

六龜地區紅檜人工林疏伐效果之研究

羅卓振南 鍾旭和 羅新興 周朝富

摘 要

紅檜人工林乃以生產大徑木生產為經營之導向，因此，其生長過程中，由於樹冠鬱閉，而影響林木生長時，即應實施疏伐撫育作業，以調節有效之生長空間，促進主伐木質與量之生長，增進林木經營之收益。

本研究乃對六龜地區之 22 年生紅檜人工林進行疏伐試驗，以瞭解不同疏伐度對林木生長及林分結構狀態之效應。不同疏伐度係以每公頃胸高斷面積保留量為基準，計分為四種：(A)弱度疏伐：保留量為 $34 \text{ m}^2/\text{ha}$ ；(B)中度疏伐：保留量為 $29 \text{ m}^2/\text{ha}$ ；(C)強度疏伐：保留量為 $24 \text{ m}^2/\text{ha}$ ；(O)對照區。疏伐木之選定，依照下層疏伐法之原則實施。試驗林分於林齡達 22 年生時施行疏伐，7 年後實施結果調查。其結果顯示中度疏伐之效應最能增進林分質與量之生長。

關鍵詞：紅檜、疏伐、定期生長量、生長率。

羅卓振南，鍾旭和，羅新興，周朝富 1987，六龜地區紅檜人工林疏伐效果之研究，林業試驗所研究報告季刊 2(3)：187-198。

Effects of Thinning on Taiwan Red Cypress (*Chamaecyparis formosensis* Matsum) Plantation in Lu-Kuei Area

Chen-Nan Lo-Cho, Hsu-Ho Chung, Hsin-Hsing Lo and Chau-Fu Chou

[SUMMARY]

The present study was carried out in a 22-years old red cypress (*Chamaecyparis formosensis* Matsum) plantations located in Lu-Kuei Area. Four thinning treatments, based on the absolute basal area (BA) left after thinning, were applied in the present study; namely: (A) light thinning with $34 \text{ m}^2/\text{ha}$ BA retained, (B) intermediate thinning with $29 \text{ m}^2/\text{ha}$ of BA retained, (C) heavy thinning with $24 \text{ m}^2/\text{ha}$ of BA retained, and (O) control. Seven years after treatments results of

1987年1月送審
1987年7月接受

主審委員：楊政川
高毓斌

thinning effects can be summarized as follow :

1. As a result of thinning treatments there was a decrease, in terms of dbh distribution, in the coefficient of variation and an increase in the uniformity of the thinned plantations. Thinning would also increase the ratio of large diameter trees and, thus, improve both the quantitative and qualitative growth of the plantations which, in turn, would result in the economic of production. These thinning effects are particularly evident in the heavily and the intermediately (i.e. treatments (B) and (C)) thinned plantations ;
2. The periodic increments, as expressed in average dbh, over the 7 years after thinning increased significantly. The increments were the highest in the heavily thinned plantation followed by the intermediately and the lightly thinned ones. The increments were the lowest in the control or the unthinned plantation ;
3. In terms of average height, the periodic increments over the 7 years after thinning were the highest in the intermediately and the heavily thinned plantations followed by the lightly thinned one. The average height increments in the unthinned control plantation, again, was the lowest ;
4. As a result of long canopy closure, the mortality in the control or the unthinned plantation (i.e. treatment (O)) was about 157 trees per ha over the 7 years of experimental period which accounts for a loss of $6.73\text{m}^3/\text{ha}$ of wood. Death of trees due to canopy closure did not occur in thinned plantations ;
5. The periodic increments during the 7 years after thinning were $65.2\text{m}^3/\text{ha}$, $59.6\text{m}^3/\text{ha}$, $51.9\text{m}^3/\text{ha}$ and $40.0\text{m}^3/\text{ha}$, respectively, for the heavily thinned (i.e. treatment (B)), the intermediately thinned (treatment (C)), the lightly thinned (treatment (A)) and the unthinned plantations ; these results indicated that treatment (B) would result in the highest increment followed by treatment (C) and, then, treatment (A), unthinned plantation has the lowest volume increment ;
6. On the per hectre basis the plantation volume growth percentage during the 7 years after thinning were 5.5%, 5.1%, 3.6% and 2.7%, respectively, for treatments (C), (B), (A) and (O) indicating the volume growth rates in the heavily and the intermediately thinned

plantations were far better than the lightly and/or the unthinned plantations ; and

7. In summary, results of the present study showed that for 22-years old red cypress plantations of Lu-Kuei Area the intermediate thinning which retained 29m² BA or about 1,080 trees per hectre would result in the best qualitative and quantitative growth.

Key words : Taiwan Red Cypress, Thinning, Periodic increment, growth percentage.

Lo-Cho, C.N., H.H.Chung, H.H.Lo, and C.F.Chou, 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): 187-198.

一、緒 言

紅檜 (*Chamaecyparis formosensis* Matsum.) , 又名薄皮, 屬柏木科, 為臺灣固有之優良樹種, 胸徑可達 6-7 m, 樹高可達 60 m, 主要分佈於本省中央山脈海拔 1,050~2,800 m 之天然林中, 或成純林, 或與扁柏、鐵杉、雲杉及其他針、闊葉樹混生。

紅檜極富經濟價值, 在本省木材外銷上佔有極重要地位。在本省中高海拔地區紅檜為主要造林樹種之一, 成活率頗高, 且幼林生長相當快速。在一般林業經營計畫中, 紅檜之輪伐期訂為 80 或 120 年⁽⁴⁾。在林木生長過程中, 當樹冠鬱閉, 林木生長受到影響時, 此時即應以人為作業方式, 重新調整林木之有效生長空間, 促使林木獲得最佳之質與量生長, 以期林木至主伐期時其經濟上收益能達於最高。因此, 紅檜人工林之疏伐撫育, 確為集約經營上之重要措施。

二、前人研究：

本省近年來正積極從事於紅檜人工林之疏伐研究。李久先等試驗結果：疏伐一年後, 7 年生林分林木各項生長差異不顯著, 15 年生林分以中度疏伐對各林木生長效果最優, 21 年生林分則以強度

疏伐最優, 並建議, 為求得林木品質最佳, 林分之蓄積量生長最大, 7 年生林木應保持樹冠鬱閉, 而促使天然修枝, 增加林木品質, 15 年生以後應行中度或強度疏伐, 增加林木生長⁽¹⁾。羅卓振南等試驗結果：阿里山紅檜人工林於 24 年生實施疏伐後 5 年之生長, 證明以中度疏伐為最佳, 即每公頃胸高斷面積保留量為 30 m², 林木存有株數約 895 株, 最能增進林分材積之生長⁽⁶⁾。

三、試驗林分概況：

(一) 立地概況：

本研究選定之試區, 位於林業試驗所六龜分所試驗林第 4 林區內。海拔高約為 1,200 m, 其地質岩層絕大部份屬中生代上部粘板岩層, 土壤呈酸性, 腐植質厚, 剖面含石片, 為粘質土壤⁽⁵⁾。根據試區附近南鳳山氣象測候站 10 年間 (1961~1970) 所觀測得之氣象資料顯示, 試區之年平均溫度為 17.06°C, 年平均總降雨量約為 3,706.4 mm, 且多集中於 5~9 月, 年平均相對濕度為 86%⁽⁵⁾。

(二) 林分概況：

本試驗林分原為天然闊葉樹林, 經伐採後於民國 46 年 5 月間造林, 面積約 12 公頃, 每公頃栽植株數為 2,500 株, 成活率約 75%。幼齡林生長甚佳, 立木度相當均勻, 約在 14 年生時林冠即告鬱

閉。供試林分在疏伐前，經調查結果，各樣區林分胸高斷面積蓄積量約在 $35.67 \text{ m}^3/\text{ha} \sim 43.24 \text{ m}^3/\text{ha}$ 之間，其均值为 $39.14 \text{ m}^3/\text{ha}$ 。此一斷面積蓄積量乃供作本試驗決定保留量之參考依據。於民國 68 年 3 月間實施疏伐試驗。至民國 75 年 3 月間調查疏伐後 7 年之結果。

四、研究方法：

(一) 處理因子：

本試驗是以不同之每公頃胸高斷面積保留量作為疏伐處理之基準。計分為下列三種疏伐處理：

- (A) 保留 $34 \text{ m}^3/\text{ha}$ ：以弱度疏伐稱之，即每公頃胸高斷面積保留量為 34 m^3 ，餘數均予疏伐。疏伐木以被害木及被壓木為對象，本處理之代號為 (A)。
- (B) 保留 $29 \text{ m}^3/\text{ha}$ ：以中度疏伐稱之，即每公頃胸高斷面積保留量為 29 m^3 ，餘數均予疏伐。疏伐木包括被害木、被壓木及擁擠之中庸木或分叉木。本處理之代號為 (B)。
- (C) 保留 $24 \text{ m}^3/\text{ha}$ ：以強度疏伐稱之，即每公頃胸高斷面積保留量為 24 m^3 ，餘數均予疏伐。疏伐木除包括 (B) 處理者外，並及於次優勢木。本處理之代號為 (C)。

另設一對照區，區中全部林木予以保留，其每公頃平均胸高斷面積蓄積量約為 39.2 m^3 。並以代號為 (0) 表之。

(二) 樣區設置：

本試驗以分層逢機取樣，即將整個試驗地以生育環境類似之處劃為一層，共分成 5 層，然後在每一層內分別以簡單逢機取樣抽取 4 個樣區作為一區組，5 個區組共計有 20 個樣區，每樣區面積為 20

$\text{m} \times 30 \text{ m} = 600 \text{ m}^2$ 。再以逢機區集設計之方法，從每區組之 4 個樣區以抽籤之方式決定各處理之樣區。故每區組內 4 個樣區均隨機設置於生育環境類似之立地上，藉以消除可能立地條件之差異而引起之試驗誤差。對照區周圍設有保護帶，保護帶之帶寬約為最大樹高之 1~2 倍，而疏伐處理區之邊界木則施以相同之疏伐處理，以免影響試驗結果。各樣區之林木經調查結果，平均胸高斷面積為 2.36 m^2 ，而由統計分析結果無明顯差異。

(三) 疏伐木之選定：

本試驗係以撫育林分之生長為目的，故各處理疏伐木之選定，係依照下層疏伐法之原則實施，即先疏伐被壓木，次為擁擠的中庸木，再次及於次優勢木，至於優勢木則幾乎全部留存，惟實際選木時，除根據上述之樹級外，尚須考慮林冠之鬱閉度，鄰接木之相關位置及樹幹品質優劣情形等作適當之調整。

(四) 林木生長之估測：

試驗區設置後，在林木離地上 1.3 m 之胸高位置用白色油漆畫一橫線，以為測定胸高直徑之依據，並在樹幹上一編號。疏伐前後每株林木均以測徑尺測其胸高直徑及用測高器測其樹高。單株林木之形數 (F) 則由砍伐中央木推算，本實驗疏伐前後及各處理林分之形數大致相似，所得之平均形數為 0.46。單株林木之立木材積則用 $V = \pi/4 \cdot D^2 \cdot H \cdot F$ 公式計算。式中 D 為胸高直徑；H 為樹高。在資料處理上，各試區林木之胸高斷面積，立木材積及株數，均換算為每公頃之數值，再行分析。茲將各處理在疏伐前後，每公頃之斷面積及材積等，列如表 1。

表 1 疏伐前後林木每公頃之株數、斷面積及材積

處理別	疏 伐 前			疏 伐 量			疏 伐 後			疏 伐 率 (%)		
	株 數	斷面積 (m ²)	材 積 (m ³)	株數	斷面積 (m ²)	材積 (m ³)	株 數	斷面積 (m ²)	材 積 (m ³)	株數	斷面積 (m ²)	材積 (m ³)
(A)	1,667	40.3	196.6	447	6.2	20.6	1,220	34.1	176.0	26.8	15.5	10.5
(B)	1,847	38.8	180.1	767	9.9	33.0	1,080	28.9	147.1	41.5	25.6	18.3
(C)	1,817	38.1	179.8	934	13.9	55.0	883	24.2	124.8	51.4	36.5	30.6
(O)	1,703	39.2	190.3	-	-	-	1,703	39.2	190.3	-	-	-

表 1 中亦列入留存株數及疏伐率，其目的乃為使本實驗結果能更明確地應用於實際作業上。就本試驗之強度疏伐而言，其保留量為 24 m²/ha 時，平均疏伐率約為 36.5%，留存株數則為 883 株/ha。若為中度疏伐則保留量為 29 m²/ha 其疏伐率為 25.6%，留存株數約 1,080 株/ha。而在弱度疏伐中當保留量為 34 m²/ha 時，則疏伐率為 15.5%，留存株數約 1,220 株/ha。

為了解疏伐後各處理間之差異情形，乃將疏伐後各處理重複試區內林木之胸高斷面積及材積，進行雙向分類變異分析，其結果如下：

1. 疏伐後斷面積實測 F 值為 79.61 > 5.95 ($\alpha = 1\%$ 之理論 F 值)，呈極顯著。
2. 疏伐後材積實測 F 值為 53.38 > 5.95 ($\alpha = 1\%$ 之理論 F 值)，呈極顯著。

此乃表示各處理已達顯著差異，即具有疏伐試

表 2 疏伐前後及疏伐 7 年後各處理林分之胸徑及樹高統計值

處理別	疏伐前後	林 齡	胸 高 直 徑 (cm)			樹 高 (m)		
			平均值	標準差	變異係數 (%)	平均值	標準差	變異係數 (%)
(A)	疏伐前	22	17.2	3.94	22.85	10.7	1.30	12.20
	疏伐後	22	18.8	3.30	17.54	11.2	0.95	8.47
	7 年後	29	20.6	3.38	16.44	12.4	1.01	8.18
(B)	疏伐前	22	15.9	3.37	21.16	10.2	1.26	12.35
	疏伐後	22	18.2	3.21	17.62	11.0	0.74	4.96
	7 年後	29	20.6	3.40	16.46	12.5	0.96	7.75
(C)	疏伐前	22	16.0	3.52	21.97	10.2	1.23	12.02
	疏伐後	22	18.6	2.98	16.01	11.1	0.85	7.60
	7 年後	29	21.5	3.26	15.18	12.5	0.95	7.62
(O)	疏伐前	22	16.8	3.16	18.75	10.5	1.45	11.39
	疏伐後	22	16.8	3.16	18.75	10.5	1.45	11.39
	7 年後	29	18.3	4.01	21.86	11.5	1.84	15.96

驗之意義。

五、結 果：

(一) 試驗林分之結構狀態：

1. 胸徑、樹高之統計值：

各處理林分在疏伐前、後及疏伐 7 年後之胸徑、樹高之平均值、標準差及變異係數等值，經統計分析後，列如表 2。此表有助於對各階段林分結構之瞭解。

表 2，就胸徑而言，經疏伐後之平均值，均較疏伐前為高，而疏伐後之胸徑分佈之變異係數較疏伐前為低。此乃因被壓木已予以伐除，致使林分之均勻性得以提高。再就樹高而言，其疏伐前後之各項統計值之變化趨勢與胸徑者相同。由此可見疏伐對林分結構已產生良好之效果。

2. 林木胸徑級之株數分佈：

各疏伐處理於疏伐前，疏伐後及疏伐處理 7 年後之林木胸徑級之株數分佈情形，經統計後列於表 3，並依據表 3 之株數繪製各胸徑級之株數曲線圖如圖 1，以瞭解胸徑分佈之變化趨勢。

由表 3 可知，實施疏伐前，各處理林分之林木胸徑級的株數百分率大致相似。以胸徑級為 20 cm 以上之林木株數百分率為例，疏伐前佔處理(A)林木總株數之 25.6%，處理(B)之 17.1%，處理(C)之 16.9%及對照區處理(O)之 20.3%。經過疏伐之後，因被壓木等已被伐除，故處理(A)、(B)、(C)之株數百分率略為提高，分別為 34.9%、29.3%及 33.9%，處理(O)仍為 20.3%。而經過疏伐處理 7 年後，該胸徑級之林木株數則佔處理(A)總株數之 64.2%，佔處理(B)之 69.2%，佔處理(C)之 74.7%，及佔對照區處理(O)之 36.5%。由此可知，林分經疏伐處理後，其大徑木所佔之比率均高於未經處理之林分，而顯示出疏伐之效果。

再就枯死率而言，在試驗期間內（22～29年生），未經疏伐處理之對照區林分，其每公頃枯死之林木達 157 株之多，合計之立木材積為 6.7 m³。

其原因係對照區林分樹冠鬱閉過久，致被壓木或部份中庸木喪失生長空間，終淪枯死。惟經過疏伐處理之林分則無此種現象。由此可見，紅檜人工林在樹冠鬱閉後確需實施疏伐撫育。

由圖 1 所示，各處理林分疏伐後，各林木的胸徑均隨林齡之增加而增大，故曲線皆向右推移，其中以處理(B)及處理(C)之右移幅度最大，亦即疏伐之效果最佳。

(二) 各處理疏伐後之林分生長情況：

1. 胸徑及樹高定期生長量

茲就本試驗林分疏伐後及疏伐 7 年後各處理林分胸徑及樹高之測定值，計算 7 年間之定期生長量，並經雙向分類變異分析結果，實測 F 值均呈極顯著之差異，再經鄧肯氏多變域檢定，以 5% 為顯著標準，其結果列如表 4。

表 4，胸徑在 7 年內之定期生長量，各處理間均呈顯著差異，以處理(C)最具效應，處理(B)次之，處理(A)又次之，對照區(O)最差。此表示紅檜人工林分之胸徑生長已受疏伐之影響，且以強度疏伐所產生之效應為最大。

樹高在 7 年內之定期生長量，處理(B)與(C)兩者相同，效應最大，處理(A)次之，仍以對照區(O)為最差。

2. 每公頃林分胸高斷面積及材積之生長

茲將疏伐後及疏伐 7 年後，各處理林分之胸高斷面積及材積換算為每公頃之蓄積量並應用 Pressler 氏公式⁽³⁾算出生長率，列如表 5。

表 5，各處理疏伐後每公頃林分斷面積及材積之定期生長量以及生長率，依據變異分析結果，均呈極顯著之差異，故再進行鄧肯氏多變域檢定，以 5% 為顯著標準，其結果列如表 6，列述如下：

表 6，各處理每公頃林分斷面積 7 年定期生長量之差異情形，以處理(B)、(C)對(A)、(O)呈顯著，(A)對(O)呈顯著，而(B)與(C)及(C)與(A)間則不顯著，表示(B)處理及(C)處理最優、(A)次之，(O)對照區最小

表 3 各處理林分每公頃林木胸高直徑級之株數分佈

胸 徑 級 (cm)	疏 伐 前 (22年生)						疏 伐 後 (22年生)						七 年 後 (29年生)											
	A		B		C		A		B		C		A		B		C		O					
	株 數	百 分 比	株 數	百 分 比	株 數	百 分 比	株 數	百 分 比	株 數	百 分 比	株 數	百 分 比	株 數	百 分 比	株 數	百 分 比	株 數	百 分 比	株 數	百 分 比				
10	93	5.6	140	7.6	90	4.9	77	4.5	-	-	-	-	77	4.5	-	-	-	-	27	1.7				
12	157	9.4	254	13.8	290	16.0	143	8.4	20	1.6	-	-	143	8.4	-	-	-	-	43	2.8				
14	230	13.8	330	17.9	370	20.3	293	17.2	114	7.4	49	4.5	66	7.5	293	17.2	30	2.5	-	-	187	12.1		
16	357	21.4	417	22.6	470	25.9	530	31.1	296	24.3	327	30.3	237	26.9	530	31.1	97	8.0	126	11.7	60	6.8	237	15.3
18	404	24.2	390	21.1	290	16.0	314	18.4	364	29.8	388	35.9	280	31.7	314	18.4	310	25.4	207	19.2	163	18.5	487	31.5
20	166	10.0	190	10.4	143	7.9	160	9.4	166	13.6	193	17.9	137	15.5	160	9.4	370	30.3	383	35.5	207	23.4	284	18.4
22	133	8.0	67	3.6	84	4.6	67	3.9	133	10.9	67	6.2	83	9.4	67	3.9	183	15.0	147	13.6	234	26.5	137	8.9
24	62	3.7	24	1.3	47	2.6	53	3.1	62	5.1	24	2.2	47	5.3	53	3.1	103	8.4	100	9.3	106	12.0	53	3.4
26	38	2.3	19	1.0	23	1.3	33	2.0	38	3.1	19	1.8	23	2.6	33	2.0	67	5.5	63	5.8	67	7.6	40	2.6
28	18	1.1	9	0.5	10	0.5	20	1.2	18	1.5	9	0.8	10	1.1	20	1.2	34	2.8	24	2.2	19	2.1	26	1.7
30	9	0.5	4	0.2	-	-	13	0.8	9	0.7	4	0.4	-	-	13	0.8	13	1.1	13	1.2	14	1.6	16	1.0
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	0.8	10	0.9	7	0.8	6	0.4
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0.2	7	0.6	6	0.7	3	0.2
合計	1,667	100.0	1,847	100.0	1,817	100.0	1,703	100.0	1,220	100.0	1,080	100.0	883	100.0	1,703	100.0	1,220	100.0	1,080	100.0	883	100.0	1,546	100.0

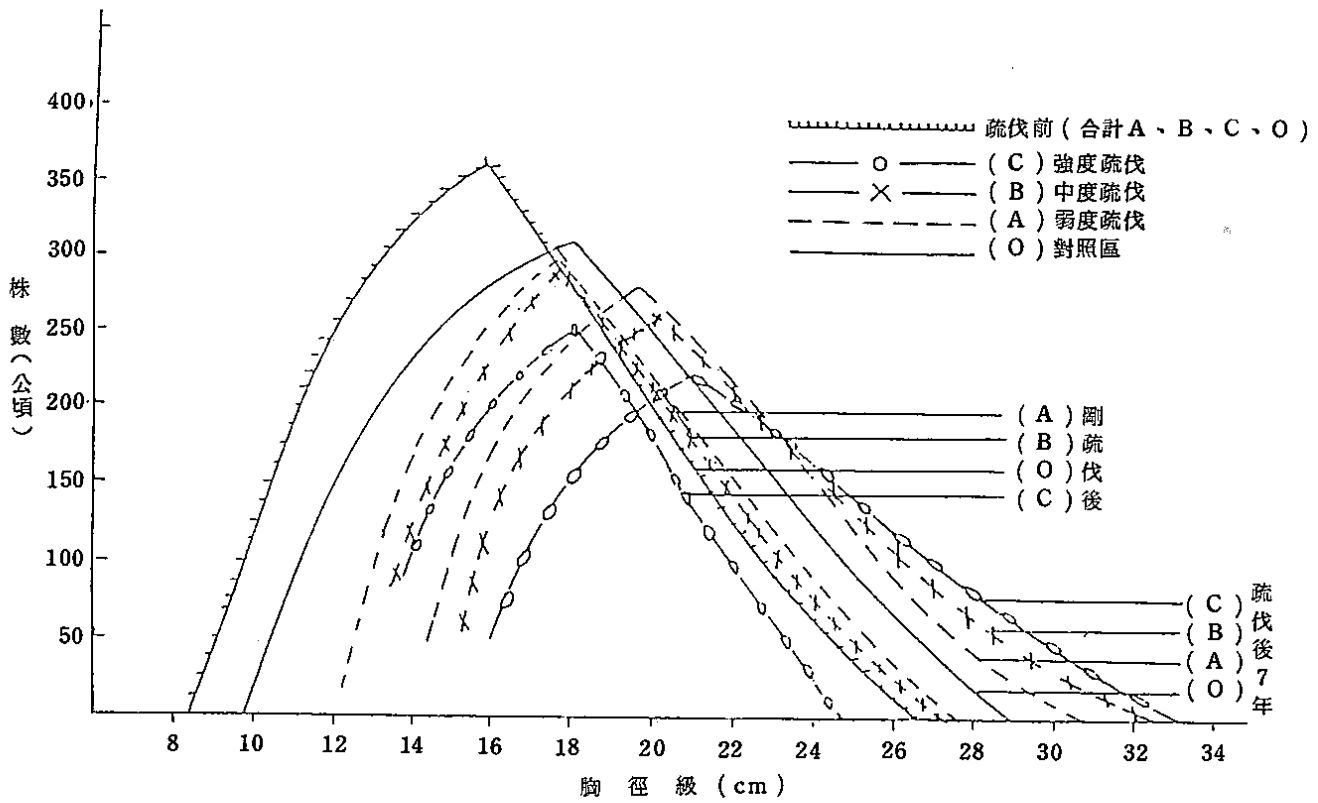


圖 1 各處理林木胸徑級之株數分佈曲線

表 4 疏伐後 7 年內林木胸徑及樹高定期生長量之比較

處 理 別	胸 徑 生 長 量 (cm)	樹 高 生 長 量 (m)
A	1.80 ^c	1.20 ^b
B	2.40 ^b	1.50 ^a
C	2.90 ^a	1.40 ^a
O	1.50 ^d	1.00 ^c
F 值	69.82 ^{**}	49.56 ^{**}

註：各直行英文字母相同者即表示其間不具顯著差異 (a、b、c、d 依次代表優劣)

表 5 疏伐後林木每公頃胸高斷面積及立木材積生長量

處理別	疏伐後 (22年生)		七年後 (29年生)		22~29年生 定期生長量		生長率(%)	
	斷面積 (m ²)	材積 (m ³)	斷面積 (m ²)	材積 (m ³)	斷面積 (m ²)	材積 (m ³)	斷面積 (m ²)	材積 (m ³)
(A)	34.1	176.0	41.1	227.9	7.0	51.9	2.7	3.6
(B)	28.9	147.1	37.2	212.3	8.3	65.2	3.6	5.1
(C)	24.2	124.8	32.3	184.4	8.0	59.6	4.1	5.5
(O)	39.2	190.3	42.8	230.3	3.6	40.0	1.3	2.7

表 6 疏伐後 7 年內每公頃胸高斷面積及材積生長之比較

處理別	斷面積生長量 (m ²)	材積生長量 (m ³)	斷面積生長率 (%)	材積生長率 (%)
A	7.00 ^b	51.90 ^b	2.70 ^c	3.60 ^b
B	8.30 ^a	65.20 ^a	3.60 ^b	5.10 ^a
C	8.00 ^{a·b}	59.60 ^{a·b}	4.10 ^a	5.50 ^a
O	3.60 ^c	40.00 ^c	1.30 ^d	2.70 ^c
F 值	36.68 ^{**}	16.95 ^{**}	119.45 ^{**}	79.32 ^{**}

。足見疏伐處理確可增進紅檜人工林分之胸高斷面積生長。

各處理每公頃林分材積 7 年定期生長量之差異情形，與每公頃胸高斷面積生長量之差異情形呈相同之趨勢，仍以處理(B)及處理(C)最優，(A)次之，(O)最小。

上述結果，與本所在阿里山地區 24 年生紅

檜人工林之疏伐試驗結果吻合⁽⁶⁾，均以中度疏伐為最佳。

各處理斷面積生長率間之差異均極為顯著，而以處理(C)之 4.1% 為最大，(B)次之，(A)又次之，(O)對照區最小。顯示強度疏伐最能提高紅檜人工林之斷面積生長率。

各處理材積生長率之差異以(C)、(B)對(A)、(O)呈

顯著，(A)對(O)呈顯著，而(C)、(B)間則不顯著。表示(C)、(B)處理同優於(A)及(O)而能增進紅檜人工林之材積生長率。

(三) 疏伐費用之分析：

茲將各處理之疏伐費用計算結果列如表 7。

表 7 各疏伐處理每公頃之疏伐木及疏伐費用

處理別	疏 伐 木			疏 伐 費 用		
	平均胸徑 (cm)	平均樹高 (m)	株 數 (株/ha)	每公頃疏伐 工 數	工資單價 (元)	每公頃疏伐 費用(元)
(A)	12.0	8.8	447	4	1,500	6,000
(B)	12.4	8.9	767	6	1,500	9,000
(C)	13.2	9.3	934	8	1,500	12,000

註：本試驗係用小型鏈鋸伐木，一組二人，每天工資 1,500 元。

表 7 每公頃疏伐所需之工數及費用，係指伐木之工資而已，未包括造材等費用在內，而估計每工每天伐木材積僅為 5 ~ 6 m³，比一般皆伐作業之伐木量為少，其原因係疏伐木均為小徑木且較分散，伐木時又需避免傷害保留木，以及懸架之疏伐木需移倒於林地等因素所致。本試驗之疏伐木，因利不及費，故未搬出利用。

六、討 論：

- (一) 本試驗林經過疏伐後，各處理林分之胸徑平均值較疏伐前為高，而胸徑分佈之變異係數則較疏伐前為低，此乃因被壓木及部份中庸木予以伐除，致使林分之均勻度得以提高，並改善結構。
- (二) 各處理林分每公頃林木胸徑級的株數分佈如表 3，其各徑級的株數佔總株數之百分比，就 20 cm 以上之胸徑級為例，疏伐前大致相似，約 17% ~ 25% 之間，而經過疏伐後，處理(A)為 34.9%，(B)為 29.3%，(C)為 33.9%，(O)為 20.3%，疏伐後 7 年則分別提高為 64.2%、69.2%、74.7% 與 36.5%。顯示疏伐處理能提高林分大徑級林木所佔之比率，增進經濟價值。

(三) 本試驗未經疏伐處理之對照區林分，在試驗期間內(22 ~ 29 年生)，每公頃林木枯死達 157 株，合計之立木材積為 6.73 m³，而疏伐處理之林分則無此種現象，其原因係對照區之林分樹冠鬱閉過久，致被壓木及部份中庸木喪失生長空間，終致枯死，故紅檜人工林分之疏伐撫育確有必要。

(四) 各處理林分，林木胸徑與樹高之定期生長量略有差異，其中胸徑生長之差異較為顯著，並以實施強度疏伐之(C)為最大，施以中度疏伐之(B)次之。疏伐對樹高生長之影響並不顯著(表 4)。此或與紅檜人工林木常見有主幹分歧及側枝徒長之性質有關。即強度疏伐因能增加生長空間，對林木胸徑生長最有利。但因生長空間之突然增大，而由光誘導側枝之發生，更助長側枝徒長，遂影響向上生長之潛能，以致林分施以強度疏伐者(C)其高生長不如胸徑生長列為最優。因此，紅檜人工林，倘若在 6 ~ 7 年生實施人工修枝⁽²⁾，則不但能避免自然修枝所產生死節之瑕疵，更能減低因強度疏伐所引起側枝徒長之趨勢。

(五) 本試驗林分經第一次疏伐 7 年後，每公頃林分斷面積及材積，從生長量而言，均以(B)最大、(C)次

之；從生長率而言，斷面積則以(C)最大，(B)次之，材積則(C)、(B)間之差異不顯著；兩者呈不同之變化。原因係生長量為絕對生長，生長率則為相對生長，受生長量與保留量之多寡所影響。因此，(B)與(C)兩種處理可依木材市場之需求情形與木材品質斟酌應用。

1. 當木材市場「供不應求」，疏伐木銷路良好，或以最大生長率為考慮之取向時，則以施行強度疏伐為最適宜。即在作業上每公頃林分胸高斷面積約保留 24 m²，或每公頃林木約留存 880 株。如此，除能增進林分材積生長外，並可提高主伐前之收入，更由於實施強度疏伐，在集約經營上，減少疏伐次數，降低經營成本。

2. 在木材市場「供過於求」，或僅以撫育林木生長為目標，則以中度疏伐較為適宜。即每公頃林木胸高斷面積約保留為 29 m²，或每公頃林木約留存 1,080 株。如此，最能增進各林木之胸徑及樹高生長，提高每公頃立木材積生長量，更由於林分保持適當之生長空間，減低側枝徒長之趨勢，對增進林木之品質較有利。本試驗係以撫育林木生長為目標，旨在增進林木質與量之生長，故以此觀點論之，當以中度疏伐為最佳。

(六) 本研究所獲得之結果，與本所在阿里山地區 24 年生紅檜人工林之疏伐試驗相吻合，均以中度疏伐之效應最佳⁽⁶⁾。阿里山之試驗中，其中度疏伐保留量為 30 m²/ha，留存株數約 895 株/ha，與本試驗所採用者相近，阿里山之實驗地與本研究之試驗地其立地狀況頗為不同，惟所得結果相似。據此推論，本省紅檜人工林若於 22~24 年生時實施疏伐，其最適之胸高斷面積保留量約為 29 m²/ha。阿里山之試驗與本試驗中留存林木株數上略有出入，其原因係受林木胸徑之大小所影響，即胸徑越大者所需之生長空間越大，每公頃株數則越少，兩者成反比。阿里山地區紅檜林分在疏伐前林木平均胸徑為 17.8 cm，每公頃

株數為 1,450 株，而本試驗林分在疏伐前平均胸徑為 16.5 cm，每公頃株數為 1,758 株。

七、結 論：

(一) 本試驗結果證明，疏伐可降低林木胸徑分佈之變異係數，提高林分之均勻性，並可增進大徑級林木所佔之比率，提高林木質與量之生長，增加經濟效益，尤其以強度及中度疏伐之效應為最佳。

(二) 本試驗林分經過各種疏伐處理後，林木胸徑在 7 年內之定期生長量均呈極顯著之增加。其中以強度疏伐者效應最大，中度疏伐者次之，而弱度疏伐者又次之，未經疏伐之對照區其定期生長量最小。

(三) 各處理林分，樹高在 7 年間之定期生長量，以中度疏伐及強度疏伐者最大，弱度疏伐次之，對照區最小，由此證明適度的疏伐亦有助於樹高之生長效果。

(四) 本研究未經疏伐之對照區林分，因樹冠鬱閉過久，在 7 年之試驗期間內，每公頃林木枯死達 157 株，其立木材積約為 6.7 m³，惟經過疏伐處理之林分則無此種現象。

(五) 疏伐後 7 年間，強度（即處理(C)）、中度（即處理(B)）及弱度（即處理(A)）疏伐者以及對照區（即處理(0)）之每公頃立木材積定期生長量，分別為 59.6 m³，65.2 m³，51.9 m³，40.0 m³，顯示處理(B)之中度疏伐者其定期生長量最優，處理(C)之強度疏伐者次之，處理(A)之弱度疏伐者又次之，未經疏伐之對照區(0)最小。

(六) 疏伐後 7 年間(C)、(B)、(A)、(0)每公頃之材積生長率，分別為 5.5%、5.1%、3.6%、2.7%，顯示以(C)強度疏伐者及(B)中度疏伐者最大，(A)弱度疏伐者次之，(0)對照區最小。

(七) 綜而言之，由六龜地區 22 年生紅檜人工林實施疏伐實驗結果可知，以每公頃胸高斷面積保留量約為 29 m²，林木留存株數約為 1,080 株之中度

疏伐，最能增進林分質與量之生長。

參考文獻：

李久先，楊志義，陳朝圳 1984. 紅檜人工林疏伐之研究（第二年中間報告），國立中興大學森林學系研究報告第197號、41 P。

洪良斌，周朝富 1980. 修枝度影響紅檜幼林林分生長之研究，林試所試驗報告第336號、12 P。

楊榮啓 1980. 森林測計學、黎明文化事業、臺北、

P 343-345。

劉慎孝 1976. 森林經理學、編者、臺中、P 553 - 559。

劉宣誠，林國銓，唐謙雷 1984. 六龜地區臺灣杉造林木之生長與材質之研究，林試所試驗報告 408：3-4。

羅卓振南，鍾旭和，羅新興，周朝富 1985. 紅檜人工林疏伐效果之研究、林試所研究報告第448號。