

研究報告第 463 號

BULLETIN No. 463

蓮華池地區肖楠造林木之生長與材質之研究

劉 宣 誠 吳 萬 益

Growth and Wood Properties of Planted Taiwan
incense-cedar (*Calocedrus formosana* Florin.) in
Lian-hwa-chih Region

Shen-cheng Liu Wann-yih Wu

臺 灣 省 林 業 試 驗 所

臺 灣 · 臺 北

中 華 民 國 七 十 五 年 元 月

TAIWAN FORESTRY RESEARCH INSTITUTE

Taipei, Taiwan, Republic of China

Jan. 1986

蓮華池地區肖楠造林木之生長與材質之研究

劉 宣 誠 吳 萬 益

摘 要

肖楠為臺灣固有之優良樹種，本研究即以肖楠人工林為對象，探研該樹種：一、單株林木各樹齡之胸徑、樹高、立木材積等之生長；二、材積連年生長、平均生長與樹齡之關係；三、配置立木材積方程式，並編製材積表；四、林分之組成狀態。並於供試林分伐採試材，用以檢定並比較不同年齡木材之物理與機械性質。

本研究林木生長資料可供營林者之依據，其木材性質資料可供木材加工廠商之參考。

一、前 言

肖楠 (*Calocedrus formosana* Florin.)，又名黃肉樹，英名為 Taiwan incense-cedar，屬柏科 (*Cupressaceae*)，為臺灣固有之優良樹種，胸徑可達 3 公尺，樹高可達 25 公尺，為常綠大喬木⁽¹⁾。主要分佈於本省北部及中部海拔高 300 至 1900 公尺之山地，為純林或散生於闊葉樹林中⁽²⁾。

肖楠木材之邊材淡黃褐色，心材黃褐色，木理通直均勻，木肌細緻。鉋削及其他加工容易，對洋漆之吸著性強而耐久。肖楠可供做高級家具、雕刻及裝飾材、建築、膠合板、棺木⁽³⁾等之原料，惜以往遭採伐或被盜伐甚多，蓋積殆盡，各方有鑑於此，近年來此樹種之造林面積已日趨增多，但肖楠造林木之生長趨勢及其材質尚極待研究。本研究即針對肖楠造林木，探研其各項生長情形及木材性質，以為營林時之依據。

二、供試林地及研究方法

(一) 供試林地

於林業試驗所蓮華池分所之肖楠人工造林地內抽取樣區及樣木。各供試材地之概況如次：

A. 火培坑 27 年生造林地：海拔高為 685~720 公尺，東北向，坡度 5°~18°，地質屬粘板岩系，土壤為粘質壤土，表土深約 40 公分，地表混有腐植質，年平均溫度 20.6°C，年總降雨量 2,220.4mm。

B. 上蓮華池林區 31 年生造林地：海拔高 690~705 公尺，東北向，坡度 9°~12°，年平均溫度 20.6°C，年總降雨量 2,220.4mm，地質屬粘板岩系，土壤為黃色粘壤土。

C. 火培坑 57 年生造林地：海拔高為 670~700 公尺，西南向，坡度 12°~14°，其地質屬粘板岩系，年平均溫度 20.6°C，年總降雨量 2,220.4mm，土壤為粘質壤土，表土深約 40 公分，地表混有腐植質。

(二) 研究方法：

1. 樣區之調查：

於上述 27 年生、31 年生及 57 年生等三處肖楠人工林內分別依次抽取 0.02~0.04 公頃之樣區各 3 個，共計 9 個樣區；於各樣區內量測全部林木之胸徑 (D_{bh})，樹高 (Ht) 及株數 (N)，然後計算各樣區之立木材積，並估算為每公頃立木材積。

2. 樣木之選取及調查：

每一樣區內各取中央木 1 株，計 9 株，伐到後，使用 S. malian 氏區分求積法，實施樹幹解析，查定各因子之生長徑路，並探討其間之關係。

3. 模式 (Models) 設定^(7,8,9,10)：

本研究所設定之各項模式如次：

(1) 單株林木之樹齡 (A) 對於胸徑 (Dbh)、樹高 (Ht)、立木材積 (V)、材積連年生長 (CAIv) 及材積平均生長 (MAIv) 之關係：

$$Dbh = f(A, A^2, A^3)$$

$$Ht = f(A, A^2, A^3)$$

$$V = f(A, A^2, A^3)$$

$$CAIv = f(A, A^2, A^3)$$

$$MAIv = f(A, A^2, A^3)$$

(2) 立木材積與胸徑及樹高間之關係：

$$V = f(Dbh, Dbh^2, Ht, Ht^2, Dbh \times Ht)$$

4. 配置並選出最適迴歸方程式及繪製圖表：

本研究就上列設定之各項模式，進行曲線迴歸或多元迴歸分析，經偏迴歸係數顯著性檢定後，選出最適迴歸方程式 (The best regression equation)⁽⁶⁾，並據以繪製曲線圖或編製立木材積表等，同時，並比較各供試造林木之各項生長情形。

5. 材性試驗：

伐採上述三造林地之樣木時，除鋸取樹幹解析所需之圓盤外，並採取位於樹幹 0.3 至 1.3 公尺處之木材供材性試驗之用。木材物理和機械性質之檢定方法如下：

將各供試林分內伐採之試材，先以人工乾燥，使試材含水率達 10~16% 後，分別就各試區，依日本 JISZ₂₁₁₁ 標準⁽²⁾，製取各種試片，每項性質重複 10 次，使用萬能強弱試驗機 (Otto walpert universal testing machine) 檢定各項機械性質，並以變異數分析

(Analysis of variation) 及鄧肯氏新多變域檢定 (Duncan's new multiple range test) 區分各試區木材各項性質之優劣。茲列出所測定之物理及機械性質項目如次：

(1) 物理性質：

a. 含水率 b. 比重 c. 收縮率

(2) 機械性質：

a. 靜力彎曲 b. 衝擊彎曲 c. 縱向壓力
d. 硬度

三、結果與討論

(一) 單株林木之胸徑、樹高及立木材積之生長：

依據各供試造林地所採 9 株樣木之樹幹解析資料，進行迴歸分析，經偏迴歸係數顯著性檢定後，選出胸徑、樹高及立木材積等各項生長及年齡間之最適迴歸方程式，列表 1：

表 1 內迴歸方程式 (1-1) ~ (1-3) 表示各供試造林地之胸徑生長，如圖 1 所示：初期呈直線遞增，以火培坑 57 年生造林地者之生長最佳，其餘依次為火培坑 27 年生造林地、上蓮華池林區 31 年生造林地；而在 11 年生至 16 年生之間，則以火培坑 57 年生造林地者之生長最佳，其餘依次為上蓮華池林區 31 年生造林地、火培坑 27 年生造林地；而在 16 年生至 23 年生之間，則以上蓮華池林區 31 年生造林地者之生長最佳，其餘依次為火培坑 57 年生造林地、火培坑 27 年生造林地；至於 23 年生以後，則以火培坑 57 年生造林地者之生長最佳，其餘依次為上蓮華池林區 31 年生造林地、火培坑 27 年生造林地。圖 1 中，火培坑 27 年生造林地由於沒有實施疏伐處理，以致在 20 年生以後，其胸徑生長則漸趨緩慢，反觀上蓮華池林區 31 年生造林地及火培坑 57 年生造林地兩者由於於 20 年生時均放過疏伐處理，以致於 20 年生以後，其胸徑生長並未漸趨緩慢；直至 23 年生時，上蓮華池林區 31 年生造林地之胸徑生長才漸趨緩慢，而火培坑 57 年生造林地由於於此時 (23 年生) 及 47 年生時均再實行疏伐處理，以致於其胸徑

表 1：單株林木樹齡與胸徑、樹高、立木材積之迴歸方程式

Table 1: Regression equations of relationships of Age and Dbh, Tree height, Stem volume

| 項目 Items | 造林地 Plantation | 迴歸方程式 Regression equations | 決定係數 R ² | 方程式編號 Equation No. |
|---------------------|-------------------|---|------------------------|-----------------------|
| 胸徑 Dbh | A | $Dbh = -2.05 + 0.82A - 0.0003A^3$ | 0.980 | 1-1 |
| | B | $Dbh = -0.33 + 0.08A^2 - 0.002A^3$ | 0.963 | 1-2 |
| | C | $Dbh = -3.26 + 1.09A - 0.008A^2$ | 0.961 | 1-3 |
| 樹高 Tree height | A | $Ht = -1.49 + 0.77A - 0.0002A^3$ | 0.972 | 1-4 |
| | B | $Ht = -1.50 + 0.99A - 0.012A^2$ | 0.968 | 1-5 |
| | C | $Ht = 0.76 + 0.78A - 0.008A^2$ | 0.801 | 1-6 |
| 立木材積 Stem volume | A | $V = -0.0065 + 0.0003A^2 - 0.000002A^3$ | 0.979 | 1-7 |
| | B | $V = 0.0130 + 0.0003A^2 + 0.000001A^3$ | 0.885 | 1-8 |
| | C | $V = -0.0913 + 0.0128A + 0.0001A^2$ | 0.797 | 1-9 |

註：本表第二欄中，A：火培坑27年生造林地，
 B：上蓮華池林區31年生造林地，
 C：火培坑57年生造林地。以下各表均同。

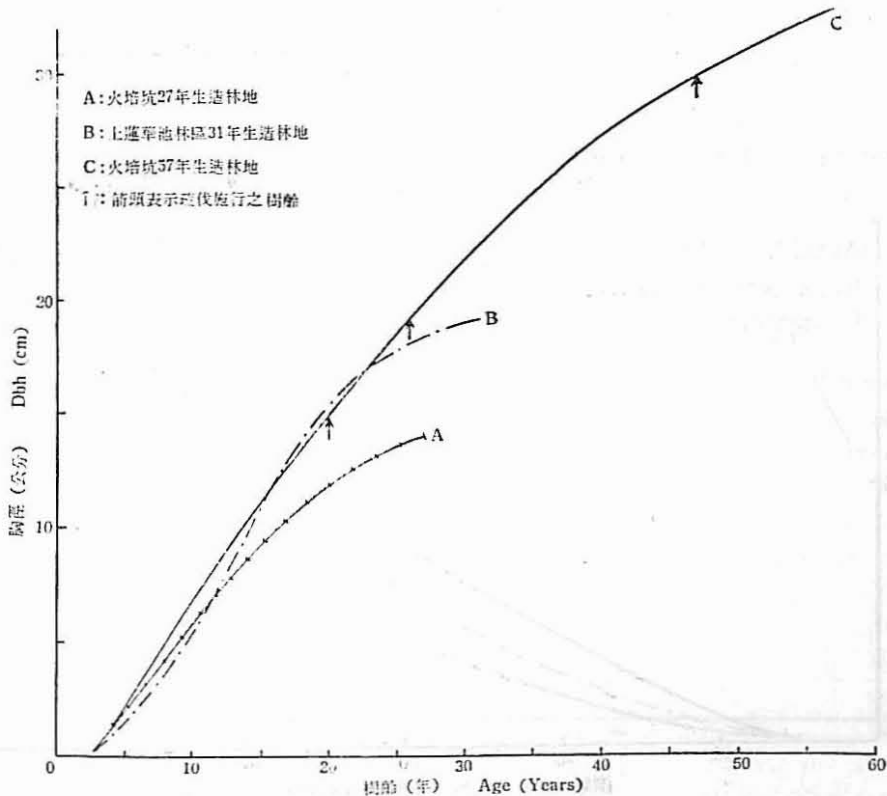


圖 1：胸徑與樹齡之關係

Fig 1: Dbh-age relationship for Taiwan incense-cedar

生長情形一直非常良好，由此可見疏伐處理對林木胸徑生長之促進有著莫大的貢獻。

迴歸方程式 (1-4) ~ (1-6) 表示各供試造林地之樹高生長，如圖 2 所示：初期生長火培坑27年生造林地、上蓮華池林區31年生造林地及火

培坑57年生造林地三者均甚快速，惟在20年生以後均呈遞減之趨勢，在27年生時，以上蓮華池林區31年生造林地者之生長最佳，其餘依次為火培坑57年生造林地、火培坑27年生造林地。

圖 3 為依據迴歸方程式 (1-7) ~ (1-9)

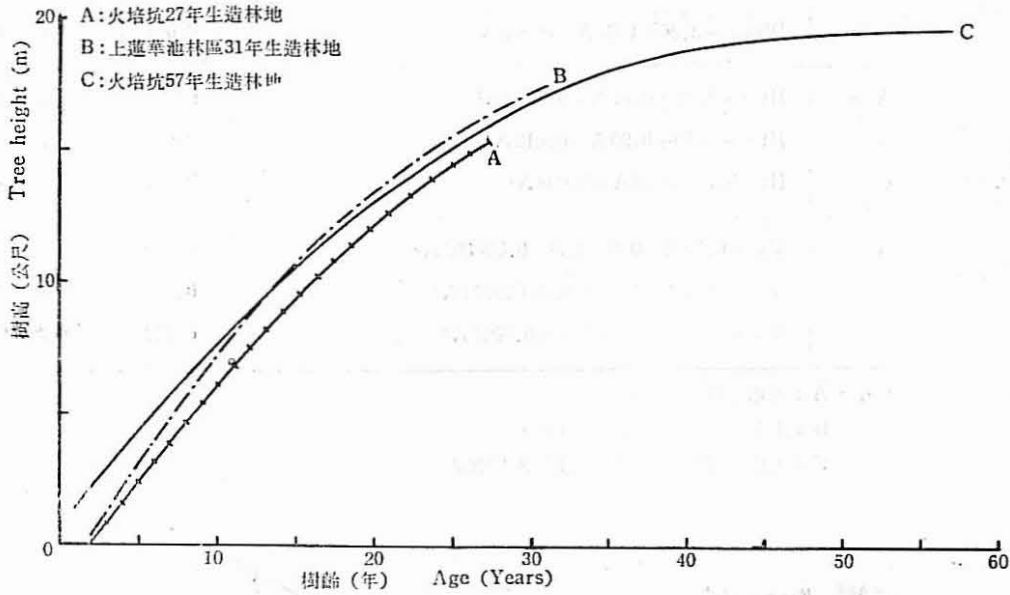


圖 2：樹高與樹齡之關係
Fig 2: Height-age relationship for Taiwan incense-cedar

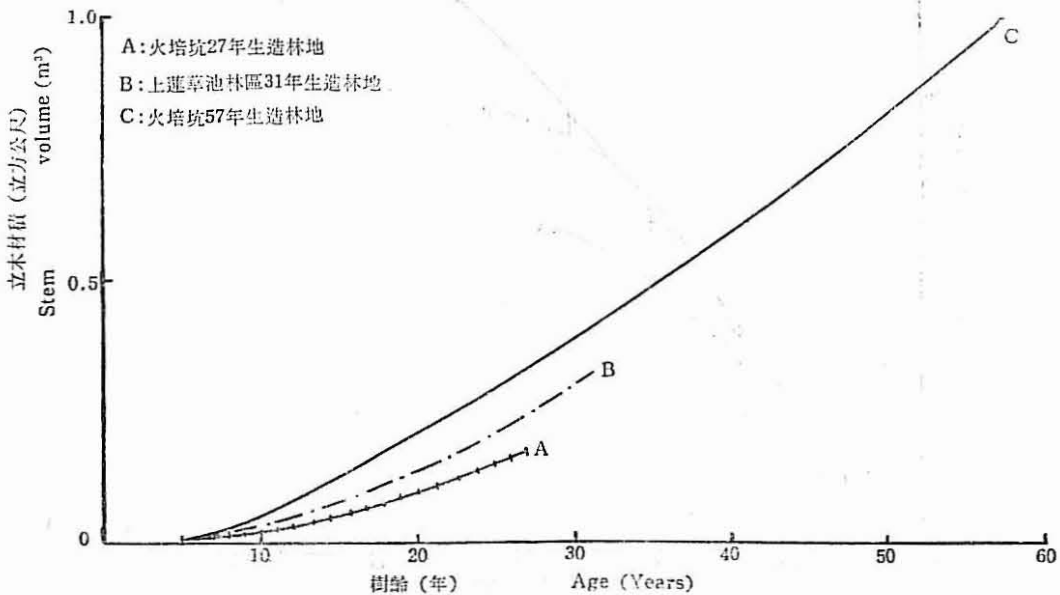


圖 3：立木材積與樹齡之關係
Fig 3: Relationship of stem volume and age for Taiwan incense-cedar

所繪製各樹齡之立木材積總生長曲線，以火培坑57年生造林地者為最佳，其餘依次為上蓮華池林區31年生造林地、火培坑27年生造林地。

(二)材積連年生長、平均生長與樹齡之關係：

各造林地之立木材積連年生長、平均生長與樹

齡之關係式列如表 2：

迴歸方程式 (2-1)~(2-3) 表示材積連年生長，其曲線如圖 4 所示；各供試造林地均已達高峯，如火培坑27年生造林地在20年生時，上蓮華池林區31年生造林地在28年生時，而火培坑57年生

表 2：單株林木樹齡與材積連年生長、材積平均生長之迴歸式

Table 2: Regression equations of relationships of Age and Current annual & Mean annual stem volume increment

| 項 目 Items | 造 林 地 Plantation | 迴 歸 方 程 式 Regression equations | 決 定 係 數 R ² | 方 程 式 編 號 Equation No. |
|----------------|---------------------|--|---------------------------|---------------------------|
| 材積連年生長 CAIv | A | $CAIv = -0.0007 + 0.00006A^2 - 0.000002A^3$ | 0.791 | 2-1 |
| | B | $CAIv = -0.0019 + 0.0007A - 0.0000003A^3$ | 0.902 | 2-2 |
| | C | $CAIv = -0.0096 + 0.0021A - 0.00003A^2$ | 0.505 | 2-3 |
| 材積平均生長 MAIv | A | $MAIv = -0.0003 + 0.00002A^2 - 0.0000004A^3$ | 0.863 | 2-4 |
| | B | $MAIv = -0.0010 + 0.0003A - 0.00000003A^3$ | 0.952 | 2-5 |
| | C | $MAIv = -0.0033 + 0.0009A - 0.00001A^2$ | 0.695 | 2-6 |

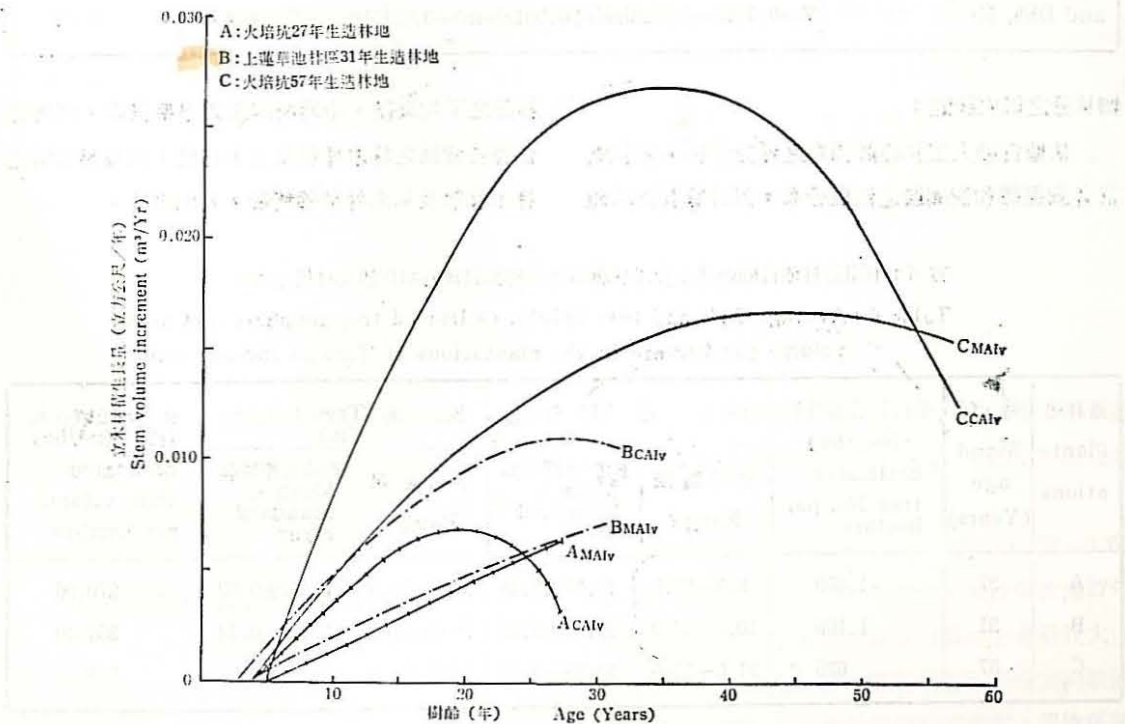


圖 4：材積連年生長、平均生長與樹齡之關係

Fig 4: Curves of current annual and mean annual stem volume increment for Taiwan incense-cedar

造林地則在35年生時。

迴歸方程式(2-4)~(2-6)表示材積平均生長，其曲線如圖4所示：火培坑27年生造林地及上蓮華池林區31年生造林地兩者均未達高峯，只有火培坑57年生造林地於45年生時達於高峯。

各供試造林地中，火培坑27年生造林地由於沒有實行疏伐，以致於其立木材積之連年生長與平均生長二曲線於25年生時即行交會；至於上蓮華池林區31年生造林地由於於20年生時有實施過疏伐，以致於至目前(31年生)其立木材積之連年生長與平均生長二曲線尚未交會；而火培坑57年生造林地由

於於20年生、26年生及47年生時各實施疏伐一次，以致於其立木材積之連年生長與平均生長二曲線延至54年生時才交會，由上可知疏伐可以延後立木材積之連年生長與平均生長二曲線交會之時間。

(三)立木材積方程式之配置：

依據各供試造林地樣木之解析資料，使用 Smalian 氏區分求積法，配置立木材積與胸徑、樹高之關係式，並經偏迴歸係數顯著性檢定，選出立木材積方程式列於表3，並編製立木材積表列於附錄，供為查定立木材積之用。

表 3：立木材積方程式
Table 3: Regression equations for Stem volume

| 項 目 Items | 造 林 地 Plantation | 迴 歸 方 程 式 Regression equations | 決定係數 R ² | 方 程 式 編 號 Equation No. |
|---------------------------------------|---------------------|---|------------------------|---------------------------|
| 立木材積與胸徑、樹高 Stem volume and Dbh, Ht | A | $V=0.0007-0.0004Dbh^2+0.00004Dbh^3+0.0005Dbh \times Ht$ | 0.998 | 3-1 |
| | B | $V=0.0005-0.0016Dbh+0.00004Dbh^3+0.0002Ht^2$ | 0.996 | 3-2 |
| | C | $V=0.0406-0.0328Dbh+0.0012Dbh^2+0.0215Ht$ | 0.995 | 3-3 |

林分之組成狀態：

依據肖楠人工林樣區調查之林分資料，分別統計各胸徑級和樹高級之株數分布，以計算各造林地

林分之平均胸徑、平均樹高及其標準誤等，同時並依據各樣區之林木株數及立木材積，估算每公頃之林木株數及林木材積蓄積量，列如表4：

表 4：不同造林地肖楠造林木胸徑及樹高之平均數與每公頃株數及材積之估計

Table 4: Average Dbh and tree height, estimated tree numbers and stem volume per hectare in the plantations of Taiwan incense-cedar

| 造林地 Plantations | 林 齡 Stand age (Years) | 估計每公頃株數 (No./ha) Estimated tree No. per hectare | 胸 徑 Dbh (cm) | | 樹 高 Tree height (m) | | 估計每公頃立木材積 (m ³ /ha) Estimated stem volume per hectare |
|--------------------|-----------------------------|---|---------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------|---|
| | | | 分佈範圍 Range | 均數±標準誤 Mean ± Standard error | 分佈範圍 Range | 均數±標準誤 Mean ± Standard error | |
| A | 27 | 1,400 | 8.0~22.0 | 15.50±0.85 | 11.0~18.0 | 15.62±0.83 | 270.96 |
| B | 31 | 1,100 | 10.0~24.0 | 17.53±0.72 | 13.0~21.0 | 17.27±0.74 | 354.40 |
| C | 57 | 625 | 21.0~55.0 | 34.38±0.62 | 16.0~26.0 | 19.11±0.56 | 613.95 |

(四)木材物理和機械性質

將三個供試林分所伐試材，依日本 JISZ₂₁₁₁標

準製成試片，經檢定各項物理及機械性質，並計算其均數及標準誤等列如表5：

表 5：不同年齡肖楠造林木木材之物理與機械性質

Table 5: The physical and mechanical properties of Taiwan incense-cedar at different ages.

| 項 目 (Items) | A 27 年 生 (27 years old) | B 31 年 生 (31 years old) | C 57 年 生 (57 years old) |
|---|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | 試驗時之含水率 (Moisture content) (%) | 11.79±0.79 | 11.65±0.26 |
| 比 重 (Specific gravities) 爐乾重量/生材體積 | 0.57±0.01 | 0.52±0.01 | 0.63±0.01 |
| 收縮率 (Shrinkage) ⁽¹⁾ (%) | | | |
| 徑 向 (Radial) | 0.11±0.02 | 0.12±0.02 | 0.09±0.02 |
| 弦 向 (Tangential) | 0.17±0.01 | 0.16±0.02 | 0.19±0.02 |
| 靜力彎曲 (static bending) (kg/cm ²) | | | |
| 破壞係數 (Modulus of rupture) | 1298±42 | 1154±86 | 1455±98 |
| 彈性係數 (Modulus of elasticity) | 162016±15689 | 134348±6637 | 181912±10461 |
| 衝擊彎曲 (Impact bending) | | | |
| 吸收之能量 (Energy absorbed) (kg-m/cm ²) | 0.70±0.05 | 0.55±0.04 | 0.77±0.04 |
| 縱向壓力 (Compression parallel to grain) | | | |
| 最大抗壓強 (Maximum crushing strength) (kg/cm ²) | 496±9 | 495±11 | 581±16 |
| 硬 度 (Brinell hardness) (kg/mm ²) | | | |
| 弦 面 (Tangential surface) | 5.84±0.19 | 6.33±0.54 | 6.17±0.25 |
| 端 面 (End surface) | 2.43±0.15 | 1.84±0.25 | 3.16±0.17 |

註(1)：收縮率係由下列算式計算所得：

$$\alpha = \frac{l_a - l_o}{l_a \times MC_a \text{ (in percent)}} \times 100\%$$

$$\text{即含水率每降低 1\% 之平均收縮率} = \frac{\text{氣乾長} - \text{爐乾長}}{\text{氣乾長} \times \text{氣乾含水率百分數}} \times 100\%$$

由於含水率對木材之各種強度頗具影響，故將各試材之強度值依下列百分率修正至標準含水率為 12% 時之值⁽⁴⁾，即含水率每減少 1% 時，其強度之增加率如下：

1. 靜力彎曲：破壞係數：4%。
 彈性係數：2%。
2. 衝擊彎曲：-0.5%。
3. 縱向壓力：6%。
4. 硬度：端面 4%，弦面及徑面 2.5%。

將各項強度值經修正後，使用變異數分析，分

別各項材性檢定年齡間之差異，並以鄧肯氏新多變異檢定測驗各年齡間材質之優劣，其結果列如表 6。

由表 6 顯示：肖楠造林木之比重約在 0.52~0.63 之間，其中以 57 年生者比重最大，其餘依次為 27 年生及 31 年生；除了弦面之硬度以 31 年生者為最大（但與 27 年生及 57 年生者在顯著平準 0.05 檢定均數間差異並不顯著）外，其餘諸如破壞係數、彈性係數、衝擊彎曲、縱向壓力最大抗壓強及端面之硬度等均均以 57 年生者最大，其餘依次為 27 年生及 31 年生。

表 6：不同年齡青楠木材各項物理與機械性質以鄧肯氏檢定法所測定之結果
 Table 6: Results of Duncan's test on physical and mechanical properties of Taiwan incense-cedar at different ages.

| 項 目 (Items) | 檢 定 結 果 (Results) |
|---|--------------------------------------|
| 比 重 (Specific gravities) | B : 0.52 ; A : 0.57 ; C : 0.63 |
| 靜力彎曲 (Static bending) (kg/cm ²) 破壞係數 (Modulus of rupture) | B : 1138 ; A : 1287 ; C : 1426 |
| 彈性係數 (Modulus of elasticity) | B : 133408 ; A : 161336 ; C : 180129 |
| 衝擊彎曲 (Impact bending) (kg-m/cm ²) | B : 0.55 ; A : 0.70 ; C : 0.77 |
| 縱向壓力 (Compression parallel to grain) 最大抗壓強 (Maximum crushing strength) (kg/cm ²) | B : 485 ; A : 490 ; C : 564 |
| 硬 度 (Brinell hardness) (kg/mm ²) 弦 面 (Tangential surface) | A : 5.81 ; C : 6.09 ; B : 6.27 |
| 端 面 (End surface) | B : 1.82 ; A : 2.41 ; C : 3.10 |

註：表內(1) A：27年生，B：31年生，C：57年生。
 (2)——表示以顯著平準0.05檢定均數間差異不顯著。

綜合上述之檢定資料，大體上，以57年生者比重較大，其破壞係數、彈性係數、衝擊彎曲、縱向壓力最大抗壓強及端面之硬度等各項材性亦較優異，至於為何27年生者之比重、衝擊彎曲及端面之硬度等數值均大於31年生者，或可能由於在橫斷面年輪上取材位置不同所致，詳情則有待以後再作進一步之研究。

四、結論及建議

(一)青楠造林木各樹齡單株林木之胸徑生長(如圖 1)
 ，初期呈直線遞增，以火培坑57年生造林地者之生長最佳，其餘依次為火培坑27年生造林地、上蓮華池林區31年生造林地；而在11年生至16年生之間，則以火培坑57年生造林地者之生長最佳，其餘依次為蓮華池林區31年生造林地、火培坑27年生造林地；而在16年生至23年生之間，則以上

蓮華池林區31年生造林地者之生長最佳，其餘依次為火培坑57年生造林地、火培坑27年生造林地；至於23年生以後，則以火培坑57年生造林地者之生長最佳，其餘依次為上蓮華池林區31年生造林地、火培坑27年生造林地。圖 1 中，火培坑27年生造林地由於沒有實施疏伐處理，以致於在20年生以後，其胸徑生長則漸趨緩慢，反觀上蓮華池林區31年生造林地及火培坑57年生造林地兩者由於20年生時均做過疏伐處理，以致於於20年生以後，其胸徑生長並未漸趨緩慢，直至26年生時，上蓮華池林區31年生造林地之胸徑生長才漸趨緩慢，而火培坑57年生造林地由於於此時(26年生)及47年生時均再實行疏伐處理，以致於其胸徑生長情形一直非常良好，由此可見疏伐處理對林木胸徑生長之促進有著莫大的貢獻。

(二)各樹齡之樹高生長(如圖 2)，初期生長火培坑27

年生造林地、上蓮華池林區31年生造林地及火培坑57年生造林地三者均甚快速，惟在20年生以後均呈透滅之趨勢，在27年生時，以上蓮華池林區31年生造林地者之生長最佳，其餘依次為火培坑57年生造林地、火培坑27年生造林地。

(三)各樹齡之立木材積生長(如圖3)，以火培坑57年生造林地者為最佳，其餘依次為上蓮華池林區31年生造林地、火培坑27年生造林地。

(四)材積連年生長和平均生長曲線(如圖4)，火培坑27年生造林地由於沒有實施疏伐處理，以致於其立木材積之連年生長與平均生長二曲線於25年生時即行交會；至於上蓮華池林區31年生造林地由於20年生時有實施疏伐處理，以致於至目前(31年生)其立木材積之連年生長與平均生長二曲線尚未交會；而火培坑57年生造林地由於20年生、26年生及47年生時各實施疏伐一次，以致於其立木材積之連年生長與平均生長二曲線延至54年生時才交會，由上可知疏伐可以延後立木材積之連年生長與平均生長二曲線交會之時間。

(五)選出之各造林地立木材積方程式(如表3)，並編製各供試林地之立木材積表，如附表1至3。

(六)肖楠造林木木材之各項物理與機械性質，大體上，以57年生者比重較大，其破壞係數、彈性係數、衝擊彎曲、縱向壓力最大抗壓強及端面之硬度等各項材性亦較優異，至於為何27年生者之比重、衝擊彎曲及端面之硬度等數值均大於31年生者，或可能由於在橫斷面年輪上取材位置不同所致，詳情則有待以後再作進一步之研究。

最後，依據本研究提出下列兩點建議：

(一)由於火培坑27年生肖楠造林地之立木材積連年生長和平均生長曲線於25年生時即行交會，所以建議本所蓮華池分所對火培坑27年生肖楠造林木應

及早實施疏伐措施，以促進該地區肖楠林木之生長。

(二)肖楠造林木之各項木材性質甚佳，可供為高級家具、雕刻及裝飾材、建築、膠合板、薄板等之用材，實宜在本省中、低海拔地區擴大推廣造林，供為將來臺灣家具工業之用，避免對進口原料之過份依賴。

五、引用文獻

1. 中華林學會 1967 臺灣主要木材圖誌 中華林學會出版社 100pp.
2. 北原覺一 1967 木材物理 森北出版 p. 122 ~184.
3. 柳楮、林彩雲 1975 臺灣常見林木簡介 林試所林業叢刊第5號 40pp.
4. 馬子斌、陳欣欣 1980 進口木材之重要機械強度性質試驗 林試所報告334號 6pp.
5. 馬子斌等 1979 重要鹿耳木材之一般性質(增訂本) 林試所林業叢刊第1號 205pp.
6. 劉宣誠 1976 林業試研統計 林業試驗所 512pp.
7. Assmann, Ernst 1970 The principles of forest yield study Pergaman Press, Oxford. 506pp.
8. Avery, T. E. 1967 Forest measurement Mc. Graw-Hill, New York. 250pp.
9. Husch, B. 1963 Forest mensuration and statistics. The Ronald Press Co., New York. 474 pp.
10. Spurr, S. H. 1952 Forest inventory. The Ronald Press Co., New York. 476pp.

Growth and Wood Properties of Planted Taiwan incense-cedar (*Calocedrus formosana* Florin.) in Lian-hwa-chih Region

Shen-cheng Liu Wann-yih Wu

Summary

Taiwan incense-cedar (*Calocedrus formosana* Florin.) is one of the most important conifer species in Taiwan. The growth at the 27-year-old and the 57-year-old plantations of Huoo-peir-keng and the 31-year-old plantation of upper Lian-hwa-chih forest district was investigated. Nine sample trees of average size from each of the 9 plots were felled and the growth and stand composition were analyzed. The physical and mechanical properties of wood in these plantations were also studied.

The important results obtained in this study are as follows:

1. The growth of dbh increased with age. The growth of single tree at the 57-year-old plantation of Huoo-peir-keng was the best among all the plantations. Those from the other plantations were inferior in order of the 31-year-old plantation of upper Lian-hwa-chih forest district and the 27-year-old plantation of Huoo-peir-keng. (Fig 1).
2. The growth curves of tree height rose rapidly with age. In comparison with the 27-year-old stand, the growth of single tree from the 31-year-old stand of the upper Lian-hwa-chih forest district was higher. Those from the other stands were inferior in order of the 57-year-old stand of Huoo-peir-keng and the 27-year-old stand of Huoo-peir-keng. (Fig. 2).
3. The growth of single tree volume of the 57-year-old stand of Huoo-peir-keng was the best, then were the 31-year-old stand of the upper Lian-hwa-chih forest district and the 27-year-old stand of Huoo-peir-keng. (Fig. 3).
4. The curves of c. a. i. and m. a. i. of stand volume crossed at the tree age of 25 years old at the 27-year-old plantation of Huoo-peir-keng and crossed at the 54 years old of tree at the 57-year-old plantation of Huoo-peir-keng, but the cross of the c. a. i. and m. a. i. curves of the 31-year-old plantation of the upper Lian-hwa-chih forest district was not shown in this study. (Fig. 4).

5. The equations of stem volume selected are listed in table 3 and the stem volume tables are listed in appendix 1 to appendix 3.
6. In terms of the various wood properties of Taiwan incense-cedar, the wood from the 57-year-old plantation has the higher values in specific gravity, modulus of rupture, modulus of elasticity, impact bending, maximum crushing strength in compression parallel to the grain, and end surface brinell hardness. The wood from the 27-year-old plantation has higher values in specific gravity, impact bending and end surface brinell hardness than those from the 31-year-old plantation. This may be attributed to the relative location over the cross-section of the stem where the samples were taken. The exact cause of which may have to be examined in further studies.

| Age (yr) | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 31.70 | | | | | | | | | | |
| 32.0 | | | | | | | | | | |
| 33.0 | | | | | | | | | | |
| 34.0 | | | | | | | | | | |
| 35.0 | | | | | | | | | | |
| 36.0 | | | | | | | | | | |
| 37.0 | | | | | | | | | | |
| 38.0 | | | | | | | | | | |
| 39.0 | | | | | | | | | | |
| 40.0 | | | | | | | | | | |
| 41.0 | | | | | | | | | | |
| 42.0 | | | | | | | | | | |
| 43.0 | | | | | | | | | | |
| 44.0 | | | | | | | | | | |
| 45.0 | | | | | | | | | | |
| 46.0 | | | | | | | | | | |
| 47.0 | | | | | | | | | | |
| 48.0 | | | | | | | | | | |
| 49.0 | | | | | | | | | | |
| 50.0 | | | | | | | | | | |
| 51.0 | | | | | | | | | | |
| 52.0 | | | | | | | | | | |
| 53.0 | | | | | | | | | | |
| 54.0 | | | | | | | | | | |
| 55.0 | | | | | | | | | | |
| 56.0 | | | | | | | | | | |
| 57.0 | | | | | | | | | | |
| 58.0 | | | | | | | | | | |
| 59.0 | | | | | | | | | | |
| 60.0 | | | | | | | | | | |
| 61.0 | | | | | | | | | | |
| 62.0 | | | | | | | | | | |
| 63.0 | | | | | | | | | | |
| 64.0 | | | | | | | | | | |
| 65.0 | | | | | | | | | | |
| 66.0 | | | | | | | | | | |
| 67.0 | | | | | | | | | | |
| 68.0 | | | | | | | | | | |
| 69.0 | | | | | | | | | | |
| 70.0 | | | | | | | | | | |
| 71.0 | | | | | | | | | | |
| 72.0 | | | | | | | | | | |
| 73.0 | | | | | | | | | | |
| 74.0 | | | | | | | | | | |
| 75.0 | | | | | | | | | | |
| 76.0 | | | | | | | | | | |
| 77.0 | | | | | | | | | | |
| 78.0 | | | | | | | | | | |
| 79.0 | | | | | | | | | | |
| 80.0 | | | | | | | | | | |
| 81.0 | | | | | | | | | | |
| 82.0 | | | | | | | | | | |
| 83.0 | | | | | | | | | | |
| 84.0 | | | | | | | | | | |
| 85.0 | | | | | | | | | | |
| 86.0 | | | | | | | | | | |
| 87.0 | | | | | | | | | | |
| 88.0 | | | | | | | | | | |
| 89.0 | | | | | | | | | | |
| 90.0 | | | | | | | | | | |
| 91.0 | | | | | | | | | | |
| 92.0 | | | | | | | | | | |
| 93.0 | | | | | | | | | | |
| 94.0 | | | | | | | | | | |
| 95.0 | | | | | | | | | | |
| 96.0 | | | | | | | | | | |
| 97.0 | | | | | | | | | | |
| 98.0 | | | | | | | | | | |
| 99.0 | | | | | | | | | | |
| 100.0 | | | | | | | | | | |

1. 本表係根據 1954 年 10 月 1 日以前之調查資料編製而成
 2. 本表之數值係根據 1954 年 10 月 1 日以前之調查資料編製而成
 3. 本表之數值係根據 1954 年 10 月 1 日以前之調查資料編製而成
 4. 本表之數值係根據 1954 年 10 月 1 日以前之調查資料編製而成
 5. 本表之數值係根據 1954 年 10 月 1 日以前之調查資料編製而成
 6. 本表之數值係根據 1954 年 10 月 1 日以前之調查資料編製而成
 7. 本表之數值係根據 1954 年 10 月 1 日以前之調查資料編製而成
 8. 本表之數值係根據 1954 年 10 月 1 日以前之調查資料編製而成
 9. 本表之數值係根據 1954 年 10 月 1 日以前之調查資料編製而成
 10. 本表之數值係根據 1954 年 10 月 1 日以前之調查資料編製而成

附表 1：臺灣省林業試驗所蓮華池分所火培坑27年生肖楠造林地立木材積表

Appendix 1: Tree volume table for the 27 year-old Taiwan incense cedar plantation of Huoo-peir-keng of Lian-hwa-chih branch office of Taiwan Forestry Research Institute

| 樹高(m) 胸徑(cm) | 7.0 | 8.0 | 9.0 | 10.0 | 11.0 | 12.0 | 13.0 | 14.0 | 15.0 | 16.0 | 17.0 | 18.0 | 19.0 | 20.0 | 21.0 |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 7.0 | 0.0193 | 0.0228 | 0.0263 | 0.0298 | 0.0333 | | | | | | | | | | |
| 8.0 | 0.0236 | 0.0276 | 0.0316 | 0.0356 | 0.0396 | 0.0436 | | | | | | | | | |
| 9.0 | 0.0290 | 0.0335 | 0.0380 | 0.0425 | 0.0470 | 0.0515 | 0.0560 | | | | | | | | |
| 10.0 | 0.0357 | 0.0407 | 0.0457 | 0.0507 | 0.0557 | 0.0607 | 0.0657 | 0.0707 | | | | | | | |
| 11.0 | | 0.0495 | 0.0550 | 0.0605 | 0.0660 | 0.0715 | 0.0770 | 0.0825 | 0.0880 | | | | | | |
| 12.0 | | | 0.0662 | 0.0722 | 0.0782 | 0.0842 | 0.0902 | 0.0962 | 0.1022 | | | | | | |
| 13.0 | | | 0.0795 | 0.0860 | 0.0925 | 0.0990 | 0.1055 | 0.1120 | 0.1185 | 0.1250 | | | | | |
| 14.0 | | | | 0.1021 | 0.1091 | 0.1161 | 0.1231 | 0.1301 | 0.1371 | 0.1441 | | | | | |
| 15.0 | | | | 0.1207 | 0.1282 | 0.1357 | 0.1432 | 0.1507 | 0.1582 | 0.1657 | | | | | |
| 16.0 | | | | 0.1421 | 0.1501 | 0.1581 | 0.1661 | 0.1741 | 0.1821 | 0.1901 | 0.1981 | | | | |
| 17.0 | | | | | 0.1751 | 0.1836 | 0.1921 | 0.2006 | 0.2091 | 0.2176 | 0.2261 | | | | |
| 18.0 | | | | | 0.2034 | 0.2124 | 0.2214 | 0.2304 | 0.2394 | 0.2484 | 0.2574 | 0.2664 | | | |
| 19.0 | | | | | 0.2352 | 0.2447 | 0.2542 | 0.2637 | 0.2732 | 0.2827 | 0.2922 | 0.3017 | 0.3112 | | |
| 20.0 | | | | | | 0.2807 | 0.2907 | 0.3007 | 0.3107 | 0.3207 | 0.3307 | 0.3407 | 0.3507 | 0.3607 | |
| 21.0 | | | | | | 0.3207 | 0.3312 | 0.3417 | 0.3522 | 0.3627 | 0.3732 | 0.3837 | 0.3942 | 0.4047 | 0.4152 |
| 22.0 | | | | | | 0.3650 | 0.3760 | 0.3870 | 0.3980 | 0.4090 | 0.4200 | 0.4310 | 0.4420 | 0.4530 | 0.4640 |
| 23.0 | | | | | | | 0.4253 | 0.4368 | 0.4483 | 0.4598 | 0.4713 | 0.4828 | 0.4943 | 0.5058 | 0.5173 |
| 24.0 | | | | | | | 0.4793 | 0.4913 | 0.5033 | 0.5153 | 0.5273 | 0.5393 | 0.5513 | 0.5633 | 0.5753 |
| 25.0 | | | | | | | 0.5382 | 0.5507 | 0.5632 | 0.5757 | 0.5882 | 0.6007 | 0.6122 | 0.6257 | 0.6382 |
| 26.0 | | | | | | | | 0.6153 | 0.6283 | 0.6413 | 0.6543 | 0.6673 | 0.6803 | 0.6933 | 0.7063 |
| 27.0 | | | | | | | | | 0.6989 | 0.7124 | 0.7269 | 0.7394 | 0.7529 | 0.7664 | 0.7799 |

附表 2：臺灣省林業試驗所蓮華池分所上蓮華池林區31年生肖楠造林地立木材積表

Appendix 2: Tree volume table for the 31 year-old Taiwan incense-cedar plantation of the upper Lian-hwa-chih forest district of Lian-hwa-chih branch office of Taiwan Forestry Research Institute

| 樹高(m) 胸徑(cm) | 7.0 | 8.0 | 9.0 | 10.0 | 11.0 | 12.0 | 13.0 | 14.0 | 15.0 | 16.0 | 17.0 | 18.0 | 19.0 | 20.0 | 21.0 |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 7.0 | 0.0128 | 0.0180 | 0.0251 | 0.0343 | 0.0459 | | | | | | | | | | |
| 8.0 | 0.0158 | 0.0210 | 0.0281 | 0.0373 | 0.0489 | 0.0632 | | | | | | | | | |
| 9.0 | 0.0192 | 0.0244 | 0.0315 | 0.0407 | 0.0523 | 0.0666 | 0.0858 | | | | | | | | |
| 10.0 | | 0.0282 | 0.0353 | 0.0445 | 0.0561 | 0.0704 | 0.0876 | 0.1079 | | | | | | | |
| 11.0 | | 0.0324 | 0.0395 | 0.0487 | 0.0603 | 0.0746 | 0.0918 | 0.1121 | 0.1357 | 0.1629 | 0.1940 | | | | |
| 12.0 | | | 0.0441 | 0.0533 | 0.0649 | 0.0792 | 0.0964 | 0.1167 | 0.1403 | 0.1675 | 0.1986 | 0.2338 | | | |
| 13.0 | | | 0.0491 | 0.0583 | 0.0699 | 0.0842 | 0.1014 | 0.1217 | 0.1453 | 0.1725 | 0.2036 | 0.2388 | 0.2783 | | |
| 14.0 | | | | 0.0637 | 0.0753 | 0.0896 | 0.1068 | 0.1271 | 0.1507 | 0.1779 | 0.2090 | 0.2442 | 0.2837 | 0.3277 | |
| 15.0 | | | | 0.0695 | 0.0811 | 0.0954 | 0.1126 | 0.1329 | 0.1565 | 0.1837 | 0.2148 | 0.2500 | 0.2895 | 0.3335 | 0.3823 |
| 16.0 | | | | 0.0757 | 0.0873 | 0.1016 | 0.1188 | 0.1391 | 0.1627 | 0.1899 | 0.2210 | 0.2562 | 0.2957 | 0.3397 | 0.3885 |
| 17.0 | | | | | 0.0939 | 0.1082 | 0.1254 | 0.1457 | 0.1693 | 0.1965 | 0.2276 | 0.2628 | 0.3023 | 0.3463 | 0.3951 |
| 18.0 | | | | | 0.1009 | 0.1152 | 0.1324 | 0.1527 | 0.1763 | 0.2035 | 0.2346 | 0.2698 | 0.3093 | 0.3533 | 0.4021 |
| 19.0 | | | | | | 0.1226 | 0.1398 | 0.1601 | 0.1837 | 0.2109 | 0.2420 | 0.2772 | 0.3167 | 0.3607 | 0.4095 |
| 20.0 | | | | | | 0.1304 | 0.1476 | 0.1679 | 0.1915 | 0.2187 | 0.2498 | 0.2850 | 0.3245 | 0.3685 | 0.4173 |
| 21.0 | | | | | | | 0.1558 | 0.1761 | 0.1997 | 0.2269 | 0.2580 | 0.2932 | 0.3327 | 0.3767 | 0.4255 |
| 22.0 | | | | | | | 0.1644 | 0.1847 | 0.2083 | 0.2355 | 0.2666 | 0.3018 | 0.3413 | 0.3853 | 0.4341 |
| 23.0 | | | | | | | | 0.1937 | 0.2173 | 0.2445 | 0.2756 | 0.3108 | 0.3503 | 0.3943 | 0.4431 |
| 24.0 | | | | | | | | 0.2031 | 0.2267 | 0.2539 | 0.2850 | 0.3202 | 0.3597 | 0.4037 | 0.4525 |
| 25.0 | | | | | | | | 0.2129 | 0.2365 | 0.2637 | 0.2948 | 0.3300 | 0.3695 | 0.4135 | 0.4623 |
| 26.0 | | | | | | | | | 0.2467 | 0.2739 | 0.3050 | 0.3402 | 0.3797 | 0.4237 | 0.4725 |
| 27.0 | | | | | | | | | 0.2573 | 0.2845 | 0.3155 | 0.3508 | 0.3903 | 0.4343 | 0.4831 |
| 28.0 | | | | | | | | | 0.2683 | 0.2955 | 0.3266 | 0.3618 | 0.4013 | 0.4463 | 0.4941 |
| 29.0 | | | | | | | | | | 0.3069 | 0.3380 | 0.3732 | 0.4127 | 0.4567 | 0.5055 |
| 30.0 | | | | | | | | | | 0.3187 | 0.3498 | 0.3850 | 0.4245 | 0.4685 | 0.5173 |
| 31.0 | | | | | | | | | | | 0.3620 | 0.3972 | 0.4367 | 0.4807 | 0.5295 |
| 32.0 | | | | | | | | | | | 0.3746 | 0.4098 | 0.4493 | 0.4933 | 0.5421 |

附表 3：臺灣省林業試驗所蓮華池分所火培坑57年生肖楠造林地立木材積表

Appendix 3: Tree volume table for the 57 year-old Taiwan incense-cedar plantation of Huoo-peir-keng of Lian-hwa-chih branch office of Taiwan Forestry Research Institute

| 樹高(m) 胸徑(cm) | 13.0 | 14.0 | 15.0 | 16.0 | 17.0 | 18.0 | 19.0 | 20.0 | 21.0 | 22.0 | 23.0 | 24.0 | 25.0 | 26.0 | 27.0 |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 20.0 | 0.1441 | 0.1656 | 0.1871 | 0.2086 | 0.2301 | 0.2516 | 0.2731 | | | | | | | | |
| 21.0 | 0.1605 | 0.1820 | 0.2035 | 0.2250 | 0.2465 | 0.2680 | 0.2895 | | | | | | | | |
| 22.0 | 0.1793 | 0.2008 | 0.2223 | 0.2438 | 0.2653 | 0.2868 | 0.3083 | 0.3298 | | | | | | | |
| 23.0 | 0.2005 | 0.2220 | 0.2435 | 0.2650 | 0.2865 | 0.3080 | 0.3295 | 0.3510 | 0.3725 | | | | | | |
| 24.0 | | 0.2456 | 0.2671 | 0.2886 | 0.3101 | 0.3316 | 0.3531 | 0.3746 | 0.3961 | 0.4176 | | | | | |
| 25.0 | | 0.2716 | 0.2931 | 0.3146 | 0.3361 | 0.3576 | 0.3791 | 0.4006 | 0.4221 | 0.4436 | 0.4651 | | | | |
| 26.0 | | | 0.3215 | 0.3430 | 0.3645 | 0.3860 | 0.4075 | 0.4290 | 0.4505 | 0.4720 | 0.4935 | 0.5150 | | | |
| 27.0 | | | 0.3523 | 0.3738 | 0.3953 | 0.4168 | 0.4383 | 0.4598 | 0.4813 | 0.5028 | 0.5243 | 0.5458 | | | |
| 28.0 | | | 0.3855 | 0.4070 | 0.4285 | 0.4500 | 0.4715 | 0.4930 | 0.5145 | 0.5360 | 0.5575 | 0.5790 | 0.6005 | | |
| 29.0 | | | 0.4211 | 0.4426 | 0.4641 | 0.4856 | 0.5071 | 0.5286 | 0.5501 | 0.5716 | 0.5931 | 0.6146 | 0.6361 | | |
| 30.0 | | | 0.4591 | 0.4806 | 0.5021 | 0.5236 | 0.5451 | 0.5666 | 0.5881 | 0.6096 | 0.6311 | 0.6526 | 0.6741 | 0.6956 | |
| 31.0 | | | | 0.5210 | 0.5425 | 0.5640 | 0.5855 | 0.6070 | 0.6285 | 0.6500 | 0.6715 | 0.6930 | 0.7145 | 0.7360 | |
| 32.0 | | | | 0.5638 | 0.5853 | 0.6068 | 0.6283 | 0.6498 | 0.6713 | 0.6928 | 0.7143 | 0.7358 | 0.7573 | 0.7788 | |
| 33.0 | | | | 0.6090 | 0.6305 | 0.6520 | 0.6735 | 0.6950 | 0.7165 | 0.7380 | 0.7595 | 0.7810 | 0.8025 | 0.8240 | |
| 34.0 | | | | 0.6566 | 0.6781 | 0.6996 | 0.7211 | 0.7426 | 0.7641 | 0.7856 | 0.8071 | 0.8286 | 0.8501 | 0.8716 | 0.8931 |
| 35.0 | | | | 0.7066 | 0.7281 | 0.7496 | 0.7711 | 0.7926 | 0.8141 | 0.8356 | 0.8571 | 0.8786 | 0.9001 | 0.9216 | 0.9431 |
| 36.0 | | | | | 0.7805 | 0.8020 | 0.8235 | 0.8450 | 0.8665 | 0.8880 | 0.9095 | 0.9310 | 0.9525 | 0.9740 | 0.9955 |
| 37.0 | | | | | | 0.8568 | 0.8783 | 0.8998 | 0.9213 | 0.9428 | 0.9643 | 0.9858 | 1.0073 | 1.0288 | 1.0503 |
| 38.0 | | | | | | 0.9140 | 0.9355 | 0.9570 | 0.9785 | 1.0000 | 1.0215 | 1.0430 | 1.0645 | 1.0860 | 1.1075 |
| 39.0 | | | | | | 0.9736 | 0.9951 | 1.0166 | 1.0381 | 1.0596 | 1.0811 | 1.1026 | 1.1241 | 1.1456 | 1.1671 |
| 40.0 | | | | | | 1.0356 | 1.0571 | 1.0786 | 1.1001 | 1.1216 | 1.1431 | 1.1646 | 1.1861 | 1.2076 | 1.2291 |
| 41.0 | | | | | | 1.1000 | 1.1215 | 1.1430 | 1.1645 | 1.1860 | 1.2075 | 1.2290 | 1.2505 | 1.2720 | 1.2935 |
| 42.0 | | | | | | 1.1668 | 1.1883 | 1.2098 | 1.2313 | 1.2528 | 1.2743 | 1.2958 | 1.3173 | 1.3388 | 1.3603 |
| 43.0 | | | | | | 1.2360 | 1.2575 | 1.2790 | 1.3005 | 1.3220 | 1.3435 | 1.3650 | 1.3865 | 1.4080 | 1.4295 |
| 44.0 | | | | | | | 1.3291 | 1.3506 | 1.3721 | 1.3936 | 1.4151 | 1.4366 | 1.4581 | 1.4796 | 1.5011 |
| 45.0 | | | | | | | 1.4031 | 1.4246 | 1.4461 | 1.4676 | 1.4891 | 1.5106 | 1.5321 | 1.5536 | 1.5751 |
| 46.0 | | | | | | | 1.4795 | 1.5010 | 1.5225 | 1.5440 | 1.5655 | 1.5870 | 1.6085 | 1.6300 | 1.6515 |
| 47.0 | | | | | | | 1.5583 | 1.5798 | 1.6013 | 1.6228 | 1.6443 | 1.6658 | 1.6873 | 1.7088 | 1.7303 |
| 48.0 | | | | | | | 1.6395 | 1.6610 | 1.6825 | 1.7040 | 1.7255 | 1.7470 | 1.7685 | 1.7900 | 1.8115 |
| 49.0 | | | | | | | 1.7231 | 1.7446 | 1.7661 | 1.7876 | 1.8091 | 1.8306 | 1.8521 | 1.8736 | 1.8951 |
| 50.0 | | | | | | | 1.8091 | 1.8306 | 1.8521 | 1.8736 | 1.8951 | 1.9166 | 1.9381 | 1.9596 | 1.9811 |
| 51.0 | | | | | | | | 1.9190 | 1.9405 | 1.9620 | 1.9835 | 2.0050 | 2.0265 | 2.0480 | 2.0695 |
| 52.0 | | | | | | | | 2.0098 | 2.0313 | 2.0528 | 2.0743 | 2.0958 | 2.1173 | 2.1388 | 2.1603 |
| 53.0 | | | | | | | | 2.1030 | 2.1245 | 2.1460 | 2.1675 | 2.1890 | 2.2105 | 2.2320 | 2.2535 |
| 54.0 | | | | | | | | 2.1986 | 2.2201 | 2.2416 | 2.2631 | 2.2846 | 2.3061 | 2.3276 | 2.3491 |
| 55.0 | | | | | | | | 2.2966 | 2.3181 | 2.3396 | 2.3611 | 2.3826 | 2.4041 | 2.4256 | 2.4471 |
| 56.0 | | | | | | | | 2.3970 | 2.4185 | 2.4400 | 2.4615 | 2.4830 | 2.5045 | 2.5260 | 2.5475 |
| 57.0 | | | | | | | | 2.4998 | 2.5213 | 2.5428 | 2.5643 | 2.5858 | 2.6073 | 2.6288 | 2.6503 |
| 58.0 | | | | | | | | 2.6050 | 2.6265 | 2.6480 | 2.6695 | 2.6910 | 2.7125 | 2.7340 | 2.7555 |
| 59.0 | | | | | | | | 2.7126 | 2.7341 | 2.7556 | 2.7771 | 2.7986 | 2.8201 | 2.8416 | 2.8631 |
| 60.0 | | | | | | | | 2.8226 | 2.8441 | 2.8656 | 2.8871 | 2.9086 | 2.9301 | 2.9516 | 2.9731 |