

**Preliminary study on activity patterns of Formosan black bears  
(*Ursus thibetanus formosanus*) in Yushan National Park, Taiwan**

Mei-Hsiu Hwang<sup>(1,4)</sup>, Ying Wang<sup>(2)</sup> and David L. Garshelis<sup>(3)</sup>

(Manuscript received 08 October 1999; accepted 01 February 2000)

**ABSTRACT:** From October 1998 to April 1999, six (1 female and 5 males) bears (*Ursus thibetanus formosanus*) were captured and radio-tracked in Yushan National Park. Except one subadult, all bears continued to stay and concentrate in the acorn (*Cyclobalanopsis glauca*) forest at Daphan until early January in 1999. Data from radio-tracked bears showed that they did not hibernate in winter. From 2,320 radio telemetry activity readings at 30-min intervals, we found bears could be active both in the day and night time with the lowest and highest activity level at 4:00 hr (0.43) and at 6:00 hr (0.72), respectively. The mean daily activity level was 0.59 (n = 40 complete 24-hour cycles), with the highest peak (0.66) in November and December and the lowest (0.41) in March. Bears generally had a high daily activity level 0.65 (range=0.53-0.79, n=26) while staying at Daphan (November-January), and had dominant daytime activity with a lower daily activity level, 0.47 (range=0.17-0.63, n=14) after leaving the site (February-April).

**KEYWORDS:** Formosan black bear, *Ursus thibetanus*, radio-tracking, activity pattern, activity level.

(1) Conservation Biology Program, University of Minnesota, St. Paul, MN55108, USA.  
 (2) Department of Biology, National Taiwan Normal University, 88, Sec 4, Tingchou Rd., Taipei, 117 Taiwan, Republic of China.  
 (3) Department of Natural Resource, Minnesota. 1201 E. Highway 2, Grand Rapids, MN 55744, USA.  
 (4) Corresponding author.

**雪霸國家公園衛星遙測系統之建立**

陳乃宇<sup>(1)</sup>、陳哲俊<sup>(2)</sup>、張立雨<sup>(3,5)</sup>、許美玲<sup>(4)</sup>

(收稿日期：1999年12月9日；接受日期：2000年2月2日)

**摘 要**

遙測資料基本上可提供大範圍、多時性、及數位化的環境資料，同時具備可自動化分析之特性。全面性的利用遙測於環境的監測及應用是世界各國目前的趨勢。本計劃整合空間性資料及衛星遙測資料於雪霸國家公園管理上，主要完成遙測影像資料之收集、查詢、展示系統，及森林火災衛星影像判識系統之建立，此外並提供衛星影像飛行模擬產品以作為森林遊憩導覽之用。

**關鍵詞：**遙測影像，地理資訊系統，飛行模擬產品。

**一、前 言**

國家公園保護區內珍貴的生態體系與景觀資源以及人文史蹟是非常重要的自然資源，因此在保護區內的環境以及保育問題在實際上涉及全面性，系統化的資料收集。遙測基本上可提供大範圍、多時性、及數位化的環境資料，同時具備可自動化分析之特性。全面性的利用遙測於環境的監測及應用是世界各國目前的趨勢。而在國家公園管理上，衛星遙測的應用從森林火災的監控與預防到遊憩活動的導覽，均可有廣泛的運用。在本計畫中，主要在遙測影像的收集與查詢及展示系統之建立。並且在現階段提供森林火災衛星影像判識系統，此外並提供衛星影像飛行模擬產品以作為森林遊憩導覽之用。

**二、材料與方法**

(1) 國立中央大學太空及遙測研究中心，桃園縣 32001 中壢市五權里 38 號。  
 (2) 國立中央大學太空及遙測研究中心，桃園縣 32001 中壢市五權里 38 號。  
 (3) 國立中央大學太空及遙測研究中心，桃園縣 32001 中壢市五權里 38 號。  
 (4) 內政部營建署雪霸國家公園管理處，台中縣 42344 東勢鎮東關街 615-20 號。  
 (5) 通信聯絡員。

本計劃結合遙測衛星影像處理技術與地理資訊系統，以中央大學太空及遙測中心所接收之衛星資料為材料，蒐集自民國 81 年 7 月 1 日雪霸國家公園管理處成立以來可供使用之衛星遙測影像，並發展查詢與展示系統，以簡化衛星影像在取得與利用上之程序，並且可由使用者進行衛星影像之判識，並且產生向量資料檔案，作為後續之利用。開發森林火災判識系統，以期能達到在森林火災發生地區，可對林木破壞之面積與程度能做有效之管制。

此外，計畫中將對雪霸國家公園地區進行飛行模擬動畫製作以作為森林遊憩導覽之用，預計將製作 14 個飛行路徑。

衛星遙測資料具有下述四種主要特性：

### 1. 多光譜

衛星遙測的感測器主要是利用多波段來獲取地表的輻射能量，這樣就可以把地物波譜的微弱差異區分並記錄下來，以供使用者進行研究及應用。上述資源衛星多光譜感測器的波段範圍都是經分析了大量地物波譜特徵所決定的。波段和可能辨識的地物說明如下：

- 0.45 – 0.52  $\mu\text{m}$  – 藍波段，水體穿透力強，有助於近海水域製圖。也可用於土壤及植物的辨別。
- 0.52 – 0.60  $\mu\text{m}$  – 綠波段，對於健康茂盛植物的綠色反射值敏感。
- 0.63 – 0.69  $\mu\text{m}$  – 紅波段，為葉綠素的主要吸收波段，用於區分植物種類及覆蓋度。
- 0.76 – 0.90  $\mu\text{m}$  – 近紅外波段，用於區別植物類別，水體。
- 1.55 – 1.75  $\mu\text{m}$  – 中紅外波段，反映土壤濕度，植物含水量，也可用於區分雲和雪。
- 2.08 – 2.35  $\mu\text{m}$  – 中紅外波段，辨別岩石，地質類別，同時對於植物的含水量敏感。
- 10.4 – 12.5  $\mu\text{m}$  – 熱紅外波段，主要是監測有關熱的特徵及相關應用。

### 2. 空間性

遙測從一個大範圍的角度來偵測整個地表環境，所涵蓋的範圍是個 2 度空間的大面積，不像地面調查是以點或線為主，因此遙測提供了人類重新認識地表的機會。此外某些衛星遙測還可提供立體像對，以供觀察立體地面，描繪等高線及建立數值地形模型 (DTM)，增加衛星遙測從平面進入立體的可能性。

### 3. 多時性

衛星遙測可提供歷史性和週期性的資料，因此對同一地區可進行動態變遷的偵測。國內過去因遙測資料的取得有實際的困難，但接收站成立後，累積了台灣地區相當多的遙測資料，因此各種環境的動態變遷資訊也漸漸建立起來了。週期性的遙測資料也可做為地形圖的更新，由最新的遙測資料和已過時的地形圖比較可找出地表變化的部份，因此地形圖只要更新變化的部份而不須全面性的更新，如此可節省大量的人力，時間，金錢，同時可加速地形圖更新的速度。

### 4. 數位化

衛星遙測資料的原始形式即是以數位化的格式記錄。因此有利於電腦處理和發展自動化的影像辨識方法。也因為是數位化的資料，所以可獲得一定精度的定量分析結

果。目前衛星遙測資料之應用正走向資料整合及綜合分析和各種遙測及空間資料的互相配合，大大的提高遙測實際應用的範圍。

裝載感測器的遙測平台相當多，但以飛機及衛星的使用較為普遍。飛機因為飛行高度，涵蓋範圍和不定週期的特性，對於大範圍環境變遷的持續監測有實際應用的困難。衛星遙測因具有綜觀，動態及多時的特性，因而成了大範圍環境監測的有效工具。以下針對本計劃使用之 SPOT 衛星及其感測器作一簡要的說明。

SPOT 是法國所發射的資源遙測衛星。已陸續在 1986 年，1990 年及 1993 年發射了 SPOT 1，SPOT 2 及 SPOT 3。其中 SPOT 3 在 1996 年故障，所以只剩 SPOT 1 和 SPOT 2 在運轉中。SPOT 所攜帶的感測器可接收多光譜及全色態 (黑白) 的資料，同時也具備垂直及傾斜的觀測能力，可在不同軌道掃描重疊產生立體像對，因此提供立體的觀測及量測地面，同時也可縮短掃描同一地區的週期。表 1 為 SPOT 及其相關的資訊。

表 1. SPOT 及感測器之特性

感測器	光譜範圍( $\mu\text{m}$ )	解析度(m)	週期(天)	涵蓋範圍( $\text{km}^2$ )	飛行高度(km)
多光譜	綠 0.50-0.59	20	26/3-5	60 × 60	822
	紅 0.61-0.68				
	近紅外 0.79-0.89				
全色態	0.51-0.73	10			

在本研究中所進行的主要步驟可區分為下列六項：

### 1. 衛星遙測影像資料收集

將由本中心接收所得之 SPOT 衛星影像為主，查詢並選擇可供計畫使用之遙測影像，並進行影像之正射化處理與影像合成之手續，產生可供使用者判識之影像。

### 2. 遙測影像查詢與展示系統之建立

計畫中開發可供使用者同時以表格屬性與空間條件設定之方式查詢所購買之衛星影像，並且可直接進行展示與疊合。

### 3. 提供使用者進行影像判識與數化界面

使用者可直接進行影像判識並進行數化之過程，進而得到向量化之判識結果並加以記錄之，以作為後續查詢之用。

### 4. 森林火災監控系統

利用前面所開發之影像判識系統，可建立森林火災發生之歷史記錄，包括發生範圍、位置、衛星影像及其他相關資料庫系統。進而可依需要設定條件進行查詢與分析。

### 5. 衛星影像變遷判識系統

本系統依 SPOT 衛星光譜之特性，計算出植被指數(NDVI)為判識變遷之依據。由於感測器所收到的植被光譜反應往往會受到植被本身的特性、背景土壤、觀測時的幾何狀況和大氣狀況等因素的影像，所以若單純以各波段的光譜反應來分析植被

資源的狀況，在應用上及判斷評估上可能會相當複雜而不方便，所以如何將各個波段的光譜反應值簡化成為一個數值，即一般所稱的植被指數。植被指數 (Vegetation index) 因與植生參數 (Vegetation parameter)、如綠葉面積 (Green leaf area)、生物量 (Biomass)、覆蓋度 (Percent green cover)、生產力 (Productivity) 及光合作用 (Photosynthetic activity) 等有強度相關，故研究者甚多。美國在 1989 年即利用植被指數進行森林火災之管理，及控制風景區之人類活動量等 (Robert et al., 1996)。在台灣方面有光譜指標在環境變遷檢測上功效之研究 (林金樹, 1984)、森林光譜特性推估林分鬱閉度之研究等 (焦國模、郭振陵, 1992)。

一般的光譜植被指數最常使用的波段是紅光段和近紅外光波段，對植被而言，在紅光段和近紅外光波段中的反射率值相差最大。故本系統利用 SPOT 影像上的兩波段進行加減比值來估計植被指數  $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$ ，進而推算出相同地表在不同時期之 NDVI 差值，當其 NDVI 差值有相當之變化時，即為不同時期影像有所變遷之區域。使用者依據森林火災發生之歷史記錄，以不同時期的衛星影像計算其 NDVI 差值降低之值達到某一門檻值時，即視此區域為火災發生的區域，故依此準則系統會自動判識不同時期衛星影像變遷的結果。

一般來說應用不同時期之 SPOT 衛星影像計算 NDVI 變化值來達到偵測植被減少之目的時，其門檻值設定約在 -0.10 ~ -0.45 之間，但使用時須注意植被之變化是否有其他人為或季節變化之因素參雜其中，造成判釋結果與實際發生火災區域有所誤差之情形。

6. 飛行模擬動畫製作

飛行模擬動畫製作系依據透視成像之原理，在預設之路徑與觀測角度上製作一連串之三維景觀模擬影像後，再加以連結並轉換為動畫之結果，計畫中將對雪霸國家公園地區進行飛行模擬動畫製作以作為森林遊憩導覽之用，總計製作 14 個飛行路徑，最後再將相關路徑加以連接，最後以之 5 個節目段加以展示。

三、結 果

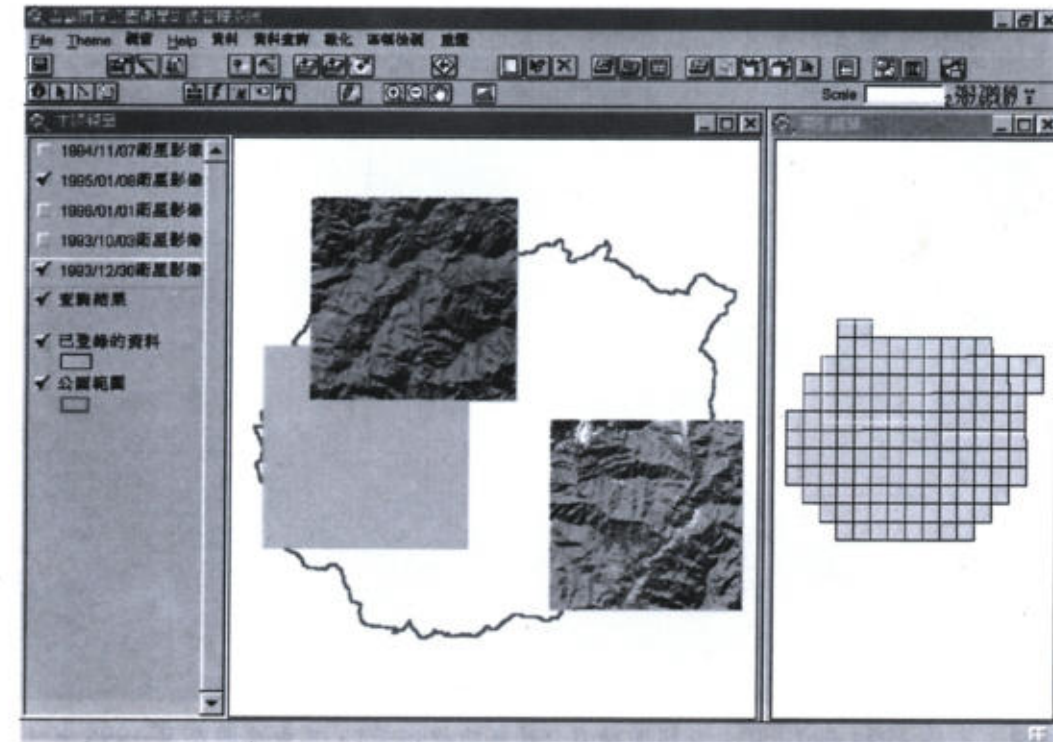
第一部份：雪霸國家公園影像模組化管理系統 (陳乃宇、陳哲俊, 1999)，如圖一所示，其中共計完成 13 個模組如圖二所示，並查詢自 82 年至 86 年期間園區內火災發生前後之 SPOT 衛星影像，共選購十二幅 15km\*15km 及一幅 50km\*50km 之多光譜與全色態影像，並製作高解析之合成影像。

第二部份：森林火災判釋應用實例說明

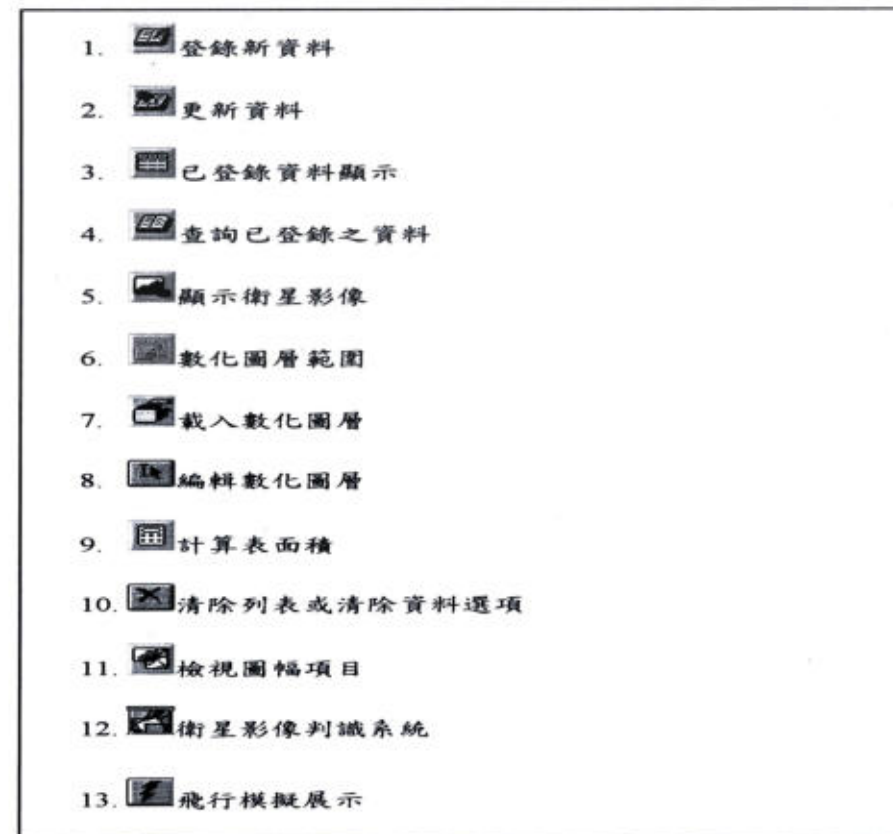
在雪霸國家公園環山地區於 1994 年 12 月與 1995 年 12 月發生了火災，在本計畫中即應用所開發之衛星影像系統針對此兩案例進行分析。

1. 環山南區 1994 年 12 月火災調查分析

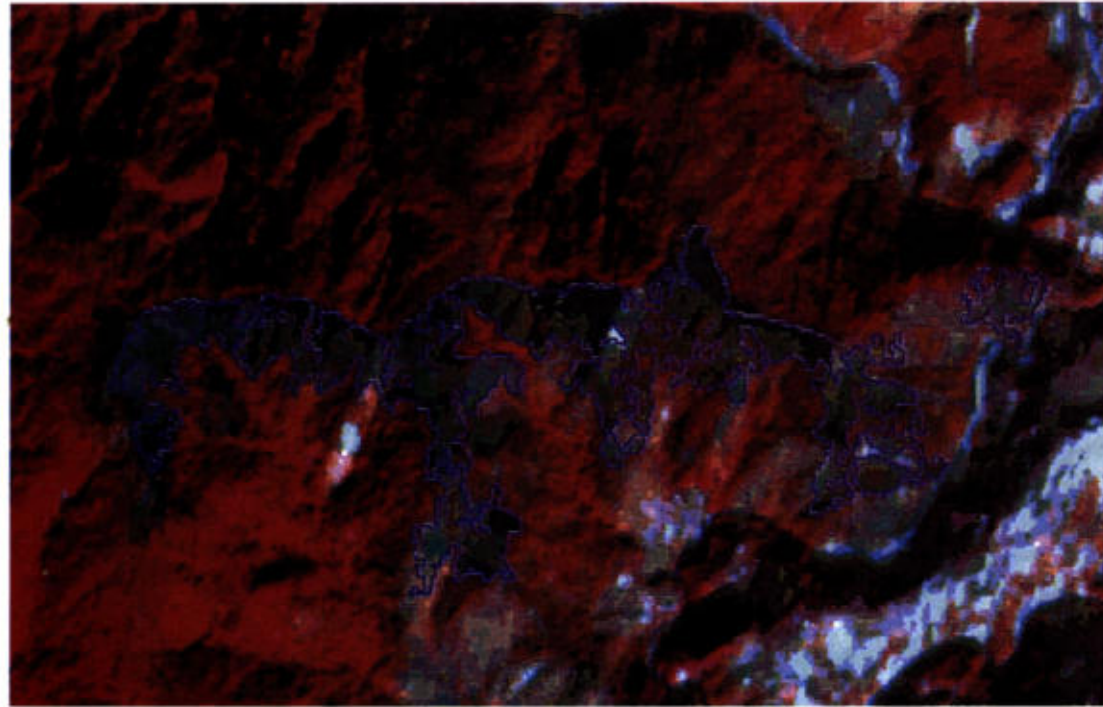
針對日期為 1994 年 11 月 7 日與 1995 年 1 月 8 日之 SPOT 衛星影像，進行相關變遷判釋。在計算兩時期衛星影像之 NDVI 差值後，取 NDVI 差值小於預設門檻值之區域為因火災而造成植被消失之範圍，進而得到圖三之火災範圍邊界 (藍色線條所示)，其中底圖套疊 1995 年 1 月 8 日 SPOT 衛星影像供作參考。其中判釋火災發生範圍表面積約為 169.8 公頃。圖四為將火災範圍邊界與相關 GIS 向量圖層加以



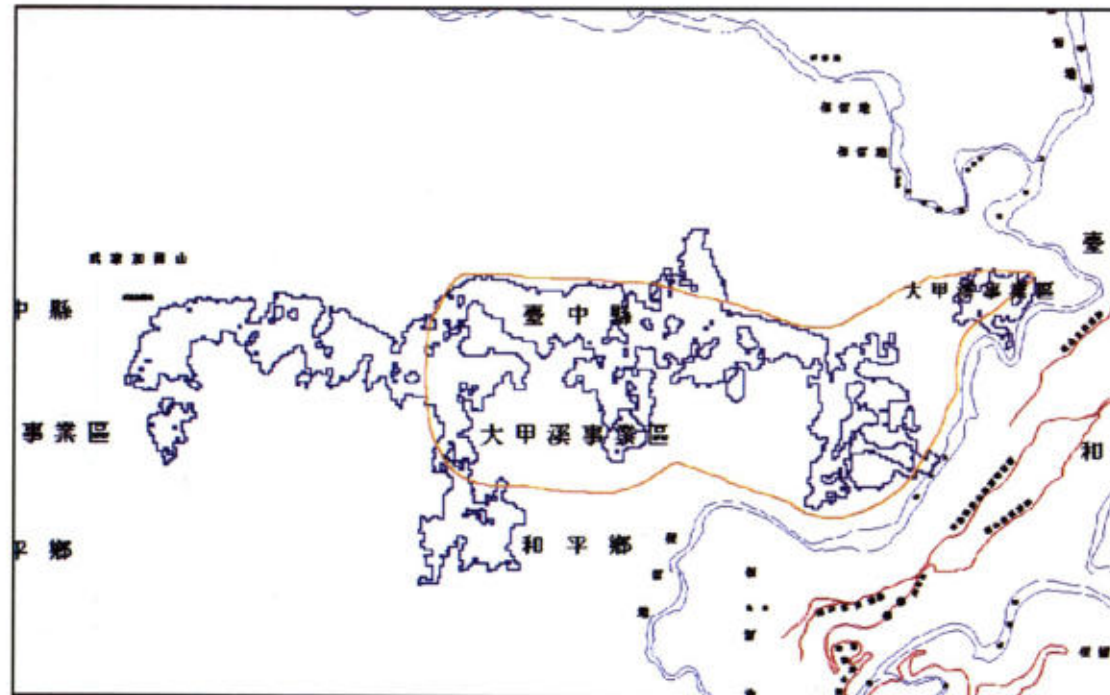
圖一、雪霸國家公園影像模組化管理系統



圖二、研究中所開發之模組



圖三、環山南區 1994 年 12 月火災範圍邊界 (藍色線條所示)，其中底圖套疊 1995 年 1 月 8 日 SPOT 衛星影像供作參考。其中判釋火災發生範圍面積約為 169.8 公頃。



圖四、將環山南區 1994 年 12 月火災範圍邊界與相關 GIS 向量圖層加以套疊，以顯示其相對位置關係。其中附上說明環山地區火災發生相關報告 (陳乃宇、陳哲俊，1999) 中所提供之火災範圍 (橘色線條所示)，以供參考。

套疊，以顯示其相對位置關係。其中附上說明環山地區火災發生相關報告 (陳明義，1997) 中所提供之火災範圍 (橘色線條所示)，以供參考。

## 2. 環山南區 1995 年 12 月火災調查分析

針對日期為 1995 年 11 月 25 日與 1996 年 1 月 1 日之 SPOT 衛星影像，進行相關變遷判釋。在計算兩時期衛星影像之 NDVI 差值後，取 NDVI 差值小於預設門檻值之區域為因火災而造成植被消失之範圍，進而得到圖五之火災範圍邊界 (藍色線條所示)，其中底圖套疊 1996 年 1 月 1 日 SPOT 衛星影像工作參考。其中判釋火災發生範圍面積約為 119.1 公頃。圖六為將火災範圍邊界與相關 GIS 向量圖層加以套疊，以顯示其相對位置關係。其中附上說明環山地區火災發生相關報告 (陳明義，1997) 中所提供之火災範圍 (橘色線條所示)，以供參考。

## 四、誌謝

本研究計劃之經費由雪霸國家公園管理處提供，特此致謝。

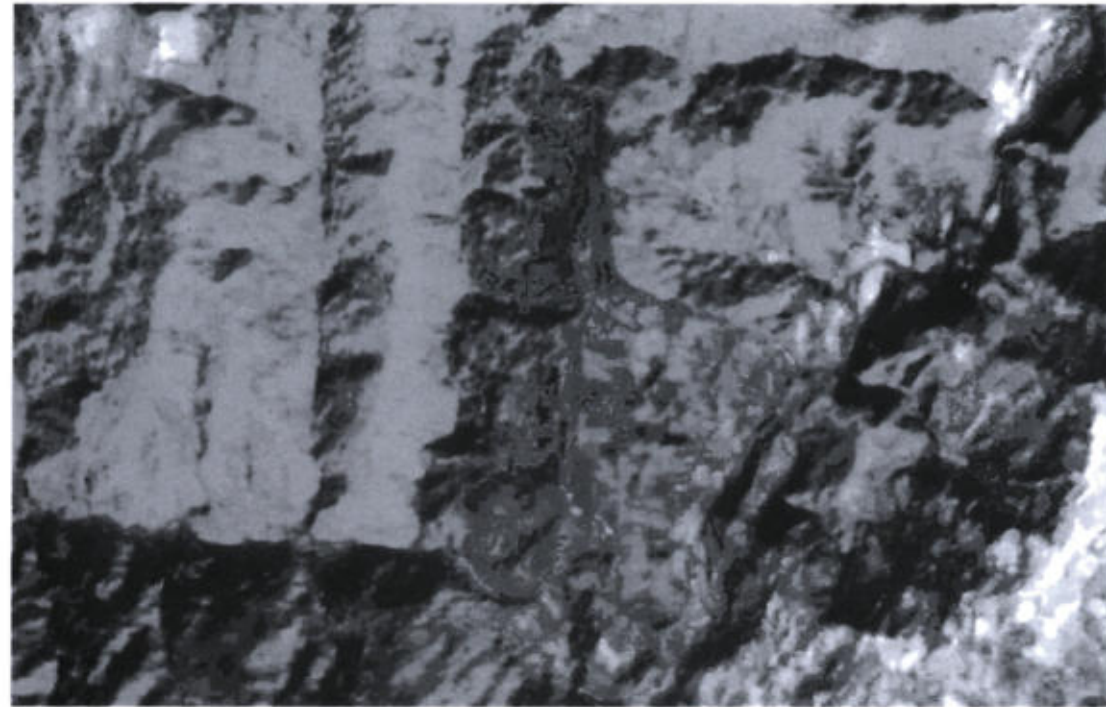
## 五、結論

由於雪霸國家公園地處台灣高山地區，在國家公園的管理上，透過現場調查必是困難重重，以現今的遙測技術可由衛星影像之波譜特性推估不同時期之地貌變化，故利用遙測影像之即時資訊對大環境作監測已成未來之趨勢。

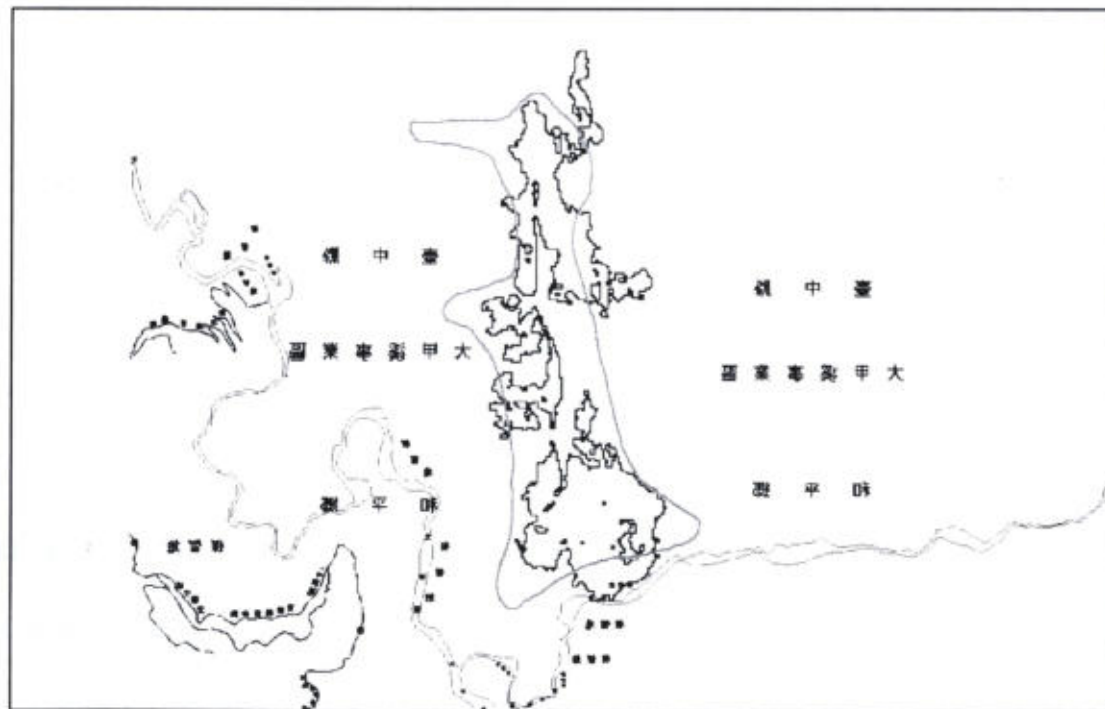
本年度計畫已完成基本資料庫之架構，共計完成衛星遙測影像資料收集、遙測影像查詢與展示系統之建立、提供使用者進行影像判識與數化界面、森林火災監控系統、衛星影像變遷判識系統、飛行模擬動畫製作等六項目。未來使用者透過本系統陸續將資料庫更新以達成國家公園環境監測之效果。

## 六、引用文獻

- Robert, E.B., A.H., Roberta and C.E., Jeffery 1996. Using NDVI to assess feature form average greenness and its relation to fire business. *U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station*. p1-8.
- 林金樹，1984，光譜指標在環境變遷檢測上功效之研究，航空測量及遙感探測 26:p43-78。
- 焦國模、郭振陵，1992，森林光譜特性推估林分鬱閉度之研究，台大實驗林研究報告 6(4): p149-176。
- 陳乃宇、陳哲俊，1999，雪霸國家公園衛星遙測系統之建立，內政部營建署雪霸國家公園管理處八十八年度研究報告: p18-p38。
- 陳明義，1997，野火影響環山與雪山地區植群之研究(I)，內政部營建署雪霸國家公園管理處八十六年度研究報告: p24。



圖五、環山北區 1995 年 12 月火災範圍邊界 (藍色線條所示)，其中底圖套疊 1996 年 1 月 1 日 SPOT 衛星影像供作參考。其中判釋火災發生範圍表面積約為 119.1 公頃。



圖六、將環山北區 1995 年 12 月火災範圍邊界與相關 GIS 向量圖層加以套疊，以顯示其相對位置關係。其中附上說明環山地區火災發生相關報告 (陳乃宇、陳哲俊，1999) 中所提供之火災範圍 (橘色線條所示)，以供參考。

## Satellite Remote Sensing System for Sheba-Pa National Park

N.-Y. Chen<sup>(1)</sup>, A.-J. Chen<sup>(2)</sup>, L.-Y. Chang<sup>(3, 5)</sup> and Mei-Lin Hsu<sup>(4)</sup>

(Manuscript received 09 December 1999 ; accepted 02 February 2000)

**ABSTRACT:** Satellite remote sensed images provide environmental data of wide ground coverage, multi-temporal acquisition and digitized format. It is a trend in monitoring our environment. In this project, we design a geographic information system that combines satellite images and present geographic data. Further more, we develop a forest fire analysis system and use satellite images for detecting fire in forest. In addition, we also provide fly simulation products made from satellite images for the guidance of forest recreations.

**KEYWORDS:** Satellite Images, Geographic Information System, Fly Simulation Products.

(1) Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University, Taoyuan 32001, Taiwan.

(2) Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University, Taoyuan 32001, Taiwan.

(3) Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University, Taoyuan 32001, Taiwan.

(4) Shei-pa National Park, 615-20, Tung Kuan St., Tung Shi Chen, Taichung Shien 42344, Taiwan, Republic of China.

(5) Corresponding author.