

## 省產檀香不同樹齡木材精油含量及成分差異

謝瑞忠 林天書 尹華文 黃惠玉

## 摘 要

本試驗係探求本所早期所種植檀香樹，不同年生木材所含精油量及其成分差異情形，採自本所恆春分所轄區內之 17, 23, 32 及 35 等不同年生之檀香木為供試材料，檀香材料按心材、邊材、根材及枝材分別製材鉋成薄片，然後測定精油含量，精油係使用水蒸氣蒸餾法獲得，成分鑑定係使用氣相層析-質譜分析之質譜圖及氣相層析之滯留時間方法鑑定香氣各成分。結果顯示：

- (一) 治產各年生檀香木，含油量多寡均有一共同特性係心材 > 根材 > 枝材 > 邊材。
- (二) 省產檀香木含精油量與國外檀香油比較，顯示偏低。
- (三) 省產檀香各部位精油成分，以  $\alpha$ -Santalol 及  $\beta$ -Santalol 為主要成分，另外尚含有 Santalene, Terpinol, Terpinyl acetate,  $\beta$ -Caryophyllene 及 Nerolidol 等少量成分。
- (四) 省產檀香各年生精油均含有大量 Santalol (約 90% 左右)，顯示省產之檀香精油品質優良。

關鍵詞：精油、白檀油、成分、氣相層析、氣相層析-質譜分析

謝瑞忠 林天書 尹華文 黃惠玉，省產檀香不同樹齡木材精油含量及成份差異，林業試驗所研究報告季刊 5(1)：47-50, 1990。

Essential Oil Yield and Component Variation from  
*Santalum album* Wood of different Age in Taiwan

Jui-Chung Shieh, Tien-Shu Lin, Hwa-Wen Yin and Huey-Yuh Hwang

## [Summary]

Essential oil extracted from wood of *Santalum album* of different age were studied on yield and component variation. Santal wood of 17, 23, 32 and 35 years old were collected from the Heng-chun Experimental Station of Taiwan Forestry Research Institute. Heartwood, sapwood, roots and branches of *Santalum album* were sawn into boards individually, then planed into shavings. Essential oils were obtained by steam distillation of the shavings, then analyzed and fractionated with GC-MS spectroscopy and GLC retention time technique. Results show that:

- 1) Regardless of tree age, the essential oil yields from different parts in descending order were: heartwood > root > branch > sapwood.
- 2) The essential oil yields from Taiwan santal wood were lower than those reported in foreign literatures.
- 3) Two major components of Taiwan sandalwood oil are  $\alpha$ -santalol and  $\beta$ -santalol. Other minor components include santalene, terpinol, terpinyl acetate,  $\beta$ -caryophyllene and nerolidol etc.
- 4) The major components ( $\alpha$ - and  $\beta$ -santalol) make up 90% of the Taiwan santal-wood oil, and can be considered to be high quality grade.

1989年 9月送審

1989年12月通過

**Key word:** Essential oils, White sandalwood oils, Components, Gas chromatograph, Gas chromatograph-Mass spectrometry (GS-MS).

**Jui-Chung Shieh, Tien-Shu Lin, Hwa-Wen Yin, Huey-Yuh Hwang, 1990.** Essential oil yield and component variation from wood of *Santalum album* in Taiwan. Bull. Taiwan for Res. Inst. 5(1):47-50, 1990.

## 一、緒 言:

檀香 (*Santalum album* L.) 在分類上屬於檀香科 (Santalaceae) 為常綠小喬木, 自古以來為主要香料木材之一, 尤其在線香工業上為最不可缺少之香料, 其木材稱檀香木或白檀, 英名為 (White)Sandalwood, 精油具有特異芳香氣味, 名曰白檀油 (White)Sandalwood oil, 藥用為利尿、防腐劑, 商業上用為香皂、香水主要原料, 我國自古習俗係將木材磨成粉製作線香。

林業試驗所早年曾引進檀香樹種植於恆春一帶, 生長良好, 現已成林, 最大樹齡有 35 年生, 可砍伐供抽取香精研究好材料。有關國外印度產檀香精油成分, 在文獻上早有記載 (Nigam, I. C & Levi, L., 1962, Shankaranarayana & Parthasarathi, K. 1984) 主要成分為  $\alpha$ -Santalol 及  $\beta$ -Santalol, 二者含量佔精油之 90% 左右, 但有關省產檀香木材香精含量及成分品質如何, 其與國外者比較有無差異, 尚無資料可查, 本計畫擬針對此點, 測定不同年生精油含量, 分析其成分品質並與國外者比較, 以供發展本省香料工業參考。

## 二、試驗材料及方法

### (一) 材料及儀器

#### 1. 材料

檀香木材係採自本所在恆春分所造林區內, 計有 17、23、32 及 35 等不同年生, 依心材、邊材、枝、根分別製材, 刨成薄片, 供試驗用。

#### 2. 儀器

##### (1) 揮發油測定裝置

(2) 氣相層析儀 (Gas Chromatograph): 日本 Shimadzu GC-6AM。

(3) 積分儀 (Digital integrator): 日本島津 Chromatopac-EIA。

3. 藥品: 精油標準品計有伽羅木醇等 38 種。

### (二) 試驗方法

#### 1. 精油含量測定

精油含量測定係按照揮發油測定法 (中華藥典, 1980) 測定各種不同年生檀香木材。在精油

含量測定同時並測定水分含量。

#### 2. 檀香精油成分含量測定

檀香精油主要成分鑑定係採用氣相層析-質譜分析之質譜圖與文獻上之質譜圖比對並配合氣相層析分析, 使用標準品之滯留時間 (Retention time) 鑑定各成分, 另外各精油中成分含量係用氣相層析圖面積積分儀計算各成分積百分率方法換算而成。

(1) 毛细管氣相層析-質譜 (Capillary Gas Chromatograph-Mass spectrometry) 分析:

本研究之 GC-MS 係使用日本九州大學木材化學工學教室中之日本 Shimadzu GC-MS QP-1000 型進行質譜分析, 分析管為 Fused Silica Carbowax 20M 條件如下:

##### ① 條件

Mode: EI

EV: 70ev

Gain: 2.5

Ion source temp: 250°C

Scan speed: 8

##### ② 條件:

column: Fused silica carbowax 20M (20M 長)

carrier gas (He): A. split 1: 100 co-

lumn carrier gas 流量為 1ml/min

B. make up gas 為 39ml/min

C. Sample purge 為 5ml/min

column temp: 最初為 60°C, 上昇溫度為 5°C/min, 最後溫度為 200°C

##### (2) 氣相層析分析 (Gas chromatograph)

成分含量測定係使用氣相色層分析儀, 層析管係採用 SE-30 層析管, 另配合使用積分儀, 使用儀器條件如下:

① 層析管: 2.6m × 3m, 5% SE-30 80/100 Mesh, chromosorb W. AW. DMCS (supelco)

② 檢測器: FID

③ 溫度: 檢出器溫度 270°C, 烘箱溫度初溫為 100°C 保持 2 分鐘, 再以每分鐘 5°C 上昇, 到 260°C 時一直保持恆溫。

##### ④ 積分儀條件:

Width 5 (表中間高度 Peak 寬度)

Slope 70 (表 Peak slope)

Drift 0(Auto Control)

Min Area 700(表 Peak面積 700以上始積分)

Lock 2.2(表 Peak 在 2.2分以內 Peak不積分)

恆春分所所採之17、23、32及35等不同年生之檀香木材，主幹材分為心材及邊材，另外側枝及根部亦均分別經製材，鉋成薄片使用水蒸氣蒸餾法測定精油，並同時測水分含量，結果列於表一及圖二。

三、結果與討論

(一)不同年生檀香各部位精油含量差異：由本所

1.同一年生不同部位精油含量比較：

由表一及圖二顯示，各不同年生均有一共同

表1：檀香不同樹齡之精油含量差異

Table 1: Essential oil yield variations of wood of *Santalum album* in Taiwan

年生及精油含量	根 材	心 材	邊 材	枝 材
17 精油含量範圍	0.08-0.20	0.49-0.73	0.02-0.06	0.04-0.12
平 均 值	0.13	0.62	0.03	0.07
23 精油含量範圍	0.12-0.31	0.51-0.83	0.02-0.06	0.06-0.08
平 均 值	0.18	0.69	0.03	0.11
32 精油含量範圍	0.14-0.28	0.62-0.91	0.04-0.07	0.12-0.16
平 均 值	0.20	0.76	0.05	0.14
35 精油含量範圍	0.14-0.30	0.70-1.02	0.04-0.07	0.14-0.18
平 均 值	0.21	0.76	0.05	0.15

精油含量單位：(V/W % 絕乾)

表2：不同年生之檀香精油成分含量差異

Table 2 :Composition changes in Santalwood oils from different tree ages

波 峰 數	化合物及含量(%)	心 材				邊 材				枝 材				根 材				
		不同年生	17	23	32	35	17	23	32	35	17	23	32	35	17	23	32	35
1	Terpineol		0.04	0.14	0.11	0.14	trace	0.15	0.24	0.22	0.29	0.42	1.51	2.74	0.34	0.26	0.82	0.24
2	Terpenylacetate		0.10	0.21	0.16	0.20	0.10	0.50	0.21	0.42	0.16	0.15	0.30	0.62	0.15	0.15	0.35	0.45
3	B-caryophyllene		1.38	2.76	2.19	1.52	1.42	1.29	0.93	1.85	1.45	1.76	1.60	1.68	1.44	2.16	1.45	2.47
4	Nerolidol		0.59	0.70	0.85	0.45	0.52	0.63	1.41	0.98	0.99	0.66	1.38	2.29	0.68	0.43	0.57	0.93
5	$\alpha$ -Santalol		58.95	63.07	61.44	55.50	56.06	66.41	47.44	53.42	52.12	61.50	54.79	43.28	53.58	61.79	56.35	63.16
6	$\beta$ -Santalol		28.17	26.16	30.00	23.61	32.46	30.03	21.22	27.03	26.56	29.00	31.67	20.91	26.61	30.00	37.10	26.52
7	Santalene		7.32	3.41	3.73	6.98	4.74	4.36	8.76	11.55	9.16	5.20	9.92	14.07	13.94	4.51	16.48	8.30

特性即合精油量均為如下順序：

心材 > 根材 > 枝材 > 邊材

其中心材與邊材所含精油量差異最大。由本試驗所測之檀香精油含量，雖然心材含量最高僅在 0.6 - 0.7 % (v/w % 絕乾) 之間與 Shankaranrayana(Shankaranrayana 1984) 研究檀香含油量，未成熟材 (Young Trees) 在 0.2 - 2.0 %，成熟材 (Mature Trees) 在 2.8 - 5.6 %，此資料與省產比較，顯示省產檀香含油量偏低。

2.不同年生同一部位精油含量比較：

表一及圖二顯示同一部位如心材或邊材等隨

樹齡增加，含油量有微量增加，但增加幅度偏低。

(二)精油成分分析

關於檀香精油成分分析，可分二方面，一方面係使用氣相層析-質譜分析(GC-MS)藉質譜圖(Mass spectrum)鑑定，另一方面採用氣相層析藉標準品之滯留時間(Retention time)鑑定。

1.檀香精油氣相層析-質譜鑑定：

使用 Fused silica carbowax 20M Capillary column分析結果之 GC-MS 層析圖如圖三，由層析圖可見檀香心材精油主成分有 2 個成分，其

他成分均為微量成分，因這些微量成分含量大小，所測出質譜圖可能比較不正確，故在此不予討論，主成分質譜討論如下：

(1)波峯 1

A 主峰 (base peak) 93, 94

B 主要質譜碎片 (m / l), 41、43、91、79、107、121、55。

(2)波峯 2

A 主峰 (base peak) 94、93

B 主要質譜碎片 (m / l)、43、41、79、121、91、107、55。

以上質譜資料參照文獻 (M、S、D、C、1983) 記實波峯 1 為  $\alpha$ -santalol、波峯 2 為  $\beta$ -santalol 圖四。

2. 檀香精油氣相層析分析：

使用 Analytical Column SE - 30，分析結果之層析如圖五 (因層析圖計有 16 張，為節省篇幅，以 17 年生之心材為代表)。使用約 40 種不同精油標準品之滯留時間 (Retention time) 鑑定結果如表 2 所述，由表可知：

(1) 檀香主要成分為  $\alpha$ -santalol 及  $\beta$ -santalol。

(2) 不同年生各部分所含主成分  $\alpha$ -santalol 及  $\beta$ -santalol 含量總和之差異如圖 6 所示，由圖可知心材、邊材、根及枝材之精油大致均含有高達 91% santalol 量，此與 Walker 之研究 (Walker 1968) 相同，可見本省之檀香精油品質不錯，但 32 年生枝材及根材所含 santalol 量則顯著偏低，品質較遜。

四、結 論

(一) 檀香不同樹齡精油之含油量，雖有隨樹齡之增高而增加，但差異不大。

(二) 各年生之檀香精油含量多寡依序為心材 > 根

材 > 枝材 > 邊材。但與國外比較，本省精油含量偏低。

(三) 成分分析証實本省之檀香精油，主成分為  $\alpha$ -santalol 及  $\beta$ -santalol 另外尚有、Santalene、Terpineol、Terpinyl acetate、 $\beta$ -caryophyllene 及 neroliol 等微量成分。

(四) 本省各年生檀香精油均含有很高量 santalol (約 90% 左右)，顯示本省產之檀香精油品質不錯。

誌 謝

本試驗進行承日本九州大學農學部住本昌之教授及橋樑郎博士指導 GC - MS 操作及成分鑑定，使本試驗將得以順利完成，謹致最誠摯之謝忱。

引用文獻

Nigam, I. C. Levi, L. 1962. "Gas-Liquid partition chromatography of sesquiterpene compounds" *Canadian Journal of Chemistry*, 40:2083-2087.

Shankaranarayana, K. H. and K. Partharathi. 1984. "Compositional differences in sandal oil from young and Mature trees and in the sandal oils undergoing colour change on standing" *Indian perfumer*, 28(3&4): 138-141.

M.S.D.C. 1983. "Eight peak index of the Mass spectra" third edition, the Mass spectrometry data centre, the Royal society of chemistry, the University, Nottingham, NG72RD, UK.

Walker, G. T. 1968. "Sandalwood oil. The chemistry of oil of Sandalwood." *Perfum & Essent. oil Rec.* 59:778-785.

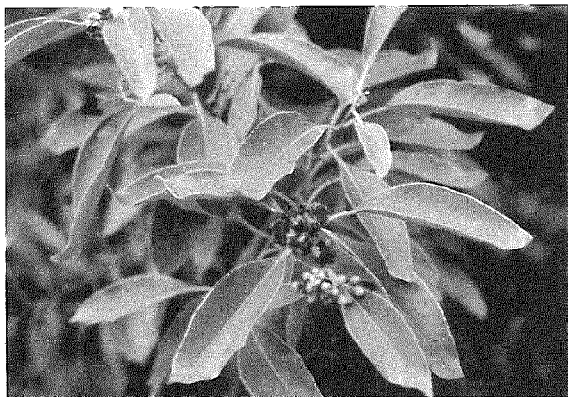


圖1. 省產檀香開花情形  
Fig.1. Flowers of *Santalum Album*.

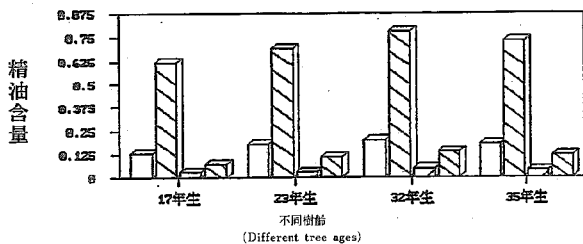


圖2. 檀香不同樹齡木材精油含量  
Fig.2. The yield of essential oils in woods of *Santalum Album* different tree ages.



精油含量單位：(V / W%絕乾)

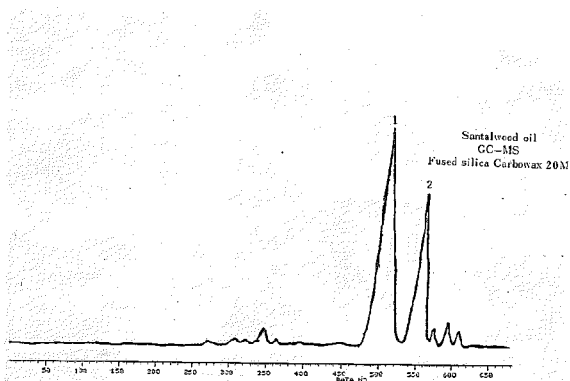


圖3. 檀香精油氣相層析—質譜分析之層析圖  
Fig.3. GC-MS chromatogram of Santalwood oil by steam distillation in Taiwan.

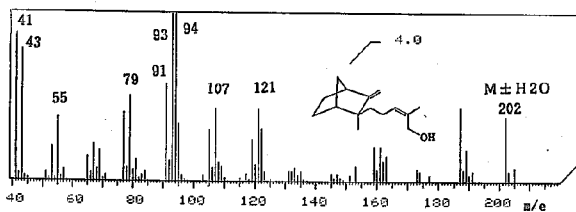


圖4.  $\beta$ -Santalol 質譜圖 (液峰 2)  
Fig.4. Mass spectrum of  $\beta$ -Santalol.(Peak 2)

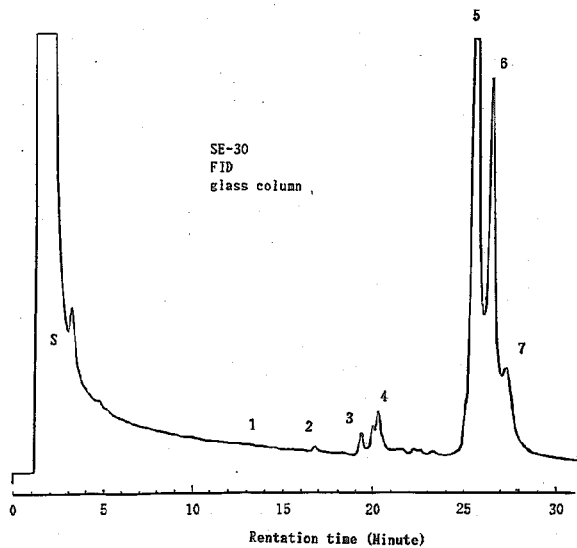


圖5. 省產檀香心材 (17年生) 氣相層析圖

Fig.5. Chromatogram of Santalwood oil growing on Taiwan.

- (1) 1. Terpineol 2. Terpinyl acetate 3.  $\beta$ -Caryophyllene  
4. Nerolidol 5.  $\alpha$ -Santalol 6.  $\beta$ -Santalol 7. Santalene  
(2) S: Solvent peak.