

邱志明<sup>2</sup> 羅卓振南<sup>2</sup> 林振榮<sup>2</sup>

【摘要】本研究探討台灣杉永久樣區人工林分，於6年生及11年生經過修枝後，於24年生時砍伐樣木15株，調查其立木枝條大小及分布，並以弦面板及徑切面之方式製材，以探查枝節在樹幹中之分布及進行節癒合之解析，發現台灣杉樹幹枝條平均每公尺18.4枝，活枝數目，修枝與未修枝者差異不大，約120枝，但枯枝數目，修枝者平均65枝，而未修枝則高達131枝，此顯示台灣杉枝條枯死不易自然脫落而殘存樹幹，非藉由人工修枝不可；台灣杉平均節徑，隨距髓心距離增加而增大，而單位材面之枝節數，則隨距髓心距離之增加而減低，經過修枝處理者，其趨勢更明顯；林木修枝後，枝徑或殘枝長若愈大，則修枝傷口癒合之長度與癒合所需之年數愈長，無節生產比率愈低，又枝條直徑和傷口包埋癒合之長度與年數大致呈直線及二次曲線之相關。本試驗對枝節之解析，可提供台灣杉無節材生產預估之必要資訊。

【關鍵詞】台灣杉、修枝、節疤癒合。

---

<sup>1</sup> 林業試驗所報告登記第 122 號。

Contribution No. 122 of Taiwan Forestry Research Institute.

<sup>2</sup> 台灣省林業試驗所研究員、助理研究員、助理。

Senior Scientist, Assistant Scientist and Research Assistant, Taiwan Forestry Research Institute.

ure of wound healing in *Taiwania cryptomerioides*


plantations after pruning

【Abstract】 Pruning treatments were applied to a *Taiwania* stand at ages 6 and 11. At plantation age 24, 15 sample trees were selected to survey the size and numbers of knots on the treated trees. The distribution of knots in the stem was investigated on the tangentially sawed board and the knot analysis, on the radially sawed board.

The average number of branches of *Taiwania* each sample tree was 18.5, that of the live branches was 120. After the pruning treatment, the average number of dead branches in pruned plots was about 65, while it was about 131 in the unpruned or control plots. It is obvious that dead branches stayed on the tree for many years.

An average number of knots per unit lumber surface had a negative but the average knot size(diameter) had a positive relations with the distance from the pith. This tendency was more remarkable on the pruned trees. Therefore, the pruning treatment is important to promote the grade of *Taiwania* lumber. The larger the diameter of branch or the longer the branch stub left on the tree, the longer the healing process and the knottier the lumber we would produce.

Moreover, the regression of both branch diameter and the length of branch stub on the length or size of healing over the pruning wounds was a linear or second order curve



**PDF Complete**

Your complimentary use period has ended.  
Thank you for using PDF Complete.

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

ession coefficient, the healing process seemed to be

controlled by many factors. The present study may cast some light on the future management of the species.

**【Keywords】** *Taiwania cryptomerioides*, Pruning, Wound healing.

育林撫育技術體系中，修枝為一重要手段，其目的為調節樹幹中節的分布和年輪寬，避免死節之形成，促進無節良質材之生產，此外可調整林內下層光度及林分構造，維持複層林之狀態(藤森隆郎，1984)。然而修枝搭配疏伐、栽植密度，可組成不同之育林撫育體系，本研究以經濟林地之木材生產為林業經營之主要目標，並以生產高比率之無節良材為主要目的。

台灣杉(*Taiwania cryptomerioides* Hay.)又名亞杉，其樹形高大，幹形通直，材質優異，常做為家具、建築用材，而其製材品等之好壞，影響材價甚大。人工造林後，生長極為迅速良好，在本省中、高海拔林區，均可造林，對病蟲害之抵抗力強，抗風力亦大，又可免松鼠危害，故十年來本省即積極推廣造林(劉宣誠等，1984)。國內有關台灣杉之研究，偏重於形態及育苗方面，不同修枝方法對其生長之影響，亦有數位學者發表，如洪良斌(1979)，以不同集約經營方法觀測台灣杉幼林分生長情形，指出台灣杉幼林木幹足周圍，易生濃密側枝且梢端常有分叉枝幹，枝條枯死後不易自然脫落，急需進行修枝，否則主幹質與量之生長將大受影響。6年生修枝高度以1/4樹高較適宜。羅卓振南等(1988)以不同修枝度觀測台灣杉幼林分之生長及節癒合情形，發現對9年生台灣杉進行不同程度修枝，5年後，胸徑及樹高生長差異不顯著，且修枝3年後，傷口大部分已癒合，又樹幹著生之枝條每公尺平均19枝。

惟無節良材生產之預估，必須瞭解各樹種枝條生長特性及修枝後傷口之節癒

癒合所需之癒合長度、年數及殘枝長和癒合年數

及癒合長之關係；若自然修枝，由枝條枯死至脫落或包埋所需之時間或長度，這些基本資料，均為決定將來台灣杉生產不同徑級高品質用材生產預估或無節材所佔百分率所必須具備之基本資訊，亦為本研究所要探討之問題。

## II、材料與方法

### (I) 試驗林分概況

本研究選定之試驗區，位於林務局屏東林區管理處荖濃事業區第73林班，海拔高約1300 m，地質母岩屬片頁岩，土壤為粘壤土，屬紅黃色灰化土類。地表含腐植土，表土深厚而肥沃，排水良好。造林地朝西南向，坡度約在10~35°，試驗地區之年平均溫度及年總雨量，依鄰近鳳崗山氣象站資料分別為18.6°C及2280 mm，且多集中於5~9月份(陸象豫等，1998)。

試驗林分原屬天然闊葉樹林地，為林務局第二期林相變更區，於民國56年6月間，造林70餘公頃，每公頃栽植株數為2500株，至6年生時成活率約在70%左右，幼齡期生長良好，選擇其中2 ha，在6年生及11年生時，曾分別實施兩次修枝，高度為6年時，此時枝下高約為0.1 m，修枝高度為樹高1/4~1/3，11年生，胸徑平均約16 cm，樹高平均9.5 m，枝下高平均1.5 m，修枝高度為樹高之1/3~1/2(羅卓振南等，1991)。

### (II) 樣木之採取

公頃1,050株，砍伐經修枝處理之中勢木6株，未修

枝之中勢木、優勢木及劣勢木各3株，共15株(表 1)，以供各項枝節觀測及分析之用。

### (III)立木外觀枝節之調查

選擇上述未修枝處理之優勢木、中勢木、劣勢木各3株，樣木伐倒後，量測初級枝條之有無、枝徑、數目、枝長及在樹高方向之分布。

### (IV)樹幹內枝節之大小及分布

將經修枝處理之中勢木6枝，及未修枝處理之中勢木3株，共9株，立木樹幹區分為三部分，即枝下材，其又可區分為樹皮光滑無節之幹部（離地面高0.3~1.3、1.3~2.3 m）及具有節痕殘留枯枝之幹部二部分(3.3~4.3、4.3~5.3 m)，第三為樹冠材，即具有活枝之樹冠部(9.3~10.3 m)。將此三部分分別取樹高同高部位各鋸1 m長圓木，共5段，9株樣木，共45段，以正角材方式鋸製如圖1(a)所示，去除邊皮材，板材寬約為10 cm，開始鋸製，板厚約2 cm，即採外弦面板方式調查，分別就不同斷面高(樹幹離地面高度)、距髓心距離、節之大小、個數及形態加以記錄，包含活節(Live knot)及死節(Dead knot)均需加以調查，最後鋸製成約40 mm x40 mm之正角材。

### (V)節疤癒合形態之解析

將上述經修枝處理伐倒之樣木，取2.3~3.3 m部位，以徑面板製取方式(圖1, b)，進行枝節大小，其調查方法依CNS 444標準進行，即調查節之長徑，惟長徑為短徑

節疤形態之解析，其調查項目有枝徑、殘枝長、

傷口癒合長及年輪平滑所需之長度及年數如圖2所示。

### III、結果與討論

#### (I)立木外觀枝節形態

##### 1.枝條數

經實際量測砍伐之樣木；由表1得知，台灣杉中勢木立木每公尺枝條數在15.8~24.5，平均每公尺18.4枝，此枝條數是以全部均為活枝之樹冠長計算，枯死枝條因有部份已脫落，故未予列計，台灣杉各樣木，其開始有活枝之高度即枝下高，不論優勢木、中勢木或劣勢木，在不同樣木間變化不大，範圍在7.2~9.4 m，平均約8.5 m。而其全部均為活枝條之高度不同樣木間亦約略相同在12~14 m，將此活樹冠中之總枝條數除以活樹冠長，即得每公尺枝條數。若以中勢木現存在樹幹中之枝條數加以列計，經修枝處理者為159~227，平均188，未修枝者為228~264，平均為247，可見經修枝與未修枝處理者，各不同樣木間，其枝條總數變異頗大，若進一步區分為枯枝及活枝，則經修枝者活枝在101~147，平均122，未修枝者在99~140，平均115。而枯枝數目，修枝者在42~80，平均65，未修枝者在124~141，平均131。由此可知，未修枝者，殘存之枯枝數目約為修枝者之2倍。故經修枝與未修枝者樹幹中枯枝數目變化很大，而活枝數目經 t 檢定結果，t值1.49，小於自由度13，臨界值  $t_{0.05} = 2.16$ ，故修枝與未修枝差異不大。此顯示一事實，台灣杉枯死



此結果和洪良斌(1979)、羅卓振南(1988)等，研究

結果相同。因此欲提高台灣杉製材品等，非藉由人工修枝手段不可，又由表1未修枝處理之樣木可知，不論枯枝或活枝之數目，均有優勢木大於中勢木大於劣勢木之趨勢。但平均每公尺之枝條數，則此趨勢較不明顯，此因優勢木有較高之樹高，故其枝條數較中勢木及劣勢木多，但每公尺之枝條數和樹冠枝條配置，如枝徑、枝長及枝條著生之角度均有關，以爭取較多量之生長空間及陽光(加納孟等，1966、中川伸策，1987)，故趨勢不明顯。

## 2.枝徑

台灣杉枝徑出現之頻度如表2所示，表2為均以未修枝處理之優勢木、中勢木、劣勢木各3株平均，可發現台灣杉中勢木枝徑以1~2 cm之枝條數最多，枝徑在2.0 cm以下者佔有82%，優勢木73%，劣勢木則達到95%；枝徑2.0 cm以上者，中勢木佔18%，優勢木為27%，劣勢木則僅5%。由此可知，優勢木直徑較大之枝條出現頻度較大，而劣勢木則較小枝徑出現之比率較大。此結果和筆者(1995)台灣扁柏及加納孟等(1959、1961)，對柳杉之研究結果趨勢相同。

台灣杉枝徑和枝長之關係，如圖3所示，兩者呈極顯著之正相關，決定係數高達0.835，亦即枝徑愈大，枝長即愈長。由此可知劣勢木因位於林冠下層，光線不足，枝條纖細，而優勢木位於樹冠上層，且有較大之枝徑及枝長，對林地之空間使用產生掌控之位置，因此造林木之中後期撫育，疏伐修枝若不實施，則無法改變林木空間之重新配置，將造成優勢木生長快速，樹冠擴張，致枝徑加大，而使



冠級林木之生長(加納孟等, 1966; 竹內郁雄, 1987;

藤森隆郎, 1975)。生長均勻之人工林, 及林分若密植亦將可使林木枝條生長空間受阻, 而使枝徑維持細小, 促進其枯死而自然修枝(安藤貴等, 1972; 藤森隆郎, 1984; Bendtsen, 1978; Haygreen *et al.*, 1982)。

## (II)製材板面之枝節

### 1.節徑大小在樹幹內之變化

取未經修枝處理之3株中勢木, 離地面不同高度之原木材長各1 m, 以正角材之製取方式, 即製成弦面板, 再調查單位材面出現之節徑及數目。圖4為台灣杉平均節徑在樹幹中之變化, 由圖可知除0.3~1.3 m單位材面外, 節徑有隨距髓心距離之增加而增大之趨勢。在距髓心距離2~3 cm左右, 平均節徑約1 cm左右, 而在樹皮附近平均枝徑已達1.8 cm。但在0.3~1.3 m及1.3~2.3 m單位材面, 距髓心距離約6 cm左右, 節徑達最大, 而後有下降之傾向。又不同斷面高, 發現在0.3~1.3 m之斷面高, 平均枝徑最小, 而1.3~2.3 m斷面高, 平均枝徑最大。至於3.3~4.3、4.3~5.3、9.3~10.3 m三段之單位材面, 節徑大小相若, 在樹幹橫向之變化亦相似。據加納孟等(1966), 對不同產地之日本柳杉枝節數目之調查發現, 不論其栽植密度為何, 其最小之節徑均出現在近髓心處, 距髓心距離約1~3 cm, 而後亦有隨距髓心距離之增大, 平均節徑會增大, 但若低密度栽植者, 其平均節徑最大值較大, 且達到最大值之位置較晚, 亦即距髓心距離亦較大, 而後平均枝徑又會降低。此說明著高密度栽植和高密度管理, 有修枝之效果, 因枝徑較小、枝長較短, 促進自然修枝。

同樣以上述方法鋸製成單位材長之弦面板，調查未修枝處理之中勢木，其節枝數目在樹幹中之變化，如圖5所示。由圖可知，節之數目有距髓心距離之增大而降低之趨勢，且在距髓心距離約8 cm左右，降低趨勢已緩和，約5個左右；而在距髓心距離2 cm左右，節枝數目約有15個。且樹高愈高，節枝數目有增大之傾向。加納孟等(1966)對日本柳杉之研究發現，近髓心節之數目約為5個，但其材寬為3.4 cm，又其也發現谷側比山側節枝出現率較高；經修枝與未修枝處理節枝數目出現之情形，如圖6所示，當以中勢木平均，1.3~2.3 m斷面為例，發現經修枝者在距髓心8~10 cm處，即會產生無節材，而未修枝者，至樹皮處仍有平均節數2個，且修枝處理者，隨著距髓心距離之增大，節數急劇下降，而未修枝則漸近，亦即造林木若未修枝，隨著林齡之增大，最後枝條仍會脫落，而產生無節材，但經修枝處理者，可提早無節材之形成。

### (Ⅲ)枝節癒合形態之解析

林木之枝條為枝葉著生之地方，為林木進行光合作用製造養分之場所，為生長所必須，但隨著林木之生長，在鬱閉林分樹冠下側之枝條，因陽光不足，有些樹種會自然脫落，如杉木、柳杉，但有些樹種枝條則殘存在樹幹中，而不易脫落，如紅檜、台灣杉，如此將會嚴重影響將來製材之品質(邱志明、羅卓振南，1995)。

林木修枝之目的，主要在生產無節之良材及避免死節之產生，惟當林木修枝時，無節之良材並非一蹴可幾，尚需經過一段時間，此經過時間之長短，視枝條

林木之生長狀況及枝條生長狀態而定。又修枝時，

枝條之生長狀況亦會影響枝節形成，當活枝狀態修枝時，所產生之節稱為活節，此時枝條之形成層和樹幹之形成層連結在一起，所產生之管胞或纖維亦彼此相連結，故此節之存在，雖會影響木材之機械強度及物理性質之變化(中野達夫等，1977 山嶺男，1984；Yang，1987)，但部分不要求強度之場合，如壁板，尚可容忍；惟若修枝時，枝條已枯死，再進行修枝，則此時枝條之形成層活細胞已死，和樹幹形成層脫離而中斷，因此枝條之管胞或纖維和樹幹之管胞或纖維已不連結，因此此在製材時，可在樹幹中枝節之外圍，看到包埋之樹皮，此節稱為死節或腐節，此節在木材乾燥時，枝節部份會脫落，形成空洞，造成木材利用上之一嚴重缺陷，對木材製品之品等影響至鉅(竹內郁雄，1987)。以CNS 444(1991)製材品等分等標準來說，死節為活節實測節徑之二倍，若死節貫通材面則為活節實測節徑之四倍。例如1.5 cm節徑之死節則相當於3.0 cm之節徑之活節，若死節貫穿材面則相當於6.0 cm之活節。以一等材來說，節徑1.5 cm限三個以內，若活節一個，則為一等材，若為貫通材面之死節，則只要一個和活節相同節徑之死節，即降為二等材。由此可知，節對製材品等之影響，當立木樹皮光滑、無凹凸不齊之枝痕，此時樹幹製材時，將產生無節材。

以徑面板方式製取板材，觀測節枝直徑大小、生節、死節、殘枝長度及修枝傷口癒合所需之年數及長度，及至年輪平滑、無枝節痕跡之長度及所需年數等(圖2)，此等資訊對無節材生產比率之預估甚為重要。

癒合長為樹幹形成層生長將修枝後枝條傷口包埋所需之長度，其中自然修枝則為從枝條枯死後，至枝節為樹皮包埋癒合所需之長度，而人工修枝則為枝條修枝傷口先端至傷口癒合包埋之長度(圖2)，若以人工修枝為例，其枝徑與傷口癒合長之關係，最適之迴歸式為一次式，枝徑(x)與癒合長(Y)兩者之最適迴歸關係為：

$$Y=0.8077x + 11.451 \quad R^2=0.269*.....(1)$$

亦即兩者呈顯著正相關，枝條直徑愈大者，欲包埋枝徑所需之癒合長愈長，但其決定係數偏低，由此可知決定癒合長之因素複雜，非僅單一枝徑因子，藤森(1975)，曾採一株55年生日本柳杉，胸徑37.6 cm，樹高25.8 cm，地上高5~6 m部位，發現枝條由枯死至完全為樹皮包埋捲入之長度，平均為3.4 cm，年數平均為13年，其和枝徑無明顯關係。

枝徑(x)與傷口癒合所需年數(Y)之關係，兩者呈一二次曲線關係，其最適之迴歸式為：

$$Y=0.0114x^2 + 0.1369x + 1.9864 \quad R^2=0.587**.....(2)$$

由(1)及(2)迴歸式可知，若枝徑10 mm者，癒合所需之長度約1.95 cm，癒合所需之年數預估為1.8年；若枝徑為20 mm，癒合所需之長度為2.76 cm，癒合所需之年數預估約為3.8年，癒合年數與癒合長有密切相關，癒合長愈長，則癒合所需之年數愈長，由此建立之最適迴歸式及由表3枝徑和枝節解析各項性狀之迴歸式，可概略估算台灣杉不同枝徑大小，傷口癒合所需之長度及年數，此為無節材生產之

密度、育林處理、林齡及林木之生長狀況皆會影響

癒合所需之年數(藤森隆郎，1975、竹內郁雄，1981、加納孟等，1966；伊東隆夫等，1980；中野達夫等，1977)。一般相同枝徑情況下，林木生長旺盛者將縮短癒合所需年數。

## 2.枝徑與平滑長及平滑所需年數之關係

林木枝條經修枝後，樹幹和林木枝條之管胞會產生連結(生節)和中斷(死節)之現象，此皆造成年輪中紋理之凹凸波折，經過一段時間後，傷口會癒合，至最後紋理在徑切面恢復無節干擾時之狀態即會產生年輪平滑現象，往後開始，在徑切面即會產生高品質、紋理平滑之木材。台灣杉枝徑(x)與年輪恢復平滑所需距離(Y)，其最適迴歸方程式為一二次曲線式，迴歸式如下：

$$Y=0.0976x^2 + 1.5727x + 56.29 \quad R^2=0.476^{**}\dots\dots\dots(3)$$

而枝徑與年輪平滑所需之年數，其關係為一直線正相關，最適迴歸式如下：

$$Y=0.3739x + 3.2838 \quad R^2=0.560^{**}\dots\dots\dots(4)$$

所求之最適迴歸式(3)及(4)，可預估台灣杉不同枝徑大小傷口癒合至年輪恢復平滑所需之距離及年數。以本試驗結果來說，台灣杉枝徑若為10 mm，則欲達到無節干擾之年輪平滑狀態，所需之長度約為5 cm，所需之年數約為7年；若枝徑20 mm，則平滑長需6.4 cm，所需之年數增加到11年。由此可知，此平滑長和平滑年數比傷口癒合所需長度及年數較長，不論人工修枝或自然修枝，傷口癒合至年輪平滑尚需經過一段時間才能達到年輪平滑之高價良材；由圖7知，枝徑與修枝傷口癒合至

不顯明，決定係數不顯著。亦即傷口癒合至年輪平

滑所需之長度和枝徑大小無關，一般在2~5 cm間，平均在3.5 cm左右，而枝徑與修枝傷口癒合至年輪平滑所需之年數，如圖8所示，兩者呈一直線之正相關；以本試驗台灣杉為例，枝徑10 mm，癒合至平滑時間約需5年才可達到，若林木生長速率快，年輪較寬則癒合至年輪恢復平滑所需之時間可縮短(中川伸策，1987)。

### 3. 殘枝長與癒合長及癒合年數之關係

殘枝長為林木枝條經人工修枝(切口平齊)，圖2(a)，及天然修枝(切口不整齊)，圖2(b)後所殘留在樹幹中之長度，若殘枝長愈短，則愈容易癒合，因此癒合長較短，且癒合所需之年數亦愈短，殘枝長(x)與癒合長與癒合年數(Y)皆呈直線正相關其所求得之最適迴歸式如表4所示。

### 4. 殘枝長與平滑長及平滑所需年數之關係

前節已提及傷口癒合至年輪平滑至無枝節干擾所造成年輪或紋理凹凸不平現象，須歷經一段時間，而影響其長短另一重要因子為殘枝長，將殘枝長(x)與平滑長所需之長度及至年輪平滑所需之年數(Y)加以迴歸，其最適迴歸皆為直線式，如表4所示。

由表4之迴歸式，同樣我們可推估修枝時所留存殘枝之長短會嚴重影響癒合長、平滑長、癒合所需之年數及平滑所需之年數。以本試驗為例，殘枝長10 mm，癒合長需1.5 cm，傷口癒合所需年數平均需4年，平滑長需2.1 cm，至年輪平滑所



，則癒合長需2.5 cm，癒合所需年數平均需6.4年，

平滑長需2.9 cm，年輪平滑所需年數約為8年，由此可知修枝技術之重要。

由殘枝長與癒合長、癒合年、平滑長、平滑年之迴歸關係之決定係數(0.564~0.818)(表4)比枝徑與癒合長、癒合年、平滑長及平滑年之迴歸式之決定係數(0.269~0.560)(表3)來得大，可知殘枝長比枝徑，對傷口癒合長及傷口癒合所需之年數影響來得明顯，此結果和藤森隆郎(1984)，對日本柳杉及扁柏之研究結果相似。

又據竹內郁雄(1987)及藤森隆郎(1975)、加納孟等(1961)研究修枝相關之技術問題，認為決定修枝傷口癒合長及癒合所需年數長短之決定因素除前述之枝徑及殘枝長外，尚受下列因素影響：(1)修枝作業正確否。(2)樹齡。(3)修枝工具。(4)栽植密度。(5)疏伐。(6)施肥。(7)地位。(8)樹幹部位。(9)坡向。(10)修枝時期。(11)林木種類所影響。(12)枝條和樹幹角度。

由此可知影響修枝傷口癒合因子之複雜，當我們求出某林分之癒合長後，即可再根據林分之年輪寬度大小(即生長狀況)來預測計劃生產無節材或各品等木材，如四面無節，三面無節等生長所需之年數及產量，以作為經營計畫，高品質無節材生產之依據。

#### IV、結論

台灣杉以中勢木而言，平均每公尺樹幹枝條 18.4 枝，活枝數目，依不同修枝程度差異不大，平均約 120 株，但枯枝數目，經修枝者，平均 65 枝，而未修枝之



台灣杉枝條枯死不易自然脫落，殘留樹幹，非藉由

人工修枝不可。以弦面板方式，調查其枝節大小及數目之變化，發現其平均節徑有隨距離髓心距離之增加而增大之趨勢，在距髓心距離 2 cm 左右，其平均節徑約為 1 cm。但在樹皮附近，枝徑平均已達 1.8 cm。又台灣杉單位材面枝節數目有距髓心距離之增加而降低之趨勢，且林木經過修枝者，其趨勢更明顯，以樹幹離地面高度 1.3~2.3 m 為例，發現經人工修枝者，在距髓心 8~10 cm 處，枝節數為零，但未修枝者，至樹皮處，仍有平均節數 2 個。台灣杉之枝徑若愈大或殘枝長愈長，均會造成修枝傷口之癒合長度或癒合之徑向距離、癒合所需之年數、年輪恢復平滑之徑向距離及年輪恢復平滑所需之年數等變數增大，且殘枝長對癒合長等之影響比枝徑對癒合長等之影響明顯。由本試驗枝節之解析所獲得殘枝長、枝徑與癒合長等迴歸關係式，可提供台灣杉無節材生產預估所必要之資訊。

## V、致謝

本研究承行政院國家科學委員會補助(NSC 80-0406-B-054-12)之一部分成果，並在樣木砍伐時，蒙林務局屏東林區管理處六龜工作站黃現服主任及同仁之協助。僅此一併致謝。

## VI、參考文獻

Anonymous CNS 444 (1991) 製材之分等。中國國家標準，經濟部中央標準局印行。

邱志明、羅卓振南 (1995) 人工林修枝作業實務。台灣林業 21(11)：28~34。

95) 棲蘭山檜木天然更新地一扁柏幹形與樹冠構造

之研究。林試所研究報告季刊 10(1)：121-130。

洪良斌（1979）台灣杉幼林集約經營與其生長關係之研究。中華農學會報 新第106期：79~99。

劉宣誠、林國銓、唐讓雷（1984）六龜地區台灣杉造林木之生長與材質之研究。林試所報告 408號 25p.p。

陸象豫、黃良鑫、黃惠雪（1998）林業試驗所六龜分所氣象資料。林業試驗所 林學叢刊第89號。

羅卓振南、鍾旭和、陳燕章（1988）修枝對台灣杉幼林生長及節癒合效應。林試所研究報告季刊 3(3)：241~253。

羅卓振南、鍾旭和、邱志明、周朝富、羅新興（1991）疏伐與修枝對台灣杉人工林生長之影響。林試所研究報告季刊 6(2)：155~168。

中川伸策（1987）修枝 陽光量 材 年輪構造 及 影響。日本林試研報 No. 345，81~100。

中野達夫、齊藤久夫（1977）枝打 材質。林業技術 406：34~38。

加納孟、枝松信之、蕪木自輔（1959）製材用原木 造林木 品質(第一報)釜淵產材 節。日本林業試驗場研究報告 第112號，49~113。

1961) 製材用原木

造林木 品質(第

二報)西川産材。日本林業試験場研究報告 第134號，54~114。

加納孟、枝松信之、蕪木自輔、齊藤久夫(1966) 製材用原木

造林木

品質(第3報) 保育形式 異 造林木 品質。林業試験場研究報告 第185

號：57~190。

竹内郁雄(1987) 枝打 林分 生産 柱材 品等調査例。日本林試研

報 No. 344：103-116。

安藤貴、蜂屋欣二、土井恭次、片岡寛純、加藤善忠、 口勝美(1972) 林

保育形式 關 研究。日本林業試験場研究報告 第209號 76頁。

伊東隆夫、山口和惠、黒田宏之、島地謙、角谷和男(1980)

材質 栽植密度 影響。京都大學木材研究資料 15: 45~60。

藤森隆郎(1975) 枝打 技術體系 關 研究。日本林試研報 273號：74pp。

藤森隆郎(1984) 枝打 一基礎 應用。日本林業技術協會印行 180p.p。

藤森隆郎(1984) 枝打 作業 問題點。林業技術 442: 28~32。

山嶺男(1984)有節材 強度推定 關可 研究。日本林試研報 No. 326: 69~167。

Bendtsen, B. A. (1978) Propertis of wood improved and intensively managed tree. Forest

Prod. J. 28 (10): 61-72.



**PDF Complete**

*Your complimentary use period has ended.  
Thank you for using PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

1982) Forest products and wood science. The IOWA State

University press/ ames p.271-303.

Yang, K. C. (1987) Wood properties, wood qualities and silvicultural treatments. Q. Jour.

Chin. For. 20(2): 7-28.

TABLE 1. THE ATTRIBUTES OF SAMPLE TREES FOR *Taiwania* PLANTATIONS

Treatment	Kinds of tree	DBH in side bark(cm)	Height (m)	Clear length		Branch no.		Total	Branch no./m.
				Dead (m)	Living (m)	Dead	Living		
Pruned	Med. tree	24.9	18.2	3.3	8.6	80	147	227	19.7
		23.1	17.8	3.2	8.3	62	111	173	17.8
		26.0	18.4	3.4	8.8	79	101	180	17.6
		24.0	18.2	4.4	7.6	42	117	159	16.5
		24.7	18.4	4.3	8.5	61	128	189	24.5
		25.4	19.3	4.6	8.2	68	130	198	17.8
Not pruned	Med. tree	24.5	18.0	0.2	9.2	141	107	248	15.8
		23.4	17.6	0.3	8.2	129	99	228	16.3
		24.6	19.0	0.4	8.6	124	140	264	19.7
	Dom. tree	30.1	19.8	0.6	9.4	146	112	258	18.2
		31.5	20.4	0.3	8.8	135	143	278	19.0
		31.9	20.6	0.4	8.4	148	122	270	17.8
	Sup. tree	14.8	14.3	0.5	7.2	84	57	131	20.5
		16.1	13.7	0.4	8.3	99	64	163	18.1
16.7		14.3	0.8	8.5	76	59	135	18.9	

註 Dom. tree: Dominant trees

Med tree: Mediate trees

Sup. tree: Suppressed trees

臺灣杉不同大小枝徑之分布

TABLE 2. Distribution of branches of different diameter

Kinds of tree	Diameter of branch knot (cm)	0~0.9	1.0~1.9	2.0~2.9	3.0~3.9	4.0 以上	Total
Med. trees	No. of branch knots	72.0	131.0	31.0	12.0	1.0	247
	Relative frequency (%)	29.1	53.0	12.6	4.9	0.4	100
Dom. trees	No. of branch knots	56.0	142.0	46.0	21.0	4.0	269
	Relative frequency (%)	20.8	52.8	17.1	7.8	1.5	100
Sup. trees	No. of branch knots	94.0	41.0	7.0	1.0		143
	Relative frequency (%)	65.7	28.7	4.9	0.7		100

支徑(x)與枝節解析特性(Y)之最適迴歸式

Table 5. The best fitted regression of attributes of knot analysis(Y) on branch diameter(x)  
in *Taiwania* plantations

Attributes of knot analysis	Regression equations	
Length to occlusion (mm)	$Y=0.8077x+11.451$	$R^2=0.269^*$
Length to year (yrs)	$Y=0.0114x^2-0.1369x+1.9864$	$R^2=0.587^{**}$
Length to straight annual ring (mm)	$Y=0.0976x^2-1.5727x+56.29$	$R^2=0.476^{**}$
Year to ring (yrs)	$Y=0.3739x+3.2838$	$R^2=0.560^{**}$

註 \* : statistically significant at 5% level

\*\* : statistically significant at 1% level



枝長(x)與枝節解析(Y)特性之最適迴歸式

Table 4. The best fitted regression of attributes of knot analysis(Y) on stub length(x) in

*Taiwania* plantations

Attributes of knot analysis	Regression equations	
Length to occlusion (mm)	$Y = 0.9752x + 5.302$	$R^2 = 0.818^{**}$
Length to year (yrs)	$Y = 0.2406x + 1.546$	$R^2 = 0.729^{**}$
Length to straight annual ring (mm)	$Y = 0.7835x + 13.163$	$R^2 = 0.564^{**}$
Year to ring (yrs)	$Y = 0.2263x + 3.347$	$R^2 = 0.570^{**}$

註 \* : statistically significant at 5% level

\*\* : statistically significant at 1% level

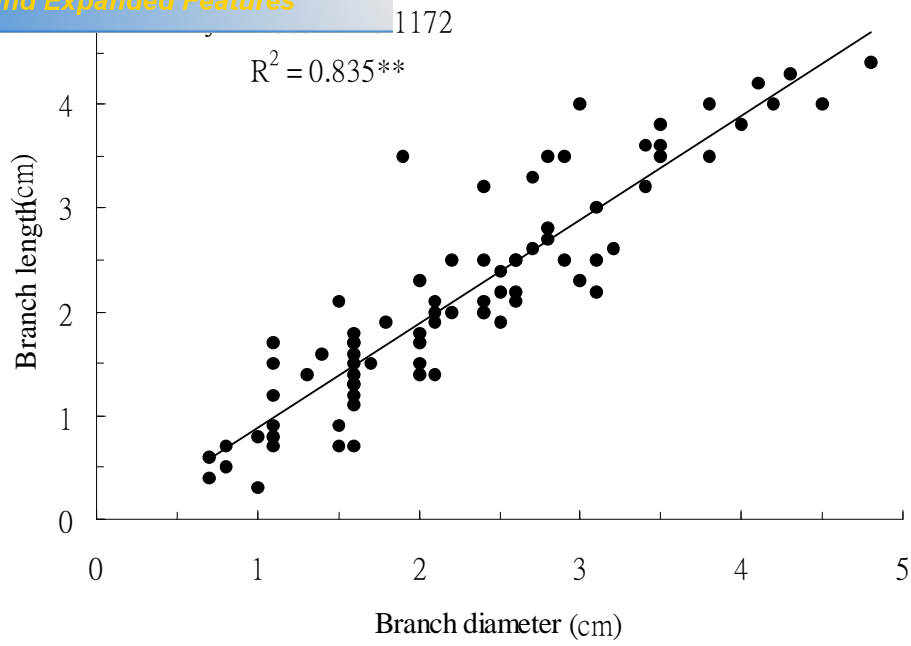


圖 3 台灣杉造林木枝徑與枝長之關係

Fig. 3 Branch length versus branch diameter in *Taiwania* plantations.

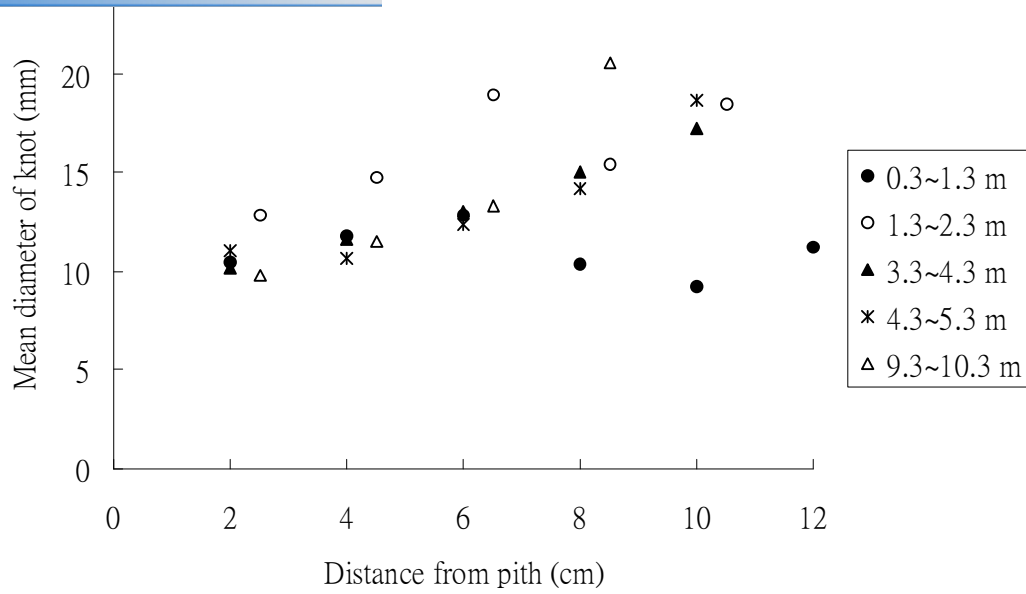


圖 4 台灣杉平均節徑在樹幹中之變化

Fig. 4 The variation of mean diameter of knot in the trunk for *Taiwania*

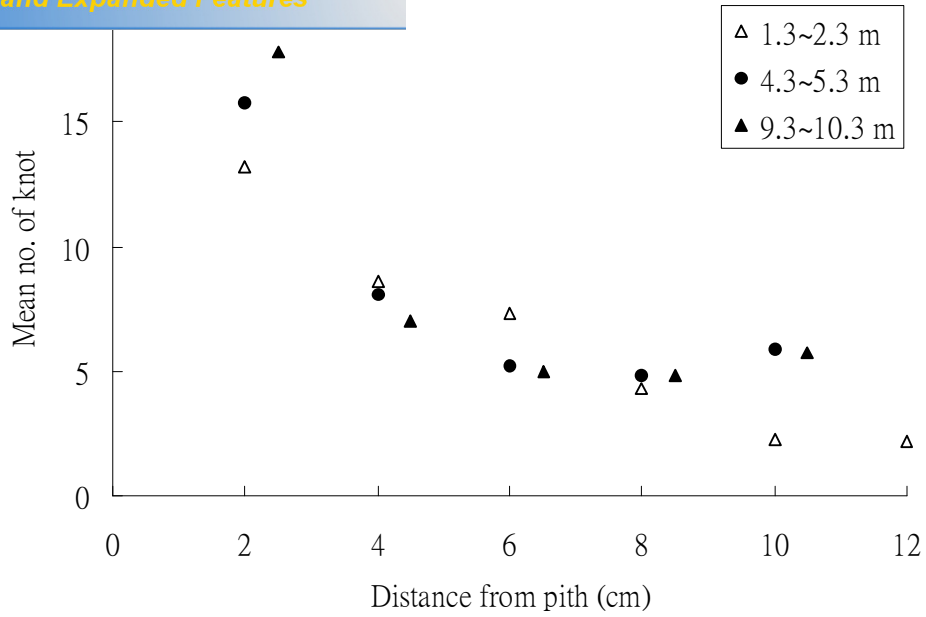


圖 5 台灣杉單位材面平均節數在樹幹中之變化(單位材面：材長 1 m，寬 10 cm)  
Fig. 5 The variation of mean no. of branch knot on unit board surface in the trunk (unit board surface: length, 1 m; width, 10 cm)

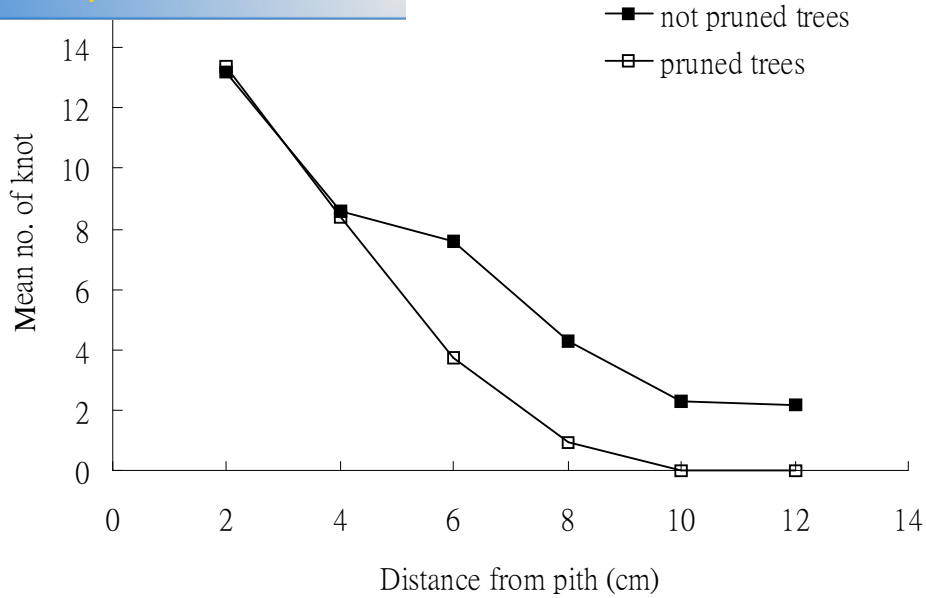


圖 6 台灣杉單位材面平均枝節數在樹幹橫向之變化(1.3~2.3 m 斷面高，單位材面：長 1 m，寬 10 cm)

Fig. 6. The variation of mean no. of knot within unit board surface from pith to the bark of *Taiwania* trees. (1.3~2.3 m, until board surface: length 1 m, width 10 cm)

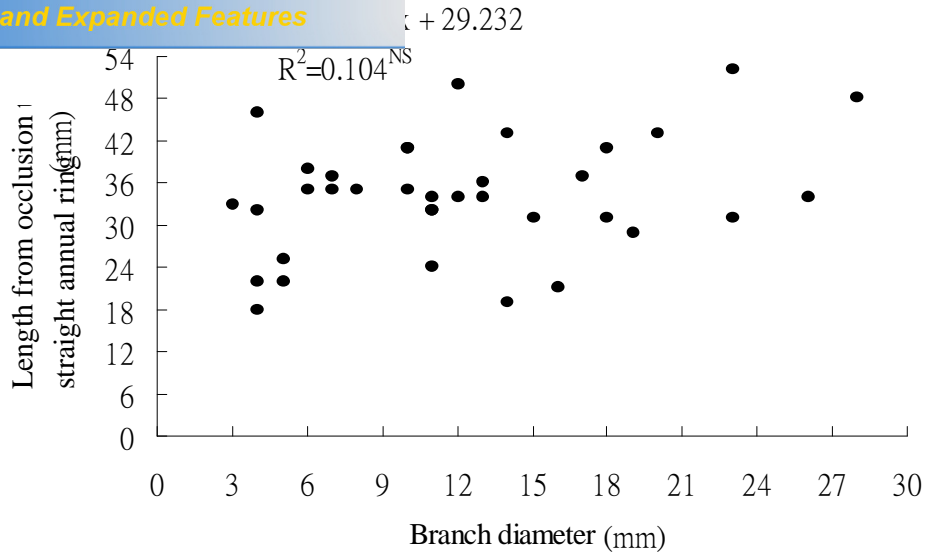


圖 7 台灣杉枝徑與傷口癒合至年輪平滑長之關係

Fig. 7 Relationship between the diameter of the cross section of a branch by pruning and the length from occlusion to straight annual ring for Taiwania plantations

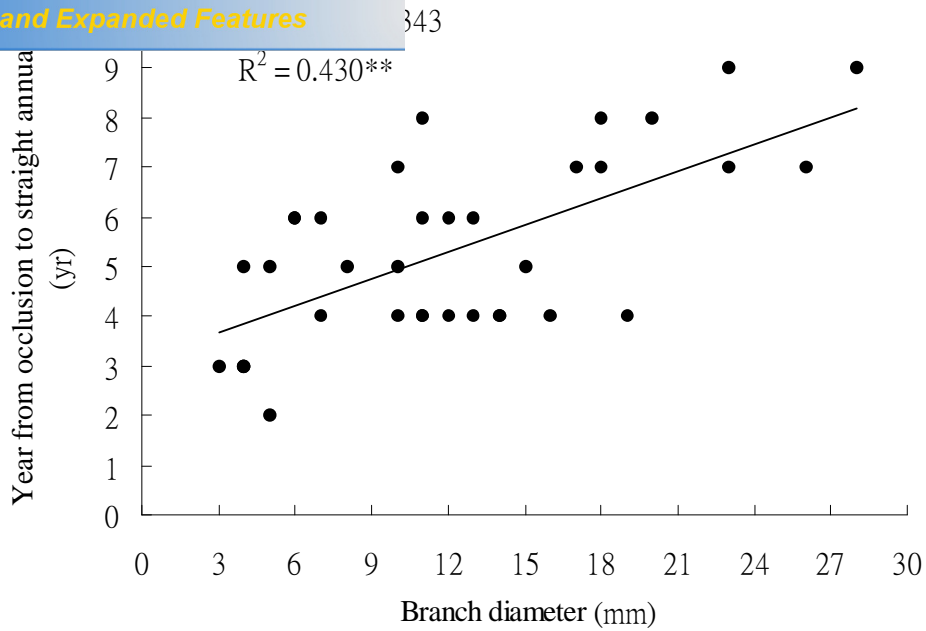


圖 8 台灣杉枝徑與傷口癒合至年輪平滑所需年數之關係

Fig. 8 Relationship between the diameter of the cross section of a branch by pruning and the year from occlusion to straight annual ring for *Taiwania* plantations



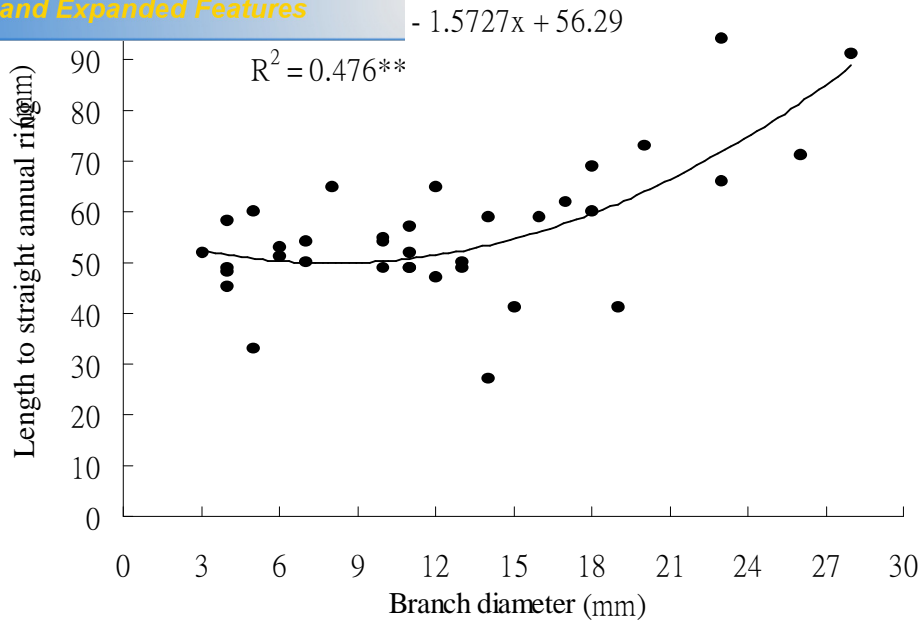


圖 9 台灣杉枝徑與平滑長之關係

Fig. 9 Relationship between the diameter of the cross section of a branch by pruning and the length from pruning to straight annual ring for *Taiwania* plantations.

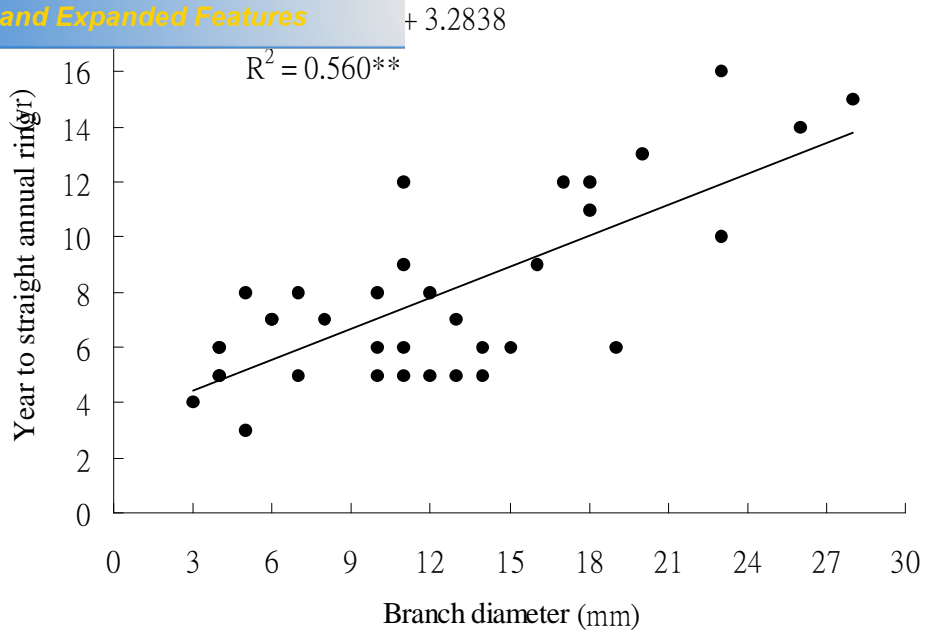


圖 10 台灣杉枝徑與平滑年之關係

Fig. 10 Relationship between the diameter of the cross section of a branch and the year from pruning to straight annual ring for *Taiwania* plantations.