

## 研究報告

## 藤枝地區台灣杉人工林疏伐修枝效果之研究

羅卓振南<sup>1,2)</sup> 邱志明<sup>1)</sup> 陳燕章<sup>1)</sup>

## 摘要

本研究探討台灣杉疏伐及修枝之效應，以期提高木材質量生長。供試林分為屏東林區管理處老濃事業區第73林班，本所原實施疏伐修枝試驗之26年生台灣杉人工林，繼續施行第二次疏伐及第三次修枝試驗。疏伐方式計分為每公頃保留600株；800株；1000株及未疏伐之對照區。修枝處理則分為修枝6m樹高；修枝8m樹高及未修枝之對照區。經處理6年後之研究結果顯示，第二次疏伐以每公頃保留600株和800株之處理效應較佳，可增進胸徑、樹高、胸高斷面積和材積之生長。而樹冠幅係隨疏伐強度之增大而增大，枝下高則隨疏伐強度之增大而減小。第三次修枝對林分生長無明顯差異，即使修枝至8m樹高亦然，修枝6年後傷口完全癒合者達95%，修枝確有助無節材之生產。

關鍵詞：台灣杉、疏伐、修枝。

羅卓振南、邱志明、陳燕章。2000。藤枝地區台灣杉人工林疏伐修枝效果之研究。台灣林業科學 15(2):237-44。

## Research paper

Effects of Thinning and Pruning on *Taiwania* Plantations in the Tengchih AreaChen-Nan Lo-Cho,<sup>1,2)</sup> Chih-Ming Chiu,<sup>1)</sup> Yen-Chang Chen<sup>1)</sup>

## 【 Summary 】

In order to enhance the growth of wood quality and quantity, the effects of thinning and pruning on *Taiwania* plantations were studied. The tested 26-yr-old *Taiwania* plantations were located at compartment no. 73, Laonung Working Circle in the Pingtung Forest District. These plantations had been thinned once and pruned twice. The 2nd thinning and 3rd pruning were carried out for this study. Thinning treatments included retaining (A) 600, (B) 800, and (C) 1000 trees/ha after thinning, and (D) no thinning. Pruning treatments were pruning (A) 6 m and (B) 8 m of tree heights, and (C) no pruning. The effects of retaining 600 and 800 trees/ha after thinning were most significant. The growth of DBH, tree height, basal area at breast height, and volume were enhanced. Crown width increased as thinning intensity increased, but the clean length of trunks decreased as thinning intensity increased. The 3rd pruning, even with pruning up to 8 m of tree height, had no significant effects on stand growth. The occlusion percentage of branches 6 yr after pruning was 95% and, hence, this proves that pruning can increase the production of clear logs.

**Key words:** *Taiwania cryptomerioides*, thinning, pruning.

<sup>1)</sup>行政院農業委員會林業試驗所森林經營系，台北市100南海路53號 Division of Forest Management, Taiwan Forestry Research Institute, 53 Nanhai Rd., Taipei 100, Taiwan.

<sup>2)</sup>通訊作者 Corresponding author

1999年11月送審 1999年12月通過 Received November 1999, Accepted December 1999.

Lo-Cho CN, Chiu CM, Chen YC. 2000. Effects of thinning and pruning on *Taiwania* plantations in the Tengchih area. *Taiwan J For Sci* 15(2):237-44.

## 緒言

台灣杉(*Taiwania cryptomerioides* Hayata)又名亞杉，為台灣固有之優良樹種，主要分佈於本省中央山脈，海拔1500-2600 m處。人工造林生長快速，對病蟲害之抵抗力強，又可免松鼠危害，而為近年來本省積極推廣造林之樹種。至1993年台灣杉造林面積累積達4400 ha (TFB 1995)，且大部份已成林，亟須進行適當的修枝和疏伐等撫育工作。

展望未來，由於天然林資源逐漸減少，對人工林之大徑木的需求，將日益增加，而木材品質優劣之價格差距，亦將持續擴大，台灣杉人工林之經營，應以生產長伐期高品質之大徑木為導向。惟該樹種側枝眾多，枯枝不易自然脫落，因此，自幼齡期間開始即須施行修枝撫育，以培育無節材之生長。同時，在林冠鬱閉且影響林分生長時，施以疏伐撫育作業，重新調整林分之結構與有效生長空間，以增進留存林木之品質生長及林分之材積生長，方能符合經濟林之經營目標。

本所曾於林務局荖濃事業區選擇一台灣杉人工林試驗地，於林分6年生(1972年冬)及11年生(1977年冬)，分別實施2次修枝試驗，以及於17年生(1983年冬)實施第一次疏伐試驗，其結果已見於Hung (1979)及Lo-Cho et al. (1991)之研究報告。試驗林分至26年生時，經調查及目視判斷，各林木間枝條又趨重疊，樹冠又趨鬱閉，且側枝眾多，其樹冠下部枝條相繼乾枯而未能自然脫落，影響林分質量生長，因此，於26年生時繼續實施第二次疏伐及第三次修枝撫育試驗。本研究目的在探討疏伐林分之生長結構狀態，分析不同疏伐度及修枝度對林分生長之影響，以及觀測修枝傷口之癒合趨勢，以期了解其最佳之疏伐度及修枝度，期能做為今後經營該樹種疏伐及修枝撫育作業之參考。

## 材料與方法

本研究選定之試驗地，為本所原施行之台灣杉疏伐及修枝林分，位於林務局屏東林區管理處荖濃事業區第73林班，試驗地海拔高約1300 m，地質母岩屬片頁岩，土壤為粘質壤土，表土深厚而肥沃，排水良好。造林地朝西南向，坡度約在10-35°之間。試驗地原屬天然闊葉樹林，經皆伐後於1967年6月間造林，每公頃栽植株數為2500株，至6年生時成活率約在70%左右，幼林期生長良好，在第一次疏伐前(17年生)各樣區林分胸高斷面積約在55.2-66.4 m<sup>2</sup>/ha之間，其均值为59.6 m<sup>2</sup>/ha (Lo-Cho et al. 1990)。第二次疏伐前各樣區林木株數在880-1550 trees/ha，其胸高斷面積約在63.0-89.3 m<sup>2</sup>/ha之間。

本試驗採用裂區設計，主區為疏伐強度，副區為修枝強度，試區排列為逢機區集，設置二個區集，共24個小區(4種疏伐強度×3種修枝強度×2區集)，每小區面積為20 m×30 m=600 m<sup>2</sup>，含試區緩衝帶總面積約2.0 ha。疏伐處理計分為四種，(A)每公頃保留600株(原強度疏伐處理)；(B)每公頃保留800株(原中度疏伐處理)；(C)每公頃保留1000株(原弱度疏伐處理)及(D)未疏伐之對照區(原對照區)。疏伐方法，採用定性與定量兩者之優點，即先決定疏伐量，再依下層疏伐之原則選定疏伐木。在定量上以每公頃林木株數保留量作為疏伐處理之基準。在定性上疏伐木之選定，以林分中之下層被壓木為主，並及於形質不良木等，其選木順序為：

- 一、枯損木、瀕死木。
- 二、形質不良木：如嚴重之彎曲木、傾斜木、斷頂木等。
- 三、被壓木。
- 四、分叉木。
- 五、側壓木。
- 六、次優勢木及優勢木。

惟在實際選木作業時，除依據上述準則外，尚須將林冠之鬱閉度及與鄰接木之距離相關位置等列入考量並作適當之調整。修枝處理分為三種，(A)修枝6 m樹高(原修枝3 m樹高)；(B)修枝8 m樹高(原修枝4.5 m樹高)及(C)未修枝之對照區(原對照區)。修枝方法係利用一般小型手鋸，以平行於幹軸之方法，鋸除枝條。即手鋸緊靠樹幹自枝條基部垂直切斷，較大枝條須先從下方鋸一受口，再自上方起鋸，或將枝條分二次鋸除。修枝時切口宜使平滑，以利傷口癒合。

本試驗於1993年1月間，林齡為26年生時，施行第二次疏伐及第三次修枝處理，並於1999年1月間調查作業後6年之結果。在資料處理上，各試區疏伐後保留之株數、胸高斷面積和材積等，均換算為每公頃之數值，再進行比較。有關修枝傷口癒合之調查，在修枝後，隨即於保留600 trees/ha並修枝6 m樹高之2個樣區，就所有立木修枝後之切口數及切口徑進行調查，並於修枝後6年時再次調查切口之癒合結果。調查時，修枝切口經目視判斷，已全為癒合組織所覆被者，視為完全癒合。

## 結果與討論

### 一、疏伐前後林分之生長結構

Table 1所示為本試驗在施行疏伐前後以及6年後各處理林分之生長結構變化。其中保留600 trees/ha之處理，相當於株行距4.1 × 4.0 m，其胸高斷面積留存量約為47.6 m<sup>2</sup>/ha；

保留800 trees/ha之處理，相當於株行距3.1 × 4.0 m，其胸高斷面積留存量約為58.0 m<sup>2</sup>/ha；保留1000 trees/ha之處理，相當於株行距3.3 × 3.0 m，其胸高斷面積留存量約為65.6 m<sup>2</sup>/ha。經疏伐後胸徑及樹高均值皆隨之提昇，其原因為被壓木及部分中庸木已予以伐除，而疏伐後6年，其胸徑平均值，在每公頃保留600株和800株之處理，分別為34.5和32.5 cm，在未疏伐之對照區僅為27.8 cm，上述資料顯現出下層疏伐所產生之效果。未疏伐之對照區，在第二次疏伐後6年期間，每公頃株數自然枯死量有73株，6年間株數枯死率約為5%，若以年枯死率估算，則在本試驗期間內平均每年每公頃自然枯死株數為12株，材積約為1.8 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>·yr<sup>-1</sup>，枯死之林木多屬被壓木及中庸木。經疏伐處理之林分則未發現有枯死現象。

### 二、各種生長參數之定期平均生長

Table 2變異數分析結果，經疏伐處理6年後，胸徑、樹高、胸高斷面積及材積之定期平均生長均呈顯著或極顯著差異。不同強度修枝處理對所檢定之生長參數均未具顯著差異，且疏伐與修枝間亦未具顯著之交感效應。各疏伐處理參數值之比較，以鄧肯氏多變域檢定結果，如Table 3所列。而由於修枝處理間無差異，所以修枝結果未做檢定比較。

本試驗林分曾於17年生時實施第一次疏伐處理，據Lo-Cho et al. (1991)指出，根據樹幹解析資料，14-18年生為實施第一次疏伐撫

Table 1. Structure of different thinning treatments of Taiwania stands

Treatment	Phase	Age (yr)	Density (trees/ha)	Mean DBH (cm)	Mean height (m)	Basal area (m <sup>2</sup> /ha)	Volume (m <sup>3</sup> /ha)
(A) Retaining 600 trees/ha	before thinning	26	933	29.3	19.1	64.24	583.20
	after thinning	26	600	31.2	19.7	47.55	441.77
	6 yr after thinning	32	600	34.5	22.1	57.34	577.77
(B) Retaining 800 trees/ha	before thinning	26	1058	28.3	18.8	68.75	619.62
	after thinning	26	800	29.9	19.3	57.99	532.09
	6 yr after thinning	32	800	32.5	21.5	68.07	672.71
(C) Retaining 1000 trees/ha	before thinning	26	1192	27.5	18.4	72.02	636.84
	after thinning	26	1000	28.3	18.8	65.58	585.09
	6 yr after thinning	32	1000	29.9	20.7	73.35	702.84
(D) No thinning		26	1442	26.4	18.0	83.66	742.40
		32	1369	27.8	19.8	88.17	832.28

**Table 2. ANOVA of different growth parameters of Taiwania stands subjected to different thinning and pruning treatments**

Variance	Degrees of freedom	DBH		Tree height		Basal area		Volume	
		Mean square	Fvalue	Mean square	Fvalue	Mean square	Fvalue	Mean square	Fvalue
Block	1	0.00110	0.30	0.00080	1.70	0.0477	1.29	4.2500	0.87
Thinning intensity	3	0.12293	33.50** <sup>1)</sup>	0.01220	25.96**	1.0983	29.76**	88.2403	17.99**
Error(a)	3	0.00367		0.00047		0.0369		4.9043	
Pruning intensity	2	0.00120	0.22	0.00095	0.57	0.0191	0.83	1.6775	0.41
Thinning × pruning interaction	6	0.00035	0.06	0.00017	0.10	0.0069	0.30	0.9892	0.24
Error(b)	8	0.00542		0.00166		0.0231		4.0911	
Total	23								

<sup>1)</sup>\*\*Denotes that statistical differences between treatments are very significant ( $p \leq 0.01$ ).

**Table 3. Comparison of different growth parameters of Taiwania stands treated with different thinning regimes (averaged over a post-treatment period of 6 yr)<sup>1)</sup>**

Treatment	DBH (cm)	Tree height (m)	Basal area ( $m^2 \cdot ha^{-1} \cdot yr^{-1}$ )	Volume ( $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot yr^{-1}$ )
(A) Retaining 600 trees/ha	0.55a	0.40a	1.63a	22.67a
(B) Retaining 800 trees/ha	0.43a	0.37a	1.68a	23.44a
(C) Retaining 1000 trees/ha	0.27ab	0.32ab	1.29ab	19.63ab
(D) No thinning	0.24b	0.30b	0.75b	14.98b

<sup>1)</sup>Means within a given column with the same letter are not significantly ( $p \leq 0.05$ ) different as determined by Duncan's multiple range test.

育之適宜林齡，而在 17 年生施行疏伐時，以每公頃胸高斷面積保留 46  $m^2$  (約為 1067 trees/ha) 和保留 41  $m^2$  (約為 900 trees/ha) 之處理，可增進台灣杉單株林木之胸徑和樹高生長，並提高林分胸高斷面積和材積之生長量。Table 3 所示，為本試驗在 26 年生實施第二次疏伐 6 年後之結果，顯示樹高、胸徑、胸高斷面積和材積定期平均生長量，均呈相同之趨勢，以保留 600 trees/ha 和保留 800 trees/ha 處理者生長較佳，其次為保留 1000 trees/ha 者，未疏伐之對照區生長最小。而由 Tables 1 及 3 所示資料，亦可了解未疏伐之對照區林分，因林木擁擠，樹冠過度鬱閉，致部份林木相繼枯死，其林分生長亦趨遲緩。顯示本試驗林分於 26 年生施行第 2 次疏伐撫育，確能改善林分結構及促進林分生長。

據 Lo-Cho et al. (1992) 對六龜地區 14 年生台灣杉人工林進行之疏伐試驗，結果指出，以保留胸高斷面積 35  $m^2/ha$  (約為 1119 trees/ha) 和 30  $m^2/ha$  (約為 956 trees/ha) 之疏伐效果較佳。比較其他樹種之疏伐研究，諸如 Lee et al. (1984, 1994) 及 Lo-Cho et al. (1985, 1987, 1997) 對紅檜 (*Chamaecyparis formosensis*) 人工林之疏伐研究，指出適當的疏伐能提高林分材積之生長量。Hung et al. 對台灣肖楠 (*Libocedrus formosana*) 的疏伐 (1982)、柳杉 (*Cryptomeria japonica*) 的疏伐 (1965) 及光臘樹 (*Fraxinus formosana*) 的疏伐 (1979)，亦均獲得同樣的結果，即疏伐能增進材積生長量。Williston (1978) 對 23 年生之短葉松 (*Pinus echinata*) 每隔 5 年進行疏伐 3 次，結論建議應採用較強度之疏伐可得到較佳之收穫。

有關修枝處理之影響，本試驗林分亦曾於6年生及11年生施行2次不同強度之修枝撫育，即在6年生時施行第一次修枝，此時修枝高度不宜超逾樹高之1/4，以免生長受阻(Hung 1979)。在11年生時施行第二次修枝，此時，修枝高度可達樹高之1/2處，約4.5 m(Lo-Cho et al. 1991)。本試驗林分在26年生施行第三次修枝，修枝6年後，對林木之胸徑、樹高、胸高斷面積和材積生長均無顯著差異，即使修枝高度達8 m處亦然(Table 2)，此項結果亦表示，本試驗台灣杉人工林，於26年生施行第3次修枝時，其修枝高度可達樹高之8 m處。Lo-Cho et al. (1988)對六龜地區9年生台灣杉進行修枝研究，結果指出，修枝達樹高之1/2處對林木生長無不良之影響。本省以往對其他樹種之修枝，諸如光臘樹(*Fraxinus formosana*) (Hung et al. 1977)、台灣檫(*Zelkova serrata*) (Lo-Cho et al. 1995)及紅檜(*Chamaecyparis formosensis*) (Hung et al. 1971, 1980, Lo-Cho et al. 1995, 1997)等所進行之修枝研究，結果指出，修枝高度達樹高之1/2處，對林木生長尚不致發生不良影響。

基本上台灣杉人工林於林冠鬱閉且影響林分生長時，需分數次施行疏伐撫育，重新調整林分之結構與有效之生長空間，以增進留存林木之品質生長及林分的材積產量。同時於幼齡修枝可培育無節材之生產，且修枝需分數次進行，以免影響林木生長。本試驗林分經2次疏伐和3次修枝撫育，所得結果，可供營林上之參考。

### 三、修枝傷口分佈與癒合

Table 4所示，台灣杉林木之側枝眾多，在樹幹4.5-6.0 m之間，平均每公尺樹幹所著

生之枝條約為15枝，枝條節徑分布介於0.3-3.5 cm之間，平均值約為1.3 cm，若從樹幹表面傷口癒合觀測，修枝後6年傷口完全癒合者約為95%，顯示修枝確能提高林木之品質生長。本試驗林分第一次及第二次修枝，並無調查及分析傷口之癒合情形，惟依據現場目視判斷，其修枝傷口均已完全癒合，而未修枝之對照區，至32年生時，樹幹8 m以下，其枯枝徑小於1.5 cm者多已自然脫落，惟枯枝徑大於1.6 cm者多仍殘留幹上，形成死節，故須實施人工修枝。據Lo-Cho et al. (1988)研究指出，六龜地區9年生台灣杉人工林，樹幹3.5 m以下，平均每公尺樹幹所著生之枝條有19枝，枝條節徑分布介於0.2-2.5 cm之間，修枝後之傷口在3年內均能全部癒合，而未作修枝之對照區林木，枝條自10年生時即開始乾枯，枯枝至15年生時仍未自然脫落，形成死節。上述資料亦說明，台灣杉人工林宜於幼齡期及枝條細小時施行修枝，如此，不但傷口易於癒合，且可避免因枯枝殘存幹上而形成死節。

### 四、樹冠幅與枝下高結構

樹冠幅係指由側枝組成之樹冠寬，以量測林木之對角樹冠直徑之平均數為準；枝下高係指自地面算起至冠層下方側枝自然枯死之高度，即林木開始有主要活枝之高度。Table 5變異數分析結果，經疏伐處理6年後，樹冠幅及枝下高均呈極顯著，不同強度修枝處理對所檢定之參數值均未具顯著差異，且疏伐與修枝間亦未具顯著之交感效應。疏伐處理間冠幅及枝下高之比較，以鄧肯氏多變域檢定結果，如Table 6所列。而由於修枝處理間無明顯差異，所以修枝結果未做檢定比較。

Table 6所示，樹冠幅與疏伐強度成正

**Table 4. Branches of trees of 26-yr-old Taiwania stands and wound occlusion 6 yr after pruning**

Diameter of branches		Numbers of branches pruned	Wounds occluded		No. of branches per meter of stem
Mean (cm)	Range (cm)		Total number	percentage (%)	
1.3	0.3-3.5	1621	1540	95	15

**Table 5. ANOVA of crown structure of Taiwan stands subjected to different thinning and pruning treatments**

Variance	Degrees of freedom	Crown width		Clean length of trunk	
		Mean square	F value	Mean square	F value
Block	1	0.0416	3.59	0.0104	0.27
Thinning intensity	3	4.4828	386.45 <sup>**1)</sup>	14.3437	357.49 <sup>**</sup>
Error(a)	3	0.0116		0.0382	
Pruning intensity	2	0.0079	1.44	0.1979	0.90
Thinning × pruning interaction	6	0.0057	1.04	0.0313	0.14
Error(b)	8	0.0055		0.2187	
Total	23				

<sup>1)</sup>\*\*Denotes that statistical differences between treatments are very significant ( $p \leq 0.01$ ).

**Table 6. Comparison of crown structure of Taiwan stands subjected to different thinning regimes (averaged over a post-treatment period of 6 yr)<sup>1)</sup>**

Treatment	Crown width (m)	Clean length of trunk (m)
(A) Retaining 600 trees/ha	4.7 <sup>a</sup>	9.2 <sup>d</sup>
(B) Retaining 800 trees/ha	3.8 <sup>b</sup>	10.1 <sup>c</sup>
(C) Retaining 1000 trees/ha	3.1 <sup>c</sup>	11.5 <sup>b</sup>
(D) No thinning	2.7 <sup>c</sup>	12.7 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Means within a given column with the same letter are not significantly ( $p \leq 0.05$ ) different as determined by Duncan's multiple range test.

比，即疏伐強度愈強其樹冠幅亦愈大，此或因愈強度疏伐其生長空間愈大，有益側枝生長，而產生較大之樹冠。對照區由於未經疏伐，林分密度大，樹冠鬱閉後側枝生長受限，致冠幅較小，而樹冠鬱閉達到一定限界，若不適當進行疏伐，則不但冠幅窄小，且部分林木會產生自然枯死。再者，枝下高與疏伐強度成反比，即疏伐度愈強其枝下高愈低，此或因愈強度疏伐其生長空間愈大，光合作用效率較高，致樹冠下側枝條不易乾枯，形成枝下高較低。而未疏伐之對照區因樹冠鬱閉，光源由橫向進入較困難，同時由上方而來之光源亦難以進入，其

結果造成林木下側枝條漸次向上枯死，致枝下高較高。

### 結論

台灣杉人工林應以長伐期為經營導向，並以生產高品質之大徑木為經營之目標，因此，修枝和疏伐等中間撫育確實必要。本試驗台灣杉人工林，側枝眾多，須及時修除以改善材質，而鬱閉之樹冠亦須疏開，以免影響林分生長。本試驗林分曾於6年生及11年生時施行2次之修枝，初次修枝高度以不超過樹高之1/4處為佳，第2次修枝，其修枝高度可達樹高之1/2處，約為4.5 m。而在17年生時亦曾進行第一次疏伐，此時，疏伐強度以保留胸高斷面積41 m<sup>2</sup>/ha (約為900 trees/ha) 和46 m<sup>2</sup>/ha (約為1067 trees/ha)之疏伐處理效果較佳。

本研究於林齡26年生時繼續施行第三次修枝和第二次疏伐試驗，結果顯示以每公頃保留600株和800株之疏伐效應較佳，能增進台灣杉林木之胸徑和樹高生長，並可提高林分胸高斷面積和材積之生長。而不同修枝處理對林分生長則無明顯差異，即使修枝高度達8 m處亦然，修枝傷口大小介於0.3-3.5 cm之間，修枝6年後傷口完全癒合者可達95%，修枝確有助無節材之生產。本試驗林分經2次疏伐和3次修枝撫育試驗，所得結果，可供台灣杉人工林營林上之參考。

## 引用文獻

- Hung LP. 1965.** Study on the stand's growth of being affected by different degrees of thinning for Japanese cryptomeria plantation (I). Bull Taiwan For Res Inst No. 115. 62 p. [in Chinese with English summary].
- Hung LP. 1971.** A study on the stand's growth of red cypress plantation affected by different treatments of pruning. Sci Devel Monthly 3(5): 26-44. [in Chinese].
- Hung LP, Lo-Cho CN. 1977.** Study on the young stand's growth of Formosan ash plantation affected by different treatments of pruning. Bull Taiwan For Res Inst No. 291. 12 p. [in Chinese with English summary].
- Hung LP, Lo-Cho CN. 1979.** Study on the effect of thinning on the Formosan ash plantation in Heng-Chun forest district. Bull Taiwan For Res Inst No. 324. 16 p. [in Chinese with English summary].
- Hung LP. 1979.** The relationship of intensive management to stand growth of *Taiwania* young plantation. Reprinted from Journal of the Agriculture Association of China New Series No. 106 p. 79-100. [in Chinese].
- Hung LP, Chou CF. 1980.** A study on the stand's growth of red cypress plantation affected by different treatments of pruning. Bull Taiwan For Res Inst No. 336. 12 p. [in Chinese with English summary].
- Hung LP, Lo-Cho CN, Lo SS. 1982.** The effect of thinning on the Taiwan incense-cedar plantation in Lian-hua-chih. Bull Taiwan For Res Inst No. 364. 15 p. [in Chinese with English summary].
- Lee JS, Yang CI, Chen CC. 1984.** Studies on the thinning of Taiwan red cypress plantation (II). Tech Bull No. 197. Dept of Forestry, NCHU. 41 p. [in Chinese with English summary].
- Lo-Cho CN, Chung HH, Lo SS, Chou CF. 1985.** The effect of thinning on Taiwan red cypress (*Chamaecyparis formosensis* Matsum) plantation. Bull Taiwan For Res Inst No. 448. 9 p. [in Chinese with English summary].
- Lo-Cho CN, Chung HH, Lo SS, Chou CF. 1987.** Effects of thinning on Taiwan red cypress (*Chamaecyparis formosensis* Matsum) plantation in Lu-Kuei area. Bull Taiwan For Res Inst New Series 2(3):187-98. [in Chinese with English summary].
- Lo-Cho CN, Chung HH, Chen YC. 1988.** Effects of pruning on the growth and the branch occlusion tendency of *Taiwania* (*Taiwania cryptomerioides* Hayata) young plantation. Bull Taiwan For Res Inst New Series 3(4):241-53. [in Chinese with English summary].
- Lo-Cho CN, Chung HH, Chiu CM, Chou CF, Lo SS. 1991.** Effects of thinning and pruning on *Taiwania* (*Taiwania cryptomerioides* Hayata) plantations. Taiwan J For Sci 12(2): 145-53. [in Chinese with English summary].
- Lo-Cho CN, Chung HH, Chiu CM. 1992.** Effects of thinning and pruning on *Taiwania* (*Taiwania cryptomerioides* Hayata) plantation in Lu-Kuei area. Bull Taiwan For Res Inst New Series 7(4):291-304. [in Chinese with English summary].
- Lee JS, Yen TM. 1994.** A study on the growth of plantations — the effects of thinning to stand structure and growth. Bull Expt For NCHU 16(1):103-13. [in Chinese with English summary].
- Lo-Cho CN, Chung HH, Chiu CM. 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. [in Chinese with English summary].
- Lo-Cho CN, Chung HH, Chiu CM. 1995.** 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].

**Taiwan Forestry Bureau [TFB]. 1995.** The third forest resources and land use inventory in Taiwan. 257 p. [in Chinese].

**Williston HL. 1978.** Thinning shortleaf pine plantations in northern Mississippi. South J Appl For 2(4):137-40.