

092-301020300G-003

「陽明山國家公園火山地形模型 之展示研究」

受委託者：中華民國國家公園學會

研究主持人：林俊全

研究助理：任家弘

鄭宏祺

姜壽浩

吳芳怡

內政部營建署陽明山國家公園管理處

中華民國九十二年十一月

陽明一國志

目次

表次.....	
圖次.....	
摘要.....	
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起.....	1
第二節 研究目的.....	1
第二章 研究區概況	3
第一節 火山活動.....	3
第二節 陽明山國家公園火山地形.....	4
第三章 火山地形展示景點.....	7
第一節 陽明山國家公園全區.....	7
第二節 展示景點火山地形景觀	10
第四章 研究方法.....	19
第一節 資料來源.....	19
第二節 資料處理流程.....	22
第三節 資料處理方法.....	23
第四節 飛行模擬影片製作.....	28
第五節 軟體使用.....	34
第五章 研究成果.....	35
第一節 數值地形模型與航照影像.....	35
第二節 陽明山國家公園火山地形模型.....	37
第三節 陽明山國家公園火山地形飛行模擬影片.....	49

目次

第六章 結論與建議.....	59
第一節 結論.....	59
第二節 建議	60
附錄一 座標系統轉換 - TWD97 轉 TWD67/ERDAS IMAGINE 8.5 操作方法.....	63
參考書目.....	67

陽明大學圖書館

表次

表 2-1 陽明山火山地形演育歷史.....	4
表 4-1 本研究使用之數值地形模型.....	19
表 4-2 本研究使用之陽明山國家公園航空照片.....	20
表 4-3 陽明山國家公園火山地形模型影片.....	31
表 4-4 本研究所使用之軟體及其說明.....	34
表 5-1 陽明山國家公園火山地形模型數值資料說明.....	37

圖次

圖 2-1	陽明山國家公園地理位置.....	3
圖 3-1	陽明山國家公園地質圖.....	7
圖 3-2	熔岩層序及岩性示意圖.....	8
圖 3-3	陽明山國家公園內四大亞群.....	8
圖 3-4	陽明山國家公園地形示意圖.....	9
圖 3-5	七星山景點示意圖.....	10
圖 3-6	大屯山景點示意圖	11
圖 3-7	磺嘴山景點示意圖	12
圖 3-8	紗帽山景點示意圖	13
圖 3-9	竹子山景點示意圖	14
圖 3-10	面天山景點示意圖	15
圖 3-11	大油坑景點示意圖	17
圖 3-12	小油坑景點示意圖	18
圖 4-1	台灣北部 SPOT 衛星影像.....	21
圖 4-2	台灣北部地區之立體地形模型.....	21
圖 4-3	資料處理流程圖.....	22
圖 4-4	DTM 資料的使用取向.....	23
圖 4-5	航照影像再校正.....	26
圖 4-6	數值高程模型與航空照片影像疊合概念.....	27
圖 4-7	飛行路徑編輯視窗.....	28
圖 4-8	飛行路徑製作.....	29

圖 4-9 飛行模擬影片製作流程.....	30
圖 4-10 Ulead Studio7.0 編輯軟體影片編輯.....	32
圖 4-11 Movie Maker 編輯軟體影片編輯.....	33
圖 5-1 地面解析度之 1m×1m 陽明山國家公園數值地形模型.....	35
圖 5-2 重新校正之航照影像.....	36
圖 5-3 陽明山國家公園全景立體模型.....	38
圖 5-4 七星山火山地形立體模型.....	39
圖 5-5 小油坑火山地形立體模型.....	40
圖 5-6 七星山頂火山地形立體模型.....	41
圖 5-7 紗帽山火山地形立體模型.....	43
圖 5-8 大屯山火山地形立體模型.....	44
圖 5-9 面天山火山地形立體模型.....	45
圖 5-10 竹子山火山地形立體模型.....	46
圖 5-11 大油坑火山地形立體模型.....	47
圖 5-12 磺嘴山火山地形立體模型.....	48
圖 5-13 陽明山國家公園全景飛行模擬影片.....	49
圖 5-14 七星山飛行模擬影片.....	50
圖 5-15 小油坑飛行模擬影片.....	51
圖 5-16 七星山頂飛行模擬影片.....	52
圖 5-17 紗帽山飛行模擬影片.....	53
圖 5-18 大屯山飛行模擬影片.....	54
圖 5-19 面天山飛行模擬影片.....	55

圖次

圖 5-20 竹子山飛行模擬影片	56
圖 5-21 大油坑飛行模擬影片	57
圖 5-22 磺嘴山飛行模擬影片	58

陽明山國家公園

摘 要

關鍵詞：陽明山國家公園、火山地形、數值地形模型、地景保育、地理教育

一、研究緣起

本研究計畫主要是針對陽明山國家公園之火山地形景觀，嘗試以數值地形模型（DTM，Digital Terrain Model），配合航空照片的套疊，建立一數位虛擬之陽明山國家公園火山地形。內容包括國家公園全景以及主要的火山地形，以及配合對火山地形景觀的詳細解說與導覽功能。以視覺化的 3D 虛擬火山地形，期能提供觀賞者一鳥瞰的視野，輔以簡單的說明，使觀賞者可以透過視覺欣賞而簡單、清楚地瞭解陽明山國家公園內各個火山之地貌特徵。

二、研究方法及過程

本研究之方法為利用航空照片及衛星影像資料疊合 DTM 以產生 3D 視覺效果，之後利用影像處理軟體之飛行模擬功能錄製影片。

第一部份進行資料之處理：DTM 為將 1/1000 地形圖之等高線數化，並以 Linear rubber sheeting 內插法產生 1m×1m 及 5m×5m 網格大小之 DTM；航空照片座標轉換成 TWD67，將區域內一共 24 張航空照片（1/5000）接合。

第二部分利用 Erdas Imagine 8.5 軟體，將陽明山全區之衛星影像以及各景點附近區域之航空照片疊合 DTM 成為 3D 地形模型，分別進行「編輯影片飛行路徑」與「錄製影片及輸出」，最後考量影片將加入景點名稱、文字及語音等導覽解說資訊。

三、重要發現

本研究「陽明山國家公園火山地形模型之展示」計畫，完成部分計有陽

明山國家公園全區、七星山、小油坑、七星山頂、大屯山、面天山、紗帽山、竹子山、大油坑及磺嘴山等 10 處景點之火山地形模型與飛行模擬影片。

研究成果主要在於國家公園火山地形的解說，將來可以利用陽明山國家公園的網站，提供閱覽者對於各景點能有較佳的視覺感受。除了解說導覽的功能之外，在地景保育、地理教育上都極具應用的潛力。

本研究為應用型研究，主要的任務是將原本的航空照片影像經過正射化與電腦模擬，轉化成飛行的影片。主要的發現為經過這樣的過程，可以很清楚地觀察到陽明山國家公園的火山地景之美，遊客可以透過影片瞭解國家公園範圍內的火山地形，對於將來的環境教育與地景保育工作有很大的助益。

四、主要建議事項

本研究結果有以下的五點建議：

1. 在過去有關管理處的資料庫建置過程中，本研究繼續整理出有關的影像資料，並加以正射化，對管理處的資料庫而言，應有許多應用方向，建議管理處能加以應用。例如將這些影像疊合數值模型資料，擷取不同的角度觀看陽明山的火山地形，這些立體影像可以同時轉變成不同的解說教材，除了影片外，風景明信片、海報、卡片、解說摺頁、解說手冊等都是教育宣導的最好材料。
2. 整個陽明山國家公園的鳥瞰照片，經過電腦合成為 3D 立體影像後，更凸顯了許多小的火山地形景觀，也更能展現陽明山國家公園地景之美。建議將來如果經費可行，後續應能針對這些主要的地景，利用飛機拍攝這些景觀，製作成立體相片對，配合著地形圖與地質圖並加以解說，應該是非常好的解說教材，並具社會教育意義。

3. 此次在整理資料的過程中，發現管理處的 1X1 公尺的數值模型，能清楚得展現出火山地形、河流地形與通過陽明山國家公園的幾個主要地質構造現象，同時也發現有幾個主要的線型。本研究所呈現的影像與模型，是一個未來研究的基礎，建議管理處能加以利用這些資料，並加以調查這些可能的構造線。
4. 本研究發現陽明山國家公園的土地利用的問題，包括被濫墾、不當開發或濫伐等問題，可以藉著定期航空照片拍攝進行監測有關違法的證據蒐集等，並以 3D 的立體方式呈現。目前有關航照判讀的能力與技術應該都沒有問題。建議管理處可以加以利用，相信對經營管理國家公園，是一個重要的工具，甚至是我國國家公園管理的里程碑。
5. 建議管理處能利用每年拍攝的圖片，將土地利用資料加以整理，納入管理處的資料庫。繼地質資料庫後，地形與土地利用資料如果也能納入國家公園的資料庫，相信應該能對國家公園管理處的經營管理有更多的幫助。



Abstract

Keywords: Yangmingshang Nation Park, volcanic landforms, Digital Terrain Model, aerial photographs.

A. Origin of this project

Digital Terrain Model of volcanic landforms in Yangmingshang Nation Park was produced by the combination of DTM and aerial photographs. Three dimensional simulation volcanic landforms and aviation of research area were produced by conducting multiple software applications.

B. Study methods and procedures

The first step is DTM data preparation. We convert the contour map at the scale of 1:1000 to interpolate DTM of 1*1 meter and 5*5 meter resolution.

The second step is the preparation of aerial photos. In this study, we get the orthorectified aerial image from the Institute of Agriculture and Forestry Aerial Survey Institute. Then we convert the coordination from TWD 97 to TWD 67 to couple with the DTM data.

The third step is to overlay the DTM data and orthorectified aerial image by Erdas Imagine 8.5 software. In this procedure, we edit the fly path and record the simulation image. The parameters include location, level, azimuth, pitch, field of view, roll and speed. After the editing procedure, we record the simulation image in the format of AVI. Finally, we convert the AVI file to mpeg 2 format files and make some editing work.

C. Important finding

In this study, we convert the aerial photos and DTM to fly simulation files. Viewers, people can see the volcanic landform in a better way and also can appreciate the beauty of Yangmingshan Nation Park. 10 simulations, including the whole nation park, Shiaoyoukeng, Mt. Datum, Mt. Shamao, Mt. Cising, Miantain, Jhuzih, Dayoukeng, Mt. Huangzuei are available now.

D. Suggestion and conclusion

1. To make the most use of data base that is already in the data bank of Yangmingshan Nation Park administration. It is valuable assets and can make a lot of by-products, such as poster, postcard, card, manual et al.
2. The simulation can make the volcanic landform more vivid. In the future it would be very useful if the Yangmingshan Nation Park administration can get some budget for taking higher quality aerial photos regularly.
3. In this study, the 1*1 meter DTM data can demonstrate 3D volcanic landform in details. It is suggested to use this data in conduct furthering geological survey.
4. The aerial photos can be used not only for simulation, but also for monitoring the development and construction in the national park area. It is a powerful tool for the management of national park.
5. It is suggested that Yangmingshan Nation Park administration can take aerial photos every year to monitor the whole national park. This will facilitate and help the management of the park a lot.

第一章 緒論

第一節 研究緣起

在今天這樣一個資訊科技如此發達的現代，運用電腦科技以及網際網路來呈現各類資訊，已經成為時下的趨勢，數值地形模型 (DTM, Digital Terrain Model) 的概念，自 1950 年代提出以來，在地形、地質、水文、工程上有著廣泛的應用，而數值地形模型在景觀應用的價值在於，讓一般觀賞者對於地形地貌的空間概念從以往平面的表現方法，改為 3D 立體模型，在視覺上達到更好的效果，並且再加上地表地形的飛行視覺模擬，對提高觀賞者的興趣將會很有幫助。

第二節 研究目的

陽明山國家公園以火山地形聞名台灣，其中七星山、小油坑、七星山頂、大屯山、面天山、紗帽山、竹子山、大油坑及磺嘴山等火山地形非常獨特，但是一般遊客只能由下往上觀賞，無法領略到陽明山國家公園壯麗的火山地景。

本研究針對「陽明山國家公園火山地形」此一重要地景，嘗試以數值地形模型，配合航空照片的套疊 (overlapping)，建構 3D 虛擬之陽明山國家公園火山地形，並且希望建立一簡單、可行的作業流程來進行飛行模擬影片的製作。

本研究的目的是希望將影片應用在陽明山國家公園火山地形之解說與導覽，因此在使用數值地形模型的概念上，著重於視覺上的功能，而航照影像資料處理的重點亦在於火山地形景觀的呈現效果，至於數值地形模型與影

像資料其精確度與解析度的要求上，我們考量之重點在於是否能達到良好的視覺效果，以及往後在應用上的潛力。



第二章 研究區概況

第一節 火山活動

過去陽明山國家公園(圖 2-1)內火山噴發的年代大致可分為三階段(莊文星, 1984), 最早期從 280 萬年前一直持續到 250 萬年前, 此時的噴發並不劇烈, 僅有原始大屯山的噴發, 所形成的火山岩零星分佈於大磺嘴, 之後沉寂了將近有 170 萬年左右, 於 80 萬年前才再度噴發, 這個時期的噴發活動規模很大, 所有的火山大都集中在 70 至 50 萬年之間活動, 所有的火山也都在這一時期形成, 隨著時代的年輕, 火山活動的規模也愈來愈小, 約在 20 萬年前, 才完全結束整個火山活動的歷史(表 2-1)。

圖 2-1 陽明山國家公園地理位置



表 2-1 陽明山火山地形演育歷史

活動狀況	活動年代	主要活動火山	形成地形
	280 萬年前至 250 萬年前	1. 丁火朽山 2. 大屯山	1. 丁火朽山噴發時，向四方投射出大量的火山噴發物，東邊直達今日的海岸。 2. 大屯山噴發時則力量較小，在今日的大磺嘴附近形成噴出口。
	80 萬年前至 60 萬年前	1. 竹子山 2. 丁火朽山 3. 滴子山 4. 七星山 5. 小觀音山 6. 紗帽山 7. 大屯山	1. 竹子山噴發的熔岩範圍非常廣大，北界抵達今日的富貴角。 2. 丁火朽山再度噴發，且在他的西北側滴子山也噴發而出。 3. 七星山和小觀音山僅是流出大量的熔岩，覆蓋了今日陽明山華崗一帶。同時也另外分出一支岩漿出口，形成了今日的紗帽山。 4. 另外在大屯山的南邊也噴發出一個缺口，熔岩由此流出形成今日的中正山。
	60 萬年前至 50 萬年前	1. 七星山 2. 大屯山	1. 七星山再度大規模的噴發，噴出物覆蓋廣大的區域，南界抵達今仰德大道，西至竹子湖，東形成擎天崗。 2. 大屯山則進行了小規模的噴發，噴出物僅覆蓋南邊的山麓。
	50 萬年前至 35 萬年前	1. 烘爐山 2. 面天山	1. 烘爐山及面天山噴發後，大屯山系完全靜止了活動。

（資料來源：台北地質之旅，遠流出版社。）

第二節 陽明山國家公園火山地形

一、火山外型

雖然陽明山國家公園內之火山噴發活動早已停止，但火山活動後期的噴

氣孔、溫泉活動等依然十分普遍，並且構成本區獨特的火山地形景觀。一般在野外所見到的火山外形，依據噴發的型式與成份的差異，可分為三種：盾狀火山、鐘狀火山和錐狀火山。

1. 盾狀火山

此類外形呈扁平低緩，底部甚大，坡度甚緩，形狀如平放地上的盾牌，熔岩流以流動性較佳的玄武岩質岩漿為主（顏滄波，1979），因此在以安山岩為主的陽明山國家公園內看不到此種火山。

2. 鐘狀火山

具較陡坡的圓錐狀外形，如果是由噴發出的大量火山碎屑岩渣所堆積而成的火山稱為火山渣錐；若是由黏致性較大、流動性較差的中性或酸性熔岩所形成的火山，通常呈鐘狀的渾圓外形，不具有火山口，形狀像倒置的碗（顏滄波，1979），如陽明山國家公園內的紗帽山、大尖後山等都屬此種鐘狀火山。

3. 錐狀火山

此類火山外形呈圓錐狀，上部坡度較陡，下部較平緩，是由熔岩流和火山碎屑岩交替噴出成互層所形成，又稱為層狀火山，頂部具有明顯的火山口，全世界大部分的火山，尤其是位於島弧的火山，均屬於此種火山體（顏滄波，1979）。陽明山國家公園內的火山都以錐狀火山為主，如七星山、大屯山、竹子山及磺嘴山等都屬此類火山。

二、火山口

另外，當地底岩漿噴出地表形成火山，頂上常形成一個凹陷的盆地，稱之為火山口。火山噴發停止後，火山口常會積水成湖，稱為火口湖，如向天池、磺嘴池即是。火山口依形成機制的不同可分為三種，爆裂火山口，陷落

火山口與沉陷火山口。爆裂火山口是火山把其通道頂端爆開，形成凹陷之火山口；陷落火山口是火山噴發後期，岩漿庫掏空，新的岩漿來不及補充，因此無法承受上部岩層的重量，於是造成陷落所形成。至於沉陷火山口則與大地構造有關，在火山噴發前，岩漿上昇的同時發生陷落所形成，然後岩漿沿著下陷所形成的裂隙噴出。

三、後火山活動

火山噴發後現在已經停止活動，或缺少活動的火山叫休眠火山，這類火山地下岩漿仍在活動，我們就稱這些活動為後火山活動，後火山活動主有噴氣孔、硫氣孔、溫泉及熱水換質現象。噴氣孔形成的原因是火山噴發停止後，地底仍殘留著「熱源」，雨水流入地層變成地下水，被熱源蒸煮成為水蒸氣，水蒸氣循著裂隙噴冒出來便是。硫氣孔是因為噴發出來的氣體，含有硫氣所以稱為硫氣孔。這些硫氣孔噴出地表後，遇到冷之後凝結而成為針狀的硫磺結晶。而陽明山區境內的後火山活動有下列三種：

1. **蒸氣孔**：位於地下水面之上，溫度通常大於 100℃，主要成分為：水氣、二氧化碳、硫化氫。如馬槽、死磺子坪、庚子坪。
2. **硫氣孔**：孔緣有硫化氫和二氧化硫化合而成的黃色針狀硫磺結晶，或硫化氫在地表氧化造成。如大油坑、小油坑
3. **溫泉**：酸性硫酸鹽氯化物泉：含鹽份高，俗稱青磺，屬於硬水，肥皂不起泡，如地熱谷；弱酸性低濃度高溫溫泉，為蒸氣在地表冷凝而成，如死磺子坪；中性碳酸氫鈣泉：地下水滲入溫泉熱氣或被間接加熱形成，其次為硫酸鎂鈣及氯化物，濃度不高，俗稱白磺，如大磺嘴、頂北投、大庄溫泉。

第三章 火山地形展示景點

第一節 陽明山國家公園全區

一、地形地質特徵

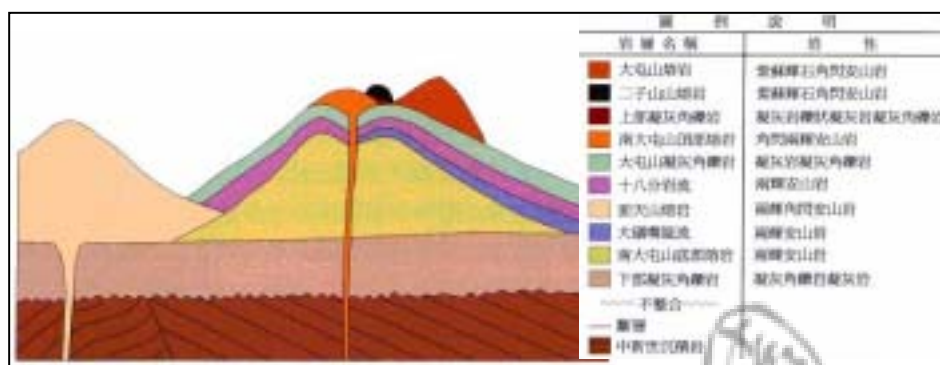
以火山地質為主體的陽明山國家公園（圖 3-1），是台灣本島主要火山分佈的地區，大屯火山群是由更新世時期噴出的安山岩熔岩流、火山灰和火山碎屑等構成的火山岩體，火山噴發作用造就出十五層熔岩流、三層凝灰角礫岩和約二十座的火山丘和火山錐體（王鑫，1983），局部火山仍有火山口、火山錐、火口湖地形。其中以七星山的 1120 公尺為最高，年代也最新，這些火山岩覆蓋在中新世的沉積岩盤上。金山、崁腳兩大斷層以東北—西南方橫貫大屯火山群間。

圖 3-1 陽明山國家公園地質圖



(改繪自陳文山, 1997)

圖 3-2 熔岩層序及岩性示意圖



(改繪自王鑫，1983)

陽明山國家公園內約有 20 座火山岩體與兩大火山系列，東列：七星山、大尖後山、內寮山、大尖山、磺嘴山、丁火朽山；西列：觀音山、大屯山、面天山、烘爐山、小觀音山、竹子山。而陽明山區依岩性和噴發年代的不同區分為大屯山、竹子山、七星山、磺嘴山、涌子山及丁火朽山等六個亞群(王鑫，1983)，而國家公園境內則有大屯山、竹子山、七星山、磺嘴山等四個亞群(圖 3-3)。

圖 3-3 陽明山國家公園內四大亞群

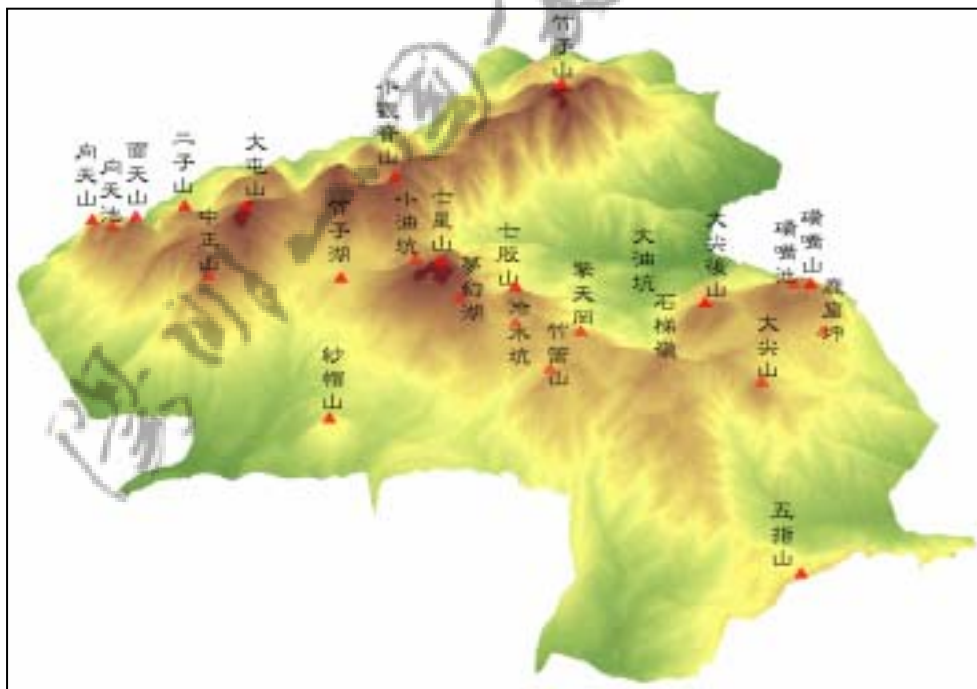


(改繪自王鑫，1984)

二、景觀概況

民國 74 年陽明山風景區奉行政院核定將陽明山周遭範圍達 11,455 公頃的土地畫為國家公園後，使這個地理位置及氣候條件殊異的火山體山系大放異彩。而火山地質的山系，也使得陽明山國家公園裡硫氣、地熱、溫泉處處，更是臺灣唯一具有較完整的火山地形之國家公園（圖 3-4），陽明山國家公園範疇不大，但因特殊的地理位置、氣候條件、火山地形、自然生態，而造就了在小面積裡卻具有多樣性的環境。

圖 3-4 陽明山國家公園地形示意圖

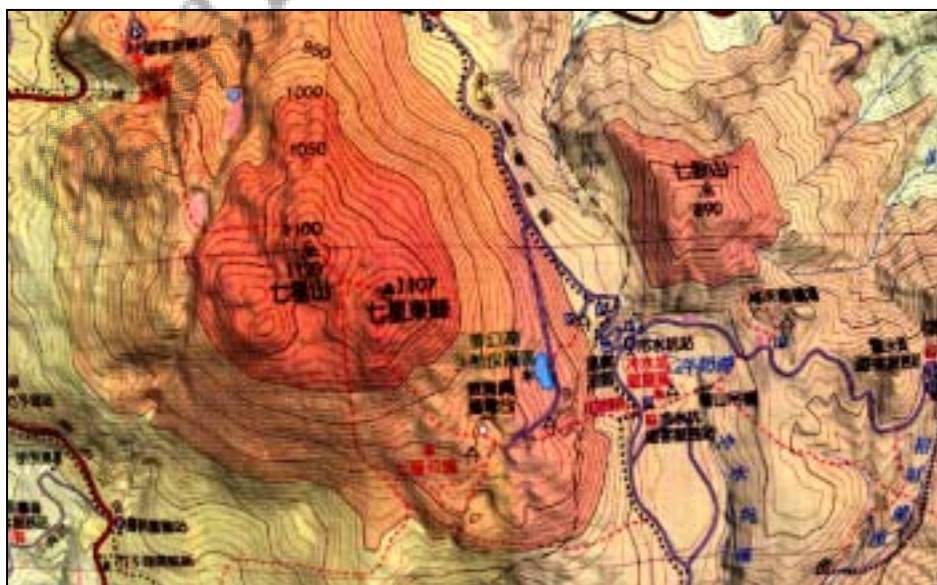


第二節 展示景點火山地形景觀

一、七星山火山地形景觀

七星山，大屯火山群的第一高峰，標高 1120 公尺，位於陽明山國家公園的中央地帶（圖 3-5），是一由數層輝石、角閃石、紫蘇輝石、安山岩熔岩及火山碎屑岩組成的層狀錐形火山，七星山所噴溢的熔岩流分佈範圍極廣，遠及士林芝山岩一帶，形成許多熔岩台地（鄧國雄，1988）。七星山曾在五十萬年前爆發過，也是大屯火山群三次大爆發中距離現在最近的一次，今日雖無火山活動，但後火山作用仍在進行，在山體的東南側與西北側均有數條斷層線經過，溫泉、噴氣孔與熱水換質作用現象多沿斷層處發生（王鑫，1983）。七星山在第三紀末期大屯火山活動趨於劇烈時，多次噴出大量岩漿及火山碎屑，後來冷凝成安山岩及集塊岩，層層堆積而成錐狀火山（陳文山，1997）。

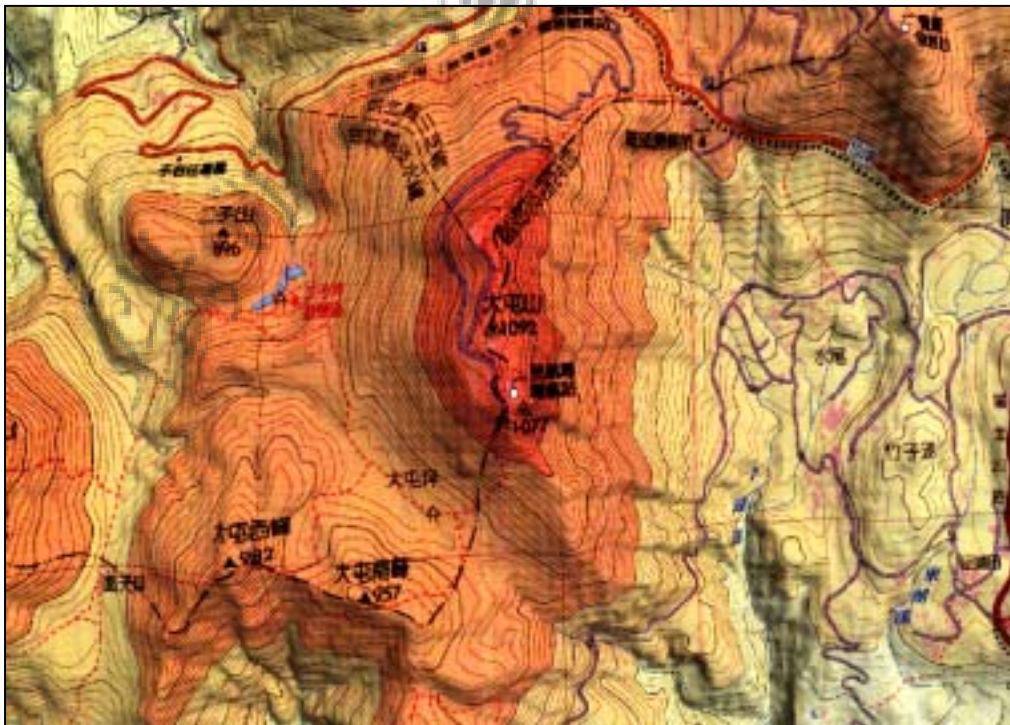
圖 3-5 七星山景點示意圖



二、大屯山火山地形景觀

大約二百五十萬年前，在今日大磺嘴熱泉附近，地底下的岩漿衝破了中新世木山層，噴發到地面上，形成了原始大屯山，經過一段時間的沈寂，直到約七十萬年前，大屯山另一次火山噴發將原始大屯山分離，形成現今的大屯主峰、西峰和南峰（圖 3-6），因此在這些峰頂都沒有火山口，古火山口反而位於三峰與中正山之間（王鑫，1982）。大屯山因山形渾圓雄厚，有王者之氣勢，所以這裡的火山群稱為大屯火山群。大屯山主峰高 1092 公尺，屬於成層的錐狀火山，但略呈南北延長，峰頂沒有火山口。大屯主峰的山行並不像典型的錐狀火山，可能因噴發時日已久而遭風雨侵蝕而變形。

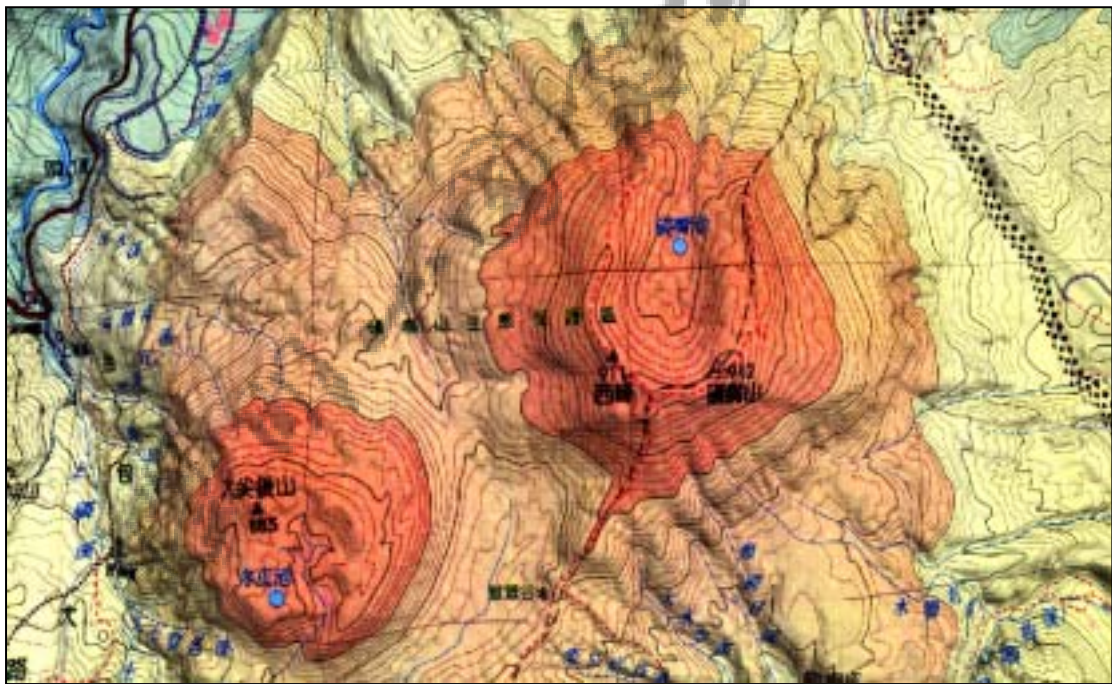
圖 3-6 大屯山景點示意圖



三、磺嘴山火山地形景觀

磺嘴山屬於大屯火山群之磺嘴山亞群，標高 916 公尺，位在大尖後山東北方 1 公里處，是七星山以東最高峰，具有錐狀火山的外形（圖 3-7），主要由橄欖石、角閃石、兩輝安山岩構成，山上有明顯的火山口，火山口壁緣呈平台狀，已略被員潭溪上游所切穿（王鑫、李建堂，1999）。

圖 3-7 磺嘴山景點示意圖



四、紗帽山火山地形景觀

紗帽山海拔 643 公尺，位於七星山主峰的南坡（圖 3-8）。紗帽山是由七星山地底岩漿分支在大約 50 萬年前所噴出的寄生火山，亦即由於七星山火山頸受到熔岩流堵塞，致使紗帽山從它火山體的裂隙中噴發而出所形成，是本區大屯火山群最後一座活動的火山，大約在三十萬年前左右停止活動，只有岩漿餘溫造成一些著名的後火山活動（陳文山，1997）。

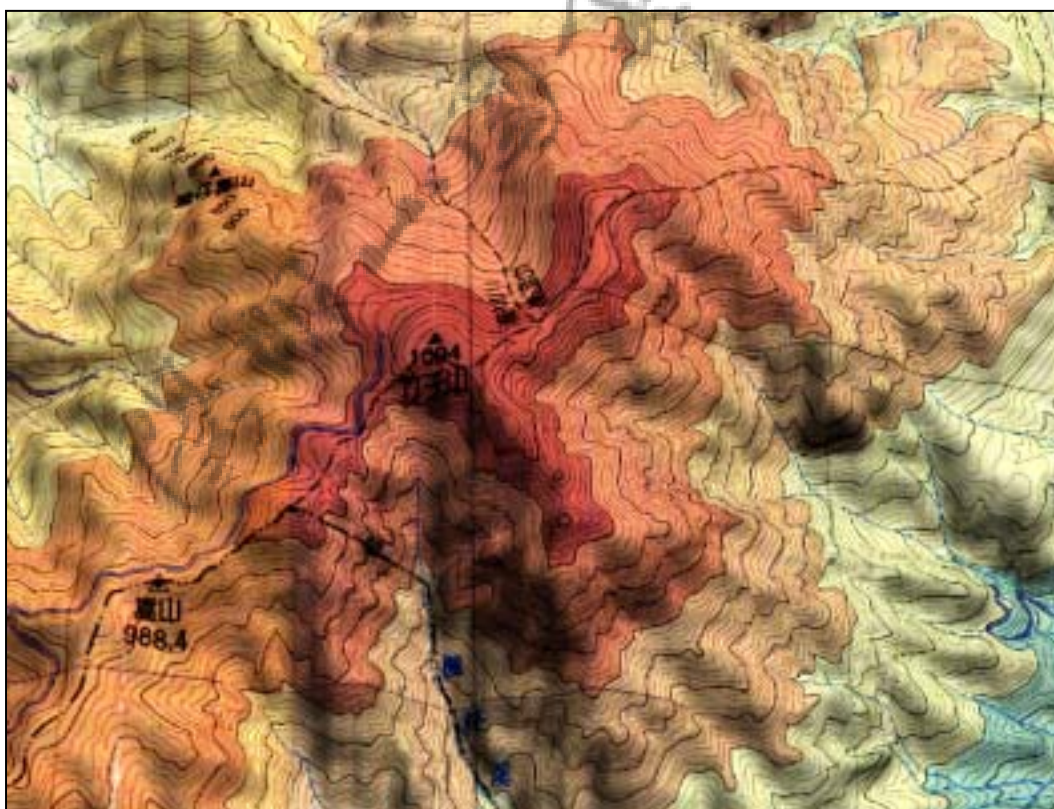
圖 3-8 紗帽山景點示意圖



五、竹子山火山地形景觀

竹子山海拔 1094 公尺，為大屯火山群第二高峰。其北峰高達海拔 1079 公尺，與海拔 1031 公尺的前峰相連，十分壯觀（圖 3-9）。八十萬年前至 60 萬年前，首先噴發的是竹子山亞群，分布極廣的熔岩流構成竹子山的底部，而到了 70 萬年前左右，是大屯火山群噴發活動最猛烈的時期（王文祥，1993），竹子山沒有很明顯具體的火山錐外型，主要由熔岩構成，內夾火山碎屑岩，從側面看，層層相疊的山脈構成了竹子山的主體。

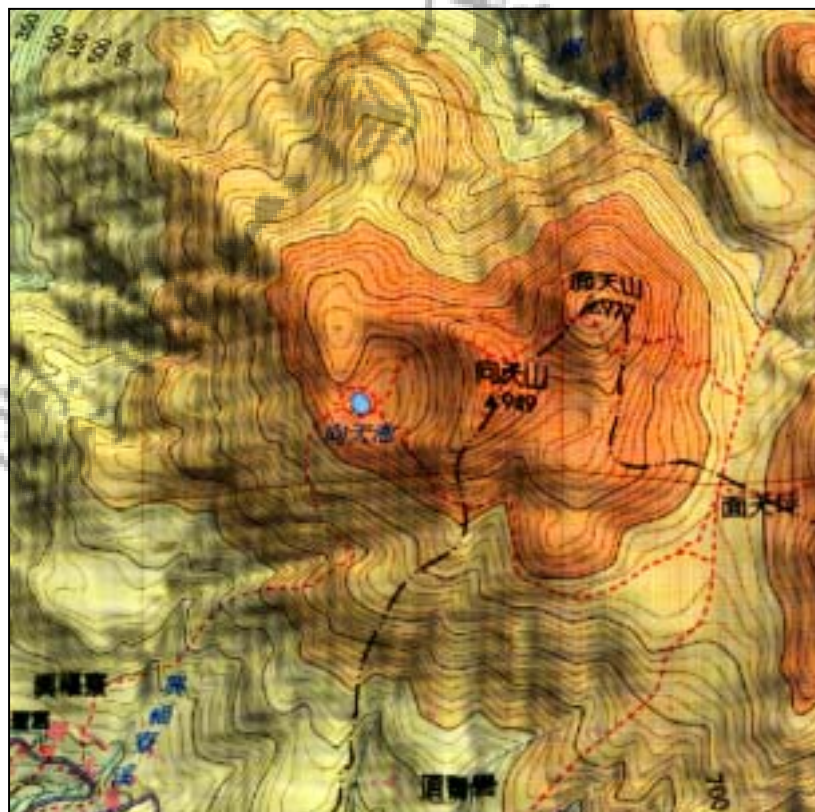
圖 3-9 竹子山景點示意圖



六、面天山火山地形景觀

面天山約在 40 萬年前左右噴發，面天山及向天山的噴發形成時間大約相同，可能是延續大屯山的活動而形成之火山丘（王文祥，1993），外形是一種標準的鐘狀火山。面天山和向天山為一對雙生火山，面天山略高，海拔標高 977 公尺，為一座標準的鐘狀火山，曲線圓滑，山形極優美，山頂的火山口呈平頂狀。向天山海拔標高 882 公尺，也具有鐘狀火山的外形，火山口在東南側（圖 3-10），形狀相當完整，大雨之後常積水成火口湖，稱為「向天池」。

圖 3-10 面天山景點示意圖

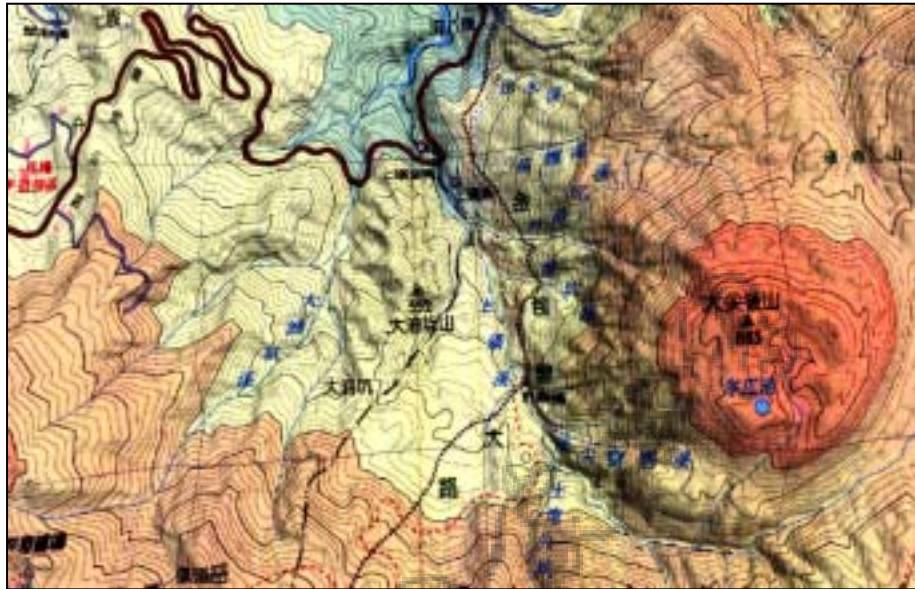


七、大油坑火山地形景觀

大油坑位於七股山與大尖後山之間，海拔 550 公尺，為一向東北開口之極狹長的傾斜谷地，東西寬約 150 公尺，南北長約 300 公尺，有數處活動力激烈的硫氣孔，可能是大屯火山群中最為激烈的地熱爆裂口，其噴氣量大且活動劇烈，溫度可以達到 120 左右，不但嘶聲驚人，有強烈硫化物的臭味，水溫可達 99 。溫泉源頭的岩石久經強烈的矽化作用，已使原來礦物完全換質為方矽石，顏色變成灰白色至純白色，很像火山渣，而形成許多小山頭（圖 3-11），成為特殊的地質景觀（王鑫、李建堂，1999）。

由於噴氣孔的高溫水蒸氣和硫氣混合後，酸性甚強，故附近山坡植物生長不易，地面土壤、岩石裸露，地層腐化鬆軟，容易發生崩塌。又因開採硫磺，地表受到嚴重破壞。坑內硫氣四溢，煙雲裊繞，在許多個噴氣口附近都有鮮黃的硫磺結晶。這些鮮黃的硫磺結晶是由地下含硫熱蒸氣噴發後，在土地表層或噴出口附近遇冷凝結而成的，硫磺在融化後，會變成橘紅色的油狀液體，所以有“油坑”的地名。

圖 3-11 大油坑景點示意圖



八、小油坑火山地形景觀

小油坑位於七星山之西北坡上，海拔約 805 公尺，以後火山作用所形成之噴氣孔、硫磺結晶、溫泉及壯觀的崩塌地形最具特色。為園區內最具代表性的地質景觀。小油坑，口寬約 120 公尺，長約 180 公尺，最大高度差達 100 公尺，狀呈馬蹄形，東、南、北三面陡崖環抱（圖 3-12），是陽明山國家公園內僅次於大油坑的第二大噴氣群（王鑫、李建堂，1999）。

小油坑是由七星山爆發的碎屑岩堆積與後火山作用形成。噴氣孔分佈下自坑內底部，上至峭壁邊緣均可發現，其所在呈凹陷窪地狀，邊緣陡峭，這景象為岩壁受蒸氣中挾帶的 CO_2 、 H_2S 和 SO_2 等化學物質腐蝕、塌陷而成，噴氣孔周圍岩石表面及岩隙中，均有昇華而凝結的硫結晶，因此在一片焦黑

的土地上，形成了一個個鮮黃色的小洞。硫黃在融化以後，會變成橘紅色的油狀液體，「小油坑」之名也就是由此而來，「油坑」意即出產磺油之地，小油坑為屯山區硫磺產地之一，僅次於大油坑。

圖 3-12 小油坑景點示意圖



第四章 研究方法

第一節 資料來源

一、數值地形模型 (DTM, Digital Terrain Model)

本研究以比例尺 1/1000 之地形圖為底圖進行等高線數化，等高線為 2 公尺高程間距，分別以 1m×1m 及 5m×5m 之網格，Linear rubber sheeting 之內插法，建立之陽明山之數值地形模型，說明如下表 4-1。

表 4-1 本研究使用之數值地形模型

資料名稱	資料來源	座標系統
1.陽明山 DTM (5m×5m) 2.陽明山 DTM (1m×1m)	陽明山國家公園管理處提供原始資料為等高線為 2 公尺高程間距之 1/1000 地形圖。	TWD67

(說明：DTM 為一網格式資料，所謂 1m×1m 是指 DTM 資料中每一個網格所表現真實世界之面積為 1 平方公尺。)

二、陽明山國家公園航空照片 (1/5000) 共計 24 張：

農委會農林航空測量所生產之航空照片 (本研究使用之航空照片見表 3-2)，比例尺為 1/5000，投影座標系統為橫麥卡托投影座標系統，採用內政部八十六年公布之「1997」臺灣大地基準 (Taiwan Datum 1997, 簡稱 TWD97)，地球原子採用 1980 年國際大地測量學與地球物理學協會 (IUGG) 公布之參考橢球體 (GRS-80)，本研究之影像係自五千分之一相片基本圖量測控制點，

配合 40×40 公尺 DTM 實施正射糾正。

表 4-2 本研究使用之陽明山國家公園航空照片（1/5000）共計 24 張

圖號	圖名	攝影時間	圖號	圖名	攝影時間	圖號	圖名	攝影時間
9623- 020	北新莊	90.11	9723- 015	南勢	91.1	9723- 033	冷水坑	91.4
9623- 030	楓樹湖	90.11	9723- 021	大屯山	91.3	9723- 034	冷水崛	91.7
9623- 040	中青學	90.11	9723- 022	頂湖	91.3	9723- 035	富士坪	91.7
9623- 050	北投	90.11	9723- 023	馬槽	91.3	9723- 041	新北投	91.1
9723- 011	三板橋	91.3	9723- 024	磺嘴山	91.7	9723- 042	山仔后	91.1
9723- 012	內柑宅	91.3	9723- 025	橫山	91.7	9723- 043	大莊子	91.1
9723- 013	嵩山	91.3	9723- 031	中正山	91.1	9723- 044	內雙溪	91.7
9723- 014	重光	91.1	9723- 032	陽明山	91.3	9723- 045	五指山	91.7

（註：航空照片攝影時間之年份及月份雖不一致，並不會影響本研究航照使用之需求。僅用於提供地貌的視覺效果，並非使用影像來進行監測。）

三、衛星影像

本研究使用之台灣北部衛星影像（法國 SPOT 衛星，見圖 4-1），其地面解析度為 12.5m×12.5m，由國立中央大學太空及遙測研究中心提供。若配合台灣北部地區之數值地形模型（地面解析度 40 m×40m，來源為民國 75 年農林航空測量所製作之全台 DTM）可用於表現台灣北部地區包含陽明山國家公園全區之立體地形模型（圖 4-1）。

圖 4-1 台灣北部 SPOT 衛星影像



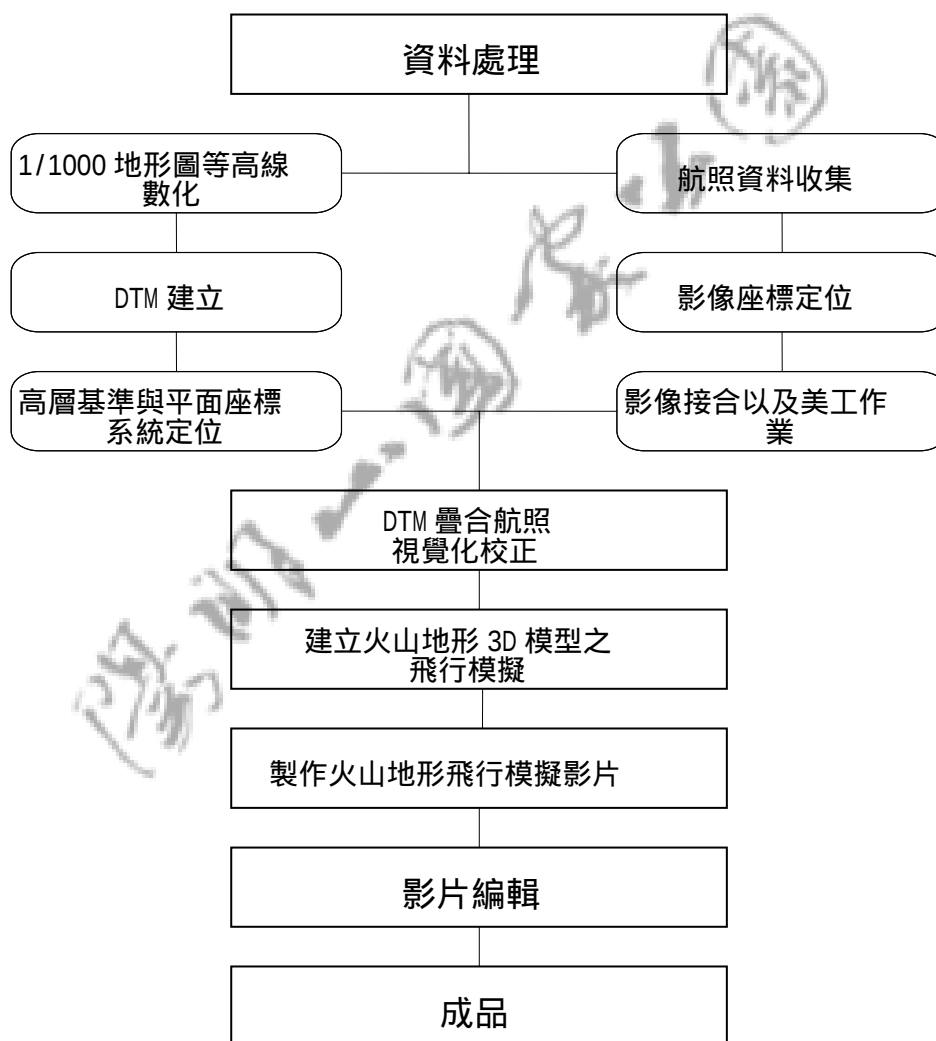
圖 4-2 台灣北部地區之立體地形模型



第二節 資料處理流程

本研究資料處理分為數值地形（DTM）與影像資料二個部分，將影像資料與數值地形合成後則進行飛行影片的製作與編輯，資料處理流程見下圖 4-3。

圖 4-3 資料處理流程圖

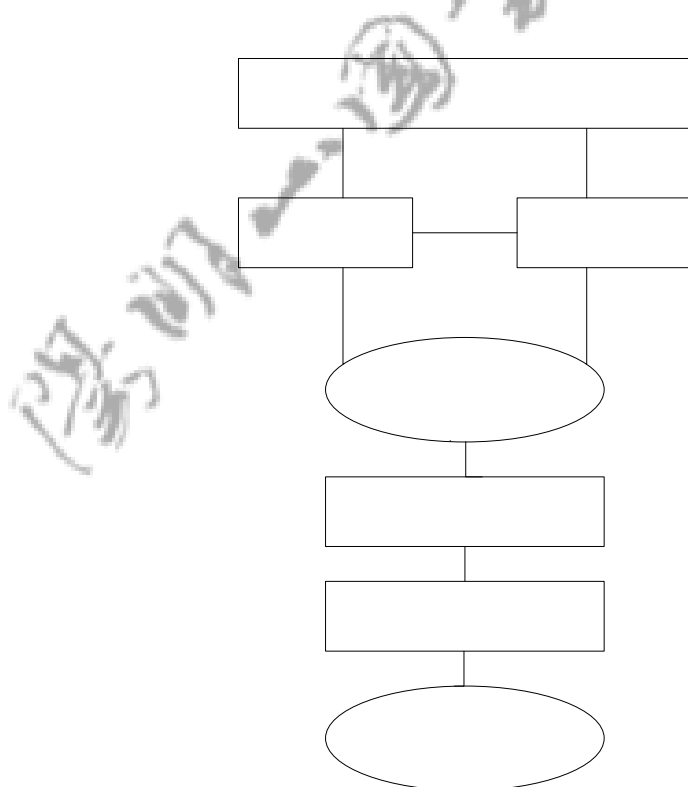


第三節 資料處理方法

一、數值地形模型（DTM，Digital Terrain Model）之建立

數值地形模型（DTM，Digital Terrain Model），其特性在於貼近真實的地表狀況，並可從中擷取許多地形資訊（如坡度、坡向）。數值地形模型的建立與使用包含了解釋（interpretation）與視覺化（visualization）兩個概念（Hutchinson and Gallant, 1999）。而目前數值地形在應用上要處理的問題主要有三：（1）資料本身的精確度、（2）資料內差或抽樣後的準確度、（3）所析取相關地形參數的正確性（黃誌川，2003）。

圖 4-4 DTM 資料的使用取向（Hutchinson and Gallant, 1999）



由於本研究在 DTM 的使用上屬於視覺化 (visualization) 的功能取向，如何真實地呈現火山地形的地貌特徵為本研究感興趣的課題，除了要考量到地形資料的正確性，是否能貼近真實地貌，同時亦必須注意到觀賞者的視覺感受。本研究以陽明山國家公園管理處提供之 1/1000 地形圖為底圖進行等高線數化，使用 Linear rubber sheeting 內插法，以 1m×1m 及 5m×5m 之網格建立陽明山之數值地形模型。然而 DTM 的品質，有相當大的部分取決於原始數化底圖資料的精度，然而空間上絕對座標的精確度問題並不是本研究所關注的焦點，而是在於 DTM 資料是否能有效、清楚地表現出地形地貌特徵。

二、航空照片影像處理

本研究使用之航空照片均已轉為數值化之影像資料，地面解析度為 5m，原始航照係由農委會農林航空測量所生產之正射化航空照片 (orthorectified vertical aerial photographs)；比例尺為 1/5000，投影座標系統為橫麥卡托投影座標系統，採用內政部八十六年公布之「1997」臺灣大地基準 (Taiwan Datum 1997，簡稱 TWD97)，地球原子採用 1980 年國際大地測量學與地球物理學協會 (IUGG) 公布之參考橢球體 (GRS80)，本研究之影像係自五千分之一相片基本圖量測控制點，配合 40×40 公尺 DTM 實施正射糾正。

座標系統的統一進行影像疊合必要的前置處理。目前國內常見的地圖座標系統有兩種，一為 TWD67 (Hu-Tzu-Shan)，以及最新的 TWD97 (國際標準 WGS 84)。TWD67 為早期內政部公告之座標基準，係引用國際 Geodetic Reference System 1967 橢球體，作為臺灣地區大地基準之橢球體，其坐標基準在埔里虎子山；而 TWD97 為臺灣地區於 1997 年以 GPS 重新計算後，採用國際上的 Geodetic Reference System 1980 的橢球體大小，此橢球大小與

WGS84 的球體大小兩者可說幾乎相同，因此在 GPS 定位上有較高的準確性。雖然 TWD97 為最新標準，但政府機關及許多民間機構主要仍是使用 TWD67 系統。本研究所使用之航空照片資料為 TWD97，而 DTM 資料為 TWD67。在進行影像疊合時，本研究選擇配合 DTM 之座標系統，將航空照片資料之 TWD97 座標轉換成 TWD67 座標系統，我們可以藉由 Erdas Imagine 8.5 軟體 reprojection 功能達到此一目的（航照影像座標轉換方法見附錄一）。

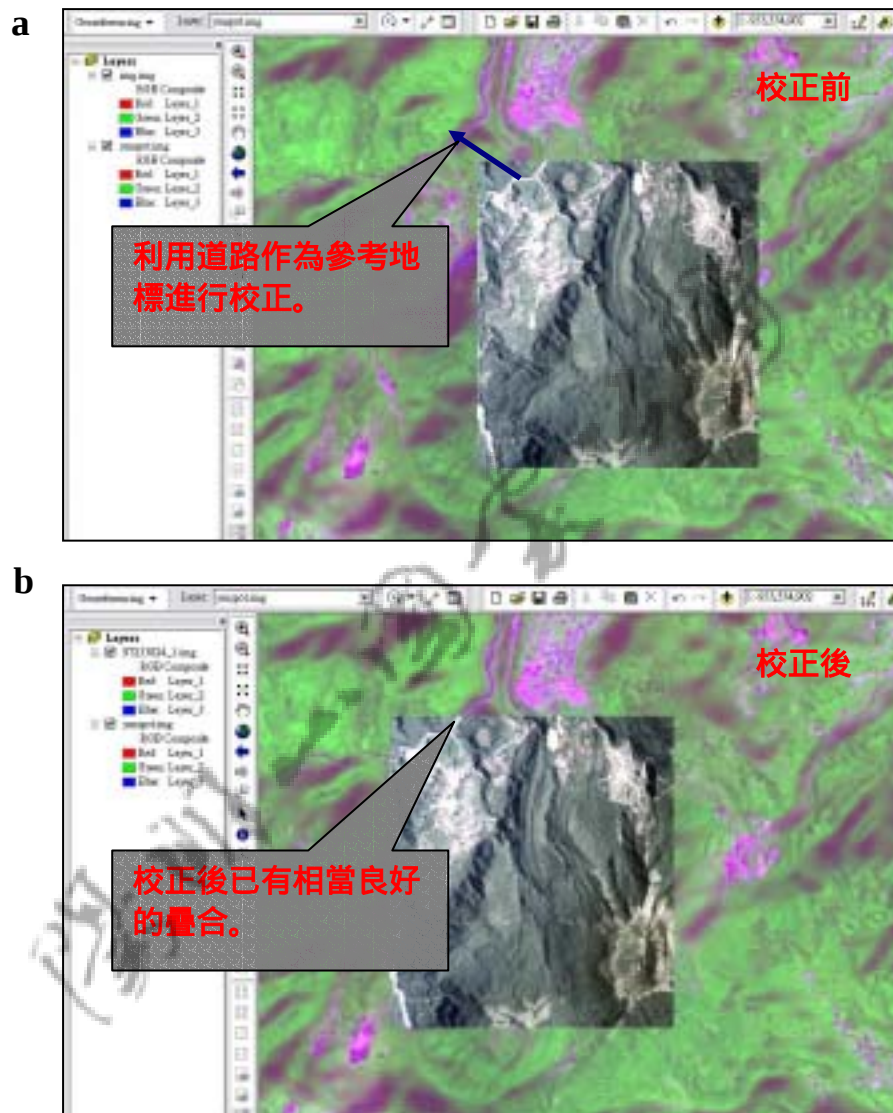
在進行影像疊合（overlapping）前，航照影像最後要進行影像接合（image mosaic）及影像色調勻化（image tone balance）。影像色調勻化之目的在效消除多張影像之間以及同一影像內部的色調差異，確保接合後的影像色調能夠一致，以達到較佳的視覺效果，本研究利用 Photoshop7.0 影像處理軟體來完成這些工作。

三、數值高程模型與航空照片影像疊合

本研究選用的航照為已處理過之正射化航照影像，係以微分糾正（differential rectification）方法來消除像點的高差位移與傾斜位移（何維信，1995）。在航照影像與 DTM 統一座標系統後，仍然發現地形與影像仍具有少許的透視誤差，基於本研究視覺化的研究取向，並不對影像重新進行正射化校正，尤其在進行座標轉換後，使校正的程序趨於複雜。

本研究以參考點校正（georeference）的作法來重新校正航照影像的大地座標，方法為使用 ArcGIS8.0 軟體中 georeferencing 擴充模組（extension），以 DTM 座標為基準，比對航照影像中明顯的地物或地形特徵線（如稜線或水系）來進行影像的校正（圖 4-5），此方法的目的主要是使影像中的每一像元（pixel）能夠與 DTM 取得良好之對應關係。

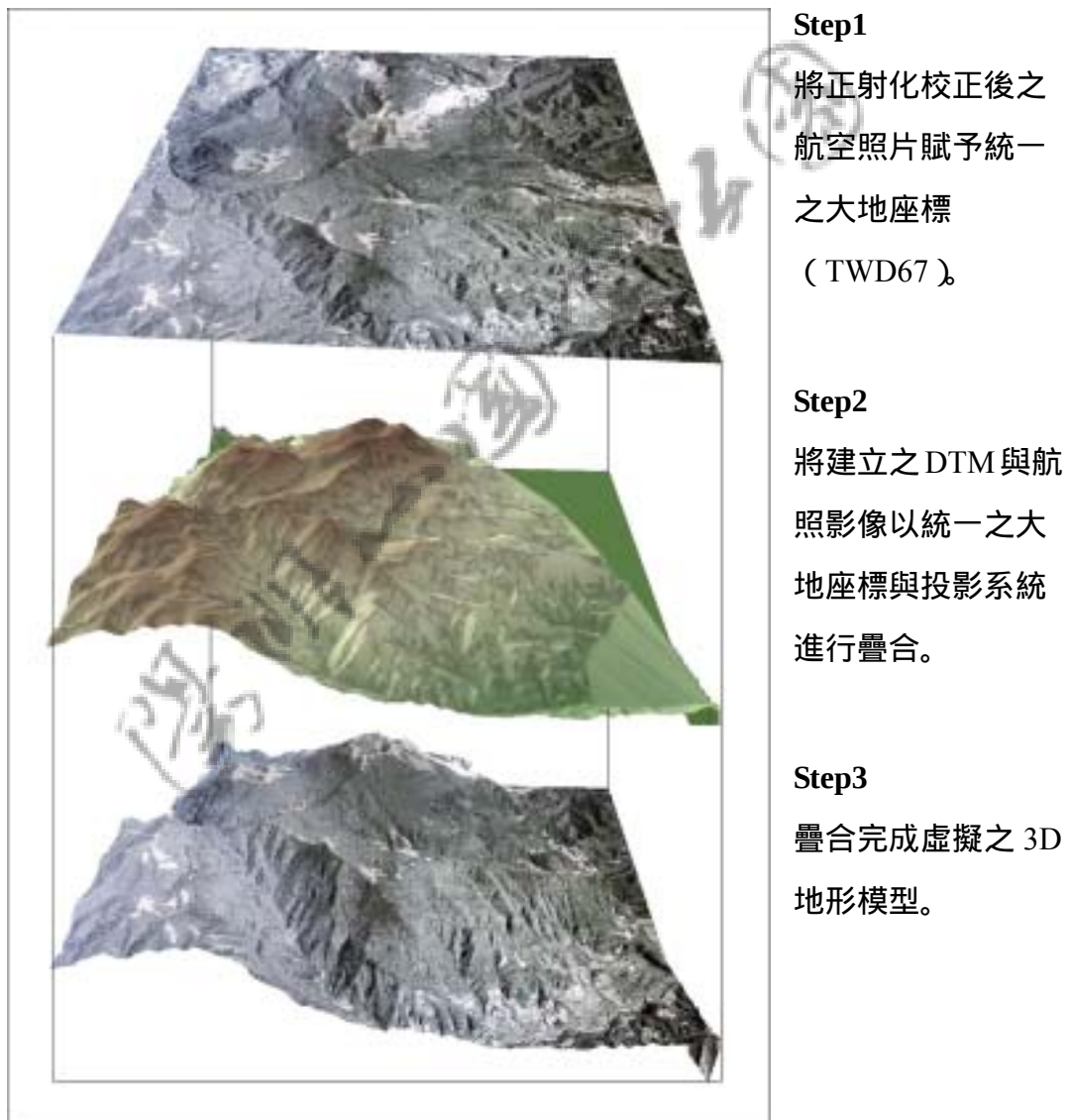
圖 4-5 航照影像再校正



說明：a 為校正前之航照影像，無法完全對應到衛星影像座標位置，可選取數個影像中之建物、道路或稜線等具明顯特徵的地表物體作為校正的參考點，進行校正；b 為影像校正後之情形，可以發現航照影像與衛星影像已有相當良好的疊合。

當 DTM 與航照影像之每一像元具有良好的對應關係以及相同的座標系統後，便可進行影像疊合，利用 Erdas Image8.5 軟體中 Virtual GIS 功能，將航空照片影像套疊在 DTM 上，其疊合之概念如下圖 4-6 所示。

圖 4-6 數值高程模型與航空照片影像疊合概念



第四節 飛行模擬影片製作

「陽明山國家公園火山地形模型」建立完成後，便可以依此更進一步製作飛行模擬影片，影片的主要功能在於火山地形景觀的導覽與解說。本研究製作之飛行模擬係利用 Erdas Image 8.5 軟體製作，影片的製作需要「編輯影片飛行路徑」、「錄製影片及輸出」及「影片編輯」等三項步驟。

一、編輯影片飛行路徑

我們利用 Erdas Image 8.5 軟體之「編輯飛行路徑」(Flypath Editor) 功能，針對各火山地形來編輯飛行模擬之飛行路徑，在此我們所需要編輯的參數有飛行路徑 (Flypath)、海拔高度 (ASL) 或離地高度 (AGL)、方位角 (Azimuth)、俯仰角 (Pitch)、視角 (FOV)、旋轉角 (Roll)、飛行速度 (Speed) 等，編輯視窗如圖 4-7，圖 4-8 則是以磺嘴山之影片製作為例。

圖 4-7 飛行路徑編輯視窗

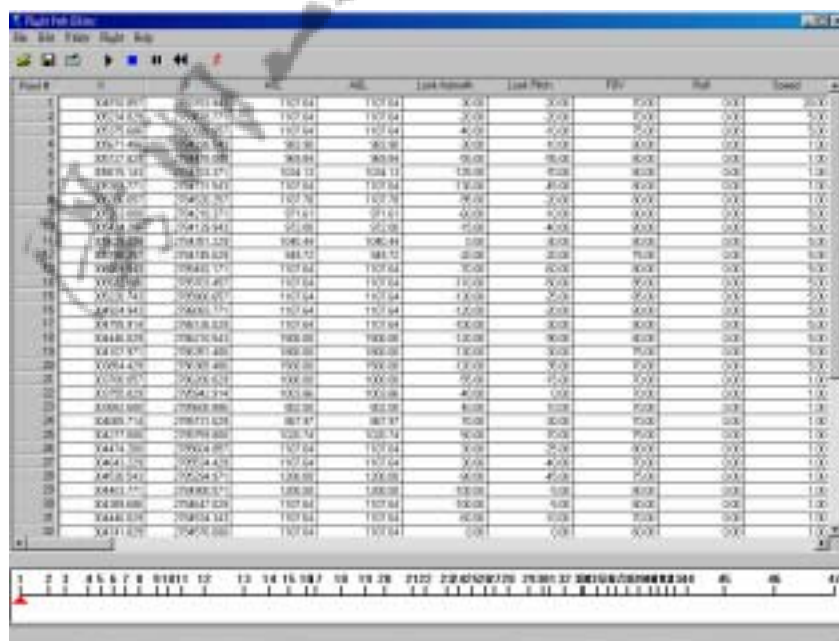
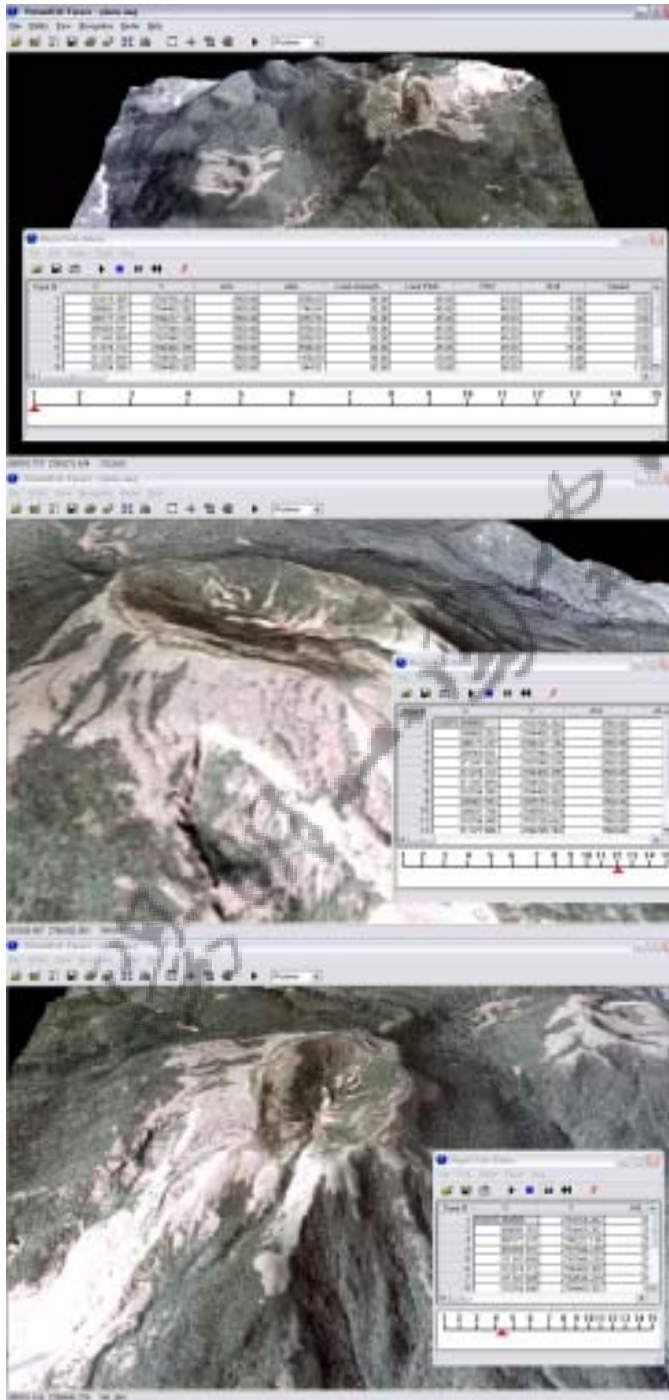


圖 4-8 飛行路徑製作



Step1

將「編輯飛行路徑」(Flypath - Editor), 對火山地形景點來編輯飛行模擬之飛行路徑。

Step2

以較近的距離觀看磺嘴山火山口之地貌特徵, 側視的角度觀看, 可以清楚的看到其火山口、火山錐等火山地形景觀。

Step3

鳥瞰磺嘴山, 可以看到火山地形的整體地貌, 火山口、火山錐、熔岩流地貌以及其放射狀的水系型態均可一目了然。

二、影片錄製及影片輸出

影片錄製方式為在軟體執行飛行模擬功能的同時進行錄製，錄製完成之影片以 Video1 (AVI 檔) 格式輸出，其製作流程為如圖 4-9 所示；由於錄製完成的影片其資料量相當大，在儲存以及使用上往往相當不便，所以在影片完成錄製後以軟體 Clean 5 進行格式壓縮 (將 AVI 格式轉換成 MPEG 格式，見表 4-3)，來減少影片的檔案大小。

圖 4-9 飛行模擬影片製作流程

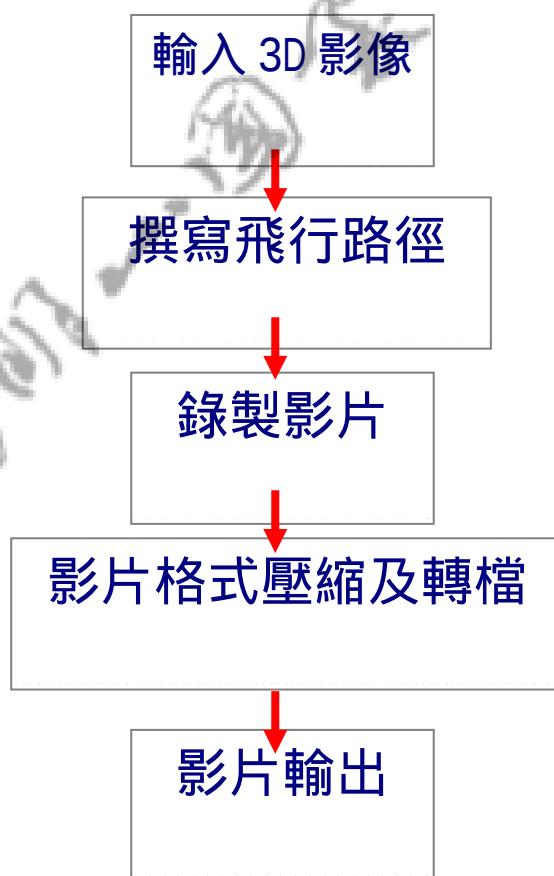


表 4-3 陽明山國家公園火山地形模型影片

編號	展示景點	影片時間 (分 : 秒)	原始檔案大小 (AVI 格式)	壓縮後資料量 (MPEG 格式)
01	陽明山全景	6 : 31	1540MB	39.9 MB
02	七星山	5 : 58	3490 MB	178.1 MB
03	小油坑	2 : 15	2570 MB	96 MB
04	七星山頂	5 : 37	2014 MB	172 MB
05	紗帽山	6 : 19	4169 MB	223 MB
06	大屯山	4 : 14	2820 MB	70.2 MB
07	面天山	5 : 21	2993 MB	105 MB
08	竹子山	7 : 25	4648 MB	336 MB
09	大油坑	2 : 42	2119 MB	1013 MB
10	磺嘴山	4 : 41	2664 MB	193 MB
總計		51 : 03	29.03GB	2.43GB

三、影片編輯

輸出完成之影片僅具影像資訊，並不具有解說或導覽功能，因此我們需要進行影片編輯，加入文字或語音等資訊，在影片中對地景地物進行標示，並配合影片的進行以語音或文字來解說火山地形的各種地形地質特徵，在這個部分使用 Ulead Studio7.0 (圖 4-10) 及 Movie Maker (圖 4-11) 編輯軟體進行影片編輯。

圖 4-10 Ulead Studio7.0 編輯軟體影片編輯

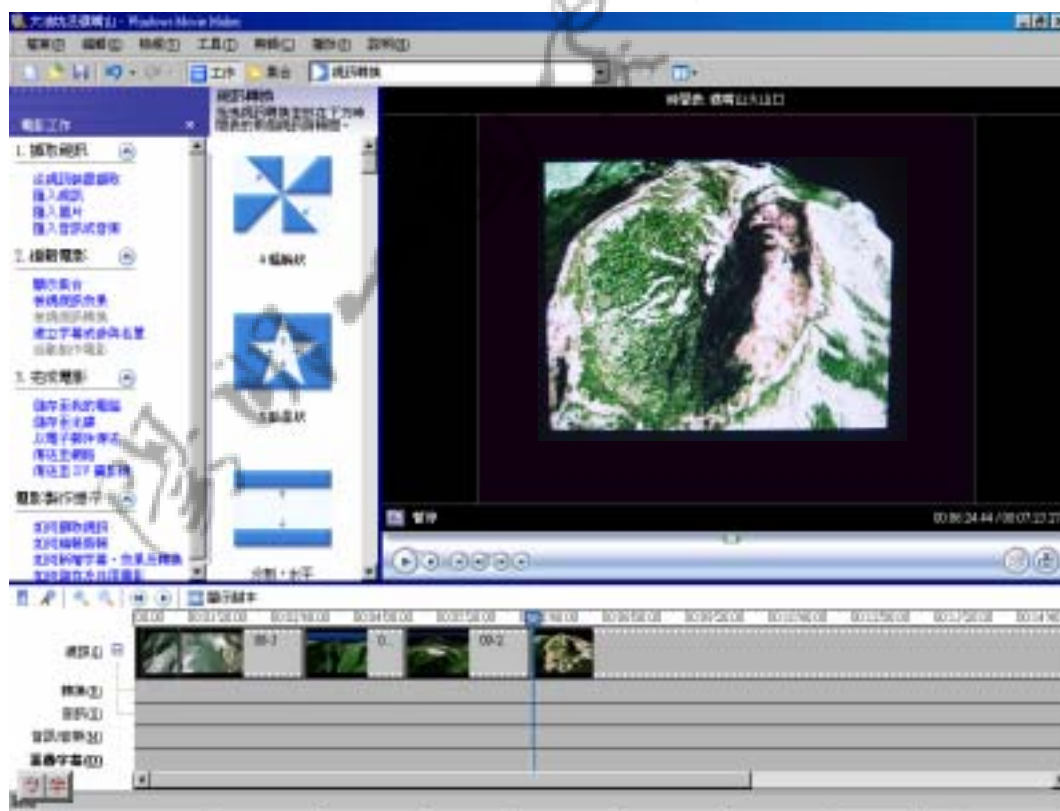


圖 4-11 Movie Maker 編輯軟體進行編輯



第五節 軟體使用

陽明山國家公園火山地形模型及飛行模擬影片的建立，使用了各種軟體來進行各項工作，這些軟體的使用及說明整理如下表 4-4。

表 4-4 本研究所使用之軟體及其說明

軟體名稱	說明	備註
Erdas Imagine 8.5	1. 建立 3D 數值地形模型(DTM) 2. 座標轉換。 3. 航空照片與 DTM 疊合。 4. 火山地形飛行模擬影片製作及錄製。	
ArcGIS 8.0 ArcView 3.2	1. 影像座標定位與再校正。 2. 陽明山公園地名、道路、建物數值化。	
Photoshop7.0	1. 航空照片影像接合、影像色調均化。	
Clean5	1. 影片格式壓縮及轉檔。	
Ulead Studio7.0 Movie Maker	1. 火山地形飛行模擬影片編輯。	Movie Maker 為 Micro- Soft windows xp 之附屬應用程式。

第五章 研究成果

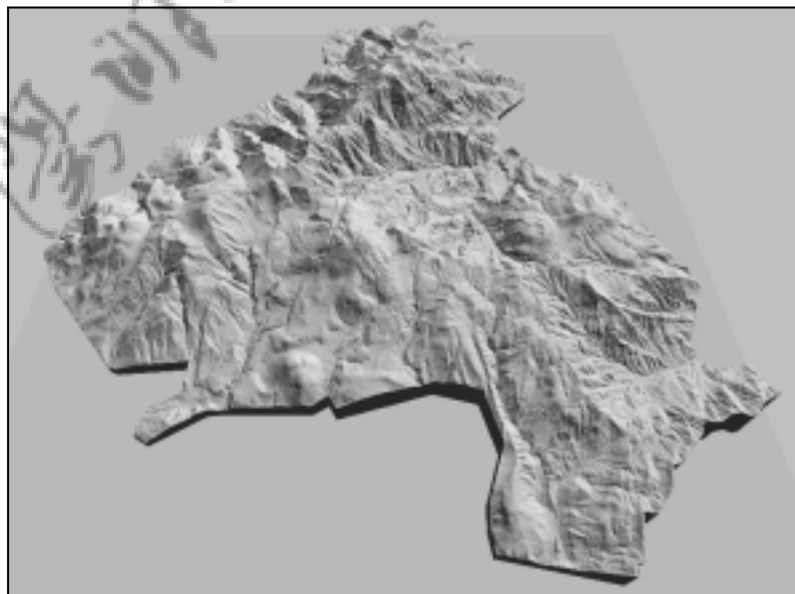
本研究「陽明山國家公園火山地形模型之展示」計畫，以陽明山國家公園之數值地形模型（DTM）與處理過之航照影像來完成陽明山國家公園之火山地形模型與飛行模擬影片；共計有陽明山國家公園全區、七星山、小油坑、七星山頂、大屯山、面天山、紗帽山、竹子山、大油坑及磺嘴山等 10 處景點。

第一節 數值地形模型與航照影像

一、陽明山國家公園數值地形模型

本研究以比例尺 1/1000 之地形圖為底圖進行等高線數化，等高線為 2 公尺高程間距，分別以 1m×1m 及 5m×5m 之網格，Linear rubber sheeting 之內插法，建立之陽明山之數值地形模型，其中 1m×1m 之陽明山國家公園數值地形模型，其成果如圖 5.1 所示。

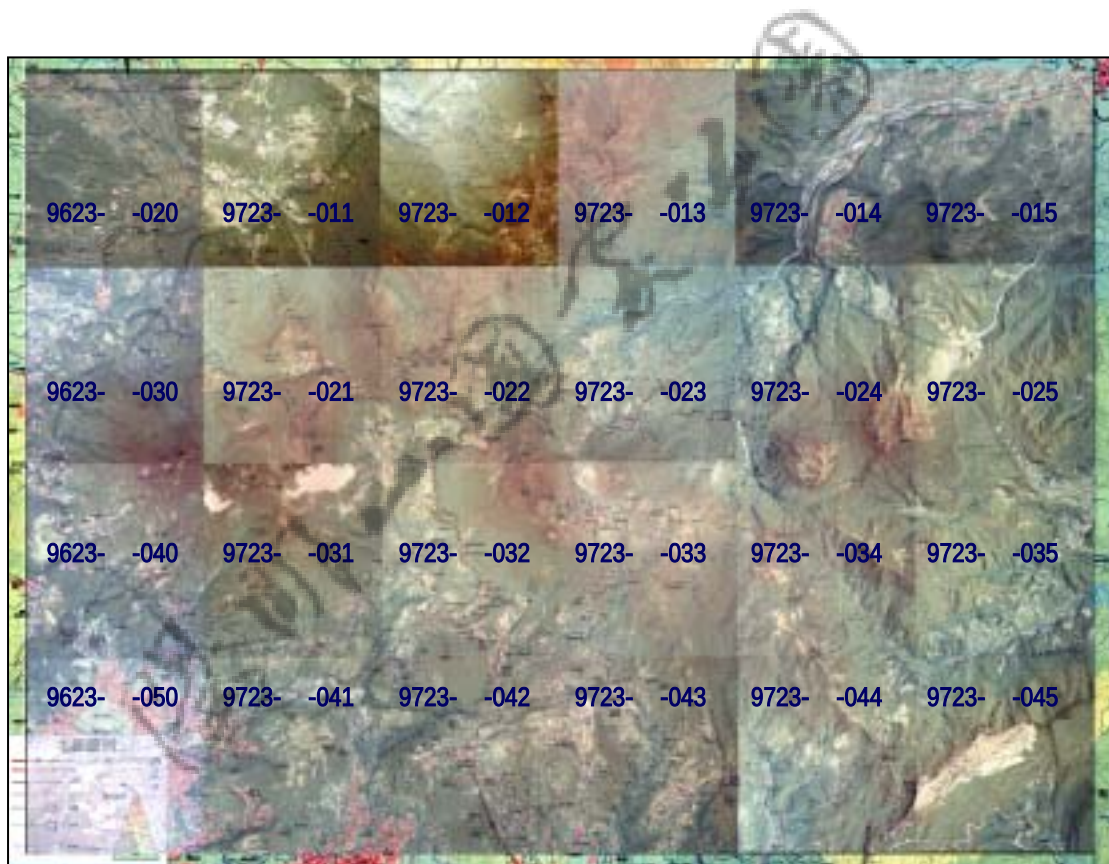
圖 5-1 地面解析度之 1m×1m 陽明山國家公園數值地形模型



二、航照影像

比例尺為 1/5000，投影座標系統為橫麥卡托投影座標系統，而影像座標已從 TWD97 系統轉換成 TWD67 系統，另外，本研究再參考點校正（georeference）的之作法來重新校正航照影像的大地座標（圖 5-2）。

圖 5-2 座標轉換成 TWD97 系統後再以 georeferencing 重新校正之航照影像



第二節 陽明山國家公園火山地形模型

本研究「陽明山國家公園火山地形模型之展示」計畫，完成部分計有陽明山國家公園全區、七星山、小油坑、七星山頂、大屯山、面天山、紗帽山、竹子山、大油坑及磺嘴山等 10 處景點，其數值資料量如表 5-1 所示。

表 5-1 陽明山國家公園火山地形模型數值資料說明

編號	展示景點	DTM	航照影像	火山地形模型
1	陽明山全區	375MB (1m×1m) 36.8MB (5m×5m)	143MB (SPOT)	518MB (1m×1m) 179.8MB (5m×5m)
2	七星山	38 MB	114 MB	152 MB
4	小油坑	13 MB	78 MB	91 MB
3	七星山頂	27 MB	81 MB	108 MB
6	大屯山	35 MB	91 MB	126 MB
5	面天山	21 MB	72 MB	93 MB
7	紗帽山	23 MB	73 MB	96 MB
8	竹子山	41 MB	125 MB	166 MB
9	大油坑	32 MB	83 MB	115 MB
10	磺嘴山	42 MB	129 MB	171 MB
	總計	272 MB	846 MB	1118 MB

註：火山地形模型為 DTM 疊合航照影像，其資料量為二者之總和。

一、陽明山國家公園全區景點說明

陽明山國家公園的主體，包括了整個大屯火山群主要稜線的重要山峰，也是全區放射狀水系的發源地。西北稜線自竹子山、小觀音山、大屯山延伸至面天山；核心稜線自七星山、七股山至擎天崗；東南稜線則自磺嘴山、大尖後山一直延伸到五指山，三條稜線呈不規則的 H 型排列，構成了國家公園的核心地區（馬以工，1988）。

南區包括七星山、紗帽山一帶，核心稜線與西北稜線的交界，形成陽明山地形上最具特色的鞍部；著名的竹子湖為昔日火山堰塞湖，湖水乾涸後以開發成農作梯田。西區則以大屯山群峰為主，亦包括連接竹子山、小觀音山的西北稜線，許多溪流由此發源，呈放射狀分別流入台灣海峽。北區以竹子山為主，其熔岩向北延伸，形成數段坡度平緩的熔岩台地。東南區延磺嘴山、大尖後山、大尖山稜線兩側，是陽明山國家公園東側仍極具原始特色的區域，山頂的兩座火口湖：磺嘴池及翠翠谷，仍保持得相當明顯完整（圖 5-3）。

圖 5-3 陽明山國家公園全景立體模型

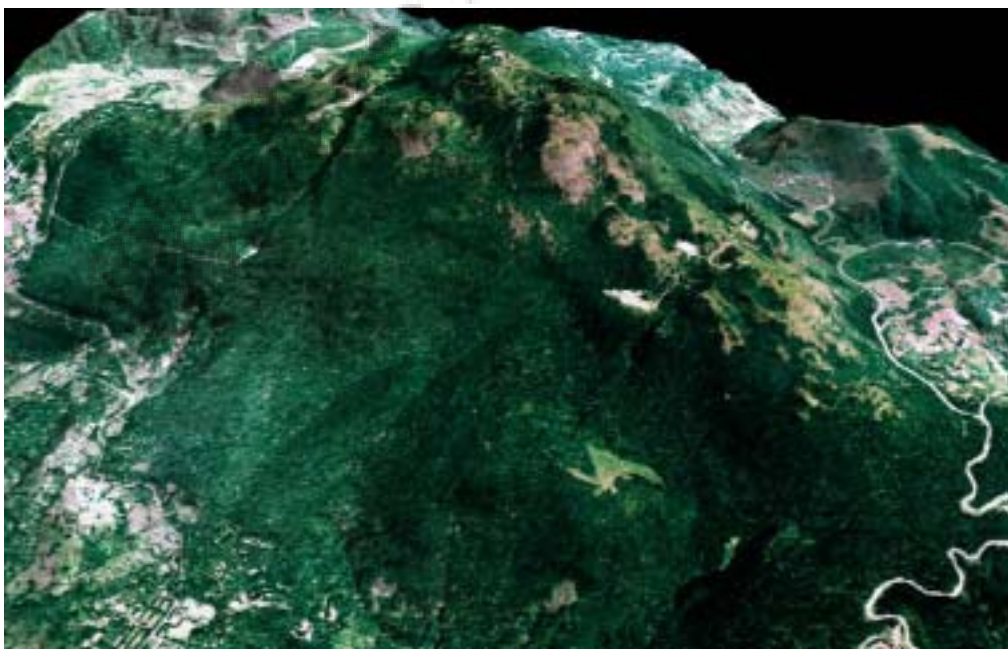


二、七星山景點說明

七星山位於陽明山國家公園南區，海拔 1120 公尺，是大屯火山群之最高峰，也是台北盆地北緣山岳之最高峰。七星山山形龐大，為錐狀火山，係由多次火山噴發而形成，頂部並無噴火口，主要組成物質為火山熔岩，形成大小七作山頭（圖 5-4），七星山因此得名。

七星山底盤圓直徑 2.1 公里，向上逐漸縮小成尖狀圓錐體，山之西側有斷層切過，溫泉、噴氣孔與熱水換質作用多沿斷層發生，以小油坑最為著名。夢幻湖位於七星山東南側，形成年代約為距今 5600 年前，夢幻湖的形成可能為邊坡崩滑而形成之堰塞湖（王鑫，1997）。

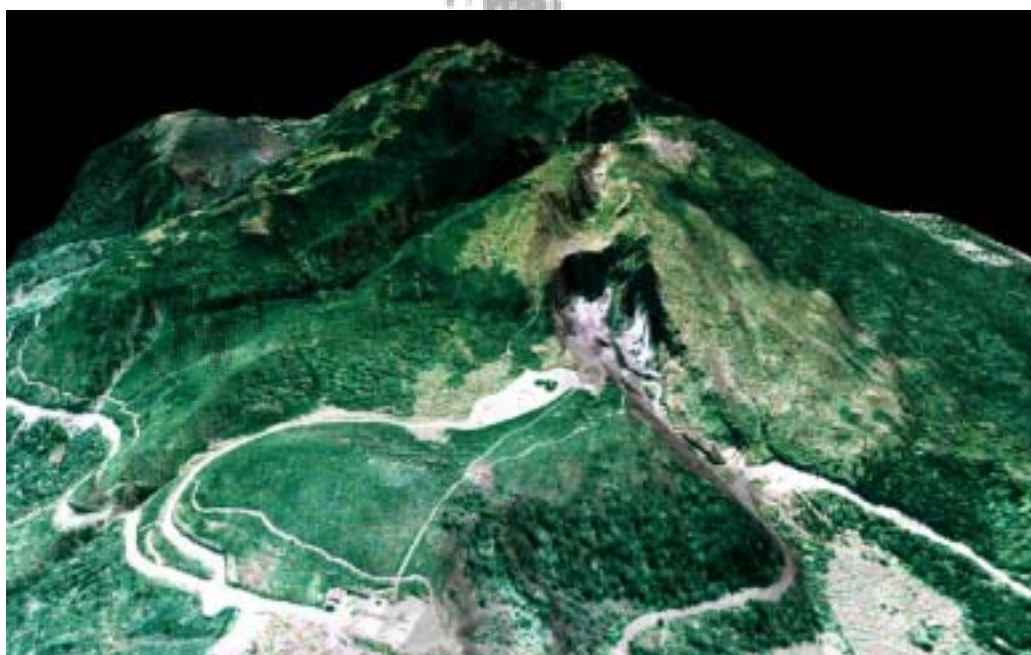
圖 5-4 七星山火山地形立體模型



三、小油坑

小油坑位在七星山之西北坡上，是由七星山爆發的碎屑岩堆積與後火山作用形成。噴氣孔分佈下自坑內底部，上至峭壁邊緣均可發現，其所在呈凹陷窪地狀，邊緣陡峭（圖 5-5），這景象為岩壁受蒸氣中挾帶的 CO_2 、 H_2S 和 SO_2 等化學物質腐蝕、塌陷而成，噴氣孔周圍岩石表面及岩隙中，均有昇華而凝結的硫結晶，因此在一片焦黑的土地上，形成了一個個鮮黃色的小洞。硫黃在融化以後，會變成橘紅色的油狀液體，「小油坑」之名也就是由此而來，「油坑」意即出產磺油之地，小油坑為屯山區硫磺產地之一，僅次於大油坑（王鑫，1997）。

圖 5-5 小油坑火山地形立體模型



四、七星山頂景點說明

山頂是一片崎嶇不平的窪地，有七個大小不一的鐘形穹丘，「七星山」因而得名。火山口的原貌因風化作用已不明顯，但窪地積水呈沼澤，原來之火山口形狀仍然有跡可循（圖 5-6）。過去傳說台北北門、西門間城牆線遙對七星山尖及北斗七星天樞、天璣二星（馬以工，1986）。

圖 5-6 七星山頂火山地形立體模型



五、紗帽山景點說明

紗帽山是七星山西南側的寄生火山(parasite volcano), 標高約 643 公尺, 是整個大屯火山群最晚噴發的地區, 距今約 30 萬年前, 紗帽山由於噴發力量較小, 岩漿黏滯性很大, 不易流動, 因此是以穹窿狀方式噴出, 熾熱的熔岩流集中形成或稱鐘形火山, 其山勢渾圓低矮, 山頂有兩個圓峰, 中央有略為凹陷的形狀(圖 5-7), 是當初熔岩冷卻收縮造成山頂不等量下陷所形成, 使其外貌狀似中國古代官員所戴的烏紗帽, 因此得名(王鑫, 1983)。

紗帽山地區為一水源保護區, 東側磺溪內溪河谷區系陽明山國家公園內開發較早之遊憩區, 河谷平緩、丘陵起伏, 鐘形之紗帽山屹立溪谷台地上; 紗帽山南面一熔岩台地人稱「華崗」高度在 390 至 420 公尺之間, 熔岩層末端形成原圖凸形坡面, 其上為山仔后, 有許多住家與商家聚集, 私立中國文化大學亦座落於此, 此區之仰德大道、格致路接陽明路為由南面進入陽明山國家公園之主要通道。

圖 5-7 紗帽山火山地形立體模型



六、大屯山景點說明

大屯山海拔 1081 公尺，為大屯火山群第三高峰，峰頂寬闊平坦，其稜脈向南接續至大屯南峰，向西則為大屯西峰。大屯山屬於錐狀火山，全部由熔岩構成，頂部無噴火口，大屯南峰亦稱南大屯山，標高 985 公尺，也是錐狀火山，歷經多次噴發，由熔岩與火山碎屑堆積而成，頂部無明顯火山口（圖 5-8）。北部萊公坑山海拔高度 832 公尺，為其寄生火山（王鑫，1983），與西方之百拉卡山合稱為枕頭山，兩山與大屯主峰山體之間一平坦凹地處為大屯自然公園所在地。大屯山西峰西接面天山，其間之鞍部為面天平；北則為二子山，今設有二子坪遊憩區。

大屯山早期稱大遯山或大洞山，山名起源據說來自凱達格蘭平埔族的大洞山社，而漢人進入後，因其山稜看似豬的背脊，而改稱為「大豚山」，後來將其文雅化而改為「大屯山」，在過去，大屯山配合季節變幻的風光，使「大屯春色」名列台灣八景之一（馬以工，1986）。

圖 5-8 大屯山火山地形立體模型



七、面天山景點說明

和向天山為一對雙生火山，位於陽明山國家公園西側，面天山略高，海拔標高 977 公尺，為一座標準的鐘狀火山，曲線圓滑，山形極優美，山頂的火山口位在面天山南側，呈圓形，西南西火口緣外切成缺口，面天山東側鞍部為面天坪，與大屯西峰相接（圖 5-9）。向天山海拔標高 882 公尺，位於面

天山的西南側，也具有鐘狀火山的外形。

面天山西南側有一火山口，形狀相當完整，大雨之後常積水成火口湖，可惜集水面積不大，湖水聚積有限，湖面範圍很小，水位甚低，稱為「向天池」(王鑫，1997)。

圖 5-9 面天山火山地形立體模型



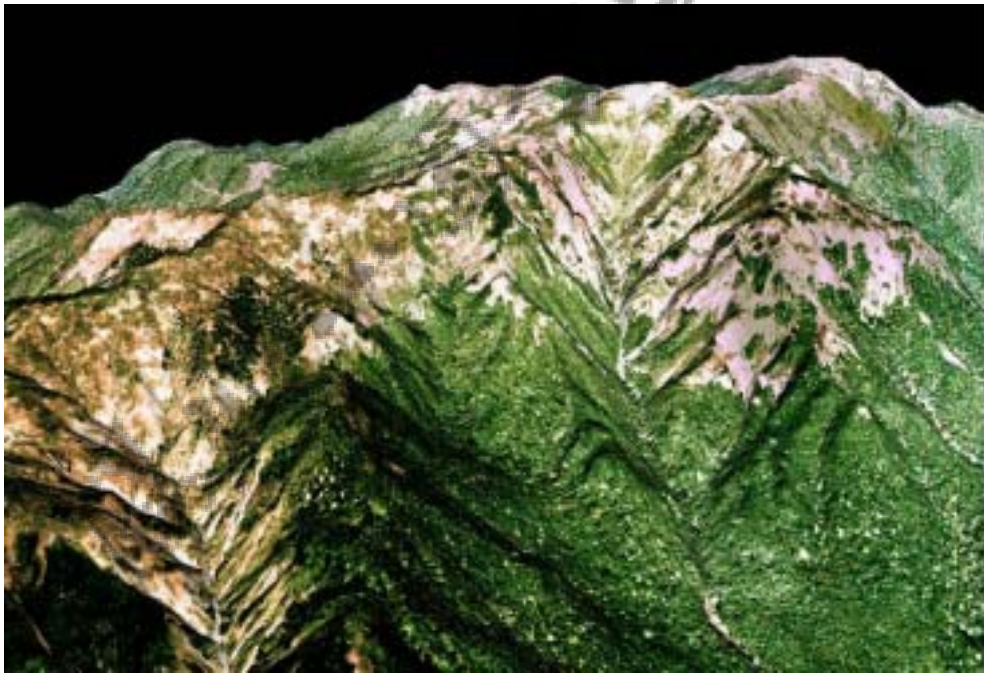
八、竹子山景點說明

竹子山前峰海拔高度 1103 公尺，位於陽明山國家公園之北端，為大屯火山群第二高峰，其北峰海拔高度 1079 公尺，前鋒高 1031 公尺，兩座峰山峰相連，十分壯觀。竹子山西南與小觀音山之間有長條稜線相連，兩山缺乏明

顯之界線，為大屯火山區北面和東北坡面的分水嶺（圖 5-10），此兩座火山可能係由裂隙噴發而成（王鑫，1983）。

竹子山噴發時所產生的熔岩流分布極廣，堪稱大屯火山群中覆蓋面積最大的火山，火山之熔岩流分布到石門附近海岸。竹子山火山之型態已遭到相當程度的侵蝕，火山之特徵不明顯，可能原來就不具噴火口（王鑫，1983）。竹子山東北側的山麓為幾近垂直峭壁，雄偉壯觀。

圖 5-10 竹子山火山地形立體模型



九、大油坑

大油坑由於噴氣孔的高溫水蒸氣和硫氣混合後，酸性甚強，故附近山坡植物生長不易，地面土壤、岩石裸露，地層腐化鬆軟，容易發生崩塌。又因開採硫磺，地表受到嚴重破壞。坑內硫氣四溢，煙雲裊繞，在許多個噴氣口附近都有鮮黃的硫黃結晶（圖 5-11）。這些鮮黃的硫黃結晶是由地下含硫熱蒸氣噴發後，在土地表層或噴出口附近遇冷凝結而成的，硫黃在熔化後，會變成橘紅色的油狀液體，所以有「油坑」的地名（王鑫，1997）。

圖 5-11 大油坑火山地形立體模型



十、磺嘴山景點說明

磺嘴山標高 916 公尺，位在陽明山國家公園東部，七星山東側，大尖後山東北方 1 公里處，是七星山以東最高峰，具有錐狀火山的外形，山形龐大，山頂面積開闊成馬蹄形，原為一火山噴火口，火山口大致成圓形，直徑 400 至 600 公尺，深 50 至 70 公尺（王鑫，1997）。

山頂目前以人工築成一公尺高的土堤堆，阻水形成長約 130 公尺，寬 30 公尺的水池，稱為磺嘴池。嶺頂十分平坦，面積遼闊（圖 5-12），直徑達一公里，火山口北側壁緣呈平台狀，已被員潭溪上游所切穿，形成一明顯之裂口（王鑫、李建堂，1999）。

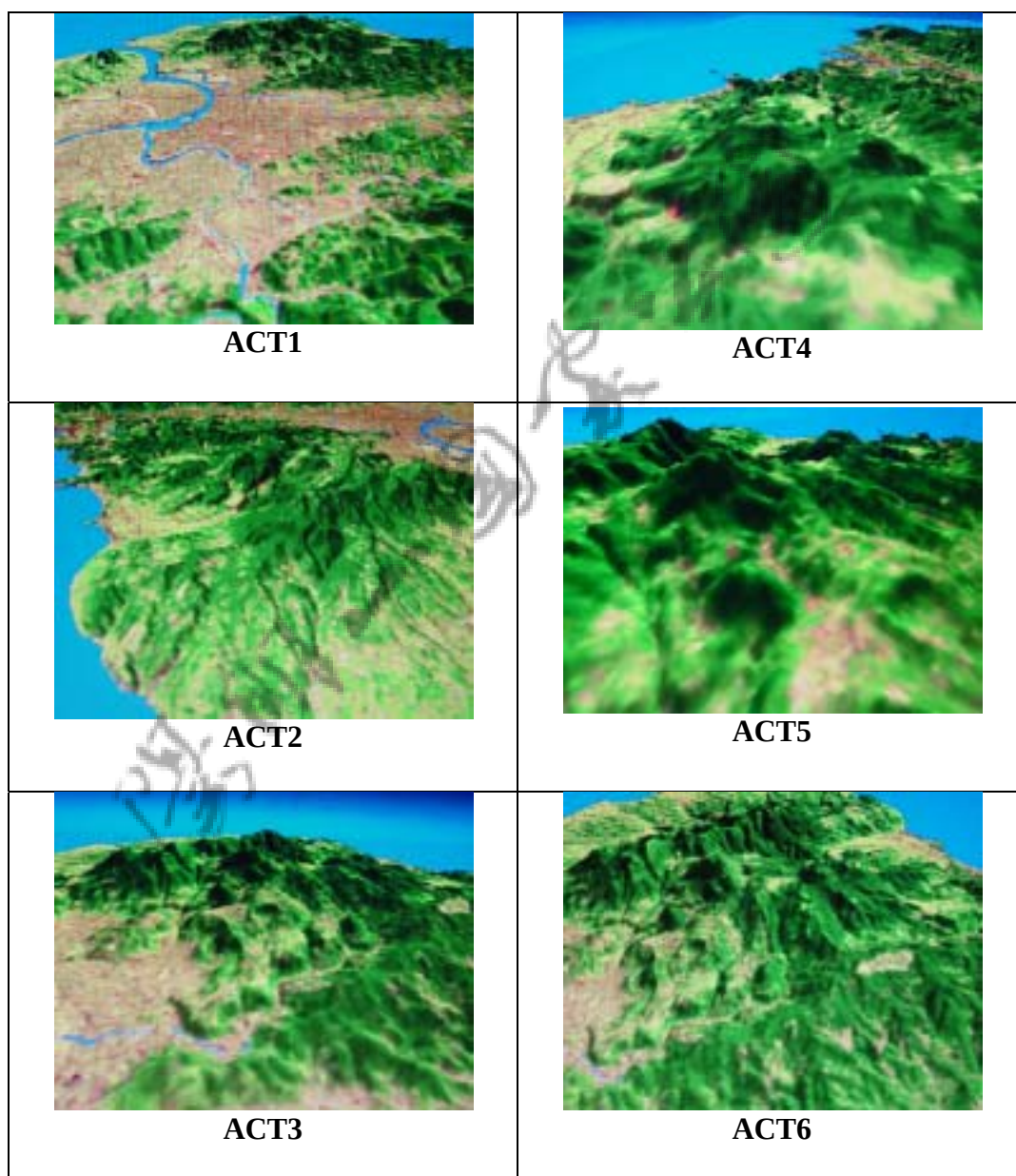
圖 5-12 磺嘴山火山地形立體模型



第三節 陽明山國家公園火山地形飛行模擬影片

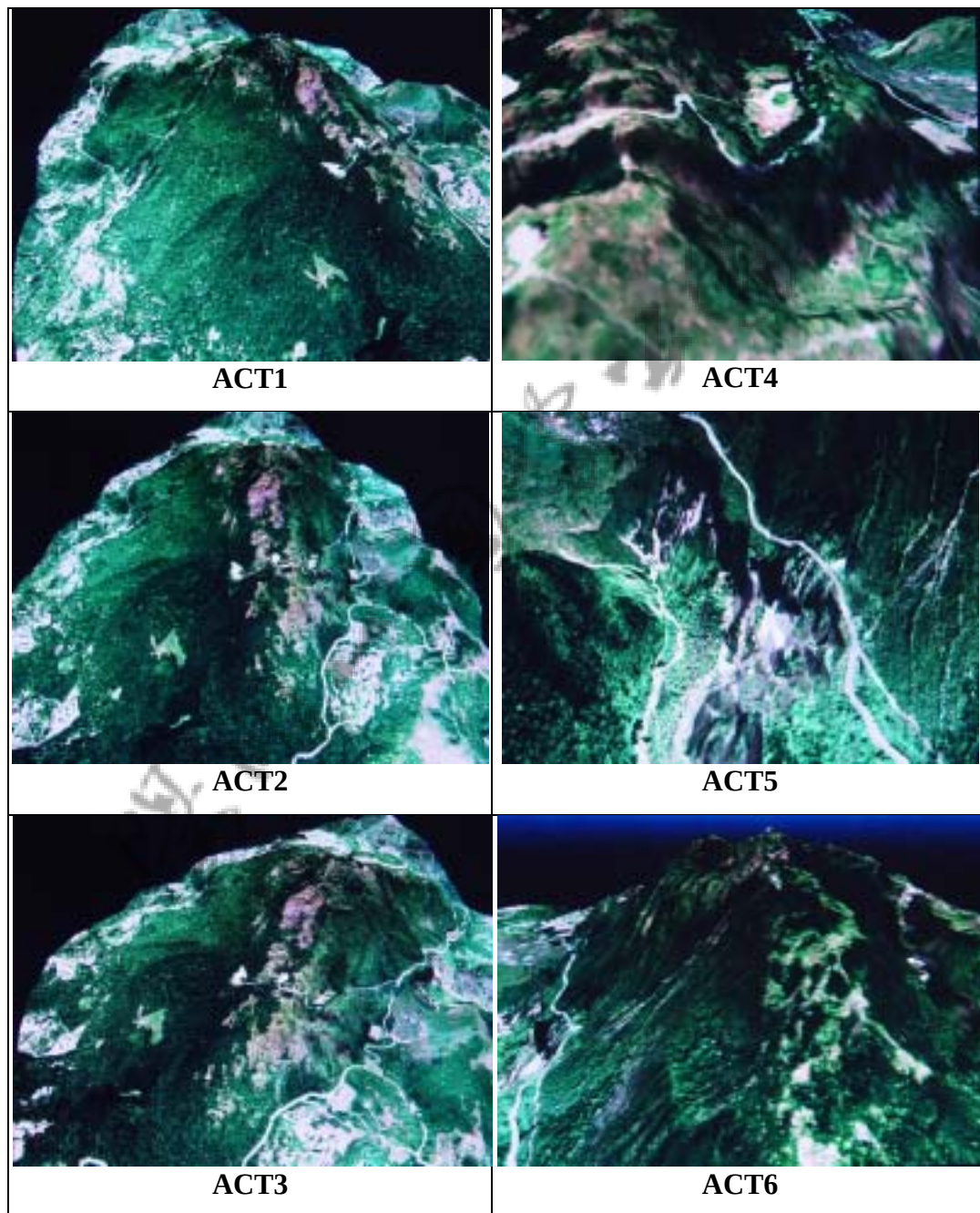
一、陽明山國家公園全景飛行模擬影片

圖 5-13 陽明山國家公園全景飛行模擬影片



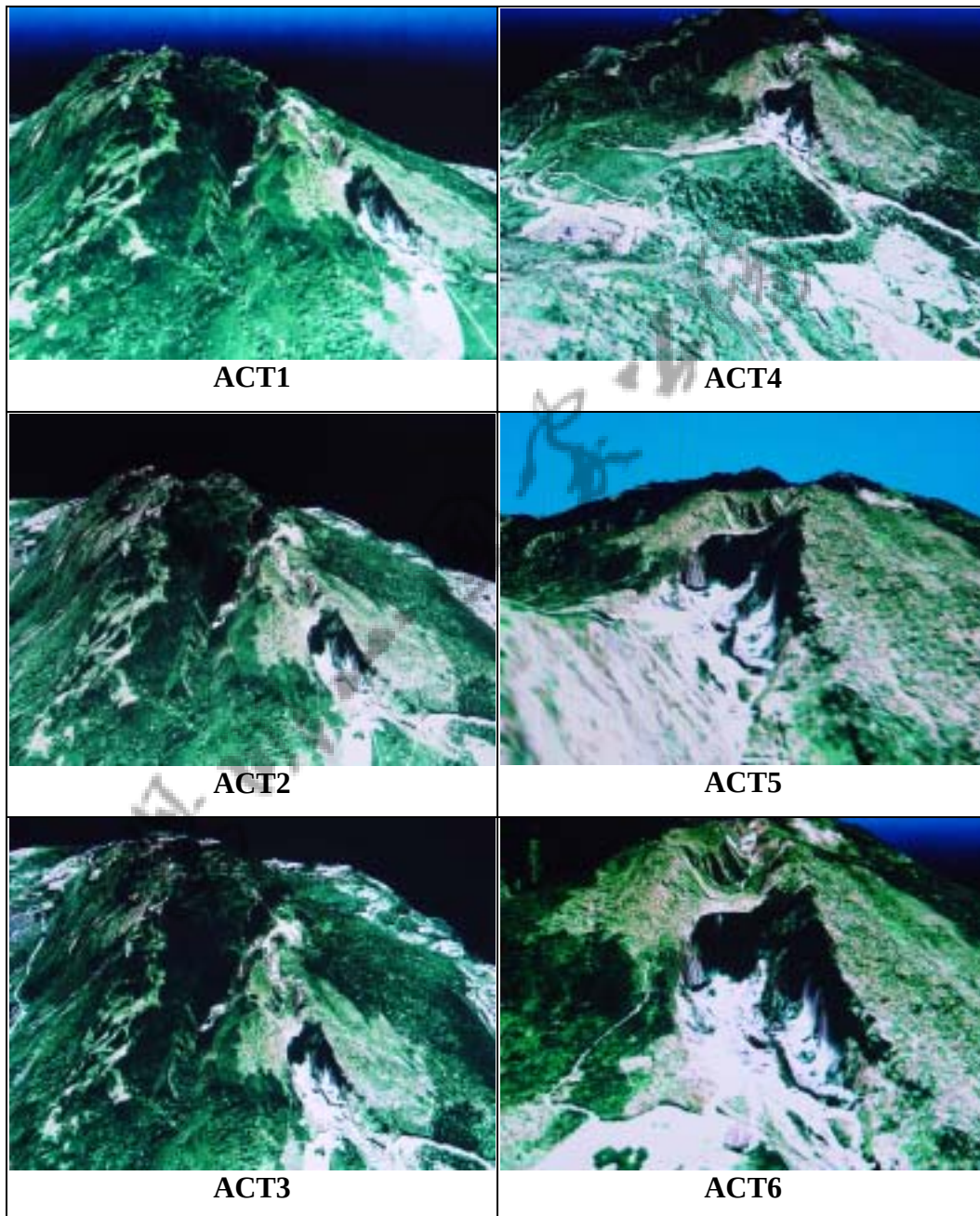
二、七星山飛行模擬影片

圖 5-14 七星山飛行模擬影片



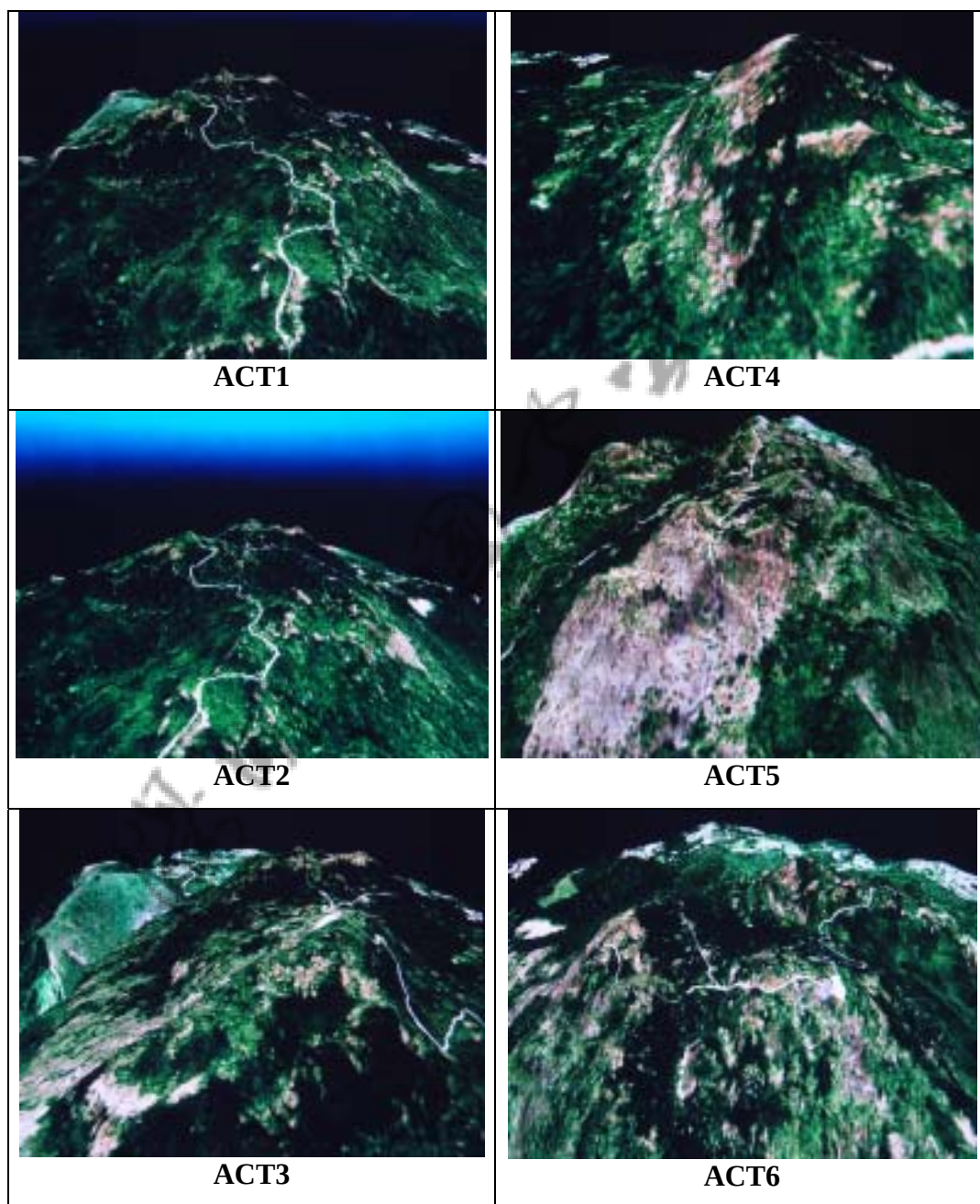
三、小油坑飛行模擬影片

圖 5-15 小油坑飛行模擬影片



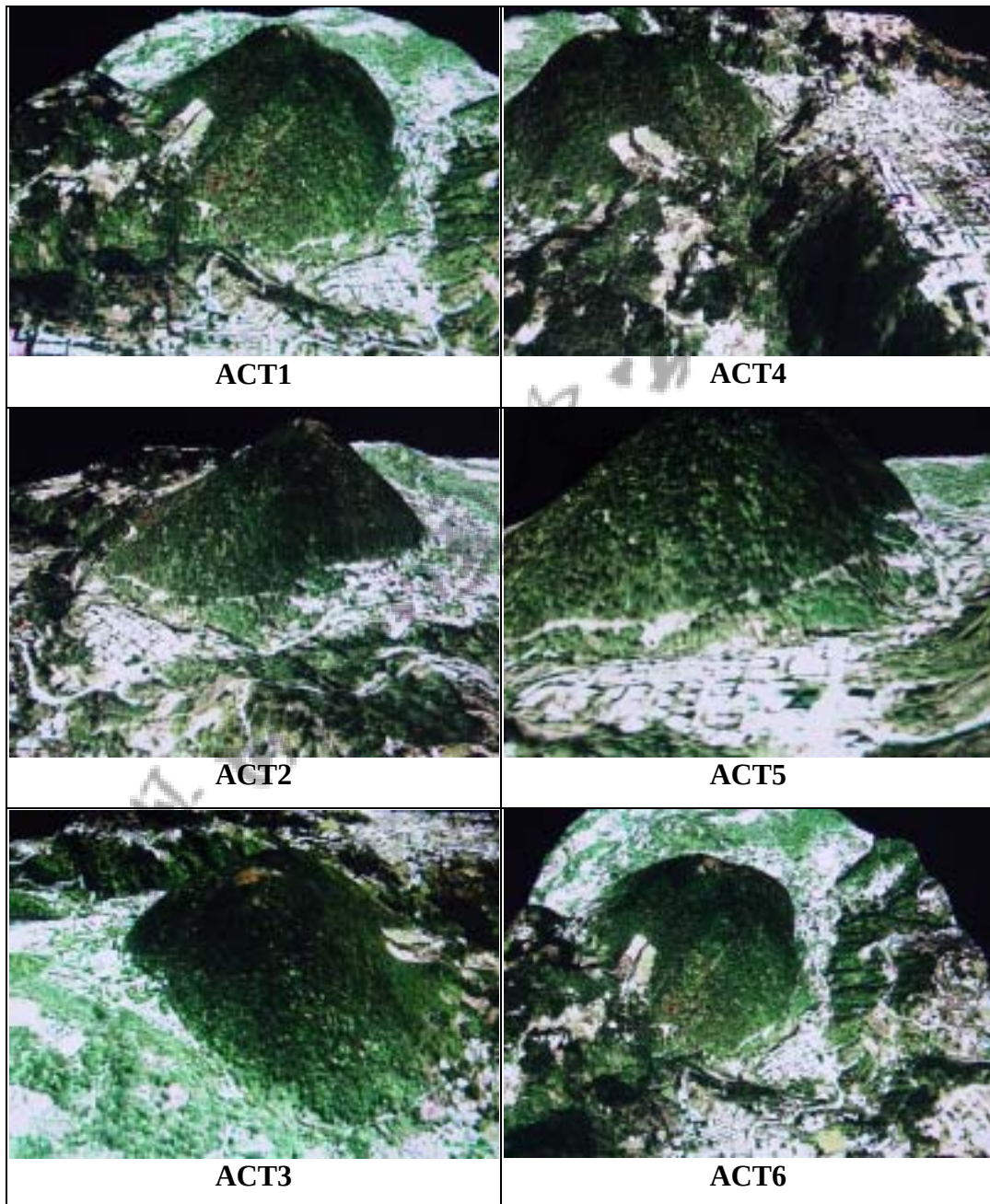
四、七星山頂飛行模擬影片

圖 5-16 七星山頂飛行模擬影片



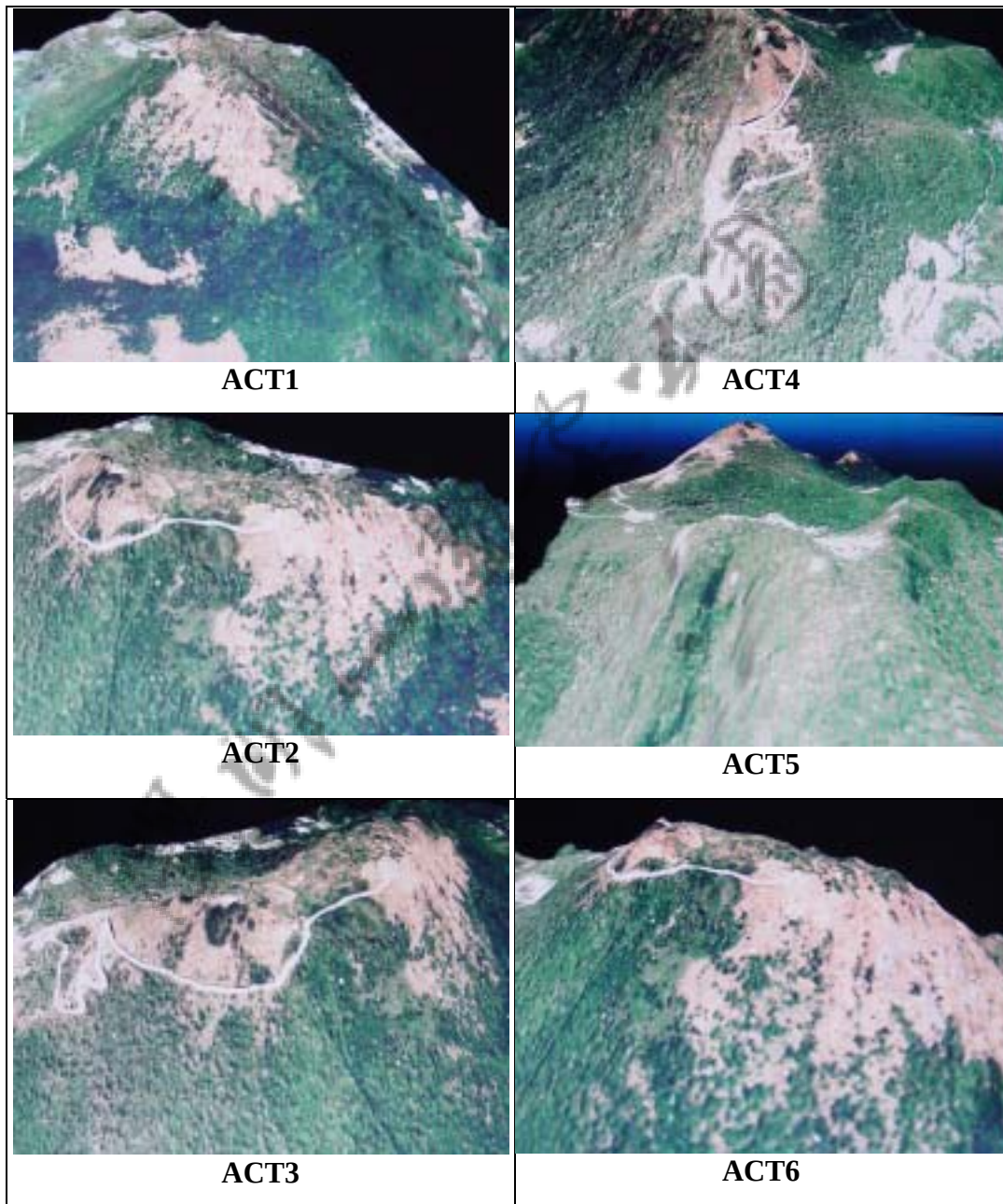
五、紗帽山飛行模擬影片

圖 5-17 紗帽山飛行模擬影片



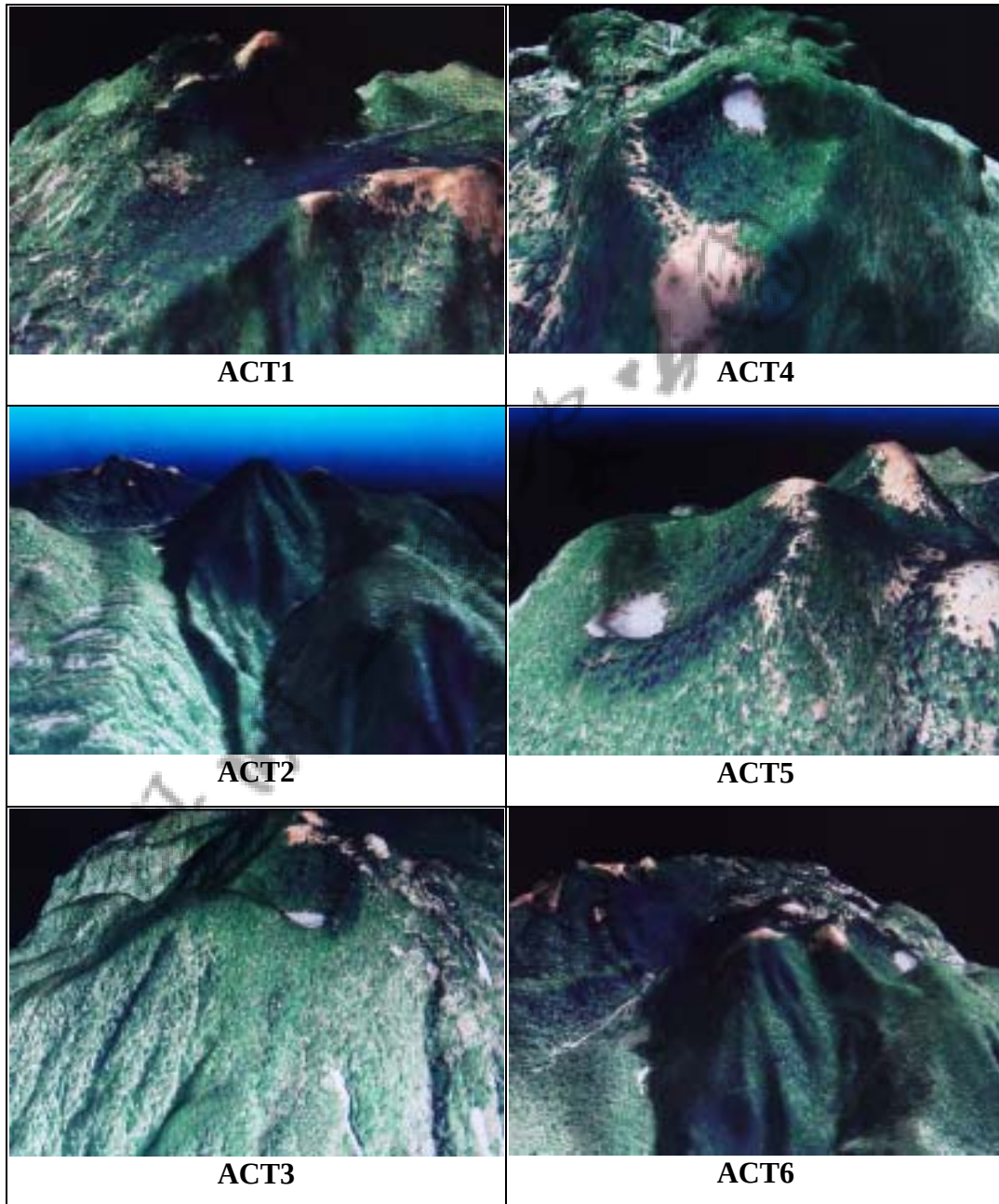
六、大屯山飛行模擬影片

圖 5-18 大屯山飛行模擬影片



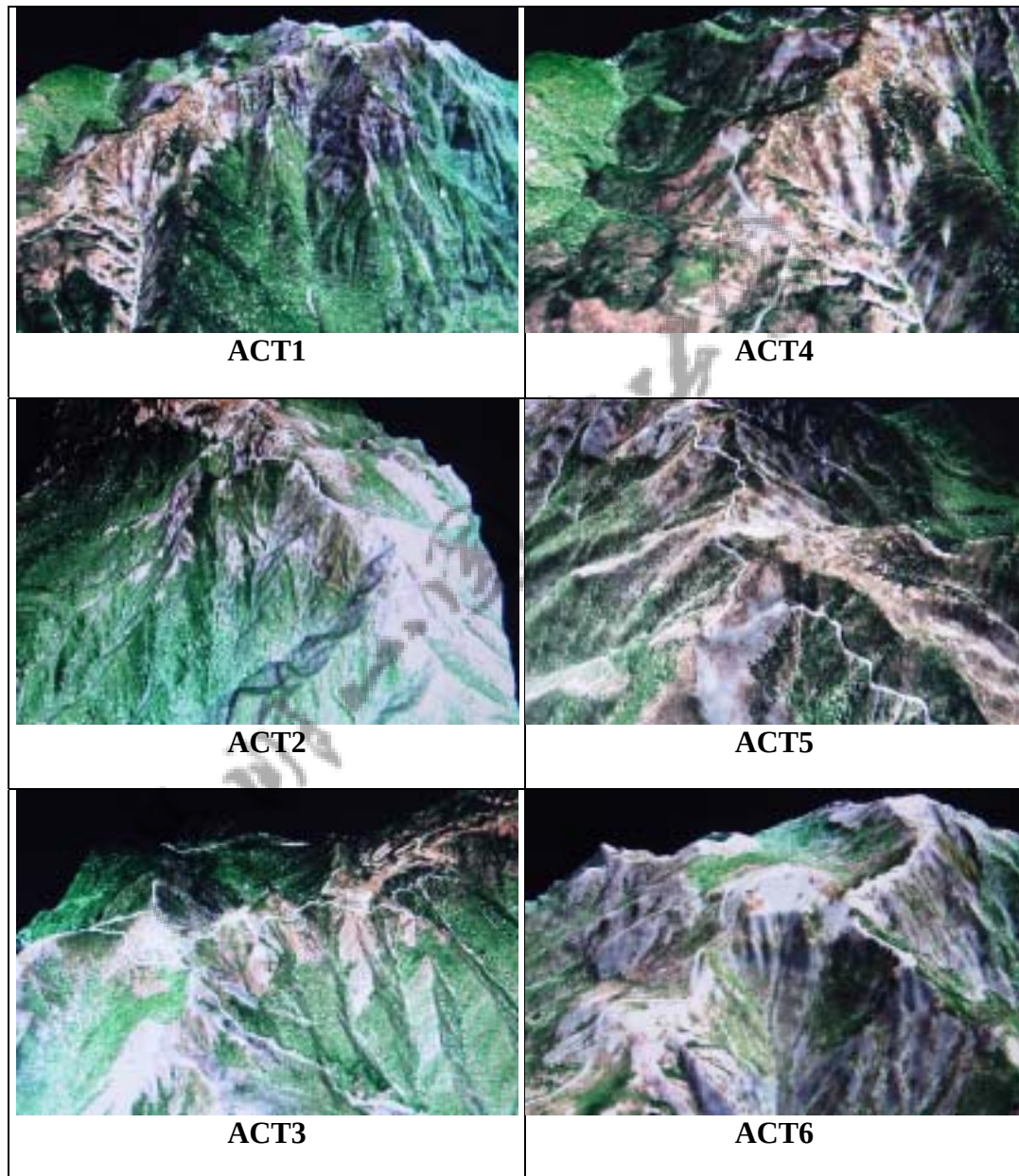
七、面天山飛行模擬影片

圖 5-19 面天山飛行模擬影片



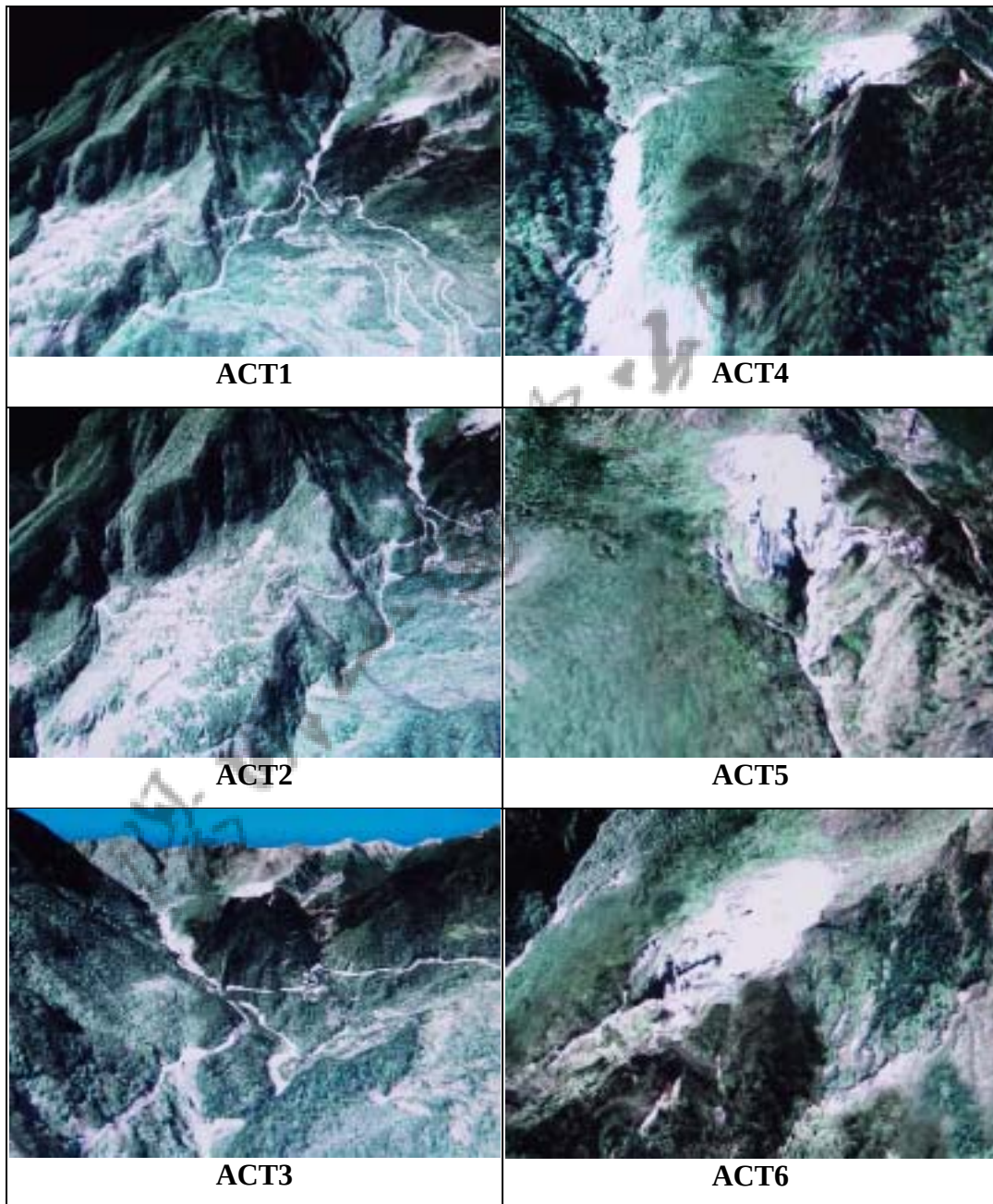
八、竹子山飛行模擬影片

圖 5-20 竹子山飛行模擬影片



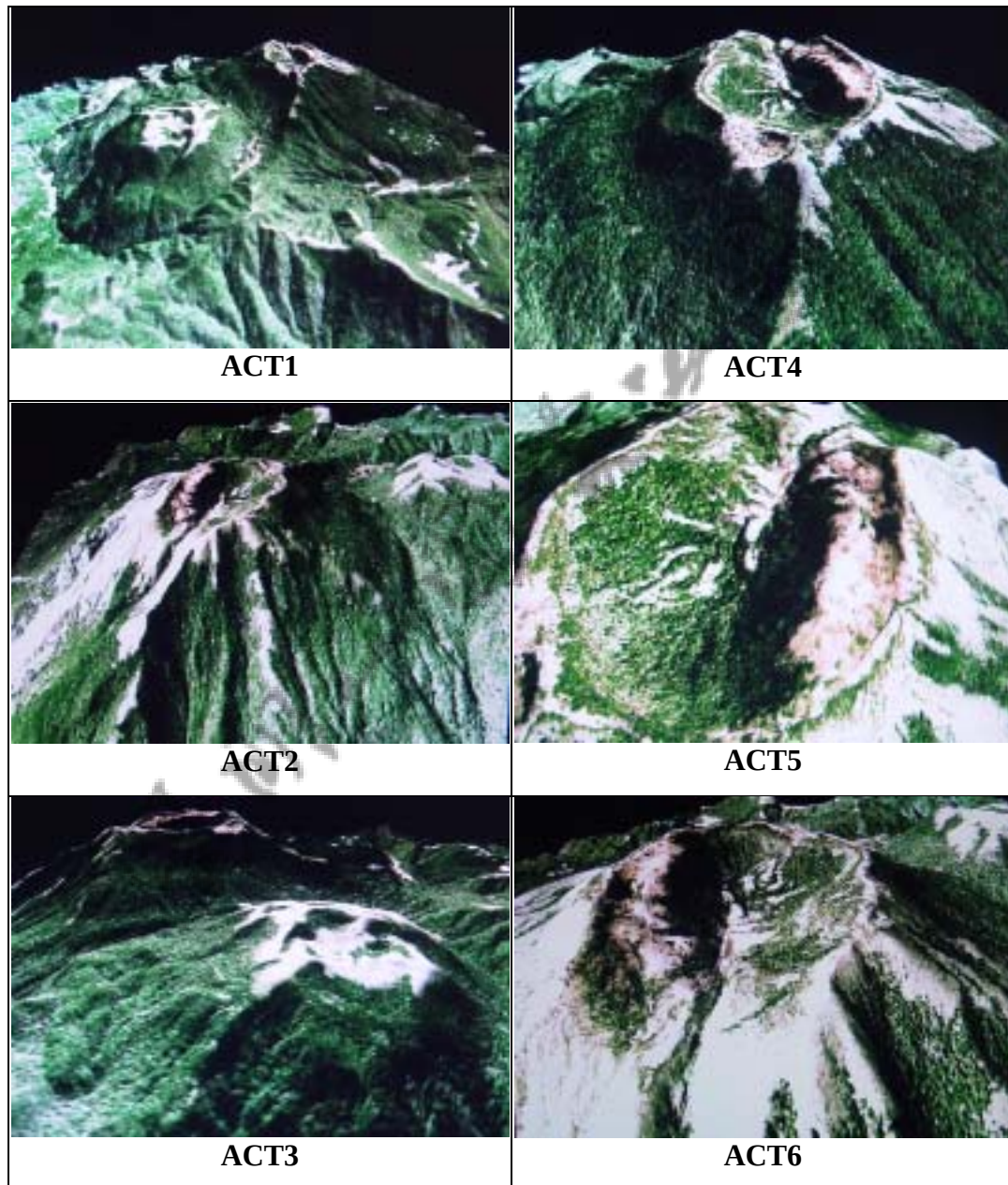
九、大油坑飛行模擬影片

圖 5-21 大油坑飛行模擬影片



十、磺嘴山飛行模擬影片

圖 5-22 磺嘴山飛行模擬影片



第六章 結論與建議

第一節 結論

本研究主要完成「陽明山國家公園火山地形模型」的飛行模擬。這項模擬的製作概念相當簡單，困難的部分在於影像資料的視覺化處理，尤其飛行影片的編輯，牽涉到觀賞者的視覺感受；必須考慮影片中飛行畫面的視覺效果、影片中的解說是否能與影片畫面相互配合等問題。更重要的是，觀賞者是否能夠有效地充分吸收、理解影片所呈現的資訊；在這個部分，我們還需要引進其他相關的理論與技術來支援這方面的問題。最後，3D 地形模型之建構與飛行模擬影片之製作，在實際工作上有許多必須注意的地方，以下整理出我們的經驗，大致可列出下面六項重點：

1. DTM 的建立：需注意如何才能正確地表現出真實的地形地貌特徵，包括地形內插計算方法的選用以及地面解析度的選擇等。
2. 航空照片的選取：應該避免天光、雲霧遮蔽、影像色調差異過大等問題，使航照影像失去資訊或造成影像之間無法進行有效的接合鑲嵌（mosaic），而造成視覺上的缺陷。
3. DTM 與航空照片疊合（overlapping）：必須注意影像各像元與 DTM 的對應關係，並注意影像的變形而做必要的校正。
4. 飛行模擬的製作：需注意在視覺效果上必須充分表現出火山地形之特徵，並且要注意觀看者視覺感官的接受度，因此，必須選用適當的解析度、色調、與背景。
5. 影片格式壓縮：在此往往會造成影片畫質變差，但確有助於減少資料量

的儲存，而其中的取捨平衡之道，是編輯影片時必須注意的問題。

6. 飛行影片內容：影片不論是文字或語音解說，都必須與影片內容相互配合，以達到最佳之解說效果。

第二節 建議

建議一

陽明山火山地形的解說教材：立即可行建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：

在過去有關管理處的資料庫建置過程中，本研究繼續整理出的資料包括航空照片的資料及數值地形的資料等，並將航照加以正射化；對管理處的資料庫而言，這些珍貴的資料可應用在很多方面，建議管理處能加以應用。例如將這些影像疊合數值模型資料，擷取不同的角度觀看陽明山各個山脈、河谷及特殊的火山地形，所生產的 3D 立體影像同時可以轉變成不同的解說教材，除了影片外，風景明信片、海報、卡片、解說摺頁、解說手冊等都是教育宣導的最好材料。

整個陽明山國家公園的鳥瞰照片，經過電腦合成為 3D 立體影像後，更凸顯了許多小的火山地形景觀，也更能展現陽明山國家公園地景之美。建議將來如果經費可行，後續應能針對這些主要的地景，利用飛機所拍攝的影像，製作成立體相片對，配合著地形圖與地質圖並加以解說，應該是非常好的解說教材，並具社會教育意義。

建議二

陽明山國家公園土地利用及管理：中長期建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：行政院農委會農航所

本研究發現陽明山國家公園的土地利用的問題，包括被濫墾、不當開發或濫伐等問題，可以藉著定期航空照片拍攝進行監測有關違法的證據蒐集等，並以 3D 的立體方式呈現。目前有關航照判讀的能力與技術應該都沒有問題。建議管理處可以加以利用，相信對經營管理國家公園，是一個重要的工具，甚至是我國國家公園管理的里程碑。

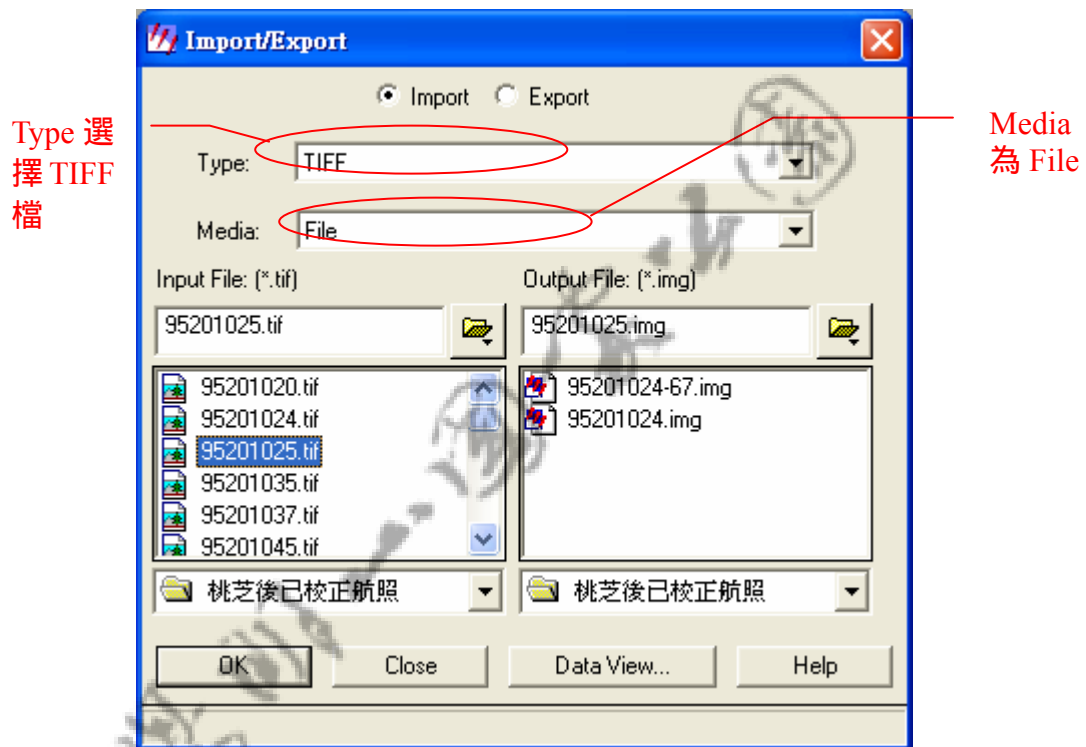
建議管理處能利用每年拍攝的圖片，將土地利用資料加以整理，納入管理處的資料庫。繼地質資料庫後，地形與土地利用資料如果也能納入國家公園的資料庫，相信應該能對國家公園管理處的經營管理有更多的幫助。

陽明山國家公園

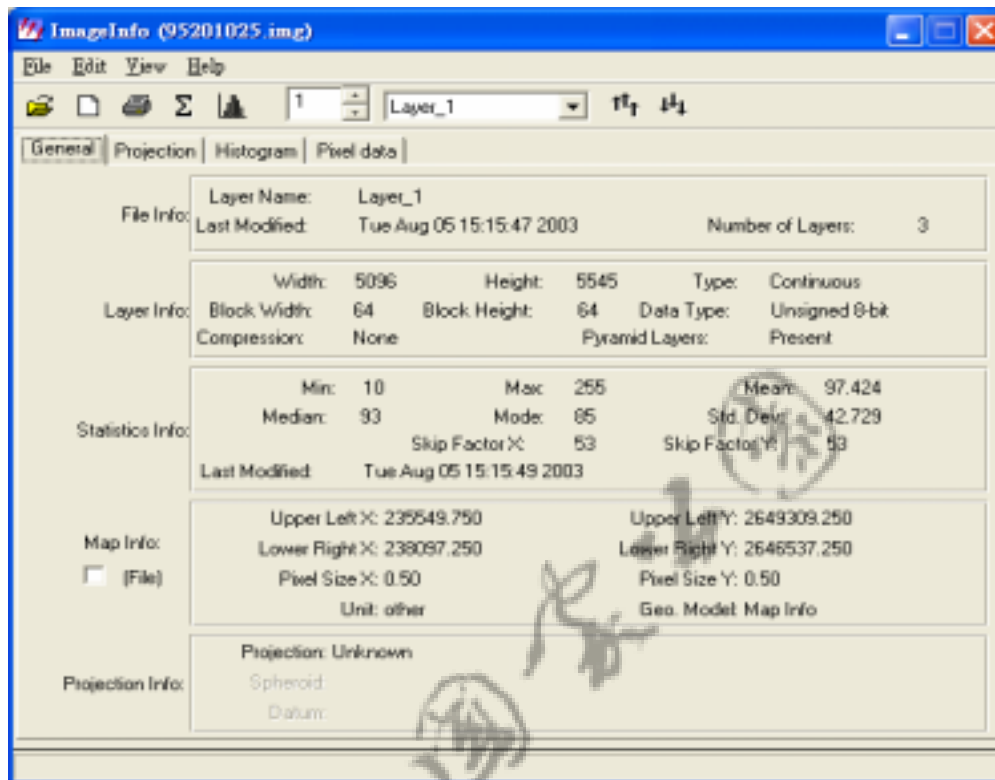
附錄一 座標系統轉換 - TWD97 轉 TWD67

ERDAS IMAGE 8.5 操作方法

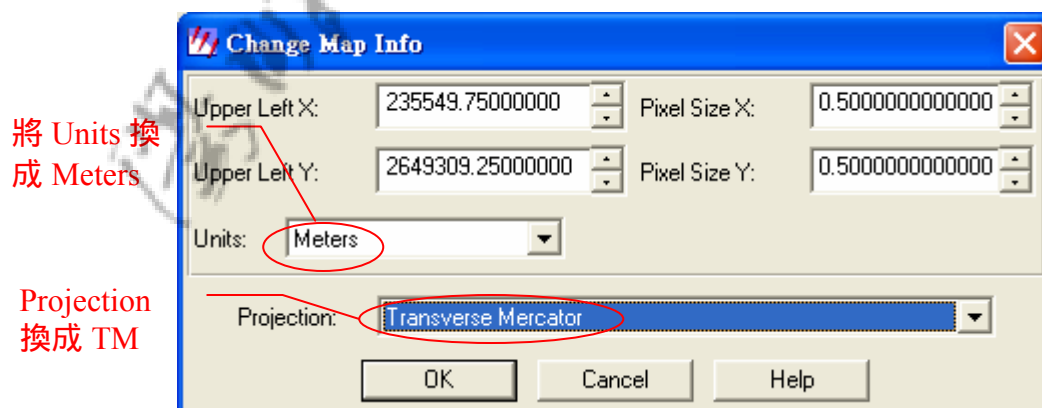
1. 開啟 ERDAS IMAGE 8.5 之後，選擇 Import，選擇好 Type 跟 Media 之後，輸入 Input 與 Output File，然後按 OK



2. 打開 Viewer，開啟剛轉好的 .img 檔
3. 在 Utility → Layer Info



a.選擇 Edit → Change Map Model 按 OK



b.選擇 Edit → Add/Change Projection



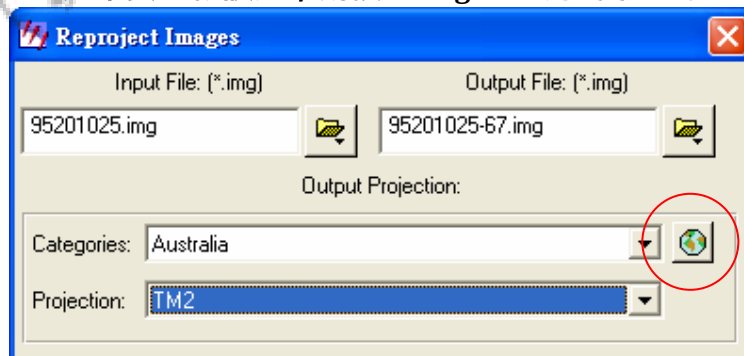
改寫：

Spheroid Name → WGS 84
Datum Name → WGS 84
Scale factor at central meridian → 0.9999
Longitude of central meridian → 121E
False easting → 250,000 meters

按 OK 之後就可以把 Image Info 的視窗關掉

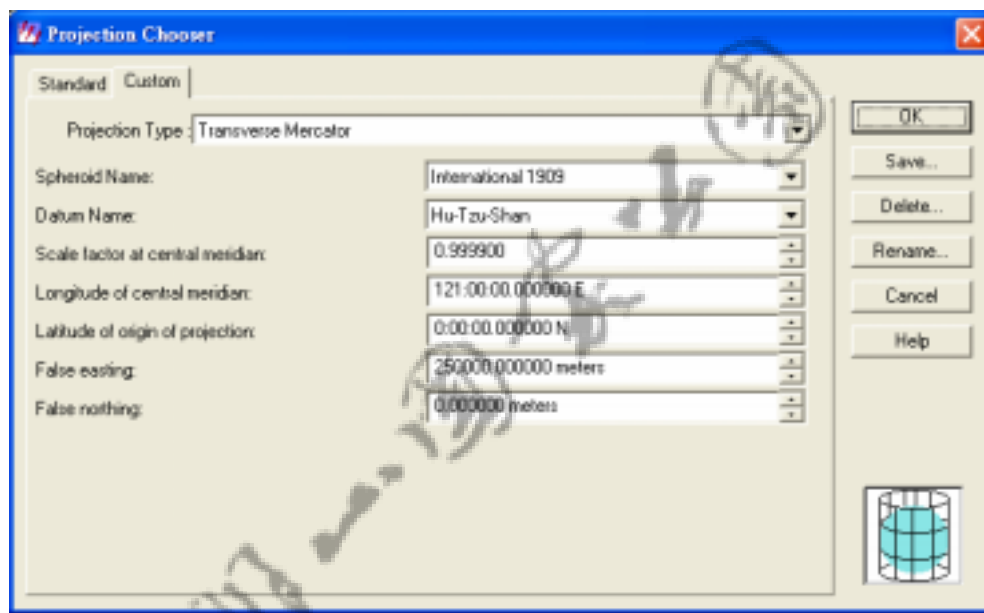
4. 在 Image 選擇 Data Preparation → Reproject Images 將 Input 與 Output File 輸入，如果有以儲存好的設定值，則將 Projection 選擇為該設定值。

如果要重新設定，則按 Categories 旁的小地球



改寫：

Spheroid Name → International 1909
Datum Name → Hu-Tzu-Shan
Scale factor at central meridian → 0.9999
Longitude of central meridian → 121E
False easting → 250,000 meters



5.按 OK 即可，如果要儲存設定，按 Save 之後選擇欲儲存的 Categories 及輸入名稱就好了。回到 Reproject Images 的視窗，按 OK 就完成了。

參考書目

1. 王鑫 (1983) 陽明山國家公園地質及地形景觀, 內政部營建署: 3-53。
2. 王鑫 (1997) 陽明山國家公園地景據點登錄與管理計畫研究報告, 內政部營建署: 43-92。
3. 王鑫、李建堂 (1999) 台灣北部地區特殊地景簡介: 5-9。
4. 王文祥 (1993) 陽明山火山的故事, 內政部營建署陽明山國家公園管理處。
5. 何維信 (1995) 航空攝影測量學, 台北: 大中國圖書公司。
6. 馬以工 (1986) 陽明山國家公園, 內政部營建署: 74-141。
7. 黃誌川 (2003) 利用網格式數值地形資料推估地形特徵之分析工具-GETA, 中央研究院計算中心通訊, 第 19 期。
8. 陳文山 (1997) 火山奇緣, 行政院農委會, 2002 地景保育座談會研習手冊: 20-29。
9. 陳肇夏 (1991) 火山奇跡, 內政部營建署陽明山國家公園管理處。
10. 鄧國雄 (1988) 陽明山國家公園之地形研究, 內政部營建署陽明山國家公園管理處研究報告: 12-54。
11. 顏滄波 (1979) 火山, 科學月刊, 第 113 期。
12. Hutchinson, M. F. and Gallant, J. C. (1999) Representation of terrain. In: Geo- graphical Information Systems: Principles and Technical Issues. Edited by P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire, and D. W. Rhind. Wiley & Sons, New York, : 105-124.
13. Juang, W. S. and Bellon, H. (1984) The potassium-argon dating of andesites from Taiwan. Proceeding of the Geographical Society of China. 27 : 86-100.
14. Wilson, J. P. and Gallant J. C. (2000) Terrain Analysis Principles and Applications, New York: John Wiley Inc.

國家圖書館出版品預行編目資料



書名：陽明山國家公園火山地形模型之展示研究
作者：林俊全 等
出版機關：內政部營建署陽明山國家公園管理處
地址：台北市陽明山 112 竹子湖路 1-20 號
網址：<http://www.ymsnp.gov.tw>
電話：(02) 2861-3601
出版年月：民國 92 年 11 月
版次：第一版，150 冊
電子出版品說明：本書另有電子版本，可自內政部營建署陽明山國家公園
管理處網站下載，網址為 <http://www.ymsnp.gov.tw>
工本費：新台幣 300 元

GPN：1009204141