

摘要

由於台灣檫造林木主幹側枝分叉明顯，嚴重影響主幹品質，因此，於 13 年生進行不同程度之修枝處理，結果發現修枝後 8 年，至 21 年時，林分 8 年間之胸徑、樹高、斷面積及材積定期年平均生長量，均無顯著差異，經解析各年之生長量發現，2/3 樹高修枝高度，在最初 1-3 年間會造成影響，第 4 年後，生長已恢復，而 1/2 樹高修枝處理，對生長影響不明顯。台灣檫修枝傷口介於 1~10 cm 間，其中 1~6 cm 枝徑佔絕大部分約 90%。枝徑 2 cm 以下，傷口可完全癒合，5 cm 以上則癒合困難，又台灣檫修枝方法若採用平切法或中切法，保留一段枝條，皆是不正確之修枝法，前者將造成傷口過大癒合困難，後者枝條枯死形成殘枝，延緩無節材形成之時間，同時造成變色及腐朽。修枝傷口癒合長及癒合年數，主要受殘枝長、傷口直徑及生長速度所影響，本試驗並建立其最適之迴歸關係式，提出台灣檫最佳之修枝度及方法，以供台灣檫人工林修枝撫育作業及無節材生產預估之重要參據。

關鍵詞：台灣檫造林木、修枝、生長、枝節解析。

邱志明、羅卓振南、孫銘源。2002。台灣檫修枝方法與傷口癒合解析之研究。台灣林業科學 17(4)

¹⁾ 行政院農業委員會林業試驗所，100 台北市南海路 53 號



PDF
Complete

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

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

tute. 53 Nanhai Rd., Taipei 100, Taiwan.

²⁾ 通訊作者 Corresponding author, e-mail: cmchiu@serv.tfri.gov.tw

2001 年 12 月送審 2002 年 10 月通過 Received December 2001, Accepted

October 2002

Analysis of Taiwan *Zelkova* (*Zelkova serrata* Hay.)

Plantations.

Chih-Ming Chiu,^{1, 2)} Chen-Nan Lo-Cho,¹⁾ Ming-Yuan Suen¹⁾

【Summary】

Because high forking greatly affecting the formation of the main stem and the wood quality was found in young Taiwan *Zelkova* plantations, various intensities and methods of pruning were practiced in a 13-yr-old plantation. Results for 8 yr after treatment showed that at the age of 21 yr, there were no significant differences among periodic annual increments in DBH, tree height, breast area, or volume growth. Analysis of the annual increment showed that growth of trees pruned up to 2/3 of their tree height was affected during the first 1 to 3 yr, but it recovered to the level of unpruned trees by the 4th year. However, there was no effect on the growth of trees pruned up to 1/2 of their tree height. Diameters of the pruning wounds were about 1~10 cm, with most (about 90%) at a size of 1~6 cm. Observations on occlusion after pruning showed that for trees with diameters of pruned wounds smaller than 2 cm, good occlusion occurred. On the other hand, if the diameter of the pruned wounds exceeded 5 cm, healing was difficult. Furthermore, the pruning method, i.e., cutting of the branch or stem fork, affected wound occlusion. Neither the adapted flush cut nor the retention stub cut were correct pruning methods. The former created a great

occlusion, while the latter resulted in a stub, which delayed the time required to produce clear wood ; moreover, it also caused the wood to discolor or decay. The length of time needed for occlusion of pruned wounds was mainly affected by the length of the branch stub, the diameter of the wound, and the rate of growth. Their best regression relations were established. Suggestions from this study can be used as a useful reference in carrying out optimum pruning intensities and pruning practices and for predicting the clear wood product for Taiwan *Zelkova* plantations.

Key words: Taiwan *Zelkova* plantation, pruning, growth, knot analysis.

Chiu CM, Lo-cho CN, Suen MY. 2001. Methods of pruning and knot wound analysis of Taiwan *Zelkova* plantations. Taiwan J For Sci 17(4)

台灣欒(*Zelkova serrata* Hay.)俗稱紅雞油或欒木，為台灣固有之優良鄉土樹種，分布於海拔 300-1000 m 之闊葉林中，可用於建築、高級傢俱、地板、扶手、雕刻等用材，經濟價值極高。台灣欒和牛樟(*Cinnamomum micranthum* Hay.)、黃連木(*Pistacia chinensis*)、烏心石(*Michelia formosana*)及台灣擦樹(*Sassafras randaiense* Hay.)，並稱為台灣闊葉五木。此一樹種在中低海拔對不同之立地環境適應性頗強，因此，近年來已成為林業單位闊葉樹造林最主要造林樹種。惟其造林後面臨一難題，造林木分叉幹或側枝眾多，據 Lo-cho et al. (1995b)調查發現 5 年生時，樹幹分叉數佔林木總株數之 82%，枝條節徑在 1~8 cm 之間，平均節徑 2.5 cm，每公尺枝條數約 3.6 枝。避免造成樹幹分叉之原因，除可由選種提升苗木品質，避免使用截幹苗及採用密植外 (Kano et al. 1966, Yamaeri 1981, Yuko 1992)，人為修枝作業是提升無節材之生產之不二法門。惟往昔修枝方法、程度、時期、季節、傷口癒合觀測之研究皆偏重於針葉樹。(Fujimori 1975,1984, Lo-cho et al. 1995a,1997, Chiu et al. 1999)。而對於闊葉樹修枝法之研究，Hung and Lo-cho (1977)曾對不同修枝高度光臘樹(*Fraxinus formosana* Hay.)之生長效應進行調查，發現 5 年生時 1/3 樹高高度修枝，對生長無影響。同時日本亦同樣面臨有用樹種闊葉樹修枝問題，近年來，亦加強對此有用闊葉樹進行修枝方法、傷口癒合、變色、季節之觀測，因其發現闊葉樹和針葉樹枝條生長習性及修枝方法大不相同 (Yamaeri 1981, Danhayashi 1994, Horishi 1994)，因此，本研究之目的除探討不同

並進一步探討台灣櫟修枝方法及修枝後，傷口癒

合形態及特性，如不同修枝方法，傷口之癒合情形、不同枝徑修枝傷口變色及腐朽情形及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，這些資料均為提供台灣櫟造林木正確修枝方法及預估生產不同徑級高品質無節良材所必須具備之基本資訊。

材料與方法

一、試驗林地概況

本試驗地位於高雄縣茂林鄉林業試驗所六龜分所第1林班，此地海拔高750m，土壤質地屬坩質壤土，土系屬南山系與永春里系(Nsh-Ycl)所形成的複合土系，為由板岩崩積化育而成之淺層石質土，土剖面碎石層含量相當高，土層厚度約在30~50 cm左右，坡向東南向(Lin and Horng 1997)；栽植距離 3 × 2 m，於13年生時，每公頃成活株數約800株，進行不同之修枝高度及不同修枝方法試驗。

二、處理因子

(一)修枝高度：

(A)修枝至1/2樹高。(B)修枝至2/3樹高。(C)對照組(未修枝)。

(二)修枝方法：

- 1.改良式平切法：使用手鋸(saw)緊靠樹幹，視枝瘤(branch collar)與枝皮脊樑(branch bark ridge, BBR)之位置，在其外側切除並儘可能接近枝瘤位置。

，緊靠樹幹，自枝條基部垂直切鋸。

3.中切法(stub cut)：粗大力枝枝條保留殘枝5~10 cm。

三、試驗設計

採用逢機區集設計，計3修枝處理×3重複= 9個小試區，每個小試區面積0.09

ha。

四、樣木砍伐及傷口癒合解析

於林齡21年生時砍伐不同修枝方法樣木18株，樣木胸徑由8.0~23.5 cm，樹高由7.8~12.5 m。取含有枝節之樹幹，鋸取30 cm一段，並以帶鋸將樹幹經過髓心及枝節處縱剖，再將切面剖光，如Fig. 1所示，以便進行枝節大小及傷口癒合形態解析，調查項目有修枝傷口直徑、枝徑、殘枝長、主幹和枝條分岐角度、癒合長、變色長、變色寬、腐朽長、腐朽寬、變色面積及腐朽面積等，如Fig. 1所示，共解析修枝傷口262個。

結果與討論

一、林分生長結構

台灣櫟人工林於13年生時，林分株數平均約785株/ha，平均胸徑10 cm，樹高平均約7 m。單株林木材積之計算為 $D^2 \pi HF/4$ ，式中D為胸徑，H為樹高，F為形數，0.45。經不同修枝高度處理後8年，不同處理之林分結構如Table 1所示。可發現以修枝1/2樹高之A處理，其胸徑、樹高、斷面積及材積均最大，其次為2/3樹高之B處理，最小為對照區。惟8年間之胸高直徑、樹高、胸高斷面積及材積

肯氏測驗結果，各處理間差異並不顯著，如Table 2

所示。Lo-cho et al. (1995b)曾對5年生台灣櫟進行不修枝及1/3~1/2樹高之修枝，4年之定期生長量，亦發現不同修枝間差異不顯著。

為進一步瞭解台灣櫟經不同修枝後，各年度胸徑淨生長情形，13年生台灣櫟經過2/3樹高修枝後，第1-3年生長受影響，經變異分析及鄧肯氏測驗結果，生長差異顯著，比對照區生長來得小，但是第4年後生長差異即不顯著，亦即生長恢復原來之狀態，而1/2樹高之修枝，對生長之影響並不明顯，此結果和Yamaeri (1981)對日本櫟木之研究結果相符，Hung and Lo-cho (1977)曾對5年生台灣光臘樹進行不同高度修枝，發現修枝高度1/2樹高，於4年內對胸高斷面積及材積生長有影響，但對樹高則無影響。又據Lo-cho et al. (1995a, 1997)對針葉樹紅檜之7~14年生之修枝發現，若修枝高度為樹高之1/2，其胸高直徑、樹高和未修枝者在3~6年之觀測期間內差異均不顯著，而台灣杉亦有相同趨勢(Chiu et al. 1999)，又據Wang and Shih (1980)之報告，柳杉修枝若超過樹高之80%，將造成生長之永久衰退，紅檜修枝高度若超過樹高3/4，亦將造成永久性之衰退(Lo-cho et al. 1995a, 1997)。

二、傷口癒合之解析

1. 枝徑之分布與傷口癒合情形

由本試驗砍伐之樣木18株，共262個修枝傷口，經以Fig. 1方法，解析調查修枝傷口癒合之情形，結果如Table 3所示，可發現人工修枝枝徑在2 cm以下，傷口

，傷口未癒合率超過50%以上，6 cm以上，傷口完全未癒合。據Lo-cho et al. (1995b)調查5年生之台灣櫟，若枝徑在3 cm以下，修枝後3~4年樹皮外側傷口幾可完全癒合，傷口癒合率為95%，傷口直徑在3.0~3.9 cm者，傷口癒合率為58%，7 cm以上，傷口完全未癒合，本實驗趨勢和其相似，惟值較其略高，其原因為觀測方法不同，本試驗將試材縱剖由內部解析知，部分修枝傷口由樹皮外觀雖已癒合，但縱剖解析，則尚未癒合，又本試驗試材林齡為13年，一般林齡愈大，傷口癒合有愈慢之勢(Fujimori 1975, Takeuchi 1983, Fujimori et al. 1984)。

2. 傷口變色及腐朽解析

不同枝徑修枝傷口經縱剖解析，發現部分傷口外觀似乎已癒合，但內部已發生變色甚至腐朽，經調查傷口變色百分率情形如Fig. 2所示，傷口腐朽率百分率如Fig. 3所示。可發現枝徑2 cm以下，傷口幾乎可完全迅速癒合，變色發生率約5%，但傷口直徑2~3 cm，已有30%發生變色，超過3 cm以上，變色率超過60%以上，6 cm以上變色發生率已達100%，而傷口2 cm以下，未發現腐朽，2~3 cm有20%發生腐朽，5 cm時腐朽率已達70%以上，傷口7 cm以上，腐朽率已達百分之百。

另調查不同枝徑枝節傷口之解析，可發現傷口之變色及腐朽有一共同傾向，變色及腐朽主要發生在修枝傷口，但當枝徑傷口過大時，變色及腐朽開始會由傷口向下及向上蔓延。當傷口在3 cm左右時，變色即開始由傷口蔓延至傷口下方，

衍至傷口上方，傷口 6 cm 以上，下方變色率達到

50%，而上方變色率亦達約 20%；而傷口腐朽之解析，亦同傷口變色情形，有同樣趨勢，只是其發生機率比變色情形低。據 Takeuchi (1983)調查柳杉人工林修枝之異常變色發現，當殘枝直徑超過 3 cm 以上，變色機率大增，且其發生傷口之變色有 70%會擴張到下方，30%擴張至傷口上方，亦即傷口下方發生之機率較上方大，此結果和本試驗大致相似。

(1)修枝傷口直徑和變色及腐朽之關係

當修枝技術在一定之水準，殘枝長皆為零時，台灣檫修枝傷口大小和傷口枝節解析各項因子之關係如 Table 4 所示，台灣檫修枝傷口直徑和變色寬大致成一直線關係，亦即修枝傷口愈小，變色菌或腐朽菌侵入之機率較小，因此變色寬較小，腐朽寬亦有同樣趨勢。由 Table 4，其迴歸式知枝徑和變色寬之斜率 0.615 大於枝徑和腐朽寬斜率 0.388，兩者迴歸直線截距雖近似，而斜率不同，可知相同傷口直徑，變色寬會比腐朽寬來得大。又其決定係數值(R^2)不高，其原因為影響修枝傷口變色、腐朽或癒合之因子很多，除了枝徑大小、殘枝長短有關外，和修枝技術、傷口是否平滑(Chiu 2000)，修枝工具之種類(Takeuchi and Hatiya 1977, Fujimori et al. 1984)，工具銳利與否(Fujimori 1984, Shigo 1989)，林木生長狀況(Fujimori 1975)，立地環境(Kano et al. 1966)，皆有關，因此影響因子相當複雜，單獨分離一因子來解析，其決定係數則會偏低。

台灣檫修枝傷口直徑和變色面積之關係，呈二次曲線之關係，亦即傷口直徑

与加成之效果，而傷口直徑和腐朽面積之關係，亦

和變色面積趨勢一致，呈二次曲線之關係。又林木傷口直徑在 3~4 cm 以下時，變色及腐朽面積增加緩慢，但傷口直徑若超過 5~6 cm 以上時，則變色面積和腐朽面積則均急速增大。此即顯示，傷口直徑超過 5~6 cm 以上時，以不修枝為宜，否則癒合困難，且傷口會造成變色及腐朽，未蒙其利反受其害，因修枝須增加撫育成本，而品質又無法提升反而劣化，造成雙重損失，因此在修枝作業進行選木時，不得不慎。

(2)人工修枝殘枝長和傷口變色及腐朽之關係

當修枝作業時，本試驗特意將枝條保留部分長度，以探討殘枝長和傷口癒合、變色及腐朽之關係，如 Table 5 所示，可發現枝條所留存之殘枝長和變色寬、變色長、腐朽寬和腐朽長，變色面積及腐朽面積皆呈正相關，亦即殘枝愈長，形成層分裂將殘枝包埋所需之時間愈長，因此容易造成變色菌及腐朽菌入侵之機會。惟其決定係數均不高，0.293~0.408 之間，其原因已如前述。又同傷口直徑一樣，其與變色關係之斜率均大於其與腐朽關係之斜率，亦即一般先發生變色，再發生腐朽或同時發生。

3.傷口直徑與癒合長及癒合年數之關係

癒合長為樹幹形成層生長將修枝後傷口包埋所需之長度，其與修枝傷口直徑之關係，其兩者雖呈正相關，亦即枝條傷口直徑愈大者，欲包埋傷口所需之癒合長愈長，此和許多學者研究結果相似(Takeuchi 1980, Shigo 1989, Horishi 1994)，

可知決定癒合長之因素亦很複雜，非僅單一枝徑

因子。Fujimori (1975)曾探討 55 年生日本柳杉，發現其枝徑和癒合長並無明顯關係，癒合長平均約 3.4 cm，癒合年數平均約 13 年。

又將修枝傷口包埋癒合所需之年數，和修枝傷口枝徑之關係，經由枝節解析得知，枝徑傷口愈小，癒合所需之時間愈短，而傷口愈大，癒合所需之時間愈長。同樣的，其決定係數仍偏低，據學者研究顯示，除修枝傷口直徑外，殘枝長亦為重要之一因子，此外，林分密度、育林撫育措施、林齡及林木生長狀況，皆會影響癒合長度及癒合所需之時間(Fujimori 1975, Nakaya 1979, Takeuchi 1980)。

4.殘枝長與癒合長及癒合年數

殘枝長為林木枝條經人工修枝後所殘留在樹幹中之長度，若殘枝長愈短，則愈容易包埋癒合，因此癒合長較短，則愈合所需之年數亦有較短之趨勢，由殘枝長與愈合長、癒合年數之關係和枝徑與愈合長、癒合年數之關係，比較得知，殘枝長比枝徑對傷口癒合長及癒合所需之年數影響來得明顯，此結果和 Takeuchi and Hatiya (1977)、Fujimori (1984)對日本柳杉和扁柏之研究結果相似。

由文獻之分析(Shortle et al. 1977, Takeuchi and Hatiya 1977, Fujimori 1984)可知，影響修枝傷口之癒合速度，主要是受殘枝長、傷口直徑及林木之生長速度所控制，因此，若以胸高直徑之大小代表生長速度，則傷口癒合年數(OY)與傷口直徑(WD)、殘枝長(LS)和主幹之胸高直徑(D)關係進行迴歸，此三個影響因子迴歸方程如下：

$$+ 1.543LS, R^2 = 0.479 \quad F = 18.2^{**} \quad (1)$$

而癒合長(OL)之迴歸方程如下：

$$OL = 0.497 + 0.0106WD - 0.00610D + 0.444LS, R^2 = 0.514 \quad F = 19.5^{**} \quad (2)$$

由此可知，傷口癒合長及癒合年數和傷口直徑及殘枝長呈正相關而和胸高直徑呈負相關。傷口直徑愈大，殘枝長愈長，則傷口癒合長及癒合年數皆愈大。同林齡生長速度愈快，直徑愈大者，則癒合長及癒合年數則縮短。但若以逐步迴歸法(stepwise regression procedure)進行分析，則癒合長之最適迴歸式僅殘枝長一因子，其迴歸式如下：

$$OL = 0.4558 + 0.7337LS, R^2 = 0.454 \quad F = 68.2^{**}$$

而影響癒合年數之最適迴歸式仍為殘枝長，傷口直徑及胸高直徑，其最適迴歸式如(1)式。由此迴歸式可得知台灣檫修枝時之殘枝長，傷口直徑及胸徑，可大概推估傷口癒合所需之長度或年數，可做為無節材生產預估之參據。

三、不同修枝方法和傷口癒合及變色腐朽情形

Photo 1為台灣檫採用平切法及正確修枝法之傷口解析照片，由照片可知，平切法傷口過大，容易造成傷口變色及腐朽。有關闊葉樹之修枝方法，文獻中曾提及(1)將枝條沿樹幹平行切除，即平切法，此為針葉樹一般採用之修枝法(Fujimori 1975, Shigo 1989)。(2)和枝條成直角切除(Akahayashi 1928)。(3)樹幹和枝條接壤之外側，枝條之基部約30-40度之方向切除(Shigo 1989, Danhayachi 1994)。(4)將枝條保留數公分長度，如此斷面最小，即中切法(Yuko 1992)。(5)二次修枝法，

合時間較久，因此，第一次離枝條基部20-30 cm處

切除，利用有活力細胞之生理作用，促進組織之新產生抵抗物質及傷口之癒合，經過1-2年，枝條生長勢衰弱枯死前，再由殘枝基部切除，如此對林木品質最佳(Tanitaku 1937, Yuko 1992, Horishi 1994)。

林木的修枝在許多的情況下，由於不瞭解植物解剖形態及植物本身所產生的防禦機制，常會作出不正確的修枝工作。木本植物生長時的獨特構造之一就是形成整齊的隔室(compartment)，Shigo (1993)研究首度證明了這些像隔室的細胞構造對病原菌是一種有效的自然阻隔，使病菌不容易入侵，且以這種方法抵抗傳染性微生物的散佈。木質線細胞(ray cell)以及木質部細胞所形成的邊界，因其為活細胞，故比管形細胞壁所形成的邊界，對病原菌抵抗較強，因此當植物內部受到病菌感染時，大多以垂直的方式傳染，即沿著管狀縱向細胞腔傳染，少有放射狀的傳播(Coombs et al. 1994, Brown 1995)。木本植物在受到傷害之後所形成的區隔化(compartmentalization)，可以分為兩個部分：第一個部分是由活細胞分泌化學物質在內部形成化學的反應區(reaction zone)，加強構造上抵抗病原菌的強度；第二部分是形成阻隔區(barrier zone)，由形成層分化的細胞將受傷部分的組織與由後來形成的組織區域區隔開來(Shortle et al. 1977, Shigo 1993)。

林木樹幹中之細胞構造有許多不同之層次，能有效防止菌類之入侵。但它不能有效的控制菌類經由管狀的木質部細胞，垂直的向上或向下移動，植物對封閉這系統之機制是非常匱乏的，這系統頂多依賴產生樹膠(gums)或結晶物質

、侵(Tanitaku 1937)。因此，很明顯的，管狀之木

質部細胞是菌類入侵及擴張之重要途徑。故枝條之移除時，儘量減少暴露開闊的

管狀木質部細胞(open tubular xylem) (Brown 1995)。

當枝條由樹幹出現時，樹幹垂直之管狀木質部細胞表面和圍繞枝條之木質部是分離的，而後再接合。這部分木質部會形成或多或少凸起的環狀細胞稱為枝瘤，這是植物細胞自然防禦機制。因此，在瞭解細胞解剖構造後，很重要的一件事情是切除枝條時不要傷害到枝瘤，枝瘤的傷害會破壞樹木自然的防禦機制，使樹木容易受到細菌感染。和樹幹平行的方式切除枝條，即平切法，因為很容易將這層自然的保護區切除，且傷口過大，無法短時間內癒合，造成真菌類感染而腐朽(Shigo 1989, 1993)。闊葉樹，由於枝條和樹幹著生之狀態，變化較多，且不可能真正看到木本植物內部的環狀保護細胞(枝瘤)，因此就必須由外表的形態加以判斷何處是修剪最佳的位置，Shigo (1993)稱為「自然標的式修剪」(natural target pruning)。

台灣檫若採用平切法(photo 1)，Fig. 4，CE連線位置將破壞植物本身之防禦組織，破壞枝瘤及造成傷口過大，癒合困難並暴露太多木質部細胞，致使微生物，腐朽菌或變色菌入侵管道暢通無阻(Coombs et al. 1994)。若採用中切法，殘留力枝，Fig. 4，FG連線位置鋸切，在所調查之30個殘留力枝中，不論5 cm或10 cm，皆將造成枝條枯死而成殘枝，致傷口癒合困難，甚而變色及腐朽(photo 2)，且無法迅速形成無節材，故應不留殘枝，將切口位於枝瘤之外側(photo 1)，Fig. 4，

臺灣檫一般枝皮樑脊及枝瘤明顯，其正確修枝方法，

應如Fig. 4之AB位置切除，其正確步驟如次：

- 1、宜趁枝條細小或幼齡時儘速修除，若枝徑超過 3 cm 以上者，先於枝條下端離基部 20~30 cm 處，鋸一受口，1，深度約為枝徑 1/3~1/4 深，然後離受口約 5 cm 鋸切位置 2，最後步驟為 3，由 A、B 之位置鋸切。
- 2、注意找出枝皮樑脊(BBR, C to E)，和枝瘤(B to D)之位置。
- 3、正確鋸切位置為 A 到 B，或 B 到 A，小心鋸切避免損傷樹皮。
- 4、若 B 位置不明顯，則鋸切位置其夾角 DAB 應和 DAE 大致相同。
- 5、不正確之鋸切位置如 CD、CB、AD、FG。
- 6、修枝時不正確的留存一段力枝(中切法)，最後力枝會枯死造成殘枝，而殘枝不但延緩傷口癒合形成無節材之時間，同時會造成傷口變色及腐朽，若植物本身已產生自然之防禦機制，形成癒傷組織，此時，若欲修除殘枝，宜在癒傷組織之外側切除。
- 7、當然，若枝徑過大，亦可使用二次修除法，即第一年先於離樹幹基部 20~30 cm 處鋸除，此時可能會產生萌蘖或幹萌枝(Blum 1963, Shigo 1989)，降低枝條生長勢，1~2 年後枝條枯死前，再由基部枝瘤外側切除。此方法庭園樹及行道樹也許可施行，但在造林地施行，則有所困難。
- 8、修枝時正確之鋸切位置，傷口在未完全癒合時，傷口癒合形狀為正圓形(O)，不正確鋸切位置如 CD、CB、AD，其所形成癒合之傷口形狀分別為()、∩、U 型，造成此缺口之原因，為此部分之形成層遭受破壞，致傷口癒合不全，致樹幹內部變色，嚴重者，則遭致腐朽(Shortle et al. 1977, Shigo 1993, Brown 1995)，台灣檫修枝法和 Shigo (1993)建議之闊葉樹自然標的式修剪

結論

本試驗台灣欖造林木於 13 年生進行不同程度之修枝處理，至 21 年時，發現林分 8 年間之胸徑、樹高、斷面積及材積定期年平均生長量，均無顯著差異，經解析各年之生長量發現，2/3 樹高修枝高度，台灣欖修枝高度在最初 1-3 年間會造成影響，第 4 年後，生長已恢復，而 1/2 樹高修枝處理，對生長影響不明顯。台灣欖枝條和主幹分歧角度介於 30~70 度間，角度愈小，枝條有愈大之勢。台灣欖修枝傷口介於 1~10 cm 間，其中 1~6 cm 枝徑佔絕大部分約 90%。枝徑 2 cm 以下，傷口大部分可完全癒合，5 cm 以上則癒合困難，又台灣欖修枝方法若採用平切法或中切法，保留一段枝條，皆是不正確之修枝法，前者將造成傷口過大癒合困難，後者枝條枯死形成殘枝，延緩無節材形成之時間，同時造成變色及腐朽，癒合困難。一般傷口直徑超過 4 cm 以上，傷口變色和腐朽即迅速增大，且變色之發生，先發生於修枝傷口處，再擴大至下方，最後蔓延至上方，又一般傷口先發生變色再發生腐朽。修枝傷口癒合變色及腐朽主要受修枝方法、傷口直徑、殘枝長所影響，本試驗並建立其最適之迴歸關係式，做為台灣欖修枝撫育及高品質無節材生產預估之參據。

謝誌

本研究承行政院農業委員會林業試驗所 89-經營-03 經費補助，特予致謝，林分經營研究室郭雅芳、林淑惠小姐及羅卓昱先生協助資料整理，謹此一併致謝。

- Akahayashi J. 1928. Observation of pruning on Zelkova J Forestry 10(1):7-12. [in Japanese].
- Blum BM. 1963. Excessive exposure stimulates epicormic branch in young northern hardwoods. US For Serv NE For Exp Stat Res Note no 9.
- Brown GE. 1995. The pruning of trees, shrubs and conifers. New York Timer Press. p 1-72.
- Chiu CM. 2000. The concept and technology of tree pruning. Bull For TFRI no. 131 40 p.[in Chinese].
- Chiu CM, Lo-cho CN, Lin CJ. 1999. Branches and structure of wound healing in Taiwan Cryptomerioides plantations after pruning. Q J Chin For 32(3):357-68. [in Chinese with English summary].
- Coombs D, Black Burne-maze P, Cracknell M, Bentley R. 1994. The complete book of pruning. London UK: Ward Lock p 7-28.
- Danhayashi H. 1994. The pruning method and knot analysis for Zelkova. Jpn For Tech 627:12-5.[in Japanese].
- Fujimori T. 1975. Study on the technical system of pruning. Bull Gov Exp Stat no. 273 74 p. [in Japanese with English summary].
- Fujimori T. 1984. The pruning practices-basic and applications. Tokyo, Forest Technical

[in Japanese].

Fujimori T, Izawa K, Kanazawa Y, Kiyono Y. 1984. Fundamental studies on pruning. (IV)

Cause of the wood discoloration by artificial pruning. Bull For Prod Res Inst no.

328:119-43. [in Japanese with English summary].

Horishi F. 1994. Studies on the analysis and formation of knot for beech and Zelkova

plantation. Jpn For Tech 631:24-6. [in Japanese].

Hung LP, Lo-cho CN. 1977. Study on the young stands growth of Formosan ash

plantation affected by different treatment of pruning. Taiwan For Res Inst Bull

no. 291. 11 p. [in Chinese with English summary].

Kano T, Edamatsu N, Kaburagi Z, Saito H. 1966. Quality of small saw logs from the

planted Cryptomeria (Report 3) Quality of logs from the planted growth with

different silvicultural treatment. Bull Gov For Exp Stat no. 185:57-197. [in Japanese

with English summary].

Lin KC, Horng FW. 1997. Soil survey of Taiwan forest (II) Liuknei Forest Experimental

TFRI. Bull For TFRI no. 77 150 p. [in Chinese].

Lo-Cho CN, Chung HH, Chiu CM. 1995a. Effects of pruning on the growth and the

branch occlusion tendency of Taiwan red cypress (*Chamaecyparis formosensis*

Matsum) young plantations. Bull Taiwan For Res Inst New Series 10(1):41-50. [in

Chinese with English summary].

- M. 1995b. Effects of pruning on the growth and the branch occlusion tendency of Taiwan zelkova (*Zelkova serrata* Hay.) young plantations. *Bull Taiwan For Res Inst New Series* 10(3):315-23. [in Chinese with English summary].
- Lo-Cho CN, Chung HH, Chiu CM. 1997. Effect of thinning and pruning on the growth of Taiwan red cypress (*Chamaecyparis formosensis* Matsum) plantations. *Taiwan J For Sci* 12(2):145-53. [in Chinese with English summary].
- Nakaya H. 1979. Studies on the discoloration of pruning of Sugi. *Jpn For Tech* 443:40-3.[in Japanese].
- Shigo AL. 1989. *Tree pruning: a worldwide photoguide for the proper pruning of trees.* Durham, N.H. Shigo and trees, Associates 186 p.
- Shigo AL. 1993. 100 Tree myths. Durham, N.H. Shigo and trees, Associates 80 p.
- Shortle WC, Shigo AL, Berry P, Abusamra J. 1977. Electrical resistance in tree cambium zone: relationship to rates of growth and wound closure. *For Sci* 23:326-9.
- Takeuchi I, Hatiya K. 1977. Studies on occlusion after artificial pruning. *Bull Gov For Exp Stat* no. 292:161-80. [in Japanese with English summary].
- Takeuchi I. 1980. Studies on occlusion after pruning-In reference to discoloration of Sugi. *J Jpn For Sci* 62(1):26-9.
- Takeuchi I. 1983. Wood discoloration by artifical pruning of Sugi (*Cryptomeria japonica*)



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

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

no. 324:81-99.

Tanitaku H. 1937. Studies on pruning and branch knot. *Jpn For Sci* 19:16-26. [in

Japanese].

Wang TT, Shih CF. 1980. The effect of pruning on the growth of *Cryptomeria*. *Mem Coll*

Agric Natl Taiwan Univ 20(11):23-55. [in Chinese with English summary].

Yamaeri F. 1981. The operation of *Zelkova* plantations. *Jpn For Tech* 473:43-5. [in

Japanese].

Yuko L. 1992. The breed of *Zelkova* plantation. The compilation of forest operation.

Osaka For Bur. 104 p. [in Japanese].

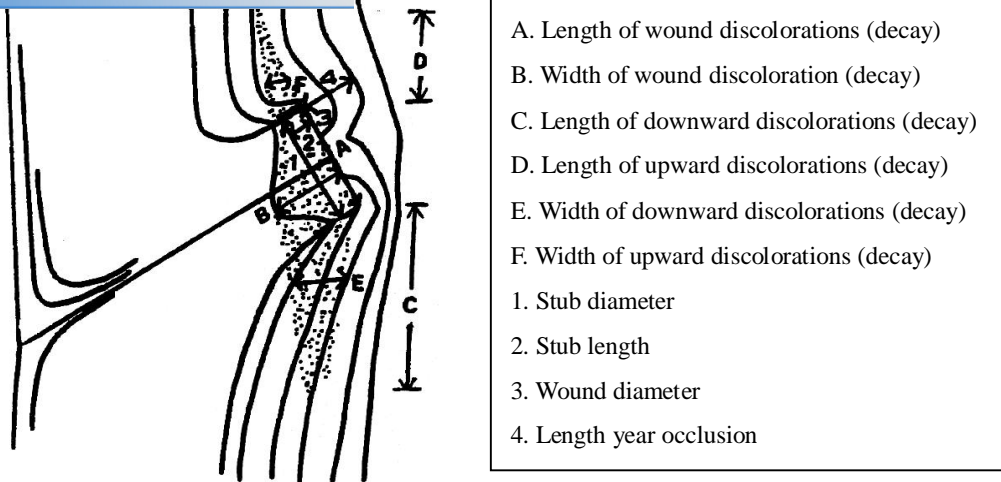


Fig. 1. Method of knot analysis.

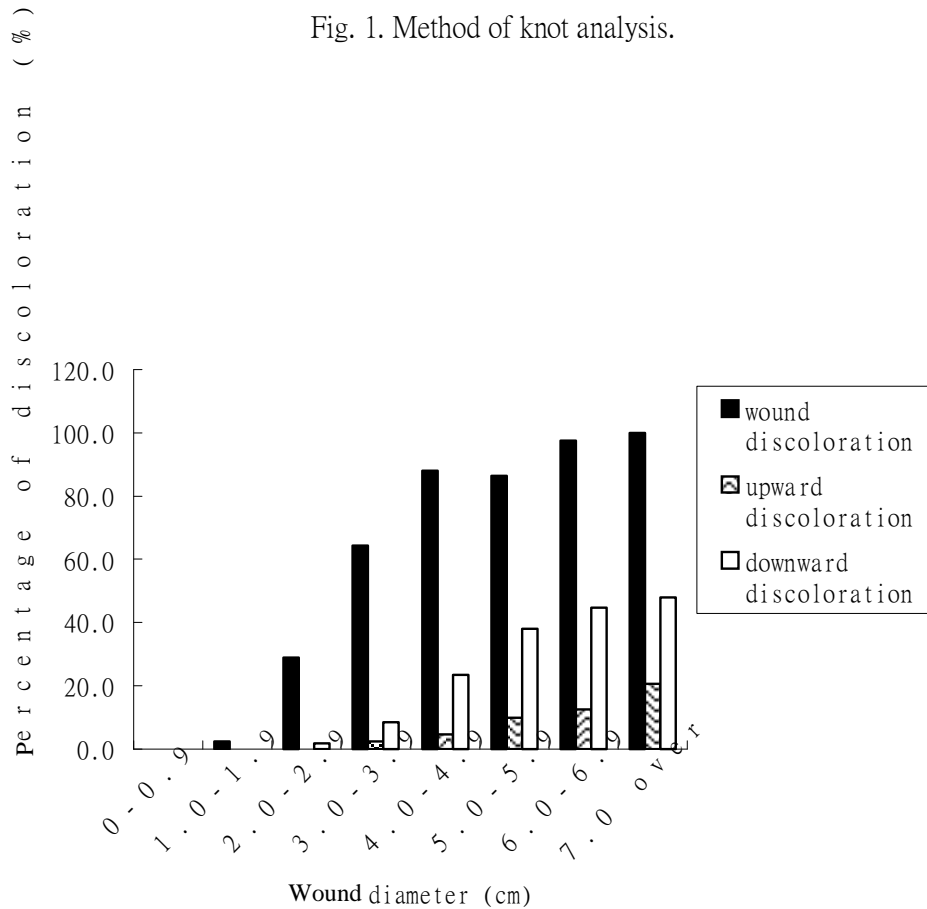


Fig. 2. Discoloration analysis of different wound diameters by pruning.

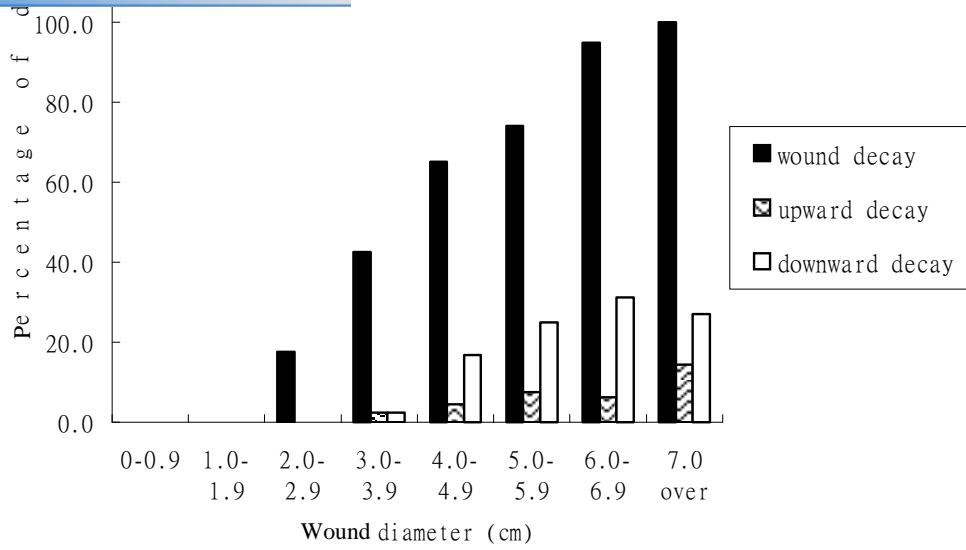


Fig. 3. Decay analysis of different wound diameters by pruning.

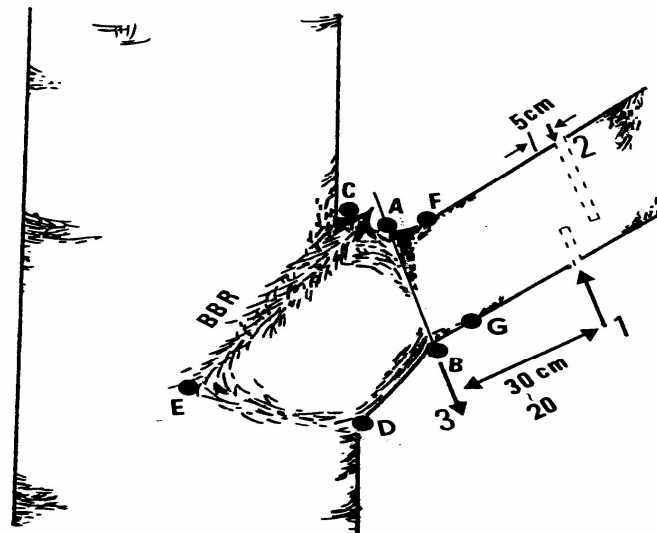


Fig. 4. Proper pruning method of living branches for Taiwan Zelkova plantations.
 (CE: branch bark ridge, BBR; BD: branch collar)

subjected to different pruning treatments

		(yr)	Density (st/ha) ¹⁾	DBH (cm)	Tree height (m)	Basal area (m ² /ha)	Volume (m ³ /ha)
Pruned up to 1/2 tree height	before	13	798	10.75	7.24	7.99	28.17
	8 yr after	21	785	14.70	10.19	14.65	73.09
Pruned up to 2/3 tree height	before	13	794	10.03	6.98	6.70	22.81
	8 yr after	21	756	13.94	9.86	12.89	62.88
Unpruned (controls)	before	13	800	9.53	6.83	6.29	21.22
	8 yr after	21	783	13.56	9.76	12.61	60.93

1) st/ha: stems/hectare.

Table 2. Comparison of growth parameters of plantations 8 yr after subjecting them to different pruning treatments

Treatment	DBH (cm/yr)	Tree height (m/yr)	Basal area (m ² /ha/yr)	Volume (m ³ /ha/yr)
Pruned up to 1/2 tree height	0.49 ^a 1)	0.37 ^a	0.83 ^a	5.61 ^a
Pruned up to 2/3 tree height	0.49 ^a	0.36 ^a	0.77 ^a	5.01 ^a
Unpruned (controls)	0.50 ^a	0.37 ^a	0.79 ^a	4.96 ^a

1) Means within a given column with the same letter do not significantly ($p \leq 0.05$) differ as determined by Duncan's multiple range test.

Table 3. Wound diameter distribution and occlusion 8 yr after pruning

Wound diameter range (cm)	No. of wounds		No. of unoccluded wounds	
	no.	Percentage (%)	no.	Percentage (%)
0~0.9	9	3.4	0	0
1.0~1.9	54	20.6	0	0
2.0~2.9	71	27.1	9	12.7
3.0~3.9	55	21	36	65.5
4.0~4.9	30	11.5	22	73.3
5.0~5.9	16	6.1	13	81.3
6.0~6.9	15	5.7	15	100
7.0 over	12	4.6	12	100
Total	262	100		

Equations of attributes of knot analysis (Y) on wound

Attributes of knot analysis	Regression equations	R^2	F
Discolored width	$y = 0.615x - 0.559$	0.415	155.0** ¹⁾
Discolored length	$y = 0.919x - 0.841$	0.515	234.9**
Decay width	$y = 0.388x - 0.535$	0.356	120.9**
Decay length	$y = 0.823x - 1.171$	0.444	176.9**
Discolored area	$y = 0.102x^2 + 0.986x - 1.630$	0.552	136.8**
Decay area	$y = 0.141x^2 - 0.0130x - 0.300$	0.486	105.1**

1) Statistically significant at the 1% level.

Table 5: Best fitting regression of equations attributes of knot analysis (Y) on stub length (X)

Attributes of knot analysis	Regression equations	R^2	F
Discolored width	$y = 0.522x + 1.177$	0.293	25.9** ¹⁾
Discolored length	$y = 0.598x + 1.580$	0.408	42.4**
Decay width	$y = 0.479x + 0.423$	0.348	33.1**
Decay length	$y = 0.737x + 0.922$	0.396	40.4**

1) Statistically significant at the 1% level.



left

right

Photo 1. Profile of the longitudinal surface of a branch knot produced by artificial pruning: proper cut (left) and improper cut (flush cut, right).

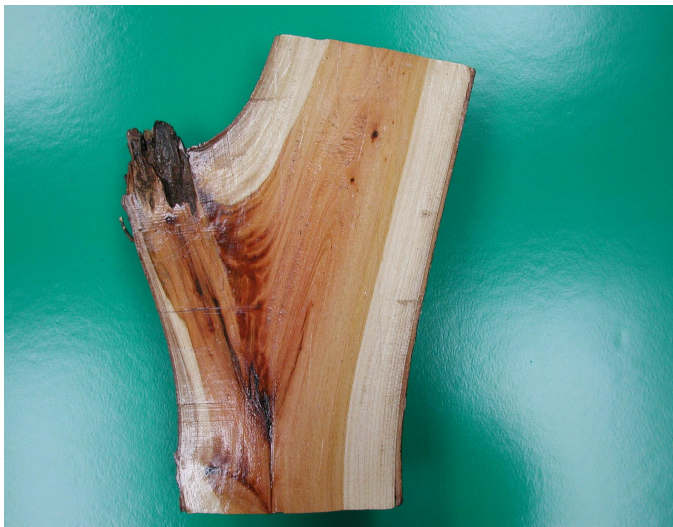


Photo 2. Profile of the longitudinal surface of a branch knot produced by artificial pruning: branch leave stub, improper cut.