

森保處勝光武陵地區防火林帶擴植造林暨火災劣化地造林之經驗

文/圖 李炎壽■退輔會森林保育處總技師
林進龍■彰化農場副場長
陳駿銘■退輔會森林保育處棲蘭山工作區主任
蔡宗穎■退輔會森林保育處企劃組副技師(通訊作者)

一、前言

91年5月梨山大火(大甲溪事業區第37、38林班)，持續7日搶救，動員人數最多時達1,486人，被害面積達101.28公頃，被害林木為早期配合聯合國補助之林相變更計畫所選用之台灣二葉松為主。災後回到現地實際觀察，雖早期



圖1 闊葉林分地表較為濕潤(圖左處)阻止火勢向外擴燃

於此區已建立寬10公尺的防火線，以利救災人員能夠快速進入火場，且投入大量人力以減緩林火蔓延，然團火飛躍距離可達每秒風速之50倍，以91年5月12日梨山風速每秒0.8公尺估算，團火可飛越40公尺。所幸周圍闊葉樹種因枯枝落葉腐植層分解快，至地表較為濕潤，形成天然防火林帶(圖1)阻隔林火，為此次大火不再向外擴燃，並得以終止之決定性因素。

二、防火林帶擴植造林暨火災劣化地造林過程

林火撲滅後，林務局立即邀請專家學者履勘，相關學者專家建議維持現況，以天然復育方式觀察其自然演替情形，然林班地內因林火造成上層林木嚴重死亡，且地形陡峭無植被覆蓋，為免降雨造成地表逕流，土壤流失致使邊坡崩坍，森保處於同年11月於林火嚴重處，以

受林火致死之二葉松材料就地取材，實施橫坡水平帶狀打樁編柵之水土保持工程，以穩定邊坡避免造成二次災害。大甲溪事業區38林班(勝光地區)於火災後觀察一年(92年起)逐年開始建造防火林帶(圖2)，並擴展至39林班-44林班交界之稜線及43林班與台七甲線平行處(因緊鄰果菜園地，為避免整地引火造成森林火災)。而大甲溪事業區37林班因屬國家公園生態保護區，決定不實施人工復育。

建造防火林帶之同時，持續注意火災跡地之植生狀況，發現上層二葉松林初期仍有萌芽生長，然經1-3年後陸續枯萎死亡(圖3)，且地表植被以芒草最為優勢(圖4)，致其他樹種天然更新不易，為加速林班地森林被覆，因此決議於95年度起進行火災劣化地復育造林(圖5)，俾加

速更新速率，建造針闊葉樹混合林，營造複層結構之生物性防火林相，以降低林火發生機率。

(一)適生樹種選擇

造林樹種的選擇，是該火災跡地造林成功與否最重要因素之一，而前人的知識亦是重要的參考指標。92年度首次嘗試防火林帶建造時，即選用了木荷、青剛櫟、楊梅，其中木荷及楊梅樹種森保處於民國65年所出版之「育林手冊」即已提及。

為了使當地的樹種更符合生態系經營的理念，李總技師(當時為企劃組組長)即率同仁於周圍阻燃林火蔓延之天然闊葉林(圖6)，尋找當地原生的鄉土樹種，如銳葉高山櫟、狹葉櫟、狹葉高山櫟(圖7)、三斗石櫟、長尾尖櫟等殼斗科



圖2 防火林帶擴植位置圖(底圖取自Google Earth)



圖4 二葉松枯死後林下芒草即呈明顯優勢



圖3 火災1年後二葉松陸續枯萎死亡

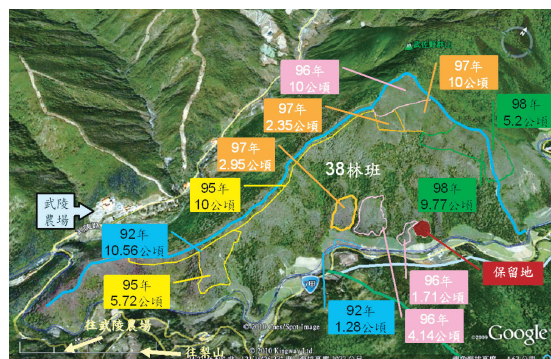


圖5 火災劣化地復育造林位置圖(底圖取自Google Earth)



圖6 闊葉林為林火蔓延阻隔良好之屏障



圖7 周圍阻燃林火蔓延闊葉林之闊葉樹種(狹葉高山櫟)

植物，且為不具落葉性，於火災跡地中，亦可見重新萌蘖情形(圖8)。

在火災跡地中，亦發現數株的天然下種紅檜經大火之肆虐後仍存活保存下來，且生機旺盛(圖9)，而毗鄰之二葉松則無一倖存，因此在考量鄉土性及對火災的適應下，紅檜亦成為候選的栽植樹種。在現地觀察中，台灣二葉松及栓皮櫟雖在火災發生後能夠迅速出現，歸因於栓皮櫟仍具有優良的耐火能力(圖10)，而台灣二葉松為火災適存物種，其天然下種更新能力極為良好，然上述樹種具有落葉性，於秋冬落葉時剛好成為火災危險期之燃料源，尤以台灣二葉松松針具樹脂，且因勝光地區乾燥濕度低，松針不易分解，易於林地累積常達30cm以上，成為林火之燃料源，且台灣二葉松樹幹中富含

松脂，有利燃燒而不利森林火災之防範，故排除於樹種選擇之中。

楊梅為放線根瘤植物，具有固氮之放線菌，故於貧瘠之火災劣化地栽植之前幾年生長良好，然因楊梅之原分布海拔僅達1,500公尺，受環境及海拔之影響後期之生長較不適應此區



圖8 火災跡地闊葉樹重新萌蘖情形(狹葉高山櫟)



圖9 大火幸存之紅檜(周遭二葉松皆死亡)

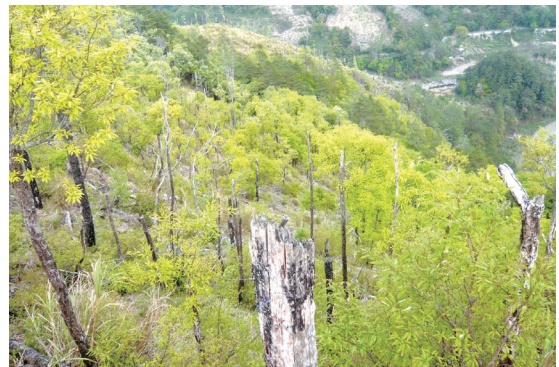


圖10 栓皮櫟於火災跡地生長良好

域環境，易於春季晚霜或氣候異常致春季新芽受霜凍而枯死。青剛櫟之原分布海拔亦僅達1,800公尺，部分區域亦受海拔的限制導致苗木生長狀況不佳，且於冬季易受鼠害環剝基部而倒伏枯死。

另外在周圍阻燃之闊葉林中發現，昆欄樹(雲葉)亦是一種適合於當地栽植之樹種(圖11)，因為種子之發芽不易，且國內相關研究資料較少，致使雖有採種育苗，且從林班地採取野生苗培育，然生長緩慢，至今仍無法大量育苗，而無納入栽植之樹種，未來則有待於育苗技術之改進，期待有一天能嘗試進入防火林帶，為防火樹種之一。

至今我們共選用了木荷、紅淡比、青剛櫟、銳葉高山櫟、狹葉櫟、狹葉高山櫟、川上



圖11 周圍阻燃闊葉林之闊葉樹種(昆欄樹)



圖12 森保處自行採種作業(箭頭處即為採種工人)

氏石櫟、三斗石櫟、長尾尖槭、櫻花、槿子櫟、青楓、大頭茶、台灣櫟、台灣杉、台灣肖楠、台灣扁柏、紅檜等18種樹種，以符合樹種多樣性之概念營造成混合林，兼避單一樹種大面積栽植形成純林之缺點，其中針葉樹種約佔造林木之15%。

(二)造林地環境配合區域特性進行適應性經營

防火林帶及火災劣化地造林區域，海拔約1,800至2,800公尺，氣候上屬台灣溫帶高山氣候區，雨量大多集中在3月到9月間，且多為東向坡日照時間長，苗木亦受早期之水分逆境及冬季之霜、雪害影響，加上火災劣化地土壤質地遭受破壞，地形、降雨量及季風風向等影響，造成區域性微氣候變化大，造林更顯不易。如第2號(大甲溪事業區第39、40林班)、3號(大甲溪事業區第41、42林班)防火林帶，因地理位置較靠近思源啞口地區，受蘭陽溪上升之潮濕空氣影響，有時會出現濃霧，環境上較為潮濕，故地表可見許多蘚苔植物，亦於林地內發現天然下種之紅檜、台灣扁柏小苗，為營造闊葉複層林，亦嘗試將烏心石(原分布海拔可達2,200公尺)引入，目前生長極為良好。

造林樹種選擇之決策，受現地環境多重環境因子影響，且無確切作法，只能依現有的知識，小規模的進行多樣試驗，並藉由現場實地觀測之結果逐步修正，以達林業適應性小面積經營之作法。

三、選用適當之造林技術

選擇適合的樹種雖為乾旱地區造林成功重要因子，惟亦需搭配正確的造林作業方法，才能達到造林成功之目標。因此在造林的過程，

從採種育苗作業、新植撫育作業，我們除了參考前人的作法，亦思索現地之工作經驗，各項作業分述如下：

(一)採種育苗作業

為了控管苗木品質，除部分苗木(木荷、青剛櫟、楊梅、台灣肖楠、台灣杉、台灣扁柏、台灣檫)向東勢林區管理處申請配撥外，其餘皆為森保處僱工及員工親自採種，於預定造林區域附近採集(圖12)以符適地適木原則，能夠掌握種源來源，較發包更能夠精選適合之精壯母樹，不易混雜非適地之樹種。採種完成後，更能夠立即處理及貯藏，以利打破種子休眠及促其後熟，提升種子之發芽及存活率。

苗圃亦為森保處自營，因此對於苗木的狀況能夠及時掌握，並延續林業早期苗圃作業方法，以噴灑由生石灰及硫酸銅溶液混製而成之波爾多液(圖13)防治病菌滋生。

(二)新植撫育作業

在火災跡地中多為東向坡，日照較長土壤乾旱，且秋冬之際地形風(谷風)強勁，地被以芒草最為優勢，在造林時以橫坡帶狀水平方式整地刈草1.5公尺，以雜草、芒草覆蓋地表(栽植行)，並保留芒草行1.5公尺(堆草行)，俾抵禦強風(圖14)。於地表覆蓋刈除之芒草亦能減少水分之散失。此外保留楓香、大頭茶、狹葉櫟、狹葉高山櫟、銳葉高山櫟、三斗石櫟、栓皮櫟、台灣赤楊、高山新木薑子、化香樹、胡頹子、粗榧等天然萌蘗、下種更新之針闊葉樹種，列為造林作業規範內，提高造林地物種多樣性。

一般劣質地之復育栽植密度，根據台灣大學森林環境暨資源學系郭幸榮教授及台大實驗林管理處劉興旺組長建議採低密度為宜，每公

頃僅栽植500-1,000株，以避免鬱閉後抑制林下植群的生長。然考量作業區域較為乾旱陡峭，袋苗運送不易，未來存活狀況受環境因子影響甚鉅，為減少再次補植之成本，在造林計畫中已搭配上下層植物特性，於中下層引入殼斗科等耐陰植物，配合部分陽性或上層植物。根據實際作業之經驗法則，每公頃之栽植數量約3,300株，可加速復育縮短演替期程，在4年後實地調查株數變化，每公頃約可達1,700-1,800株。

運苗的過程為苗木出栽後存活與否的重要關鍵，早期林業先進多以裸根苗出栽，根系因修剪而受損害，影響苗木後續發育。近來大多以塑膠袋苗出栽，提高苗木存活率，但如以人工背苗之方式運至栽植現場，作業人員為求效



圖13 調配波爾多液以防止苗木受病菌侵害



圖14 水平帶狀造林保留芒草行以禦強風

率背負苗木數量較多，且路況崎嶇造成袋苗內之土壤受到擠壓，背運時土球受到破壞，儼然已成為裸根苗之狀態，嚴重影響苗木存活率。為使苗木運至現場後土球完整，我們採用架空索道(圖15)進行機械運苗，並在造林地之主要步道上使用小型履帶式搬運車(圖16)，以降低塑膠袋土球之損傷狀況，俾省下不少之人力，更可以縮短苗木搬運至現場栽植前之時間。另為督促作業人員能妥善進行苗木搬運，因此苗木搬運至造林地後由監工人員進行點交工作。

為使苗木適應當地環境，進行苗木馴化工作，於造林地現場設暫置性臨時苗圃，上層覆蓋遮蔭黑網避免水分散失，且為避免苗木自暫置區域出栽至造林地前，因水分不足達凋萎點而死亡，袋苗亦進行澆水作業(圖17)。

林火後地被植物以芒草為最為優勢，為避免與苗木競爭生長空間，於造林後6年進行撫育刈草作業，而原有堆草行之芒草予以保留以禦強風。初期苗木尚低矮，要求於刈草前先將苗木周圍雜草進行孔刈，再進行栽植行間之雜草、蔓藤刈除作業(條刈作業)，以降低因不慎將苗木刈除之狀況。

四、樹種對環境之適應情形及生長狀況

自民國92年起於勝光武陵地區第1號(大甲溪事業區第37、38林班)防火線進行防火林帶建造至今已7年，1-6號防火林帶之防火樹種共選用了木荷、青剛櫟、楊梅、三斗石櫟、銳葉高山櫟、狹葉櫟、狹高山葉櫟、槲子櫟、大頭



圖15 以架空索道進行苗木搬運工作



圖17 苗木暫放區域設置黑網並適時澆水



圖16 以小型履帶式搬運車協助搬運



圖18 防火林帶已逐漸成林

茶、烏心石及紅淡比，苗木已逐漸鬱閉成林(圖18)，其中青剛櫟及楊梅達2,000公尺左右即生長不良，烏心石及紅淡比適宜生長於靠近思源啞口雲霧潮濕處；昆欄樹亦適合防火林帶樹種，可惜因育苗失敗未引入造林，其餘樹種目前均生長良好。我們運用了適應性及生態性經營的概念，持續觀察樹種對環境適應情形，雖然受限於人力無法進行大規模科學性之調查及統計。然於98年12月至99年2月期間，勝光地區幾無降雨，林地嚴重乾旱，經由現場取樣後發現造林樹種之生長狀況及耐旱強度，大致上仍可以概略了解所選用之造林樹種對環境適應之情形。整體而言，依耐旱之程度概分為較耐旱、中度耐旱及較不耐旱等三大類。

(一)較耐旱樹種：

包含銳葉高山櫟、三斗石櫟、狹葉高山櫟、川上氏石櫟、狹葉櫟、毬子櫟、大頭茶等7種。上述物種分布之海拔可達2,500公尺-3,000公尺，經觀察對於乾旱之耐受力較高。

(二)中度耐旱樹種：

包含台灣檫、木荷、長尾尖楮、櫻花、台灣扁柏、台灣肖楠、青剛櫟7種。如依耐旱程度木荷、長尾尖楮>台灣扁柏、台灣肖楠>青剛櫟>台灣檫。然台灣扁柏、台灣肖楠對於微氣候之影響較為明顯，如栽植於較為衝風地區、較無芒草遮蔽或坡向朝東之處，則生長況狀較不良。而青剛櫟如栽植於林下則生長狀況不佳。另觀察台灣扁柏及紅檜，得知台灣扁柏較紅檜耐旱。

(三)較不耐旱樹種：

紅淡比於低海拔多以森氏紅淡比為主，中高海拔為太平山及長果紅淡比，如非自行雇工

採種，易受種源影響造林成活率。另外台灣杉雖然生長狀況尚佳(圖19)，為必需栽植於較為林下具有遮陰之區域，亦適宜栓皮櫟林下造林，極為耐陰。



圖19 台灣杉於林下具有遮陰區域生長良好

五、避免動物危害之保護措施

思源啞口地區因海拔為目前造林區域較低之處，且氣候較為潮濕，因此在93年執行的第2號防火林帶建造，即引進烏心石作為造林樹種之一，但於96年發現烏心石苗木高度均維持在30-40公分左右，經研判每年發芽時遭山羌等草食動物啃食(圖20)後，致苗木雖罕見死亡，然新



圖20 烏心石苗木受草食動物啃食生長不良



圖21 繩掛鈴鐺方式避免被啃食



圖22 設立黑色格網方式避免被啃食



圖23 設立木樁方式避免被啃食

芽無法順利生長，因此第一線的現場工作人員，即發揮巧思以繩掛鈴鐺(圖21)、黑色格網(圖22)、木樁阻隔(圖23)等3種不同的方式，購買相關材料或於現地取材自行完成。經翌年的觀

察，3種不同之設施均有其功效，其中以黑色格網之效果最為顯著，然所需之材料費用也較高，設立木樁較為經濟，效果卻無黑色格網及繩掛鈴鐺方式佳。

六、結論與建議

面對未來氣候變遷之溫室氣體減量的國際趨勢，森林經營為最符合經濟效益之對策，且森林火災亦已被證實為最主要溢出溫室氣體(碳源)之一。而野火的形成，包括人為因素及火三角中之重要組成—燃料兩項重要因子，人為因素可以用管制或取締之方式來達到目的，而早期配合國際計畫所栽植二葉松人工林，其累積之松針燃料源極富含油脂特性，是否需將部分區域以人為行列方式逐年回歸較具阻燃效果之闊葉原生樹種？或許近期在造林上因成功率較低而考慮以天然之方式進行復育，但無形中卻增加了森林火災及林相單一所帶來風險。

目前台灣的木材自給率不達1%，且大部分的木材均取自於開發中國家之天然林，未來可能因為國際環保意識之抬頭，相關國家不願再提供木材，在無替代之材料時，仍需以對環境較為友善之方式使用早期造林而成之木材，這一點亦納入樹種的選擇考慮之中。

我們嘗試著用已知經驗與知識，進行防火林帶之建造及火災劣化地復育工作，已有了一些小小的成果，將此經驗與林業先進同仁進行分享，並於部分劣化地復舊區域內保留2公頃樣區讓其自然演替，進行對照，也希望先進們能夠給予我們寶貴的意見，並期待學術研究單位以科學方式進行驗證研究，使我們能夠做的更好。🌱