

行政院農業委員會林務局造林研究系列94-00-5-15號

人工林不同疏伐強度作業  
對原生樹種更新復育之影響

The effects of thinning on the regeneration of native tree species in  
*Cryptomeria japonica* plantation forest



委託機關：行政院農業委員會林務局

執行機關：私立東海大學

中華民國九十四年十二月

## 目錄

表目次.....	3
圖目次.....	3
中文摘要.....	4
英文摘要.....	5
研究團隊說明.....	6
壹、研究目的.....	7
貳、實驗材料與方法.....	8
參、本年度完成成果.....	10
肆、檢討及建議.....	12
伍、參考文獻.....	13

## 表目次

表一、各項數據紀錄表格.....	14
表二、樣區劃設工作需求一覽表.....	15

## 圖目次

圖一、永久樣區設於人倫林道的人造柳杉林地.....	16
圖二、崩塌地.....	16
圖三、一公頃樣區座標圖.....	17
圖四、樣區林地概況.....	17
圖五、以圓形氣泡水平儀確定標竿水平.....	18
圖六、經緯儀操作者指揮持標竿者調整標竿位置.....	18
圖七、以鋼釘標定正確的點位.....	19
圖八、以白鐵管標定位置.....	19
圖九、上端以油漆與色帶做顯眼標記.....	20
圖十、已設置的 12 個樣區位置示意圖.....	20
圖十一、樣區入口點的顯眼標示.....	21
圖十二、從人倫林道遠眺研究樣區植被概況圖.....	21

## 中文摘要

本研究計畫於南投縣信義鄉，林務局南投林管處巒大事業區第74、75、76林班地之人造柳杉林保留區內，設置了十二個一公頃之永久樣區，作為「人工林生態系經營及生物多樣性保育研究之因應策略」整合型計畫之共同樣區。

永久樣區設於人倫林道17.5Km後的柳杉造林地，卓棍溪上游分支處坡面。樣區分布區域平均海拔約1500公尺，年平均降雨量約2404 mm，平均氣溫約19.2°C。林地選擇上以20-30年生並材積級200-300的柳杉人工林為主。

樣區設置選擇避開林道或夾於林道間，並以林道邊緣至少10公尺後起始，避免林道干擾。每個樣區間隔至少40公尺。樣區為水平距離100公尺x 100公尺的一公頃正方形。設置時以電子光波測距經緯儀每隔20 m標定一個基準點，將每個一公頃樣區劃分為25個  $20 \times 20 \text{ m}^2$  小樣區。由於本區域於921地震後有多處崩塌造成林地破碎化，多處林地無法使用，樣區選擇上較受限制，故樣區間多呈現不連續狀況，各樣區間隔距離也不盡相同。

關鍵字：柳杉人工林，永久樣區

## Abstract

The purpose of this study is to set up large scale permanent plots in the *Cryptomeria japonica* plantation forest to serve as the study units for other projects as well as to use as treatment unit for different thinning practices. We have established 12 one hectare permanent plots along the Zen-Lun logging trail. We selected the *Cryptomeria japonica* plantation forest that is about 40 years old and its biomass estimate is around 200-300 m<sup>2</sup>/ha. These 12 plots are distributed on the east facing slope of the upper stream of Tso-Kun creek, and the elevation varied from 1250m to 1500m. Annual rainfall in this area is around 2404 mm and mean temperature is 19.2 °C.

Each plot is measured 100m by 100m and are further divided into 25 20m by 20m quadrats using theodolite. These plots are located at least 10 meter away from the logging trail and are at least 40 meter apart. Due to unstable substrate and many mud slides in this region, it is difficult to find suitable sites to establish permanent plots. Thus our plots are not distributed evenly along the trail and the distance between each plot is also varied.

Keywords: *Cryptomeria japonica* plantations, permanent plots

## 研究團隊說明

本研究計畫之主持人為東海大學生命科學系孫義方教授，負責計畫之規劃、工作項目之研擬、人員之分配及調度、計畫進度之控管及報告之撰寫。研究團隊的成員包括研究技術人員徐苑佐，負責帶領大學部學生執行工作，以及實驗資料整理與建檔；本系助教蘇永超、張朝欽，負責從旁協助計畫初期的規模建立與執行；本系大學部學生陳彥佑、吳建欣、顏耀欣、張家綺、楊書萍、簡珮瑜、李哲安、王濬儒、楊雅婷、陳思潔、李宗諺、李建勳、葉譯嬪、鄭宇倫、顏大喆、林舒敏、洪家卿、何懷天，中山醫學大學部學生孫豪廷、史宗鑫、陳佳陽等同學，負責樣區標定與設置、樣區植物相調查等工作。

## 壹、研究目的

現今全球各國的林業經營皆面臨兼顧生態保育與經濟生產的兩難困境。由於環境意識高漲與相關環境法的制定，使得林業經營勢必考慮其對生態造成的衝擊，以符合生態、社會、經濟與政治的期望。台灣的林產品供應量不敷需求，而且價格過高不具競爭性，早已不具經濟生產的價值，因此台灣的林產品全由國外進口。在此情形下，如何最大化人工林的森林功能，使人工林生態系經營符合林業永續經營、維護生物多樣性、及社會服務三大原則，乃是當前林業經營的重要課題。

此外，影響全球的《京都議定書》已經生效。雖然我國並未列入第一批名單中，但以台灣林產品的進口及石化燃料大量耗用之事實，國際碳稅壓力勢必遽增，林業之經濟性、社會性與環境性功能也因而更加突出。

森林為台灣最重要的生態系。依第三次台灣森林資源及土地利用調查資料，台灣全島森林覆蓋度超過百分之五十八，其中超過百分之七十六為國有林地。而在國有林地中，約四十二萬公頃為人工造林地。由此角度來看，人工林生態系實為台灣非常重要的生態系之一。

由於過去造林偏重於造林木之木材利用，因此形成大面積單純林相之林分結構。為符合現今人工林永續發展—生態系經營之理念，實有必要對現存之人工林實施疏伐作業，配合林下人工間植或天然更新方式形成混淆或複層林，以增加人工林結構之異質度和生物多樣性，達到生態系經營之目的。然而該如何疏伐，不同疏伐處理對生物多樣性及森林功能的影響為何，對原生樹種更新及復育的影響又為何，現今這方面的基本資料極度不足。現存的人工林與適地的未來人工林建造，在某些程度都屬復育森林生態系的範疇，需生態科學的知識，並需科學資料的提供，始能釐定這方面的經營法則與實施方法。

為了解決上述問題，林業試驗所金恆鑣所長整合來自林試所、林務局、台

灣大學、屏東科技大學及東海大學等十位研究人員，共同進行「人工林生態系經營及生物多樣性保育研究之因應策略」整合型計畫，期以共同樣區的方式，研究不同疏伐強度處理對人工林生物多樣性及生態系功能的影響，以取得相關資料，做為研擬因應策略之依據。

本研究計畫即為「人工林生態系經營及生物多樣性保育研究之因應策略」整合型計畫之一，主要目的為建立大面積的永久樣區，做為其他子計畫之共同樣區及疏伐處理之試區。此外，本計畫亦將監測疏伐前後，原生樹種之種子是否能到達，小苗是否能發芽長大，生長及存活等，以了解不同疏伐強度處理對原生樹種更新之影響。

## 貳、實驗材料與方法

### 一、環境概述與樣區地點選擇

本研究區域位於南投縣信義鄉，林務局南投林管處巒大事業區第74、75、76林班地之人造柳杉林保留區內，區域平均海拔約1500公尺，年平均降雨量約2404 mm，平均氣溫19.2°C〈中央氣象局日月潭氣象站氣候資料〉。

永久樣區設於人倫林道17.5Km後的柳杉造林地(圖一)，卓棍溪上游分支處坡面。林地選擇上以20-30年生並材積級200-300的柳杉人工林為主，若林地面積不夠，則材積級150-200或300-400的林地亦可選擇。

樣區設置選擇避開林道或夾於林道間，並以林道邊緣至少10公尺後起始，避免林道干擾。每個樣區間間隔至少40公尺。由於本區域於921地震後有多處崩塌造成林地破碎化(圖二)，多處林地無法使用，樣區選擇上較受限制，故樣區間多呈現不連續狀況，各樣區間隔距離也不盡相同。

## 二、樣區設置方法與步驟

本計畫中樣區是為水平距離100公尺x 100公尺的一公頃正方形。樣區設置以東-西向為X軸，南-北向為Y軸，西南角為原點，以電子光波測距經緯儀每隔20 m 水平距離處標定一個基準點，將樣區劃分為25個  $20 \times 20 \text{ m}^2$  小區(圖三)。

每次樣區設置工作約為1-3組人員同時進行，每組配置4-5人。樣區劃設前先選定靠近林道且大小合適(長寬皆大於100公尺)的林地(圖四)，並經由穿越探勘判定林地的破碎化是否過於嚴重而不合用。確定後在林地中以羅盤儀定出正確的南北或東西向成一直線的兩點，點上以鋼筋垂直釘入土壤作為標記，之後在其中一點上架設經緯儀。

經緯儀架設時須先定心與定平，定心即利用一通過儀器重心的鏡孔確定儀器重心與地面鋼筋正對，定平即利用圓形氣泡水平儀確定儀器的重心與鏡孔處於重合的狀態。經由儀器的定心與定平的交互動作，便可確認經緯儀的重心位於起始點的垂直正上方。儀器定心定平後回視以羅盤儀定出之另一方向點，讓儀器確定起始水平角度，將儀器旋轉90或180度即可開始樣區打點及劃分工作。

設點時一人持標竿與稜鏡往目標點前進，一人操作經緯儀並指揮，一人排除或修剪視線中障礙物並在確定點位置後打入鋼筋，一人紀錄。持標竿者經指揮與自我判斷後將標竿立於點上，並以標竿上的圓形氣泡水平儀確定標竿水平(圖五)，將稜鏡面正對經緯儀。經緯儀操作者指揮持標竿者將標竿與稜鏡移動至完全正對的方向上(圖六)，並以經緯儀打出紅外線光波後經由電子光波反射測量儀器與稜鏡距離，藉此調整標竿位置至準確的20 m處(誤差小於2公分以內)。

當確認準確的20m處後，我們會以鋼釘標定點位當做下一個基準點(圖七)，以此基準點重複上述所有動作。每一個基準點可同時打出三個方向20m的新基準點，若兩基準點中有無法排除的障礙物，導致儀器無法將紅外線射向稜鏡，則先行跳過此點。若正東南西北向皆無法標定，則利用45度角標定之。

當整個樣區設置完成後，點上再改以白鐵管標定位置(圖八)，白鐵管上端以紅色油漆做顯眼標記，並綁上蘭花牌以油性筆寫上該點座標(圖九)，再以色帶綁

在管上及鄰近的樹上明顯處以做標示方便尋找。而每 20 公尺基準點中間 10 m 水平距離處，我們會再標定一個次基準點，以 PVC 管標定位置，PVC 管上端以黃色油漆做顯眼標記，並不作其他處理以便與 20 公尺點區別。

每次標定後皆紀錄起始點座標、標定點座標、方向、水平距離，垂直高差、腳架高、稜鏡高等數據(表一)。方便將來彙整後製圖與比對。完整紀錄數據後，收起儀器移動至剛定出的新點，重複架設儀器與標定新點的動作(表二)。

### 參、本年度完成成果

本年度共計動用 30 人次密集執行 60 個工作天(學校寒暑假)，以及 20 人次分散執行 20 個工作天(學校學期中)，樣區往返共 20 多次，每次至少 6-8 人次，每個工作天以 2-3 組人員自早上七點至下午 4 點至少 8 個工作時程。

截至目前為止本計畫已沿著人倫林道支線兩旁設置了 12 個一公頃的永久樣區(圖十)，海拔約 1275-1500 間，落差近 225 公尺。樣區內每 20 公尺皆以白鐵管標定位置，在白鐵管上繫綁蘭花牌標記座標，並綁上鮮明色帶方便找尋。每個樣區在林道邊的進入點，也皆以鮮明色帶的方式標記編號樣區的入口(圖十一)。

編號第 1、2、3 等三個永久樣區位於第 74 林班地沿林道邊之下坡處，地形由西向東下降，各樣區平均海拔皆約 1400-1450，垂直高差皆約為 50 公尺。三個樣區內皆有少數崩塌地造成的林間破空處，大多為芒草所生長覆蓋。

編號第 4 號永久樣區位於第 74 林班地沿林道邊之上坡處，坡面由西向東下降，海拔約為 1450-1500 間，垂直高差約為 50 公尺。

編號第 5 號永久樣區位於第 76 林班地東西向坡面上，坡面由西向東下降，樣區最西邊界約與稜線切齊，海拔約為 1425-1490 間，垂直高差約為 65 公尺。其東面與南面皆為大面積崩塌地，西面為高落差陡坡。

編號第 6 號永久樣區位於第 74、75、76 林班地交界沿林道邊之上坡處，坡面由西南向東北下降，海拔約為 1445-1460 間，垂直高差約為 25 公尺。地勢平緩且林相良好，西北角邊緣為大片芒草叢生的林間空地。

編號第 7 號永久樣區位於第 75、76 林班地交界沿林道邊之上坡處，坡面由東南向西北下降，海拔約為 1400-1425 間，垂直高差約為 25 公尺。西南角為稜線處，向西為高落差陡坡向下。

編號第 8 號永久樣區位於第 74、75 林班地交界沿林道邊之下坡處，坡面由西南向東北下降，海拔約為 1375-1410 間，垂直高差約為 35 公尺。其東北角端點恰切於林道邊緣。

編號第 9 號永久樣區位於第 75、76 林班地交界處。坡面由南向北下降，海拔約為 1350-1385 間，垂直高差約為 35 公尺。儘管垂直落差不大，但樣區內地形起起伏伏，且靠西側有較多的原生物種。

編號第 10 號永久樣區位於第 9 號永久樣區之東側四十公尺處。坡面由南向北下降，海拔約為 1350-1385 間，垂直高差約為 35 公尺。

編號第 11 號永久樣區位於第 9 號永久樣區之北側約二十公尺處。坡面由南向北下降，海拔約為 1300-1350 間，垂直高差約為 50 公尺。樣區內林相完整，但西面 30 公尺處即是崩塌地，且原生物種也以西側較多。

編號第 12 號永久樣區位於第 1 號永久樣區之東側四十公尺處。坡面由西向東下降，海拔約為 1325-1400 間，垂直高差約為 75 公尺。樣區南面 5 公尺處即是崩塌地，而東側因較接近溪谷且林間破空處較多，相對的原生物種較多。

十二個樣區整體而言林相大致完整(圖十二)，但因為地震崩塌與颱風大雨的沖刷，不僅導致樣區設置的選擇上較為受限，同時能夠設置的樣區內也有少部分因崩塌而造成的林間破空處，其間多芒草叢生或已進駐原生物種。

## 肆、檢討及建議

1. 非常感謝林務局南投林管處及水里工作站之大力支持，讓本計畫能順利進行。尤其是人倫林道一但遇豪雨或颱風，即有落石及坍方，常造成進出上的困難，對研究計畫進度有一定的影響。但林務局工作人員均能在最短時間內修復，讓本計畫進度不致遭受太多之延遲，深表感激。
2. 人倫苗圃工寮之基本設施無法容納及支持超過十二人之團隊進駐，造成不同研究團隊必須協調上山時間，對計畫之執行進度有一定程度之影響。現今林務局已撥專款興建野外研究站，將可適度解決空間不足之問題。
3. 實驗器材的採買在計畫開始初期較為麻煩，多家訂購器材的廠商皆並未如期送貨，致使準備工作有所拖延。
4. 計畫執行前由於尚未取得最新的航照圖，經常到了現地才發現有新形成的崩塌地，因此在林地面積大小是否足夠的測量上常有錯誤。並曾發生因判斷錯誤導致樣區必須重新設置之狀況。
5. 樣區所在位置坡度甚陡，因此曾發生已經設置完成的樣區因為坡度太陡而無法設置陷阱，或距離林道太遠導致裝置自動相機與回收底片的動作極為不便，只好捨棄。此舉也造成樣區編號改變後在設置期間的混亂，造成其他研究團隊工作上的不便。
6. 目前計畫的執行大多尋求在校大學生的幫忙，一但遇到節慶假日或重大考試，便容易發生人手不足的情況。即使是在較長時間的連續假期中，以生活體驗或工讀金獎勵的方式仍意願不高，如此也不易在短時間內獲得大量的計畫執行人力。

## 五、參考文獻

1. 古心蘭，1998。合歡山臺灣冷杉永久樣區之植群分析。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。60 頁。
2. 宋國彰，1996。臺灣中部北東眼山溫帶常綠闊葉林樹種的組成及分佈類型。國立臺灣大學植物學系碩士論文。72 頁。
3. 吳姍樺，1998。南仁山亞熱帶雨林短期森林動態之研究。國立臺灣大學植物所碩士論文。
4. 范素璋，1999。南仁山亞熱帶低地雨林樹種組成、結構及分佈類型。國立臺灣大學植物所碩士論文。95 頁。
5. 張正平，1998。南仁山低地雨林凋落物之研究。國立臺灣大學植物所碩士論文。
6. 游孟雪，1998。墾丁高位珊瑚礁森林的組成及結構分析。東海大學生物學系碩士論文。74 頁。
7. 曾維宏，1994。南仁山區低海拔地亞熱帶雨林林隙更新之研究。國立臺灣大學植物所碩士論文。
8. 楊嘉政，1994。南仁山區熱帶季節性森林的組成、結構及分佈類型。國立臺灣大學植物學研究所碩士論文。63 頁。
9. 趙國容，2001。南仁山低地雨林木本植物社會之短期動態。國立臺灣大學植物所碩士論文。150 頁。
10. 廖啟政，1995。南仁山區亞熱帶雨林海拔梯度與植被組成、結構、歧異度及分佈類型的關係。國立臺灣大學植物所碩士論文。
11. 劉崇瑞、蘇鴻傑，1983。森林植物生態學。臺灣商務印書館。
12. 謝宗欣、謝長富，1990。南仁山區亞熱帶森林樹種組成和分佈類型。臺灣省立博物館年刊 33：121-146。
13. 謝長富、孫義方、謝宗欣、王國雄，1991。墾丁國家公園永久樣區之調查研究。墾丁國家公園管理處。
14. 謝長富、陳尊賢、孫義方、謝宗欣、鄭育斌、王國雄、蘇夢淮、江斐瑜，1992。墾丁國家公園亞熱帶雨林永久樣區之調查。墾丁國家公園管理處。



表二、樣區劃設工作需求一覽表

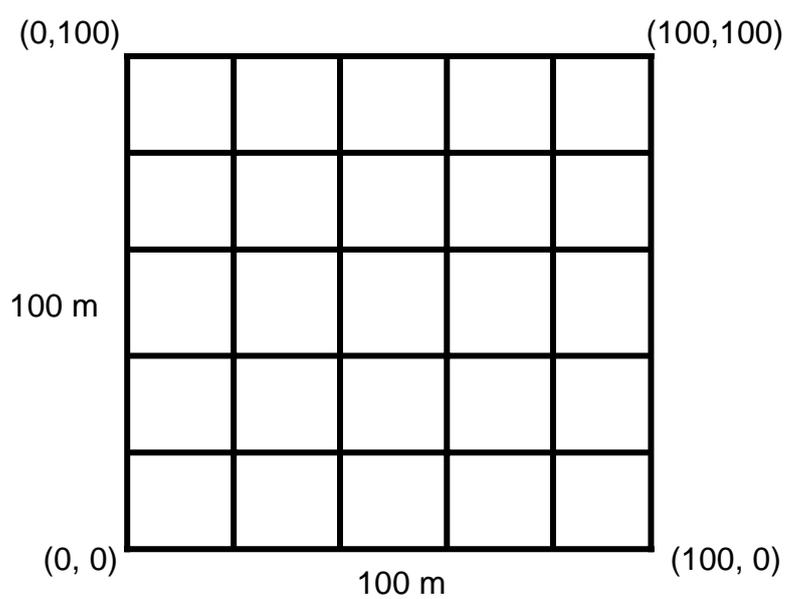
職務名稱	工作內容	所需器材	備註
經緯儀操作員	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.架立經緯儀</li> <li>2.指示標竿手調整位置以定點</li> <li>3.確認，填寫經緯儀記錄表格。</li> <li>4.指示標竿手移動路線、位置。</li> </ol>	經緯儀、腳架、經緯儀紀錄本(表格)、布尺	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.記錄 HD(平距)、VD(高差)、SD(斜距)、腳架高、角度、標竿高。</li> <li>2.記錄標定方向及樣點。</li> </ol>
標竿手	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.依照經緯儀操作員指示方位設立標竿。</li> <li>2.依照操作員指示調整標竿高度、角度與經緯儀距離。</li> <li>3.確認標竿水平。</li> </ol>	標竿、稜鏡、指北針	若地形單純，森林開闊可增加一員。
鋁竿手	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.釘鋁竿</li> <li>2.機動清除經緯儀與標竿間的障礙。</li> </ol>	油漆筆、枝剪、橘色膠帶、蘭花牌+塑包鐵絲、噴漆	
機動員	協助標竿手及鋁竿手或記錄		



圖一、永久樣區設於人倫林道的人造柳杉林地。



圖二、崩塌地。



圖三、一公頃樣區內 20x20m 小樣區座標圖。



圖四、樣區林地概況。



圖五、以圓形氣泡水平儀確定標竿水平。



圖六、經緯儀操作者指揮持標竿者調整標竿位置。



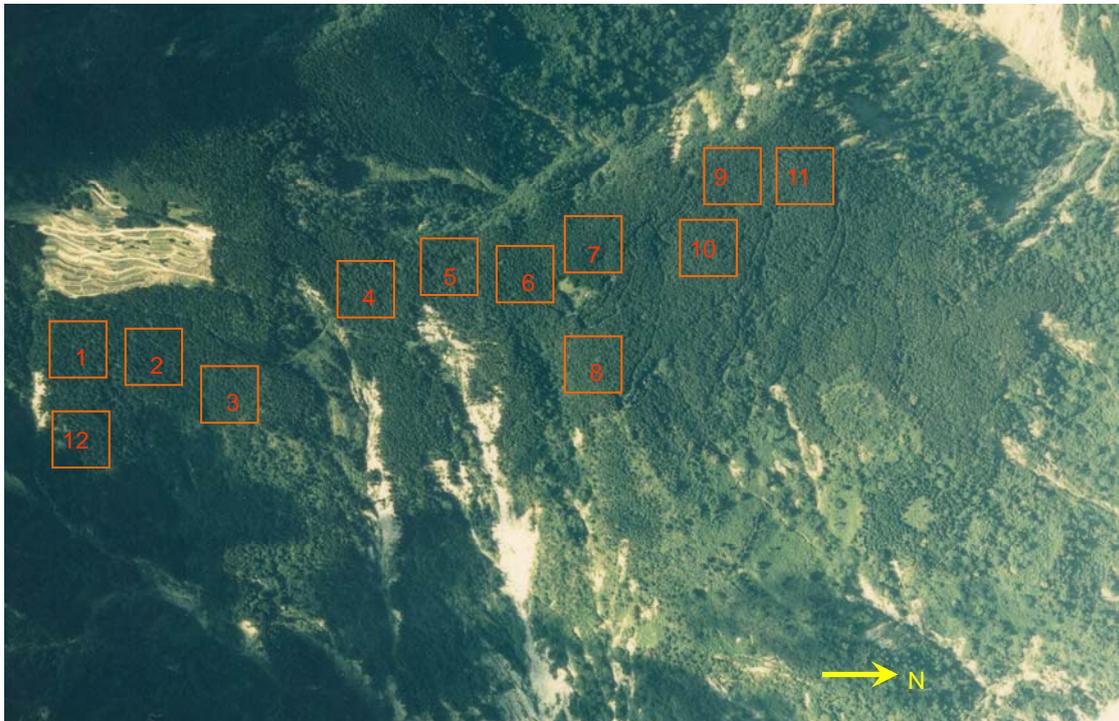
圖七、以鋼釘標定正確的點位。



圖八、點上改以白鐵管標定位置。



圖九、白鐵管上端以紅色油漆與色帶做顯眼標記，並綁上牌子標記座標。



圖十、已設置的 12 個樣區位置示意圖。



圖十一、樣區入口點的顯眼標示。



圖十二、從人倫林道遠眺研究樣區植被概況圖