

修枝對台灣杉造林木傷口癒合解析及林木品質之影響

台灣省林業試驗所研究員 邱志明

一、前言

近年來，由於工商業發達，人們生活水準提高，環保意識亦高漲，目前台灣之木材使用量，每年約800萬立方公尺，百分之99%皆由國外進口，但以地球村之觀念或總有一天，國外終必設限，此時，即必須仰賴本國之森林，但在政府天然林禁伐政策下及環境保護世界潮流下，台灣天然林之繼續禁伐已是不可抵擋之趨勢。因此，欲提升台灣木材自給率，現存人工造林地之經營撫育工作，已成爲愈來愈重要之課題。筆者等認爲台灣林地分類確定後，經濟林地之經營必像農業一樣，農業講求「精緻農業」，林業亦需講求「精緻林業」。因隨著人們生活水準之提高，人們講求品味，對品質之要求亦必更高，林木經級大小及品質之好壞，價格差異甚大。因此林木的生產及把木材之使用視爲一種「奢侈品」，這是必然之趨勢。

育林撫育經營體系中，修枝爲一重要手段，其目的爲調節樹幹中節的分布和年輪寬，避免死節或腐節之形成，促使林木在輪伐期早期即生產無節良質材，此外對整個生態環境及水土保持的影響，亦有許多正面效果(藤森，1983)。修枝搭配疏伐、栽植密度及不同作業間隔，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爲林業經營之主要目標，並以生產高比率之無節良材爲主要目的。

台灣杉(*Taiwania cryptomerioides* Hay.)又名亞杉，爲台灣鄉土數種，其樹形高大，幹形通直，材質優異，常做爲家具、建築用材，而其製材品等之好壞，影響材價甚大。人工造林後，生長極爲迅速良好，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，故近十年來本省即積極推廣造林。至1998年底止，累計面積已達11488公頃(林務局，1998)。惟其幹足周圍亦生濃密側枝，枝條枯死後又不易自然脫落，急需進行人工修枝否則主幹品質將大受影響(洪良斌，1979)。

惟無節良材之生產及預估，除受生長及幹形之影響外，必須瞭解各樹種枝條生長特性及修枝後傷口枝節癒合形態，如不同枝徑傷口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，這些基本資料，均爲決定將來台灣杉生產不同徑級高品質用材或無節材所佔百分率預估所必須具備之基本資訊。此外探討不同修枝程度對台灣杉造林木製材品等之影響，同時以非破壞性檢測法，探討不同品等板材動彈性係數和靜曲彈性係數及靜曲破壞強度間之關係，以便將來能以簡便、又準確、快速之方法，評估不同撫育處理之造林材質，做爲今後台灣杉育林、經營與利用配合之重要參據。

二、枝節在樹幹中分布

本研究砍伐樣木發現，台灣杉平均每公尺枝條數 18.4 支，以中勢木及優勢木為例，枝條直徑以 1~2cm 數目最多，約佔 53%，其次為 0~0.9 及 2.0~2.9cm，4cm 以上僅佔約 1%。而枝徑在髓心附近最小，而後有增大之勢。以 0.3~1.3m 斷面為例，在距髓心距離 2~3cm，平均節徑為 1cm，而在樹皮附近，平均枝徑已達 1.8cm，而平均節徑以 1.3~2.3m 斷面平均最大。0.3~1.3m 斷面最小，至於 3.3~4.3、4.3~5.3、9.3~10.3m 斷面平均節徑相若。

另以弦面板方式，調查單位材面(長 100cm，寬 10cm)平均枝節數目在樹幹橫斷面之變化情形。結果發現在髓心附近，修枝與未修枝均有相同數目之枝節，約 15 個，隨著距髓心距離之增加，單位材面之枝節數目經修枝者會急速減少，而未修枝則較漸近，在距髓心 8~10cm 處，修枝之林木枝節數目為零，亦即所產生皆為無節材，而未修枝之林木仍有 2 個枝節。

三、修枝傷口癒合解析

以徑面板方式製取板材，觀測節枝直徑大小、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。如圖一。將此關係進行回歸分析，結果如表1及2所示，應用此最適回歸式，我們可以推估修枝時不同枝徑及所留存之殘枝長，修枝傷口癒合所需之長度及年數。

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(1983)，對日本柳杉及扁柏之研究結果相似。

又據竹內(1987)及藤森(1975)、加納等(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。(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。

四、對幹形之影響

樹冠為林木行光合作用製造養分之場所，但相對的亦有代謝作用。因此，林木之幹材生長和樹冠具有密不可分之關係，光合作用產能大於細胞活動代謝作用之消耗，則林木即會生長，故人工修除枝條之種類，對生長具有不同之影響。(藤

森，1975，1983)

幹形圓滿或尖削影響林木之製材率及利用，因而幹形尖削度愈小，材價愈高。修枝可將林木樹冠所製造之養分重新分配，將本欲運輸至枝條之養分，轉輸送至樹幹，尤其是靠近生活樹冠之基部，接受養分最多，此即「近水樓台，先得月」。因此，可使樹幹上下之差異變小，而使樹幹圓滿(Larson，1963)。本研究經由樹幹解析發現，台灣杉平均年輪寬不論修枝度如何，均以樹高約 9.3 m 部分最寬，然後向樹梢及樹幹基部遞減，此最寬之部位經查約在靠近林木生活樹冠或陽樹冠之基部，而不同修枝度間，亦以此部分附近差異最大，樹幹基部和樹梢差異均較小。此說明修枝，尤其修除活樹冠，將影響林木樹冠行光合作用，進而影響幹形之變化。

五、修枝對材質之影響

修枝對材質之影響，以枝節、品等之影響最為明顯，除枝節外，對比重、年輪寬、晚材率、強度、邊材寬、心材率、木理走向皆有影響，但因樹種、修枝方法及程度之不同，影響程度各異(Bendtsen，1978；Jozsa et al.，1994)。

(一)年輪寬、晚材率、密度、邊材寬、心材率

林木若進行強度之修枝，修除大部分之陽樹冠，會使生長迅速衰退，年輪變窄，晚材率提升，但若是修枝度在樹高 1/3~1/2 以下，一般經 3~4 數年後，即會恢復原來之生長勢，筆者調查台灣杉不同修枝高度對邊材寬與心材率之影響，在所設定之 1/2 樹高修枝範圍內，對台灣杉邊材寬之影響差異不大，且發現台灣杉邊材寬度在樹高方向垂直分布，約略保持一定值，中勢木約在 3~4 cm 之間，優勢木 4~5cm，劣勢木 2.5~3cm，0.3~10.3 m 樹高部位，心材率，平均約為 44%。又台灣杉一般在直徑 6~7 公分即可產生心材，心材形成林齡約為 8~10 年生。

(二)原木與製材品等

原木與林木製材品等和板面上節之種類(活節、死節、腐節)、數量、大小及捲皮等密切相關，而枝節為林木樹冠之枝條，為林木與生俱來之特徵，無法避免，但可藉人為之手段加以控制(加納，1973；藤森，1975)。

調查不同修枝度對台灣杉造林木原木及板材品等之影響發現，其修枝度A及B為6年生時分別進行樹高1/4、1/3修枝。11年生時再分別進行樹高1/3及1/2修枝。即其修枝高度A約為3.5公尺、B約為4.5公尺、C為對照區，皆未修枝，至24年生時，每一修枝度各砍中央木三株進行分析。原木品等共45段，依CNS4748標準進行分等，製材品等以弦切面製材方式共900塊板材，依CNS444板材標準進行分等，可明顯看出修枝與未修枝所造成之差異，尤其台灣杉枝條枯死後殘存樹幹而不易自然脫落，至24年生時，未修枝者，原木縱使樹幹0.3-1.3m斷面，仍然無法產生一等之原木品等，而板材特等材出現之頻度亦僅2%。而採用B種修枝度者，

原木一等出現比率為53%，特等及一等之板材出現頻率即高達52%，未修枝者為10.5%，未修枝者，板材一般以出現二、三等頻度最高，達75%。可見修枝與未修枝，品等差距極大，以24年生台灣杉而言，0.3~4.3 m樹幹部位材積，約佔整株立木材積之50%，B種修枝度，特等及一等板材合計出現之比率佔整株樹材積，高達25%，而未修枝者僅5%，兩者差距達到5倍。由此可知修枝對造林木製材品等提升之重要。依加納（1973，1959）之報告，柳杉無節材形成之樹齡，在施行集約經營並行修枝林木為10年，未經人工經營之林分為25年，因此集約經營並加以修枝之林木可提早15年形成無節幹材。樹齡和無節材部分的材積比率，約成直線關係。且隨樹齡之增加，修枝與無修枝兩者之差異會逐漸接近。而枝下材，如經集約人工修枝林木約在5年即可形成枝下材，而未經人工撫育之林分，則在15年始會形成枝下材，且隨林齡之增加，所佔材積比率均會增大。

(三)機械性質

本研究將不同修枝度不同品等有缺點之板材以非破壞性檢測儀打音頻譜分析後，再製成無缺點小試材試片，同樣以打音頻譜進行分析，兩者相關係數極顯著，但小試材之動彈性係數大於有缺點板材之動彈性係數，其原因即是板材中之節所造成(藤田等，1992)，作者為進一步探討其影響程度，結果發現板材品等愈差者，則小試材和板材之動彈性差距即愈大，愈高品等差距愈小，由此可知，不同修枝度，將造成原木及製材板材品等之極大差異，因此其機械強度，強度修枝者，品等較高，機械強度較大，但若去除這些枝節、捲皮、腐朽等缺點之存在，製成無缺點小試材，進行靜力彎曲強度試驗。這些強度性質，諸如比重、MOR、MOE等，不同修枝度間，經F值測驗結果，均不顯著。

a：殘枝長 c：平滑長
b：癒合長 d：枝徑

圖一：枝節傷口癒合解析

表 1 台灣杉造林木枝徑(X)與枝節解析特性(Y)之最適迴歸式

枝節解析	迴歸方程式	
癒合長(mm)	$Y=0.8077x+11.451$	$R^2=0.269^*$
癒合年(yrs)	$Y=0.0114x^2-0.1369x+1.9864$	$R^2=0.587^{**}$
平滑長(mm)	$Y=0.0976x^2-1.5727x+56.29$	$R^2=0.476^{**}$
平滑年(yrs)	$Y=0.3739x+11.451$	$R^2=0.560^{**}$

註 * : statistically significant at 5% level

** : statistically significant at 1% level

表 2 台灣杉造林木殘枝長(X)與枝節解析(Y)特性之最適迴歸式

枝節解析	迴歸方程式	
癒合長(mm)	$Y=0.9752x+5.302$	$R^2=0.818^{**}$
癒合年(yrs)	$Y=0.246x+1.546$	$R^2=0.729^{**}$
平滑長(mm)	$Y=0.7835x+13.163$	$R^2=0.564^{**}$
平滑年(yrs)	$Y=0.2263x+3.347$	$R^2=0.570^{**}$

註 * : statistically significant at 5% level

** : statistically significant at 1% level

誌謝

本研究經費承國科會補助，在此深致謝忱。研究期間，承蒙林業試驗所林分經營研究夥伴：羅卓振南、林振榮、陳禮郎、郭雅芳、楊采燕、翁怡璟小姐等之打拚，使本研究得以完成，謹此致上最深謝忱。

參考文獻

- CNS 4748，444（1991）原木，製材之分等。中國國家標準，經濟部中央標準局印行
- 王子定、施慶芳 1980 修枝對柳杉生長之影響 台大農學院研究報告 20(1):23-55。
- 林務局造林生產組 1998 國有林地造林台帳統計資料
- 邱志明、羅卓振南、余啓瑞 1995 疏伐與修枝對台灣杉及紅檜人工林幹形與品質之影響 農委會造林與森林撫育研究 八十四年度研究彙報 p123-130。
- 邱志明、羅卓振南、林振榮 1999 台灣杉造林木枝節及修枝後癒合構造之研究 中華林學季刊 32(3)：357-368。

- 邱志明、羅卓振南、林振榮 2000 修枝對台灣杉造林木製材品質之影響
台灣林業科學 15(3)：印刷中
- 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。
- 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。
- 羅卓振南、邱志明、陳燕章 1999 除伐與修枝對檜木天然更新林之效應
林業試驗所研究季刊 10(3)：41-50。
- 中川伸策 (1987) 修枝 陽光量 材 年輪構造 及 影響。日本
林試研報 345：81~100。
- 加納孟、枝松信之、蕪木自輔 1959 製材用原木 造林木 品質(第
1報)淵產材 節 林試研報 112:49-113。
- 加納孟、枝松信之、蕪木自輔 (1961) 製材用原木 造林木 品質(第
二報)西川產材 節。日本林試研報 134：54~114。
- 加納孟 1973 林木 材質 日本林業技術協會。168頁。
- 竹內郁雄 (1987) 枝打 林分 生產 柱材 品等調查例。日本林試
研報 No. 344：103-116。
- 藤田晉輔、佐田武信、馬田英隆 1992 打擊音法 製材品 係
數 評價法(I)：木材工業 47(6):266-270。
- 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 1983 枝打 --基礎 應用 日本林業技術協會 180頁。
- Bendtsen, B. A. 1978 Properties of wood improved and intensively managed tree
For. prod. J. 28(10):61-72。
- Jozsa, L. A. and Middleton G. R. 1994 A discussion of wood quality attributes and
their practical implications. Forintek canada corp. Western Lab. Special
publication No. sp-34.42pp.
- Larson, P.R. 1963 Stem from development of forest trees. Forest Science –
monograph 5：1-42