



提升臺灣森林火災緊急應變能力—就武陵森林大火為例

文／圖 ■ 李彥興 ■ 林務局東勢林區管理處林政課課長

一、前言

森林火災之防救，依據災害防救法第 18 條規定：災害防救計畫內容應包含「災害預防」、「災害緊急應變對策」、「災後復原重建」等三大工作，因為影響森林火災因子眾多，對於火災的行為不易掌握，相對的便無法提出明確且有效之滅火計畫，為解決此一窘境，必須先從災害之預防整備開始做起。位於臺中市和平區武陵地區，於民國 91 年及 105 年分別發生森林火災，對於同一地點發生類似林火行為，我們認為有深入探討之必要，希望能從中找到一些關鍵問題，針對問題提出解決，達到「災前準備好、災時好應變」之目標。

二、林火行為 (Fire behavior) 之觀察

本文案例於國有林大甲溪事業區第 37、38 林班，面積 648 公頃，為大甲溪上游七家灣溪與有勝溪匯流處，海拔高 1,750 ~ 2,380 公尺。行政區屬臺中市和平區，屬雪霸國家公

園及櫻花鉤吻鮭保護區範圍，毗連武陵農場，為進入武陵森林遊樂區及往返宜蘭縣交通必經路線，進出旅遊及登山人數眾多，原為臺灣二葉松造林地，松脂松針燃料累積，又冬季常乾旱少雨，容易造成森林火災。民國 91 年由 38 林班引燃森林大火，被害面積高達 200 餘公頃，經復育造林，復於民國 105 年同樣於第 38 林班造林地起火燃燒，致使部份造林木付之一炬，損失嚴重。二次火災對照詳如附表。

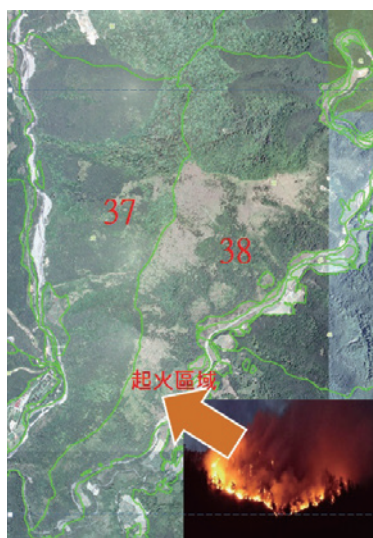
為了要有好的整備，必須先瞭解這二次火災之林火行為。影響林火環境 (Fire environment) 的因子包括地形、氣候、燃料等等，本篇文章就現場情形作一觀察並提出分析意見。

(一)「坡向」影響植生燃料型態

1. 第 38 林班屬於東南向坡，在冬天乾燥季節接受日照時間長，致使地表植物多為芒草等輕質且乾燥燃料 (Fine fuels) (引燃指標)，再加上原有的臺灣二葉松純林，樹幹松針

(圖片／高遠文化)

富含油脂，地表堆積層厚而不易腐化之重質燃料 (Heavy fuels) (大火指標)，使本區域形同「隨時引爆的火藥庫」，從二次大火起火點均位於該林班之南方，得以佐證 (如圖 1)。



▲圖1、大甲溪事業區第38林班起火區域影像圖

2. 比較第 37 林班，雖仍多存有臺灣二葉松生長，但因屬西或西北向坡，地表較為陰濕，地被灌木較為密集，抑制芒草生長，雖二次大火均有波及，僅屬小區域點狀之地表火，為何臺灣二葉松樹林無法引發大規模的森林火災？探究原因應與林火能量不足有關，重質燃料的林木，如果沒有足夠的對流及幅射熱能，無法降低林木燃料濕度，就難以引燃造成樹冠火，因此觀察此區域之林火，僅因燃燒期短的芒草落葉而作局部水平擴散，無法達到垂直延伸，故具備天然阻隔之能力 (如圖 2)。



▲圖2、火災後，左側第37林班之臺灣二葉松仍然茂盛。

(二) 坡度影響林火擴散方式

本地區坡度約 25 ~ 45 度之間，呈東西走向，屬陡峭地形，在火災發生後，白天易於向上延燒，且速度快，無法防堵。另林木遭火燃燒後斷裂，受陡峭地形影響，掉落至下坡處又引起另一團火。從空中拍攝火場照片清楚得知東西二側火場擴散的狀況有明顯差異 (如圖 3)。因此，本區林火阻隔帶應採南北方向較安全且效果較佳。



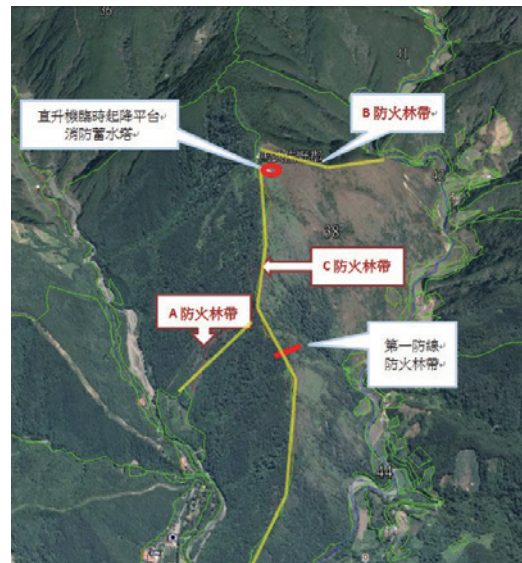
▲圖3、民國105年森林大火空拍照片

(三) 地形影響林型植被

1. 在第 38 林班中，有一山谷溪溝地形，生長闊葉樹林，成為整個火場中倖存的樹林，經二次森林大火（樹冠火）均無損毀，甚至未遭到林火波及，可觀察到天然障礙的效果，可惜的是，此一闊葉樹林無法形成完整阻隔帶。
2. 此外，第 37 林班受武陵谷地影響，日照時間隨坡度降低而減少，即山嶺日照時間高於七家灣溪，使得溪旁上方多為闊葉樹林，形成有效保護林帶，因此二次大火均無延燒至溪邊。惟在北側茶園上方，有一東西向之草生林帶，造林不易，大火均沿此燒至茶園邊緣始得撲滅。所幸該地消防車可達，配合農場內之水源，尚可阻隔火勢。

三、防火林帶 (Fuelbreak) 的觀察

早期，對於本區的預防措施，除既有防火宣導或人員器材整備外，已建立 3 條防火林帶（如圖 4），這些林帶的阻隔火場能力，分述如下：



▲圖4、防火設施位置圖

(一) A防火林帶：

位於37林班武陵農場茶園北側，東西走向，目的是阻隔南北延燒，惟經二次大火驗證，其阻隔的南北側均無發生大火，反因為林帶內的草生輕質燃料或尚未成林之造林木，成為林火迅速蔓延之路徑，致使無法發揮防火林帶的功能。

(二) B防火林帶：

位於38林班北側，東西走向，寬度10公尺，為臺灣二葉松與闊葉樹林交界林帶，目的是阻隔南北延燒，目前由退輔會森林保育事業處辦理造林中，林況良好，二次大火均波及該地，但幸有此林帶及闊葉樹林保護，林火均未有大规模擴散。

（三）C防火林帶：

為37、38林班稜線之防火林帶，受限於南北走向，寬度僅10公尺，白天山風強勁之原因，二次大火均未觀察到有阻隔林火之功能。

四、為緊急應變(Emergency response) 做整備

森林火災發生時，應變目標通常是儘量縮小火場面，但以武陵大火的例子來看，在樹冠火劈哩啪啦肆虐下，沒有人員可以接近，此時應變目標應該是「守住防線，將火場控制在一定範圍」。因此，依據前述的觀察及處理大火經驗，提出下列事先整建防線措施。

（一）整建新防火林帶

目標：第一時間人力投入，防止火勢向北延燒，控制火場範圍。

位置：利用第38林班之溪谷闊葉樹林本身阻絕林火能力，向西延長約80公尺，可整建新防火林帶（80公尺×50公尺），海拔高2,080公尺，可連接至第37林班，將火場區隔南北二大區塊（如圖5），稱「第



▲圖5、第一防線之林況

一防線」(Control Line)，原有B防火林帶則為第二防線。

方法：以往之造林方式係全面積整地新植規定造林株數，此方法雖有益於造林木生長，但也易使雜草蔓生。因此，本防火林帶建議以減少產生輕質燃料為目標，施作方式如下：

1. 維護栓皮櫟、木荷、青剛櫟等闊葉樹之上層林木。
2. 維護下層灌木，抑制雜草生長。
3. 空隙地實施點狀造林。
4. 每年勘查地表燃料累積情形，必要時實施清除。

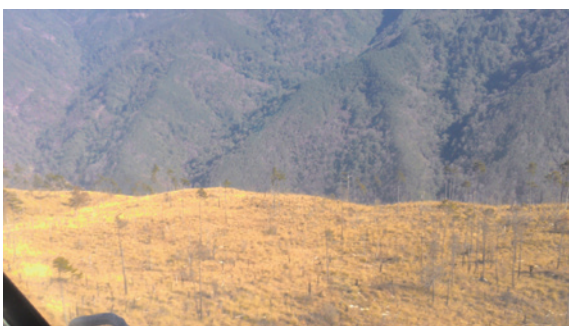
（二）整建新直升機臨時起降平台

目標：快速運送物資、人力及供水。

位置：於火場最高點「馬武佐野山」旁建立直升機臨時起降平台

整建程序：

1. 地面初勘：由於直升機起降平台應著重平坦，且附近無突出之障礙物（如山丘、林木、架空纜線等），避免影響進／離、繞場空域之飛行安全。經勘查發現第38林班馬武佐野山三角點旁，地勢平坦，腹地有80×40公尺，海拔高2,360公尺，足夠UH-60M黑鷹直升機臨時起降空間。此平台之原有林木遭大火嚴重燒毀，現地多為芒草及樹頭（0～1公尺高）（如圖6、7），但為安全起見仍需砍除數株臺灣二葉松。



▲圖6、預定直升機臨時起降平台



▲圖7、火災後之樹頭

2. 空中勘查平台可行性：請空中勤務總隊派遣直升機對此平台進行空勘，提供整建意見。
3. 整地作業：平台為 80×40 公尺範圍，其中地面停降區設定為 30 公尺直徑之圓形，但因為該地點步行需 3 小時，怪手機具無法到達，故將依下列方式施作：（1）採用人力進行除草及挖除樹頭之整地作業，達到表面平整；（2）協調直升機載運小型機具（例如：夯土機）進場，壓實地面；（3）清除碎石或其他鬆動物體（例如枝條），避免因直升機旋翼轉動產生之下沖氣流而捲起；（4）清除地面尖銳之物，保護直升機機輪安全；（5）設置白色字母「H」直

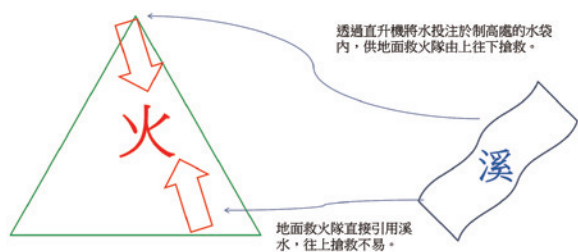
升機識別標線，H 之橫線與進場方向垂直；

（6）設置簡易風向指示器。

4. 試停降作業：由直升機進行試停降並提出改善意見。
5. 維護作業：平台完成後，恐因下雨有所塌陷，因此要重複補土壓實工作，估計每年 1 次，直到地表穩定。
6. 強化作業：停降區可規劃粗碎石級配進行地面鋪設，將使起降平台更為穩定。以厚度 10 公分計算，約需 70 立方碎石，總重超過百噸，在空中運送時將耗費相當大的能量。建議可採植草磚模式，先穩固停降區周圍或排列井字形，強護地表強度避免土壤流失。未來視狀況穩固或擴大停降區，亦有利國軍 CH-47 雙螺旋槳型直升機停降。

（三）建立空中支援水線

自民國 91 年的武陵森林火災開始，首次引進空中直升機吊掛水袋，從溪流、水庫取水後，對火場進行空中灑水，其目的是透過持續性灑水，能夠減緩火勢、控制火場範圍，爭取地面部隊的時間與空間，但單憑空中灑水是無法將林火熄滅的，如此，在民國 98 年間八仙山事業區之紅香地區森林火災搶救過程中，發展出一種「空中水線」的概念（如圖 8），它是一種新型的森林火災搶救模式，與地面消防水線最大區別，就是利用直升機吊掛水袋，取水後投入火場附近臨時架設之開口水袋（如圖 9），以提供地面部隊消防幫浦使用，這是一種克服高山深遠地區的缺乏水源救災模式。

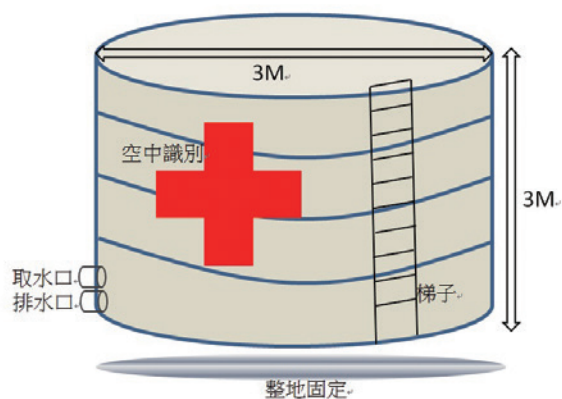


▲圖8、空中水線示意圖



▲圖9、臨時開口水袋投水操作訓練

在此模式下，未來可於直升機臨時起降平台旁鄰近高點處（海拔高 2,380 公尺），設置鋁製「21 噸消防蓄水塔」（直徑 3 公尺，高度 3 公尺。內部加強支撐架。取水口及排水口）（如圖 10），座底穩固基礎，塔頂開口供直升機注

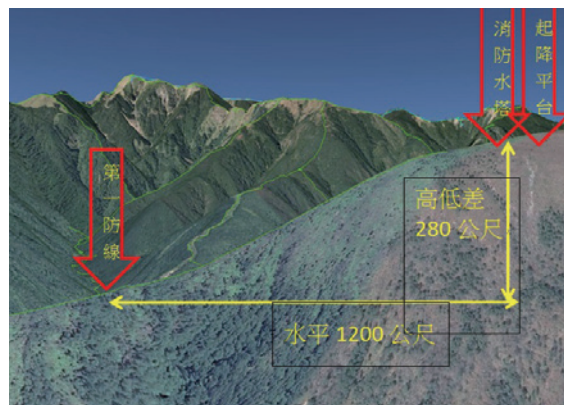


▲圖10、消防水池示意圖

水，平時藉雨水補充，乾燥季節或火災發生時商請內政部空中勤務總隊直升機注滿水位，供救火水源。又考量枯水期取水不易，也無法從七家灣溪就近取水，應於附近交通便利之處設置蓄水池，或商借武陵農場內之農用水池，以利縮短空中取水時間。

（四）多重防護效果

「救災視同作戰」，前述「第一防線」除有關葉樹林之防火林帶保護外，透過空中水線模式事先佈置水線，更能有效控制火勢，或增加救火隊員安全。因此，可建置管線（距離約 1,200 公尺，高低差 280 公尺）及壓力調節設施，使水塔水源第一時間送至第一防線（如圖 11），可利用水壓自動噴灑，或人力抵達後加裝高壓幫浦管線延長供水，或使用個人式背負式水袋，再加上空勤總隊直升機對本防線重點投水，發揮多重效果，假若防線有被林火突破危機，可退至下一個山頭之第二防線防火林帶固守，以此類推，全力控制火場在山頭之間的範圍。



▲圖11、消防水塔與第一防線

五、結語

透過實例的探討，發現一些與過去不同的想法。包括：1、防火林帶位置的選擇可參照林火的歷史資料，配合天然阻隔，達到更好效果；2、空中水線的建置，跳脫直接對團火投水的滅火模式，使地面部隊有水可用，有助於樹頭火及殘火處理；3、事先擬定火災好發地區之防救措施，只要火災發生，各部隊都瞭解防線位置及功能，縮短應變時間。

「高山森林救火」是最困難的災害搶救

之一，它位處深山，缺水缺電缺糧食，不僅要面對火災的危險，更要克服寒冷氣候及鮮少人跡的困難地形，真非一般人所能承擔。有鑑於此，東勢林區管理處於 105 年底提出「事先整備防線」新的概念，使得救災更有條理、應變更能迅速、人員更加安全，俾使森林火災的防範工作進入新層次的事前審慎規劃，事中有有效運用階段。▲

參考文獻（請逕洽作者）

附表、武陵地區兩次火災對照

| 發生日期 | 91/05/11（第1次大火） | 105/04/09（第2次大火） |
|------------|--|---|
| 被害地點 | 東勢林區管理處 大甲溪事業區第37、38林班（武陵地區） | |
| 林相 | 人工針闊混交造林地 | |
| 發現時間 | 91/05/11 10:40 | 105/04/09 16:00 |
| 熄滅時間 | 91/05/17 05:50 | 105/04/11 17:30 |
| 救火天數 | 5天19小時 | 2天1小時 |
| 救火指揮官 | 處長 | 處長 |
| 發生原因 | 燃料累積、天氣乾燥，引火整地不慎。 | 燃料累積、天氣乾燥，人為遺留火種不慎。 |
| 被害情形（延燒狀況） | 空照判釋結果，火災波及範圍127公頃，被害面積101.28公頃；臺灣二葉松、青剛櫟及其他闊葉樹林。 | 空照判釋結果，火災被害面積13.88公頃；臺灣二葉松、櫟櫟類及造林地。 |
| 動員情形 | 動員本局、東勢處、南投處、嘉義處、屏東處、羅東處、新竹處、花蓮處、消防隊、警察、雪霸國家公園管理處、國軍特種部隊、森林保育處、民眾，合計1,486人。 | 動員林務局本局、東勢處、南投處、羅東處、消防隊、森林保育處、武陵農場、空勤總隊、國軍特種部隊，合計117人。 |
| 搶救困難因素 | 一、乾燥季節雜草、臺灣二葉松易燃，稍有疏失即引燃，不易防範。 二、因海拔高氣溫低且枯枝落葉富含松脂精油不易腐爛，形成大量燃料累積且連續分布，往往大面積迅速延燒，不易撲滅。 | 一、因前次火災後造成原有林木消失，林地裸露芒草居多，加上季節乾燥，稍有疏失即引燃，不易防範。 二、因多屬輕質燃料，致迅速延燒，火強度瞬間提高，人員無法接近。 |
| 復育方式 | 人工造林 | 自然復育、人工造林 |