

臺灣省林業試驗所合作報告

第十四號

中國農村復興聯合委員會

合作

CO-OPERATIVE BULLETIN

of

TAIWAN FORESTRY RESEARCH INSTITUTE

No. 14

in co-operation with

THE JOINT COMMISSION ON RURAL RECONSTRUCTION

麻六甲合歡製漿造紙試驗

Studies on Pulping and Papermaking of

Albizia falcata Backer

趙順中 谷雲川 林澤南

By

S.C. Chao Y.C. Ku. T.N. Lin

中華民國五十六年十二月

臺灣省林業試驗所印行

臺灣 臺北

Published by

TAIWAN FORESTRY RESEARCH INSTITUTE

Taipei, Taiwan, China

December, 1967

目 次 (Contents)

一、緒言 (Introduction)	1
二、試驗材料與方法 (Raw Materials and Methods)	1
三、纖維形態與化學組成分析 (Fiber Morphology and Chemical Analysis).....	1
四、製漿試驗 (Experiments on Pulping)	2
A 冷鹼法 (Cold Caustic Soda Process)	2
B 中性亞硫酸鈉法 (Neutral Sodium Sulfite Process)	3
C 硫黃燒鹼法 (Caustic Soda-Sulphur Process).....	4
五、結果與討論 (Results and Discussion)	5
六、麻六甲合歡製漿之經濟價值 (Economic Value of Pulping from Albizzia falcata).....	6
七、結論 (Conclusions).....	7
八、參考文獻 (Literature Cited)	8
九、英文摘要 (English Summary)	8
十、附圖 (Illustration)	10

麻六甲合歡製漿造紙試驗

趙順中 谷雲川 林澤南

Studies on the Pulping and Papermaking of *Albizzia falcata* Backer

S.C. Chao, Y.C. Ku, T.N. Lin

一、緒 言 (Introduction)

麻六甲合歡屬含羞草科 (Mimosaceae)，學名為 *Albizzia falcata* Backer，英文名字稱為 *Falcate albizzia*，日名為モルツカネム。原產南洋麻六甲、新嘉坡、安門尼亞及達班諸島。臺灣在民國十四年引進嘉義山子頂林試所植物園，由於引進栽植結果生長良好，復於民國二十七年十一月從新嘉坡購進大量種子，分別於南部各林區從事大規模造林。

麻六甲合歡為一常綠大喬木，樹高可達40公尺、胸徑140公分，生長迅速，茲舉現存林試所嘉義工作站之樹木園之母樹資料，其母樹年齡三十三年生，樹高達35公尺、胸徑125公分，材積為17.5立方公尺。其生長速度遠較針葉樹生長最快之杉木為快（根據省產杉木收穫表35年生之材積約有0.5521M³）一般省產潤葉樹之生長更不能望其項背。但是根據該木材之理學性質試驗結果，發現其質地輕軟，結構不堅不能當做一般用材，因此該樹種在生長觀點上言，似極適合發展為工業原料林之資源。

臺灣造紙原料一般使用稻草，蔗渣及少量之木材和竹材，由於每年需要劇增，原料成本日益提高，構成今日紙業發展之阻碍。鑒於今後發展之趨勢，紙業之發展更有賴於林業之支持，因此當政府致力於發展森林工業及改良林相工作之時，考慮如何選擇適當工業原料林之樹種實為當務之急。

過去麻六甲合歡在造紙工業上尚缺乏資料可考，因此必須考慮到它是否可以作為紙漿原料林的適當樹種，所以麻六甲合歡單獨製漿造紙之研究，必有助於提供紙原林樹種選擇之參考，文中若有不當之處，敬祈學者專家不吝指教是幸。

本試驗承蒙農復會森林組楊組長暨潘技正長賜予資料並予協助謹此敬謝。

二、試驗材料與方法 (Raw Materials and Methods)

A. 本試驗試材採自本省嘉義，林試所山子頂樹木園。

B. 試驗方法：

本試驗之製漿方法，使用冷鹼法，中性亞硫酸鈉法，及硫黃燒鹼法，分別進行試驗以觀察三種不同方法對其所得紙漿品質之變化情形以資參考，同時與其他潤葉樹比較其性質。

本試驗之打漿方法用藍平球磨機 (Lampen mill) 進行打漿，游離度測定以 Tappi 標準之加拿大游離度測定器試驗，蒸煮設備為一不銹鋼製三呎之高壓釜 (Auto-Clave)，溫度升降由變壓器控制，磨漿設備為一12''之盤式精鍊機 (Disc refiner)，物理試驗依 Tappi 標準試驗之。

三、纖維形態與化學分析 (Fiber Morphology and Chemical Analysis)

A. 纖維形態： (Fiber Morphology)	纖維長度： (Fiber length)	最長	1.40mm
		最短	0.50mm

	平均	0.967mm
纖維寬度： (Fiber Width)	最寬	58 μ
	最窄	21 μ
	平均	37.7 μ
長寬比： (length/width ratio)		26

B. 化學組成分析：(Chemical Analysis)

1 水份 (Moisture Content)	9.99%
2 灰分 (Ash)	0.84%
3 1%NaOH抽出物 (1% NaOH Extractive)	16.63%
4 醇苯抽出物 (Alcohol-benzen Extractive)	1.11%
5 戊醣 (Pentosan)	19.27%
6 木質素 (Lignin)	24.64%
7 全纖維素 (Total Cellulose)	57.16%
8 α 纖維素 (α Cellulose)	40.88%
9 $\beta + \gamma$ 纖維素 ($\beta + \gamma$ Cellulose)	16.28%

C. 比重

絕乾材 比重 (Specific Gravity)	0.32
---------------------------	------

四、製漿試驗 (Experiments on Pulping)

A. 冷鹼法 (Cold Caustic Soda Process)

本法係將麻六甲合歡之木片，浸漬於3% NaOH 溶液中，以3小時浸漬後，用12吋盤式精鍊機磨漿，經製成各種不同游離度之紙漿，抄成紙樣，分別進行物理試驗，茲將其結果列表如下：

第一表 冷鹼法紙漿物理試驗

(Table 1. Results of Cold Caustic Soda Pulping)

試 驗 號 數	0616 A	616 B	0616 C	0616 D	0616 E
游 離 度 ml.	510	405	295	210	100
乾 基 重 g/m ²	60.43	60.90	60.35	61.65	60.77
抗 張 力 kg	3.76	4.30	5.58	6.70	6.42
裂 斷 長 km	4.14	4.70	6.16	7.24	7.04
撕 力 g	36.80	33.92	34.88	30.72	26.88
撕 力 比	20.89	55.68	57.79	49.82	44.22

頂 破 力 kg/cm^2	1.03	1.43	1.61	2.51	2.55
破 裂 比	17.09	23.54	26.68	40.80	41.97
耐 摺 力 M. I. T.	16	18	53	124	410
透 氣 度 $\text{sec}/100\text{cc}$	73	152	272	5200	15,360
白 度 G. E. %	46.0	46.0	45.0	43.5	43.0

B. 中性亞硫酸鈉法 (Neutral Sodium Sulfit Process)

中性亞硫酸鈉法，其蒸煮液主要成份為 Na_2SO_3 和 Na_2CO_3 其中 Na_2CO_3 為緩衝劑 (buffering agent)。本法係半化學製漿法，可得高收率之紙漿，但依其用藥量與其他條件之不同，可以製造各種不同等級之紙漿，從不漂白之瓦楞紙至可漂白之高級紙均可生產。

本試驗旨在研究麻六甲合歡可以製成何種等級之紙張，因此其蒸煮條件以製造可漂白紙漿為其試驗條件，其蒸煮最高溫度為 165°C ，時間為 3 小時，液比 4，用藥量為絕乾試料之 15—24%， Na_2SO_3 與 Na_2CO_3 之比為 5 : 1，茲將試驗之結果及紙力強度列表於後：

第二表 中性亞硫酸鈉法蒸煮結果

(Table 1. Results of Cold Coustic Soda Pulping)

蒸煮號數	裝 料 g.	Na_2SO_3 %	Na_2CO_3 %	液 比	最高溫度 $^\circ\text{C}$	最高溫度 保持時間 hrs.	總時間 hrs.	黑 液 PH	收 率 %
560823	270	12.5	2.5	4	165	3	4:20	8.6	82.1
560815	270	15.0	3.0	4	165	3	3:45	8.2	79.0
560221	270	17.5	3.5	4	165	3	4:20	9.3	77.5
590817	270	20.5	4.0	4	165	3	3:30	9.2	74.1

第三表 中性亞硫酸鈉法物試驗結果

(Table 3. The Results of Neutral Sodium Sulfit Pulping)

蒸煮號數	游離度 ml.	乾基重 g/m^2	抗張力 $\text{kg}/15$ mm.	裂斷長 km.	撕 力 g	撕力比	頂破力 kg/cm^2	破裂比	耐摺力 M. I. T.	白 度 G. E. %
560823	510	59.40	4.66	5.23	39.04	65.72	1.62	27.22	49	29.5
	290	61.66	7.32	7.91	36.80	59.68	3.02	49.01	390	25

560815	500	61.09	7.16	7.81	42.24	69.14	2.79	45.68	257	35
	310	66.94	9.22	9.18	48.32	72.18	3.54	52.92	568	32
560221	505	60.96	8.56	9.36	40.32	66.14	3.21	52.57	440	41.5
	310	61.63	9.94	10.75	39.68	64.38	3.94	63.86	1012	38
560817	500	59.93	8.32	9.25	40.00	66.74	3.35	55.94	383	45
	310	60.76	9.58	10.51	38.08	62.67	4.40	72.46	1030	39

C 硫黃蘇打法 (Caustic Soda-Sulphur Process)

本法即利用硫黃溶解於 NaOH 的蒸煮液內產生部份之硫化鈉，而使其在蒸煮期間緩和藥液對纖維的強烈作用，因此在蒸煮結果可以獲得較強韌紙力之紙漿，茲將蒸煮結果及物理試驗結果列表於下：

第四表 硫黃燒碱法蒸煮製漿結果

(Table 4. Results of Cooking and Pulping with Caustic Soda-Sulfur Process)

蒸 煮 號 數	560630	560704	560703	蒸 煮 號 數	560630	560704	560703	臺灣赤楊
絕 乾 裝 料 g.	360	360	360	游離度 ml.	310	305	300	305
氫 氧 化 鈉 %	21	21	21	乾基重 g/m ²	63.64	63.70	62.46	60.9
硫 黃 %	12	12	12	抗張力 kg	9.30	10.32	10.46	10.4
液 比	4.7	4	4	裂斷長 km	9.34	10.80	11.16	11.38
黑 液 PH	13.2	11.8	11.7	撕 力 g	40.0	43.8	41.0	52.8
最 高 溫 度 °C	165	165	170	撕 力 比	63.0	69.0	66.0	86.7
保 持 時 間 hrs.	2:00	4:00	2:00	頂破力 kg/m ²	4.1	4.6	4.3	4.7
總 時 間 hrs.	3:00	4:45	3:00	破 裂 比	64.4	72.3	69.51	76.5
收 率 %	47.1	46.8	46.2	耐摺力 M. I. T.	2512	444	1192	1317
備 考	硫黃用量比率係對 NaOH 用量之百分比			白度 % G. E.	30.0	30.5	33.0	25.5

五、結果與討論 (Results and discussion)

(1)冷碱法 (Cold Soda Process)

根據前冷碱法結果 (如第一表) 再與六種濶葉樹混合製漿結果，合併成第五表，以比較麻六甲合歡與一般濶葉樹之比較。

第五表 冷碱法麻六甲合歡紙漿與六種濶葉樹混合紙漿比較

(Table 5. Comparison Between Albizzia falcata Pulp and The Mixed Pulp Made from The Six Hardwood Species Sulphur Caustic Process)

游 離 度 ml.	麻六甲合歡	510	405	295	210	100
	六種濶葉樹混合	535	415	310	200	90
乾 基 重 g/m ²	麻六甲合歡	60.43	60.90	66.35	61.65	60.77
	六種濶葉樹混合	62.59	62.75	61.77	56.73	63.84
裂 斷 長 km.	麻六甲合歡	4.14	4.70	5.95	7.24	7.04
	六種濶葉樹混合	2.34	3.40	3.99	5.64	5.32
撕 力 比	麻六甲合歡	60.89	55.68	57.79	49.82	44.22
	六種濶葉樹混合	66.46	61.19	60.50	56.40	50.4
破 裂 比	麻六甲合歡	17.09	23.54	36.76	40.80	41.97
	六種濶葉樹混合	13.48	17.93	22.76	30.98	35.24

根據第五表再繪製成第一圖，分別比較其裂斷長，撕力比及破裂比。

由圖所示可見其裂斷長與破裂比，較六種濶葉樹混合漿紙力為高，但撕力則較低。綜合觀之，麻六甲合歡之冷碱法紙漿，紙力與其他濶葉樹性質相當。

(2)中性亞硫酸鈉法：

麻六甲合歡與六種濶葉樹混合製漿結果之比較，茲列表如第六表與第二圖分析如下：

第六表 中性亞硫酸鈉法麻六甲合歡紙漿與六種潤葉樹混合紙漿之比較

(Table 6. Comparison Between Albizzia falcata Pulp and the Mixed Pulp Made from the Six Hardwood Species with Neutral Sodium Sulfito Process)

游 離 度 ml.	麻六甲合歡	500	—	310	—
	六種潤葉樹混合	480	390	290	220
乾 基 重 g/m ²	麻六甲合歡	60.09	—	66.94	—
	六種潤葉樹混合	59.27	58.49	61.18	59.87
裂 斷 長	麻六甲合歡	7.81	—	9.18	—
	六種潤葉樹混合	6.97	7.92	8.83	9.24
撕 力 比	麻六甲合歡	69.14	—	72.18	—
	六種潤葉樹混合	67.48	65.15	57.53	56.78
破 裂 比	麻六甲合歡	45.48	—	52.92	—
	六種潤葉樹混合	45.07	52.48	56.30	59.89

由以上分析結果可以看出，麻六甲合歡用中性亞硫酸鈉法製漿，其物理性質與其他潤葉樹之比較，並無顯著之差異。

(3) 硫黃燒鹼法：(Sulfur-Caustic Soda Process)

本法係全化學紙漿，所以收率較低，據前第四表之試驗結果，其裂斷長可達11km，撕力比為65，破裂比為72，紙力甚佳，若與少量長纖維木漿相配，即可製造紙力強韌之包裝紙類。

六、麻六甲合歡製漿之經濟價值 (Economic value of Pulping of Albizzia falcata)

麻六甲合歡根據生長報告，在南部地區生長甚佳，以18年生之林木材積生長，最高達 4.14M³，最低為1.66³M，平均為 2.93M³，其33年生林木材積生長最高竟達 17.5M³，平均亦達 14.29M³，其與一般針葉樹和潤葉樹類主要林木之平均值，其材積生長可以列表以對照之。

第七表 麻六甲合歡與其他樹種材積生長比較

(Table 7. Comparison Among Albizzia falcata and Other Hardwood at Per Tree Increments of Volume)

樹齡(年)	杉木(M ³)	柳杉(M ³)	紅檜(M ³)	潤葉樹主要林木平均(M ³)	麻六甲合歡(M ³)	附註
10	0.0485	0.0323	0.0013	0.0014		
15	0.1172	0.0770	0.0033	0.0040		
20	0.2269	0.1472	0.0054	0.0089	2.9324	※18年生南部地區生長平均值
25	0.3292	0.2470	0.0072	0.0171		
30	0.4321	0.3165	0.0096	0.0317		
35	0.5521	0.4620	0.0146	0.0512	14.2903	※33年生半孤立木平均值

第八表 麻六甲合歡各地母樹材積生長比較表

(Table 8. Comparison of Mean Increment of Volume of Parent tree in Various Districts)

地 區 項 目	南 部							中 部	北 部			
	竹頭角	潮州	六 龜	新 化	玉 井	新 營	嘉 義	東 勢	暖 暖	龜 山	文 山	山
林 齡 (年)	18	18	18	18	18	18	33	18	18	18	18	18
總生長量 (M ³)	2.9094	1.9990	3.8464	1.6596	4.1422	3.0201	14.2903	1.7195	1.1430	1.3444	0.8859	
平均生長量(M ³)	0.1616	0.1106	0.2137	0.0922	0.2301	0.1678	0.4330	0.0955	0.0635	0.0747	0.0429	
備 註	成林但撫育不佳	成林但撫育不佳	孤立木	與相思樹成混交林	孤立木	孤立木	半孤立木	與相思樹成混交林撫育不佳	半孤立木	半孤立木	半孤立木	半孤立木

由以上第七、八兩表比較證明，麻六甲合歡可以在最短期間內，於單位面積上生長更多材積之一種樹種。但是由於生長調查之資料並未臻完全，有些被調查之資料係孤立木或半孤立木狀態。故若在大面積純林或混交林下，是否能保持此種生長速度殊屬疑問。

本樹種因其纖維短，在大面積造林情形下若與一般針葉樹得同樣之生長速度，則就經濟收益言實不如栽植針葉樹。如果其總材積生長速率能比針葉樹高出三倍以上才有經濟價值可言。

因此決定本樹種是否適用於工業原料林之價值，尚有賴於大面積之試驗造林，以觀察其單純林或混交林收穫情形、生長地位之選擇性、抗風害之程度，才能決定其能否達到紙源林之經濟價值。

七、結 論 (Conclusions)

(1) 麻六甲合歡製漿試驗結果，用冷鹼法可製得色淡(白度約46%GE)之紙漿，就紙力而言已超過

新聞紙所需之力量。

(2)中性亞硫酸鈉法製漿則可得紙力強韌之紙漿，適合製造包裝紙，經過漂白後可製印書紙等。

(3)硫黃燒鹼法，其紙力更佳，其抗張力可達10kg/15mm以上，頂破力亦達4.6kg/cm²，與潤葉樹紙漿力量比較已為良好之結果。

(4)麻六甲合歡，雖然纖維形態上並不比稻草，蔗渣及其他潤葉樹為優良，但是根據試驗結果，不論在冷鹼法，中性亞硫酸法或硫黃燒鹼法比較，其紙漿強度並不差，有些力量尚較一般為強。此一結果在第五表，第一圖；第六表，第二圖，及第四表中可以顯明看出，其可以證明為可以供給造紙之適當原料。

(5)麻六甲合歡之經濟價值，除瞭解纖維本身在造紙方面，其品質可達何種程度外，端在生長速度為其決定因素，由於缺乏大面積造林木之生長調查資料，尚無法確定其生長速度快到何種程度，即在最短時期內，每公頃林地之總材積若干，可得乾絕原料多少公噸。因此本樹種之大面積造林試驗，與生長量等應作更有系統之調查與研究，在選擇工業原料林言，深具研究價值。

八、參考文獻 (Literature Cited)

- | | |
|-----------------------------|--------|
| 1 劉業經：樹林學。 | |
| 2 劉慎孝等：杉木及柳杉收穫表。 | |
| 3 劉慎孝：阿里山重要針葉樹之生長研究。 | 41年12月 |
| 4 洪長斌：臺灣天然潤葉樹林分生長及經營研究。 | 53年，月 |
| 5 洪長斌：麻六甲合歡在臺灣生長情況之調查研究。 | 55年10月 |
| 6 趙順中、林勝傑：臺灣潤葉樹製漿四種半化學法之比較。 | 55年10月 |
| 7 Tappi Standards | 1963 |

九、英文摘要 (English Summary)

Studies on Pulping and Papermaking of *Albizia falcata* Backer

by

S.C. Chao, Y.C. Ku., T.N. Lin.

English Summary

1. The *Falcate albizzia* is one of the exotic species that has been successfully introduced in Taiwan. It grows very fast, faster than any native coniferous species (See table 7). It will be commercially invaluable if it can be used as raw materials for the industries. However, there is yet no information available at present in Taiwan about the pulp and paper making properties of this tree species. this experiment is therefore aimed to find out possibilities whether this specices can be used as raw material for papermaking.
2. The equipment used in this experiment included a 3-liter stainless steel autoclave, which were heated electrically, a 12" disc-refiner, all beatings were done with a Lampen mill, handsheets were prepared on the standard Tappi sheet-machine, and all tests of physical properties were made in a conditioned room under R.H. 65%.
3. All the samples were collected at the botanical garden in Chiayi. The samples were chipped by manual labor and dried by air-seasoning. The moisture content of chips were measured before they were used for pulping test.

4. Pulping process used on this experiment was Cold Soda, NSSC and Soda-Sulphur and all results were shown on Tables 1,2,3 and 4 respectively. The color of pulp from the Cold Soda process was light and its strength quite suitable for making newsprint. Pulp from the NSSC was suitable for wrapping paper and can also be used for printing paper after bleaching. The findings from the Soda-Sulphur process revealed the fact that the pulp strength was very good. For example, tensile strength in the test reached 10kg/15mm and bursting strength came up to 4.6kg/cm². So, if the pulp was blended with some long-fiber pulp, it might be used for making paper when strength factor was required.
5. In view of the above experiments and finding by the comparisons made with six other hardwood combinations, we were convinced that the Falcate albizzia pulp was very good. This has led us believing that although this tree grows very fast, the quality of the pulp is not adversely affected.
6. Judging from the pulping quality found in this experiment, the Falcate albizzia is good when used as a raw material for making short fiber pulp, but not suitable for long-fiber pulp. It was recognized that the commercial value of any tree species for making pulp and paper was depending on its growth rate. The existing information of growth rate thus collected was from isolated trees which grew much more faster than those in Plantations. Up to the present moment, there is no pure plantation of Falcate albizzia in Taiwan and consequently no reliable comparisons can be made between trees cut from open area and forest. It is very hard to draw any solid conclusions to offer paper industries for reference. More advanced research should be conducted, if possible.



圖 1
 日 日
 日 日

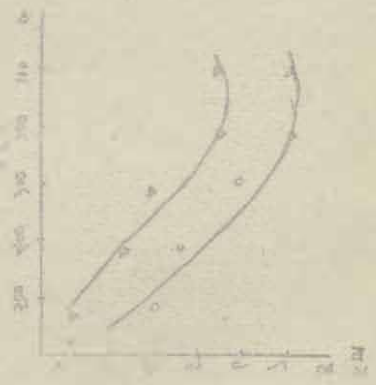
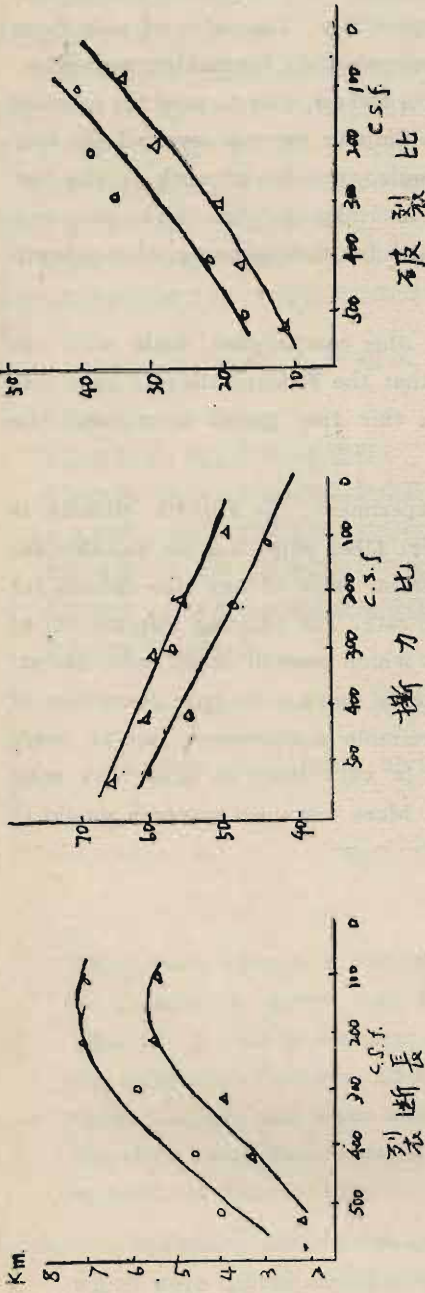
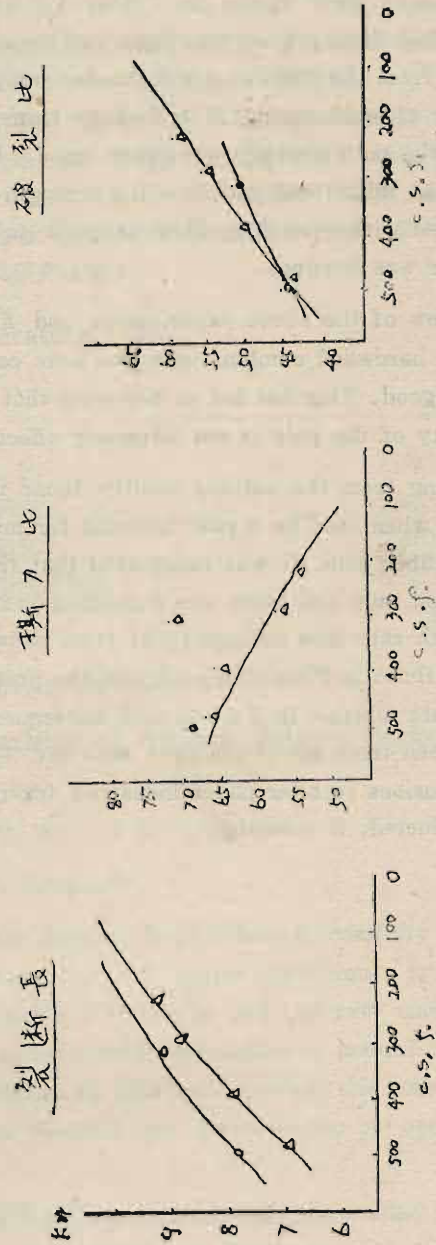


圖 2
 ○ = 某種混合甲大類
 △ = 某種混合甲大類



圖例
 麻六甲合歡紙漿 = ○
 潤葉樹六種混合漿 = △

第一圖 麻六甲合歡紙漿與六種潤葉樹紙漿比較
 (Figure 1. Comparison Between Albizzia falcata Pulp and the Mixed Pulp Made from the Six Hardwood Species)



圖例
 麻六甲合歡紙漿 = ○
 潤葉樹六種混合漿 = △

第二圖 中性亞硫酸鈉法麻六甲合歡紙漿與潤葉樹六種混合紙漿之比較
 (Figure 2. Comparison Between Albizzia falcata Pulp and the Mixed Pulp Made from The Six Hardwood Species with Neutral Sodium Sulfite Process.)