

瑞岩溪紅檜林型組成及其徑級分布之研究

林旭宏 賴國祥

台灣省特有生物研究保育中心，南投縣集集鎮民生東路一號

摘要

於瑞岩溪自然保護區中的紅檜林型選擇不同林分設置樣區，林分 I 樣區中的紅檜僅出現巨木，全無中、小徑木，全林分的密度偏低，除豬腳楠外，其它樹種的更新均不良，此一林分可稱為老熟期林分。林分 II 之紅檜及其它優勢闊葉樹種的徑級頻度均呈現反 J 型分布，顯示主要優勢樹種均有更新，但紅檜的幼苗常在倒木上或倒木的周圍出現，分析此林分中紅檜小徑木之連年直徑生長，可發現其生長有明顯壓抑之現象，顯示本林分之紅檜小徑木具前生苗之特性，此一林分可視為森林發育階段之成熟期。林分 III 之樣區取自水管路兩側，可視為次級演替之建造期階段，紅檜幼苗於此林分中大量出現，並有其它先驅樹種相伴發生，各主要樹種之徑級頻度分析顯示仍持續有幼苗發生。由紅檜在本地區之狀況研判其兼具孔隙種與先驅種之特性，即其幼苗可於成熟林下以前生苗的形態存在，以等待孔隙形成後晉升至冠層，而在新形成的裸露地中也可更新良好，可與其它先驅植物共同競爭；但在過於老熟之紅檜林分中，由於上層鬱閉破裂導致林床之地被植物過度繁盛，將會影響包括紅檜等木本植物的更新。

關鍵詞：瑞岩溪自然保護區、紅檜林型、徑級分布

緒言

紅檜 (*Chamaecyparis formosensis*) 為台灣之特有種，與台灣扁柏 (*Chamaecyparis obtusa* var. *formosana*)，同屬柏科 (Cupressaceae) 之扁柏屬；一般稱為檜木林型的森林即是指台灣扁柏及紅檜林型，多分布於海拔 1,500m 到 2,500m 間，常形成大面積的分布，是櫟林帶中相當重要的林型 (蘇 1992a)。

瑞岩溪自然保護區是林務局為保護台灣中高海拔地區代表性之生態系及珍稀之生物資源而設立，該保護區在林政上涵蓋南投林區管理處第 132 到 135 林班，面積約 1,550ha，

其中在第 134 及 135 林班，海拔 2,200m 到 2,600m 間有由紅檜所組成的紅檜林型（陳等, 1992）。本研究之目的為調查瑞岩溪自然保護區紅檜林型中不同林分之樹種組成及其徑級分布，以探討台灣紅檜天然更新之機制，其結果可與實施擇伐地區之檜木林天然更新造林法比較，供未來經營檜木林之參考。

材料與方法

一、環境概述

瑞岩溪為北港溪重要的支流，溪水流向為東西向，瑞岩溪自然保護區之範圍主要是在瑞岩溪集水區之南半部，保護區東以合歡山主峰至昆陽之嶺線為界，與太魯閣國家公園接壤，南以昆陽至翠峰之山脈嶺線為界，西側則大致沿埔里事業區第 131 及 132 林班界，北側以平行瑞岩溪北岸 100m 為界，全部面積約有 1,550ha，海拔高度自 1,210m 到 3,416m，包括有埔里事業區第 132、133、134 及 135 林班，整個區域大致為北向坡面（陳等 1992）。本區之地質構造屬於中新世之廬山層，主要由硬頁岩、板岩及千枚岩所組成，岩質受輕度變質作用，劈理發達。由於地形多陡峭，土壤易流失，僅在少數低緩處才有較深厚之土壤發育。區內沿海拔高約 2,200 至 2,300m 間有一大致與等高線平行修築的水管路貫通全區，該水管路最早於 1971 年開闢，穿越 134 林班處，恰為紅檜林型分布的地區，此一海拔高度常於午後升起濃霧，為典型之霧林帶。

二、樣區之選設及調查

為了解瑞岩溪自然保護區中檜木林型及道路旁更新地區樹種之組成及徑級結構，樣區選擇於有不同紅檜徑級之林分中設置，林分 I 是林分中有直徑 200cm 以上的巨型紅檜，林分 II 是徑級為 200cm 以下之中小徑級紅檜，林分 III 則是紅檜幼苗及稚樹出現較多的水管路旁，林分 I、II 之樣區以 20m×20m 為單位連續設置，各設置 13 組及 10 組；林分 III 之樣區則為 2m×50m 的帶狀樣區，每區間隔 50m，共設置 13 組樣區，樣區中登錄胸高直徑(Diameter of Breast Height, DBH)1cm 以上之木本植物。樣區調查時間自 1996 年 2 月至 1997 年 10 月間進行。這三組林分均位於海拔高度約 2,250m 處，坡向大致為東北向，除林分 III 是因開路所形成的帶狀孔隙外，基本上本區(134 林班)仍屬未經人為干擾的原始森林。其中林分 I 及林分 II 之直線距離在 500m 以內，惟林分 I 之坡度較陡，約為 25 度至 30 度間，且地被濃密，主要為蕁麻科植物，而土層之含石率較高；林分 II 之坡度稍緩，約為 10 度至 20 度間，地被植物稀疏，主要由玉山箭竹所組成，而且土層較厚，含石率較低。

三、資料分析

調查所得資料分別依三種林分予以登錄及分析，登錄資料之程式以 CLIPPER 撰寫，資料之統計分析則使用美國奧瑞岡州立大學所發展的 PC-ORD 進行 (McCune 1993)，該程式功能之一為計算各林分中各樹種之相對頻度、相對密度、相對優勢度，並合計前三者之和為各樹種之重要值指數，其公式如下：

相對頻度(RF) $RF_j = 100 \times F_j / \sum F_j$ F_j 是某樹種出現之樣區數。

相對密度(RD) $RD_j = 100 \times D_j / \sum D_j$ D_j 是某樹種出現之株數。

相對優勢度(RB) $RB_j = 100 \times B_j / \sum B_j$ B_j 是某樹種在全部樣區之胸高斷面積和。

重要值指數(IVI) $IVI_j = (RF_j + RD_j + RB_j) / 3$ IVI_j 是某樹種之重要值指數。

四、紅檜小徑木樹幹解析

於林分 II 及林分 III 中任意挑選小徑木紅檜自地際伐倒，於地際及 40cm、80cm、130cm (胸高直徑) 及 160cm 處各鋸取一圓盤攜回實驗室計數年輪，圓盤之直徑為量取最長及最短軸後平均之，每三年之生長量則以測微尺量測長短軸 4 組數據平均之，樣木並於伐倒後以皮尺量測樹高，總計水管路旁取樣 11 株，林內取樣 7 株。

結果與討論

一、各林分樹種組成

林分 I 為紅檜巨木出現的林分，其組成樹種及各樹種之統計資料如表 1 所示。在 13 組樣區總計 5,200 m² 的取樣面積中，總共記錄了 21 種植物，269 株樣木，換算為每公頃株數則僅得 517 株 (DBH1cm 以上者)，林分密度相當的低，其上層鬱閉已破裂且林下密覆地被植物，其中以蕁麻科的冷水麻屬 (*Pilea*) 最為優勢，幾已完全覆蓋林床，少見裸露之腐質層，這種情況可能影響其它樹種的更新而造成林分密度偏低的情況。檢視樣區中出現的樹種可發現具有發展為中大型喬木潛力的樹種有紅檜、豬腳楠 (*Machilus thunbergii*)、赤桐 (*Cyclobalanopsis morii*)、狹葉桐 (*Cyclobalanopsis stenophylla*)、大葉柯 (*Pasania kawakamii*)、三斗柯 (*Pasania ternaticupula*)、山肉桂 (*Cinamomum insularimontanum*)、霧社木薑子 (*Litsea mushaensis*)、高山新木薑子 (*Neolitsea acuminatissima*)、奧氏虎皮楠 (*Daphniphyllum pentandrum* var. *oldhamii*) 及昆欄樹 (*Trochodendron aralioides*) 等，而典型出現於下層的小喬木或灌木則有阿里山十大功勞 (*Mahonia oiwakensis*)、玉山

灰木(*Symplocos anomala*)、薄葉柃木(*Eurya leptophylla*)等。以總和為 100%的重要值指數來看，此林分中以紅檜的重要值指數最高，達 30.35%，其次為豬腳楠的 23.66%，兩者合計已達 54%，因此這一林分可說是以紅檜及豬腳楠為優勢的林分，但這兩種樹種形成優勢的原因卻大不相同，紅檜在 13 組樣區中僅出現於 5 組樣區中，株數僅得 6 株，因此其相對頻度與相對密度均甚低，各為 6.49%、2.23%，但因組成中的紅檜全部是胸徑 250 公分以上的大徑木，其胸高斷面積和達 4807.02dm²，相對優勢度達 82.32%；豬腳楠則是在株數上取得極大優勢，在全部 269 株的樣木中，豬腳楠達 136 株，相對密度為 50.56%；霧社木薑子則為本林分中重要值指數第三高者，但僅為 9.66%，其餘樹種之重要值指數更是相對偏低。

林分 II 為林分中出現中小徑級紅檜者，本林分共設置 10 組連續之 20m×20m 樣區，取樣面積有 4,000 m²，樣區中出現之樹種及其數量如表 2 所示。在這一林分中，共登錄了 36 種樹種、1460 株樣木，換算為每公頃株數為 3650 株，其林分密度遠高於林分 I，但其全林分之胸高斷面積和則小於林分 I。另其上、中層喬木覆蓋相當完整，林分鬱閉致林內光度小而使林床覆蓋稀疏。至於重要植指數仍以紅檜最高為 13.24%，其次為長尾栲(*Castanopsis carlesii*)的 12.95%及豬腳楠的 9.97%，三者合計為 36.16%，很明顯的本林分優勢集中度已遠小於林分 I，各領先優勢樹種間之重要值差異較小；其它較重要之喬木有森氏楊桐(*Cleyera japonica* var. *morii*)、高山新木薑子、西施花(*Rhododendron ellipticum*)、薯豆(*Elaeocarpus japonicus*)、赤桐及昆欄樹。下層灌木或小喬木有樹參(*Dndropanax pel lucidopunctata*)、玉山灰木、銳葉柃木(*Eurya acuminata*)、台灣鵝掌柴(*Schefflera taiwaniana*)、粗毛柃木(*Eurya strigillosa*)等。本林分之組成較前一林分複雜，但各樹種之重要值也不似前一林分般集中，顯示此一林分中各樹種之競爭極為激烈，其中紅檜在本林分中取得最大重要值的原因仍是因其具最大之相對優勢度，達 31.01%，但其相對密度仍不高僅有 4.66%，樣區中僅登錄有 68 株紅檜，與其他參與競爭的闊葉樹相較，其密度已屬偏低，但因紅檜屬於極長壽之巨大喬木，因此林分中有數株直徑達 1m 以上的巨木，假如這一林分未受嚴重干擾，則在長期森林發育過程後，極可能演替為如前一林分般的老熟林，即林分密度偏低，樹種趨於簡單，林分中僅餘少量大徑級之紅檜及少數可更新如豬腳楠之類的闊葉樹，而林下也將因冠層鬱閉破裂導致地被植物繁茂。

林分 III 的樣區是在水管路旁所設置的帶狀樣區，基本上這樣的環境可視為鬱閉森林遭破壞後冠層破裂所形成的孔隙(gap)，但因其規模遠較成熟森林中單一或多株倒木所形成的冠層孔隙大，且其地表也因開路而使礦質土裸露，如此所釋出的空間資源成為許多樹種競

相利用的環境，因此其更新的性質應可歸屬於次級演替(secondary succession)；表 3 是在此一林分中所調查的 13 組 2m×50m 樣區中所出現的樹種及其數量，計登錄有 29 種樹種、503 株樣木，換算為每公頃株數則有 3869 株。這一林分的樹種組成與前述的兩個林分有極大的差異，且主要是由 10cm 以下的小徑木所組成，各樹種競爭激烈，尚未出現重要值指數特別高的樹種；其重要值指數較高的喬木有台灣赤楊(*Alnus formosana*)、紅檜、昆欄樹、台灣紅榨槭(*Acer morri sonense*)、阿里山榆(*Ulmus uyematsui*)、阿里山千金榆(*Carpinus kawakami i*)等。小喬木或小灌木較重要者有台灣八角金盤(*Fatsia polycarpa*)、佩羅特木(*Perrottetia arisanensis*)、水麻(*Debregeasia edulis*)、通條樹(*Stachyurus himal ai cus*)、刺楸(*Aralia decai sneana*)、臭辣樹(*Evodia mel i aefolia*)、褐毛柳(*Salix ful vopubescens*)等，綜觀前列重要值指數較高的喬木類樹種，可發現它們有一共同的特徵，即這些樹種的散殖體(Di ssemi nul es)都是質輕且多有翅，當一新裸露地形成時，它們有較大的機會飛散過來，並且可以在這種環境下萌芽生長。台灣赤楊在此一林分中之重要值指數是 18.8%，為所有樹種中最高者，其原因是台灣赤楊的相對優勢度最大達 43.17%，但其相對密度僅有 7.95%，紅檜的重要值指數為 12.38%，屬次高者，其相對密度 17.1% 亦為次高者，而且在全部 13 組樣區中均有出現，相對優勢度 10.25% 亦僅次於台灣赤楊與台灣八角金盤，顯示紅檜在此一因開路所形成的生育地中獲得極良好的更新，這種情況亦發生於台灣許多檜木林伐採地區，並進而引發檜木林天然更新的研究及實施(邱等, 1993)。昆欄樹為此一林分中相對密度最高者(18.09%)，但因主要由小徑木組成，其相對優勢度偏低(4.09%)，值得注意的是昆欄樹在前述兩種林分中均有出現，只是大多屬於中大徑級者，而本林分中幾種重要值指數較高的樹種在前兩種林分中多沒有出現或僅有中徑級林木出現(如台灣紅榨槭)，反之前兩林分中較高重要值指數的樹種除了台灣紅檜外也多沒有或僅有少量出現。

二、小徑級紅檜之樹幹解析

分別於林分 II、III (即林內與林外) 所鋸取之紅檜小徑木圓盤，由於部分曾遭鼠害，因此可供計數的樣木僅分別剩下 2 株與 10 株，其資料見表 4；林外所取之 10 株樣木中全部為地徑小於 5cm 者，其平均樹高為 324.2±52.15cm，平均地徑 3.63±0.82cm，平均胸高直徑 2.31±0.47cm，平均樹齡為 15±2.5 年，此一樹齡顯示水管路旁的紅檜小徑木是在開路之後才進入者；若分析全部樣木之地徑與樹齡之相關係數，僅為 -0.0845，其相關性甚低。表五為林外、林內各樣木每三年徑向(半徑)生長量資料，林外樣木前三年平均徑向(半徑)生長量為 1.05±0.42mm，顯示其在幼苗階段時生長量極小且單株間之生長已有變異，當植

株逐漸成長時，進行光合作用之營養器官亦隨之增加，並反應在平均徑向生長量的累積上，由表六中第 6、9、12 年之徑向平均生長量 $3.39 \pm 1.44\text{mm}$ 、 $4.01 \pm 1.93\text{mm}$ 及 $4.64 \pm 3.07\text{mm}$ 說明了此一事實，而其中標準差與其平均之比值逐漸增大則顯示因個體增大後彼此間之競爭更加激烈，個體間的生長已產生較大之變異，而這也反應在其地徑與樹齡的低度相關上，隨著生長的增加，競爭將更加劇，優勝劣敗的結果將產生自我疏伐(self-thinning)的效應。

林內可供計數之樣木僅餘 2 株，其三年徑向生長資料如表 5 所示，2 株樣木平均樹齡為 34.50 ± 3.54 年，平均地徑為 3.38 ± 0.18 公分，很顯然的處於有上層遮閉狀況下的紅檜，其徑向生長量是遠不如在開闊地的紅檜。將其前 12 年的每 3 年徑向生長量與林外之樣木比較，可發現其初期生長即較開闊地之紅檜小，可能的原因應是這些林下小苗是在上層冠層未完全破裂的情況下便進入此一生育地，也就是說紅檜的幼苗在較小孔隙形成時或林分仍處於鬱閉狀況下便能更新，但同處於林分 III 中所出現的許多陽性樹種並無出現，顯示這類樹種無法在這樣的環境下更新，因此林分 II 中並無這類樹種之小徑木生長。

三、各林分主要組成樹種徑級頻度

圖 1、2、3 分別為林分 I、II、III 中株數較多樹種之徑級頻度分布圖，各樹種之徑級分級標準是參考該樹種所有樣木之平均直徑而定。徑級頻度常用於判斷某一樹種在當地更新之狀況，極盛相樹種之徑級頻度應顯示出反 J 型，即各徑級之林木均有出現，且其數量是由小徑級林木逐漸減少，但極盛相森林並非均質的社會，不同的樹種會因為孔隙特性的差異而出現更新微生育地的分化(Regeneration niche)，而形成小面積的同齡林，故極盛相林的更新，若由優勢木之齡級或直徑級頻度分析判斷，則林分之取樣應有代表性，要包括所有塊集，極盛相樹種之徑級頻度才能有反 J 型之構造(蘇 1992b)。但本文之取樣是以連續之樣區構成，因此各林分中優勢種之徑級分布可視為該樹種在該林分更新狀況之指標。

林分 I 可視為極盛相(Climax)森林中已達老熟期(Old mature phase)之林分，林分中之老熟林木可舉紅檜巨木為代表，這些巨木構成林分最突出之冠層，但其樹冠並不相接，形成鬱閉破裂，第二冠層是由胸高直徑在 40 公分以上的闊葉樹所組成，這些樹種包括昆欄樹、豬腳楠、霧社木薑子、赤桐、奧氏虎皮楠等，這一冠層仍然相當稀疏，使此一老熟期的林分有相當多的冠層孔隙。檢視林分 I 株數較多樹種之徑級頻度，可發現台灣紅檜及昆欄樹僅有巨木出現，而豬腳楠則是株數最多且其徑級頻度呈明顯之反 J 型，其它闊葉樹種之株數均少且徑級頻度多呈現鐘形的構造，顯示豬腳楠在此一老熟期林分中不僅持續更新且更新良好，但其他樹種之更新均已不良。檜木林雖然是本省櫟林帶中極為普遍的林型，但此種林型並不被視為極相社會之群落，如無人為干擾，在自然演替過程中，終將為闊葉

樹所取代(柳等, 1973), 但因為檜木的壽命遠較同一生育地中共同生存的闊葉樹長, 因此闊葉樹已歷經數代更新, 林中仍有殘存的巨型檜木, 並且由檜木類佔有最大的優勢度, 這種情況被稱為偽極盛相(Pseudoclimax)。羅卓等(1989)在台灣東北部研究以台灣扁柏為主的檜木林時曾指出, 檜木林達到過熟林後常會破開樹冠, 導致陽光射入林內, 使林床之地被植物叢生, 形成綿密之覆蓋, 因此不易使種木所散播之種子發芽成林; 本林分之情況與東北部之老熟檜木林極為相似, 即濃密的地被覆蓋已影響包括紅檜的多數木本植物的更新, 並且導致全林分密度偏低, 除非地面有較大的擾動, 不易改變此種情況。

林分Ⅱ則可視為極盛相林中達成熟期(Mature phase)的林分, 此一林分中多種樹種競相生長, 形成密度極高、垂直結構完整的林分; 紅檜仍是此一林分中優勢度最高的樹種, 若以 20cm 為一級分析其徑級頻度, 則顯現出近 L 型之結構, 其中 20cm 以下之小徑木達 51 株(75%), 最大之徑級則達 160cm 以上, 且其小苗及幼樹多在倒木上或倒木的周圍發生, 換句話說, 這些紅檜的小苗常是集中於一處。若將小其 20cm 以下之小徑木予以細分如表 7 最後一欄, 可發現 10cm 以下的紅檜多達 49 株, 另兩株則分別為 19cm 及 12cm, 由於本林分及周圍地區已有成熟之紅檜, 可預期會持續的產生種子, 並且這些種子也有機會在如林分Ⅱ般的森林孔隙中萌芽生長, 但由上節所敘可了解林下之紅檜生長極端受到壓抑, 而由其 10cm 以上之林木呈現不連續之分布, 而 10cm 以下的幼苗仍連續出現, 可推測紅檜雖然在這種密度較大的林分可藉由孔隙產生小苗, 但能長成中大徑級之林木卻極為稀少。

本林分中株數較多的其它闊葉樹種如森氏楊桐、薯豆、豬腳楠、西施花、高山新木薑子及長尾栲等闊葉樹, 其徑級頻度也大致呈現反 J 型的趨勢, 顯示這些樹種在此一林分之更新極為良好, 但除長尾栲外, 其它樹種的最大徑級卻多在 40 公分以下。此一林分中出現較大徑級的樹種尚有、赤桐、昆欄樹及台灣紅榨槭, 但其數量均較少。紅檜是較為長壽的樹種, 在此一林分中存有紅檜大樹, 但其它伴生的闊葉樹種卻無相當的大徑木存在, 可以推測曾有較多世代之闊葉樹在此一地點更新, 而由衰老倒伏或遭干擾死亡的林木(包括紅檜)所形成的孔隙, 雖可供紅檜幼苗少量更新, 但其數量已遠比其他闊葉樹之總和少, 且其生長量也遠小於水管路上未遭上層鬱閉的紅檜小。至於偶而出現於本林分中的昆欄樹與台灣紅榨槭大徑木可能是在形成較大孔隙時入侵而殘存者, 由其均無小徑木及幼苗可推測已有相當長的時間此一林分並未形成較大之孔隙。

林分Ⅲ則可視為次級演替中的建造期(Establishment phase), 然而這一原始林中的帶狀孔隙並非自然形成而是人為開路所造成, 根據紀錄這一水管路是在 1971 年後所興建, 距今約在 30 年內。此一人為干擾不但形成上層鬱閉破裂, 也造成礦質土裸露, 極有利於種子

的著床，因此有許多的先驅性樹種侵入生長。檢視其中可成長為大喬木的台灣紅檜、昆欄樹、台灣紅榨槭及赤楊等四個樹種的徑級頻度，均有明顯的反J型分布，而由現場的觀察，這些樹種未達胸高直徑 1cm 之小苗仍有相當的數量，顯示這些樹種仍持續入侵此一孔隙，但前述兩塊集中的部分樹種如奧氏虎皮楠、西施花、霧社木薑子、森氏楊桐等也已有發現。

孔隙形成後，可以藉由林下的幼苗、土中及後來遷移進來的種子發芽形成之幼苗或相鄰樹木的側枝，漸漸填滿整個孔隙，其中各樹種在過程中依其不同之更新及耐陰性程度大致可分為極盛相樹種 (Primary tree species)、先驅樹種 (Pioneer tree species)、孔隙種 (Gap species) 及其下層植物 (陳 1994)。Whitmore (1989) 和 Brokaw (1985) 都主張上層樹種依其能否在大的孔隙中更新，可區分成兩大類，其中一類必需在大的孔隙中才能發芽生長並形成森林，此稱為先驅種 (Pioneer species)，另一類在成熟森林下產生前生苗 (Advance regeneration)，但需依賴小孔隙來更新，此謂之極盛相種 (Climax species) 或原始種 (Primary species)。Hartshorn (1978, 1980) 認為 Whitmore (1989) 所稱之先驅種可再區分，認為在孔隙下才能更新的先驅種，凡屬需光性強而生長快速、不能以被壓木存在者，才能稱為先驅種，這類樹種需要大片倒木所形成之孔隙才能更新成林，故有次級演替之性質；另一類則只需要小孔隙 (少數或單株倒木) 便可更新，更新苗在小孔隙中可持續成長，被壓木可持續一段時間，經長期競爭而篩出到達冠層之優勢木，此類林木可稱為孔隙種 (Gap species)。蘇 (1992b) 綜合各家之說法，將樹木的耐陰性分為四大類：(1) 冠層耐陰種 (前生苗靠孔隙解放者)；(2) 次冠層或下層之陰性種 (對孔隙反應不明者)；(3) 孔隙種 (於孔隙中建立並到達冠層或次冠層者)；(4) 先驅種 (大孔隙建立而在孔隙未閉合前能到達冠層者)。根據前述樹種更新方式之探討，紅檜於本區似乎兼具有孔隙種與先驅種之特性，因為其小徑木可大量出現於水管路旁之大形孔隙中，與其它陽性闊葉樹種共同競爭，而在如林分 II 這樣的鬱閉森林中的倒木上或周圍也出現有相當數量的小徑木，由其若干樣木之樹幹解析與大形孔隙中紅檜小徑木之樹幹解析比較，可發現鬱閉冠層下方之紅檜小徑木的生長受到相當的壓抑，但由其組成之徑級頻度分析中則可看出此林分之紅檜小徑木仍有可能晉級生長為上層喬木，但是因共同競爭的樹種相當多，可脫穎而出者畢竟仍屬少數，而且這些林內的紅檜可能也必需仰賴其周圍再度受到干擾而出現或擴大孔隙才可能長至樹冠層，要證實本項推測必需由解析中大徑級紅檜之圓盤，以了解在其生長過程中是否有解放 (Release) 的現象，然本次研究並無這方面的資料，其真象仍有待證實。典型的冠層耐陰種可以豬腳楠為代表，這一樹種在林分 I、II 中均存有大量小徑木，而且在冠層的相對數量也極高，此外本省東北部之檜木林型中也顯示豬腳楠常是最主要的伴生闊葉樹種，而且

其徑級結構也顯示其更新良好(陳 1998)。在林分Ⅲ中大量出現的昆欄樹、台灣赤楊、台灣紅榨槭、阿里山榆等則可歸類為先驅種，這類樹種的小苗在鬱閉森林下將難以存活，其持續的更新有賴大型孔隙的形成。

引用文獻

- 邱志明、羅卓振南、鐘旭和。1993。棲蘭山檜木天然更新林分構造之研究。林業試驗所研究報告季刊 8(4): 389-402。
- 柳樞、徐國士。1973。鴛鴦湖自然保護區之生態研究。台灣省林業試驗研究所報告 No. 72。
- 陳明義、蔡進來、陳信佑、簡益章。1992。瑞岩溪自然保護區植群生態調查(第一年)。台灣省農林廳林務局南投林區管理處。
- 陳子英。1994。台灣北部楠櫛林帶櫛木林型更新之研究。台灣大學森林研究所博士論文。
- 陳建志。1998。松蘿湖集水區植群之研究。國立中興大學森林學研究所碩士論文。
- 蘇鴻傑。1992a。台灣之植群：山地植群帶與地理氣候區。[台灣生物資源調查及資訊管理研習會論文集]。彭鏡毅編。中央研究院植物研究所專刊 11: 39-53。
- 蘇鴻傑。1992b。北大武山闊葉樹自然保護區植群生態之研究(二)鐵杉林之組成結構與塊級動態。台灣省農林廳林務局保育研究系列 81-03 號。
- 羅卓振南、鍾旭和、邱志明、周朝富、羅新興。1989。天然檜木林擇伐更新之研究。林業試驗所研究報告季刊 4(4): 197-217。
- Brokaw, N. V. L. 1985. Community structure in tropical forest. *In*: Pickett, S. T. A. and P. S. White (eds.). The ecology of nature disturbance and patch dynamic. Acad. Press, pp.53-69.
- McCune, B. 1993. Multivariate analysis on the PC-ORD system. Oregon State Univ. pp. 139.
- Hartshorn, G. S. 1978. Tree falls and tropical forest dynamics. *In*: Tomlinson, P. B. and M. H. Simmermann (eds.). Tropical trees as living system. Univ. Press, Cambridge. pp. 617-638.
- Hartshorn G. S. 1980. Neotropical forest dynamics. *Biotropical* 12 (suppl.): 23-30.
- Whitmore T. C. 1989. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology*

70(3): 536-538.

Composition and DBH Class Distribution of the Stands of *Chamaecyparis formosensis* Type in the Jui -Yen Nature Reserve

Hsu-Hong Lin and Kwo-Shang Lai

Taiwan Endemic Species Research Institute, Chichi, Nantou, Taiwan.

ABSTRACT

Three different stands of *Chamaecyparis formosensis* Type in the Jui yen Nature Reserve were studied. We surveyed the composition of woody plants of which DBHs were greater than or equal to 1 cm. Stand I consisted of 13 connected plots, each being 20m x 20m. The canopies of this stand were not connected well, so that the forest floor was overgrowth with weeds which inhibited the regeneration of woody plants and caused the low density of only 517 trees/ha. This stand had 6 huge Taiwan red cypress trees, of which DBHs were all greater than 2.5m but no seedling or sapling. *Machilus thunbergii* had the highest relative density and regenerated quite well but others trees didn't have a good regeneration. We could describe this stand as an old mature forest. Stand II consisted of 10 connected plots each being 20m x 20m. The density of this stand was 3,281 trees/ha and had 36 tree species. The DBH class distribution of most dominant species in this stand showed an inverse J-shape which indicated the good regeneration. These species were *Chamaecyparis formosensis*, *Castanopsis carlesii*, *Machilus thunbergii*, *Rhododendron ellipticum*, *Elaeocarpus japonicus*, *Neolitsea acuminatissima*, *Cleyera japonica* var. *morii*, etc. Many of the seedlings of Taiwan cypress were found on or around the fallen logs. According to the analysis of growth rings, small Taiwan red cypress had compressed rings and grown very slowly. This stand could be described as an mature forest. Stand III consisted of 13 plots each being 2m x 50m. These plots were set along the roadside

and apart from each others by 50m. The road was constructed in 1971 and crossed the virgin forest with 3m width. There were many seedlings and saplings of Taiwan red cypress and other hardwood species in this stand. However, the composition was quite different from former two stands. The hardwood species were mostly pioneer species, including *Alnus formosana*, *Acer morri sonense*, *Trochodendron aralioides*, etc. Analysis of growth rings of small Taiwan red cypress showed that they grew faster than those under the forest. From this study we might deduce that Taiwan red cypress in the Juiyen Nature Reserve have both the characteristics of gap species and pioneer species.

Keywords : Juiyen Nature Reserve, *Chamaecyparis formensis* type, DBH class distribution