

修枝對紅檜幼林生長及節癒合之研究

羅卓振南¹⁾ 鍾旭和¹⁾ 邱志明²⁾

摘要

本研究之目的, 在探討紅檜幼林適宜之修枝年齡, 修枝高度, 以及瞭解修枝傷口之癒合趨勢, 以期生產無節大徑材。供試林分爲9年生紅檜人工林, 幼齡修枝高度係以林木樹高爲標準, 將修枝高度定爲樹高之(A)1/3; (B)1/2; (C)2/3; (D)不做修枝之對照組等四種。修枝後6年, 結果如次:

1. 9年生紅檜人工林若行修枝, 其修枝高度以不超過樹高之1/2處爲宜, 修枝高度若逾樹高之2/3時, 則生長不佳, 尤以胸徑生長顯著下降。而試驗結果亦顯示, 經修枝之林分樹形較完滿, 未修枝之林分樹形較尖削, 修枝確有助於提高紅檜林分樹幹之完滿度, 增加材積生長之效果。

2. 本研究探討之紅檜幼齡林, 每公尺樹幹著生之側枝約有17枝, 側枝節徑分布界於0.2-5.0cm之間, 修枝後6年, 傷口數癒合率達96%。修枝確有助於無節材之生產。

3. 本試驗紅檜人工林, 主幹分叉之林木約佔總株數之48%, 分叉幹直徑大小界於3.0-11.0cm之間, 其中, 位於5cm以下者, 切口癒合良好, 逾7cm以上者, 則切口除難以癒合, 且產生腐朽缺陷, 即使對切口施以油漆或柏油等防腐處理, 腐朽依舊發生。因此, 進行紅檜修枝, 應將分叉幹和側枝分別處理, 即切除分叉幹工作, 宜於造林後3-5年生時進行, 至於側枝則可於9年生時修除。而分叉直徑若已逾7cm以上者, 則原則上不應再予修除。

4. 紅檜幼林側枝節徑(ND)與修枝傷口癒合時間(T)關係之最佳模式爲: (1) 優木 $T_1 = 5.7374 + 19.7199ND - 4.2679ND^2 + 0.4411ND^3$ 及 (2) 中庸木 $T_2 = 13.6364 + 11.5909ND$ 。採用上式推算各節徑修枝傷口之癒合時間, 若能配合林分之側枝及分叉幹發育狀況, 即可釐定最適之修枝林齡。

關鍵詞: 紅檜、修枝、節徑、形率、癒合。

羅卓振南、鍾旭和、邱志明 1995 修枝對紅檜幼林生長及節癒合之研究。林業試驗所研究報告季刊, 10(1):41-50。

Effects of Pruning on the Growth and the Branch Occlusion Tendency of Taiwan Red Cypress (*Chamaecyparis formosensis* Matsum) Young Plantations

Chen-nan Lo-Cho¹⁾, Hsu-ho Chung¹⁾, and Chih-ming Chiu²⁾

[Summary]

The purposes of this study are to search for the optimum tree age for pruning and the optimum pruning height for young Taiwan red cypress

¹⁾ 台灣省林業試驗所森林經營系 Division of Forest Management, Taiwan Forestry Research Institute.

²⁾ 台灣省林業試驗所六龜分所 Liu-Kuei Station, Taiwan Forestry Research Institute.

1994年9月送審 1994年12月通過 Received September, 1994, Accepted December, 1994.

(*Chamaecyparis formosensis* Matsum) Plantations and to understand the occlusion tendency of branches after pruning. Nine-years-old plantations located at No. 209 Compartment of Chia-Yi Forest District, Taiwan Forestry Bureau were treated by (A) pruning up to 1/3 tree height; (B) pruning up to 1/2 tree height; (C) pruning up to 2/3 tree height; and (D) no pruning. Six years after treatments the effects of pruning were analyzed and recorded as follows:

1. For 9-years-old plantations the height of pruning should not exceed 1/2 tree height; and when pruned up to 2/3 tree height growth, particularly the diameter increment, of trees decreased significantly. In general, stem form of pruned trees is less tapering than the unpruned ones; and pruning, hence, improve the roundness of trees.
2. About 17 branches were recorded for all trees examined; the diameters of these branches were about 0.2-0.5cm. Six years after pruning the percentage of occlusion was about 96%. Pruning, therefore, results in the production of quality wood of high clear length.
3. Forty eight percent of the trees in all plantations examined showed stem forking. The diameter of these stem forks were about 3.0-11.0cm. When removed, good occlusion was found on stem forks with diameters less than 5 cm. On the other hand, if stem forks with diameters greater than 7 cm were removed occlusion failed even if preservations treatments were applied. It is, therefore, suggested that, in tending the young plantations of Taiwan red cypress, pruning of branches and removal of stem forks should be carried out independently; the later should be practised when plantations are 3 to 5-years-old whereas the former can be carried out when plantations reach 9-years-old. It is further recommended that removal treatment should not be applied to stem forks when their diameters exceed 7cm.
4. The relationship between the time needed for occlusion (T) and branch diameter can be best illustrated by the following equations:

(1) For dominant trees:

$$T_1 = 5.7374 + 19.7199 ND - 4.2679 ND^2 + 0.4411 ND^3$$

(2) For intermediate trees:

$$T_2 = 13.6364 + 11.5909 ND$$

The optimum age for plantations pruning can be decided by conforming to the development of branches and stem forks and by using these equations.

Key words: *Chamaecyparis formosensis* Matsum, pruning, branch diameter, form quotient, occlusion.

Lo-Cho, Chen-nan, Hsu-ho Chung, Chih-ming Chiu 1995 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.

一、緒 言

紅檜 (*Chamaecyparis formosensis* Matsum) 為臺灣固有之珍貴樹種，胸徑可達6m，高

可達60m，產於本省中央山脈海拔1050-2800m間，用途廣大，經濟價值極高，為目前本省中、高海拔山區主要造林樹種之一。據林務局統計，至民國82年止造林面積累計達3萬餘公頃。在一般林

業經營計劃中，紅檜之輪伐期訂為80年(劉慎孝, 1976)，目前林業新的經營計劃更延長為120年，因此，對此一長伐期之優良樹種而言，經營目標應以生產無節之大材。

紅檜幼林木生長快速，惟側枝及分叉幹甚多，影響主幹之形成與生長至鉅，因此須及時進行修枝(Pruning)及整幹撫育，期以促進主幹質、量之生長。本研究之目的即在探討紅檜人工林最適之修枝度，修枝林齡，以及瞭解修枝傷口之癒合趨勢，以供今後修枝撫育作業之參考。

二、材料與方法

本研究選定之試驗地，位於林務局嘉義林區管理處大埔專業區第209林班，位於阿里山與自忠中途，海拔高約2200m。其地質由第三紀水成岩組成，屬於先第三紀上部黏板岩系。基岩為泥板岩及沙岩，土壤則為腐植質壤土，表土深而肥沃。造林地朝西北向，坡度在10°-32°之間。試驗地區低溫多濕，根據中央氣象局提供資料，民國79年-82年阿里山地區年平均溫度為10.8°C，年平均相對濕度為85%，其年平均年總降水量為3846mm，且多集中於4-9月份。該造林地原為蓄積豐富之天然檜木林生長林地，於日據時期經皆伐後栽植柳杉林，復於民國68年5月將柳杉人工林再次皆伐後栽植紅檜林，每公頃栽植株數為2000株，成活率約在75%左右。幼木生長良好，惟側枝及分叉幹甚多。在實施本修枝試驗前，曾先刈除造林地上之箭竹及蕁蕁等地被植物，並將不良被壓木及風害瀕死木予以伐除。經整理後每公頃存有林木約為1400株。

(一)處理因子

1. 修枝處理：本研究所稱之修枝，包括修除側枝和切除分叉幹。試驗林分為9年生之幼齡林，初次修枝高度係以樹高為標準，並將修枝高度定為以下四種：

- (A) 修枝至1/3樹高：自林木之基部算起，樹高1/3以下側枝均予修除。而分叉幹則全部切除。
- (B) 修枝至1/2樹高：自林木之基部算起，樹高1/2以下側枝均予修除。而分叉幹則全部切除。
- (C) 修枝至2/3樹高：自林木之基部算起，樹高2/3以下側枝均予修除。而分叉幹則全部切除。
- (D) 整區區：即完全不作修枝處理。

2. 切口防腐處理：

以分叉幹之切口為防腐對象，即分別採用油漆及柏油塗抹切口以及不塗抹切口等三種，每種處理隨機選擇23個切口。共計為69個切口。

(二)修枝方法

利用一般小型手鋸，以平行於幹軸之方法，鋸除側枝或分叉幹。即手緊緊靠樹幹自枝條基部垂直切斷枝幹，較大的枝幹須先從下方鋸一受口，再自上方起鋸，以免撕裂樹皮，且切口宜使平滑，以利傷口癒合。

(三)試驗設計

試驗樣區之設置係採用隨機區集設計，即每四個樣區為一區集，重複五次，每區集均配置於立地環境相近之林地，區集內四個樣區以隨機配置，每樣區面積為20×20m=400m²，共設置20個樣區。修枝前各樣區之林木，經調查結果，平均胸高斷面積約為0.2535m²，而由統計分析檢定並無明顯差異。

(四)試驗林分之生長與分析

本試驗於民國77年5月間，林齡滿9年生時設置試區，進行不同強度之修枝處理，迄民國83年5月(15年生)間，調查修枝後6年之結果。對不同修枝處理於修枝後6年之定期生長，係應用隨機區集之變異分析。在資料處理上，各試區林分之胸高斷面積、立木材積及株數等，均換算為每公頃之數值，再進行比較。對修枝前後樹幹形狀之變化，則應用形率(form quotient)及胸高形數(breast height form factor)以表示樹幹完滿度之指標。即在每一試區內選定中央木3株，合計60株中央木，利用Huber公式區分求積法(楊榮發, 1980)，量測並計算各中央木之樹幹材積，據以實測其胸高形數，以及利用林木中央直徑與胸高直徑之比數，求算各中央木之形率。計算公式如下：

$$1. \text{形率} = \sigma / D_{1.3}$$

$$2. \text{胸高形數} = \sqrt{(\pi/4) \times D_{1.3}^3 \times H}$$

式中之 v =樹幹材積， $D_{1.3}$ =胸高直徑， H =樹高， π =圓周率， σ =中央直徑。

(五)側枝傷口癒合調查分析

修枝後隨即於3種不同處理隨機選取3個試區，分別量測優勢木(包括次優勢木)及中庸木之傷口數，並將每株林木之修枝傷口以0.4cm為一傷口節級加以分類，每年於6月及12月間觀察傷口癒合程度。而在分析上，將各側枝節級之枝數換算為各側枝節級佔總枝數之百分比，同時根據修枝後傷口之癒合時間資料，使用逐步迴歸法(Stepwise method)選出最適迴歸方程式，復依所選出之迴歸方程式，繪製曲線圖，模式之設定為次列二者：

1. 側枝枚數百分比(P)與側枝節徑(ND)之關係:

$$P = f(ND, ND^2, ND^3)$$

2. 修枝傷口癒合時間(T)與側枝節徑(ND)之關係:

$$T = f(ND, ND^2, ND^3)$$

三、結果與討論

(一)修枝前後林分構造

Table 1及Table 2所示為本試驗於修枝前及

修枝6年後，各處理林分之生長結構及樹幹形狀變化。

在修枝施行之當年，供試之9年生林分，其平均胸徑約為7.2cm，而平均樹高則約為4.3m，立木材積則可達15.7m³/ha左右(Table 1)。依據試驗當時之調查資料，鼠害木約佔總株數之28%。而側枝分叉木，在修枝前約佔總株數之48%；其中，胸徑(1.3m)以下分叉者約佔38%，而胸徑以上分叉者約佔10%。經修枝後，分叉幹大都被切除，其所佔百分比已明顯下降為6%左右(Table 2)。

Table 1. Structures of plantations subjected to different pruning treatments

Treatments	Age (yr)	DBH (cm)	Tree height (m)	Basal area (m ² /ha)	Volume (m ³ /ha)
(A) Pruned up to 1/3	9 ¹⁾	7.3±1.8	4.3±0.5	6.46±0.86	15.64±2.88
tree height	15 ²⁾	13.1±3.4	7.9±0.8	21.24±1.74	92.23±7.27
(B) Pruned up to 1/2	9	7.3±2.1	4.2±0.5	6.41±0.98	16.05±3.01
tree height	15	13.0±3.0	7.9±0.7	20.83±1.80	92.48±8.50
(C) Pruned up to 2/3	9	7.0±2.4	4.2±0.5	6.12±1.02	15.10±2.91
tree height	15	12.0±2.5	7.6±0.7	18.11±1.96	76.04±6.80
(D) Unpruned controls	9	7.1±2.0	4.3±0.5	6.36±1.16	16.14±3.40
	15	12.7±3.8	7.6±0.9	20.11±2.18	75.58±8.06

Note: ¹⁾ Age of plantations at the time of pruning.
²⁾ Age of plantations at six years after pruning.

Table 2. Changes in stem forms before and after pruning

Treatments	Age (Yr)	Density (st/ha)	Breast height form factor	Form quotient	Trees showed stem forking				Total	
					Below breast height		Above breast height		Number (st/ha)	Percentage (%)
					Number (st/ha)	Percentage (%)	Number (st/ha)	Percentage (%)		
(A)	9	1396	0.57±0.05	0.74±0.09	548	39	122	9	670	48
	15	1396	0.52±0.04	0.67±0.06	14	1	85	6	99	7
(B)	9	1422	0.57±0.04	0.76±0.08	512	35	142	10	654	46
	15	1422	0.53±0.04	0.68±0.06	17	1	72	5	89	6
(C)	9	1392	0.57±0.05	0.76±0.08	559	40	137	10	596	50
	15	1392	0.53±0.04	0.67±0.06	15	1	70	5	145	6
(D)	9	1405	0.57±0.05	0.76±0.09	498	35	148	11	646	46
	15	1405	0.49±0.09	0.63±0.09	498	35	187	14	685	49

Note: See Table 1. for the details of treatments.

胸高形數(Breast height form factor)為樹幹材積對樹幹1.3m高度之直徑及樹高之圓柱體積積之比數,可供代表樹幹形狀之指標及計算立木材積之用(楊榮啟, 1980)。形率(Form quotient)為林木中央直徑與胸高直徑之比數,可代表樹幹之完滿度,其值愈大則樹形愈完滿,反之,其值愈小則樹形愈尖削(楊榮啟, 1975)。各處理林分在修枝前,平均胸高形數為0.57,形率則位於0.74-0.76間,而統計分析結果,顯示各處理林分間修枝前無論是形數或形率均無明顯差異。

若以撫育成本之觀點而言,修枝木應以主伐木為準。惟本研究為幼林初次修枝試驗,在試驗處理中就整理後現存林木全部修枝,其考量因素如下:(1)各供試林分於修枝前,每公頃林木株數約為1500株。在施行修枝處理時,鼠害瀕死木及形狀不良被壓木已同時予以伐除,因此每公頃現存林木僅約為1400株,而幼林修枝簡單易行,若1400株全部修枝所增加之費用不多。(2)可彌補松鼠繼續為害致單位面積修枝木不足之缺點。(3)在

蔓藤為害較多之造林地,可減低蔓藤附著攀爬之機會,增進除蔓之效果。(4)可避免造林木產生死節,提高嗣後疏伐木之材質與利用價值。(5)對一般修枝作業發包及驗收等項手續簡單易行,有助於現場作業之進行。

(二)各種生長參數之比較

各林分在修枝處理6年後,其胸徑、樹高、林分斷面積及材積之定期平均生長量,以及林木之胸高形數和形率之生長變化等各項生長參數均呈顯著或極顯著之處理效應。其以鄧肯氏多變域檢定($\alpha=0.5$)結果,如Table 3所列:

依Table 3所示,修枝6年後,胸徑和胸高斷面積之定期平均生長量,均顯示以修枝至1/2和1/3樹高及未修枝者較高,並與修枝至2/3樹高之林分有顯著差異。樹高和材積之定期平均生長量,則以修枝至1/2和1/3樹高者效果最佳,且與未修枝或修枝至2/3樹高者具顯著差異。而經過修枝處理之林分,形率和胸高形數均顯著地大於未修枝之對照區林分。

Table 3. Comparison of annual growth of plantations treated with different pruning regimes (averaged over a posttreatment period of 6 years)

Treatments	DBH (cm)	Tree height (m)	Basal area (m ² /ha/yr)	Volume (m ³ /ha/yr)	Breast height form factor	Form quotient
(A)	0.97 ^a	0.60 ^a	2.46 ^a	12.76 ^a	0.52 ^a	0.67 ^a
(B)	0.95 ^a	0.62 ^a	2.40 ^a	12.74 ^a	0.53 ^a	0.68 ^a
(C)	0.83 ^b	0.56 ^b	2.00 ^b	10.15 ^b	0.52 ^a	0.57 ^a
(D)	0.93 ^a	0.55 ^b	2.29 ^a	9.90 ^b	0.49 ^b	0.63 ^b
(F-value)	5.77 [*]	5.35 [*]	6.63 ^{**}	6.19	4.17 [*]	3.93 [*]

Note: 1. * Statistically significant ($P \leq 0.05$); ** Statistically very significant ($P \leq 0.01$).

2. Means with the same superscript letters are not significantly ($P \leq 0.05$) different as determined by Duncan's multiple range test.

3. See Table 1. For the details of treatments.

上述結果顯示,紅檜在9年生施行第1次修枝時,其修枝高度以不超過樹高之1/2處為佳,修枝高度若達2/3樹高時,則將導致林分生長明顯減低之趨勢,此尤以胸徑生長之下降最為顯著。根據洪良斌等(1980)對7年生紅檜進行修枝試驗結果,曾顯示修枝至1/2樹高能提高林分材積生長量。此外洪氏(1971)在另一研究報告中指出,紅檜若於10年生時施行修枝,修枝高度為樹高之1/2及2/3者對林分生長最佳。本試驗之結果與上述洪氏所報導者有所差異。究其原因,可能係試驗設計不同

所致,即洪氏1980年之修枝試驗,並未設置修枝至2/3樹高之試驗處理,而其1971年修枝試驗,在各修枝處理中並未將林木之分叉幹全部修除。而本試驗之幼齡修枝,除修除處理高度以下之側枝外,林木之分叉幹亦悉數予以切除,其目的在於免除分叉繼續粗大,影響後續修枝工作及傷口癒合能力。

寺本莊子(1994)研究指出,修枝可提升林木枝下高及形質。本研究經過修枝處理之林分,其胸高形數和形率均大於未修枝之對照區林分,表

示修枝之林分幹形較完滿，未修枝之林分幹形較尖削(Table 1)。而由於胸高形數在不同修枝處理亦產生明顯差異，因此雖然各處理間之胸徑和胸高斷面積生長差異不大，但其林分材積生長量卻發生顯著差異，亦即修枝至樹高1/2和1/3之林分，其每公頃材積定期平均生長量，明顯的高於未修枝之對照區林分(Table 3)。此一結果顯示適度修枝確有助於提高樹幹之完滿程度，以及增進林分材積之生長量。

自林產利用觀點而言，修枝高度應配合市場所需規格，而本試驗之林分為9年生幼齡林，樹高尚不能達到市場所需規格尺寸，因此，其修枝高度之訂定係根據生物性理念，其目的在於瞭解不影響林木生長之最適修枝高度，及強度修枝之後，經過不同期間生長之恢復能力，提供後續修枝撫育作業之參考。而國內外亦有甚多採用樹高比例作為處理標準，以研究修枝高度對林木生長影響之相關文獻(洪貝斌等, 1977, Langstorm,

and Hellqvist, 1991)。一般而言修枝達樹高之1/3對林木生長不致有所影響，諸如台灣杉(羅卓振南等, 1988、1991、1992)及柳杉(王子定等, 1980)等樹種，其修枝高度可達樹高之1/2處，而林木生長仍未受不良之影響。

(三)側枝及分叉幹傷口之分析

1. 側枝分佈及修枝傷口癒合

本試驗中，3個不同修枝處理調查之側枝節徑及修枝6年後所觀測之癒合資料，可綜合列如Table 4。而側枝節徑(ND)與側枝枝數百分比(P)間之關係，及側枝節徑(ND)與修枝傷口癒合時間(T)之關係，經以逐步迴歸法，所求得最適迴歸方程式，則列於Table 5。依該等方程式所繪製曲線圖，則示於Fig. 3所示。

依Table 4所示資料可知，紅檜人工林之側枝衆多，平均每公尺樹幹所萌生之枝條約為17枝，側枝節徑之分佈界於0.2-5.0cm之間，平均值約1.4cm。若從橫切表面傷口癒合觀測而言，傷口癒

Table 4. Branching of 9-years-old red cypress and the wounds occlusion at 6 year after pruning

Treatments	Numbers (S)	Average height of pruning (m)	Total numbers of branches	Diameter of branch		Wound occlusion	
				Average (cm)	Range (cm)	Number of fully occluded wounds	Percent of occlusion (%)
(A)	56	1.5	1,512	1.3	0.2-4.6	1,436	0.95
(B)	58	2.5	2,537	1.4	0.2-5.0	2,436	0.96
(C)	55	3.0	2,722	1.4	0.2-5.0	2,640	0.97

Note: See Table 1. For the details of treatments.

Table 5. Equations best describe the relationships between branching time needed for occlusion and branch diameter

Correlations examined		Regression equation			
Between percentage of branching and branch diameter	Dominant tree	$P_1 = -4.8435 + 35.0372ND - 16.5730ND^2 + 1.9978ND^3$	0.88	65	
	Intermediate trees	$P_2 = 2.1678 + 31.7030ND - 18.2694ND^2 + 2.5221ND^3$	0.85	35	
Between the time needed for occlusion and branch diameter	Dominant tree	$T_1 = 5.7374 + 19.7199ND - 4.2679ND^2 + 0.4411ND^3$	0.97	358	
	Intermediate trees	$T_2 = 13.6364 + 11.5909ND$	0.98	481	



Fig. 1. A fifteen-years-old red cypress plantation. Trees of the plantation were pruned up to 1/2 tree height at age 9 and allowed to grow for 6 years. Good occlusion was found on most tree wounds resulting from pruning. Pruning also improve the roundness of trees.

合率可達96%左右，顯示修枝確有助該樹種無節材之生產(Fig. 1, Fig. 4)。而未作修枝之林分，於10年生時，部份側枝即相繼乾枯，而大於1.0cm之枯枝至15年生時仍殘存幹上，以致形成死節(Fig. 5)。未自然乾枯之側枝，則在繼續徒長後，形成不正常之粗大枝條，並嚴重影響主幹之形成和生長(Fig. 2)，此一觀測結果顯示，紅檜確須於幼齡林側枝直徑細小時施行修枝撫育。

Table 5所列之迴歸方程式及Fig. 3之曲線圖，有助於瞭解紅檜側枝節徑大小分佈趨勢，以及修枝傷口之癒合時效，因此可提供適時修枝撫育之參據。就側枝節徑所佔之百分比而言，中庸木之側枝節徑分佈以1.1cm者數量較多，其中在1.1cm以下者約佔45%。而1.2cm以上者則佔55%；優勢木之節徑則以1.4cm者數量最多，其中節徑在1.1cm以下者約佔28%，在1.2cm以上者約佔72%。而各節徑級傷口癒合時間將因節徑之增加而成二次曲線(優勢木)或直線(中庸木)之關係上

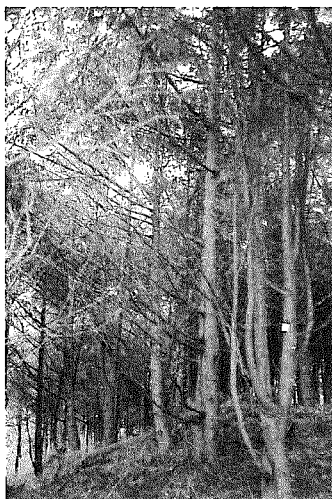


Fig. 2. An unpruned 15-years-old red cypress plantation. There are numerous branches and stem forks; self-pruning of the dried larger branches does not occur on trees of this plantation.

升(Fig. 3)，即節徑愈小者，傷口癒合愈快，反之，節徑愈大者，傷口癒合愈慢，節徑位於3cm以下者，修枝傷口於3年內即可癒合。柳杉及日本扁柏經修枝後，枝徑愈小，傷口癒合亦愈快(二見鎌次郎, 1983)。竹內郁雄(1981)亦指出，日本扁柏枝徑為2cm時，修枝傷口於2-4年內癒合。羅卓振

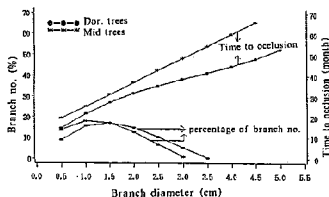


Fig. 3. Correlations between percentage of branching in 9-years-old red cypress and the time needed for wounds occlusion after pruning.

南等(1988、1992)研究指出,臺灣杉枝徑在2.5cm以下者,修枝傷口在3年內均能癒合。由Fig. 3曲線圖亦可得知,優勢木之大節徑較中庸木為多,但傷口癒合時間卻較中庸木為快,此或因優勢木之胸徑生長較中庸木為快所致。因此在施行紅檜之修枝疏伐撫育時,應盡量留存優勢木或次優勢

木。

2. 分叉幹切口防腐與癒合

分叉幹於切除後,採用油漆、柏油塗抹傷口,每年觀測切口癒合2次,在最後1次之結果調查,則使用生長錐鑽取樣品,鑑定切口內部木材是否腐朽變化。此一觀測結果列於Table 6。

Table 6. Wound occlusion: six years after the removal of 9-years-old red cypress stem forks followed by different preservation treatments

Wound diameter ranges	Treated with tars			Treated with tars			Without preservation treatment		
	Numbers of cutting wounds	Numbers of wounds occluded and not decayed	Numbers of wounds failed to occlude and hence decayed	Numbers of cutting wounds	Numbers of wounds occluded and not decayed	Numbers of wounds failed to occlude and hence decayed	Numbers of cutting wounds	Numbers of wounds occluded and not decayed	Numbers of wounds failed to occlude and hence decayed
3.0- 3.9	3	3	-	3	3	-	4	4	-
4.0- 4.9	3	3	-	2	2	-	2	2	-
5.0- 5.9	3	2	1	3	2	1	2	2	-
6.0- 6.9	7	3	4	8	3	5	8	3	5
7.0- 7.9	4	-	4	2	-	2	3	-	3
8.0- 8.9	2	-	2	3	-	3	2	-	2
9.0- 9.9	1	-	1	1	-	1	1	-	1
10.0-11.0	-	-	-	1	-	1	1	-	1
Total	23	11	12	23	10	13	23	11	12
Percentage of occluded and non-occluded wounds		47.8	52.2		43.5	56.5		47.8	52.2

依Table 6所列可知分叉幹之切口口徑界於3.0-11.0cm之間,其中,口徑在5cm以下者,切除6年後其切口均已癒合,且未發生腐朽。此一結果與側枝之癒合情形相同(Fig. 3),即分叉幹直徑與側枝節徑大小相同者,其癒合時間亦同。而分叉幹直徑在7cm以上者,切除之傷口除難以癒合外,且產生腐朽現象,即便對切口施以油漆或柏油等防腐處理,切口腐朽依舊發生(Fig. 6)。上述結果顯示9年生時切除分叉,已為時稍晚。由於紅檜側枝和分叉幹之生長強弱不同(Table 4, Table 6),以致二者之傷口癒合時間及效果亦異。因此有關紅檜之修枝撫育,必須將側枝和分叉幹分別處理,即分叉幹之切除工作宜提早,如在3-5年生林分進行刈草撫育時即可順便切除,惟此時側枝必須暫為保留,以免影響幼木生長。至於側枝之修除時間則可俟至9年生時進行。

根據本研究調查,紅檜幼林樹幹分叉林木約佔總株數之48%,其中,林木胸徑(1.3m)以下分

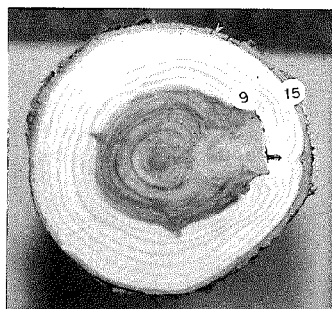


Fig. 4. The branch diameter of 9-years-old red cypress tree is about 3 cm. After pruning the wound occluded in 3 years; and all the woods produced thereafter were clean high quality ones.

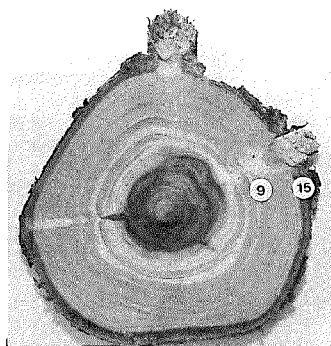


Fig. 5. The branch diameter of unpruned 9-years-old red cypress as shown is about 3 cm. The branch dried when the tree is 10-years-old; it persisted on tree stem for more than 5 years and, thus, formed dead knot.

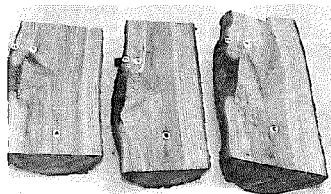


Fig. 6. The diameter of three individual stem forks removed from 9-years-old red cypress trees were 9 cm, 10 cm and 10 cm, respectively. They were, then, either treated, individually, with paints, tars or not treated at all (as denoted by A, B, C from left to right). Due to their large cross sections all these wounds (as shown) resulted from stem forks removal failed to occlude regardless preservation treatments applied. Decay of wood, hence, accrued.

又者, 約佔38% (Table 2)。鍾旭和等(1994)研究指出, 紅檜分叉木約佔總林木株數之49%, 其中位於胸徑以下分叉者約佔39%。廖宗保(1994)調查亦指出, 檜木林(紅檜及扁柏)之分叉木約佔總株數之26%, 其中, 胸徑以下分叉者約佔22%。上述資料可知紅檜分叉情形極為嚴重, 且分叉部位絕大多數均位於胸徑以下。一般紅檜人工林在

3-5年生時, 高生長已達1-3m之間, 依上所述此時分叉應已明顯發生, 因此若於此時切除, 除有利於主幹之形成及生長外, 且由於叉幹直徑尚小, 切除癒合率高, 而能有效改善紅檜木分叉之缺點。

四、結論與建議

紅檜人工林於幼林時期, 即常見主幹分叉和側枝徒長之缺點。若未施行修枝撫育, 於林冠鬱閉後, 冠層下方之部份側枝即相繼乾枯。較大枯枝常殘存於主幹達5-6年之久, 而仍未能自行脫落, 以致形成死節, 而繼續徒長之側枝和分叉幹, 則形成異常之粗大枝幹, 嚴重影響主幹之形成及生長, 因此, 紅檜於幼齡時期枝幹直徑尚為細小時即應施行修枝撫育。

修枝撫育之作業技術, 除需瞭解最適宜之修枝高度和修枝林齡外, 尚須考慮修枝傷口之癒合成效。本研究比較之各種不同修枝強度處理之效應, 其結果顯示以修枝至樹高之1/2及1/3, 均能增進紅檜幼林之樹高和材積生長量; 修枝高度若達樹高之2/3, 則生長量將呈現減低之趨勢。而經過修枝處理之林分, 其胸高形數和形率均大於未修枝之對照區林分, 亦即修枝林分之幹形較完滿, 未修枝林分之幹形較尖削。此有助於提昇紅檜人工林之形質生長和材積生長。

本試驗9年生紅檜人工林, 側枝繁多, 但其直徑仍多細小, 若於此時修除, 傷口之癒合效果良好, 而分叉幹直徑在5cm以下者癒合效果亦佳, 惟直徑已逾7cm以上者, 則切除之傷口除難以癒合外, 且產生腐朽現象, 而即使對切口施以防腐處理, 腐朽依舊發生, 顯示紅檜於此時切除分叉幹已為時稍晚。因此, 進行紅檜修枝撫育時, 應將分叉幹和側枝分別處理, 即分叉幹宜提早於3-5年生時切除, 側枝則留待9年生時再行修除。而分叉幹或側枝直徑若已逾7cm以上者, 則原則上不應再予修除。

一般紅檜人工林, 常因生育地條件或造林密度之差異, 以致發育狀態或有所變化, 因此若僅以林齡決定最適修枝期, 則可能產生偏差, 而影響傷口之癒合效果。而採用本研究所導出之節徑與傷口癒合之關係式, 並配合側枝或分叉幹之實際生長狀況, 以推算各節徑級修枝傷口之癒合時間, 則可釐訂最佳之修枝時期, 而使上述缺失得以彌補。

引用文獻

- 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):23-51。
- 洪良斌 1971 不同度之修枝撫育影響紅檜幼林分生長之研究。科學發展月刊, 3(5):26-44。
- 洪良斌、羅卓振南 1977 修枝度對光臘樹幼林分生長之影響。林試所試驗報告第291號, 11頁。
- 洪良斌、周朝富 1980 修枝度影響紅檜幼林分生長之研究。林試所試驗報告第336號, 12頁。
- 楊榮啟 1975 台灣大學實驗林產柳杉之生長與收穫的研究。台大實驗林研究報告第116號, 149頁。
- 楊榮啟 1980 森林測計學。國立編譯館, 515頁。
- 鍾旭和、羅卓振南、邱志明 1993 紅檜及台灣杉人工林中後期撫育與經營模式之研究。農委會82年度造林與撫育期末報告, 4頁。
- 廖宗保 1994 檜木造林木撫育技術之研究。農委會83年度造林與撫育期末報告, 4頁。
- 劉慎孝 1976 森林經理學。國立中興大學, 台中, 965頁。
- 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之效應。林業試驗所研究報告季刊, 3(4):241-253。
- 羅卓振南、鍾旭和、邱志明 1992 六龜地區台灣杉人工林疏伐修枝效果之研究。林業試驗所研究報告季刊, 7(4):291-304。
- 二見鎌次郎 1983 枝打ち技術に關する研究 (II)。鳥根縣林業試驗場研究報告第34號, 1-20。
- 竹內郁雄 1981 壯齡林の枝打ち跡巻込みに關する研究 (I)。日本林學會誌, 63(2):39-45。
- 寺本禊子 1994 ヒノキと混植されたケヤキの形質。日本林業技術, 630:20-22。
- Langstorm, B., and C. Hellqvist. 1991. Effects of different pruning regimes on growth and sapwood area of scots pine. Forest Ecology and Management Vol. 44(2-4):239-254.
- Velazquer-Martinez, A., D.A. Perry., and T.E. Bell. 1992. Response of aboveground biomass increment, growth efficiency, and foliar Nutrients to thinning, fertilization, and pruning in young Douglas-fir plantation in the central Oregon Cascades. Canadian Journal of Forestry Research Vol. 22(9):1278-1289.