

速生樹種木材纖維性質與製漿試驗 (一)山黃麻、麻六甲合歡及杉木

谷雲川 陳信泰 陳榮祖

摘 要

本研究乃在探討臺灣地區固有及引進速生樹種木材纖維之基本性質與製漿技術。試驗材料有山黃麻、麻六甲合歡及杉木三種，每一樹種又分為主幹及枝條二部分。試驗內容包括纖維形態觀測、木材化學組成分析、木材比重、樹皮比率、生材含水率、硫酸鹽法製漿、中性亞硫酸鹽半化學法製漿、C E₁ D₁ E₂ D₂ 五段漂白及紙漿物理性質測試。

試驗之結果顯示山黃麻及麻六甲合歡與一般闊葉樹比較，纖維寬度較大，長寬比低，化學組成類似，木材比重較輕，製漿不難，漂白容易，且紙漿之力學強度甚優，若不考慮木材比重，則為十分優良的紙漿原料。杉木纖維形態、化學組成、比重皆類似一般針葉樹，但木質素含量較高，製漿時卡巴值不易下降，收率較低，且漂白時需耗用較多藥品，惟其製漿之殘渣量甚少，且紙漿力學性質優良，較適於生產無需漂白之高收率牛皮紙漿以供製工業用紙。三樹種之枝條纖維長度較主幹短，木材化學組成之木質素及五碳醣含量較低，樹皮比率較高，製漿較難除去紙漿內木質素，漂白略為困難，紙漿之物理性質亦多較主幹遜色。

關鍵字：速生樹種、硫酸鹽法製漿、中性亞硫酸鹽半化學法製漿、五段漂白、山黃麻、麻六甲合歡、杉木

谷雲川、陳信泰、陳榮祖，1987，速生樹種木材纖維性質與製漿試驗(一)山黃麻、麻六甲合歡及杉木，林業試驗所研究報告季刊，2(4)：319—332，1987。

Wood Fiber Characteristics and Pulping Experiment of Fast-growing Tree Species (I) --*Trema orientalis*,

Albizzia falcataria and *Cunninghamia lanceolata*

Yun-Chuan Ku Hsin-Tai Chen Zong-Tsu Chen

Summary

The purpose of this study is to investigate fiber and pulping characteristics of wood from native and exotic fast-growing tree species in Taiwan.

1987年4月送審
1987年10月接受

主審委員：張上銀
唐讓雷

The species selected for this experiment include two hardwood species—*Trema orientalis*, *Albizzia falcataria*, and one softwood species—*Cunninghamia lanceolata*. Both of the trunk wood and branch wood of the species were evaluated.

Fiber morphology, chemical compositions, wood densities, bark percentages, multi-stage bleaching and pulp physical properties were investigated in this experiment.

The results are summarized as follows :

1. Trunk wood of *Trema* and *Albizzia* have greater fiber widths, lower slenderness ratios, and generally lower wood densities than those of most of the local hardwood species.
2. Results of pulping and bleaching of trunk wood show that the two hardwood species have lower than hardwood average pulp yields, but with good pulp bleachabilities and pulp physical properties. They are suitable for making bleached pulp or semi-chemical pulp, if the lower wood densities are ignored. *Cunninghamia* has lower pulp yield, needs more active alkali to reach a pulp kappa number of about 30 during sulfate pulping and consumes more chemicals during bleaching. Hence, *Cunninghamia* is not a good raw material for making bleached pulp. On account of its low pulping rejects and fairly high pulp physical properties under weaker pulping conditions, however, it is well suited for making unbleached kraft paper and paper board.
3. Compared with the trunk wood of the species, branch wood of all three species have relatively short fiber lengths, lower lignin and pentosan contents, and higher percentages of bark. In addition, they need severer pulping and bleaching conditions and have slightly weaker pulp properties.

Key Words : fast-growing tree species, kraft pulping process, NSSC, five-stage bleaching, *Trema orientalis*, *Albizzia falcataria*, *Cunninghamia lanceolata*

Ku, Y. C., H. T. Chen, and Z. T. Chen, 1987 Wood Fiber Characteristics and Pulping Experiment of Fast-growing Tree Species(I)—*Trema Orientalis*, *Albizzia falcataria* and *Cunninghamia lanceolata* Bull. Taiwan For. Res. Inst. New Series. 2(4) : 319-332

一、前 言

臺灣地區由於社會日趨繁榮，商業興盛，對外貿易發展迅速，生活水準不斷提昇，紙品之需求日增，因而紙漿及造紙工業發展相當快速，每年耗用木材達絕乾 100萬公噸以上，數量十分龐大；然其中70%以上仰賴於進口材，可見國內原料不足之嚴重性，為解決此問題，在國內大量培育生長快速之樹種應是一有效之途徑。未來國內之紙漿工業，採用大量之速生樹種木材是必然之趨勢，但速生樹種

多為未成熟材，其基本物理化學及纖維形態諸性質均不同於成熟材，製造方法自應有差別，因此其木材纖維之基本性質與製漿技術有必要作更深入之探討。

二、試驗材料與方法

(一)試驗材料：

1. 山黃麻 (*Trema orientalis*) : 採自惠蓀林場第1及第2林班，14年生，胸高直徑 24~34 cm，樹高 15~20m，枝條直徑 3~5cm。

2. 麻六甲合歡 (*Albizia falcataria*)：採自新化林場第1林班，11~12年生，胸高直徑20~32cm，樹高15~20m，枝條直徑3~5cm。林木已遇病害侵襲，樹葉稀疏。
3. 杉木 (*Cunninghamia lanceolata*)：採自惠蓀林場第3班林，56~57年生，胸高直徑20~30cm，枝條直徑3~5cm。

(二)試驗方法：

1. 纖維觀測：

將木片切成火柴桿狀，以50%冰醋酸及5g亞氯酸鈉，在60°C恆溫水槽中，處理24小時，再將纖維染色後置於載玻片上，在100倍及200倍投影機上分別觀測纖維寬度 (fiber width) 長度 (fiber length)，並計算纖維長寬比 (slenderness ratio)

2. 木材化學組成分析：

依據本所木材纖維系常用木材化學組成試驗法 (趙順中、谷雲川等，1971) 分析三樹種主幹與枝條之灰分 (ash)，1%燒鹼抽出物 (1% NaOH extractive)，熱水抽出物 (hot water extractive)，醇苯抽出物 (alcohol-benzene extractive)，五碳醣 (pentosan)，全纖維素 (holocellulose)，木質素 (lignin) 及 α -纖維素 (α -cellulose)

3. 木材比重測定：

採用浸入法測定生材體積，爐乾法測定木材絕乾重量。

4. 樹皮比率及生材含水率測定：

依一定長度截取未剝皮之主幹及枝條各數個圓盤，然後剝除各圓盤之樹皮，分別測定樹皮之絕乾重量 (W_{bo})，去皮圓盤生材重量 (W_{wg})，去皮圓盤絕乾重量 (W_{wo}) 依下列公式計算樹皮比率及生材含水率。

樹皮比率 (percentage of bark) = $W_{bo} / (W_{bo} + W_{wo}) \times 100\%$

生材含水率 (moisture content of green

wood) = $(W_{wg} - W_{wo}) / W_{wg} \times 100\%$

5. 製漿特性試驗：

(1)化學製漿法—採用硫酸鹽法 (kraft process)

活性鹼 (active alkalia，對絕乾木片比)

:

潤葉樹材—11%，13%，15%，17%

針葉樹材—21%，23%，25%，27%

(氫氧化鈉及硫化鈉均以氧化鈉計算)：

蒸煮最高溫度：170°C

硫化度 (sulfidity)：25%

蒸煮時間：升溫1.5小時，保溫1.5小時

液比 (liquor ratio)：4公升/公斤絕乾木材

(2)半化學製漿法—採用中性亞硫酸鹽半化學法 (NSSC)

用藥量：亞硫酸鈉14%，碳酸鈉 3.5% (as compound)

蒸煮最高溫度：170°C

蒸煮總時間：升溫1.5小時，保溫1.5小時

液比：4公升/公斤絕乾木材

磨漿：7.5HP 盤磨機處理三次，刀距0.5 mm, 0.25mm, 0.125mm

6. 紙漿之篩選：

採用篩縫10cut之平篩機。

7. 漂白特性試驗：

(1)採用五段漂白，順序如下：

C (氯化, chlorination)

E₁ (鹼萃, alkali extraction)

D₁ (二氧化氯漂白, chlorine dioxide bleaching)

E₂ (鹼萃, alkali extraction)

D₂ (二氧化氯漂白, chlorine dioxide bleaching)

(2)漂白條件如下表所示：

Conditions of the five-stage bleaching :

Stage (reagent)	Dosage (%)	Pulp Consistency (%)	Temperature (°C)	Time (hr)
C (Cl ₂)	120% of Roe No.	4	25	1
E ₁ (NaOH)	2.0*	10	60	1
D ₁ (ClO ₂)	1.5*	10	60	3
E ₂ (NaOH)	1.5*	10	60	1
D ₂ (ClO ₂)	0.5*	10	60	3

* : as % of oven dry unbleached kraft pulp.

Roe Number is converted from Kappa Number.

漂白時每次取絕乾10g之紙漿依C段，CE₁ 連續兩段，CE₁D₁ 連續三段，CE₁D₁E₂ 連續四段，CE₁D₁E₂D₂ 連續五段分別試驗，求各試驗漂損及紙漂白度。

8.打漿：

採用PFI打漿機，依T248pm-74之方法處理。

9.抄紙：

依CNS標準方法抄製。

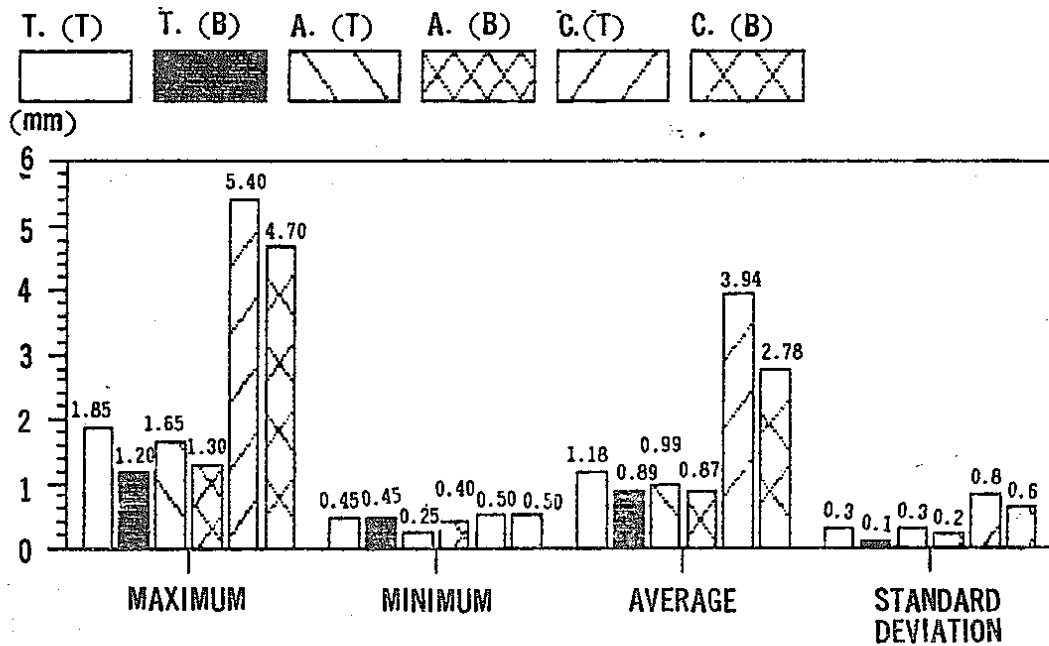
10.紙張物理性質測定：

在相對濕度 65%，溫度 20°C之恆溫恆濕室內，依 CNS 標準方法測定水分、抗張力、頂破力、撕力、環壓強度及白度。

三、結果與討論

(一)纖維形態觀測：

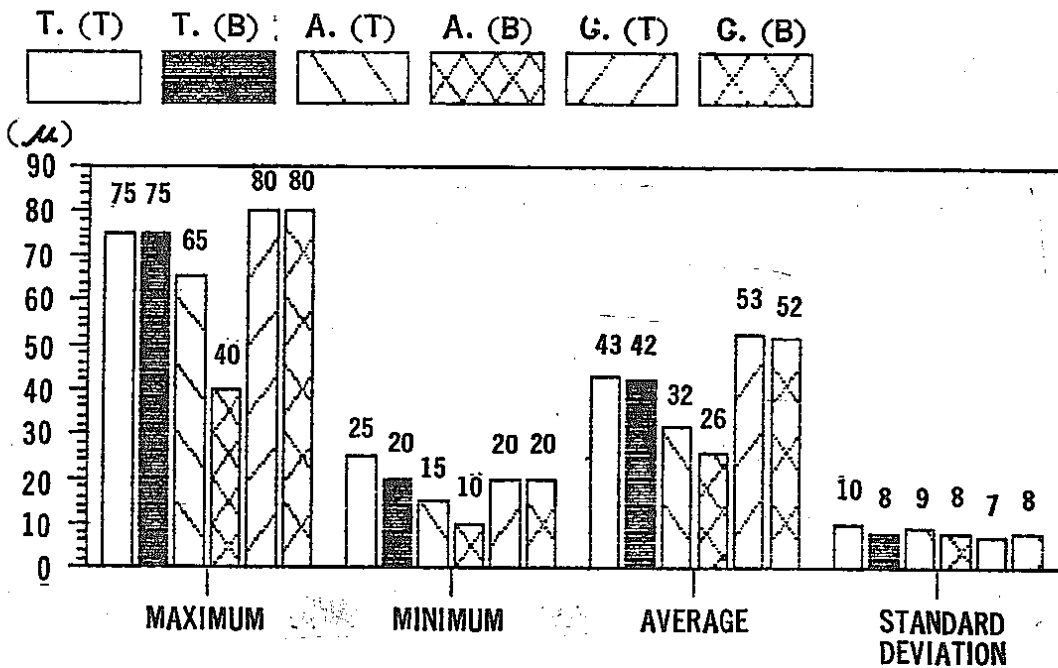
圖1、2.及3.是三樹種纖維形態觀測之結果，可見針葉樹的杉木纖維最長且最寬，長寬比亦最大，是一種典型之針葉樹長纖維形態（趙順中、谷雲



T : *Trema orientalis* A : *Albizia falcataria* C : *Cunninghamia lanceolata*

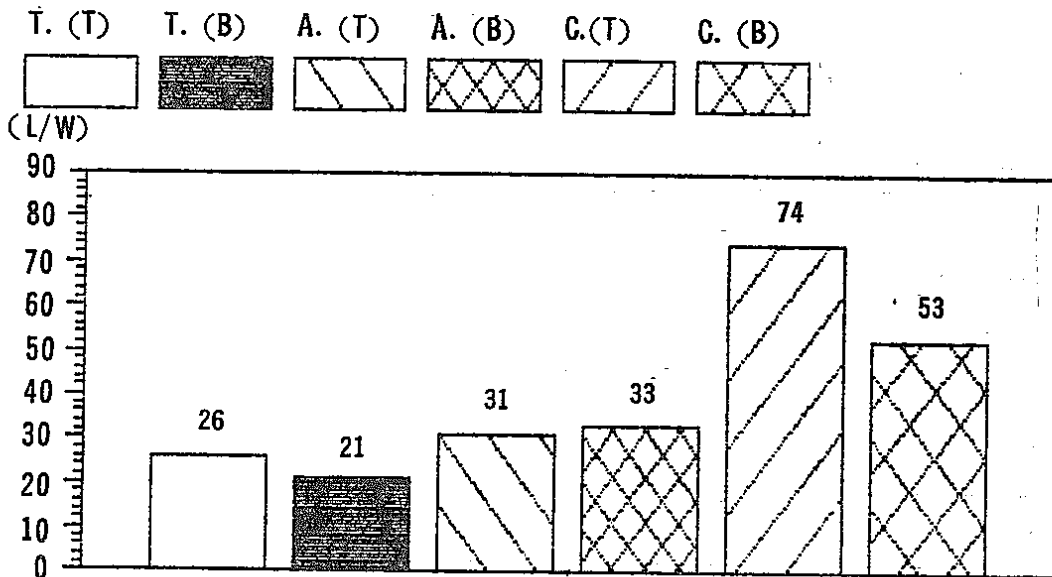
T : Trunks B : Branches

Figure 1. Fiber lengths of the three tree species



T: *Trema orientalis* A: *Albizia falcataria* C: *Cunninghamia lanceolata*
T: Trunks B: Branches

Figure 2. Fiber widths of the three tree species



T: *Trema orientalis* A: *Albizia falcataria* C: *Cunninghamia lanceolata*
T: Trunks B: Branches

Figure 3. Slenderness ratios of the three tree species

川等，1971)，其枝條纖維長度僅為主幹之71%，寬度相近，長寬比亦較低。同屬於針葉樹的柳杉亦

可見此現象（谷雲川、陳信泰，1985）。

屬於闊葉樹的山黃麻及麻六甲合歡纖維長度屬

典型之潤葉樹短纖維形態，但是寬度偏高，尤以山黃麻為甚，因而導致長寬比低，僅分別為26及31，較一般省產潤葉樹纖維長寬比約在50左右低很多（趙順中等，1971）。枝條纖維長度比主幹略低，山黃麻約為主幹之75%，麻六甲合歡約88%，寬度則頗相似。

(二)木材化學組成分析：

表1.之結果顯示，杉木主幹之木質素及醇苯抽出物含量相當高，其餘則和一般針葉樹類似。潤葉樹的山黃麻及麻六甲合歡與一般省產潤葉樹相當接近。三個樹種均顯示五碳糖及木質素含量枝條較主幹為低，且差異頗大。

Table 1. Chemical compositions of the three tree species

Items	<i>Trema orientalis</i>		<i>Albizzia falcataria</i>		<i>Cunninghamia lanceolata</i>	
	Trunks	Branches	Trunks	Branches	Trunks	Branches
Ash (%)	1.02	0.77	1.25	1.23	0.29	0.24
Extractives (%)						
Hot Water	3.66	4.63	4.46	4.65	1.18	2.50
1% NaOH	16.32	17.06	16.51	15.96	11.02	10.36
Alcohol-Benzene	2.94	3.04	3.80	3.58	4.40	1.89
Pentosan (%)	19.78	14.95	18.99	14.21	12.29	8.48
Holocellulose (%)	80.56	82.20	78.01	80.65	72.37	71.64
Lignin (%)	26.63	21.00	24.88	21.83	34.75	34.17
α -Cellulose (%)	48.20	47.24	47.99	46.72	45.81	44.24

(三)木材含皮比例、木材比重及生材含水率測定：

由表2.可見麻六甲合歡及山黃麻主幹比重，各僅為0.24及0.34，較一般常用潤葉樹紙漿材低，因比重高低直接影響紙漿廠之生產效率，低比重木材較不受歡迎，這是此二樹種木材用於製漿之重大缺點。杉木比重則與一般針葉樹漿材接近。三樹種主

幹之樹皮比例在8~14%之間，而枝條部分皆較主幹高出甚多。主幹之生材含水率在50~60%之間，枝條部分較低，麻六甲合歡之枝條含水率特別偏低僅約42%，可能乃林木遭病害，生長機能已衰退所致。

Table 2. Percentages of bark and specific gravities of the three tree species

Species	Part	Percentage of Bark (%)	Specific Gravity	Moisture content of Green Wood (%)
<i>Trema orientalis</i>	Trunks	13.70	0.34	51.1
	Branches	20.23	0.29	48.9
<i>Albizzia falcataria</i>	Trunks	7.90	0.24	57.7
	Branches	13.77	0.30	41.6
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	Trunks	9.40	0.37	58.8
	Branches	13.87	0.38	54.6

四製漿之結果：

由圖4.及5.可見以硫酸鹽法製漿欲使紙漿卡巴

值降至約20左右，山黃麻主幹用藥量需15%，麻六甲合歡則需高於17%，而收率前者約49%，後者約

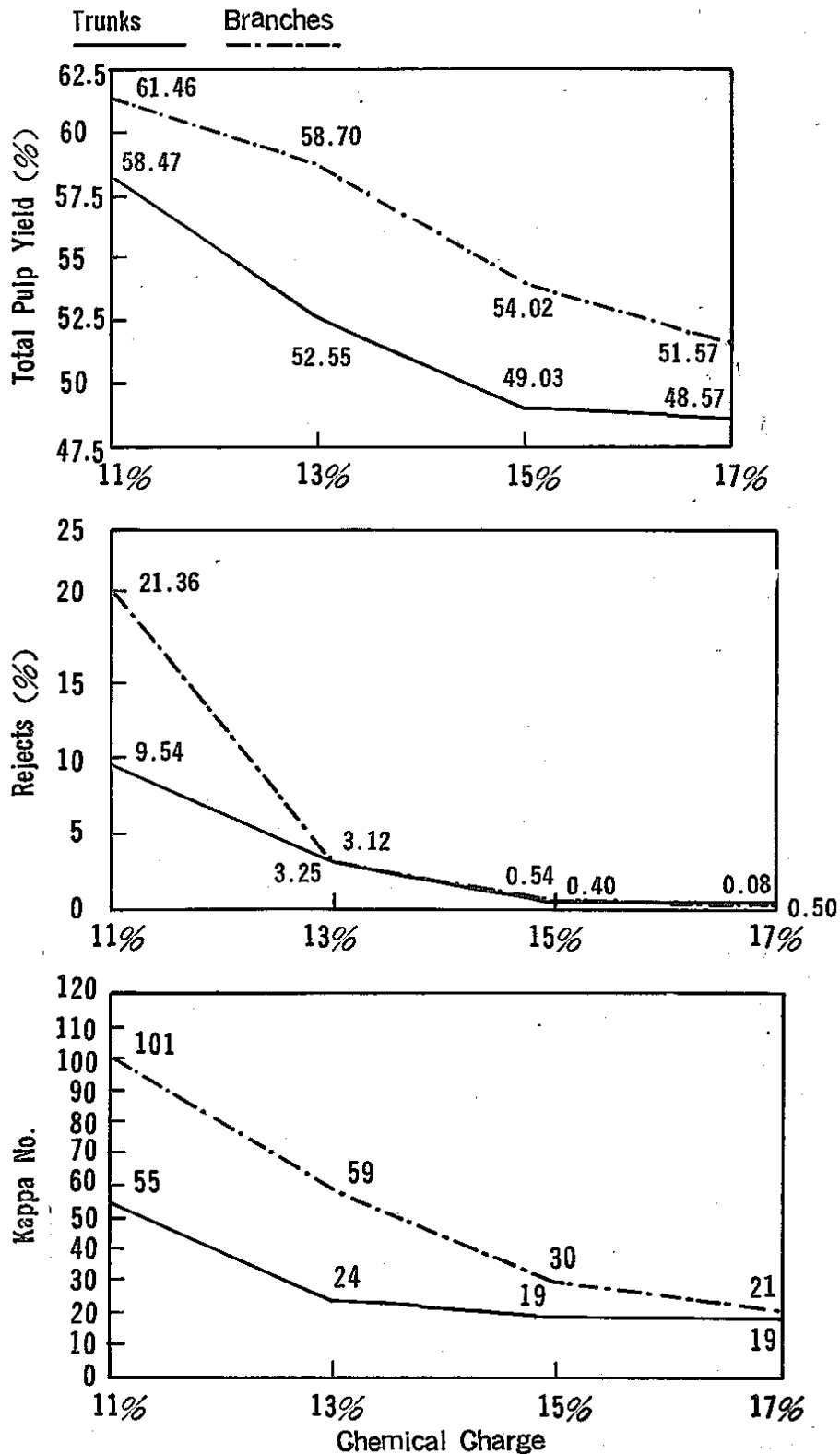


Figure 4. Results of kraft pulping of wood from *Trema orientalis*

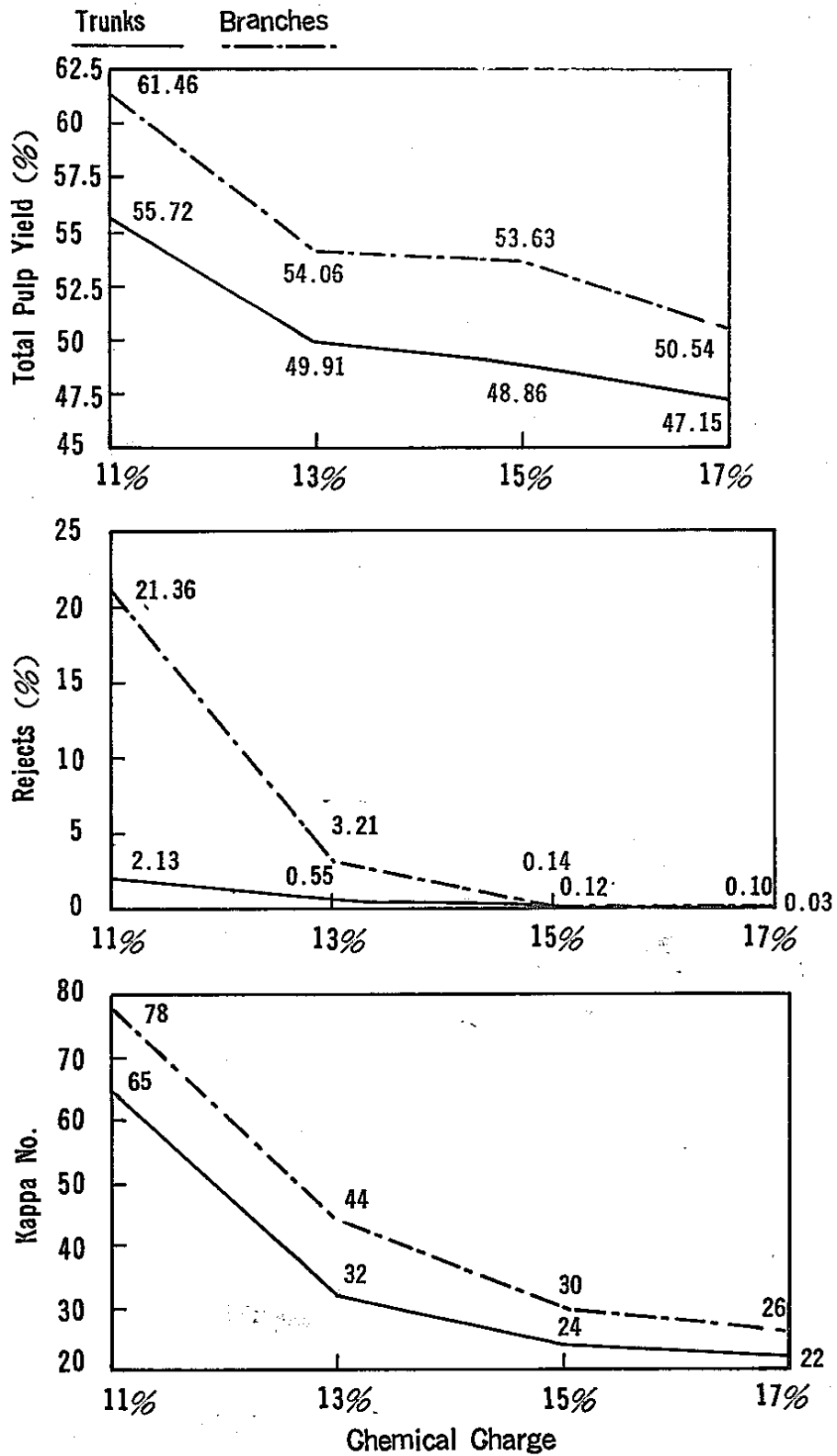


Figure 5. Results of kraft pulping of wood from *Albozzoa falcataria*

47%，顯然山黃麻較易蒸煮，且收率較佳；但仍略低於一般闊葉樹紙漿材平均收率50%（米澤保正等

，1973）。由圖6.可見杉木用藥量需在27%之條件下才能使卡巴值降至30以下，而收率僅42%左右，

收率比一般針葉樹紙漿材約45%偏低而用藥量偏高
(米澤保正等，1973)，但在較低用藥量時，殘渣量

(rejects) 很少，可見木材之纖維化並不困難，
因此杉木應較適合在低用藥量下製漿，提高紙漿收

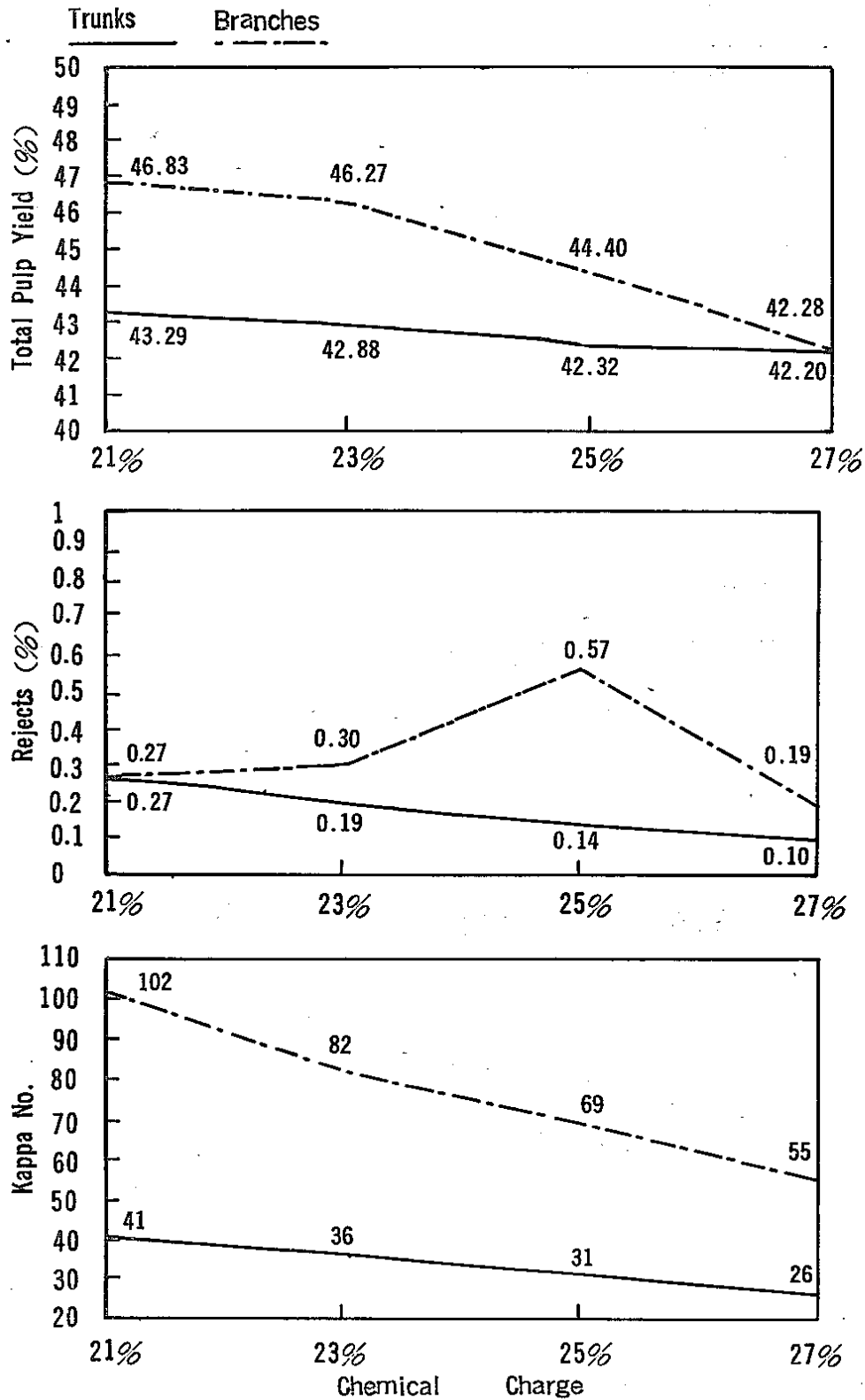


Figure 6. Results of kraft pulping of wood from *Cunninghamia lanceolata*

率，製造未漂白長纖維紙漿。與主幹相同條件下製漿，三樹種枝條之收率均高於主幹，但紙漿卡巴值也較高，惟在較高用藥量時其差異有減低之趨勢，可知此三樹種枝條製漿時，在低用藥量下去除木質素效率較主幹為差；尤其杉木枝條，用藥量雖已高達27%，但紙漿卡巴值仍在50以上，收率又低，只約42%顯然不適於製造漂白紙漿。由於三樹種枝條之木質素含量都較主幹為低，然在相同製漿條件下，其紙漿卡巴值反而較高，即枝條紙漿內之木質素含量較高，顯示其製漿較為困難；在針葉樹方面已有不少研究報告發現類似現象（谷雲川、陳信泰，1985；張豐吉，1985；Keays and Hatton, 1971、1972）。然在闊葉樹則有報告指出相思樹枝條較

主幹容易製漿（張豐吉、盧慶雄，1975），可見在闊葉樹因樹種不同而有頗大之差異，其原因顯然值得繼續加以研究。

如圖7.所示，杉木及麻六甲合歡主幹之中性亞硫酸鹽半化學法製漿，收率均在80%左右，相當理想，若能配合良好的紙漿物理性質，無疑將是優良半化學紙漿之原料。山黃麻主幹收率較麻六甲合歡及杉木低約7%，顯示在製漿過程中有相當量之木質素及半纖維素被藥品溶出。山黃麻及麻六甲合歡枝條之半化學法製漿收率均約75%，而杉木約80%左右。紙漿之卡巴值，山黃麻及麻六甲合歡在110~120左右，杉木較高在180~190。杉木製漿之殘渣量較另兩種闊葉樹多，顯示其磨漿較為困難。

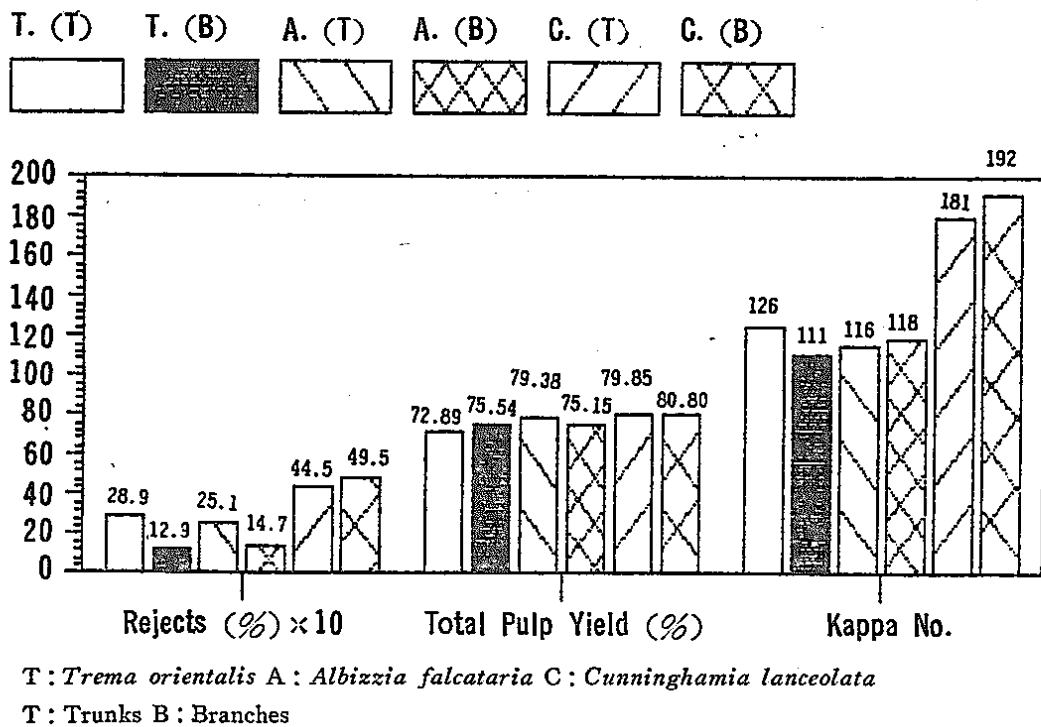


Figure 7. Results of neutral sulfite semi-chemical pulping of wood from three tree species

四漂白特性：

由表3.可見未漂硫酸鹽紙漿經五段漂白處理後之白度，主幹以麻六甲合歡最高，達90%GE，山黃麻次之，杉木之白度最低，僅78%GE，顯示麻六甲合歡最易漂白，而杉木之漂白較為困難。就漂

損而言，杉木最少，山黃麻次之，麻六甲合歡最高，約為未漂漿之10%左右。又C及E段之處理對白度提高效果較小。D段處理後白度大幅提升，此乃因為C及E段是在於除去木質素，是製漿之延伸，真正具漂白作用在於D段處理。山黃麻及麻六甲合

歡的枝條紙漿都不難漂白，漂後白度可達 84%GE 值稍高固是原因之一，但去除紙漿內木質素可能也較爲困難。
 ，杉木漂白較難，五段處理後白度僅及 69%GE。
 三樹種枝條紙漿漂後白度都較主幹爲低，漂前卡巴

Table 3. Results of five-stage bleaching of kraft pulp of the three tree species

Species and Part	Kappa No. of unbleached pulp	Item	Unbleached Pulp	C	E ₁	D ₁	E ₂	D ₂
Trunks								
<i>Trema orientalis</i>	19	Bleaching Loss (%)*	0	2.90	5.60	6.10	8.00	8.20
		Brightness (%GE)	26	36	41	71	73	87
<i>Albizzia falcataria</i>	22	Bleaching Loss (%)*	0	2.20	3.10	5.90	8.80	10.02
		Brightness (%GE)	31	38	45	77	77	90
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	31	Bleaching Loss (%)*	0	4.20	5.45	6.00	6.86	7.05
		Brightness (%GE)	22	30	32	50	54	78
Branches								
<i>Trema orientalis</i>	21	Bleaching Loss (%)*	0	4.00	5.60	7.06	7.08	8.86
		Brightness (%GE)	24	38	42	73	73	84
<i>Albizzia falcataria</i>	26	Bleaching Loss (%)*	0	2.99	3.70	5.22	5.67	6.23
		Brightness (%GE)	28	40	52	72	76	84
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	35	Bleaching Loss (%)*	0	1.85	3.89	4.50	4.75	5.92
		Brightness (%GE)	20	23	26	45	47	69

*: Cumulative bleaching loss at each stage.

(六) 紙漿物理性質：

如表4.所示，杉木主幹之硫酸鹽法紙漿性質良好，尤其撕裂指數 (Tear Index) 甚佳，抗張指數 (Tensile Index)、破裂指數 (Burst Index) 亦頗理想，尤其在較低用藥量下製漿，提高紙漿收率。雖卡巴值隨之增高，但紙漿強度性質仍然甚佳，幾乎不受影響，足可供製造優良之工業用紙。山黃麻和麻六甲合歡比較，在同樣藥量處理所得之

紙漿強度，二者相當接近。同時製漿用藥量之多寡對此二樹種紙漿強度之影響不大，都具有極佳的抗張指數及破裂指數和良好的撕裂指數。同一樹種主幹之抗張指數、破裂指數均優於枝條，尤其山黃麻差異頗大，但撕裂指數差異却甚小。紙漿白度 (Brightness) 則不論樹種或是部位都隨藥量的提高而增加。

Table 4. Physical properties of unbleached kraft pulp of the three tree species

Species	Part	Active Alkalia (%)	Freeness CSF (ml)	Tensile Index (N. m/g)	Burst Index (kPa. m ² /g)	Tear Index (mN. m ² /g)	Brightness (%GE)
<i>Trema orientalis</i>	Trunks	11	385	91.47	6.59	8.55	19
		13	395	95.65	7.07	9.10	26
		15	402	100.39	7.21	7.72	26
		17	401	94.31	6.61	7.52	26
	Branches	11	400	56.32	3.51	8.45	13
		13	407	73.19	4.33	8.83	16
		11	415	73.44	4.99	8.72	21
		17	402	76.05	5.14	9.02	24
<i>Albizia falcataria</i>	Trunks	11	362	98.53	7.43	7.42	21
		13	400	102.44	7.70	8.43	27
		15	390	107.00	7.65	7.12	30
		17	410	106.28	8.90	8.84	31
	Branches	11	406	95.30	6.68	7.77	17
		13	435	96.34	7.01	8.34	23
		15	435	97.33	6.73	9.27	27
		17	400	101.68	7.32	8.50	28
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	Trunks	21	393	90.05	8.30	16.33	26
		23	416	90.66	8.32	16.68	29
		25	394	98.87	8.76	16.20	31
		27	417	95.17	8.87	16.91	30
	Branches	21	407	83.39	7.67	16.67	17
		23	420	80.58	7.86	17.42	19
		25	395	90.12	8.22	15.29	21
		27	410	91.32	7.94	15.57	22

表5. 顯示中性亞硫酸鹽半化學法紙漿之白度及強度性質以麻六甲合歡最佳，杉木較差，三樹種主幹之抗張指數、破裂指數、環壓強度 (Ring Crush) 都比枝條高，撕裂指數相近或稍遜。杉木紙漿之物理性質較二種闊葉樹差，僅撕裂指數較優，此乃因杉木為針葉樹材含較多木質素，較不適合

製造中性亞硫酸鹽半化學紙漿之故。製造瓦楞芯紙 (Corrugating Medium) 最重要的性質是環壓強度，此一性質在三樹種之中性亞硫酸鹽半化學紙漿均十分優良，尤其是山黃麻及麻六甲合歡之主幹甚佳，是製造高品質瓦楞芯紙的良好原料。

Table 3. Physical properties of neutral sulfite semichemical pulp of the three tree species

Species	Part	Freeness CSF (ml)	Tensile Index (N. m/g)	Burst Index (kPa. m ² /g)	Tear Index (mN. m ² /g)	Ring Crush (kN/m)	Brightness (%GE)
<i>Trema</i>	Trunks	336	74.76	5.36	7.74	0.769	30
<i>orientalis</i>	Branches	335	61.08	3.75	8.76	0.600	33
<i>Albizzia</i>	Trunks	364	76.75	4.86	7.41	0.930	35
<i>falcataria</i>	Branches	343	69.34	4.43	8.32	0.816	36
<i>Cunninghamia</i>	Trunks	350	42.32	3.18	9.16	0.692	31
<i>lanceolata</i>	Branches	338	31.05	2.08	9.12	0.724	29

chemical charge : Na₂SO₃ 14% Na₂CO₃ 3.5% (as compound)

四、結 論

杉木、山黃麻及麻六甲合歡主幹之纖維長度分別類似一般的針葉樹及潤葉樹，但後二者之寬度甚大，以致長寬比偏低。三樹種之枝條纖維都較主幹為短。

三樹種木材化學組成均顯示主幹較枝條含有較高之五碳糖及木質素，且差異頗大。杉木主幹及枝條木質素含量特別偏高，醇苯抽出物亦多，其餘化學成分多類似一般針葉樹種。麻六甲合歡及山黃麻化學組成與一般潤葉樹接近。

麻六甲合歡及山黃麻木材比重較常用潤葉樹紙漿材為低，僅分別為0.24及0.34，杉木比重0.37較接近一般針葉樹紙漿材。主幹樹皮比例在8~14%之間，枝條則較高，主幹生材含水率三樹種均在50%~90%間，而枝條稍低。

硫酸鹽法製漿欲達卡巴值20時，山黃麻需活性鹼15%，麻六甲合歡需17%，收率前者約40%，後者約47%，杉木則用藥量高達27%以上才能達到卡巴值30左右，而收率只有42%；枝條製漿較難去除木質素。麻六甲合歡及杉木之中性亞硫酸鹽半化學法製漿均有極佳之收率，可達80%；山黃麻較差，僅約73%。

麻六甲合歡及山黃麻主幹硫酸鹽法紙漿經

CE₁D₁E₂D₂ 五段漂白，可獲得理想白度，達87% GE 以上，而總漂損在8~10%左右，杉木較難漂白，但漂損亦少。三樹種枝條紙漿均較主幹不易漂白。

杉木硫酸鹽法紙漿強度性質良好，尤其在高木質素含量下仍保有優良性質頗宜於製造未漂工業用紙。山黃麻及麻六甲合歡頗宜於製造中性亞硫酸鹽半化學紙漿生產瓦楞芯紙，此外除木材比重較低及製漿收率略差外，其亦是良好之漂白紙漿原料。三樹種的枝條紙漿強度一般略遜於主幹，然品質仍佳。

誌 謝

本計畫承國家科學委員會之資助，謹此致謝。

引用文獻

- 米澤保正香山彊，菊池文彥宇佐見國典，高野勳，萩野健彥，本田收. 1973. 日本產主要樹種之性質—材の化學組成およびパルプ化試驗. 日本林業試驗場研究場研究報告第252號。
- 谷雲川，陳福泰. 1985. 柳杉小徑木製漿試驗. 臺灣省林業試驗所研究報告第462號。
- 趙順中，谷雲川，林勝傑，潘登灶. 1971. 臺灣潤葉樹材纖維觀測及化學組成分析. 臺灣省林業試驗所林務局合作試驗報告第14號。

張豐吉, 盧慶雄. 1975. 整體樹紙漿製造之研究(一)相思樹硫酸鹽紙漿之製造. 中華林學季刊, 8(4) : 108-122.

張豐吉. 1985. 中小徑木之化學利用. 中小徑木利用研討會論文集, 農委會林業特刊第一號 : 37-45. 行政院農業委員會, 臺北.

Keays, J. L. and J. V. Hatton, 1971. Complete-tree Utilization Studies—I. Yield and Pulp Quality of Kraft Pulp from the Components of *Tsuga heterophylla*. Tappi, 54(1):99-104.

Keays, J. L. and J. V. Hatton, 1971.

Complete-tree Utilization Studies—II. Yield and Pulp Quality of Kraft Pulp from the Components of *Picea glauca*. Tappi, 54(10) : 1721-1724.

Keays, J. L. and J. V. Hatton, 1972. Complete-tree Utilization Studies—III. Yield and Pulp Quality of Kraft Pulp from the Components of *Pseudotsuga menziesii*. Tappi, 55(10) : 1505-1508.

本所研究人員在外界發表之論文

1987. 6. 許原瑞、陳正豐、楊政川 相思樹種之穴植管育苗 臺灣農業23(3)
1987. 8. 張淑華、何政坤 抗癌兼觀賞的植物—八角蓮 臺灣花藝30(19-22)
1987. 9. 陳信泰、胡大維、何政坤 固氮樹種製漿造紙的利用 漿與紙 8 (3)
1987. 9. 王松永、林勝傑、蔡明哲、吳順昭 衛生竹筴之防霉效果 林產工業 6 (3)
1987. 9. 楊政川 肯氏木麻黃不同種源苗木於早期生長及生物量增加與乙炔還原率之變異 中華林學季刊20(3)
1987. 9. 蔣先覺 印尼西卡里曼丹南部遷墾計畫考察旅行日記(一) 臺灣林業(3)(9)
1987. 9. 洪富文、夏禹九、金恒鑣 臺灣中部一個天然潤葉林林冠對於降雨酸度及其它化學性質的影響 第四屆環境污染控制技術研討會論文集臺大環工系研討會之十五
1987. 9. 金恒鑣 臺北市連續六年來的雨水性質—1981~1986 第四屆環境污染控制技術研討會論文集臺大環工系研討會之十五
1987. 9. 甘偉航、陳財輝 臺灣防風林之經營 現代育林 3 (1)
1987. 10. 蔣先覺 印尼西卡里曼丹南部移墾計畫考察旅行日記(二) 臺灣林業13(10)
1980. 10. Horng, Fu-Wen Nutrient accumulation and cycling of *Cunning hamia lanceolata* with plantation development in central Taiwan In: IUFRO Seminar "Management of water and nutrient relations to increase forest growth..." Canberra, 19-20. oct 1987
1987. 11. 蔣先覺 印尼西卡里曼丹南部移墾計畫考察旅行日記(三) 臺灣林業13(11)
1987. 11. Horng, Fu-Wen Nutrient cycling in plantation forests in Taiwan In: Proceedings of the Seminar on Forest Productivity and Site Evaluation (King, T. et al. eds) p. 79-94.
1987. 11. Horng, Fu-Wen In situ available nitrogen form and nitrification potential in China-fir plantations with respect toage in centeal Taiwan Agronomy Abstract 29 : 258
1987. 11. Wang, W Insects and diseases in plantation forests In: Proceedings of the Seminar on forest productivity and Site Evaluation (King, T. et al. eds) p. 193-201. Taipei, Taiwan, COA.

1987. 11. Huang, Influence of vesiculararbuscular mycorrhiza on *Leucaena leucocephala* growth water relations and nutrient acquisition
In: Proceedings of the Seminar on Forest Productivity and Site Evaluation(King, T. et al. eds.) P. 203-225. Taipei, Taiwan, COA.
1987. 12. 洪富文 玫瑰桉人工林的育林 (上)
農情半月刊137 : 27-32
1987. 12. 洪富文 玫瑰桉人工林的育林 (下)
農情半月刊138 : 32-36
1987. 12. 金恒鏞、洪富文 酸雨與森林健康
臺灣植物資源與保育P. 49-58
1987. Lin, T Subcellular localization and characterization of starch degradative enzymes of *Arabidopsis* leaf.
Plant Physiol (supp.) 83 (4) : no 62
1987. Lin, T Native orchids of Taiwan, Vol. 3, pp. 300
Southern Material Center Taipei, Taiwan
- 1987 Lin, T Isolation of a starchless mutant of *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh lacking ADP glucose pyrophosphorylase activity.
Plant Physiol (supp.) 83(4) : no 61.
- 1987 Lin, Starch synthesis and its regulation
In: Progress in Photosynthesis Research, Vol. III, Biggens, J. (ed.) Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, The Netherlands, P. 693-700.