

臺灣省林業試驗所報告

第二十七號

BULLETIN

of

TAIWAN FOREST RESEARCH INSTITUTE

No. 27

臺灣木材乾餾試驗 (一)

金長振 楊志明

Experiment on the Dry-distillation of Wood in Taiwan ⁽¹⁾

by

Chin Chang-Cheng and Yang Cheh-Min

中華民國三十九年十二月

臺灣省林業試驗所印行

臺灣 臺北

Published by

TAIWAN FOREST RESEARCH INSTITUTE

Taipeh, Taiwan, China

December, 1950

目 次

(一) 緒 言	1
(二) 試驗材料	2
(三) 乾餾裝置及其他應用儀器	2
(四) 試驗方法	3
(五) 試驗結果	6
(六) 研 討	10
(七) 結 論	11
(八) 英文摘要	11
(九) 參考文獻	12

臺灣木材乾餾試驗 (一)

金長振 楊志明

Experiment on the Dry-distillation of Wood in Taiwan (1)

by

Chin Chang-Cheng and Yang Cheh-Min

1. 緒 言

木材乾餾工業係將木材或其碎塊鋸屑等，乾餾成木炭、木醋液、木焦油及木煤等，再製成粗木精，醋酸石灰、輕油、重油及木瀝青，更進而由粗木精製純木精或甲醛，醋酸石灰製純醋酸或醋酮，重油製甲酚 (cresol)、磷甲氧基酚 (guaiacol) 等。

木材乾餾工業發達與否，全視木材原料價格是否低廉，其次視交通情況如何。固然近年來甲醇及醋酸合成法，丙酮發酵法之工業興起，已將木材乾餾工業取而代之。但在原料低廉，交通便利之處，該項工業亦未可盡廢，而如能利用炭窑廢烟伐木廢材，於林產收益上言之，未嘗不為收製上述各種物質之良好方法也。

臺灣森林佔全省面積64%，伐木事業亦向極興盛，而伐木廢材，製材廢木，據統計約佔伐木總量70%左右，任其浪費，殊為可惜。此外，臺灣炭窑遍設各地，廢烟一向無人收集，故此種大好資源如能加以利用，其成本之低廉，可毫無疑問也。

本所森林化學系為求木材乾餾及製炭收烟事業，在臺灣有所推進，故設有專室研究，其目的在：

- (1) 分析臺灣各種主要林木乾餾後之成份，並探討其結果對木材乾餾工業，可能發生之影響。
- (2) 就臺中八仙山人原有木材乾餾設備，利用山中廢材，進行大規模乾餾試驗，並製造各種乾餾半成品。
- (3) 設立標準窑，示範收烟，以便推廣全省。
- (4) 建築實驗工廠，精製各種成品，將來並代人設計。
- (5) 改良各種成品精製方法，並研究如何提取木材乾餾新生成物。

本試驗係第一項中就臺灣省產主要木材十一種先行乾餾與分析，並加研討。至所用乾餾與分析之方法，悉依據梁希氏所規定，謹此聲明。

2. 試驗材料

本試驗所採取之材料大都係來自臺中八仙山本所松脂實驗地附近之樹木，共十一種，略可代表本省中部所產之木材，以後在可能範圍內，當再取其他各種主要木材，繼續試驗。

木材取得後，應先置空氣中數個月，或逕將生材置於烘箱中乾燥，再取出放置空氣中二三日，使積氣乾。木材須切成長三公分左右，粗 0.25cm^2 左右之小段，以備應用。同時並須按其斷面上之顯著痕跡分成心材與邊材，其痕跡不顯明者，則取其徑內四分三為心材，其餘為邊材。

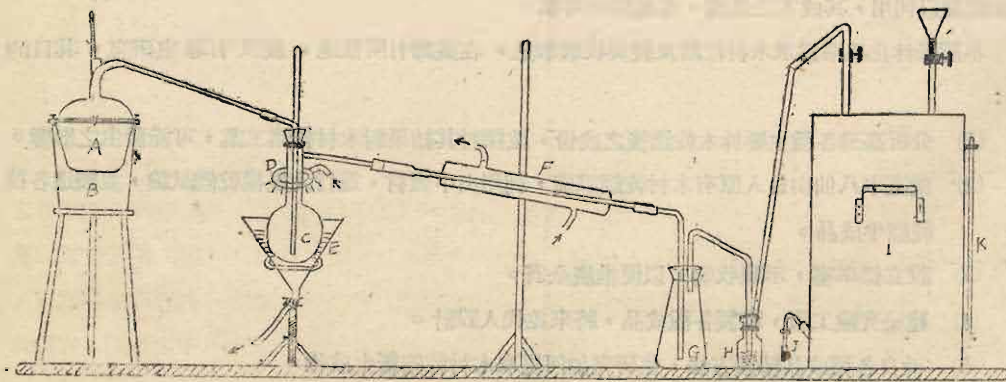
至於材料之用量，第一，以能裝入乾餾釜為度；第二，乾餾液須足夠分析之用；第三，發生之木煤氣能容納於氣體貯蓄器。本試驗用材每次約 200 克左右。

茲將本試驗所取之十一種木材列表如次：

號次	樹種	學名	胸徑	產地	採期	方位	備註
1	高山八角	<i>Illicium leucanthum</i> , Hay.	20.5cm	臺中八仙山神社	36.4.4	SE. 拔海 2,400m	胸徑下 0.5m 段為試材
2	樟樹	<i>Cinnamomum camphora</i> , Nees. et. Eberm.	22.0cm	臺中八仙山佳保臺	36.4.7	N. 拔海 900m	"
3	重陽木	<i>Bischoffia javanica</i> , Blume.	23.5cm	"	36.4.3	N. 拔海 900m	"
4	臺灣五葉松	<i>Pinus formosana</i> , Hay.	22.0cm	"	36.4.8	S. 拔海 850m	"
5	細長葉山茶	<i>Camellia gracilis</i> , Hemsl.	19.5cm	"	36.4.10	N. 拔海 1,000m	"
6	楓香	<i>Liquidambar formosana</i> , Hance.	21.5cm	"	36.4.11	S. 拔海 900m	"
7	鐵杉	<i>Tsuga chinensis</i> , Pritz.	20.5cm	臺中八仙山新山	36.4.16	E. 拔海 2,400m	"
8	臺灣扁柏	<i>Chamaecyparis taiwanensis</i> Mas. et Suzuk.	24.9cm	"	36.4.16	N. 拔海 2,400m	"
9	栓皮櫟	<i>Quercus Variabilis</i> Blume.	23.5cm	臺中八仙山佳保臺	36.5.5	S. 拔海 1,000m	"
10	大葉楠	<i>Lithocarpus castanopsifolia</i> , Hay.	21.0cm	"	36.5.5	N. 拔海 1,000m	"
11	相思樹	<i>Acacia confusa</i> , Merr.		臺北市植物園	37.8.24	拔海 9m	徑 21cm 之大枝材

3. 乾餾裝置及其他應用儀器

(1) 乾餾裝置



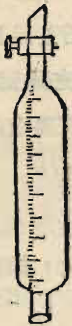
- A 乾餾釜
- B 電爐
- C 蒸餾瓶(第一受器)
- D 噴水圓環
- E 出水漏斗
- F 冷却管
- G 三角瓶(第二受器)
- H 盛水小玻璃瓶
- I 氣體貯蓄器
- J 出水管
- K 水柱(標尺用公升)

銅製乾餾釜 A，接於有枝之蒸餾瓶 C，乾餾釜底為可控制溫度之電爐 B，爐上置有特殊之電鈕，分強、中、弱、斷四部，最強之溫度可達 200-800°C，乾餾釜上插有 500°C 之溫度計，蒸餾瓶頭上套一噴水圓環 D，促使瓶內氣體液化。瓶底托一漏斗 E，漏斗柄套一出水橡皮管，用螺旋夾調節漏斗中之水平面。瓶之側管聯於冷凝器 F，冷凝器連於三角瓶 G，使不在 C 瓶中凝縮之氣體，再凝結於瓶中。三角瓶聯於盛水之小瓶 H，以觀察氣體之流速，瓶 H 則聯於氣體貯蓄器 I，I 中充滿水，迨木煤氣通入時，水則從 J 管流出，其流出量可由水柱 K 讀出。

(2) 應用儀器

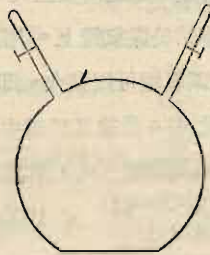
(a) 量度分液漏斗

精密度須能觀察至 0.1c.c.



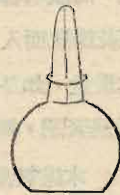
(b) 拔氏氣體密度球

容積約 200c.c.



(c) 比重瓶

容積約為 5c.c. 或 10c.c. 塞上有毛細管



4. 試驗方法

(1) 乾餾步驟

將稱定之氣乾木材放入乾餾釜 A 中，用濕石灰密封。石灰不能過乾或過濕，混好後，用手捏和，置於釜之邊緣，再將釜蓋放上旋緊螺絲。然後將蒸餾瓶連蓋及玻璃管與三角瓶連塞及玻璃管之重量各別稱定，如圖裝好。通電流後，即放氣體貯蓄器之出水口。最初宜用中電流；約十分鐘以後，則有液體流出，再改用強電流，或仍用中電流，以後有白烟自蒸餾瓶中冒出，則暫改用弱電流。如電流調節得宜，則乾餾必甚順利，而三角瓶中亦必甚少液體凝結，至於漏斗中之水面；宜隨時調整保持適當水量。

乾餾過程中宜注意溫度，氣體流量漏洩與否等。迨乾餾將了時，必需用強電流，使能餾出物質完全餾出。及至氣體貯蓄器之出水口涓滴不欲流出時，即先將乾餾釜與蒸餾瓶之聯絡拆開，以防瓶中液體逆流入釜，然後斷電。

(2) 水分之測定

於稱定乾餾木材時，同時用已知重量之稱量瓶稱定 10 克左右之氣乾試材，置於 105°C 之烘箱中乾燥，冷卻稱量，如是反覆操作，至恆量不變時，計算其含水百分率。

(3) 乾餾液與木煤氣及木炭重量之計算

乾餾告竣，將蒸餾瓶連橡皮塞及玻璃管與三角瓶連橡皮塞及玻璃管稱定，得乾餾液總重量；將乾餾液移入圓筒形刻度分液漏斗，其殘存於蒸餾瓶中之遺液可以不顧。從氣體貯蓄器之水柱上讀出氣體之容積，再乘以木煤氣之密度，得木煤氣之重量。乾餾釜候冷卻後啓封，稱定木炭重量。

從乾餾液總重量，木煤氣重量，木炭重量與氣乾試材量，試材算成全乾材量，分別算出其對氣乾材之百分率與全乾材之百分率。計算乾餾液對全乾材之產量百分率時，應從乾餾液總重量中減去試材中所含之水分。

(4) 木煤氣密度之測定

將拔氏氣體密度球 (Balloon's gas density bulb) 先用抽氣機抽成真空，稱其重量，發現漏氣時，須設法補救，如是稱整三次，求其平均量(1)。其次將球之一端聯結抽氣機，他端聯結 CaCl₂ 之乾燥瓶，使球內充滿乾燥空氣，緊閉活塞，稱量，如是稱整三次，求其平均量(2)。然後將球之一端聯結乾燥瓶，而瓶則聯結氣體貯蓄器，他端聯結於煤氣燈上。用清水由貯蓄器上之漏斗徐徐流入，木煤氣即經乾燥瓶而入玻璃球，再至煤氣燈。迨煤氣燈可以點火，即為球中充滿木煤氣之證。乃閉玻璃活塞，稱其重量，如是稱整三次，求其平均量(3)。最後又於球中盛滿再度蒸餾之水 (Redistilled water)，將活塞緊閉，擦乾表面，稱定重量，如是稱整三次，求其平均量(4)。

$$\text{木煤氣密度} = \frac{\text{玻璃球中木煤氣重量}(3) - (1)}{\text{玻璃球中水量}(4) - (1)} \times 1000$$

一公升乾燥空氣重量可用同樣方法計算，空氣密度隨氣壓與溫度而變化，結果應與 Miller 氏表校正。誤差小，則木煤氣密度值正確。

(5) 木醋液及木焦油之分類及計算

蒸餾瓶中之乾餾液移入刻度分液漏斗後，靜放二晝夜至三晝夜，沈降既定，記錄漏斗中乾餾液全容量 V，木焦油容量 V₁，木醋液容量 V₂，於漏斗柄放出 5cc 木焦油於已稱定重量之量筒中，稱其重量，算出密度 d₁，乘以容量 V₁，得漏斗中之木焦油重量 g₁，更由漏斗口倒出木醋液使裝滿於已稱定重量並已計算出確實容積之比重瓶中，稱其重量，算出密度 d₂，乘以容量 V₂，得漏斗中之木醋液重量 g₂。將 g₁ 與 g₂ 相加，得漏斗中乾餾液全重量 g。

乾餾液從蒸餾瓶倒入分液漏斗時，不能全體倒出，故漏斗中之液量，不能視作原來乾餾液之總重量。今設原來乾餾液之總重量為 G，木焦油量為 G₁，木醋液量為 G₂，則：

$$G_1 = g_1/g G \quad G_2 = g_2/g G$$

$$\text{乾餾液中木焦油含量}\% (\text{氣乾材}) = \frac{G_1}{G} \cdot 100$$

$$\text{乾餾液中木醋液含量\% (氣乾材)} = \frac{G_2}{G} \cdot 100$$

假定氣乾試材量為 S, 則:

$$\text{氣乾材之木焦油產量\%} = G_1/S \cdot 100$$

$$\text{氣乾材之木醋液產量\%} = G_2/S \cdot 100$$

又若由全乾材計算其產量, 則:

設氣乾試材中所含之水分為 m

$$\text{乾餾液中木焦油含量\% (全乾材)} = \frac{G_1}{G-m} \cdot 100$$

$$\text{乾餾液中木醋液含量\% (全乾材)} = \frac{G_2-m}{G-m} \cdot 100$$

$$\text{全乾材之木焦油產量\%} = \frac{G_1}{S-m} \cdot 100$$

$$\text{全乾材之木醋液產量\%} = \frac{G_2-m}{S-m} \cdot 100$$

(6) 木醋液中醋酸之測定

精確稱定木醋液一克左右, 以蒸餾水稀釋至無色或色甚淡, 用苛性鉀規定液滴定, 酚酞 (Phenolphthalein) 為指示劑。

$$\text{木醋液中醋酸量} = \frac{N \times cc \times \text{醋酸克當量}(60)}{100 \times \text{試液重量}} \times \text{木醋液重量}$$

設醋酸量為 X 則:

$$\text{木醋液中醋酸\% (氣乾材)} = \frac{X}{G_2} \times 100$$

$$\text{木醋液中醋酸\% (全乾材)} = \frac{X}{G_2-m} \times 100$$

$$\text{氣乾材之醋酸產量\%} = \frac{X}{S} \times 100$$

$$\text{全乾材之醋酸產量\%} = \frac{X}{S-m} \times 100$$

(7) 木醋液中粗木精之測定——比重法——

精密量出 80c.c. 木醋液, 放在油浴上蒸出半數, 加苛性鉀液使成鹼性, 再蒸出其半數, 最後又蒸出其半數 10c.c. 用比重瓶 (Pycnometer) 測定其比重 d, 根據 Dittmar & Fawsitt 氏木精濃度比重對照表求得濃度 y%

$$\text{試液中木精之含量 (80c.c.)} = 10 \times d \times y/100$$

$$\text{木醋液之全容量 } V_2 = \text{漏斗中之木醋液容量 } V_2 \times \frac{G_2}{g_2}$$

$$\text{木醋液全量中粗木精含量 } W = \text{試液中木精含量} \times \frac{V_2}{80}$$

$$\text{木醋液中粗木精含量\% (氣乾材)} = \frac{W}{G_2} \times 100$$

$$\text{木醋液中粗木精含量\% (全乾材)} = \frac{W}{G_2 - m} \times 100$$

$$\text{氣乾材之粗木精產量\%} = \frac{W}{S} \times 100$$

$$\text{全乾材之粗木精產量\%} = \frac{W}{S - m} \times 100$$

5. 試驗結果

(1) 試材及其含水量

編號	材種	氣乾試材量(g)	由氣乾材算出含水量(%)	由全乾材算出含水量(%)	試材中含水量(g)	試材算成全乾材量(g)	
1	高山八角	心材	220	14.51	16.93	31.92	188.08
		邊材	240	15.10	17.78	36.24	203.76
2	樟樹	心材	200	15.98	19.02	31.96	168.04
		邊材	200	15.35	18.13	36.70	169.30
3	重陽木	心材	200	18.59	22.88	37.18	162.82
		邊材	200	17.60	21.33	35.20	164.80
4	臺灣五葉松	心材	200	11.42	12.93	22.84	177.16
		邊材	200	12.73	14.59	25.46	174.54
5	細長葉山茶	心材	180	15.77	18.72	28.39	151.61
		邊材	185	16.57	19.02	30.65	154.35
6	楓香	心材	200	13.23	15.22	26.46	173.54
		邊材	200	13.89	16.13	27.78	172.23
7	鐵杉	心材	200	15.35	18.15	30.70	169.30
		邊材	200	15.93	19.10	31.86	168.14
8	臺灣扁柏	心材	300	10.62	11.88	31.86	263.14
		邊材	200	10.65	11.92	21.30	178.10
9	栓皮櫟	心材	200	11.23	12.65	22.46	177.54
		邊材	200	11.23	12.65	22.46	177.54
10	大葉槲	心材	200	9.83	10.90	19.66	180.34
		邊材	200	11.20	12.55	22.40	177.60
11	相思樹	心材	200	5.96	6.34	11.92	188.08
		邊材	250	12.00	13.64	30.60	220.00

(2) 乾餾液與木炭及木煤氣產量

編號	材種	乾餾液 總重量 (g)	乾餾液 重量對 氣乾材 %	乾餾液 重量對 全乾材 %	木炭重 量(g)	木炭重	木炭重	木炭重	木煤氣	木煤氣	木煤氣	誤差 對氣乾材 %	誤差 對全乾材 %	
						量對全 乾材%	量對全 乾材%	容量 (l)	重量 (g)	重量對 氣乾材 %	重量對 全乾材 %			
1	高山八角	心材	119.4	54.27	46.51	62.5	28.41	33.24	37.0	39.3	17.83	29.90	-0.54	-0.65
		邊材	135.3	56.37	48.62	65.3	27.21	32.04	37.8	40.5	16.87	19.88	-0.45	-0.54
		平均		55.82	47.56		27.31	32.64			17.36	20.39	-0.50	-0.60
2	樟樹	心材	112.0	58.00	47.64	56.5	23.25	33.63	28.0	31.1	15.55	18.51	+0.20	+0.22
		邊材	111.0	55.50	47.48	58.0	29.00	34.27	27.8	31.7	15.85	18.71	-0.55	-0.46
		平均		55.75	47.54		28.62	33.95			15.70	18.61	-0.07	-0.12
3	重陽木	心材	106.3	53.15	42.50	59.5	29.75	36.47	31.0	35.2	17.60	21.65	-0.50	-0.62
		邊材	106.6	53.30	43.29	59.0	29.50	35.80	30.4	34.4	17.20	20.37	0.00	0.00
		平均		53.22	42.90		29.63	36.14			17.40	21.26	-0.25	-0.31
4	臺灣五葉松	心材	106.0	53.00	46.94	60.5	30.25	34.18	30.8	34.8	17.40	19.64	-0.65	-0.76
		邊材	111.0	55.50	49.01	59.0	29.50	33.80	26.2	29.7	14.83	17.02	+0.15	+0.17
		平均		54.25	47.97		29.88	33.99			16.22	18.33	-0.25	-0.30

5	細長葉山茶	心材	100.6	55.89	47.63	52.0	28.89	24.41	22.5	24.8	13.78	16.36	+1.44	+1.70
		邊材平均	103.4	55.89	47.13	53.5	28.92	34.66	24.6	27.3	14.76	17.69	+0.43	+0.52
6	楓香	心材	113.0	56.50	49.87	55.5	27.75	31.98	33.5	37.1	18.50	21.38	-2.75	-3.23
		邊材平均	112.0	56.00	48.90	55.5	27.75	32.24	32.4	35.1	17.55	20.38	-1.30	-1.51
7	鐵杉	心材	109.0	54.50	46.25	59.5	29.75	35.14	29.9	33.6	16.80	19.85	-1.05	-1.24
		邊材平均	113.0	56.50	48.26	54.0	27.00	32.13	36.5	40.8	20.40	24.26	-3.90	-4.64
8	臺灣扁柏	心材	163.3	54.43	49.02	87.5	29.17	32.63	48.0	54.0	18.20	20.36	-1.80	-2.01
		邊材平均	103.6	51.80	46.05	60.0	30.00	33.58	33.0	39.4	19.70	22.05	-1.15	-1.68
9	徑皮櫟	心材	103.5	51.75	45.65	62.5	31.25	35.20	30.4	34.2	17.10	19.26	-0.10	-0.11
		邊材平均	104.0	52.00	45.93	59.7	29.85	33.63	33.4	36.5	18.25	20.56	-0.10	-0.12
10	大葉櫟	心材	101.8	50.90	45.55	64.0	32.00	35.49	30.2	35.0	17.50	19.41	-0.40	-0.45
		邊材平均	108.2	54.10	48.31	63.0	31.50	35.47	27.0	29.3	14.65	16.49	-0.25	-0.27
11	相思樹	心材	100.5	50.25	47.10	69.6	34.75	36.95	32.2	36.1	18.05	19.20	-3.05	-3.25
		邊材平均	134.0	53.60	47.27	70.0	33.00	31.82	37.4	42.5	17.00	19.31	+1.40	+1.60

註：表內誤差項附有符號「+」者示不足數，「-」者示超過量

(3) 木焦油與木醋液產量

編號	材種	漏斗中	漏斗中	漏斗中	原來乾	原來乾	乾餾液	乾餾液	乾餾液	乾餾液	木材之	木材之	木材之	木材之	
		乾餾液 重量 (g)	木焦油 重量 (g)	木醋液 重量 (g)	餾液中 之木醋 液重量 (g)	餾液總 量中之 木焦油 重量 (g)	中之木 焦油 對氣乾 材%	中之木 焦油 對全乾 材%	中之木 醋液 對氣乾 材%	中之木 醋液 對全乾 材%	木焦油 產量 對氣乾 材%	木焦油 產量 對全乾 材%	木醋液 產量 對氣乾 材%	木醋液 產量 對全乾 材%	
1	高山八角	心材	117.35	10.96	106.39	107.22	11.18	9.73	12.69	90.65	87.31	5.08	5.95	48.74	49.66
		邊材平均	130.72	18.25	112.47	116.40	18.90	14.12	19.69	85.88	80.91	7.88	9.28	43.50	39.33
2	樟樹	心材	104.56	11.05	93.51	99.61	12.39	10.58	15.50	89.42	84.50	6.19	7.38	49.30	40.30
		邊材平均	107.61	14.91	92.70	95.60	15.40	13.88	19.20	86.12	80.80	7.46	9.10	47.80	38.30
3	重陽木	心材	103.93	8.63	95.30	97.50	8.85	8.32	12.80	91.68	87.30	4.43	5.44	48.80	37.09
		邊材平均	106.57	12.05	94.52	94.54	12.05	11.31	16.86	83.69	83.14	6.03	7.32	47.30	36.01
4	臺灣五葉松	心材	105.48	15.08	90.40	90.83	15.17	14.32	18.25	85.68	81.75	7.59	9.64	45.42	38.35
		邊材平均	108.50	14.18	94.33	96.50	14.50	13.07	16.97	86.95	83.03	7.25	8.32	48.25	40.63
5	細長葉山茶	心材	99.44	14.61	85.78	86.17	14.43	14.34	19.98	85.66	80.62	8.62	9.52	47.83	38.11
		邊材平均	102.80	11.91	90.92	91.43	11.97	11.58	16.49	88.42	83.51	6.47	7.70	45.58	38.93
6	楓香	心材	112.95	10.95	102.00	102.05	10.95	9.70	12.65	90.30	87.35	5.48	6.31	51.03	43.61
		邊材平均	110.41	12.10	98.31	99.72	12.28	10.93	14.53	89.07	85.47	6.14	7.11	49.86	41.78
7	鐵杉	心材	106.95	12.54	93.51	96.00	12.89	11.82	16.50	83.18	83.50	6.44	7.62	48.00	38.28
		邊材平均	109.90	13.00	96.90	99.75	13.37	11.83	16.48	88.17	83.52	6.09	7.95	49.88	40.29
8	臺灣扁柏	心材	159.10	29.26	129.84	133.27	30.03	18.39	22.35	81.61	77.15	10.01	11.79	44.42	37.32
		邊材平均	103.58	13.18	90.40	90.40	13.20	12.14	16.04	87.26	83.93	6.60	7.89	45.20	38.75
9	徑皮櫟	心材	100.53	14.09	86.24	88.96	14.53	14.04	17.94	85.95	82.06	7.27	8.18	44.48	37.46
		邊材平均	101.69	9.96	91.73	93.81	10.19	9.79	12.50	90.20	87.50	5.09	5.74	46.91	40.20
10	大葉櫟	心材	99.15	8.40	90.75	93.17	8.63	8.47	10.50	91.13	89.50	4.24	4.78	46.59	40.81
		邊材平均	105.23	8.73	96.50	99.22	8.98	8.29	10.46	91.72	89.54	4.49	5.06	49.61	43.25
11	相思樹	心材	97.03	8.16	88.87	92.05	8.45	8.41	9.54	91.59	90.46	4.23	4.49	46.02	42.60
		邊材平均	129.14	12.19	116.95	121.35	12.65	9.44	12.16	90.59	87.34	5.06	5.70	48.60	41.12

(4) 木醋液滴定之結果

編號	材種	試液重量 (g)	規定液用量 (c.c.)	試液中醋酸量 (g)	木醋液總量中 醋酸量(g)	木醋液中 醋酸 (對氣乾 材%)		氣乾材之 全乾材之 醋酸產量 醋酸產量 (%)	
						100%	100%	(%)	(%)
1	高山八角 平均	心材	4.33	0.12950	11.66	10.88	15.49	5.30	6.21
		樹邊材	2.78	0.06635	9.85	8.46	12.27	4.10	4.83
2	樟 平均	心材	0.72	0.02139	9.74	9.77	14.39	4.87	5.78
		樹邊材	2.52	0.07500	7.16	7.94	11.05	3.53	4.23
3	重陽木 平均	心材	1.03	0.03064	7.57	7.77	12.58	3.29	4.66
		樹邊材	0.46	0.01365	7.95	8.35	13.40	3.93	4.83
4	臺灣五葉 松 平均	心材	1.00	0.02965	7.00	7.72	10.39	3.50	3.96
		樹邊材	0.30	0.00910	9.30	10.37	13.04	4.65	5.34
5	細長葉山 茶 平均	心材	1.33	0.03940	8.07	9.36	13.99	4.48	5.32
		樹邊材	4.20	0.12470	9.28	10.21	15.26	5.02	6.01
6	福 香 平均	心材	1.18	0.03500	14.01	13.74	16.33	7.01	8.03
		樹邊材	1.55	0.04600	10.82	10.85	15.08	5.41	6.38
7	鐵 杉 平均	心材	0.65	0.01930	6.75	7.03	10.33	3.38	3.98
		樹邊材	1.50	0.04450	8.43	8.45	12.40	4.21	5.02
8	臺灣扁柏 平均	心材	0.90	0.02040	11.61	8.71	11.45	3.87	4.33
		樹邊材	1.55	0.04600	8.16	9.05	11.85	4.03	4.57
9	桉皮 平均	心材	1.11	0.03300	10.78	11.95	15.62	5.39	6.07
		樹邊材	0.97	0.02880	13.34	14.21	18.70	6.67	7.52
10	大葉 平均	心材	1.55	0.04600	11.28	12.07	15.33	5.64	6.25
		樹邊材	1.60	0.04750	15.29	15.30	20.80	7.65	8.43
11	相思 平均	心材	1.33	0.03130	8.51	8.47	15.11	4.26	4.52
		樹邊材	2.35	0.06460	15.66	12.90	17.14	6.23	7.12

(5) 木醋液中所含粗木精之測定

編號	材種	試液量 (c.c.)	最後蒸出液中之 出液之 比重		蒸出液中之 木精 百分率		試液中木 精含量 (g)	木醋液 全容量 (c.c.)	木醋液全 量中之木 精 (g)	木醋液中 之木精 (對全乾材 %)	木醋液中 之木精 (對全乾材 %)	氣乾材之 木精產量 (%)	全乾材之 木精產量 (%)	
			0.9810	11.0	1.0791	102.8								1.3608
1	高山八角 平均	心材	80	0.9810	11.0	1.0791	102.8	1.3608	1.27	1.81	0.60	0.72		
		樹邊材	80	0.9870	7.0	0.6909	109.7	0.9435	0.81	1.13	0.39	0.46		
2	樟 平均	心材	80	0.9770	14.0	1.3674	95.8	1.6380	1.43	2.13	0.82	0.97		
		樹邊材	80	0.9670	21.0	2.0260	92.9	2.3490	2.46	3.74	1.17	1.39		
3	重陽木 平均	心材	80	0.9871	7.0	0.6910	94.4	0.8151	0.84	1.35	0.41	0.50		
		樹邊材	80	0.9830	10.0	0.9830	91.1	1.1130	1.21	1.95	0.53	0.68		
4	臺灣五葉 松 平均	心材	80	0.9875	7.0	0.6913	86.5	0.7430	0.82	1.10	0.37	0.42		
		樹邊材	80	0.9874	7.0	0.6912	91.8	0.7923	0.82	1.12	0.40	0.46		
5	細長葉山 茶 平均	心材	80	0.9840	9.0	0.8856	85.2	0.9432	1.09	1.63	0.52	0.62		
		樹邊材	80	0.9830	10.0	0.9830	87.7	1.0675	1.16	1.75	0.57	0.69		
6	福 香 平均	心材	80	0.9763	14.0	1.3675	97.0	1.6580	1.62	2.19	0.83	0.96		
		樹邊材	80	0.9302	11.0	1.0782	95.3	1.2347	1.23	1.73	0.64	0.75		

7	鐵杉	心材	80	0.9847	8.5	0.8362	92.3	0.9640	1.00	1.45	0.48	0.57
		邊材	80	0.9911	5.0	0.4955	94.7	0.5860	0.59	0.86	0.29	0.35
		平均							0.80	1.15	0.38	0.46
8	臺灣扁柏	心材	80	0.9865	7.0	0.7201	126.2	1.1358	0.85	1.12	0.38	0.42
		邊材	80	0.9860	8.0	0.7888	86.0	0.8480	0.94	1.27	0.42	0.47
		平均							0.90	1.20	0.40	0.45
9	栓皮櫟	心材	80	0.9807	11.0	1.0788	84.3	1.1968	1.8	1.71	0.57	0.64
		邊材	80	0.9829	10.0	0.9829	89.5	1.0993	1.17	1.54	0.55	0.62
		平均							1.22	1.62	0.56	0.63
10	大葉楠	心材	80	0.9834	6.0	0.5930	88.3	0.6546	0.59	0.89	0.33	0.36
		邊材	80	0.9824	10.0	0.9824	94.0	1.1543	1.16	0.50	0.58	0.65
		平均							0.83	1.29	0.45	0.51
11	相思樹	心材	80	0.9680	20.4	1.9740	89.3	2.2035	2.39	2.75	1.10	1.17
		邊材	80	0.9740	15.3	1.5939	116.5	2.2409	1.84	2.45	0.90	1.02
		平均							2.11	2.60	1.00	1.09

(6) 100克全乾材乾餾生產物

樹種	木炭產量(g)	木煤氣產量(g)	乾餾液產量(g)	木焦油產量(g)	木醃液			木精產量(g)	醋酸產量(g)	
					木醃液產量(g)	木醃液木精含量%	木醃液醋酸含量%			
高八山角	心材	33.24	20.90	46.51	5.95	40.06	1.81	15.49	0.72	6.21
	邊材	32.04	19.83	48.62	9.23	39.33	1.18	12.27	0.45	4.83
	平均	32.64	20.39	47.56	7.61	39.69	1.49	13.88	0.59	5.52
樟樹	心材	33.63	18.51	47.64	7.38	40.30	2.13	14.39	0.97	5.78
	邊材	34.27	18.71	47.48	9.10	38.30	3.74	11.05	1.39	4.23
	平均	33.95	18.61	47.56	8.24	39.30	2.94	12.72	1.18	5.00
重陽木	心材	36.47	21.65	42.50	5.44	37.09	1.35	12.58	0.50	4.66
	邊材	35.41	20.92	43.33	7.32	36.01	1.93	13.40	0.70	4.83
	平均	35.94	21.29	42.94	6.38	36.55	1.64	12.99	0.60	4.75
細山長葉茶	心材	34.31	16.36	47.63	9.52	38.11	1.63	13.99	0.62	5.32
	邊材	34.06	17.69	47.13	7.70	35.93	1.75	15.26	0.69	6.01
	平均	34.43	17.03	47.38	8.61	37.02	1.69	14.62	0.65	5.66
楓香	心材	31.98	21.33	49.37	6.31	43.61	2.19	16.33	0.96	8.08
	邊材	32.74	20.38	43.90	7.11	41.73	1.78	15.03	0.75	6.38
	平均	32.36	20.88	49.38	6.71	42.69	1.98	15.73	0.85	7.23
栓皮櫟	心材	35.20	19.26	45.65	8.18	37.46	1.71	15.62	0.64	6.07
	邊材	33.63	20.56	45.93	5.74	40.20	1.59	13.70	0.62	7.52
	平均	34.42	19.91	45.79	6.96	38.83	1.62	17.16	0.63	6.80
大葉楠	心材	35.49	19.41	45.55	4.78	40.31	0.89	15.33	0.36	6.52
	邊材	35.47	16.49	43.31	5.06	43.25	1.50	20.80	0.65	8.43
	平均	35.48	17.95	46.93	4.92	42.03	1.20	18.06	0.51	7.36
相思樹	心材	36.95	19.20	47.10	4.49	42.60	2.75	15.11	1.17	4.52
	邊材	31.82	19.31	47.27	5.70	41.52	2.45	17.14	1.02	5.87
	平均	34.32	19.26	47.18	5.10	42.06	2.60	16.13	1.09	5.15
臺灣五葉松	心材	34.18	19.64	46.94	9.64	38.35	1.10	10.30	0.42	3.96
	邊材	33.80	17.02	49.01	3.32	40.63	1.12	13.94	0.46	5.34
	平均	33.99	18.33	47.98	8.98	39.49	1.11	12.12	0.44	4.65
鐵杉	心材	35.14	19.85	46.25	7.62	38.28	1.45	10.33	0.57	3.98
	邊材	32.12	24.26	48.26	7.95	40.29	0.85	12.40	0.35	5.02
	平均	33.63	22.05	47.26	7.78	39.28	1.15	11.36	0.46	4.50
臺灣扁柏	心材	32.03	20.36	40.02	11.19	37.82	1.12	11.45	0.42	4.33
	邊材	33.58	22.05	46.05	7.39	38.65	1.27	11.85	0.47	4.57
	平均	32.81	21.21	47.54	9.29	38.23	1.20	11.65	0.45	4.45

6. 研 討

(1) 誤差之產生

(a) 水分之測定

木材中之樹脂，常在 105°C 左右揮發，以致使木材之水分百分比增加，針葉樹因含樹脂較多，故此現象尤甚，測定水分之新法，係用 Xylene 或其他溶劑與木材試料共同蒸餾，然後由其容積算出其百分比。但此種試驗之試料，必須為碎屑或碎片，然木材磨成碎屑或碎片時，固已有部分水分消失也。

(b) 木醋液與木焦油之分離

木焦油中含有溶解木焦油，常混入木醋液中，致靜置分離不能完全，吾人如欲較徹底分離，須將乾餾液蒸餾，至木醋液完全蒸發為止。但實際上，蒸餾至最後，木醋液不易完全蒸出，而木焦油反而有少量氣化，結果油與液仍不能絕對劃分。

(c) 醋酸之測定

木醋液中含酸類甚多，不獨醋酸一種而已，故由滴定法計算所得結果並不甚正確。

(d) 粗木精之測定

比重法蒸餾所得之粗木精 (Wood Naphtha) 除木精 (methyl alcohol) 外，尚有丙酮 (acetone) 甲醛 (acetaldehyde) 葱醇 (allyl alcohol) 與其他夾雜物，非單純蒸餾所能劃分。用蔡式 (Zeiss) 裝置測定較精確，但頗繁雜。

(e) 試驗與計算之疏忽

誤差既不可避免，試驗結果亦自須修正，如針葉樹中含樹脂較多，水分之試驗值當較應有值稍多，而試材折合成全乾材計算後，木焦油之百分比較實際應有者為多，木醋液之百分比較實際應有者為少，溶解木焦油混入木醋液中，使木焦油與木醋液之計算值均減少。醋酸及粗木精之含有率，則因試驗不精確均較實際上所含者為高。至於吾人應如何校正誤差之數目，或作更精確之試驗，須待更進一步之研究。

(2) 針葉樹與闊葉樹之比較

一般樹木，針葉樹之木焦油含量較闊葉樹為多，木精及醋酸含量較闊葉樹為少，吾人現可由第六表所列結果證明，其所以如此之原因，因針葉樹含樹脂較多之故。然乾餾液總量又均在百分之四十七左右，故木材中可變為乾餾液之物質實相等也。

乾餾釜底部大都無餾液出口，本試驗所用之小型乾餾釜亦然，故針葉樹之樹脂在 110°C 左右餾出時，因底部無出口流出，遂在高溫時分解變成揮發物，自上部逸出，經冷却器凝縮後亦不再全部變回樹脂及油類。此所以實際上針葉樹與闊葉樹乾餾各種成分相差甚多，而在本試驗第六表中結果相差有時並不十分顯著之原因。針葉樹中之樹脂及油類為極有用之物品，此處應特別提及之。

本試驗所分析之十一種木材中，五葉松、檜（即鐵杉）、檜（即扁柏）為針葉樹，其餘為闊葉樹。闊葉樹中之相思樹為臺灣一般製炭最常用而又最好之材料，其乾餾生成物中，木焦油僅含 5.10%

，而木精則達 1.09% ，相思樹之炭質亦極佳，樹皮又可提製單寧，故為潤葉樹中 乾餾製炭之理想原料；樟樹之木焦油及木精之含量雖均多，但樟樹為提製樟腦之原料，故絕不能移作乾餾製炭之用。醋酸之含量最多者為楓及大葉欏，均在 7% 以上，其次為栓皮櫟，含 6.8% ，此三種樹木則又同產於海拔 1,000m 之山林中。重陽木及大葉欏之木炭產量均高，在 35% 以上，但該樹木之木炭炭質尚未曾試驗，故不知是否為製炭之優良材料，針葉樹中之扁柏為臺灣生產最多及應用最廣之樹木，此處且不論其木材本身應用為何，其精油為松節油之代用品，在工業上及醫藥上用途均甚廣。故吾人實應利用扁柏伐製後之廢材，用針葉樹乾餾方法提取其中之精油。由第六表中吾人可以看出扁柏之木焦油產量為十一種中之最高者，達 9.29% ，木精及醋酸產量則又為最低者，其所以致此之原因，由於扁柏中含精油量甚多之故也。

7. 結 論

木材乾餾之分析最難正確，因一則試驗手續上有各種誤差產生，二則即同一樹種，因產地、位置、枝幹之分別，結果亦各有不同。本試驗為顧及此點，故所有樹木中，除相思樹一種外，均採集自八仙山佳保臺附近，並同取其胸徑下 0.5m 一段為試材，每種作數次 (2~3 次) 試驗而求其平均值。此種結果雖不能代表各地同一樹種之乾餾成分，但至少能將各樹種之乾餾成分作一比較，而此比值則不因有樹種產地位置枝幹之別有大差異也。

臺灣之重要樹種極多，本試驗之十一種不過為此類試驗中之首次分析，臺灣省林業試驗所森林化學系木材乾餾試驗室今後當按第一節揭示之目的繼續努力，以求該項事業在臺灣有所推進，如臺灣之林產製造能因此而有發展，使廢材盡得利用，則更幸甚矣。

8. 英文摘要 (English Summary)

Experiment on the Dry-distillation of wood in Taiwan

The purpose of this experiment is to determine the percentage yields from the dry-distillation of 11 Species of important Taiwan woods which were collected from Pa Sian Mountain in Taichun last year (1947) except *Acacia confusa*.

The samples are air dry wood and have been cut into suitable size. The results are converted into percentages of oven-dry wood by minus the water content from air-dry wood.

The experiment was taken place in the wood dry-distillation laboratory of Taiwan Forest Research Institute. It began in May 1948 and then last for half a year. Of course, in order to make an improve in Taiwan forest product chemical industry the experiment will be still going on hereafter.

The wood sample is distilled dryly in a small retort by a controllable electric furnace. The distillate is condensed into a glass bottle and a conical flask. Then, the yields from the dry-distillation of wood are analyzed as the percentages of charcoal, wood-gas, wood-tar, pyroligneous acid, wood alcohol and acetic acid by the common analytical methods. The results are list in the table on the next page.

Among the 11 trees *Pinus formosana*, *Tsuga Chinensis* and *Chamaecyparis obtusa* are coniferous trees, and the others are broadleaf trees. The coniferous tree is rich in resin content, so its distillate has higher composition of tar. The broad leaf tree is not rich in resin content, so its distillate has only a lower composition of tar but

higher composition of wood alcohol and acetic acid. This difference between coniferous trees and broad leaf trees show that they have different properties, uses and dry-distillation methods.

Yields from the Dry-distillation of 11 species of Important Taiwan (Formosa) Woods-results in percentages of oven-dry (105°C) wood.

Species		Char-coal	Wood gas	Distillate	Wood Tar	Pyroigneous acid	Wood alc.	Acetic acid
Illicium leucanthum, Hay.	Heart	33.24	20.90	46.51	5.95	40.06	0.72	6.21
	Sap	32.04	19.83	48.62	9.23	39.33	0.46	4.83
	Mean	32.64	20.39	47.56	7.61	39.59	0.59	5.52
Cinnamomus calmphora, Nees	Heart	33.63	18.51	47.64	7.33	40.30	0.97	5.73
	Sap	34.27	18.71	47.48	9.10	38.30	1.39	4.25
	Mean	33.95	18.61	47.56	8.24	39.30	1.18	5.00
Bischoffia javanica, Blume	Heart	36.47	21.65	42.50	5.44	37.09	0.50	4.63
	Sap	35.41	20.92	43.33	7.32	36.01	0.70	4.83
	Mean	35.94	21.23	42.94	6.38	36.55	0.60	4.75
Camellia gracilis, Hemsl	Heart	34.31	16.36	47.63	9.52	38.11	0.62	5.32
	Sap	34.66	17.69	47.13	7.70	35.93	0.69	6.01
	Mean	34.48	17.03	47.33	8.61	37.02	0.55	5.66
Liquidambar formosana, Hance	Heart	31.93	21.33	49.37	6.31	43.61	0.96	8.03
	Sap	32.24	20.33	48.90	7.11	41.78	0.75	6.33
	Mean	32.11	20.83	49.33	6.71	42.69	0.85	7.23
Quercus variabilis, Blume	Heart	35.20	20.15	45.65	8.18	37.46	0.64	6.07
	Sap	33.63	20.56	45.93	5.74	40.20	0.62	7.52
	Mean	34.42	20.35	45.79	6.96	38.83	0.63	6.80
Lithocarpus castanop- sifolia, Hay.	Heart	35.49	19.41	45.55	4.78	40.81	0.33	6.25
	Sap	35.47	16.49	48.31	5.06	43.25	0.65	8.48
	Mean	35.48	17.35	46.93	4.92	42.03	0.50	7.36
Acacia confusa, Merr.	Heart	36.95	19.20	47.10	4.49	42.60	1.17	4.52
	Sap	31.82	19.31	47.27	5.70	41.52	1.02	7.05
	Mean	34.33	19.26	47.18	5.10	42.06	1.09	5.78
Pinus formosana, Hay.	Heart	34.18	19.64	46.94	9.64	38.35	0.42	3.93
	Sap	33.80	17.02	49.01	8.32	40.63	0.46	5.34
	Mean	33.99	18.33	47.98	8.98	39.49	0.44	4.65
Tsuga chinensis, Pritz	Heart	35.14	19.85	46.25	7.62	38.23	0.57	3.98
	Sap	32.12	24.26	48.26	7.95	40.29	0.35	5.02
	Mean	33.63	22.05	47.26	7.78	39.23	0.46	4.50
Chamaecyparis taiwan- ensis Mas.et suzuk.	Heart	32.63	20.35	49.02	11.29	37.32	0.42	4.33
	Sap	33.58	21.05	46.05	7.39	33.65	0.47	4.57
	Mean	33.10	20.70	47.53	9.29	38.23	0.45	4.45

9. 參考文獻

- (1) 梁希：重慶木材乾餾試驗
- (2) Louis E. Wise: Wood Chemistry
- (3) P. pumesny & J.Noyer: Wood Products: Distillates & Extracts
- (4) G. Klein: Handbuch Der Pflanzenanalyse
- (5) 小林久平：木材乾餾工業
- (6) 三浦伊八郎 西田屹二：木材化學
- (7) 三浦伊八郎：林產製造學
- (8) 金平亮三：臺灣樹木誌

勘 誤 表

頁	行	字	誤	正
1	1	35	等	氣 等
3	倒 5	28	蓋	塞
5	12	倒 1	缺	缺
7	倒 10	8欄	15.67	15.57
7	倒 11	8欄	12.14	12.74
7	倒 28	16欄	87.21	87.77
	倒 14	15欄	40.29	40.27
7	倒 31	15欄	39.09	39.69
7	倒 14	12欄	6.09	6.69
9	11	16欄	0.50	1.50
12	20	3欄	32.24	32.74
12	21	3欄	32.11	32.36
12	30	3欄	34.38	34.82
12	37	3欄	32.63	32.03
12	39	3欄	33.10	32.81
12	15	4欄	21.23	21.29
12	22	4欄	20.15	19.26
12	24	4欄	20.35	19.91
12	27	4欄	17.85	17.95
12	37	4欄	20.35	20.36
12	38	4欄	21.05	22.05
12	39	4欄	20.70	21.21
12	39	5欄	47.53	47.54
12	37	6欄	11.29	11.19
12	25	9欄	6.25	6.52
12	29	9欄	7.05	5.87
12	30	9欄	5.78	5.15
12	表中第二樹種應為 Cinnamomum Camphora, Nees et Ebern			