉含量達一二%) 得保持數年間之健全。

二、機械處理之困難，竹材不適於機械的纖維製造，而化學的纖維製造，依歷來所用方法，即截斷長材，除去竹節，成爲細小竹片，再經蒸煮煩雜之手續，此爲竹材製紙上一難點。然近有採取較簡方法，即用壓潰法 (Crushing Process) 可以免却從前之煩雜工作，具全材六—一五%之節部，可以利便用，更當蒸煮時，材中空氣與藥劑交換，僅一五分鐘完結，原料容易吸收蒸液，若與前法二小時相較，則時間顯著縮短，結果坐原料得均一之蒸煮，但此法之唯一缺點，在原料材太長而蒸液難容重減低，普通細微竹片，一噸占一〇〇立方呎，而被碎竹料一噸須占一七〇立方呎，故欲增加竹材製紙利益，對於機械之處理方法，猶有研究改良之必要。

3. 漂白困難 竹材纖維素，以其理化學之性質觀察，雖爲上等紙料，而從來製紙上最大障礙，厥爲漂白，漂白不得法，往往發生不良之結果，曩者對於竹材漂白之困難，均着眼於玻璃木質，乃用急激蒸煮法，并實施漂白，唯急烈蒸煮，必須消費多量鈉質，又因高溫，促進纖維加水分解，惹起纖維質之損失，且當漂白時，減少養化抵抗之作用，此不但漂白費大，而纖維質與量，均顯著降低，遂至纖維價值

昂貴，最近來之研究，漂白困難之原因，不在破壞木質，而在多量含有之五炭糖類 (Pectin) 及澱粉，蓋五炭糖類熬煮期，與鈉質結合而形成暗褐色或黑棕色之粘性溶液也，且此溶液，一旦被纖維吸收，即固着于纖維之上，形似染色，頗不易消滅，苟以過量漂白粉，施行漂白，則有害於纖維，一般漂白所用之漂白粉，多則占料重二〇% 少亦須一二%。故竹料紙料之技術與經濟之最難點，即為漂白，然此問題，各方現正從事研究，將來必有遂解決之一日。

第五、竹材纖維研究之今昔 我國古代，即起始以竹製紙，惜迄今仍沿用舊法，殊鮮闡明，除本紙尙堪供一般用途外，近代印刷用紙，幾全仰給於外洋。

查國外研究竹材製紙最早者，當在一八七〇年以英人 Rautledge 氏為嚆矢，唯當時所用之竹料，只限於生後四—六個月幼材，生產有限，殆無工業發展之可能，且彼時本纖維工業勃興，而竹材製紙研究，遂至於埋沒，此後一九〇〇—一九〇四年，緬甸政府感覺竹材利用之重要，委任 M. W. Smith 氏從事於竹料製紙之研究，然其研究之結果，對於漂白問題，終未達到經濟限度內之成功，同時一九〇二年 W. Raitt 氏，亦致力於竹材製紙之探討，經二十餘年間，繼續不斷之努力，致製造技術日臻發達，依 Raitt 氏之研究，現在漂白纖維之生產率已達四二% 以上。

此外森林經濟學專家 R. S. Casperson 氏，自一九〇九年以來，即調查印度及緬甸主要竹材之蓄積，在印度西南與緬甸，均有廣大面積，且關於竹種習性更新開花及運輸等問題，悉詳查無遺，此已由 *Bra Dun* 森林研究所公諸于世矣。

我國近十數年來，對於竹材之出路，與纖維之需要，甚覺竹材纖維為一有希望之紙料，浙江省政府曾一度調查浙省紙業，著有浙江之紙業，又中央研究院理化研究所，對於製紙技術，亦設置機械專作竹

竹材造紙原料之檢討

材纖維之研究，此在中國，雖尙屬萌芽時期，苟將來繼續研討，使趨于實用，未始非解決纖維原料之一端也。

結論 綜上所述，竹材之纖維，按諸理化學之性質，誠屬一種優良紙料，已爲人所公認，至若漂白問題，雖爲製紙技術上之難點，未能達到有效之解決，據Brett氏之研究，已漸入進步區域，然在我國，猶須考慮者，要在生產最經濟之竹材，欲產生最經濟之竹材，必須竹林廣大集團存在，依G. S. Wilham氏推測，月產百噸之纖維，繼續使用，必須一六平方哩之竹林，若印度及緬甸，因有蘊藏豐富價值低廉之竹林。爲造紙最有利之要件，然返觀吾國，竹類分布區域雖廣，而爲集團之存在者尙罕，是故欲利用竹材造紙，除求適應之種類技術之改進外，尤須在江河流域大地積集團造林，此不僅推廣竹材之用途，解決製紙之原料問題而已，亦且爲農村副業與農村復興有甚大之關係也。

★ 唐松屬

- { *Picea rubens* (red spruce)
- Picea canadensis*
- Picea excelsa* (Norway spruce)
- Picea japonensis*

美，加拿大
美，加拿大
歐洲
日本北海道，樺太

★★ 松屬

- { *Abies balsamea* (Balsam fir)
- Abies grandis* (Laukland fir)
- Abies peatshaha* (Silver fir)
- Abies saccharinensis*

美，加拿大
美洲太平洋岸
歐洲
日本北海道，樺太

