

應用在森林火災之研究

林務局林政管理組保林課技士 黃國楨

一、前言

森林發生非期望性火燒現象，不論人為因素或自然原因所引起，對於人類之生活環境或森林保育以及自然景觀生態均造成嚴重破壞，更嚴重會破壞土壤表面並造成土壤沖蝕。因此一旦遇火延燒，未能即時迅速撲滅，勢將瞬時漫延，非巨林木遭受焚毀，且林地因頹失覆蓋，喪失了水土保持功能，進而影響國土保安；由圖1森林火災造成災害來說：



圖1 火災產生相關之災害

由於森林火災之關係影響到人類災害以及破壞地表且使有毒物質透過水文循環，影響整個人類生活環境，其災害可歸納如下：

1. 由於森林火災發生造成人為災害，財產損失。

2. 森林火災破壞地表，改變土地覆蓋物景觀，增加土壤沖蝕。
3. 森林火災產生有毒物質並由輻射物堆集且破壞水文循環。

且以印尼為例，今年印尼森林火災不幸發生於最炎熱夏季，乾旱高溫，迄今以波羅洲之東加曼丹及蘇門達臘最為嚴重，同時在爪哇、蘇威拉西島，以及馬來西亞之彭亨洲也有燎原之勢，使整個印尼、馬來西亞均籠罩煙霧之中，不易消散之煙波及鄰近的泰國，以及新加坡、汶來、菲律賓；空氣惡化造成氣管疾病，眼睛刺痛，甚或死亡，除視線不良帶來生活不便外，也引起交通事故、空難、船難等。顯見森林大火之影響極為深遠。

如何即時撲滅森林火災，是一個重要課題，以林務局為例，即共規劃一千二百二十七條巡邏路線，設置一千八百九十七個巡邏箱，由專人定期巡視林野，且設置四個防火瞭望台，各林區管理處設一般救火隊七十六隊，另再遴選年輕力壯員工施予嚴格救火訓練，編組成立森林火災機動救火隊四十二隊，每隊配備機車、鏈鋸、消防幫浦及無線電對講機等，一有火警通報即迅速馳赴火場救火。林務局為了淘汰陳舊消防器材，更新

引進更實用或動力消防工具，藉以節省人力，提高救火效率，並不斷努力研究改進防火器材及救火技術，如使用直昇機空中支援消防之可行性研究，滅火彈、滅火劑、阻燃劑及快速滅火槍之試用評估，以及在山區廣設儲水設備和最新人工計劃引火（Prescribed Burning）等。

本省林地有二百一十萬餘公頃，佔全省面積百分之五十八，其中由林務局直接管理經營者，國有林班即有一百五十六萬餘公頃，區外國、省有保安林六千餘公頃，合計一百五十七萬餘公頃，佔全部林地面積百分之七十四，在這廣大面積林地上要如何有效率監控或指揮森林火災救火，是一件費時費力與困難度相當高的問題，楊秋霖(1997)指出，以美國而言，由於面積廣大，且森林火災每年帶來無可數計之災難，而有關土地管理單位又多，其各自為政的結果，往往造成資源利用之浪費。因此，美國運用野火防救評估法，且使用科技之地理資訊系統（GIS）與全球衛星定位儀（GPS）技術為輔助，多方搜集火災資料製成圖表，不僅可以減少資源浪費，而且透過電腦整合評估結果，各相關單位可以迅速獲得林火資訊，討論該採取何種救火策略，俾迅速將林火撲滅。

林朝欽(1993)指出，森林火災防救最主要是瞭解森林火災發生之潛在其影響因子，並確認火災危險度較高之地帶，以作平時加強防範重點外，一旦火災發生時可迅速加以掌握，為森林火災防救上不可或缺之資訊。傳統上瞭解森林火災敏感地帶之方法，由過去森林火災記錄加以統計分析，或藉由

救火隊經驗判斷，所能提供之準確性資料較少且無法即時。近年來由於電腦科技發展，不論軟硬體均有許多可運用者，地理資訊系統（GIS）是其中一種甚有用之工具，運用電腦結合地理資料、繪圖、資料庫，可提供多樣化及動態分析及網路路徑空間分析，森林火災上，藉由地理資訊系統可了解林火行為及其影響因子之關係。

本文提出RS、GIS與GPS應用在森林火災監控研究之初步探討，藉由電腦超強運算功能，將目前最先端科技RS、GIS與GPS等應用在森林火災監控上，希望對森林火災之林火瞭解與防止有極大用處，並冀由此技術能夠模擬森林火災之發生，提供管理決策者更多資訊，以期能防止森林火災發生或迅即滅火。

二、RS、GIS、與GPS介紹

（一）遙感探測（Remote Sensing：RS）

遙感探測技術是利用各種感應及獲取地表光譜反射特徵之季節性變化資訊，藉由影像上亮度值之同期性變化，進行宏觀的環境動態監測，例如利用Landsat TM衛星影像之近紅外光波段、AVHRR之中紅外光（2.9—5.8 μ m）進行森林火災面積之推測，及使用紅外光與近紅外光推算植生指數，以植生指數推算災害程度等，此種以遙測資料進行災害調查，將可達到快速掌握災害資訊之目的。

焦國模(1987)指出在森林火災防制上，紅外光影像有兩種作用。一為發現醞釀中之

火災；二為於濃煙之中發現火頭及火之走勢，甚至跳火 (jump fire) 之位置。輻射紅外光是由於目標物所發射之熱量而成像，因此無論是醞釀中之火災或發現之火頭走勢，紅外光掃描均可先期發現，以利救火工作進行。

遙測影像也可使用不同解析力之影像結合以提供地球表面之實際狀況以圖 2 來說，將 SPOT 與 Landsat TM 不同解析力之衛星影像結合然後配合 DTM 可將地表物之真實狀況呈現，變成立體影像圖 2 中綠色部分視為水庫區域範圍。



圖 2 SPOT 與 Landsat TM 結合之影像

(二) 地理資訊系統 (Geographic Information System)

森林地理資訊系統建立，其所建置森林地理資料庫，藉由地理資訊系統分析功能，可模擬森林之空間分佈特性和作路網分析，讓林業經營者得以適時掌握森林資訊狀況：GIS 如在乾旱季節，可將燐火燃燒原理輸入控制變數，由電腦依據所建立之 GIS 推估火災可能發生地點，加強火災高危險度地區重點巡視，一旦有火災發生，可以最快時間提供火災的基本資料，包括林地權屬，地上物

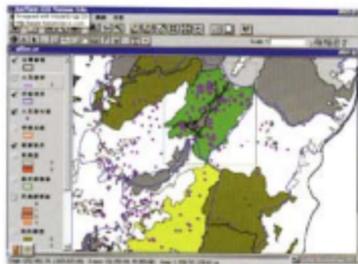


圖 3 整合性國有林資料庫查詢及應用系統

種類、植生覆蓋情形、最近水源位置與供應量、防火線、林道、步道位置供指揮救火人員研擬救火對策。在地理資訊整合方面，可將林班之檢定資料庫及森林火災資料庫與林班基本圖空間資料庫相互結合，求得更多的參考屬性，未來倘能進一步引進 GIS 相關技術，整合其他林業有關資訊，並可應用於森林生態資源保育與多目標經營實務上。在使用地理資訊系統方面，目前常使用之地理資訊系統軟體，包括有 ERDAS、MAPINFO、ARC/INFO 等軟體，而林務局目前使用者為 ARC/INFO 軟體，例如林務局本身發展出之整合性國有林資料庫查詢及應用系統如圖 3。

GIS 地理資訊系統不但可將圖籍資料作成向量式圖檔資料，且可透過數化建檔將全省之土壤圖、坡度、坡向、林相圖及平台、儲水池、防火線等相關救火資訊放入系統如圖 4：



圖 4 地理資訊系統

而且更可將影像對位放入地理資訊系統內，將向量式資料與網格式資料整合成一地理資訊與衛星影像結合系統，如此在資料更新上，更可做到即時更新資料，圖 5。

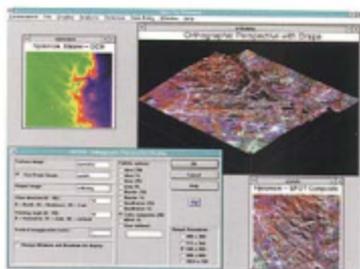


圖 5 地理資訊系統與影像結合

(三) 全球衛星定位系統 (Global Positioning System)

所謂 GPS (Global Positioning System：全球衛星定位系統) 它是一個以軍事導航衛星為基礎，利用繞極衛星的一種持續性的定位系統。這原是美國國防部 GPS 以 24 顆繞極衛星【Navistar】提高定位精度系統所發展出來，繞極衛星距離地球上空大約 12,600 哩，運行週期約為 12 小時，由衛星原子鐘產生 C/A 電碼與 P 電碼，並調制在 L1 載波 (1575.42 MHz)，和 L2 載波 (1227.60 MHz) 讓 GPS 系統接收。在供民間使用上，美國國防部在此系統加入 S/A (Selective Availability) 效應干擾，使定位上產生誤差；因此做某些試驗上如需定位準確提高，需利用插分定位法 (Differential GPS) 或相關位置定位 (Relative Positioning) 來達到 2 至 5 公尺內定位精度。

林務局直接管理經營國有林班有一百五十六萬餘公頃，區外國、省有保安林六千餘公頃，合計一百五十七萬餘公頃。在這廣大面積上，無論造林地與租地管理、林型圖更

新、保育之野生動物與貴重木調查及永久樣區設置、盜伐、濫墾取締、護管人員巡視以及森林火災防治等，都急需知道其地籍正確位置與發生地點。因此定位科技 (Position Techniques) 是林務局推展重點。林務局在今 (八十六) 年度共購買了 14 部 GPS 接收儀器，爲了提高精確度，並在林務局樓上與嘉義林區管理處架設二部基站台；基站台設置最主要目的，是使移動式 GPS 透過差分能使定位，可提高精確度達至 2 到 5 公尺以內。基站台情形如圖 6，八十七年度預計將再購買 14 部全球衛星定位接收儀。八十六年度購買之 GPS 爲 Trimble Geo Explorer (II) 重量輕，攜帶方便，機體可防潮防雨淋，且可全天使用。整合天線、接收儀、記錄器與顯示器於一體，人機

界面簡單，容易學習，且可記錄特徵 (feature) 及屬性 (attribute information) 資料，差分後，精度可達 2.5 公尺。其機型如下圖 7：

GPS 接收儀軟體爲遠定位精確度，使用

Trimble Navigation 公司發展



圖 6 基站台設置



圖 7 Trimble Geo Explorer (II) GPS
GPS 大小：173L X 8W X 4Hcm；重量：0.4Kg；
記憶體容量：1/4MB
以 RS232 埠傳輸，6 頻道平行/順時序接收 L1、C/A
電碼

GPS Pathfinder Series 軟體，其軟體可做製圖、差分與 GIS 輸出等並且與 GIS 之軟體如 ARC/INFO, AutoCAD, Intergraph GME, ERDAS, 和 GRASS 結合。

三、RS、GIS及GPS應用在森林火災監測系統

森林火災之監測是透過電腦將森林火災現場予以監視並偵測火災發生之機制，使林務局指揮中心能一目瞭然知悉火災現場之狀況，且給予正確滅火指示。森林火災監測系統如下表示：

(一) 森林火災監測系統畫面

決定火災區域

1. 森林火災快報系統 (輸入森林火災快報資料)

2. 事業區林班系統 (輸入林班)

3. TM 座標系統 (輸入 EN 座)

確定火災區域

(二) 功能分析

1. 圖層選項

由下列圖層選擇取選項：

(1) 林班基本圖 (事業區、林班、小班界；一林班別顯示之基本單位為小班)

(2) 道路圖 (公路、產業道路、林道、步道)

(3) 水系圖 (河流、小溪)

(4) 林政管理圖 (林區、工作站管轄範圍；巡山員責任區)

(5) 一般行政區域圖 (縣、鄉、鎮、村界及重要村落名)

(6) 防火線位置圖

(7) 等高線圖

(8) 1/5000 圖幅圖

(9) 影像資料 - 航空照片或衛星影像

(10) 救火水源圖

(11) 救火器材儲存位置圖

(12) 直昇機可能降落點 (平台) 或空投點

(13) 歷年火災發生位置圖

(14) 救火人員位置圖

(15) 火災現況位置圖

2. 即時資訊輸入

(1) 救火人員位置圖 - 利用 GPS 及無線電回報將救火人員位置即時顯示

(2) 火場現況位置圖 - 利用前方交會法或螢幕掃描方式決定火場擴大情形

(3) 影像資料 - 航空照片或衛星影像

3. 即時分析

(1) 估計到達火場位置所需時間

(2) 最近路徑分析

離火源最近之水源

救火器材儲存位置

直昇機可能降落點或空投點

4. 災情評估

(1) 火場面積估計

(2) 火場損失評估

5. 螢幕顯示管理

(1) 放大或縮小

(2) 中心移動 (圖形平移)

(3) 立體顯示 --- 配合數值地形資料

6. 輸出資料

(1) 森林火災記錄輸出

(2) 螢幕顯示輸出

7. 離開

四、結論

本計畫森林火災監測系統目前尚屬規劃階段，以目前科技言，將遙感探測、地理資訊系統及全球衛星定位系統應用於森林火災是一種趨勢，利用遙感探測透過衛星或空中掃描 (Airborne) 之中紅外光波段能夠偵測火災發生地點與位置以及初步發生火災面積；利用地理資訊系統能夠掌控屬性資料，知道火災地點坡度、坡向、地上覆蓋植生種類以及救火線林道儲水池等資訊及模擬森林火災情形；全球衛星定位系統，更能發揮火災確實地點所在，使救火人員可以清楚知道位置所在。在森林指揮中心由於有 GIS、RS、及 GPS 能夠即時了解林火情形，更能掌控森林救火關鍵，使林火能迅即撲滅，減少災害發生並維護財產與生命安全。

五、謝誌

本文感謝林務局資訊課鍾技正提供整合性國有林資料庫查詢與應用系統資料、邱新榮博士提供森林火災監測系統資料、林務局保林課楊課長秋霖對森林火災救火防治觀念指正，特此致謝。

