

航測技術應用於森林火災調查.....

實務問題之探討

◎顏添明／林務局農林航空測量所技佐

一、前言

依 American Society of Photogrammetry (1975)指出，廣義之遙感探測(Remote sensing)為不需實際接觸研究目標，即可直接測度或蒐集資訊之技術。因此航空攝影測計學(Aerial photography)可視為廣義之遙感探測學的一種，目前所常使用之航空攝影技術乃以飛機(飛行器)為載台，攝影機(照像機)為載具，經由空中攝影成像之原理取得相關資訊的一種技術。

航測技術於二十世紀初期已開始發展，由於軍事用途之需要，使該技術得以蓬勃發展，於第一、二次世界大戰期間已廣泛地使用航空攝影技術蒐集敵情資料，而將其應用在森林領域僅不過是數十年間的事，諸如農林資源及重大災害調查、土地利用型分類、林分密度及蓄積量之判釋、森林區界及林道系統分布之界定、林業相關圖籍之繪製等，用途廣泛不勝枚舉。部分學者或將應用於森林領域之航測技術

稱之為「森林航空測計學」，但就其本質而言，實為航空測計學之應用。

本省應用航測技術於農林災害調查行之有年，鑑於各種重大農林災害中，尤以森林火災對生態環境所造成之衝擊為甚，故本文以森林火災為題，探討近年來本省航測技術在應用上之相關實務問題，以提供各界參考。

二、森林火災所造成之影響

根據統計及調查資料顯示，台灣森林火災幾乎是由人為因素所引起，且高達火災發生比例之95%以上(中華林學會，1994)，就八十七年度而言，依農林航空測量所(1998)調查之三起森林火災案件顯示，災害所波及面積高達571.60公頃。雖森林火災並非百害而無一利，其所造成之影響至今仍存有不同層面之評價，但終究是弊多於利，茲列舉以下不同觀點說明之。

(一)以經濟觀點而言，森林火災於短時間內即可造成大面積地上物林木之毀損，導致經濟價值損失，若波及珍貴稀有之植物其價值更是難以估計，故其對經濟所造成之衝擊顯而易見。

(二)以生態觀點而言，森林火災對生態所造成之衝擊非常廣泛，包含各不同之層面，除了林木及植生外，其他諸如影響野生動物棲地、改變土壤結構、影響養分循環、累積有毒物質等，且由於林火燃燒所釋放出之 CO_2 會促進地球之溫室效應 (Greenhouse effects)，對生態環境所造成之衝擊甚鉅。

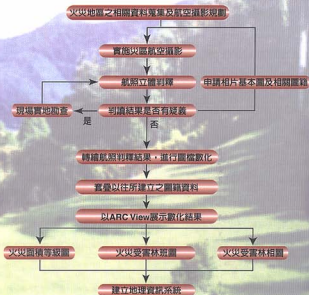
(三)以森林保護觀點而言，森林火災之發生地點常位於高山僻遠之處，人員車輛難以到達，若再加上氣候乾燥及風勢助長，救災工作常難順利進行，故森林火災發生後短時間即會迅速蔓延，致使火災波及之面積遼闊。

點可知，森林火災不論對於經濟或生態等各方面所造成之影響很大，且由於山區之救火工作困難，致使災害易於蔓延，一發不可收拾。

三、森林火災之調查流程及資料庫之建立

有關森林火災發生後航測作業調查及圖檔資料庫建立之流程以圖1表示之。

圖1之流程大致可區分為四個階段，茲分述如下：



由以上不同之觀

圖1 森林火災發生後航測作業及資料庫建立之流程

第一階段為森林火災發生後相關資料蒐集及航空攝影之規劃。蒐集相關資料之來源包括：(一)由電視、報紙等大眾傳播媒體之報導得知火災之最新消息。(二)由發生火災轄區之林區管理處蒐集相關現場照片資料，以瞭解火災之概況。(三)由林務局林政組蒐集森林火災快報，包括起火時間、起火原因、火災控制時間及熄滅時間等，以瞭解整個火災之過程。當以上相關資料蒐集完成後即展開航空攝影規劃，包括拍攝照片區域、時間、飛航高度、採用像片種類、預計拍攝照片數量等做詳盡之計畫。一切準備就緒後可預先調借各種相關的圖籍資料，如 1/5,000 像片基本圖、1/5,000 林區圖、及國有林經營檢訂資料等，備供參考。

第二階段為實施空照作業，當第一階段之資料準備齊全後，即按原定之計畫實施空照作業，惟空照作業受天候影響很大，故需選擇適合拍照之天候進行，以擷取災區之航照資料。

第三階段為航照判釋作業，於航空攝影完成並將照片沖印完成之後，即可實施火災區域之判釋工作，經航空攝影所得之照片，需由經驗豐富之判釋人員判釋火災區域之嚴重等級，在判釋時常需參酌歷年來之航照資料以佐證判釋結果，若面臨判釋不易之處則需赴現場校對，增加判釋之精確度。

最後階段為判釋轉繪、圖形數化、圖檔整合及資料庫之建立，將以上所得之判釋結果轉

繪至 1/5,000 林區像片基本圖，以 ARC/INFO 地理資訊系統軟體進行圖檔數化作業，完成之後以 ARC View 軟體整合，供展示及套疊之用，並將所得之結果建立資料庫，俾供往後分析及查詢。

四、森林火災判釋相關問題之探討

森林火災判釋結果之良窳，可歸因以下兩大主因，其一為判釋人員之經驗及專業素養；其二為照片之品質與種類。判釋人員在經過一定訓練及具備充足經驗之前提條件下，對良好航空像片之判釋可達一定的精確程度，故像片品質及種類在航照判釋過程中有著決定性的影響。有關航空攝影及像片沖洗，遵照一般正常之標準作業程序即可控制其品質，因此像片在判釋過程中扮演著重要的角色。由近年來農林航空測量所(1993、1997、1998)之專刊可知，拍攝森林火災之航空像片大致可分為三種，即黑白、彩色及彩色紅外線像片，茲分析比較此三種像片之特性，所得之結果以表 1 表示之。

由表 1 可知，黑白像片所呈現之影像為灰階之實像，於判釋災區時需就其組織、結構、色調與未波及之區域相互比對，就其色調之差異而言，較難直接由像片上判釋得到理想之結果，常需借調以往之航照資料佐證，以界定災區之面積及受害等級，然在所需費用考量上，價格較其餘二者便宜是其優點，故黑白像片迄今仍廣泛應用於火災之判釋。

表1 黑白、彩色及彩色紅外線像片特性之比較

特 性	黑白像片	彩色像片	彩色紅外線像片
呈 像	黑白反相實像	彩色實像	偽色像片
判 釋 準 則	由像片物體之組織、結構及反照判釋受災區域。	由像片物體之組織、結構及色彩判釋受災區域。	由像片物體之色彩判釋受災區域。
三者判釋難易	難	中	易
所需費用之比較	較低	較高	較高

彩色像片所呈現之影像在物體之組織、結構等和黑白像片具相同之特性外，尚富色彩之變化，由於其所呈現之影像和高空狀態肉眼所視之影像相同，故可由災區所呈現之色彩判釋受災區域，如災區之所呈現之色調較未受波及區域為深(綠色)，因此在判釋上較黑白像片容易。

彩色紅外線像片所呈現之影像為偽像，焦國模(1989)指出，當植物體受害後細胞及組織受到破壞，即會有部分失去對紅外光之反射能力，但健壯之綠色植物則對紅外光具很強的反射能力，故由底片感光之結果可明顯地區別受害和及健壯之林木。由農林航空測量所(1993)所拍攝之彩色紅外線像片可知，於火災受害區域所呈現之影像為藍色，可明顯地和未受害區域之紅色形成強烈對比，故其在判釋上較前二者容易，然而價格較為昂貴是其缺點。

五、航測應用於森林火災之檢討與展望

(一) 應用航測技術調查森林火災，於短期間內即可獲得災區之重要資訊，可達節省人力物力之效。

(二) 航測技術判釋森林火災區域成效之良窳，和攝影技術、像片比例、像片種類、沖片技術及判釋人員之經驗等有著密切的關係，因此要得到良好的判釋結果必需要求以上之各項因子達一定之水準。

(三) 航空攝影所採用之像片種類和判釋之難易有關，其中黑白像片之判釋難度較高，需借助經驗豐富之人員來判釋，而彩色像片及彩色紅外線像片則較容易判釋，在成本允許之條件下，可以採用後者為主，前者為輔相互配合。

(四) 由於山區環境及植生變化性很大，故森林火災之判釋工作，對於災害邊界難以明確判釋之地帶，仍宜進行災區之地面勘測工作，以釐清災害界線，佐證判釋結果。

(五) 航測技術判釋火災雖為目前所廣為採用的方法之一，但對於大面積之森林火災區域，遙測影像亦可提供相類似之功能，故未來應可同時以此二者來判釋災區，達相輔相成之功效。

(六) 森林火災地理資訊系統之建立，應著重於基礎資料的建檔工作，而此工作端賴正確

之火災區域判釋結果，因為基礎資料之正確性攸關往後資料庫的有效性及可靠性，因此判釋工作在整體航測作業上扮演著舉足輕重的地位。

(七) 對於火災區域之相關像片及由地理資訊系統所建立之圖檔資料，請逕參考農林航空測量所(1993、1997、1998)之專刊，本文不另增列。

(八) 森林火災資料庫之建立為一長期性工作，當災害發生後即應進行資料庫之更新，而有效維護及管理資料庫，使其在後續分析及應用上能達最佳效率，發揮該資料庫之最大功能，實為往後所應努力的目標。

六、結語

森林火災對生態環境所造成之影響重大，於災害發生後需評估災害所造成之影響，故需廣泛蒐集各種災區資訊，諸如火災受害面積、受害程度等級及林相等，應用航測技術可有效判讀這些資訊，且由於航測技術於短時間內即可迅速擷取所需之相關資訊，因此航測技術於發展之後，迄今已廣泛的應用在森林火災調查。隨時代進步，不論是航測技術或儀器均有所進步，且像片在選擇上也更具多元性，其中彩色紅外線像片尤具特殊之效果，而結合相關電腦科技可達迅速數位化及整合相關圖檔，俾供建立資料庫及提供做為後續分析及評估之用。

七、參考文獻

1. 中華林學會 1994 認識森林火災。中華林學會叢書第 941 號。
2. 林務局農林航空測量所 1993 應用航測技術辦理臺灣地區農業災害調查。林務局農林航空測量所叢刊第 84 號。
3. 林務局農林航空測量所 1997 應用航測技術辦理臺灣地區農業災害調查(八十五年度、八十六年度)成果報告。林務局農林航空測量所叢刊第 92 號。
4. 林務局農林航空測量所 1998 八十七年度農業災害調查及航攝資料庫建檔計畫成果報告。林務局農林航空測量所叢刊第 97 號。
5. 莊阿清 1993 應用航測技術探討森林火災對八通關草原區植生之影響。臺灣農業。29 (4):56-61。
6. 焦國模 1989 森林航空測計學。國立編譯館印行。
7. American Society of Photogrammetry 1975. Manual of Remote Sensing. American Society of Photogrammetry. ■