

9  
4  
1  
7

以 IKONOS 衛星影像繪製雪霸國家公園之植群圖

研究主持人：雷祖強

雪霸國家公園管理處

# 「以 IKONOS 衛星影像繪製雪霸 國家公園之植群圖」

內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告

中華民國九十四年十二月

(書背編號)

9417

# 以 IKONOS 衛星影像繪製雪霸國家公園 之植群圖

受委託者：逢甲大學

研究主持人：雷祖強

研 究 員：許晉嘉

歐陽志豪

內政部營建署雪霸國家公園管理處

委託研究報告

中華民國九十四年十二月

## 目次

表次 .....	III
圖次 .....	IV
摘要 .....	VII
第一章 緒論 .....	1
第一節 研究緣起與背景 .....	1
第二節 計劃目標 .....	1
第二章 文獻回顧 .....	2
第三章 研究地區與資料概述 .....	4
第一節 研究區介紹 .....	4
第二節 資料介紹 .....	5
第四章 研究方法 .....	12
第一節 影像前處理 .....	14
第二節 影像分類 .....	17
第三節 景觀生態分析 .....	25
第四節 3D 視覺化飛行模擬 .....	27

<b>第五章 成果與討論</b> .....	<b>28</b>
<b>第一節 實證分析</b> .....	<b>28</b>
<b>第二節 影像分類</b> .....	<b>32</b>
<b>第三節 特殊土地利用類型探討</b> .....	<b>44</b>
<b>第四節 大鹿林道東線崩坍環境調查</b> .....	<b>53</b>
<b>第五節 3D 視覺化飛行模擬</b> .....	<b>62</b>
<b>第六章 結論與建議</b> .....	<b>64</b>
<b>第一節 結論</b> .....	<b>64</b>
<b>第二節 建議</b> .....	<b>66</b>
<b>參考書目</b> .....	<b>67</b>

## 表次

表 3-1 衛星影像基本資料	6
表 4-1 誤差矩陣表	22
表 5-1 原始影像分類之矩陣表	33
表 5-2 加入 NDVI 後分類之誤差矩陣	35
表 5-3 影像後處理分類成果之誤差矩陣	36
表 5-4 土地覆蓋面積統計	37
表 5-5 雪霸國家公園植群型類別	41
表 5-6 四個較大面積之崩坍地集水區統計表	45
表 5-7 草地面積之集水區統計表	46
表 5-8 大霸尖山集水區地景生態指標與面積表	47
表 5-9 復興山東側集水區地景生態指標與面積表	48
表 5-10 佳陽山集水區地景生態指標與面積表	49
表 5-11 復興山集水區地景生態指標與面積表	50
表 5-12 唐呂山東側集水區地景生態指標與面積表	51
表 5-13 觀霧林道崩坍後的裸露地統計表	59
表 5-14 大鹿林道東線崩坍後的裸露地統計表	59

## 圖次

圖 3-1 雪霸國家公園地理位置圖	4
圖 3-2 IKONOS 衛星成像原理	6
圖 3-3 雪霸國家公園 IKONOS 衛星影像範圍	7
圖 3-4 雪霸地區之相片基本圖	7
圖 3-5 雪霸國家公園分區圖	8
圖 3-6 雪霸國家公園 DEM	9
圖 3-7 雪霸國家公園子集水區圖	9
圖 3-8 1994 年雪霸國家公園林相圖	10
圖 3-9 1994 年雪霸國家公園樹種向量資料	10
圖 3-10 2004 年雪霸國家公園植群向量資料	10
圖 4-1 研究流程圖	13
圖 4-2 機率密度函數	20
圖 4-3 等機率線	20
圖 4-4 3D 視覺飛行模擬流程圖	27
圖 5-1 未經正射接合之衛星影像	28
圖 5-2 影像前處理流程圖	29
圖 5-3 檢核點之誤差圖	30
圖 5-4 雪霸國家公園 IKONOS 全區影像	31
圖 5-5 原始影像分類成果	32
圖 5-6 雪霸國家公園 NDVI 影像	34
圖 5-7 加入 NDVI 分類成果	34
圖 5-8 影像後處理分類成果	36
圖 5-9 1994 年樹種向量資料	38

圖 5-10 樹種研究區位置圖	39
圖 5-11 樹種研究區衛星資料	39
圖 5-12 樹種研究區向量資料	40
圖 5-13 樹種分類成果	40
圖 5-14 植群分類成果	43
圖 5-15 雪霸國家公園植群向量資料	43
圖 5-16 集水區中崩坍地較多之地區影像圖	44
圖 5-17 草地面積及水區位置圖	46
圖 5-18 大壩尖山子集水區草地變遷	47
圖 5-19 復興山東側子集水區草地變遷	48
圖 5-20 佳陽山子集水區草地變遷	49
圖 5-21 復興山子集水區草地變遷	50
圖 5-22 唐呂山東側子集水區草地變遷	51
圖 5-23 唐呂山東側衛星影像子集水區草地位置圖	52
圖 5-24 大鹿林道東線 QuickBird 影像購買範圍	53
圖 5-25 QuickBird 影像幾合校正點點位	54
圖 5-26 檢核點之 XY 方向誤差圖	54
圖 5-27 檢核點之誤差圖	55
圖 5-28 大鹿林道東線影像判釋成果	56
圖 5-29 裸露地分佈位置圖	57
圖 5-30 上邊坡崩坍	58
圖 5-31 下邊坡崩坍	58
圖 5-32 上下邊坡崩坍	58
圖 5-33 上邊坡崩坍情形	61
圖 5-34 上下邊坡崩坍情形	61

圖 5-35 上下邊坡崩坍情形.....	61
圖 5-36 上下邊坡崩坍情形.....	61
圖 5-37 大鹿林道東線飛行模擬之影像.....	62
圖 5-38 七家灣溪飛行模擬之影像.....	58



## 摘要

關鍵詞：遙感探測、IKONOS 衛星影像、植群圖、景觀生態指標、3D GIS。

### 一、研究緣起

雪霸( Shei-Pa )國家公園位於台灣本島中北部，境內高山林立景觀壯麗，屬高山型國家公園。由於園區內孕育著豐富的自然景觀及生物資源，因此如何了解園區內植生的分佈特性，便是自然資源經營管理者的重視的問題之一。本計劃利用高解析度 IKONOS 衛星影像，取得大面積的區域完整資訊，並運用影像分類技術對雪霸國家公園內植群分佈特性進行探討，其主要目的在於探求植群生態及生物多樣性研究之依據。

### 二、研究方法及過程

本計劃首先進行影像前處理工作，包括了影像的幾何校正與接圖處理，期望將誤差縮小在誤差範圍內，接著應用影像判釋技術繪製國家公園內植群分佈範圍，並且針對土地類型中的草地與裸露地進行探討，掌握其土地覆蓋變遷情形。最後本計劃亦將利用遙測與 3D GIS 的技術，模擬大鹿林道東線與七家灣流域之現況情形，以提供給決策者多方面的管理與應用。

### 三、重要發現

計劃中首先利用影像判釋技術對雪霸國家公園境內土地覆蓋類別進行分類，透過在影像中加入輔助資訊，藉以提升原始影像的分類精度，其整體分類精準度(Overall)從 79%提升至 88%，而 Kappa 值也從 74%提升至 86%，除此之外並蒐集前人所作之植群調查資料，依據衛星影像所能判釋之植群型，建立園區內松科植群、柏科植群、杉科植群、其它科植群、草地、河道及裸露地等七種土地利用類型，進行雪霸國家公園植群圖之繪製，之後再藉以景觀生態指標確實掌握草地地景結構之變化。另外透過遙測與 GIS 技術針對高解析度 QuickBird 衛星影像，瞭解大鹿林道東線於 2004 年 10 月艾利颱風後之崩坍情形，從計劃成果中可以清楚的發現崩坍地新增位置及崩坍範圍，最後再配合 3D GIS 技術模擬其地景

現況，以達到環境視覺虛擬化之目的。

#### 四、主要建議事項

1. 建議後續之研究需蒐集解析度更高的數值地型模型和五千分之一林區相片基本圖作為幾何校正與影像分類時之參考資料。
2. 建議後續研究中可建立崩坍地區之資料庫，並蒐集發生重大崩坍地區之相關自然與人為因子，藉由統計分析方式，以求出影響發生之潛在因子。
3. 後續研究中建議將計劃成果建立於雪霸國家公園生態環境的 GIS 資料庫，並配合決策系統進行國家公園內林地分級、路網分析、集水區流域分析等相關研究，以提供給管理者制定決策時之重要參考依據。

## ABSTRACT

Keywords: Remote Sensing, IKONOS Satellite images, Plant distributes map, Landscape Ecology, 3D GIS

The Shei-Pa National Park located at the middle north of Taiwan. This national park belongs to 'high-mountain national park' and there have steep mountains and beautiful view. For natural resources administrators, their must to understand characteristics of vegetation distributions and land cover changes in this region. In this study, we use IKONOS image to get complete land cover information and use image classifiable techniques to explore the characteristics of vegetation distributions. This study objective is use of high-resolutions satellite image data to explore vegetation distribution and creature's diversities for the land use management in the future.

In order to explore the area of vegetation distribution, we correct orthogonal projection by satellite images and use geography information system (GIS) to analysis the change of vegetation in Shei-Pa National Park.

After correct satellite images, we use Gaussian Maximum Likelihood Classification (MLC) to classify images, we can use image data to establish the plant distributes map, to reach the purpose of the management of the ecosystem. On the other hand, this plan also uses 3D VR GIS techniques to simulate local areas by the way of animated simulation to provide administrators multi-aspects of administration applications. We hope it will make a contribution to make a decision, will be suggested.

# 第一章 緒論

## 第一節 研究緣起與背景

雪霸國家公園成立於民國 81 年，為台灣的第五座國家公園，園區境內高山林立，景觀壯麗，高差達三千多公尺，屬於高山型國家公園。由於國家公園成立的主要目的就是要保護具有特殊的自然風景，野生動物和史蹟，作為非破壞性的使用，因此對於國家公園的管理者而言，掌握自然資源的分佈狀況便是一門相當重要的課題。然而園區內範圍廣大，在進行生態調查時，需耗費大量的人力與物力，因此本計劃將利用遙感探測方式進行環境資源調查，並透過影像分類之技術，建立園區植群圖之繪製。

## 第二節 計劃目標

雪霸國家公園孕育著相當豐富的資源，因此探討植群生態的組成及物種歧異度，不僅成為瞭解區域內自然體系所不可忽視的重要課題，亦為進行資源管理的前置作業，同時更是制定與修正經營管理策略，所不可忽視的重要依據。

往昔對於森林中植群生態、植群結構，所進行的生態調查及植群分析，雖具有相當的學術參考價值，然實際經營管理時，卻經常苦於沒有空間的分佈資料，使其應用性大減。不過自從衛星影像能夠大規模監控大面積區域範圍時，則可有效的掌握大面積的植群生長狀況。因此本計劃將利用 IKONOS 衛星影像的特性，了解植生分佈的區域範圍，建立雪霸國家公園內之植群圖。

本計劃在植群圖建立基本上是以生態群落分析為研究目標，在此目標之下，本計劃將建立園區內松科植群、柏科植群、杉科植群、其它科植群、草地、河道及裸露地等七種土地利用類型，萃取出植群分佈特性，並探討環境因子與植群分佈之關聯性，進而提供決策者多方面的資訊，以達到環境監控之目的。

另外為了清楚描述草地空間變化之情形，本計劃中將藉由景觀生態學（Landscape Ecology）中之量度指標（Measurement Index）來解釋空間之結構特性。最後再針對適宜性之地區，利用遙測與 3D GIS 技術，模擬當地之地區現況，以提供多方面的管理與應用。

## 第二章 文獻回顧

雪霸國家公園內具有豐富的森林資源，具有涵養水源、環境綠化及提供森林遊樂的功能，正確的森林經營可以使森林充分發揮它的多功能，為能有效發揮森林資源的各項功能，必須了解其森林的生態系組成及物種歧異度。對於管理者而言，擬定正確的經營方針，必須充分掌握森林的種種相關資訊，而這些資訊的得到則有賴於森林調查，因此森林調查是森林經營重要的一環(邱美鈴，1987)。由於傳統的森林調查必須耗費大量的時間、人力與物力，對於具有週期性、時效性等特色之生態監測來說，該方式並不够理想，因此，如何能達到迅速、大面積且較客觀的方式來進行生態監測，則於經營管理森林資源時為最重要任務之一。近幾年來，利用遙感探測技術作為資料收集分析及決策之重要來源已是一種趨勢，因為遙感探測之主要特性為其資料所涵蓋廣泛之面積且具有即期之特性，故其亦能作為一種建立環境資源資料庫之有效量測工具(魏曉萍，2003)。

往昔在對於土地覆蓋植群上，利用傳統遙測影像(Landsat、SPOT 等)於土地的覆蓋範圍的判釋(空間解析度約在數十公尺左右)，但在土地使用性的極高情形下，影像判釋時容易受到混合像元(Mixed Pixel)的影響，導致難有較佳的分類精度(吳政庭，2004)。由於 IKONOS 衛星影像具有甚高之空間解析度(全色態影像空間解析度為 1 公尺、多光譜影像空間解析度為 4 公尺)，對於大比例尺製圖而言具有相當高的潛力(羅秋月，2002)。因此本計劃中將利用高解析度的 IKONOS 衛星影像為材料，進行植群圖繪製之研究。

林地分類為森林經營之基礎，為能有效發揮森林的各項功能，有賴於林地體系之建立(張維仁，2003)。一般而言，傳統的方法是利用影像分類，依各像元的光譜資料，自動的將影像中的像元分為不同的土地覆蓋類型，利用光譜特徵來進行分類，其分類方法可分為非監督式分類法與監督式分類法兩種，而監督式分類法中最常用的是高斯最大概似法(Gaussian Maximum Likelihood Classification, MLC)，此方法的目的就是有效的分配每一個像元，透過人工選取訓練樣區進行分類，並比較其優劣特性，是否能針對影像的特性，達到預期的成果(蔡哪文，2001)。然而隨著地表面地物型態複雜化的影響，僅是利用光譜本身的特性來進行影像的分類，難免有不足之處。因此吳俊龍(2004)的研究報告指出使用紋理資訊於衛星影像分類的議題上，可有效的提升分類的精確度。

Marceau (1990)指出在影像分類時加入紋理(Texture)輔助資訊，可有效地提高影像分類之精度。經由上述處理後便可得到影像分類的成果，將可建置雪霸國家公園區內植群圖之繪製，而植群圖的繪製可有效的提供經營者管理的參考依據。

另外為了瞭解地景結構的變化、探討地景中各鑲嵌體間的組織結構、功能及變遷，景觀生態學理論便是一個適合於討論地景結構變化的方法。景觀生態學是結合地理學與生態學的理论，藉由地景單元於空間的異質性、交互作用及機制作用的表現，以探討分析地景結構、動態變化的現象，以明瞭生態系整體演變的過程與功能(馮豐隆，2001)。近年來國內在景觀生態方面的研究也相當的多，如王素芬等(1999)以地理資訊系統資料，經由地形地景上的碎形維度概念來描述地景結構，以表達森林生態之複雜性，其成果將作為森林資源經營管理、保育之參考指標。林裕彬(2002)利用多時段景觀指標分析，指出淡水河流域五個集水區受人為影響之程度。故本計劃將應用景觀生態學指標進行雪霸國家公園中草地變遷之行為探討。

最後本計劃也將利用 3D VR GIS 技術，模擬出當地區域現況。楊順天(2003)指出『虛擬實境』是將現實世界透過影像顯示方式來模擬真實世界的場景，使人有如身歷其境(Immersed)的感覺。但是當我們建構一個虛擬物體觀覽系統時，會因所需視角解析度過大而產生拍攝困難及資料需求量大等缺點。因此在本計劃中將會選定出適宜性之區域，作為 3D 模擬飛行之地區。

### 第三章 研究地區與資料概述

#### 第一節 研究區介紹

雪霸國家公園成立於81年7月1日，為台灣第五座國家公園，位於台灣本島中北部，屬於高山型國家公園，範圍涵括了新竹縣五峰鄉和尖石鄉、苗栗縣泰安鄉、台中縣和平鄉，總面積達76,850公頃，其地理位置如下圖3-1所示，園區以雪山山脈為主軸，地形錯綜複雜，景色變化萬千，高峰溪流景觀壯麗，蘊涵完整豐富的自然景觀及生物資源。

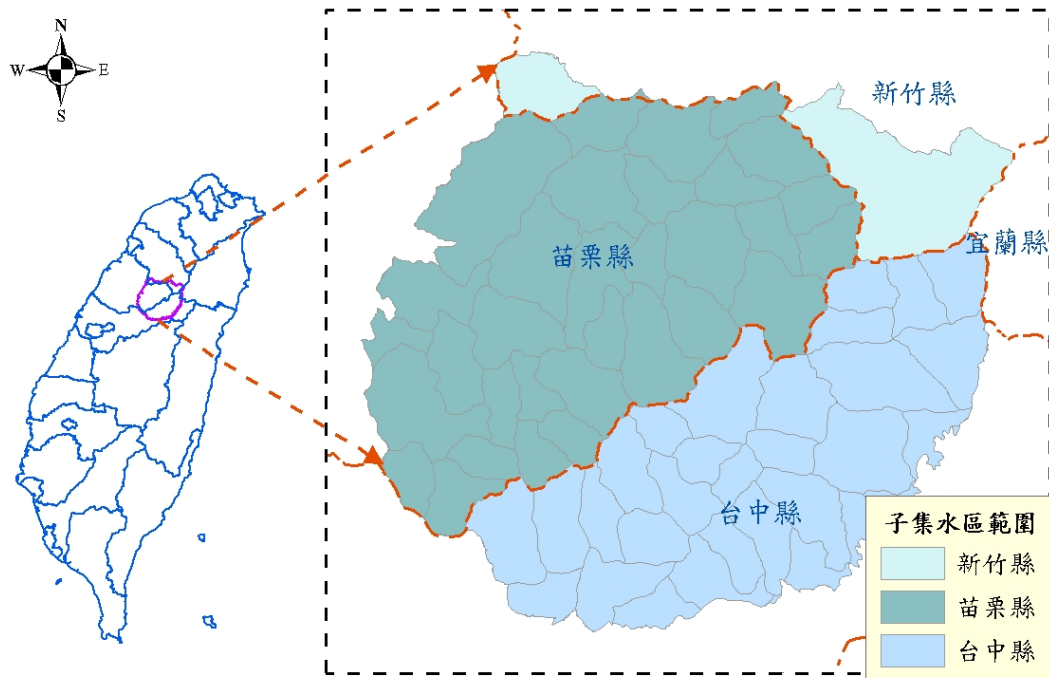


圖 3-1 雪霸國家公園地理位置圖

## 第二節 資料介紹

### 一、衛星影像資料

#### 1. IKONOS 衛星簡介

IKONOS 此衛星係 Space Image 公司為滿足高解析度及高精確度之空間資訊需求所研發設計。IKONOS-1 於 1999 年 4 月 27 日由雅典娜二型火箭自范登堡空軍基地發射，但未能成功地將衛星置入軌道而宣告失敗。同年 9 月 24 日，IKONOS-2 發射成功，緊接著於 10 月 12 日成功接收第一張影像。

#### 2. IKONOS 衛星成像原理

IKONOS 成像系統和 SPOT 相同皆為推掃式(Push-broom)，但 IKONOS 擁有 3 排 CCD 陣列元素，採用三線式推掃(Three-line Scanner)技術，分別可向前(Fore)、向下(Nadir)及向後(Aft)掃瞄成像，夾角各為  $26^\circ$ ，當衛星在軌道上行進時，前視(Fore-looking)開始對目標物掃瞄成像，接著當衛星行進到目標物之正上方時，底視(Nadir-looking)也掃瞄成像，當衛星經過目標物後，定在  $26^\circ$  的後視(Aft-looking)對目標物第 3 次成像如圖 3-2，此成像原理類似航帶攝影方式，所得之影像前後重疊可以組成之立體模型，以提供後續之應用。IKONOS 影像在同一軌道，同時獲得前後重疊之立體像對，可減少如 SPOT 影像在不同時間及不同軌道以傾斜攝影獲得左右重疊之立體像對，有時因時間間隔較長時，因地形或大氣狀況之改變，造成兩幅圖像灰度差異大等現象，造成資料處理及應用上之困難。

攝影的模式分成二種，一為多光譜態，具紅、綠、藍、紅外四個波段，每條掃瞄線有 3454 個像元，共 3454 條掃瞄線，每個像元大小為  $48\text{mm} \times 48\text{mm}$ ，相應地面解析度約 4 m，主要提供環境遙測使用。另一模式為全色態，是為製圖應用而設計的，每條掃瞄線有 13816 個像元，共 13816 條掃瞄線，每個像元大小為  $12\text{mm} \times 12\text{mm}$ ，相應地面解析度約為 1m。



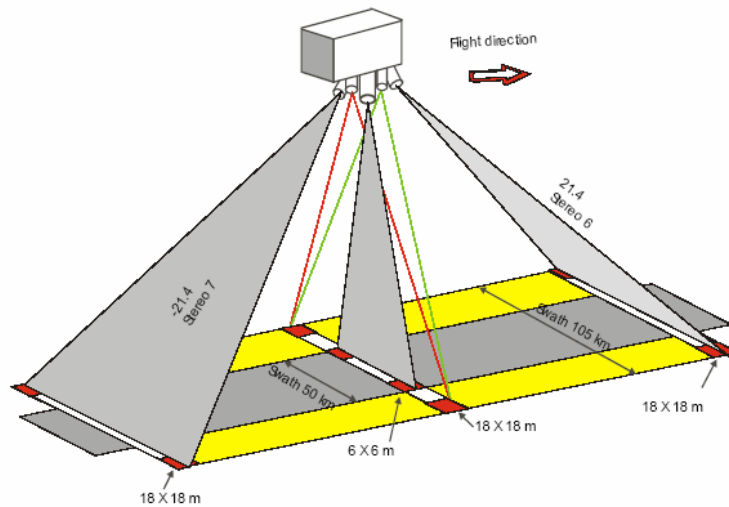


圖 3-2 IKONOS 衛星成像原理(Seige 1998)

### 3.研究區資料

計劃中一共蒐集了五個不同時期、不同地區之 IKONOS 衛星影像資料，包含了雪霸國家公園內之範圍，如圖 3-3 所示，影像的像元大小為 4 公尺×4 公尺，影像總像元為 9354×8150 Pixels，經過影像切割後所採用之影像大小為 8753×7768 Pixels，而各時期影像基本資料如表 3-1 所示。

表 3-1 衛星影像基本資料

影像由左至右 排列順序	影像編號	拍攝日期	太陽方位角 (Azimuth)	太陽高度角 (Elevation)
1	24068_3	2003 年 11 月 06 日	161.0833 degrees	48.50931 degrees
2	24069_4	2003 年 12 月 31 日	159.8752 degrees	39.79435 degrees
3	24069_3	2003 年 12 月 31 日	159.8788 degrees	39.67643 degrees
4	24069_1	2001 年 11 月 28 日	162.8007 degrees	42.85780 degrees
5	24069_2	2002 年 01 月 05 日	154.8508 degrees	39.12299 degrees

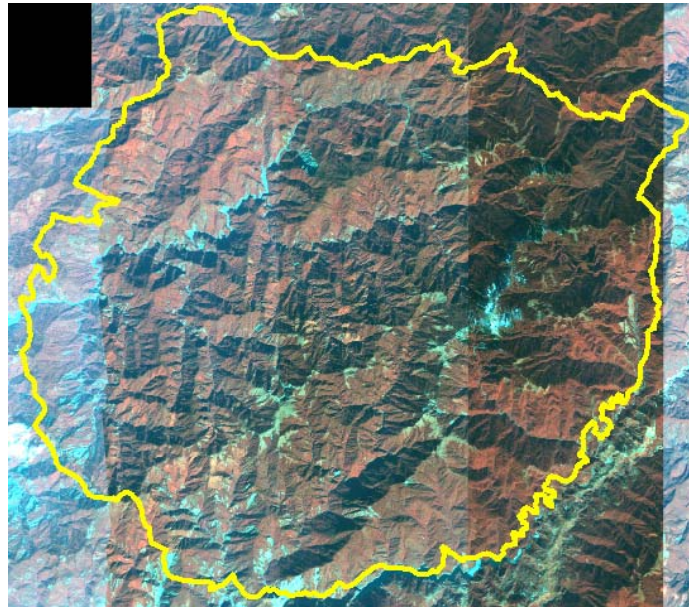


圖 3-3 雪霸國家公園 IKONOS 衛星影像範圍

## 二、一萬分之一相片基本圖

計劃中蒐集了民國 69 年之雪霸國家公園地區相片基本圖，比例尺為一萬分之一，由於研究區面積達到近 770 平方公里，其涵蓋範圍分佈於 38 張一萬分之一之相片基本圖(圖 3-4)。

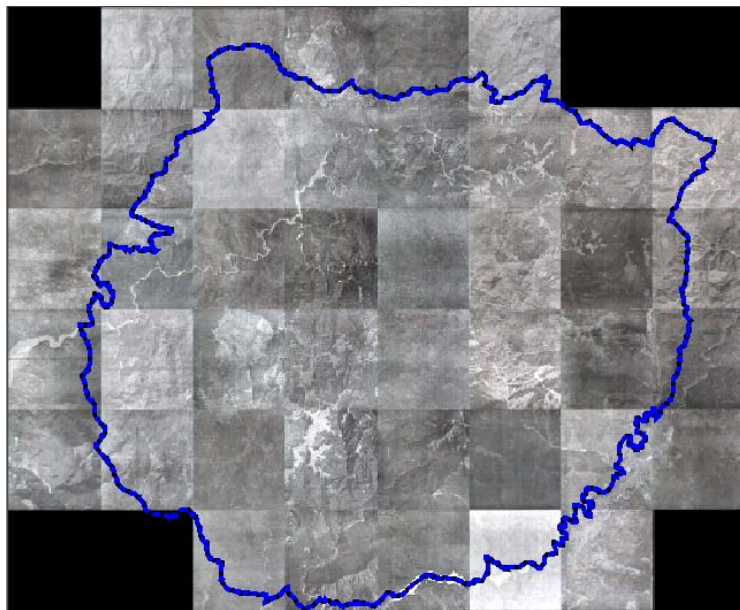


圖 3-4 雪霸地區之相片基本圖

### 三、GIS 圖檔

計劃中擬蒐集雪霸國家公園現有之地理資料，其圖層包括道路、水系、坡度、分區圖(圖 3-5)、DEM(圖 3-6)、子集水區(圖 3-7)等；並利用 1995 年林班資料和 2004 年最新林班資料建立雪霸國家公園植群空間資料，了解植被分佈的範圍(圖 3-8)(圖 3-9)(圖 3-10)，做為影像分類中之輔助資訊，並進一步利用 GIS 資訊作為未來影像分類正確性之檢核來源。

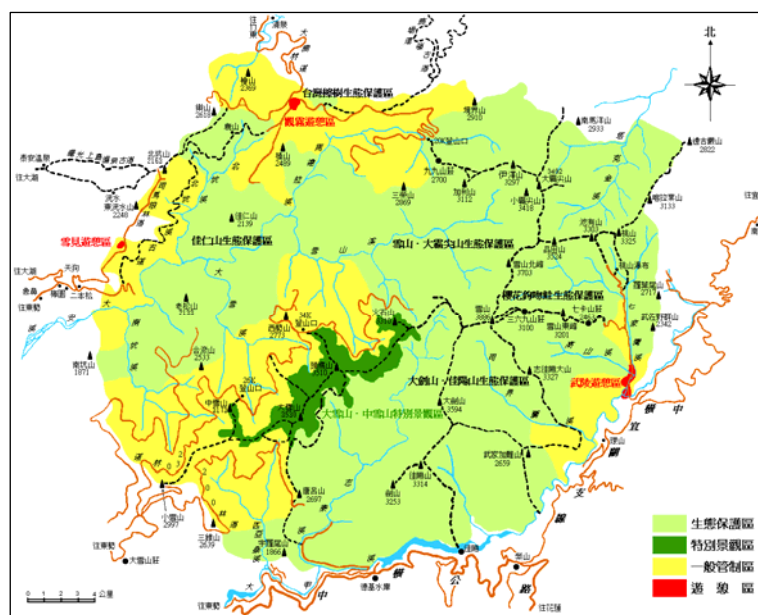


圖 3-5 雪霸國家公園分區圖

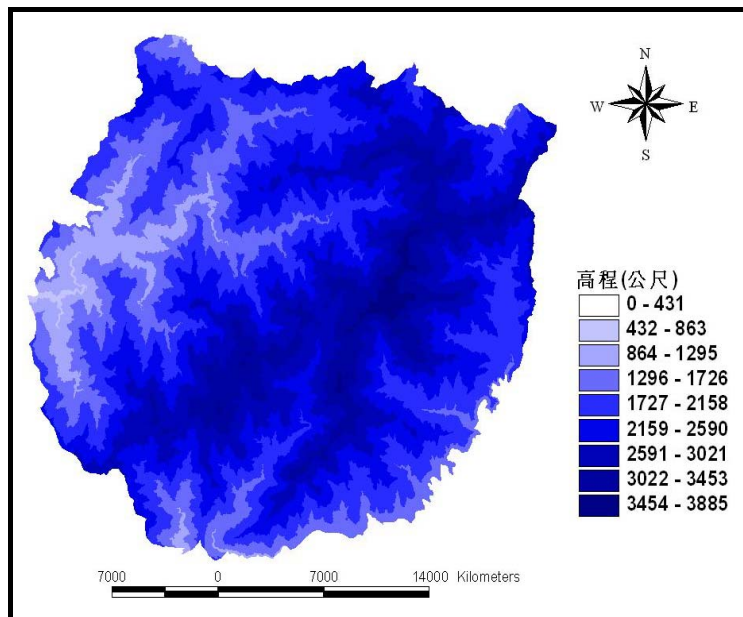


圖 3-6 雪霸國家公園 DEM

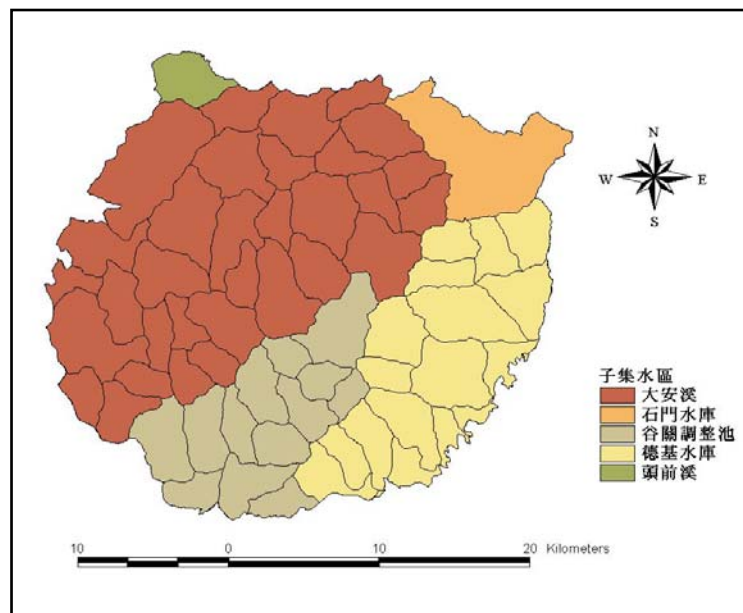


圖 3-7 雪霸國家公園子集水區圖



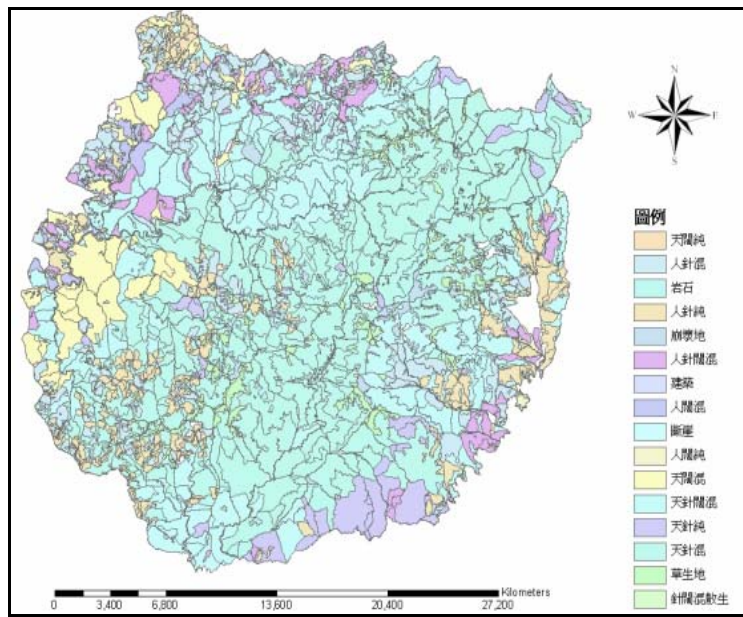


圖 3-8 1994 年雪霸國家公園林相圖

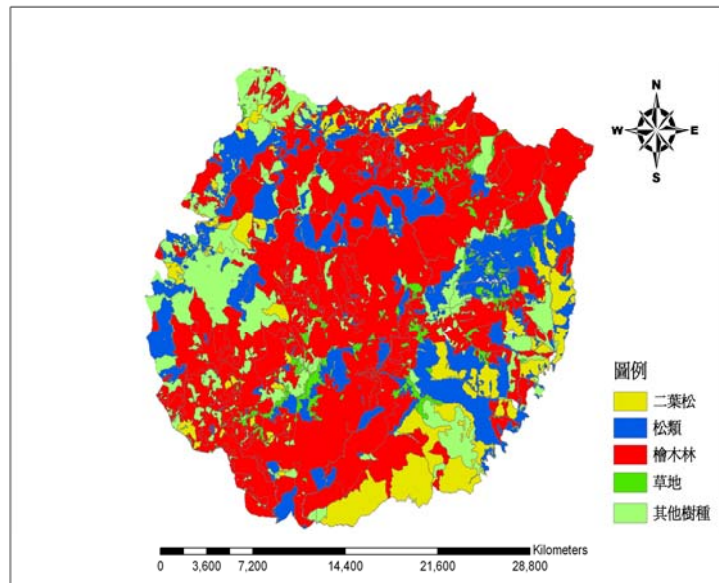


圖 3-9 1994 年雪霸國家公園樹種向量資料

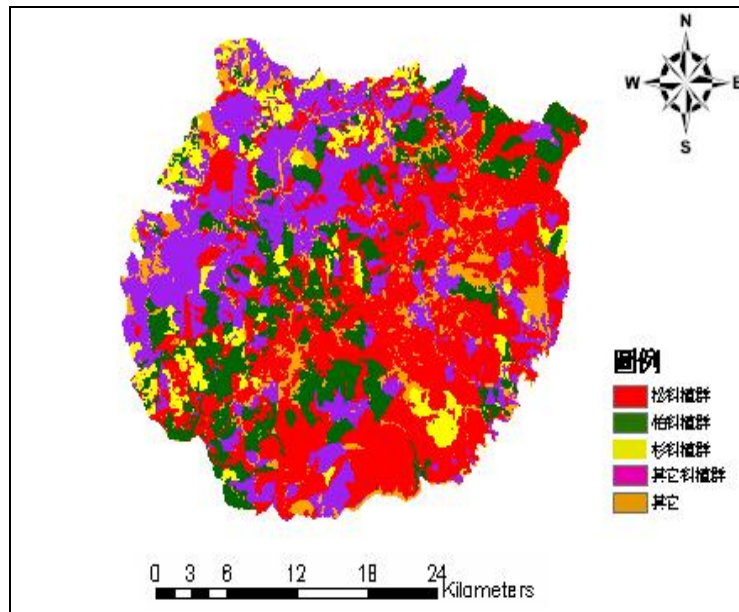


圖3-10 2004年雪霸國家公園植群向量資料

## 第四章 研究方法

本計劃主要的目的在探討雪霸國家公園境內之生態熱點區及植群圖之繪製。由於遙感探測技術具有大範圍、快速、週期性等優點。因此計劃中將利用高解析度 IKONOS 衛星影像作為材料，進行雪霸國家公園大區域範圍之研究。在取得衛星影像資料後，首先進行了影像預處理工作，此部份包括了影像的『正射校正』與『接圖處理』，期望將誤差縮小在誤差範圍內，以確保影像資訊之正確性。並且蒐集前人所作之植群調查資料，依據衛星影像所能判釋之植群型，擬定出計劃區之研究範圍及植群類別之劃分，用來作為在影像判釋與分類之樣區資料，並檢視其環境因子與植生之相關性。

本計劃在取得植群類別定義後，先分析各植群型之波譜影像特徵，作為在影像分類訓練樣區之萃取標準，並運用影像分類法中的最大概似分類法，對原始影像進行分類，將分類成果進行精準度評估。除了進行原始影像分類外，計劃中也將加入輔助資訊，來提高在影像分類上之精確度，以提高在植群圖繪製之準確性。

為了瞭解土地覆蓋類型面積及地景結構變化的現象，掌握出發生重大變遷區域之分佈情形，本計劃利用 IKONOS 衛星影像判釋成果與 GIS 資料進行草地變遷偵測，藉由土地覆蓋類型面積計算及景觀生態指標，討論雪霸國家公園內草地之變遷資訊。最後再針對適宜性之地區，利用 3D VR GIS 技術，模擬當地之地區現況，以提供給決策者多方面的管理與應用。圖 4-1 為本計劃之流程圖。

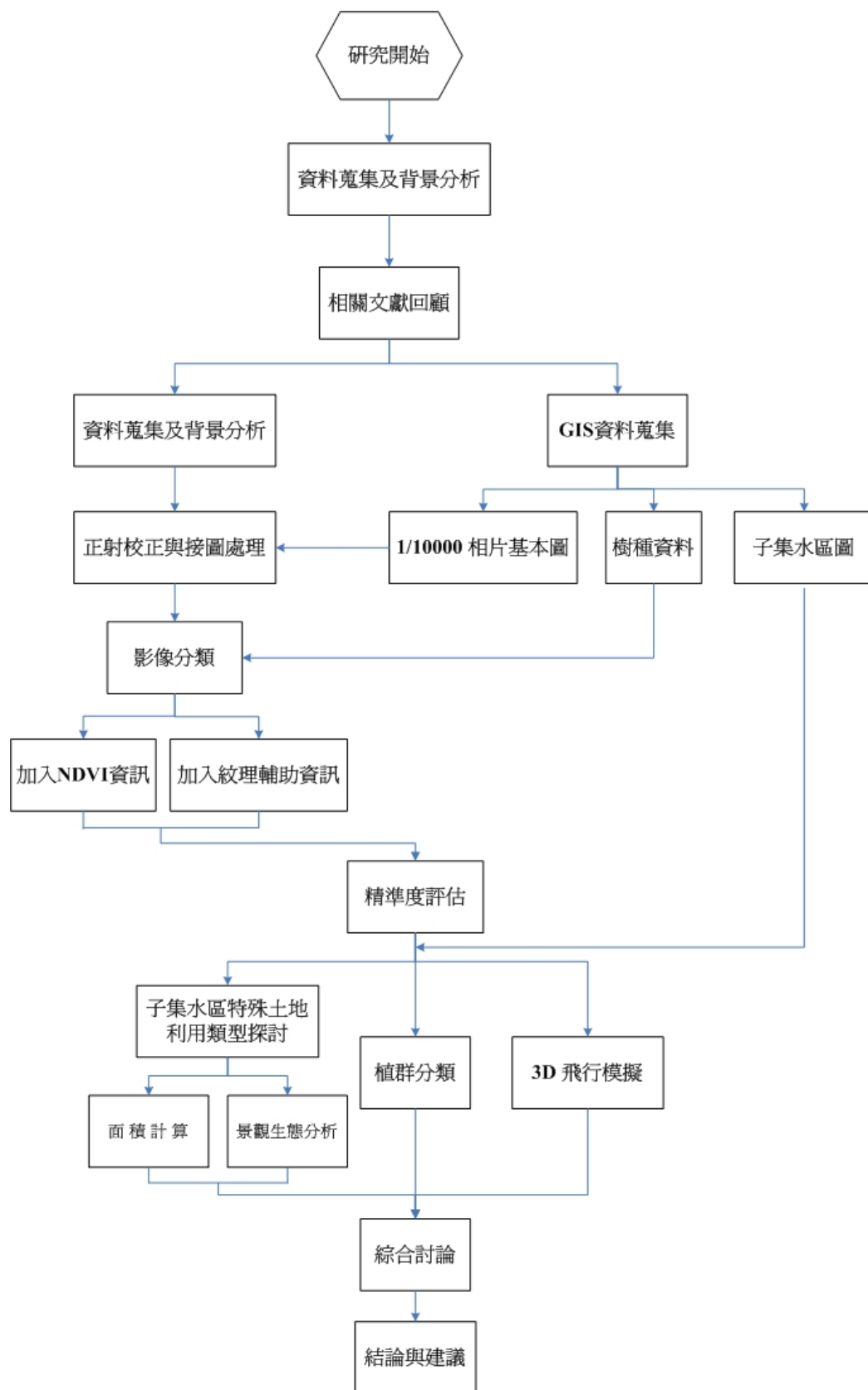


圖 4-1 研究流程圖



## 第一節 影像前處理

### 一、影像正射校正

遙測影像校正之方法大致上可分為幾何模式和物理模式兩類(Tao, 2000)，幾何模式係直接以地面控制點對影像進行有理多項式轉換，此方法適用於平坦地面、地形起伏小的地區，優點為數學模式簡單及計算速度快。另外，物理模式則考慮影像成像時變形的物理因素，如地形起伏、大氣折射、地球曲率及衛星位置及姿態參數等，再利用這些物理條件來重建攝影幾何模型以校正影像，這些模式較為複雜，且需要較完整的感測器資訊，但校正效果較佳。

為解決遙測影像因高程所造成像元位移，且滿足影像上每一像元均對應到正確的高程資料，所使用的 DTM 解析度必須和影像像元數目相同，李良輝(1991)利用 DTM 正射校正 SPOT 衛星影像，獲得良好的成果。IKONOS 衛星影像在近幾年來有許多學者不斷研究，Li and Zhou(1999)針對 IKONOS 成像原理提出說明及利用 DTM 資料針對 IKONOS 衛星影像進行光束平差正射校正，可達 2~3 公尺精度。Thierry and Philip(2000) 針對 Geo-product 等級影像利用簡單多項式(Simple Polynomial)、有理函數模式(Rational Function Model, RFM)及嚴謹模式(Rigorous Model)等方法進行幾何校正，實驗結果證明嚴謹模式檢核點誤差在 1.3 公尺為良好的精度。李茂園(2001)利用有理函數(Rational Function Model, RFM)及光束平差進行台北地區影像校正，兩項校正方法皆須 DTM 資料，而其差別在於光束平差需要提供衛星姿態參數方可達較精確校正，而有理函數模式則不需，其實驗結果顯示，有理函數模式平面精度達 3 公尺，而利用詮釋資料推算方位參數之光束平差來推求檢核點位置，其平面及高程精度約在 2 公尺以內。Baltsavias (2001) 針對墨爾本 Geo-product 影像等級的立體像對，利用有理數多項式係數(Rational Polynomial Coefficients, RPCs)加上 28 個精確定位(精度 10~20 公分)且分佈平均的控制點，所得到 IKONOS 正射化影像之精度可達 1-2 公尺，即可產生 IKONOS Precision 和 Precision Plus 等級之衛星影像。此外位於高程起伏較大之地區，利用 DEM 更能有效的提高 IKONOS 影像之平面精度，但 DEM 的成像方式往往是利用高程內插而來的，因此其誤差本身是存

在的。參考前人之研究，雷祖強(2004)利用 SPOT 衛星影像進行幾何校正於雪霸國家公園時，其平面均誤差為 11.54 公尺，因此在研究中十公尺的誤差是被予以可接受的。

### 1. 有理函數模式

嚴格而言，此模式亦屬多項式幾何糾正模式之一，但因一般的多項式幾何糾正無法在點位高程變化處進行較完整的改正，在地形起伏較顯著區無法獲致理想的糾正成果。為此 Tao 等人(2000)提出利用有理函數模式 (Rational Function Model, RFM)，在多項式中加入控制點高程因子，且增加多項式之階數及係數，並以有理多項式型式(即分子、分母均為多項式)使模式能更接近真實地表的變化。Thierry 等人(2000)更首度將其應用在 IKONOS 衛星影像的糾正上。

其數學模式如下：

$$r = \frac{P_1(X, Y, Z)}{P_2(X, Y, Z)} = \frac{\sum_{i=0}^{m1} \sum_{j=0}^{m2} \sum_{k=0}^{m3} a_{ijk} X^i Y^j Z^k}{\sum_{i=0}^{m1} \sum_{j=0}^{m2} \sum_{k=0}^{m3} b_{ijk} X^i Y^j Z^k} \quad (4-1)$$

$$c = \frac{P_3(X, Y, Z)}{P_4(X, Y, Z)} = \frac{\sum_{i=0}^{m1} \sum_{j=0}^{m2} \sum_{k=0}^{m3} a_{ijk} X^i Y^j Z^k}{\sum_{i=0}^{m1} \sum_{j=0}^{m2} \sum_{k=0}^{m3} b_{ijk} X^i Y^j Z^k}$$

其中 r, c 是影像座標，X, Y, Z 是地面座標， $a_{ijk}, b_{ijk}, c_{ijk}, d_{ijk}$  為多項式的係數， $m1, m2, m3, n1, n2, n3$  為多項式階數。

由 Tao 等人的研究指出，函數的一階項可消除光學投影產生的扭曲誤差，二階項可消除因地球曲率、大氣折射及透鏡扭曲等之變形，而其他未知因素所產生的變形則可由三階項來吸收。

## 2. 幾何糾正結果與精確度評估

糾正影像其控制點幾何座標，一般是來自相片基本圖的座標，當基本圖的比例愈大其結果也愈準確。當地面控制點以最小平方法求其座標之轉換係數時，是採用反覆（Iterative）測試的方法，也就是將殘差值過大的點去除，此處之殘差值是影像資料在 X 方向與 Y 方向的殘差均方和。

$$e_i = \sqrt{(\Delta X_i')^2 + (\Delta Y_i')^2} \quad (4-2)$$

例如不斷計算每一控制點的殘差值，並將過大的值刪除，最後將全部殘差值平均求和，當然殘差值愈小，校正過後之影像幾何精確度就愈高，也可確保影像的正確性，當影像經過幾何精確性評估後，就可進行像元重選。

## 3. 像元重選（Resampling）

當影像經過座標轉換後，這意味著新的幾何座標已被架構出來，但對於新的影像而言，其上對應的還是舊的數值，因此必須重新內差，將數值內差至新的空間幾何座標下。經常使用的方法有（1）雙線性內插法（Bilinear Interpolation）；（2）鄰近差值法（Nearest Neighbor Interpolation）；（3）立方迴旋法（Cubic Convolution）。本研究所使用的是鄰近差值法。

## 第二節 影像分類

### 一、加入輔助資訊

#### 1. 計算常態化差異植生指標

配合常態化差異植生指標(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)可反映出植生在光譜反射的特性，作為判釋植群分佈之重要指標，如此一來，透過 NDVI 值之差異可掌握雪霸國家公園內植生分佈與變遷之情形。

$$NDVI = (\rho_{nir} - \rho_{red}) / (\rho_{nir} + \rho_{red}) \quad (4-3)$$

NDVI 其值介於-1.0~1.0 之間，式中  $\rho_{nir}$  表示 IKONOS 影像中的第四波段（近紅外光波段）； $\rho_{red}$  則是表示 IKONOS 影像中的第三波段（紅光段）。

#### 2. 加入紋理輔助資訊

在遙測影像判釋中，由於不同的地物類別會擁有不同的紋理資訊，相反的，同樣的地物類別就會具有相似的紋理資訊，所以如將紋理資訊加入到影像分類程序中，便可減輕類別間的混淆程度，並提高同類別的同質性，以減少分類誤判的機率。

本計劃使用半變異元函數 (Semivariogram) 中的方向半變異元法 (Direct-Semivariogram) 與絕對半變異元法 (Madogram Semi-variogram)，作為影像紋理與邊界萃取的計算依據，其公式為 (Atkinson et al., 1999)：

##### (1) 方向半變異元：

$$\gamma_k(h) = \frac{1}{2n(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} [DN_k(x_i) - DN_k(x_i + h)]^2 \quad (4-4)$$

##### (2) 絕對半變異元：

$$\gamma_k(h) = \frac{1}{2n(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} |DN_k(x_i) - DN_k(x_i + h)| \quad (4-5)$$

其中  $DN_k(x)$  為影像中於  $x$  位置之像元的影像灰階值， $DN_k(x+h)$  為影像中於  $x_i+h$  位置之像元的影像灰階值， $n(h)$  為配對數目，等於一次視窗運算中所運算的次數， $h$  為兩像元的相對距離， $k$  為所使用的影像波段。

## 二、最大概似法

光譜影像分類 (Spectral Image Classification)，簡單的來說就是指影像分析人員依據衛星影像上所紀錄的地表光譜反射強度資訊，以適當的數學、統計演算方法對影像進行地表類屬 (Category) 的歸類，並分別定義、賦予其名目屬性，使一張原始衛星影像得以變為具有實質地理意義圖層的過程 (楊龍士、周天穎，2000)。

一般而言，傳統上常用的衛星影像分類方法，主要有監督式分類法與非監督式分類法兩種；另外，類神經 (Artificial Neural) 分類法及次像元 (Sub-Pixel) 分類等影像判釋技術，是近年來影像分類技術研發的主軸。本計劃於衛星影像分類過程中主要以監督式分類法中的最大概似分類法為主，以下將對此分類法則加以說明：

高斯最大概似分類法是屬於監督式分類法中的一種，一般監督式分類法需先指定訓練樣本區，訓練完成後，即以訓練樣區之光譜分佈性質，當作自動判讀之準則，將整幅影像進行分類，然而訓練區資料之分離性 (同類相聚、異類分離) 對成果有極大影響，故必須謹慎選擇。

高斯最大概似分類法的基本步驟如下所示，邵泰璋 (1999)：

- 1、決定地表覆蓋的種類。
- 2、選擇各類別具代表的像元為訓練樣本。
- 3、計算未知像元屬於每一種類別之機率。
- 4、未知像元依其發生機率最高的類別歸類之。

因此，首先可假設影像欲分類的類別數為：

$$\omega_i, i = 1, 2, \dots, n$$

其中  $n$  表示類別數。欲決定各像元  $X$  為何種類別或其於各種類會發生的機率，可以公式(4-6)表示之。

$$P(\omega_i | x), i = 1, 2, \dots, n \quad (4-6)$$

分類是根據公式(4-7)進行分析。

$$\text{if } P(\omega_i | x) > P(\omega_j | x), \text{ for all } j \neq i \quad (4-7)$$

亦即，若  $P(\omega_i | x)$  發生機率最高，則像元屬於類別  $\omega_i$ 。

理論上由公式(4-7)可以得到像元的類別，但實際上  $P(\omega_i | x)$  並無法得到。因此，假設各種地表覆蓋為常態分佈，且能獲得充分的訓練資料，再利用這些訓練資料去估計各種土地覆蓋的分佈。

雖然  $P(\omega_i | x)$  無法求得，但  $P(\omega_i | x)$  可由訓練資料求出，而兩者之間有著關係式如公式(4-8)。

$$P(\omega_i | x) = P(x | \omega_i)P(\omega_i) / P(x) \quad (4-8)$$

其中  $P(\omega_i)$  為類別  $\omega_i$  的出現機率。

高斯最大概似分類法分類未知像元的方法，係以向量的方式估計各分類訓練樣區光譜反應型式的變方與相關。為達此目的，需假設選取訓練樣區密集點之分佈所形成的類屬訓練資料為高斯值，即常態分佈(Normal Distribution)，在此假設下，各類屬廣譜反應型式之分佈，能完全由平均向量(Mean Vector)與協變方矩陣(Covariance Matrix)來描述之，即各分類別的波譜反應型式與平均向量及協變方矩陣為相關；給了這些參數之後，便可計算每一未知像元為特定分類別之統計機率。

此方法所定義之機率密度函數(Probability Density Functions)，主要是用以計算每一未知像元屬於各分類的機率，以決定未知像元的類屬。以圖 4-2 例，在三維的特徵空間中，兩水平軸分別表示波段 3 與波段 4 之值，而垂直軸則表示機率密度函數值(Probability Density Function Value)，圖中數個類似鐘形之分布分別表示都市、砂地、農地、牧草、森林與水體六種地表覆蓋類別之機率密度函數值。實際上也可以在特徵空間中描繪橢圓狀的等機率線(Equiprobability Contours)，如圖 4-3 示，等機率線的形狀可以表示協變方矩陣之情形。以點位 1 為例，由於其在農地類別之機率較高，故被分類為農地(Lillesand & Kiefer, 1994)。

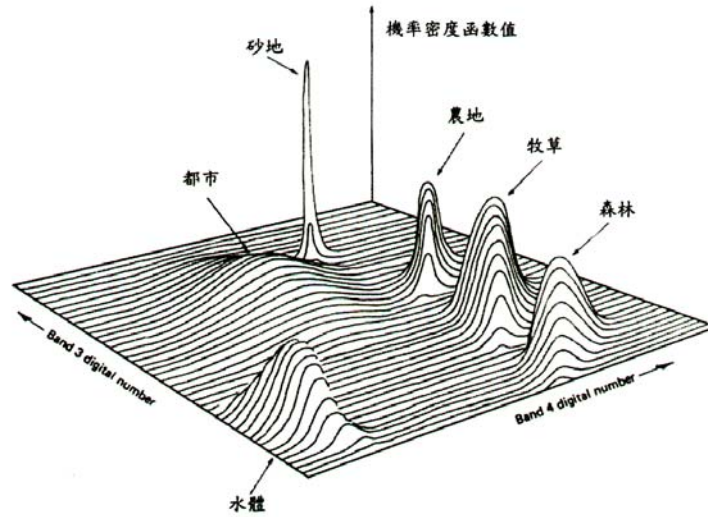


圖 4-2 機率密度函數 (Lillesand&Kiefer, 1994)

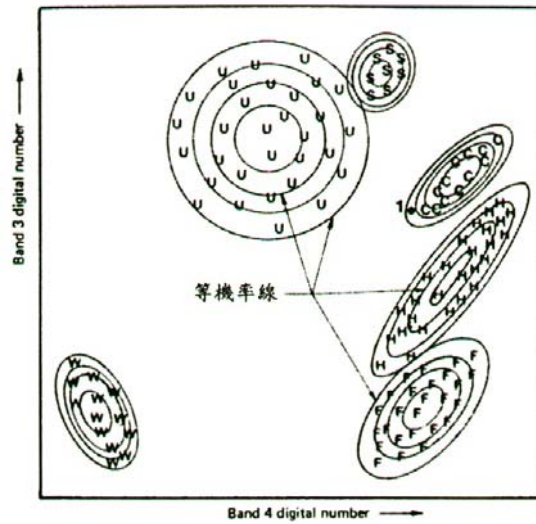


圖 4-3 等機率線 (Lillesand&Kiefer, 1994)

### 三、精準度評估

光譜影像的分類精準度評估(Assessment of Classification Accuracy)，指的是在影像分類完成後，依據所蒐集的地面真實現況參考資料(Reference Data)，評估分類後影像之準確性。一般是透過誤差分析矩陣來表示評估之結果，而誤差分析矩陣所使用的指標分別是有生產者精度 (User's Accuracy)、使用者精度 (Producer's Accuracy)、整體精度 (Overall Accuracy) 與 Kappa 統計值四種。

#### 1. 樣本數之選取與誤差矩陣

依據統計學理論，若母體未知，而為了使估計母體的準確度能不偏地推估母體數目，且在一定的誤差界線之下，若屬於大樣本時(一般以大於 30 為基礎)，可假設其為常態分布，由公式 4-9 求算出所應抽取的樣本數。

$$n = P(1 - P) \left( \frac{Z^2 / \alpha}{e} \right)^2 \quad (4-9)$$

於影像分類準確度評估過程時，所需檢核的像元數目是依據所分類影像的像元數多寡而定，此外，影像分類準確度的評估乃以一個像元的大小為基礎單位，經由以隨機方式抽取檢核的像元(又稱檢核點)後，輔以現地調查資料或土地覆蓋等相關的輔助圖形資料，逐一的加以校對每一個檢點後，可產生一統計表，稱為誤差矩陣，(楊龍士、周天穎，2000)，如表 4-1 所示。



表 4-1 誤差矩陣表

分類地表覆蓋 真實地表覆蓋	類別 A	類別 B	類別 C	類別 D	總計	生產者精度
類別 A	$X_{11}$	$X_{12}$	...	$X_{1n}$	$\sum_{i=1}^n X_{1i}$	$\frac{X_{11}}{\sum_{i=1}^n X_{1i}} \times 100\%$
類別 B	$X_{21}$	$X_{22}$	...	$X_{2n}$	$\sum_{i=1}^n X_{2i}$	$\frac{X_{22}}{\sum_{i=1}^n X_{2i}} \times 100\%$
類別 C	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
類別 D	$X_{n1}$	$X_{n2}$	...	$X_{nn}$	$\sum_{i=1}^n X_{ni}$	$\frac{X_{nn}}{\sum_{i=1}^n X_{ni}} \times 100\%$
總計	$\sum_{i=1}^n X_{i1}$	$\sum_{i=1}^n X_{i2}$	...	$\sum_{i=1}^n X_{in}$	$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij}$	—
使用者精度	$\frac{X_{11}}{\sum_{i=1}^n X_{i1}} \times 100\%$	$\frac{X_{22}}{\sum_{i=1}^n X_{i2}} \times 100\%$	...	$\frac{X_{nn}}{\sum_{i=1}^n X_{in}} \times 100\%$	—	—

其中 $X_{ni}$ ：表示在誤差矩陣中第i列第j行的元素；

$\sum_{i=1}^n X_{ni}$ ：表示第 i 列元素之總和；

$\sum_{i=1}^n X_{in}$ ：表示第 i 行元素之總和；

n：表示類別數

### (1)影像分類之精準度評估

影像分類的精準度評估，指在影像分類完成後，依據所蒐集的地面真實現況參考資料(Reference Data)，評估分類後影像的精準度。在誤差矩陣中，經由行與列的計算，能產生使用者精度(User's accuracy)與生產者精度(Producer's accuracy)。以下就本計劃所採用之精準度評估加以介紹。

本計劃透過誤差分析矩陣展示精準度評估之成果，下列將誤差分析矩陣中使用的指標進行探討。

#### a. 生產者精度 (Producer's Accuracy)

生產者精度，是指屬於某一真實地面參考資料的土地覆蓋類別之檢核點，有部份的檢核點被錯誤分類，而被正確分類的像元數之百分比；亦即將誤差矩陣中對同一種分類，對角線的數值，除以行中所有數值相加之和，所產生的百分位數。

$$\text{生產者精度} = \frac{X_{ii}}{\sum X_{i+}} \times 100\% \quad (4-10)$$

其中， $X_{ii}$  表示在誤差矩陣中第  $i$  列第  $i$  行的元素； $\sum X_{i+}$  表示第  $i$  列元素總和。

此精度即表示在使用某種分類方法下，地面參考資料可正確地被分類的精度，另一相同的意義即為漏授誤差(omission error)；漏授表示已知類別被遺漏而歸類到其他類別，其公式定義為：

$$\text{漏授(OE)} = 1 - \text{producer's accuracy(PA)}$$

#### b. 使用者精度(User's Accuracy)

此精度是指分類後的各土地覆蓋類別，對應到地面真實參考資料時，真正為該種類別的像元數之百分比；亦即依據每一種分類，將對角線的數值，除以列所有數值相加之和，所產生的百分位數。

$$\text{使用者精度} = \frac{X_{ii}}{\sum X_{+i}} \times 100\% \quad (4-11)$$

其中， $X_{ij}$  表示在誤差矩陣中第  $i$  列第  $j$  行的元素； $\sum X_{+i}$  表示第  $i$  行元素總和。

使用者精度表示地面覆蓋物經分類後，類別被正確歸類的機率；另一個相似意義的是誤授誤差(commission error)，表示分類後之類別被錯誤分類的百分

比。其表示式為：

$$\text{誤授(CE)} = 1 - \text{user's accuracy (UA)}$$

### c. 整體精度(Overall accuracy)

代表分類後正確的土地覆蓋類別之檢核點數除以總抽取的檢核點數，所產生的百分比；亦即在誤差矩陣中對角線的所有數值加總除以全部樣本的總和，所產生的百分位數。

$$\text{整體精準度} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ii}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij}} \times 100\% \quad (4-12)$$

### d. Kappa 統計值

藉由誤差矩陣間的相互運算而產生之統計值，可表現整體影像分類的誤差性，並同時考慮漏誤與誤授因素，為分類成果比隨機分類優良多少的指標。

$$K_{hat} = \frac{\text{整體精準度} - \text{期望精準度}}{1 - \text{期望精準度}} = \frac{N \sum_{i=1}^n X_{ii} - \sum_{i=1}^n (X_{i+} \cdot X_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^n (X_{i+} \cdot X_{+i})} \quad (4-13)$$

### 第三節 景觀生態分析

#### 一、景觀生態指標

掌握了景觀資源的分佈後，更重要的就是分析其在生態學上所代表之意涵，利用計算景觀的結構指標，可了解該地區景觀的空間結構、內部功能及各部分之間的關係，特別是人類與景觀的相互作用和互相協調問題。本計劃以雪霸國家公園為研究區，以八十三年草地資料和 IKONOS 衛星影像判釋成果為基礎資料，運用 FRAGSTATS 3.3 計算景觀生態指標，探討園區草地之時空間變遷及其景觀生態意義。

本計劃首先利用影像處理軟體 ERDAS IMAGE 8.6 對雪霸國家公園地區之 IKONOS 衛星影像進行地表覆蓋類別之影像判釋，配合應用美國農業部(USDA)所研發的 FRAGSTATS 軟體(Magarigal and Mark, 1995)並結合地理資訊系統軟體 ArcView3.3 計算景觀生態指數。首先利用影像分類後的成果，進行草地類別地景生態指標之計算，選取草地面積佔子集水區面積較大之子集水區作為探討，分別是復興山東側、大霸尖山、佳陽山以及復興山等四個子集水區，主要計算之指標類別有：嵌塊體指標(Patch density, patch size and variability )、邊緣指標(Edge metrics)。其意義如下：

#### 1. 嵌塊體指標

嵌塊體數目及平均嵌塊體大小為敘述嵌塊體之基本統計量。

##### (1) 嵌塊體數(Number of Patch : NP)

嵌塊體數目的多寡，表示景觀上之地物類型零散與否，以下式表示於景觀內  $i$  類別的嵌塊體數目，NP 大於 1，既無單位亦無任何限制：

$$NP = n_i \quad (4-14)$$

## (2) 平均嵌塊體大小(Mean Patch Size : MPS)

平均嵌塊體的面積，以公頃(ha)表示，一般而言，嵌塊體愈大，其保育功能愈強；反之若嵌塊體愈小，其保育功能相對較低。

$$MPS = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i} \left( \frac{1}{10000} \right) \quad (4-15)$$

$a_{ij}$ ：表示 i 類嵌塊體中第 j 個之面積，以平方公尺表示。

$n_i$ ：於景觀內 i 類別的嵌塊體數目

## 2. 邊緣指標

邊緣指標常被認為是表示景觀形狀(landscape configuration)的最佳指標，透過邊緣指標雖無法明確描繪出一景觀之空間型態，但許多景觀調查研究中顯示，邊緣效應與空間圖示具重要之相關性，如風的干擾於不同邊緣長度或形狀的作用下，具有不同之生態效應。

### (1) 總邊緣長度(Total Edge ; TE)

TE所表示者為嵌塊體的邊緣總長度，邊緣長度關係到嵌塊體與相鄰的地景單元的能量、物質及物種的相互作用，且若能與嵌塊體的大小、形狀結合，較具生態上的意義。

$$TE = \sum_{k=1}^m e_{ik} \quad (4-16)$$

### (2) 邊緣密度(Edge Density, ED)

$$ED = \frac{\sum_{k=1}^m e_{ik}}{A} (10000) \quad (4-17)$$

其中為地景中 i、k 兩相鄰嵌塊體邊界的長度，以公尺表示。地景中為嵌塊體型態的個數，包括地景邊界。

#### 第四節 3D 視覺化飛行模擬

本計劃中將利用 3D VR GIS 的技術，配合衛星影像處理及收集相關地形資料，如：數值地形資料(DEM)、衛星影像、地標點位資料，透過衛星影像圖套疊數值地形資料，展示當地的地形地貌，進行 3D 模擬飛行，並運用多媒體 AFTER EFFECT 軟體整合相關資料，選定雪霸國家公園內之大鹿林道東線及七家灣溪流域，作為模擬飛行之地區。圖 4-4 為飛行模擬之流程圖。

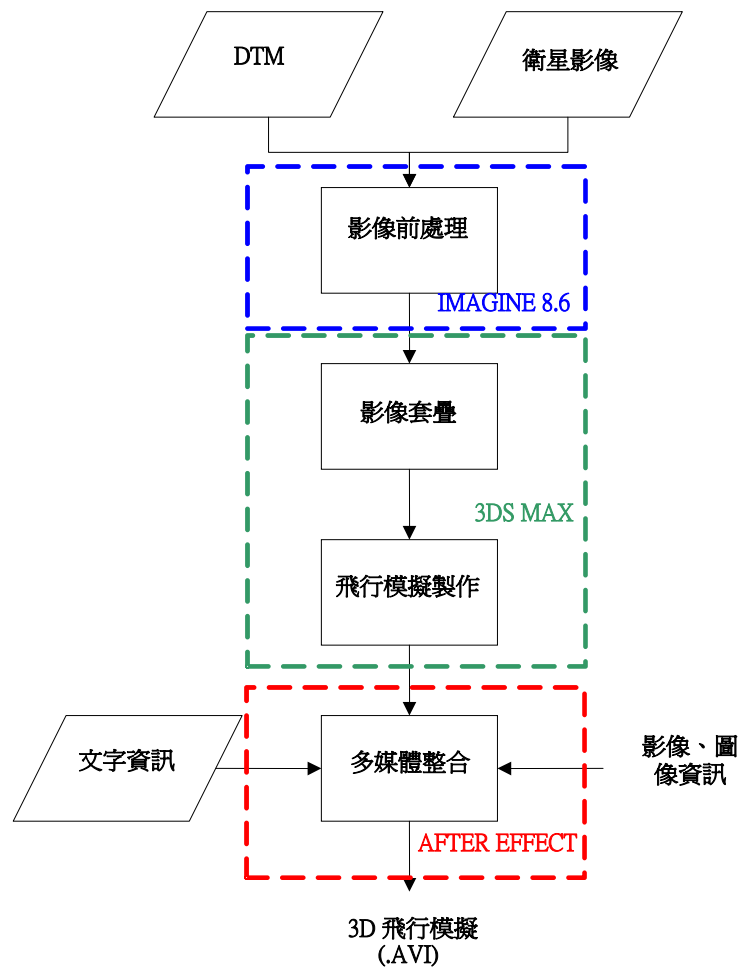


圖 4-4 3D 視覺飛行模擬流程圖

## 第五章 成果與討論

### 第一節 實證分析

#### 一、IKONOS 影像前處理

本計劃中所購買之 IKONOS 衛星影像如圖 5-1 中所示，經檢查後發現並未完成影像正射校正之工作，導致全區影像無法有效接合。因此本計劃以雪霸國家公園之範圍圖為基圖，結合衛星影像所提供之地面資料(RPC)及數位地形資料(DEM)，依據圖 5-2 之流程，以半嚴謹模式進行 IKONOS 影像正射校正之運算工作，但在正射影像計算過程中，地面點座標可能為非整數值，而原始影像是以整數像元表示，因此本計劃將利用鄰近差值法進行重新取樣之動作，使其像元間可以互相對應。

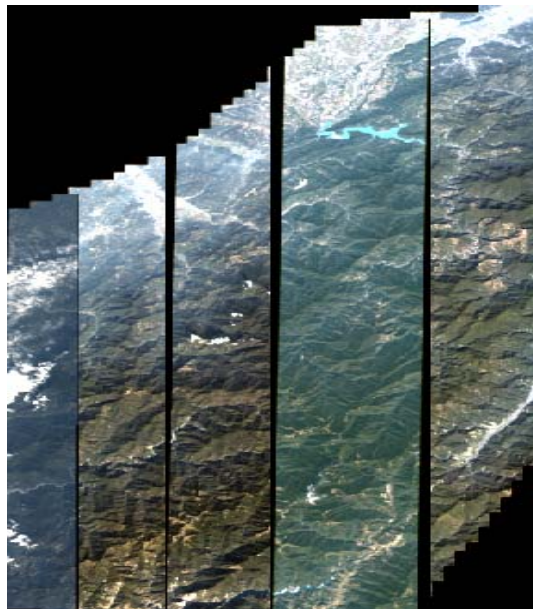


圖 5-1 未經正射接合之 IKONS 影像

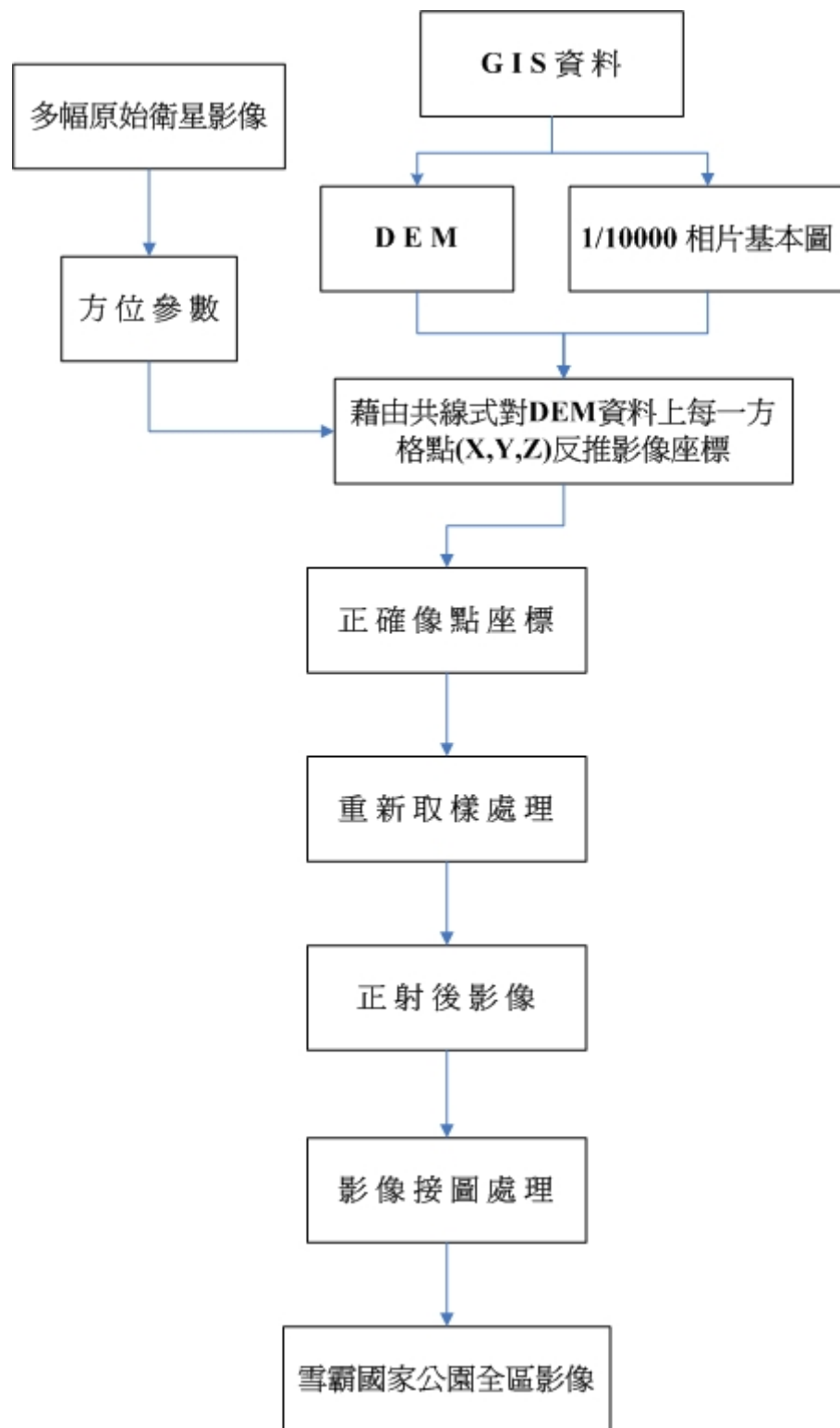


圖 5-2 影像前處理流程圖



正射後之成果與相片基本圖套疊之 X 座標誤差為 9.26 公尺，Y 座標誤差為 5.03 公尺，座標平均誤差為 10.59 公尺。由於計劃區域位於山區，所以影像校正之結果是可以接受的。另外本計劃利用了 DEM 資料作為影像正射轉換之參考依據，因此可改進影像非正射時所造成的誤差。在進行完影像前處理程序後，利用 ERDAS 軟體進行影像接圖處理，將雪霸國家公園隸屬區域拼接成一張影像圖，而本圖是國內國家公園第一幅高解析度之完整衛星影像，對於環境、生態或歷史紀錄上有相當的貢獻，並且可提供本計劃對於環境監測、植群分佈有更充分的掌握與瞭解。因此本計劃將運用雪霸國家公園 IKONOS 全區影像，進行影像分類、林相分類、土地利用類型探討、3D 視域化模擬之後續分析。圖 5-3 為經由有理函數法校正後，各時期影像控制點之 X 座標與 Y 座標之殘差值與 RMS 值。圖 5-4 為雪霸國家公園 IKONOS 全區影像。

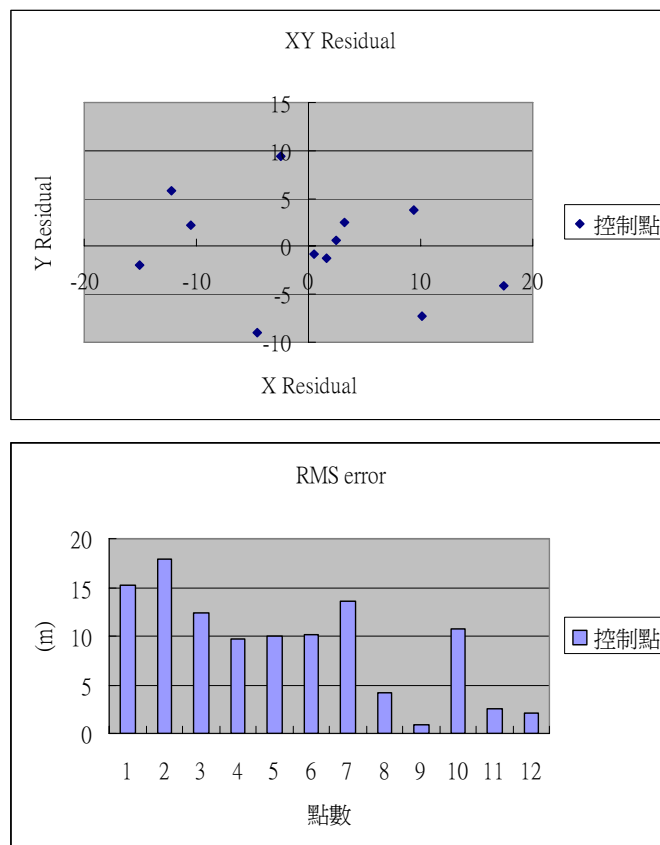


圖 5-3 檢核點之誤差圖



圖 5-4 雪霸國家公園 IKONOS 全區影像

## 第二節 影像分類

### 一、以原始影像進行分類

在衛星影像進行前處理後，計劃中將先以四個原始波段之 IKONOS 衛星影像進行地表覆蓋之判釋，利用監督式分類中之最大概似分類法初步對計劃區內進行分類，分類中之覆蓋類別包括有林相、水體、河道、裸露地、草地、果菜園地跟陰影等七類，在選定完類別之後，將針對計劃區選取訓練樣本進行影像分類，而訓練樣區則是按照各類別所佔面積之比例進行選取，其中一共選取了 192 個訓練樣區。圖 5-5 為原始影像分類後之成果，其整體精度(overall)達到 79%，而 Kappa 值為 74%，其中林地類別的使用者精度為 75%，生產者精度為 100%，代表在分類林地這類別時，其使用者精度影響了整體精度，在加上類別跟類別間發生混淆之情形相當明顯，例如：河道與裸露地及果菜園地均發生混淆，這樣的分類精度並未符合本計劃之要求，因此決定加入 NDVI 作為輔助資訊，嘗試將分類之精度加以提升。

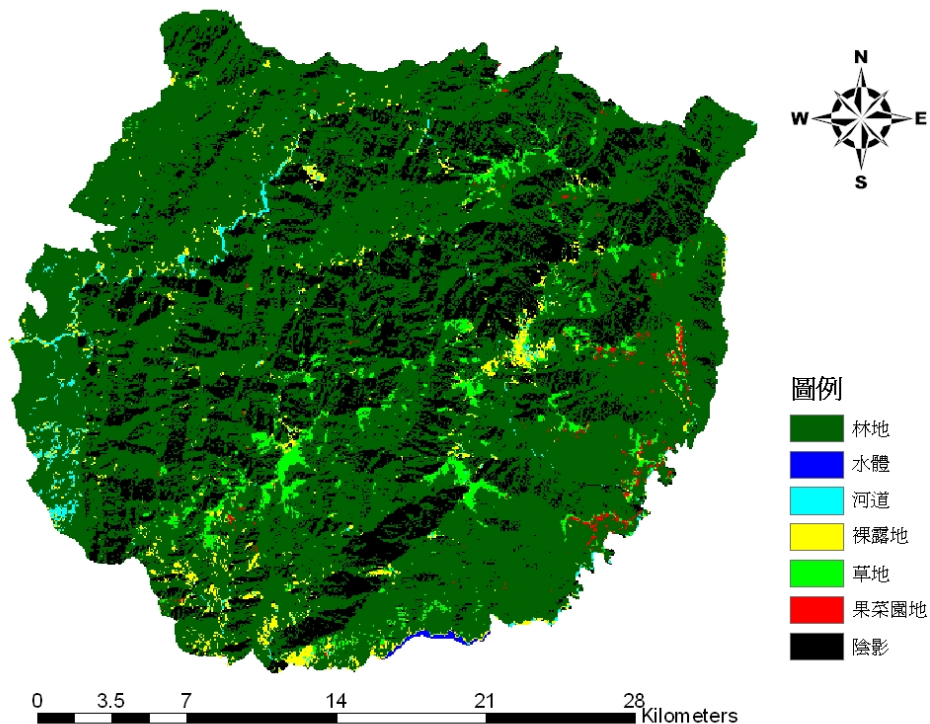


圖 5-5 原始影像分類成果

表 5-1 原始影像分類之誤差矩陣表

類別	林地	水體	河道	裸露地	草地	果菜園地	陰影	使用者精度(%)
林地	70	0	6	6	6	2	3	75.27
水體	0	10	0	0	0	0	0	100
河道	0	0	26	5	0	0	0	83.87
裸露地	0	0	7	28	1	2	0	73.68
草地	0	0	0	2	41	12	0	74.55
果菜園地	0	0	0	1	0	10	0	90.91
陰影	0	0	0	0	0	0	18	100
生產者精度(%)	100	100	66.67	66.67	85.42	38.46	85.71	
<b>Overall= 79.30%</b>					<b>Kappa Statistics =74.31%</b>			

## 二、加入輔助資訊進行分類

常態化差異植生指標(NDVI)常被用來分析評估植生在光譜反應之特性。NDVI 之值落於-1.0 至 1.0 範圍，小於 0 的像元值通常屬於非植生之像元，反之指數值越大代表植生密度越高，可以判別植生反射量之多寡。圖 5-6 為 NDVI 影像。

本計劃基於上述之原理，利用 IKONOS 影像進行 NDVI 轉換後，加入原始光譜影像後以監督式最大概似分類法進行分類，所得成果如圖 5-7 所示。

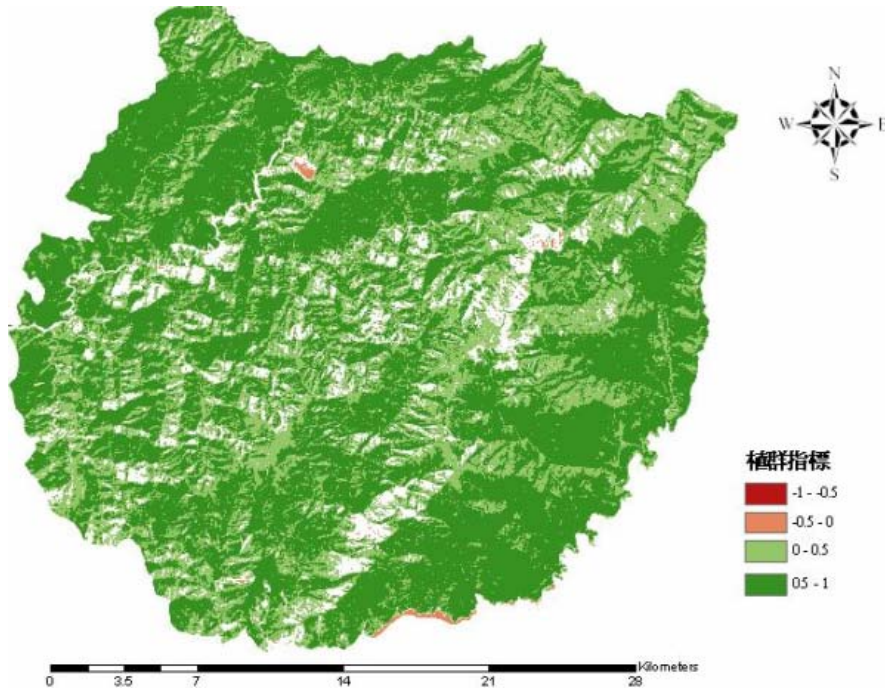


圖 5-6 雪霸國家公園 NDVI 影像

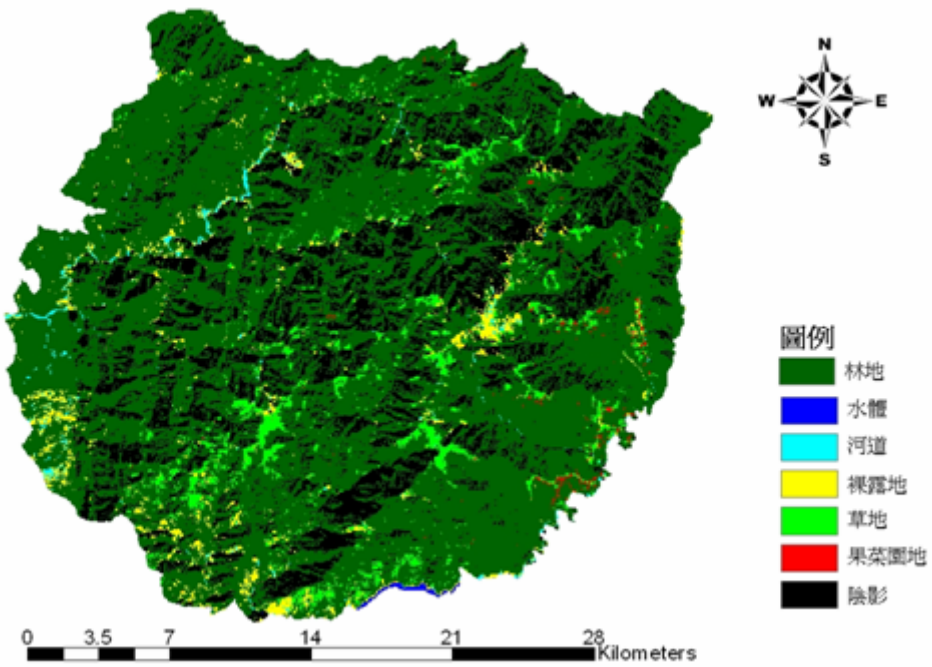


圖 5-7 加入 NDVI 分類成果

表 5-2 加入 NDVI 後分類之誤差矩陣

類別	林地	水體	河道	裸露地	草地	果菜園地	陰影	使用者精度(%)
林地	69	0	0	0	0	0	1	98.51
水體	0	10	0	0	0	0	0	100
河道	0	0	37	3	0	0	0	92.50
裸露地	0	0	2	37	1	3	0	86.05
草地	1	0	0	2	47	16	0	71.21
果菜園地	0	0	0	0	0	7	0	100
陰影	0	0	0	0	0	0	20	100
生產者精度(%)	98.57	100	94.87	88.10	97.92	26.92	95.24	
<b>Overall= 88.67%</b>					<b>Kappa Statistics =86.10%</b>			

從圖 5-7 中顯示：影像全區分類精度達到 88.67%、Kappa 值達到 86.10%，兩個指標均有顯著之提升，其中分類較不理想的類別為果菜園地，其生產者精度僅達到 26.92%，代表其漏授(Omission Error, OE)情形較為嚴重，另外從表 5-3 可以發現果菜園地和草地容易混淆，而果菜園地地區又只侷限在武陵農場附近，因此為了不影響精度，計劃中將透過影像後處理方式，另外將覆蓋類型分成六類進行影像分類，將分類後的成果進行精準度評估，最後再將武陵農場地區之果菜園地數化，加入在衛星影像分類成果中，保持影像在分類上之完整性(如圖 5-8)。圖 5-8 為影像後處理分類成果。表 5-3 為影像後處理分類成果之誤差矩陣。

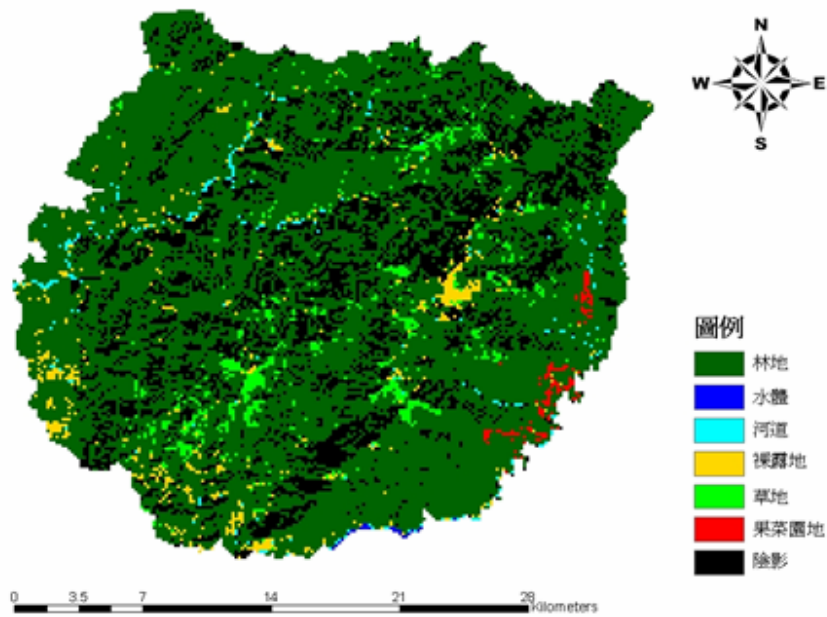


圖 5-8 影像後處理分類成果

表 5-3 影像後處理分類成果之誤差矩陣

類別	林地	水體	河道	裸露地	草地	果菜園地	陰影	使用者精度(%)
林地	69	0	0	0	0	0	1	98.57
水體	0	10	0	0	0	0	0	100
河道	0	0	37	3	0	0	0	92.50
裸露地	0	0	2	37	1	0	0	92.50
草地	1	0	0	2	47	0	0	94
果菜園地	0	0	0	0	0	26	0	100
陰影	0	0	0	0	0	0	20	100
生產者精度(%)	98.57	100	94.87	88.10	97.92	100	95.24	
Overall= 96.09%				Kappa Statistics =95.24%				



### 三、面積統計

由上述精準度評估表可知，分類成果以影像後處理分類成果為最佳，其全區分類精準度達 96%，高於光譜影像的 79%與 NDVI 影像的 88%，故在各類別分類面積統計上，將採用影像後處理分類成果為基準，計算影像分類出的像元數，再乘上網格大小（在 IKONOS 影像為  $16m^2$ ），即可得到各地物覆蓋之面積統計量，表 5-4 即為本計劃之統計成果。

表 5-4 土地覆蓋面積統計(單位：公頃)

類別	河道	水體	裸露地	果菜園地	草地	林地	陰影
面積	761	91	1770	341	2398	55553	16075
百分比	0.99%	0.12%	2.30%	0.44%	3.12%	72.16%	20.88%

在表中可看出影像中林地佔了絕大部分，其面積比率高達 72.16%，而次於林地的面積為陰影，陰影佔了整體面積的 20.88%，檢視影像中發現，其影像時間為有五條掃描帶構成分別為 2003 年 11 月、2003 年 12 月、2003 年 12 月、2001 年 11 月與 2002 年 1 月的影像，所有掃描帶的影像均分佈在冬季，所以太陽高度角相對夏季低了許多，再加上雪霸國家公園內多是高山，且地形起伏較大，所以在背陽面容易產生大片的陰影面積，由於陰影內部影像像元值的反應極低，所以無法明確的判定為何種地物類別，以至影響影像分類的準確性，故後續可考慮進行陰影的去除，或利用夏季影像進行分類，將陰影的影響減至最少。



#### 四、選定區域進行樹種分類

本計劃參考了由林務局於民國 83 年所產生的林班資料，進行雪霸國家公園植群分佈範圍分析，從圖 5-9 中可以瞭解到在雪霸國家公園裡，二葉松、檜木林和松類佔了極大部分之面積，因此計劃中將擬先選定於一處地區，作為樹種分類之探討方向。

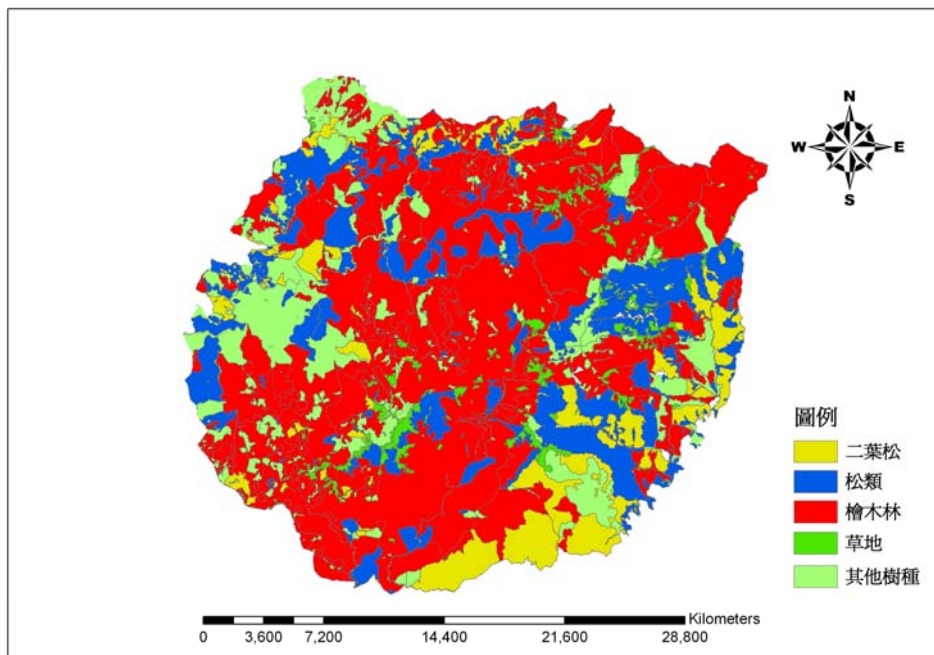


圖 5-9 1994 年樹種向量資料



圖 5-10 樹種研究區位置圖

從 5-10 可以瞭解到實証區橫跨帽子山、志樂溪、比壽潭山、德基水庫、佳陽山南側、佳陽山、佳陽山西側、大失走山、斧碗山、復興山東側等十集水區，其樹種上的豐富度高，且有本計劃預定分類之樹種，所以選定在該區為本計劃樹種分類之研究區。圖 5-11 為樹種研究區衛星資料，圖 5-12 為樹種研究區向量資料。

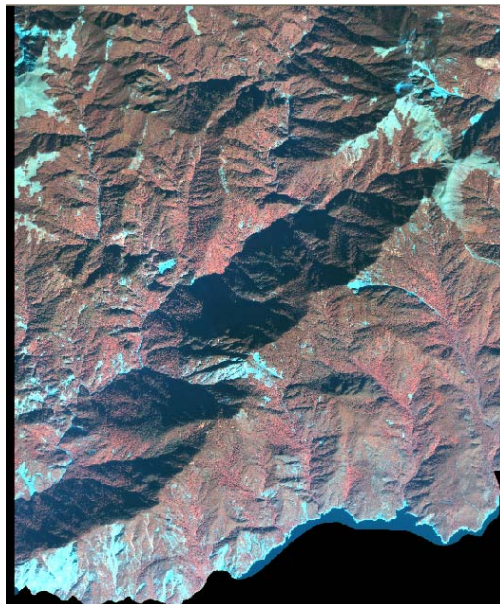


圖 5-11 樹種研究區衛星資料

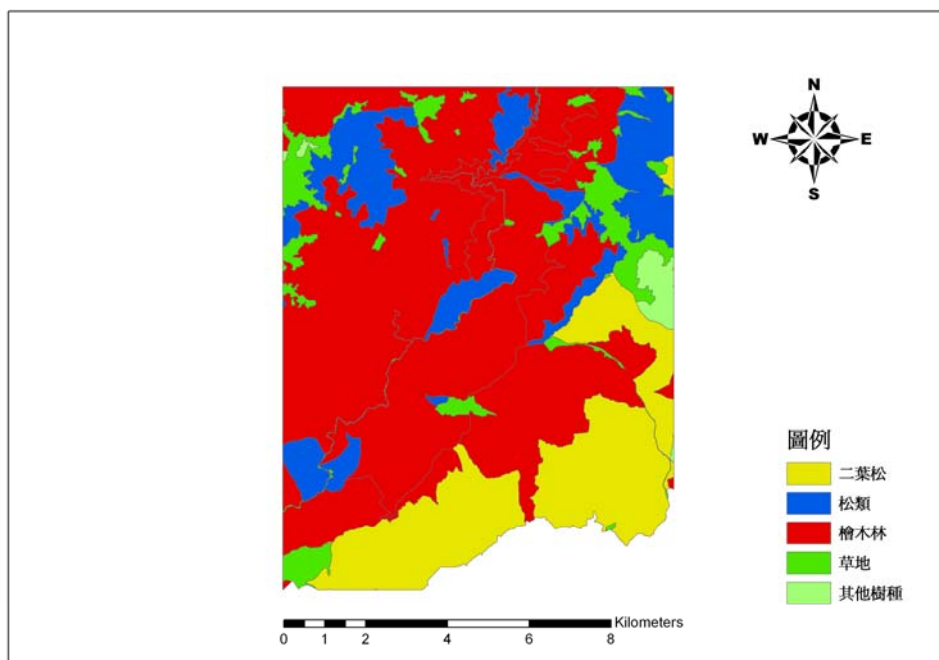


圖 5-12 樹種研究區向量資料

在研究區選定之後，首先整理其影像特徵，作為在影像分類訓練樣區之萃取標準，利用了訓練樣區作為基準，對整張影像進行監督式分類，其分類後的成果如圖 5-13。

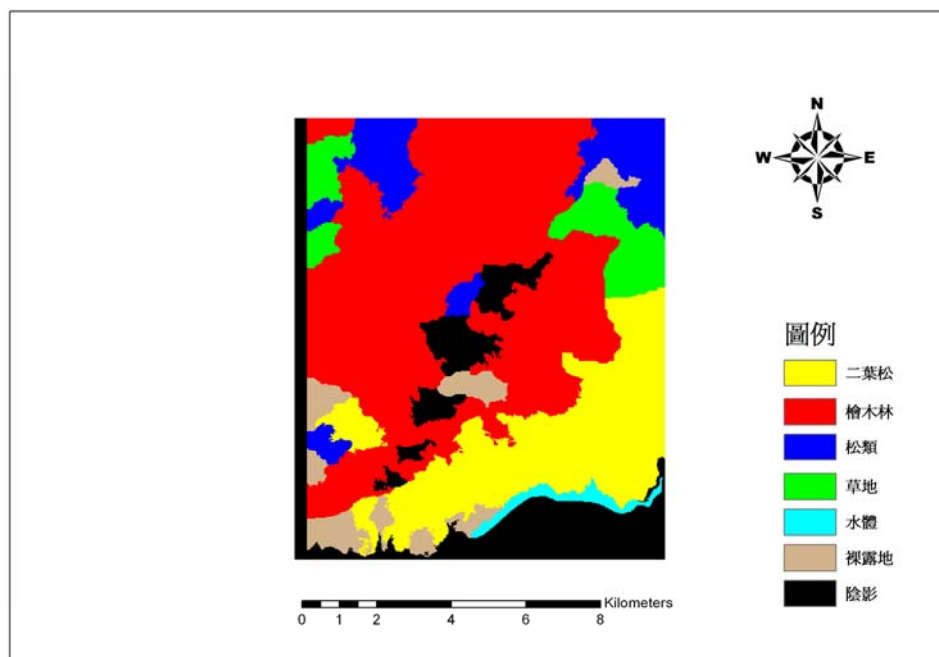


圖 5-13 樹種分類成果

GIS 資料是由林班圖數化而來的，跟真實之環境上有程度上之落差，但是從分類後的成果來看與 GIS 資料相似度頗高，其中在草地、水體、二葉松、檜木林這些類別上是非常相像的，可是在其他些類別上，可能還要透過其他分類器或仔細調查才能得到其成果。最後在陰影地區部分是沒有辦法討論的，這是本計劃遺憾之處。

## 五、植群分類

透過本計劃於之前於帽子山、志樂溪、比壽潭山、德基水庫、佳陽山南側、佳陽山、佳陽山西側、大失走山、斧碗山、復興山東側等十集水區之樹種分類，能夠獲得不錯之分類成果，因此，本計劃嘗試擴大樹種分類範圍於雪霸國家公園全區並利用林務局於第四次林務調查資料作為影像分類之地真資料。但由於雪霸國家公園所管轄之範圍，園區內景觀豐富使得在衛星影像上有較大的變異存在，因此透過本計劃初步評估後，瞭解若以樹種為最小之分類類別，將使得分類成果過於破碎而無法於實務上之應用，據此，本計劃乃利用植群科別將園區所涵蓋之樹種進行合併，而使得分類成果更能夠符合實務上之應用。因此本計劃將以松科、柏科、杉科以及其他科樹木作為影像分類之最小分類類別(表 5-5)，並為符合地表真實現況上加入草地、河道以及裸露地共七大類別進行衛星影像分類。

表 5-5 雪霸國家公園植群型類別

松科	二葉松、五葉松、華山松、落葉松、鐵杉、雲杉、馬尾杉、帝杉、冷杉、其他松。
柏科	扁柏、紅檜、肖楠。
杉科	台灣杉、杉木、柳杉、香杉。
其它科	檫木、泡桐、烏心石、紅豆杉、擦樹、果樹、桂竹、楓香、楠木類、樟樹、赤楊、木荷、柯木類、木麻黃、槲櫟類。

本計劃首先利用純光譜影像進行林相分類，但由於各植群在光譜反應上極為相近，使得整體分類成果不佳，因此，本計劃將引入半變異元紋理分析計算紋理影像以輔助衛星影像分類，而在 IKONOS 之多光譜影像之空間解析度為 4 公尺，其相對應於地面真實面積為 16 平方公尺，在此空間解析度下將使得部分資訊過於均化，而使得林相紋理特徵較不明顯，本計劃為解決此問題，則採用半變異元模型中之虛擬交叉半變異元進行紋理影像之計算，由於虛擬絕對半變異元為透過複合影像間的變異數值取代傳統單幅影像上之變異數，因此能夠彌補無全色態影像與多光譜影像較低空間解析度之缺點。而在加入紋理資訊輔助多光譜影像並以最大概似法進行影像分類。

但由於影像拍攝當時，太陽入射角有相當大的角度，使得在部分地區發生陰影遮蔽的現象發生，使得在陰影遮蔽地區之原始光譜值已產生相當大的破壞，而無法進行有效之分類，因此對於陰影遮蔽之地區本計劃先行將遮蔽之地區透過影像分類技術析離，而透過目前所獲得之地真資料進行影像鑲嵌，以彌補因為陰影所造成之資訊遺失，而得到圖 5-14 之分類成果。

透過圖 5-14 之分類成果與地真資料(圖 5-15)進行比較，發現影像分類後的成果與地真資料仍存有差異性，而造成此一結果之原因，乃是由於影像分類時植群類別的影像波譜值過於接近，以及影像光譜受到地形效應、輻射效應之影響，造成影像分類成果有誤判、漏判之情形發生，但在整體分類成果上仍無明顯太大之變異，因此仍可當作國家公園內在生態保育管理上之參考依據。

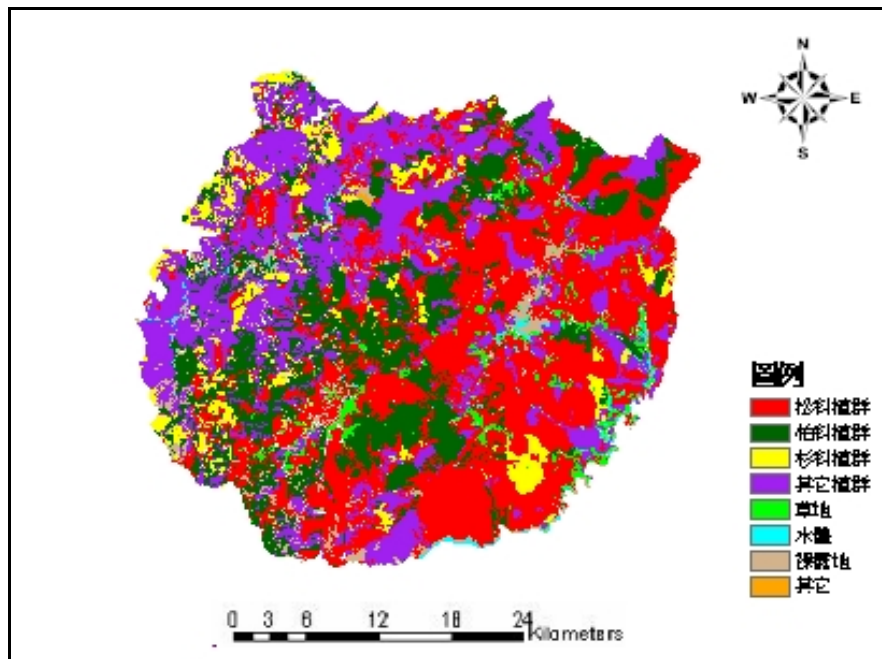


圖 5-14 植群分類成果

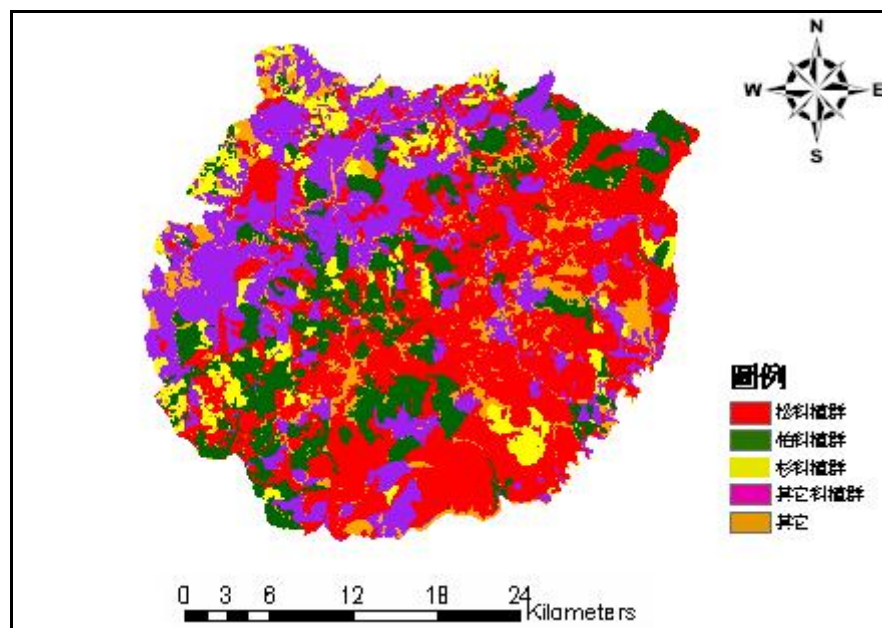


圖 5-15 雪霸國家公園植群向量資料



### 第三節 特殊土地利用類型探討

經由上述影像分類後的成果，便可知道雪霸國家公園內土地利用之類型，其中「裸露地」和「草地」對於生態上的影響性較高，因此本計劃將以子集水區為劃分界線，探討「裸露地」與「草地」在子集水區面積比大之地區，經由面積統計與景觀生態指標計算，以瞭解其影響情形。

#### 一、集水區崩坍地面積統計

本計劃利用影像後處理分類成果(圖 5-8)來作為崩坍地在集水區面積之統計比，挑選出四區崩塌地較大之集水區，從分類的成果中計算出影像分類的像元數，再乘上網格大小(在 IKONOS 影像為  $16m^2$ )，即可得到崩坍地物覆蓋之面積統計量。圖 5-16 為集水區中崩坍地較多之地區影像。

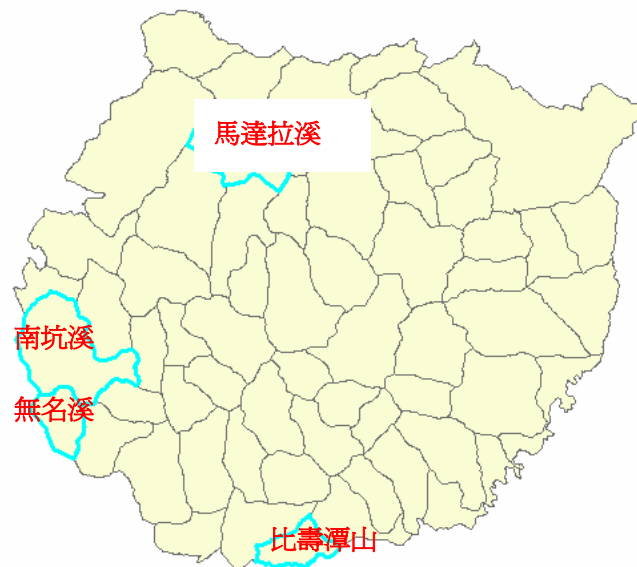


圖 5-16 集水區中崩坍地較多之地區影像圖

表 5-6 四個較大面積之崩塌地集水區統計表(單位：公頃)

集水區類別	南坑溪	無名溪	比壽潭山	馬達拉溪
崩塌地面積	154.74	117.49	106.77	68.90
集水區面積	2292.02	747.20	694.21	1716.04
崩塌地佔集水區百分比(%)	6.75%	15.72%	15.38%	4.02%

表 5-6 為四集水區和雪霸國家公園在分類成果中崩塌地佔集水區之百分比，從表中可以清楚的知道崩塌地在無名溪集水區面積中所佔的比例為 15.72%，比壽潭山為 15.38%，南坑溪為 6.75%，馬達拉溪為 4.02%，其中以無名溪的比例最高，造成的地貌破壞最為顯著。另外對於上述這些地區，必須持續注意崩塌地擴大之情形，以保有其生態之價值。

## 二、集水區草地面積統計與景觀生態指標

從上述的影像後處理分類成果中(圖 5-8)可以發現草地面積卻有逐漸減少之趨勢，原本 83 年的林班資料中草地面積為 2460.56 公頃，影像分類後草地的面積為 2398.69 公頃，大約減少了 61.87 公頃。其中草地分佈面積有集中的趨勢，因此本研究將選擇草地面積佔子集水區面積較大之子集水區，作為後續研究地區之探討。從分類後的結果經過計算後可以瞭解到復興山東側、大霸尖山、佳陽山以及復興山等四個子集水區，其草地面積佔子集水區面積分別為 16.85%、11.2%、13.48%以及 12.10%，在雪霸國家公園中屬於草地面積較大之子集水區，此外本計劃從成果中亦發現到唐呂山東側子集水區中草地有明顯大量增加之情形，因此將配合應用 FRAGSTATS 軟體針對復興山東側、復興山、大霸尖山、佳陽



山以及唐呂山東側五個子集水區，作為探討草地變遷之研究地區。（表 5-7 為草地面積之集水區統計表）。圖 5-17 為草地面積集水區位置圖。

表 5-7 為草地面積之集水區統計表

子集水區	總面積（公頃）	草地面積（公頃）	草地所佔比例
復興山東側	1171.29	197.36	16.85%
大霸尖山	835.39	92.86	11.12%
佳陽山	511.53	68.95	13.48%
復興山	645.99	78.16	12.10%
唐呂山東側	1307.10	167.23	12.79%

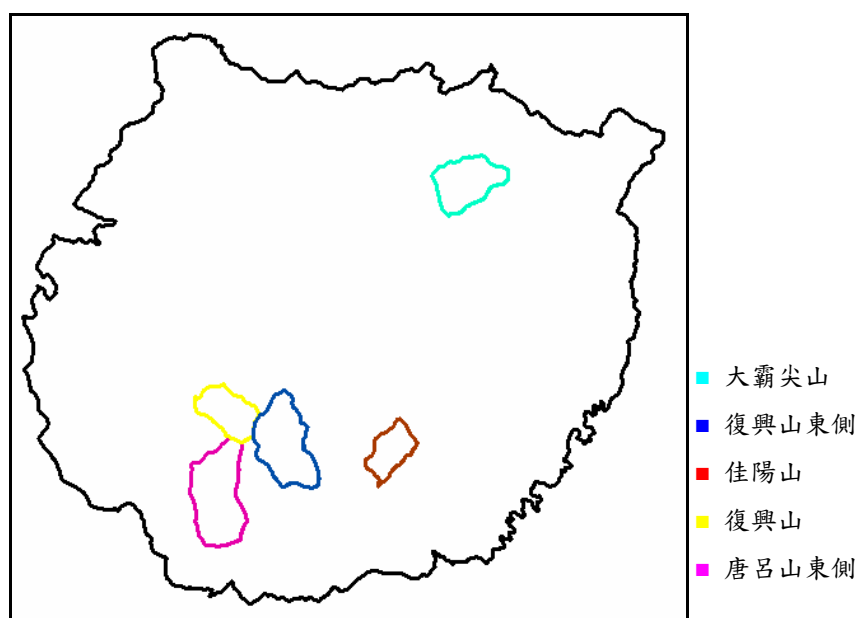


圖 5-17 草地面積集水區位置圖

#### (1) 大霸尖山子集水區

由嵌塊體個數指標可以瞭解，在八十三年大霸尖山集水區內草地一共有 9 處，平均嵌塊體大小為 9.58 公頃，但到了九十年草地的增加至 25 處，其平均嵌塊體大小卻縮小至 3.72 公頃，而草地面積比方面，八十三年草地面積比為 10.31%，九十年草地面積比為 11.12%，以上的結果可顯示出在這段期間內草地面積其實變化不大，但草地面積卻有較破碎之趨勢。

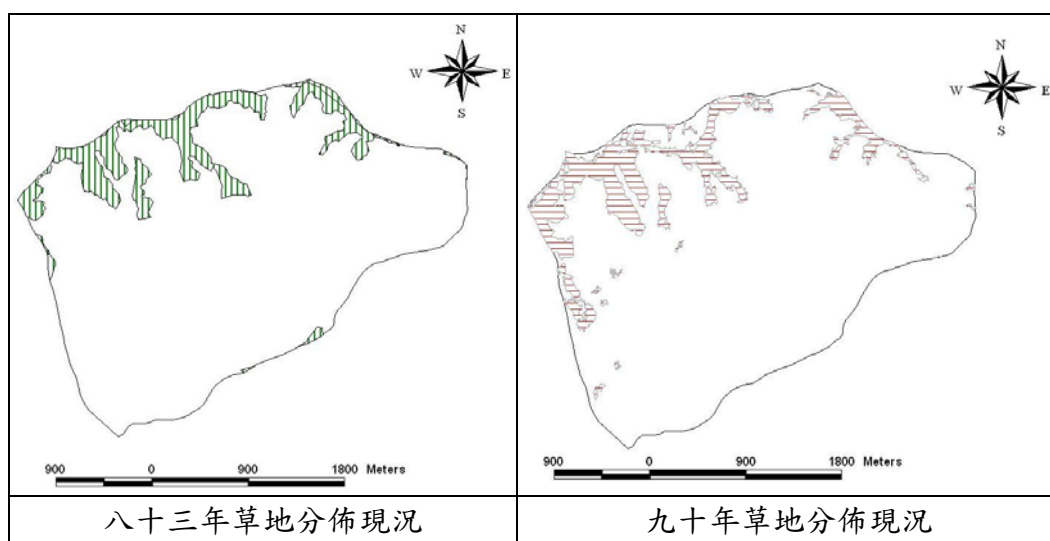


圖 5-18 大霸尖山子集水區草地變遷

表 5-8 大霸尖山集水區地景生態指標與面積比

年份 \ 指標	嵌塊體 個數	平均嵌塊 體大小 (公頃)	邊緣 長度 (公尺)	邊緣 密度	面積比 (%)
83 年草地	9	9.58	24560	284.85	10.31%
90 年草地	25	3.72	49536	35.39	11.12%

(2) 復興山東側子集水區

由表 5-9 中可以發現復興山東側集水區中，該地區在草地面積上是四集水區之冠，可是在草地面積比上變化卻是最小，說明了該地區長年都有大面積之草地存在。另外從嵌塊體個數指標中發現，九十二年的草地數量雖增加至 42 處，但由草地分佈圖中，可以發現草地數量增加的地區，都侷限於東南側零星草地的覆蓋情形，這樣的分佈情形影響到了嵌塊體的個數，對草地的結構上卻無太大之影響，再加上其邊緣長度也是四集水區中距離最長的，因此整體而言該地區的草地結構上是最穩定的。

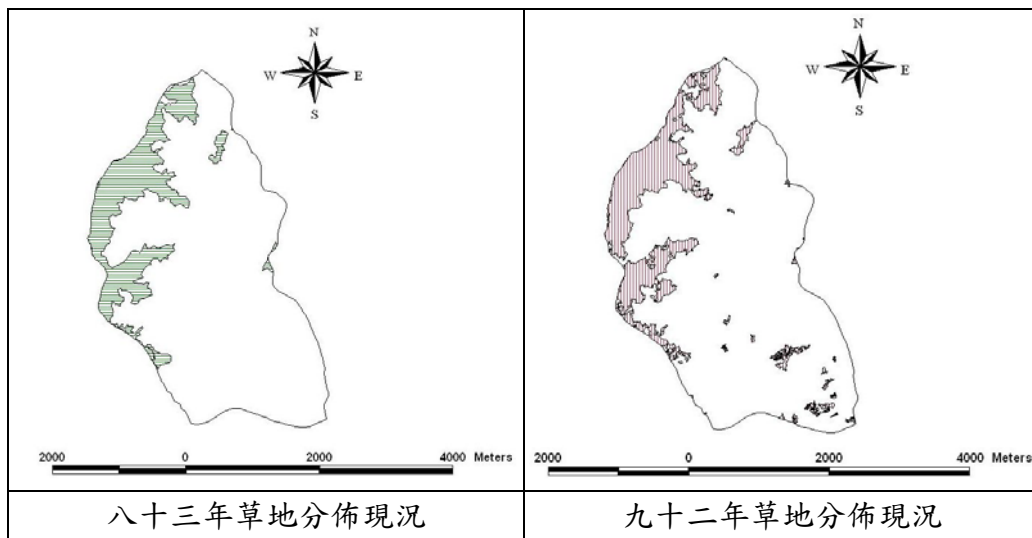


圖 5-19 復興山東側子集水區草地變遷

表 5-9 復興山東側集水區地景生態指標與面積比

年份 \ 指標	嵌塊體 個數	平均嵌塊 體大小 (公頃)	邊緣 長度 (公尺)	邊緣 密度	面積比 (%)
83 年草地	7	28.16	29020	147.24	16.82%
92 年草地	42	4.70	69816	36.12	16.85%

### (3) 佳陽山子集水區

由嵌塊體個數指標顯示：在八十三年佳陽山集水區內草地一共有 3 處，平均嵌塊體大小為 30.81 公頃，到了九十二年草地增加至 16 處，其平均嵌塊體大小卻縮小至 4.31 公頃，說明了該地區於嵌塊體個數雖增加不多，但平均嵌塊體面積有逐漸縮小之情形，顯示該類別有面積逐漸縮小且趨於破碎之情形。另外從面積與草地分佈情形和嵌塊體邊緣長度中來討論，可以發現該地區於八十三年草地覆蓋面積為 18.07%，嵌塊體邊緣長度為 15780 公尺，在九十二年中草地覆蓋面積為 13.48%，嵌塊體邊緣長度為 26952 公尺，在九年之間草地面積約略縮減 4.59%，但在邊緣長度的增加上卻是相對不明顯，因此就足以發現該地區的草地面積結構上已受到破壞，覆蓋面積上有逐漸減少之趨勢。

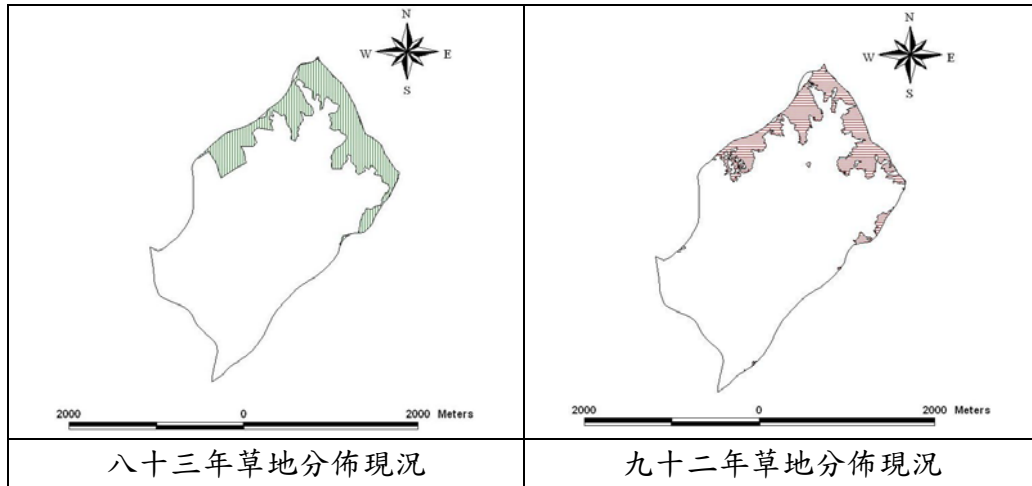


圖 5-20 佳陽山子集水區草地變遷

表 5-10 佳陽山集水區地景生態指標與面積比

年份 \ 指標	嵌塊體 個數	平均嵌塊 體大小 (公頃)	邊緣 長度 (公尺)	邊緣 密度	面積比 (%)
83 年草地	3	30.81	15780	170.72	18.07%
92 年草地	16	4.31	26952	25.24	13.48%

#### (4) 復興山子集水區

在復興山子集水區中，八十三年草地覆蓋面積為 15.59%公頃，而在九十二年中草地面積縮減為 12.10%，在加上由嵌塊體指標中發現，嵌塊體個數有增加，但平均嵌塊體面積有縮小之趨勢，就可以發現到該集水區草地有面積逐漸縮小且破碎之情形；另外該集水區於九十二年的嵌塊體密度也是四集水區中密度最高的，顯示出草地該類別與周遭其他類別之交互作用情形最為頻繁。

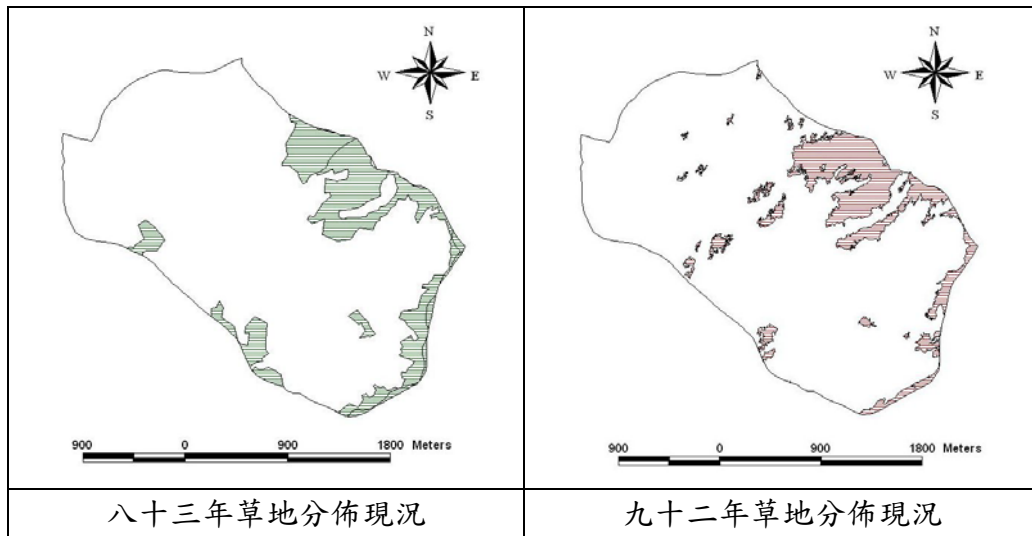


圖 5-21 復興山子集水區草地變遷

表 5-11 復興山集水區地景生態指標與面積比

年份 \ 指標	嵌塊體 個數	平均嵌塊 體大小 (公頃)	邊緣 長度 (公尺)	邊緣 密度	面積比 (%)
83 年草地	8	12.61	22720	225.31	15.59%
92 年草地	34	2.30	49568	44.09	12.10%

(5) 唐呂山東側子集水區

另外值得一提為唐呂山東側子集水區，該地區的草地覆蓋面積由八十三年  
的 5.18% 到九十二年的草地覆蓋面積 12.79%，足足增加了 7.61%，在草地面積增  
加上是全部子集水區中增加最多的。

由嵌塊體個數指標可以瞭解，在八十三年唐呂山東側集水區內草地一共有 4  
處，平均嵌塊體大小為 16.91 公頃，到了九十二年草地的增加至 83 處，平均嵌  
塊體大小至 2.01 公頃，說明了該地區於草地面積上有明顯增加，卻趨於破碎之  
情形。另外該集水區於嵌塊體長度上有大幅的增加，但嵌塊體密度上確有降低之  
情形，亦說明了其邊緣長度的增加是由過度零散的草地分佈而造成的。

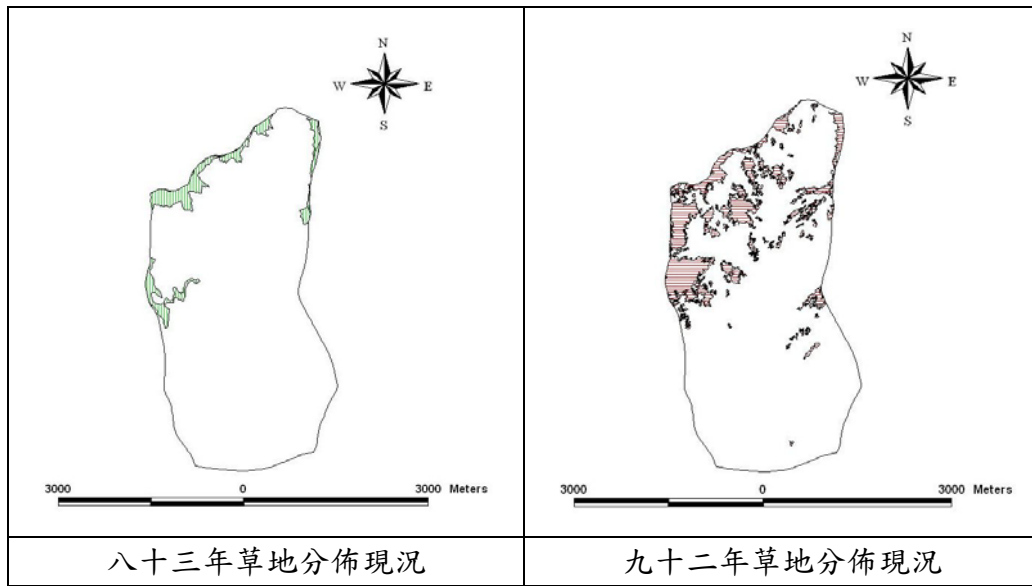


圖 5-22 唐呂山東側子集水區草地變遷

表 5-12 唐呂山東側集水區地景生態指標與面積比

年份 \ 指標	嵌塊體 個數	平均嵌塊 體大小 (公頃)	邊緣 長度 (公尺)	邊緣 密度	面積比 (%)
83 年草地	4	16.91	20260	299.57	5.18%
92 年草地	83	2.01	145608	78.99	12.79%

最後從成果中可以發現透過影像分類技術與景觀生態分析，可以瞭解到研究地區內草地分佈範圍及變遷情形，其中佳陽山與復興山集水區呈現草地面積逐漸減少的趨勢，而大霸尖山與復興山東側則呈現小幅度的增加，但整體而言，整個計劃地區中的草地覆蓋面積是逐年減少的。另外從圖 5-23 中可以瞭解到整個唐呂山東側集水區，草地增加的面積太多及增加的所在位置，因此在該地區上必須持續注意調查，並找出原因予以避免森林生態上遭到破壞。

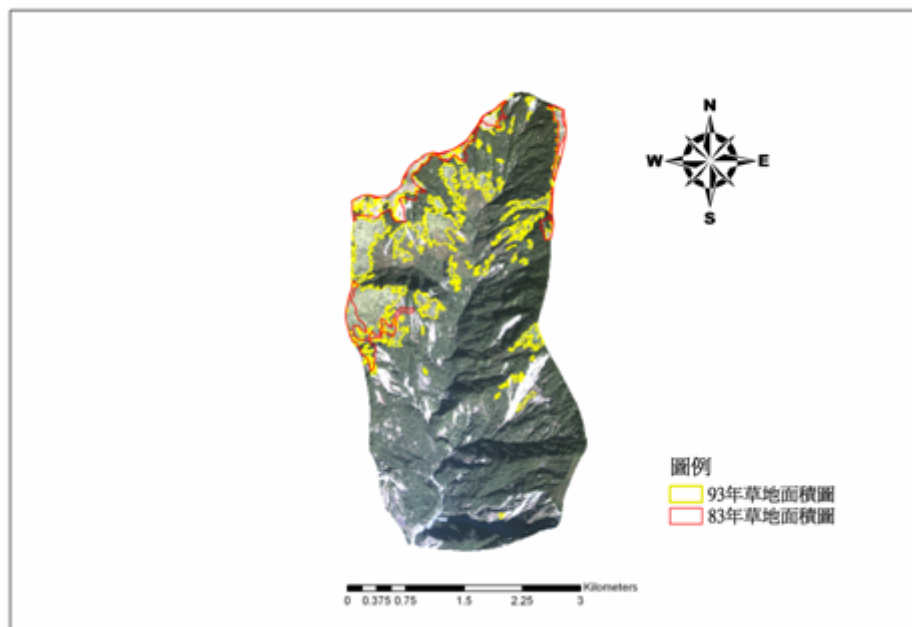


圖 5-23 唐呂山東側衛星影像子集水區草地位置圖

#### 第四節 大鹿林道東線崩坍環境調查

大鹿林道東線全長 35 公里，林道內 3 公里處保有台灣檫樹之原始林相，面積 20 餘公頃，此外林道沿線有天然二葉松次生純林及製造軟木栓的栓皮櫟樹純木等特殊林相，使得該地區兼具休閒遊憩與保育之功能。但於 2004 年 8 月艾莉颱風後，大鹿林道東線發生嚴重崩塌，造成觀霧地區與大壩尖山登山口交通相當不便，然而實際之崩塌情形、可能影響範圍卻因為資訊的不足始終無法明確得知；而崩塌後所流失之土方，對於當地所造成的影響，卻也是無法獲得更為精確的資訊。

因此本計劃使用於 2005 年 10 月 QuickBird 衛星影像，該影像地區選擇在大鹿林道東線全長範圍之 64 平方公里（如圖 5-24），其中包含觀霧地區、大壩尖山登山口等地區影像，目的就是要瞭解大鹿林道東線之林道崩坍情形，藉由遙測與 GIS 技術探討崩坍後的裸露地範圍及面積計算，以提供給後續相關決策之應用。



圖 5-24 大鹿林道東線 QuickBird 影像購買範圍



由於所購買之衛星影像未經過正射幾校處理，其座標為 WGS84 座標系統，並不合適以 TWD67 為主的 GIS 資料進行整合，因此需要校正至 TWD67 座標系統，以方便後續影像之分析應用。本計劃以衛星影像所提供之地面資料(RPC)與地形資料(DEM)及 1/10000 地形圖進行影像校正，其幾何校正控制點位分佈如圖 5-25 所示，校正後影像平均誤差為 9.68 公尺。圖 5-26 檢核點之 XY 方向誤差圖。圖 5-27 檢核點之總誤差圖。

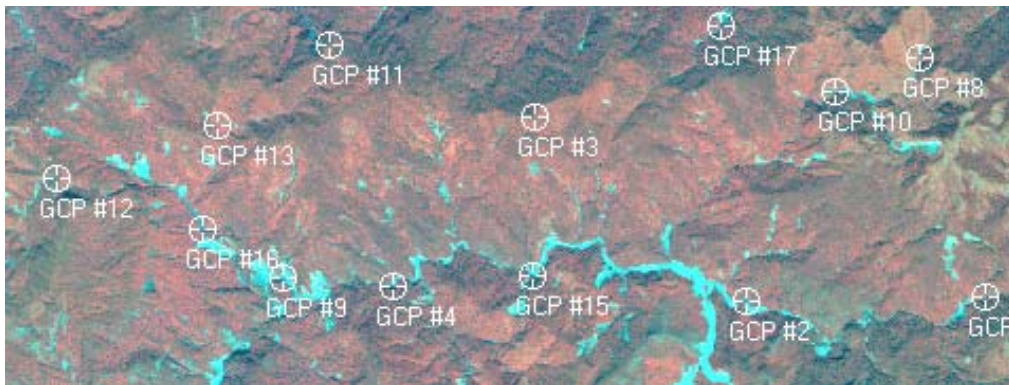


圖 5-25 QuickBird 影像幾合校正點點位

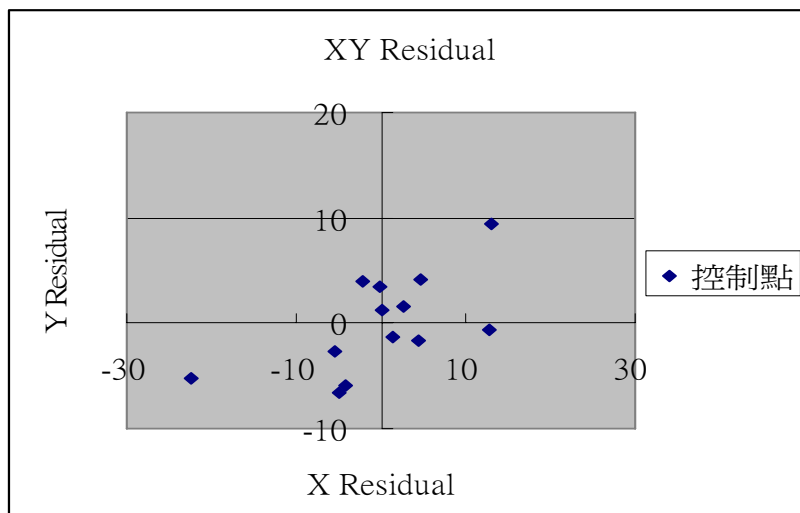


圖 5-26 檢核點之 XY 方向誤差圖

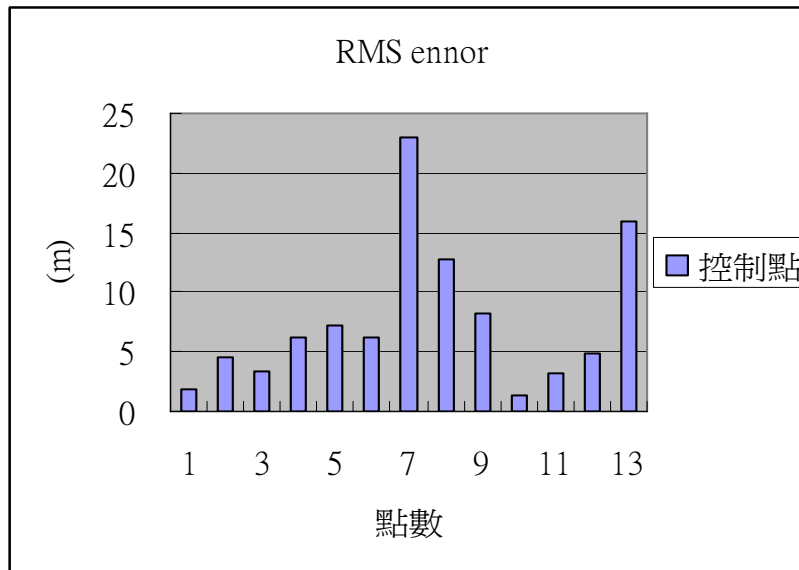


圖 5-27 檢核點之總誤差圖

在經由衛星影像前處理後，計劃中將利用監督式分類中之最大概似分類法進行影像判釋，由影像判釋後的成果(圖 5-28)可以清楚的定位出大鹿林道東線的崩坍地位置與崩坍大小，將判釋成果與 2004 年 10 月觀霧遊憩區公告之崩坍地進行比較後，可以發現除了舊有的一些崩坍地外，在大鹿林道東線還新增幾處大型崩坍地區，而新增崩坍地區最有可能的是受到近一年來的颱風所帶來的豐沛雨量所影響。因此運用遙感探測的技術，便可快速的獲取現地的資料，清楚的提供給決策者現地崩坍後對於大鹿林道東線的影響情形，甚至於未來都有可能的進行相關工程治理評估上的估算。

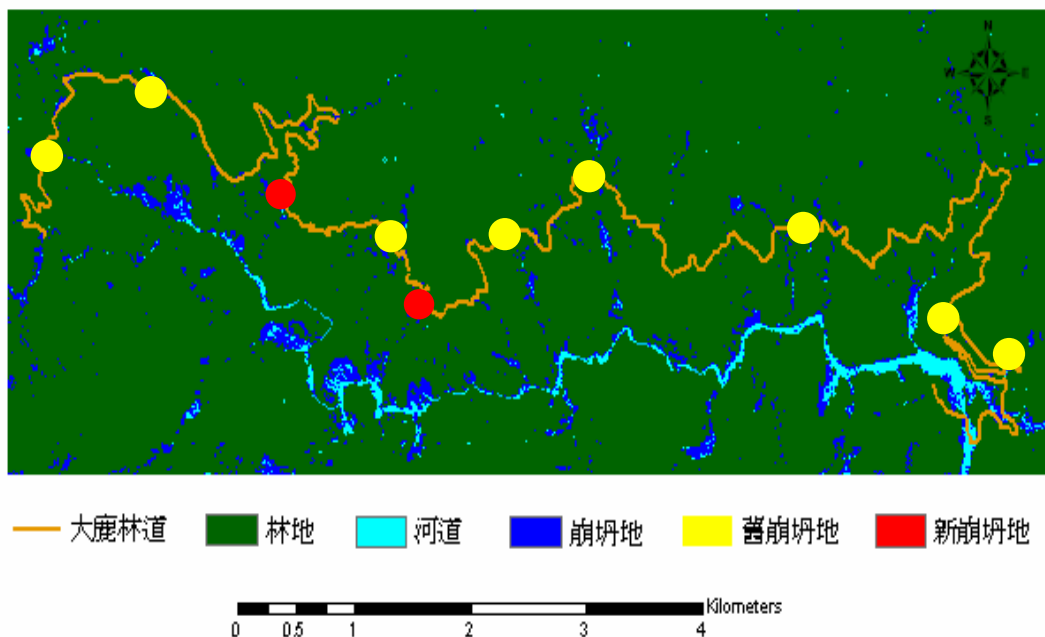
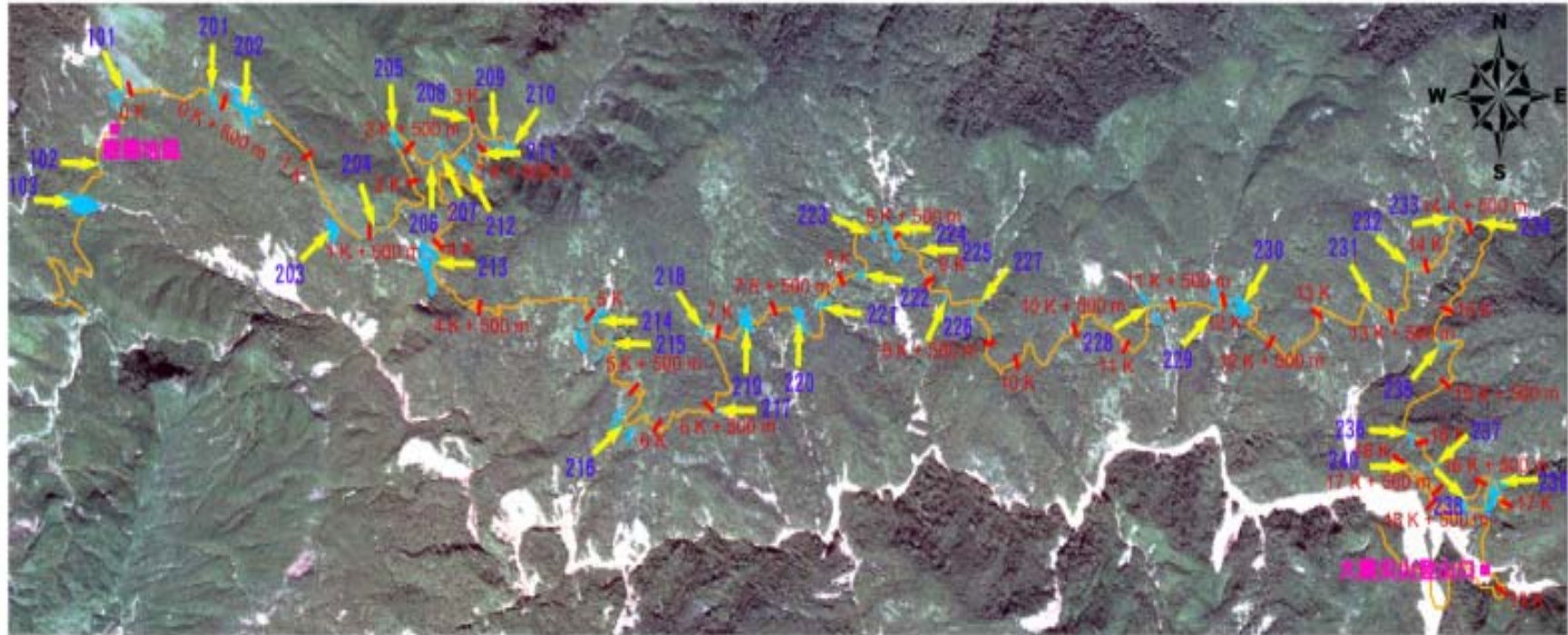


圖 5-28 大鹿林道東線影像判釋成果

另外除了先對影像進行崩坍地判釋外，本計劃也將探討大鹿林道東線崩坍後的裸露地範圍，而範圍的選取是以道路中心兩側的 100 公尺範圍內的崩塌地，作為是與道路有關聯而影響的崩塌地（李錫堤等人，1995），因此本計劃亦將針對大鹿林道東線之鄰近 100 公尺內崩坍後的裸露地進行數化工作，經由數化後的成果中可以發現大鹿林道東線有 40 處大小型裸露地地區，面積大約為 12.7 公頃，且將數化後的圖層記錄保留，作為在後續有再次崩坍的調查紀錄，瞭解其崩坍變遷情形，分佈情形如圖 5-29 所示。



大鹿林道東線
  裸露地
  公里數
  裸露地位置
  裸露地編號



圖 5-29 裸露地分佈位置圖



本計劃接著利用地理資訊系統分析崩坍地的數量及位置公里數，並經由套疊 DEM 來瞭解其崩坍地類型，探討出哪種崩坍地類型對於大鹿林道東線有較大的危害程度，其中崩坍地的類型可分為上邊坡崩坍、下邊坡崩坍及上下邊坡崩坍，上邊坡崩坍代表著在道路的上方坡面有崩坍地危害(如圖 5-30)，下邊坡崩坍代表著在道路的下方坡面有崩坍地危害(如圖 5-31)，而上下邊坡類型的崩坍地則是由上方坡面崩坍通過道路至下方坡面的崩坍(如圖 5-32)，其對道路的危害度較高比較容易造成道路中斷及道路修復施工困難的可能性，因此利用遙測與 GIS 的技術，便可以清楚的將每一崩坍地的類型判釋出來 (表 5-13、表 5-14)，亦可以利用上述所得到的資料進行林道的修復與評估。最後我們未來可利用遙測科技的技術與 GIS 資料的配合，建立崩坍地資料庫，並瞭解到崩坍地歷年來的變遷情形，便可提供決策者往後在分析作業及治理規劃上的幫助。

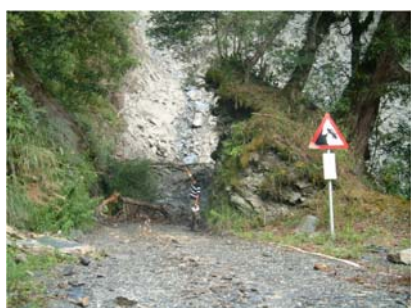


圖 5-30 上邊坡崩坍



圖 5-31 下邊坡崩坍



圖 5-32 上下邊坡崩坍

表 5-13 觀霧林道崩坍後的裸露地統計表

地區	裸露地編號	公里數	裸露地面積 ( $m^2$ )	崩坍類型
觀霧林道	101	--	4416.58	上下邊坡
	102	--	537.98	上下邊坡
	103	--	15910.4	上下邊坡
合計			20864.96	

表 5-14 大鹿林道東線崩坍後的裸露地統計表

地區	裸露地編號	公里數	裸露地面積 ( $m^2$ )	崩坍類型
大鹿林道東線	201	0 K + 450 m	2883.43	上下邊坡
	202	0 K + 600 m	13031.05	上下邊坡
	203	1 K + 350 m	5521.49	下邊坡
	204	1 K + 500 m	1899.68	上邊坡
	205	2 K + 350 m	3239.28	上下邊坡
	206	2 K + 700 m	419.86	上邊坡
	207	2 K + 750 m	581.41	上邊坡
	208	3 K	535.69	上邊坡
	209	3 K + 200 m	590.55	下邊坡
	210	3 K + 350 m	2750.84	上下邊坡
	211	3 K + 550 m	311.66	上邊坡
	212	3 K + 600 m	4047.77	上下邊坡
	213	4 K + 100 m	13169.74	上邊坡
	214	5 K + 50 m	8799.64	上下邊坡
	215	5 K + 450 m	2089.42	上下邊坡
	216	5 K + 200 m	6033.56	下邊坡
	217	5 K + 750 m	549.41	下邊坡
	218	6 K + 500 m	1284.74	上下邊坡
	219	6 K + 950 m	7061.50	上下邊坡
	220	7 K + 250 m	5212.12	上下邊坡
	221	7 K + 600 m	2196.10	下邊坡
	222	7 K + 850 m	1228.35	下邊坡
	223	8 K + 100 m	1261.88	下邊坡

	224	8 K + 400 m	5609.12	上下邊坡
--	-----	-------------	---------	------

表 5-14 大鹿林道東線崩坍後的裸露地統計表 (續)

地區	裸露地編號	公里數	裸露地面積 ( $m^2$ )	崩坍類型
大鹿林道東線	225	8 K + 450 m	192.79	上邊坡
	226	8 K + 750 m	371.86	下邊坡
	227	9 K + 150 m	1075.19	上下邊坡
	228	9 K + 350 m	3722.40	上下邊坡
	229	11 K + 950 m	3592.09	上下邊坡
	230	12 K + 100 m	8420.92	上下邊坡
	231	13 K + 350 m	333.76	上邊坡
	232	13 K + 900 m	881.64	下邊坡
	233	14 K + 400 m	1674.13	上邊坡
	234	14 K + 550 m	420.63	上邊坡
	235	15 K + 200 m	1128.53	下邊坡
	236	15 K + 950 m	1577.35	下邊坡
	237	16 K + 150 m	703.33	上下邊坡
	238	16 K + 350 m	3110.51	下邊坡
	239	16 K + 600 m	9000.04	上下邊坡
	240	17 K + 850 m	289.56	上邊坡
合計			126803	

另外本計劃透過上述所建立之裸露地統計表(表 5-14)，針對幾區大型之裸露地區配合衛星影像，來說明其崩坍範圍情形，提供給決策者更清楚的瞭解當地現況，其中圖 5-33 為編號 213 上邊坡崩坍之裸露情形，裸露面積為  $13169.74 m^2$ ，圖 5-34 為編號 214 上下邊坡崩坍之裸露情形，裸露面積為  $8799.64 m^2$ ，圖 5-35 為編號 224 上下邊坡崩坍之裸露情形，裸露面積為  $5609.12 m^2$ ，圖 5-36 為編號 230 上下邊坡崩坍之裸露情形，裸露面積為  $8420.92 m^2$ 。

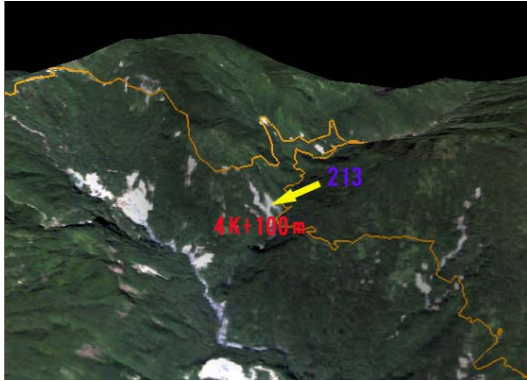


圖 5-33 上邊坡崩坍情形

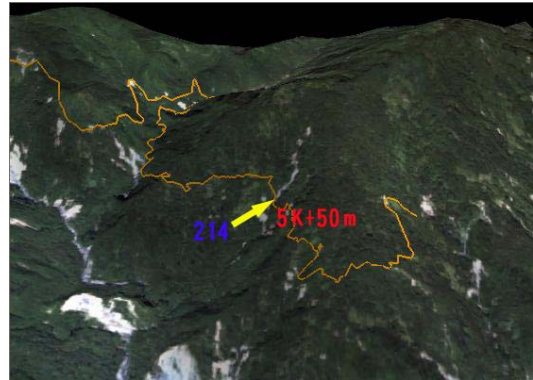


圖 5-34 上下邊坡崩坍情形



圖 5-35 上下邊坡崩坍情形

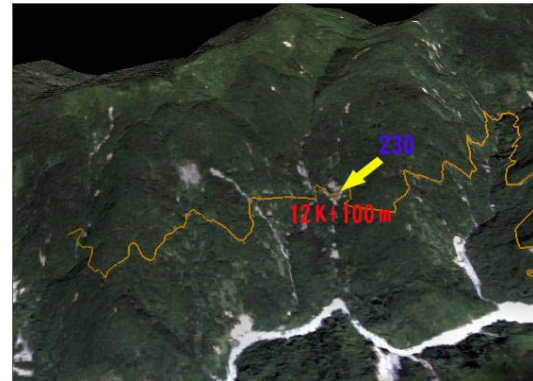


圖 5-36 上下邊坡崩坍情形



## 第五節 3D 視覺化飛行模擬

### 一、大鹿林道東線

本計劃除了利用上述影像的判釋技術外，並將結合使用 3D GIS 技術來模擬大鹿林道東線之現況情形，其飛行的路線是根據影像中判釋的較大崩坍地地區進行模擬，且標示其所在位置和當地現況照片(由雪霸國家公園管理處—觀霧遊憩區之公告內提供)以及新增的崩坍地位置，進而瞭解大鹿林道東線林道受損之情形。圖 5-37 為大鹿林道東線飛行模擬之影像。

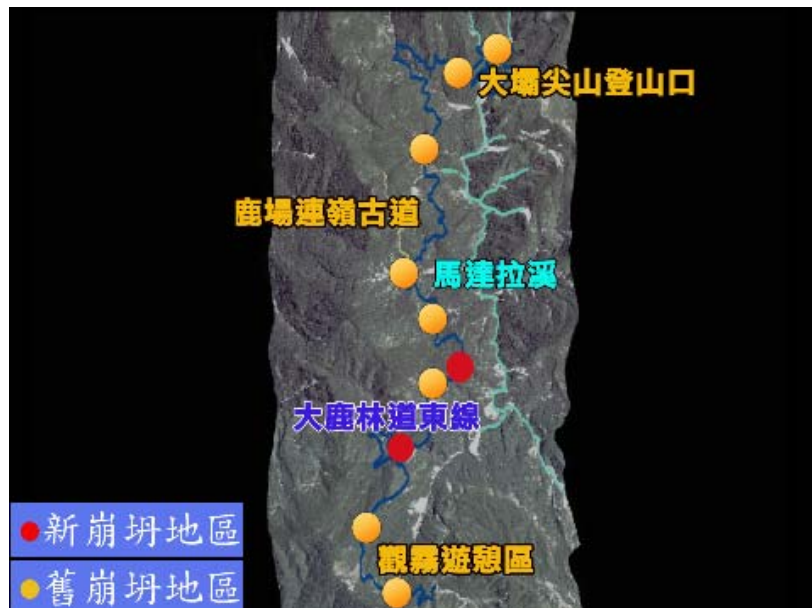


圖 5-37 大鹿林道東線飛行模擬之影像

## 二、 七家灣溪

七家灣溪流域中的台灣櫻花鉤吻鮭，自日據時代以來被列為天然紀念物而到今日被視為國寶魚，皆說明了櫻花鉤吻鮭保育工作的對持續生存之重要性。然而，近數十年來七家灣溪流域受到人為因素的影響而有所改變，對於櫻花鉤吻鮭的生存已造成威脅(包括河道的改變、污染等因素)，而國家公園致力於保護櫻花鉤吻鮭的努力一直不變，因此對於七家灣溪流域與櫻花鉤吻鮭的研究也相當的多(包括七家灣溪河床棲地改善的研究、櫻花鉤吻鮭植入晶片等等的研究)，但比較欠缺的是該地區環境視覺化展示，因此本計劃將運用 IKONOS 衛星所拍攝之多光譜影像配合 3D GIS 技術，藉由三維動態的空間，清楚的表現七家灣溪與武陵農場的相對位置，並能明確的表現武陵農場內現有的農地於七家灣溪集水區內的分布，給予決策者在視覺景觀上的另一種體驗。圖 5-38 七家灣溪飛行模擬之影像。



圖 5-38 七家灣溪飛行模擬之影像

## 第六章 結論與建議

### 第一節 結論

本計劃之目的在於利用高解析度衛星影像建置雪霸國家公園境內之植群分佈情形，並針對土地利用類型中的裸露地與草地進行探討，瞭解其土地覆蓋變遷情形，另外也透過遙測與 GIS 技術分析大鹿林道東線崩坍地範圍，並配合 3D 飛行模擬技術，模擬當地之地形現況。然而為了避免在使用影像資料時所面臨到對位不正確的問題時，因此，本計劃首先致力於影像正射與幾何校正兩個影像預處理的課題上，唯有將影像資料經過正規化處理後，才能保證後續研究之可信賴度，再經過影像分類與影像後處理程序後，提供目前最新的植群分佈資訊，並透過景觀生態分析評估園區中草地變化情形。總結上述，本計劃提出下列幾點結論：

1. 衛星影像資料在使用前，首先要先對影像中之像元空間對位問題進行幾何校正，由於本計劃地區位於高山，雖經校正誤差在三個像元以內，由於其為高解析度衛星影像，因此仍可保持後續影像分類時之精準度。
2. 本計劃利用高解析度衛星影像，進行影像分類，可有效的探討大面積的土地使用類型，從成果中顯示出若先以原始影像進行分類，成果精度為 79.3% 未達理想，所以便加入 NDVI 作為輔助分類之資訊，其成果精度提升至 85.16%，但在果菜園這類別上其漏判值還是很高，因此為了提升其精度，影像將先行剔除果菜園進行分類，最後在加入果菜園數化之成果，此時精度可提升至 95%，說明了 IKONOS 在土地使用判釋上有良好之分辨度。
3. 透過衛星遙測在時間效應上，可以有效的提供目前最新的植群分佈資訊，從植群分類後的成果中可以發現，分類後的成果與地真資料大致相似，但某些地區上仍存有差異，而造成此一結果之原因，乃是由於影像分類時植群類別的影像波譜值過於接近，以及影像光譜受到地形效應之影響，造成分類成果有誤判、漏判之情形發生，但整體分類成果仍可作為國家公園內生態保育管理上之參考依據。
4. 經由影像判釋及景觀生態分析之結果顯示：計劃中所偵測之四大草地面積

之子集水區(復興山東側、復興山、大霸尖山及佳陽山)，草地嵌塊體顯示出破碎且縮小之趨勢；但於唐呂山東側子集水區中，其草地面積有大量增加之情形發生，因此在該地區上必須持續注意調查，並找出原因予以避免森林生態上遭到破壞。

- 5.利用遙感探測與 GIS 技術調查山坡地崩坍跟林道的關係，透過調查便可以快速的知道大鹿林道東線於艾莉颱風後，崩坍地的位置與範圍情形，並與實地調查資料結合，以提供給決策者後續修復與規劃使用。
- 6.透過遙感探測配合 3D GIS 的技術，進行大鹿林道東線與七家灣溪的 3D 飛行模擬展示，能有效的將地形地物展現出來，並讓人有身歷其境之感受，也可以提供給決策者做為當地管理之參考依據。

## 第二節 建議

- 1.本計劃在進行影像正射時，所參考之資料為網格大小 40m×40m 的數值地型模型，再加上雪霸國家公園為高山型國家公園，對影像正射時所造成的誤差有相當大的影響，因此建議後續之計劃可以嘗試蒐集較高的數值地型模型資料。
- 2.本計劃進行幾何校正及影像分類時所採用之參考資料為民國六十九年拍攝之一萬分之一相片基本圖，由於其空間解析度及時間解析度均略為不足，因此建議後續之計劃可嘗試蒐集五千分之一林區相片基本圖作為參考資料。
- 3.建議後續研究中可利用遙感探測技術，針對雪霸國家公園重點地區進行長期監測，以瞭解到其土地型態及變遷情形，提供決策者在重點區管理時的重要依據。
- 4.建議後續研究中可建立崩坍地區之資料庫，並蒐集發生重大崩坍地區之相關自然與人為因子，藉由統計分析方式，以求出影響發生之潛在因子。
- 5.後續研究中建議將計劃成果建立於雪霸國家公園的 GIS 資料庫，並配合決策系統進行國家公園內林地分級、路網分析、集水區流域分析等相關計劃，以提供給管理者制定決策時之重要參考依據。

## 參考書目

- [1] 李錫堤、林銘郎、陳哲俊，1996，陳有蘭溪流域賀伯颱風災害評估，行政院農業委員會業務報告。
- [2] 何俊德，2004，基於影像與文字特徵之網頁內容分類方法之研究，朝陽科技大學資訊管理研究所碩士論文。
- [3] 吳政庭，2004，多元尺度影像與半變異元紋理法於都市水稻田分類之研究，逢甲大學土地管理研究所碩士論文。
- [4] 邱美鈴，1987，檜木林分之影像增揚與分類，國立中興大學森林研究所碩士論文。
- [5] 唐德誠，2003，灰階共伴隨矩陣於多波段多極化 SAR 影像分類之研究，國防大學中正理工學院軍事研究所碩士論文。
- [6] 陳朝圳、鍾玉龍，2003，應用 IKONOS 衛星影像於墾丁國家公園植群圖繪製之研究，屏東科技大學，國家公園學報，第 13 卷，第 2 期，第 85-102 頁。
- [7] 黃信茗，2000，地理資訊系統及衛星影像應用於灌溉計劃之研究，屏東科技大學土木工程系研究所碩士論文。
- [8] 張維仁，2003，群集分析法應用於東勢林區管理處大安溪事業區林地分類之研究，國立中興大學森林學系研究所碩士論文。
- [9] 楊雪飛、許建，2003，遙感與地理信息系統對資源利用熱點地區的初步應用—以印度北部山地小流域為例，自然資源學報，第 18 卷、第 3 期，第 368-373 頁。
- [10] 楊順天，2003，3D 虛擬物體影像合成之參考畫面自動選取，國立中正大學電機工程研究所碩士論文。
- [11] 鄧東波，2001，從景觀生態學觀點探討都市綠地—以台北信義計畫區為例，中國文化大學地學研究所碩士論文。
- [12] 鄭祈全、邱祈榮、陳燕章，1997，應用遙測方法估測台灣杉林分之葉面積指數，台灣林業科學，第 12 卷，第 3 期，第 309-317 頁。
- [13] 劉致岡，1997，以專家系統利用 GIS 資料輔助影像細分類：以林相分類為例，國立成功大學測量工程學研究所碩士論文。
- [14] 蔡哪文，2002，利用高解析度衛星影像於都市土地覆蓋之研究，中國文化

大學地學研究所碩士論文。

- [15] 魏曉萍，2003，QuickBird 衛星影像探討分類方法之研究，中華大學土木工程學研究所碩士論文。
- [16] 羅秋月，2001，IKONOS 衛星影像正射改正之研究，國立中央大學土木工程研究所碩士論文。
- [17] Atkinson, P. M. and Tate, N. J., 1999, *Advances in Remote Sensing and GIS Analysis*, John Wiley & Sons, New York, pp.136-146.
- [18] McGWIRE, K., Friedl, M. and Estes, J. E., 1993, Spatial Structure, Sampling Design and Scale in Remotely Sensed Imagery of a California Savanna Woodland, *Int. J. Remote Sensing*, 14(11), 2137-2164.
- [19] Melgani, F., 2004, Classification of Hyperspectral Remote Sensing Images With Support Vector Machines, *IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING*, 42(8):1778-1790.

衛星影像基本資料

影像編號	24068_1	24068_2	24068_3	24068_4
拍攝日期	2001 年 11 月 25 日	2002 年 08 月 02 日	2003 年 11 月 06 日	2001 年 03 月 09 日
掃描精度	Cross Scan: 0.84 meters Along Scan: 0.85 meters	Cross Scan: 0.92 meters Along Scan: 1.04 meters	Cross Scan: 0.87meters Along Scan: 0.94 meters	Cross Scan: 0.99 meters Along Scan: 0.94 meters
掃描方位角	179.98 degrees	180.02 degrees	180.02 degrees	179.97 degrees
掃描方向	Reverse	Reverse	Reverse	Reverse
影像方位角	27.4053 degrees	351.4694 degrees	187.1150 degrees	57.2045 degrees
影像高度角	77.45882 degrees	61.73743 degrees	68.20809 degrees	62.68795 degrees
太陽方位角	159.5141 degrees	106.8959 degrees	161.0833 degrees	135.8220 degrees
太陽高度角	43.14407 degrees	72.21659 degrees	48.50931 degrees	51.79974 degrees

表 1



影像編號	24069_1	24069_2	24069_3	24069_4
拍攝日期	2001 年 11 月 28 日	2002 年 01 月 05 日	2003 年 12 月 31 日	2003 年 12 月 31 日
掃描精度	Cross Scan: 0.95 meters Along Scan: 1.02 meters	Cross Scan: 0.92 meters Along Scan: 1.01 meters	Cross Scan: 0.83 meters Along Scan: 0.83 meters	Cross Scan: 0.88 meters Along Scan: 0.91 meters
掃描方位角	180.02 degrees	179.98 degrees	179.98 degrees	359.98 degrees
掃描方向	Reverse	Reverse	Reverse	Forward
影像方位角	331.3703 degrees	163.6978 degrees	238.1629 degrees	208.1537 degrees
影像高度角	61.17868 degrees	62.76851 degrees	81.21332 degrees	69.44704 degrees
太陽方位角	162.8007 degrees	154.8508 degrees	159.8788 degrees	159.8752 degrees
太陽高度角	42.85780 degrees	39.12299 degrees	39.67643 degrees	39.79435 degrees

表 2

影像編號	24080_1	24080_2	24080_3	24080_4
拍攝日期	2002 年 02 月 11 日	2002 年 07 月 22 日	2002 年 08 月 21 日	2004 年 02 月 21 日
掃描精度	Cross Scan: 0.96 meters Along Scan: 0.96 meters	Cross Scan: 0.90 meters Along Scan: 0.96 meters	Cross Scan: 0.83 meters Along Scan: 0.84 meters	Cross Scan: 0.82 meters Along Scan: 0.82 meters
掃描方位角	180.02 degrees	179.98 degrees	180.02 degrees	180.02 degrees
掃描方向	Reverse	Reverse	Reverse	Forward
影像方位角	224.6862 degrees	335.0615 degrees	195.0845 degrees	170.9399 degrees
影像高度角	63.34197 degrees	65.78706 degrees	79.51595 degrees	87.43153 degrees
太陽方位角	148.9550 degrees	99.9610 degrees	122.9495 degrees	148.3246 degrees
太陽高度角	50.13277 degrees	73.44573 degrees	69.09211 degrees	49.44113 degrees

表 3