

牛隻活動對磺嘴山生態之影響



內政部營建署陽明山國家公園管理處 委託
中華民國國家公園學會 執行

中華民國八十四年六月

摘要

於民國 83 年 9 月至 84 年 6 月在陽明山國家公園內的磺嘴山和擎天崗地區，進行牛隻活動與草原生態關係之研究。研究之目的在於：1.瞭解研究區域之草原景觀分布；2.瞭解研究區域之草原景觀變遷情形；3.瞭解研究區域牛隻數量之消長；4.瞭解研究區域牛隻之活動模式與分布；5.瞭解研究區域牛隻活動與草原景觀之關係。研究方法係利用遙測和地理資訊系統技術，配合地面牛隻活動和植被資料之收集，建立 GIS 檔案，研究牛隻活動對磺嘴山草原生態系之影響。

研究結果顯示擎天崗和磺嘴山兩區的牛隻近歷年來之變動不大，然而兩區的草原景觀卻有不同的發展。前者由於人為的干擾大，但牛隻干擾不大，故五節芒有入侵該地區的現象；而在磺嘴山地區類地毯草的草原景觀變遷並不大，主要的原因是由於牛隻的活動阻礙五節芒的發展所造成。若將磺嘴山的放牧牛群移去，則由大尖後山的模式推測，本區將在多年後變成以五節芒為主之草原。

本研究就上述之發現，以及國家公園將引進梅花鹿之計畫，和水牛保育之觀點，提供五點建議，做為經營管理之參考。建議分別是：1. 擎天崗草原非常具有特色，應維持現有擎天崗附近之牛群，以保持該區類地毯草草原之景觀。然

而由於本區牛隻數量的逐漸減少，為了維持草原景觀，管理處可能必需考慮自行飼養牛隻做為演替的控制者；2. 是否移去磺嘴山之牛隻必需考量整體之目的，若是為了保持類地毯草之草原景觀，則似可保留水牛，但若考量將來梅花鹿放養和草原生態系之自然演替問題，則需考量移去水牛。不過移去前，應該研究梅花鹿是否能代替水牛現在之角色？以及應何時移去？以確保類地毯草之生態系；3. 由於擎天崗和磺嘴山地區均有許多景觀變遷之情形，因此建議設立永久樣區之監測系統，以瞭解草原生態系之變化，以作為經營管理這些地區之參考；4. 加強磺嘴山生態保護區之資源調查；5. 經營管理措施是處理本區域(磺嘴山和擎天崗)之不二法則，唯有適度的經管措施，才能保存現有之優良草原景觀，達到永續利用之目的。

目錄

摘要	i
目錄	iii
圖目錄	iv
表目錄	vii
誌謝	viii
前言	1
相關文獻	4
研究地區描述	7
研究方法	10
結果	14
牛隻現況	14
景觀變遷	16
牛隻活動與景觀變遷之關係	19
預測模式	20
討論	21
經營管理之建議	26
引用文獻	27
圖	31
表	57
附錄	60
一、瀕臨消失的水牛	60
二、陽明山國家公園設立永久樣區之建議	67
附錄引用文獻	70
附錄圖	72

圖目錄

圖一、研究地區概況	31
圖二、陽明山地區之氣候	
A.全年日降水量達 100 公釐及以上之日數	32
B.全年日降水量達 50 公釐及以上之日數	32
C.全年平均最高溫度	32
D.全年平均最低溫度	32
E.一月平均最高溫度	33
F.一月平均最低溫度	33
G.七月平均最高溫度	33
H.七月平均最低溫度	33
圖三、研究區域之地形	
A.擎天崗之地形	34
B.大尖後山之地形	35
C.磺嘴山之地形	36
圖四、本研究之研究流程	37
圖五、本研究採用農林航空測量所提供之黑白航空照 片，本圖為民國 82 年 10 月 26 日之磺嘴山航 照	38
圖六、研究區域之坡度	39
圖七、研究區域之坡向	40
圖八、大尖後山 (左) 與磺嘴山 (右) 775 公尺以上之 DTM 資料	41
圖九、擎天崗地區民國 75 至 82 年牛隻放牧期間數量 之平均月變化 (加一個標準偏差)	42

圖十、民國 75 至 82 年擎天崗地區放養牛隻數量月變化	43
圖十一、民國 56 至 82 年擎天崗地區放養牛隻最大數量年變化 (資料來源：台北市農會).....	44
圖十二、磺嘴山地區坡度較緩之區域 (白色)，這些地區也是牛隻出沒之區域	45
圖十三、民國 77 年時之擎天崗草原景觀	46
圖十四、民國 83 年時之擎天崗草原景觀	47
圖十五、擎天崗地區五節芒草原之景觀變遷比較	48
圖十六、民國 74 年時之磺嘴山草原景觀	49
圖十七、民國 77 年時之磺嘴山草原景觀	50
圖十八、民國 82 年時之磺嘴山草原景觀	51
圖十九、磺嘴山地區類地毯草草原之景觀變遷	52
圖二十、磺嘴山地區五節芒之景觀變遷	53
圖二十一、磺嘴山地區假柃木之景觀變遷	54
圖二十二、大尖後山之草原景觀 (中央為五節芒或台灣芒草原，外圍是闊葉林).....	55
圖二十三、大尖後山之景觀模式預測結果	56
附錄圖一、臺灣地區民國 40 至 83 年飼養水牛之總數量年變化 (資料來源：臺灣省政府農林廳歷年「臺灣農業年報」).....	72
附錄圖二、民國 74 年台灣地區役用水牛的分布情形	73
附錄圖三、台北市農會陽明山牧場之概略位置，本圖係根據邱阿化先生所保留之民國 45 年陽明山牧場圖，由研究者根據他的描述，以及李瑞宗等 (1994) 之描述，再比對於 1:5,000 之像片基本圖和	

1:25,000 之地形圖，製作而成。某些界限因不甚清楚，採用等高線與地形之變化作為選取之標準，故僅能視為是概圖。	74
附錄圖四、永久樣區設置之建議模式	75
附錄圖五、擎天崗（左）和磺嘴山（右）地區坡度小於 10% 之區域（線段為海拔 775 公尺之等高線）	76
附錄圖六、磺嘴山（右上）和擎天崗（左下，局部）附近類地毯草之分布區（線段為海拔 775 公尺之等高線）	77
附錄圖七、磺嘴山（右）和擎天崗（左）區域可及性較佳之區域（線段為海拔 775 公尺等高線）	78
附錄圖八、磺嘴山地區設立永久樣區之可能地點	79
附錄圖九、擎天崗地區設立永久樣區之可能地點	80

表目錄

表一、擎天崗地區民國 75 至 82 年大、中、小型牛隻 數量之月變化(資料來源：台北市農會).....	57
表二、磺嘴山海拔 775 公尺以上地區在民國 74、77 和 82 年地表(總面積 261.93 公頃)覆蓋百分比 之變化.....	59

謝詞

本研究承陽明山國家公園管理處之經費補助，特此致謝。

研究期間承蒙管理處葉世文處長和曾偉宏秘書、呂理昌課長、詹德樞課長、毛鋒澤主任、陳育賢主任、韓至武主任提供許多寶貴意見，以及保育科王國雄先生、黃光瀛先生、羅淑英小姐等人的行政支援，台北市農會和台北縣政府提供牛隻的數量資料，以及當地農民蘇先生、吳先生和前陽明山牧場管理員邱阿化先生接受訪問，並親自帶領研究人員赴現場調查，使得本報告得以順利完成，均一併深致謝意。

前言

陽明山國家公園位於台灣北部，面積達一萬一千四百五十六公頃 (內政部營建署 1985)，境內的景觀除特殊的火山地形和地質景觀，以及動、植物資源外，亦含有台灣最北部之草原景觀。本區的草原主要以台灣矢竹 (*Sinobambusa kunishii*) 為多，五節芒 (*Miscanthus floridulus*) 和類地毯草 (*Axonopus affinis*) 所形成的草原亦有。草原的分布地區以各獨立山頭為主，尤其是海拔 800 公尺以上的山峰最多 (黃增泉等 1983)，頗具風格。這些草原之形成原因，除了與氣候 (溫度和雨量)、東北季風、地形和土壤等天然因素有關外 (初期草原社會)，亦可能受到外來之干擾 (disturbance)，如人類的活動和牛隻的放牧 (破壞地草原社會) (黃增泉等 1983)。

陽明山地區進行牛隻放牧的歷史頗久 (詳見附錄一)，遠自清朝末年即有，日人據台時期，因實際需要，更設置專業牧場，進行大規模之飼養，且牛隻數量亦曾高達一千六百頭以上 (李瑞宗等 1994)，達到最高峰；台灣光復後，起初之放牧亦頗為興盛，及至後來農業社會逐漸轉型，人們不再利用牛隻做為農家工作之幫忙，再加上陽明山國家公園成立，均使得放牧現象逐漸的減少。即使如此，在國家公園內，仍存有許多牛隻活動的行為。

陽明山國家公園內的牛隻放牧，大多為水牛 (*Bubalus bubalis* L.)，放牧的地區大約為磺嘴山附近、翠翠谷、大尖山區和鹿堀坪一帶，以及台北市的石梯嶺至頂山間和擎天崗一帶 (王穎 1994)，分別由台北縣政府和台北市農會所管轄。尤其是在台北市部分，農會尚有一套寄養制度，早期現場亦設有給水站和牛棚，以供牛群使用，並專人管理。

陽明山國家公園於民國 74 年成立後，將磺嘴山一帶規畫為生態保護區 (內政部營建署 1985)，面積約四百多公頃，依據國家公園法之規定，「生態保護區係指供研究生態而應嚴格保護之天然生物社會及其生育環境之地區」。保護區內位於磺嘴山西南側和七星山東邊之間，有許多鑲嵌式的草原，景觀非常優美，由於目前此區域內仍存有一些牛隻，這些外來種生物對國家公園而言，造成經營管理生態保護區之困擾。但是，國外的研究報告指出，牛、羊、鹿等草食性動物有維持草原生態存在之價值，牠們可以控制草原生態系內植物演替之進行。因此，瞭解本區域內草原生態系和牛隻放牧之關係，以及水牛在整個生態系之角色，對於生態保護區之經營管理非常重要。

此外，陽明山國家公園管理處已著手規畫本區域為將來梅花鹿復育之地區 (王穎 1994)，因為水牛和梅花鹿同為草食性動物，許多生態上的需求亦頗為相似，因此，王穎 (1994) 的規畫報告亦以水牛所出沒之區域為規畫之重點。就此一觀點而言，將來水牛和梅花鹿是否可以共存？或水牛應該移去以供梅花鹿使用該區之環境？若需移去，則配合梅花

鹿之野放時間表應於何時移去？等諸多問題有待對本區水牛之生態習性作進一步的瞭解。

陽明山國家公園管理處曾委託中華民國雜草學會 (張新軒等 1991, 張新軒 1992) 進行兩年之研究, 在擎天崗地區的調查結果, 顯示對於相關之問題, 曾得到若干之結論。譬如, 根據利用圍籬作業的實驗設計結果, 將研究區分為放牧區和非放牧區, 張新軒等 (1991) 發現 (1)放牧水牛無法有效控制五節芒的蔓延; (2)水牛會吃類地毯草和幼嫩的五節芒葉片; (3)水牛可能不啃食較高大之假桉木; (4)不放牧區域可能會引起五節芒之入侵, 使得類地毯草有被取代之可能性。但是對於當地牛隻之活動現況與過去之歷史變化、牛隻活動位置、草原生態之景觀變遷等問題, 均有待研究。

因此, 本研究乃針對上述之問題, 以遙測之技術, 配合地面牛隻活動和植被資料之收集, 建立地理資訊系統 (geographic information system, GIS), 並進行空間性分析, 期望能瞭解這些問題, 並提出適切之經營管理建議。本研究之目的在於:

1. 瞭解研究區域之草原景觀分布
2. 瞭解研究區域之草原景觀變遷情形
3. 瞭解研究區域牛隻數量之消長
4. 瞭解研究區域牛隻之活動模式與分布
5. 瞭解研究區域牛隻活動與草原景觀之關係

相關文獻

有關大型草食性動物（如牛、羊、鹿等）與草原生態系之關係，在國外有許多的研究，而在國內方面，由於情形特殊，相關研究甚少，茲分述如下。

牛羊等牲畜的放牧行為在美國的中西部非常盛行，也有許多相關的生態研究，但各研究者之結論卻非常不一致 (Painter and Belsky 1993)。有人認為牛羊的放牧行為對生態系而言，都是有害的，因此必需根除之，但也有人認為這種放牧對於被啃食的植物體而言，是有好處的，經由某種機制可以增加整個植物社會之初級生產力 (Painter and Belsky 1993, Noy-Meir 1993)。Owen and Wiegert (1981) 認為草食性動物啃食植物體後，會造成被啃食植物之生產力或生殖適應力 (reproductive fitness) 增加，這種現象被稱為過度補償 (over compensation)，根據這些現象和推論所導行之理論稱為草食性動物最佳化假說 (herbivore optimization hypothesis) (Dyer et al. 1993)，這假說認為草食性動物的唾液含有某種促進因子可刺激被啃食之植物體，使其快速生長。另有研究者利用草食性動物吃掉植物體之地面組織後，追蹤生態系之整體反應，發現草原生態系的生產力有增加之現象 (McNaughton 1979)。然而 Painter and Belsky 在研究各種實驗結果後，認為並沒有充分的證據支持在美國中西部的草原生態內有過度補償現象。不過 Dyer et al. (1993)、McNaughton (1993)、Risser (1993) 等人並不支持 Painter

and Belsky (1993) 的論點，Risser (1993) 並提出一項研究，認為高強度的放牧行為會降低生態系之生產力，但是輕度，甚或是中度的放牧活動反而會增加植物生物量 (biomass) 的轉換速率達 25% 左右，因此，他認為過度補償現象可能不會發生於每一種狀態，但是在有充分的雨水、輕至中度之放牧情形、土壤肥沃度佳，以及某些特定的植群種類下 (即長草草原，tallgrass prairie)，過度補償作用是存在的。Duncan (1993) 則認為也許在個體的這個生態層次上，上述之假說可能存在，但在群聚和生態系的觀點上，這些學說並沒有得到證實。

姑且不論事實之真象，這些大型草食性動物都是草原生態系的重要成員 (Painter and Belsky 1993)。大型草食性動物對於生態系之可能影響，大致可包括踐踏、破壞部分之植物樹葉、改變植物社會之組成和種類、生物量下降或上升、促進營養鹽循環、干擾土壤之沉降和造成空隙導致新植物種類之入侵等 (Milchunas and Lauenroth 1993)。目前研究資料顯示，上述之機制均有可能對某一生態系造成衝擊，而其最終之結果，則是造成一種環境，適合那些具有能在被破壞區域生長與繁殖的植物種類，因此草原生態系之演變與當地植物社會組成有關；所以，因為牛羊放牧所造成之環境衝擊，使得植物群落組成改變，那些種植物會因而變成優勢種類，端視當地之非生物和生物環境而定 (Gurevitch and Collins 1994)。不過，Smith and Rushton (1994) 研究英格蘭北部區域之草原生態系和牛、羊放牧之關係，他們用實驗處理的方式，用圍籬的方法，追蹤同一地區在民國 76 至 80 年之植被

變化，其結果顯示圍籬區的植物組成改變且有減少的情形，而此種改變可能與當地植物種類之生活史策略有關。由這研究顯示，不同地區、不同生態環境的發展並不相似。

臺灣的草原環境並不同於美國中西部之情形，而且相關之研究不多，僅有研究人類踐踏對草原植被之影響 (林國銓等 1993)，利用生態系之角度研究牛隻放牧與草原生態系之關係則缺乏。根據林國銓等 (1993) 的研究，踐踏行為對地被植物常造成嚴重的干擾，而土壤和植物對受到踐踏後之反應則有差異，一般而言，植被受干擾後，其覆蓋度下降，而土壤之裸露程度則有上升之趨勢，但兩者對干擾強度之反應不同。呂光洋等 (1990) 研究陽明山國家公園磺嘴山旁之翠翠谷生態環境時，認為在該處活動的牛群，似已成為生態系的成員，在食物鏈中扮演草食性動物角色，對於草澤生態之消長，有某一程度之貢獻。並建議「如要維持草原美麗景觀，則牛隻需維持相當的數量；如要絕對保護該區，則需清除牛隻使其自然消長現象可以自然發生」，這是根據其觀察所作的推論，故呂光洋等 (1990) 亦曾進一步建議要進行必要經營管理措施，必需先對該區的牛隻生態有所瞭解。張新軒等 (1991) 和張新軒 (1992) 兩篇報告研究陽明山國家公園擎天崗附近牛隻放牧與草原生態之關係，其研究結果顯示在這個區域的水牛，似乎無法完全控制擎天崗草原的演替趨勢。

研究地區描述

本研究之研究區位於陽明山國家公園之東側，研究範圍大致以擎天崗和磺嘴山為主（圖一），這兩區在地勢平坦之區域，大多呈草原狀態，清朝末年即已成為牧場，台灣光復後全盛時期的牛隻數量達 600 多頭。在氣候上，月均溫約在 $13\sim 24^{\circ}\text{C}$ ，以一月最低，而七月最高，在雨量上，以 7~10 月為主要雨季，冬季較乾，但易受東北季風之影響，有東北季風雨，故全年均濕，總年雨量約可達 4200 公釐（陳文恭與蔡清彥 1983），圖二為有關本區之相關溫度、雨量等資訊。

研究地點可分為三區，分別是擎天崗草原、大尖後山和磺嘴山（圖三）。分述如下。擎天崗位於七星山之東側，原名草山牧場（陳昭明等 1983），為陽明山國家公園之特別景觀區，本區早年因牛隻放牧和屯兵，有許多踐踏和啃食現象，故植被呈草原狀態，由此至石梯嶺一帶均是一望連綿的草原景觀，海拔高度約在 800 公尺間。大尖後山海拔最高點 883 公尺（鄧國雄 1988），位於擎天崗和磺嘴山西側，本區山路偏遠，沒有汽車到達，需靠步行（約二小時），故人跡較少，較低海拔處之植被為闊葉林，山頂部分則全為草原，以五節芒為主，目前並沒有牛隻活動的跡象。磺嘴山和大尖後山的地形與地質組成大致相同（鄧國雄 1988，巫宗南 1990），磺嘴山標高 915 公尺（鄧國雄 1988），原為死火山口，山頂呈圓形，面積寬闊，平坦之處甚多，且有一處中央凹陷，有水堆積成為磺嘴池，磺嘴池長 130 公尺，寬 30 公尺，高 1 公

尺，為農民夏日牛隻放牧之供水點。本區山形龐大，成草原景觀，山頂上大樹甚少，植被大約為芒草、類地毯草和假桫欏木 (*Eurya crenatifolia*) 為主之草原。

研究區的草原景觀，其主要的組成植物為五節芒和類地毯草，許多斜坡亦可見到假桫欏木灌叢（擎天崗和磺嘴山）。野生動物方面，相關的研究甚少，僅有林曜松等 (1983)、呂光洋等 (1990) 和陳宜隆 (1991) 等三篇報告，以及李培芬與林曜松 (1994) 之整理。依據呂光洋等 (1990) 在翠翠谷的研究，本區至少有 9 種哺乳類動物，分別是台灣獼猴 (*Macaca cyclopis*)、赤腹松鼠 (*Calloscirus erythraeus*)、台灣野兔 (*Lepus sinensis formosanus*)、鼬獾 (*Melogale moschata subaurantiaca*)、麝香貓 (*Viverricula indica pallida*)、白鼻心 (*Paguma larvata taivana*)、台灣野豬 (*Sus scrofa taivanus*)、山羌 (*Muntiacus reevesi micrurus*) 和台灣鼯鼠 (*Mogera insularis*)。鳥類方面則有 28 種，其中有 24 種為留鳥，以繡眼畫眉 (*Alcippe morrisoniana*)、小彎嘴畫眉 (*Pomatorhinus ruficollis*)、竹雞 (*Bambusicola thoracica*) 和小鶯 (*Cettia fortipes*) 為優勢種；兩棲類有 9 種，分別是盤古蟾蜍 (*Bufo bufo gargarizans*)、臺北樹蛙 (*Rhacophorus taipeianus*)、艾氏樹蛙 (*Chirixalus eiffingeri*)、面天樹蛙 (*C. idiotocous*)、白領樹蛙 (*Ptychocheilus leucomystax*)、小雨蛙 (*Microhyla ornata*)、澤蛙 (*R. limnocharis limnocharis*)、拉都希氏蛙 (*Rana latouchi*)、貢德氏蛙 (*R. guntheri*)，以樹蛙種類最多 (有 4 種)；爬蟲類有斯文豪氏攀木蜥蜴 (*Japalura swinhonis*)、麗紋石龍子 (*Eumeces elegans*)、印度蜓蜥

(*Sphenomorphus indicus*) 等 3 種蜥蜴，柴棺龜 (*Clemmys reevesii*) 1 種烏龜和 8 種蛇類，分別是赤尾青竹絲 (*Trimeresurus stejnegeri*)、龜殼花 (*T. mucrosquanatus*)、南蛇 (*Ptyas mucosus*)、擬龜殼花 (*Macropisthodom rudis*)、紅斑蛇 (*Dinodon rufozonatum*)、青蛇 (*Eurypholis major*)、臭青公 (*Elaphe carinata*) 和錦蛇 (*E. taeniura*)。

每年 4~11 月出現之水牛似乎已成為研究區的成員 (呂光洋等 1990)，水牛是一種草食性動物，對於草原生態之維持，有一定之貢獻 (張新軒等 1991)。牛隻在長期開放式情形下，已日漸野化 (磺嘴山附近之牛隻)，亦有馴化之情形 (如魚路古道旁的賴宅一帶，有放牧的神戶牛在此活動)，儼然成為陽明山國家公園中的最大型哺乳動物。水牛原產於熱帶低海拔之區域，喜於沼澤區和較潮濕之區域生活，對於環境的適應力頗強，疾病亦少，但對於太冷或太熱的耐力則較其他種類之牛隻差，成群活動，平均每隻成牛的每天的食草量據估計約在 30~40 公斤 (張新軒等 1991，胡宏渝等 1986)。

研究方法

從民國 83 年 9 月至 84 年 6 月，在本研究之範圍內的磺嘴山和擎天崗草原生態系，利用遙測和地理資訊系統技術，配合地面牛隻活動和植被資料之收集，建立 GIS 檔案，研究牛隻活動對磺嘴山草原生態系之影響，並依研究結果提出適切之經營管理建議(圖四)。詳細之方法如下：

現場調查

在牛隻放牧期間，研究者至現場觀察野外現存牛隻之分布與數量，並觀察其利用研究區域之狀況，收集資料包括牛隻和糞便位置(利用全球衛星定位系統 GPS 定位或記錄於 1:5,000 之像片基本圖上)，估計牛隻數量，以望遠鏡觀察牛所吃之食物(植物種類)，同時記錄任何可觀看到之行為模式。研究期間總共進行 15 次之觀察，每次 1~2 天。

民家訪問與農會資料整理

為了瞭解牛隻在研究區之分布、過去之數量和現況，經由管理處人員的協助，我們訪問了二位養殖戶和一位牧場管理員，並曾請這三位分別到擎天崗和磺嘴山一帶實地解說牛群之放牧歷史和現況。此外，我們亦從台北市農會收集了台北市管轄的陽明山牧場(擎天崗地區)的牛隻數量統計資料，以瞭解本區牛隻之族群量消長情形和分布狀況。

遙測資料收集與 GIS 分析

為了要瞭解研究區植被之發展歷史，我們利用台灣省林務局的農林航空測量所提供之黑白航空照片（圖五），進行航照判釋，目前航照的時間可早至民國 67 年，但因飛機航線問題和照片品質的考量，我們最後採用陽明山國家公園成立後之時間作為選取標準，分別選擇民國 74、77 和 82 年（磺嘴山和大尖後山）和民國 77 和 83 年（擎天崗）的航空照片作判釋之對象，其餘之航空照片則作為輔助之參考。利用立體鏡判釋各年份航照內之資料，以得到該年該區域之植被覆蓋情形，以 1:5,000 像片基本圖為基準，將所判釋之結果，轉換於圖面上，再利用 PC ARC/INFO 將這些圖予以數化，成為 GIS 之圖層，並建立其屬性資料。

除了上述的 GIS 資料外，我們亦由陽明山國家公園管理處資訊室取得相關之 GIS 資料，包括等高線、土地使用分區、界線、河流分布和交通路線圖等。為了瞭解研究區之地形，我們亦經由等高線之萃取，分別計算了坡度（圖六）和坡向（圖七）的圖層。由野外所得牛隻出現和糞便資料（磺嘴山）亦加以數化而為 GIS 圖。

在 GIS 下分析：(1)牛隻出現與坡度之關係、(2)各區域之土地覆蓋現況、(3)歷年之景觀變遷情形和變化、(4)牛隻活動和植被之關係，尤其對於本區之植被演替，牛隻活動對植被之衝擊，作一通盤之瞭解。

預測模式

據黃增泉等 (1983) 對陽明山國家公園草原植被的研究，其生成原因可區分為初期草原社會和破壞地草原社會。若依氣候和降雨量，陽明山國家公園境內的草原應多為暖溫帶常綠闊葉林，然而由於強大的東北季風及地形的影響，限制了林木的成長，使得植被一直停留在草原階段，這就是初期草原社會。在磺嘴山生態保護區範圍內，大尖後山火山口附近的草原，是由初期草原社會形成的。

原生植被被破壞後，草本植物入侵，可形成破壞地草原社會，這種植被依其外觀可區分為低矮的放牧區草原社會和高大的五節芒草原社會兩種。在磺嘴山生態保護區附近，因過去有許多開發行為，故磺嘴山及其東側坡地可被歸類為破壞地草原社會，以五節芒為代表。磺嘴山火山口稜線上，則有因水牛放牧形成的低矮放牧草原社會，類地毯草是低矮放牧草原社會的主要植物。

由於大尖後山和磺嘴山的直線距離不及兩公里，各種地形及氣候因子又極為類似，理論上磺嘴山在未受到任何破壞前，影響磺嘴山植被的因子應與大尖後山完全相同。因此，可利用大尖後山的植被現況，建立生態模式，以推估磺嘴山的植被破壞前的原貌，以及移去水牛後可能之影響。

本研究的模式所選用的因子，採用由數值地形模型 (DTM) 所計算出的因子，分別是海拔高度 (即DTM) (圖八)、坡度 (圖六)、坡向 (圖七)、平面曲率和剖面曲率。DTM、坡度、坡向可以反映出該區塊的濕度及受季風的影響，平面曲率和剖面曲率則可反應出該區塊的濕度、土壤厚度等因素。採用判別分析作為預測方法，由大尖後山之情形，計算出判別分析式 (discriminant functions)，預測植被之分布。

結果

牛隻現況

本研究觀察之牛隻活動，主要分成擎天崗及磺嘴山地區兩部分，在擎天崗草原，牛隻之放牧是由台北市農會所經營。由於擎天崗地區是台北市近郊著名之風景區，星期例假日期間遊客非常多，所以當地之牛群已充分習慣人為干擾的存在，一般來說，除非有強烈的干擾發生，否則牛隻與遊客都能維持一種良性的互動關係。

根據台北市農會的資料(表一)，目前寄養在擎天崗附近的陽明山牧場牛隻數量約在 70 隻左右，其中大牛約 32 頭，而小牛(出生未滿一年而仍吃奶者)亦有同數，餘則為中牛(一年至二年生)約 3 頭以下(圖九)。每年放養時間約從 4 月至 11 月，以 7、8、9 月為最高峰(圖十)，由民國 56 年至 82 年的每年牛隻最大數量統計(圖十一)，顯示本區的發展呈直線下降之趨勢，至民國 75 年至 79 年之數量約在 70 至 90 之間，80 年以後，牛隻數量似乎又有下降成 70 以下的趨勢，但均維持在 65 頭左右。這種變化其實亦反應出台灣地區水牛飼養情形(詳見附錄一)，已由昔日之巔峰時期走向黃昏，水牛似乎有瀕臨滅絕之危機。

出現於擎天崗的牛隻，出現之區域並不一定，均視當地類地毯草之狀態和分布而定，大多在草原上或假桉木灌叢附近活動，呈現吃草之行為，或有四處張望、漫步、喝水之

情景，基本上這群牛因為和遊客之關係較密切，且性情溫和，大致上已對人無敵意，極易接近，成為擎天崗上草原生態的特殊景觀。

至於磺嘴山上的牛，約有四十多頭，據訪問所得，近年來數量並無太大之變化，是由台北縣萬里鄉二坪地區農民私自放牧上山，由於該地已列為國家公園之生態保護區，且不易到達，人為干擾相對十分稀少，故牛隻對人保有極高之警戒心，加上該地有部分逃脫飼主控制之牛隻（即放牧農民所稱之“歹牛”），已略具野性，故該地牛隻對陌生人具有潛在的威脅，即使是主人或熟人亦需用特殊之暗號才可接近。由研究期間的數次觀察顯示，當牛群中有少數的牛發現陌生人出現時，則牛群中的大部份牛隻便會停止活動，而站起來並將頭對準陌生人，偶而還會發出低沈的喘息聲，亦會由少數較大的牛隻帶領，整群牛緩慢前進，然後隔著磺嘴池岸與研究人員互相對峙。這種情形通常會維持 20~30 分鐘，然後牛隻便漸次的躲進灌叢或附近之森林中。

我們在磺嘴山上的觀察大多集中於白天進行，研究期間亦曾嘗試進行夜間觀察，但因多次遭遇大雨或起霧，以及顧慮牛的野性，為了研究人員的安全而作罷，在白天的觀察記錄中，牛大多在磺嘴池附近休息，呈靜止坐姿，偶有活動者，偶而會至池旁飲水。但如就牛糞之分布而言，在本地平坦之區域（圖十二），則可見到許許多多的牛糞，尤其是在類地毯草分布之區域，更是明顯，此外在大尖後山至磺嘴山之步道亦可見到許多牛糞，顯示這裏的牛可能在夜間活動，且

活動範圍廣泛，但活動區域多為平坦之區域，並與本區類地毯草分布之區域相重疊。

由牛糞的分布情形，顯示白天之觀察似乎無法掌握牛隻之活動情形，易言之，本區之牛隻大多會在夜間活動，推測黃昏天候將暗，氣溫下降之時，是其覓食的主要時間。不過本研究未能證實此點。

據與兩地飼養者訪談得知，無論擎天崗或磺嘴山，牛隻在冬季時都會各自帶下山，甚少在山上過冬。這是由於水牛是原產於熱帶低海拔地區之物種，雖其刻苦耐勞，且疾病亦少，然其對嚴寒及酷熱的耐力皆較其他種類之牛差。在夏季，尚可躲入灌叢避免日曬，或以泥浴來幫助散熱，在冬季，除非在該地搭棚以利其避風，否則死亡率會大幅上升，尤其以小牛為最，故農民多會在冬季將牛隻遷移至山下。

除了擎天崗和磺嘴山的牛群外，我們亦經由訪談中得知在研究範圍內之翠翠谷一帶尚有一小群牛，屬於另一戶養殖戶，雖然數量不多（約在二十隻以下），但因其排遺大多位於翠翠谷附近，已造成該水池的優養化現象值得重視。這群牛的活動區域大致以翠翠谷為中心，偶而會到登山小徑附近尋找食物和活動，但一般而言，並不會與磺嘴山區的牛群混在一起。

針對三處研究區域的草原景觀瞭解其變遷情形，雖然三處的地形和地質條件大致相似，但其發展卻非常不同，分述如下：

擎天崗

擎天崗是人類活動頻仍的區域，早期為軍事要地，今日則成為遊客到陽明山一遊的重點。由於本區涵蓋甚廣，因此本研究僅選取近舊軍營附近的一塊地，約 37.2 公頃，研究其景觀變遷。經由航空照片判釋，將擎天崗及周圍地區的土地覆蓋型態分為建築物、道路或裸露地、類地毯草區、五節芒區、假柃木或雜木林等五大類。在民國 77 年時（圖十三），覆蓋度最高的為五節芒，覆蓋面積達 24.98 公頃，佔全區的 67.2%；其次為類地毯草 21.8%；假柃木或雜木林只佔 6.2%，且大多出現在邊緣帶，僅有少數參雜在五節芒區內。此時由於道路少，人為之干擾亦較單純。到了民國 83 年時（圖十四），五節芒區因有人為干擾（陽明山國家公園管理處因於此處設立環形步道，曾僱工砍伐五節芒區），造成假柃木及類地毯草的入侵，且其覆蓋區域較 77 年時破碎，覆蓋度也降至 58.8%，但仍為本區的最優勢種（圖十五），其中也有假柃木或類地毯草轉變成五節芒的現象，但所佔的比例不大；而在道路方面，發生的改變是泥土裸露程度的增加與路線的增多，這可能是由於人類的踐踏造成，不但使航照圖上道路與類地毯草之間的區分更明顯，也使得道路覆蓋度由 77 年的 2.6% 增加為 6.3%；另外原先較分散的類地毯草區則有逐漸融合成一大片草原的趨勢，覆蓋度增加至

25.6%，是覆蓋面積增加最多的一區；假桧木或雜木林明顯的侵入到五節芒與類地毯草區內，形成一個個零星散布的小區塊，然而也因為人為的破壞，邊緣地區原本較大片的林地，有部分被五節芒所取代，因此整體來說覆蓋度只增加了0.7%。

磺嘴山

經由民國 74 年、77 年、82 年等三年的航空照片判釋，將磺嘴山的土地覆蓋型態分為泥地或水域、類地毯草區、五節芒區、假桧木區及雜木林區等共五類，以等高線 775 公尺為基準，將其上的五大類地表覆蓋情形，計算如表二，由民國 74 年的草原景觀（圖十六），顯示類地毯草主要分布在磺嘴山火山口四周的稜線上，及火山口內西側的坡面上，另一片類地毯草則在磺嘴山南側坡面。五節芒主要分布於磺嘴山東側坡面及稜線上。雜木林則分布於稜線以外的區域，包括火山口內側及磺嘴山西側和南側的大部分區域。民國 77 年時（圖十七），大部分的地表並沒有明顯的改變，假桧木的區域由於五節芒的花謝了而有較大片的露出，唯一明顯的改變在於南側的類地毯草面積明顯的變小，被五節芒所取代。到了民國 82 年（圖十八），除了南側的類地毯草面積再次變小外，其他類型變化並不明顯，基本上改變不大。

將這三年的類地毯草（圖十九）、五節芒（圖二十）、假桧木（圖二十一）單獨比較，顯示類地毯草主要的變化在於南側的草地，而五節芒和假桧木的變化來自於季節的變化，秋

季為五節芒的花期，大片的花覆蓋與其混生的假桉木，而無法由航空照片上單獨判釋出假桉木。

由地面調查得知，牛隻是以類地毯草為主要的覓食區，類地毯草上牛隻活動的步道，往往露出表土，而在大雨的沖刷下，土壤流失的情況頗為嚴重。在牛隻已沒有走動的舊步道上，則可見到類地毯草長回的現象。

大尖後山

大尖後山的林相甚為單純，除了闊葉林外，在山頂處多為草原，以五節芒為主要植物。就航照判釋而言，本區之植被在民國 74 年至 82 年間都沒有明顯的變化，五節芒的草原景觀一直沒有改變（圖二十二）。推測這是因為五節芒草原在此形成後，因為沒有外來之干擾（如牛隻活動），且氣候穩定，人跡亦少，故形成這種景觀。

牛隻活動與景觀變遷之關係

研究結果顯示磺嘴山地區的牛隻在航照研究期限內，歷年之變動不大，然而擎天崗地區的草原景觀卻有不同的發展。擎天崗草原由於人為的干擾較大，但牛隻干擾不大，牛的活動並不能完全控制這區域的草原演替，故五節芒和假桉木有入侵該地區且成叢狀出現的現象，而在人為破壞區內，由於五節芒被砍除，形成空隙導致類地毯草的侵入，顯示這種方式可能可以暫時減緩草原植種的變遷和演替之進行。而

在磺嘴山地區類地毯草的草原景觀歷年來的變遷並不大，主要的原因是由於牛隻的活動阻礙五節芒的發展所造成，野外的觀察顯示水牛所出現的位置，就是類地毯草之區域，且水牛亦以類地毯草為食物，並吃食五節芒的幼葉，故可以維持這個區域的草原狀態。

若將磺嘴山的情況視為平衡狀態，則可依該區域之類地毯草面積 (8.6 公頃) 和牛隻數 (以 45 為標準，因無法確知頭數) 相除，可得平均每隻牛所可控制之類地毯草之面積，約為 0.192 公頃/隻。再將這個數字乘以擎天崗現存的牛隻數 (65 隻)，則得 12.45 公頃，亦即目前的水牛能力大約可控制擎天崗 12.45 公頃的類地毯草，其餘的類地毯草草原區域將可能遭受人為和自然因素所形成的動力，而進行演替，演替方向應是朝五節芒或假柃木群落發展。

預測模式

利用 DTM、坡度、坡向、平面曲率和剖面曲率等的五項因子，配合由航空照片所判釋出的大尖後山植被狀況 (圖二十二)，利用判別分析法，求出草地及雜木林的判別分析，再以原先之因子帶回本判別分析式，得到預測模式圖形。本套模式在預測大尖後山的正確率可達 81% (圖二十三)，誤判的位置如圖二十三的顯示。

討論

從生態學的觀點而言，牛隻活動在研究區內（尤其是礪嘴山）似乎扮演著外來干擾者的角色，在控制草原生態的演替上，有一定之貢獻；然而從擎天崗在民國 77 至民國 83 年的變化，以及礪嘴山從民國 74 至民國 82 年的景觀變遷顯示，水牛在控制演替上，其功效在不同區域而有所差異。在擎天崗區域甚廣，且牛隻數量由光復後的 600 多頭到只剩約 65 頭，數量甚少的水牛，僅能控制一定量之草原，故本區之植被在 77 至 82 年間有明顯的改變現象。在礪嘴山的情況則不同，本區的放牧行為屬私人行為，水牛有礪嘴池的水可供飲水，草原面積適中，草原與牛隻數量似乎達到某種平衡，牛群以類地毯草和幼嫩的五節芒為食物來源，故此區之景觀變化，較不顯著，換言之，水牛在這個區域的植物演替控制上扮演了重要的角色。

不過，即使水牛數量不多，亦會對水土保持造成某些影響。在礪嘴山的某些較陡之區域，由於牛隻大量啃食生長於該處之類地毯草，且牛群的運動行為踐踏草地，加上大雨時，將造成土壤裸露而侵蝕、流失的現象，這可由本區之牛徑在不同時期之變化得到印證。

由大尖後山的植被發展和預測模式顯示，假如將礪嘴山的牛群撤離後，生態系可能會在一定的時間內演替成為五節芒的草原，其間將夾雜一些已存在之假桫欏木灌叢，這種情

形約持續一段時間後(也許約 10 年以上),某些東風季風較少吹到之區域,才有可能朝灌叢和森林之方向演替。至於出現成林之機會,應該不大,因為就現在之植被狀況推測,陽明山國家公園內之闊葉林分布有一定之海拔上限,而最可能之影響因子應是氣候,尤其是東北季風。故對磺嘴山而言,因為是獨立山頭,且緊臨台灣之東北部,首當東北季風之吹入處,植被的發展大約只能有上述之可能性。以上純就自然狀態下推測,並沒有考量新的干擾因子,如火災、人為干擾、火山爆發、梅花鹿啃食等。如有新的干擾因子,其所造成效應應該是促成破壞性草原的再次演替,而其變化,亦應是如上所推測之情形,所不同者,只是演替速率而已。

由擎天崗和磺嘴山的牛隻活動情形,在考量是否移去牛隻放牧行為,可考慮從生態和人文的角度著手,而分別考量。在擎天崗而言,牛隻因數量少,故和生態系之關係,並不如磺嘴山牛隻和草原生態之關係密切;又因為本區的交通可及性甚佳,也是景觀特佳的據點,加上遊客又喜歡看到大型的草食性動物(王穎 1994之問卷調查),而且放牧水牛具有非常正面的教育價值,因此值得保留現狀,作為特別景觀區(詳細之考量請參見附錄一)。

而磺嘴山方面,則必需考量牛隻對類地毯草生態系之控制,未來梅花鹿之放養(請見下段),過多的草食性動物對草原生態系可能造成的踐踏和啃食,造成土壤侵蝕和流失等問題。故是否移去牛隻?以及何時移去?端視管理者的目的

而定，同時也需配合梅花鹿放養的時間表而執行，以使本區之草原維持一定之狀態。

野外放養梅花鹿似乎已是既定之政策，根據王穎(1994)之研究，磺嘴山旁的翠翠谷將是第二期放養的唯一選擇，根據本研究所得資料，和其他之研究(黃增泉等 1983，呂光洋等 1990，張新軒等 1991，張新軒 1992)的相關資訊應可提供進一步之參考。假若梅花鹿僅在翠翠谷內活動，則僅需考量翠翠谷之生態系之問題，然而較可能的是梅花鹿會四處遊走，而最有可能的區域當屬磺嘴山一帶了。水牛和梅花鹿都屬於草食性動物，在生態系所扮演的角色相似。因此，若放養大量梅花鹿時，同時亦允許水牛的放牧行為，則將對草原生態系造成強烈的影響，可能有過度啃食、踐踏的情形，則草原生態系之維持可能會有問題，值得加以重視並預作相關之研究。若考慮移去水牛，則應將梅花鹿放養之時間表和移走水牛之時間相配合，以確保梅花鹿能在適時填補水牛在生態系之角色。

磺嘴山生態保護區是陽明山國家公園的三處保護區之一，面積達 440 公頃(內政部營建署 1995)，本區可說是陽明山國家公園內人跡較少之區域，本區的植被大致是以闊葉林和草原為主，生態系也大致保持較原始狀態。有關此區域相關野生動物調查研究卻十分缺乏，僅有林曜松等(1983)、呂光洋等(1990)和陳宜隆(1991)等的調查，前者的調查範圍涵蓋整個陽明山國家公園，相較之下磺嘴山之資料並不多；而後二篇研究的研究區僅在翠翠谷沼澤生態系，並沒有

涵蓋全區。因此，有關磺嘴山生態保護區的動物資料可說是十分缺乏，資料缺乏之下，談經營管理自然是不易。若欲對本區能有良好的經營管理措施，則需先將本區的相關生物資源調查清楚，然後設立永久樣區（附錄二），以及建立生態監測系統，利用固定時間之監測來追蹤區內的變化，並作為陽明山國家公園管理處的施政參考。

在研究牛隻活動和草原生態之關係上，必需考量植物體和族群、群落、生態系等生態層級 (Trlica and Rittenhouse 1993)，而 Gurevitch and Collins (1994) 認為要能釐清控制植物群落之因素，必需進行野外的實地調查，從張新軒等 (1991) 和張新軒 (1992) 的兩年野外研究，以及本研究所採用的大尺度、大面積，涵蓋長時間的研究，顯示兩者最好能配合進行，則得到的資料，將兼顧大、細尺度之結果，亦可較能看出研究區域整體生態系的走向。然而，要能真正釐清草原生態系之演替，以及瞭解控制因子，必需進行長期性的觀測和監測系統（詳見附錄二），方可達成。

本研究由於研究時程短 (10 個月)，無法採用歐美所習用之地面調查，因此在觀測方法上採用遙測的方式進行，這個方法基本上是以群落和生態系以上的角度來研究牛隻活動的問題，在時間的尺度上受限於遙測資料的有無和品質，故無法有效掌握研究時間之長短，然而就本研究而言，由於草原的植被變化快，在兩三年內就有明顯的改變 (張新軒 1992)，因此，在時間的尺度而言，本研究所採用之遙測研究資料，足以代表草原景觀之變遷。而在空間的尺度上，遙

測資料範圍廣，故可以得到大空間尺度的資料，比一般之調查更能具有代表性。然而，使用遙測資料，若能有地面之調查資料之配合，以設樣區之方式，施以各種統計性處理，如圍籬、限制啃食季節...等方式 (Smith and Rushton 1994)，再以多年之持續觀察記錄，則兩者之結果相配合當更能釐清更多的相關問題，譬如牛在控制啃食區內之植物種多樣性、覆蓋率、演替速率和計算負載量上，都可以得到進一步的答案。

經營管理之建議

根據本研究之結果與其他相關研究成果，茲作以下之建議：

1. 擎天崗草原非常具有特色，應維持現有擎天崗附近之牛群，以保持該區類地毯草草原之景觀。然而由於本區牛隻數量的逐漸減少，為了維持草原景觀，管理處可能必需考慮自行飼養牛隻做為草原演替的控制者。
2. 是否移去磺嘴山之牛隻必需考量整體之目的，若是為了保持類地毯草之草原景觀，則似可保留水牛，但若考量將來梅花鹿放養和草原生態系之自然演替問題，則需考量移去水牛。不過移去前，應該研究梅花鹿是否能代替水牛現在之角色？以及應何時移去？以確保類地毯草之生態系。
3. 由於擎天崗和磺嘴山地區均有許多景觀變遷之情形，因此建議設立永久樣區之監測系統，以瞭解草原生態系之變化，以作為經營管理這些地區之參考。
4. 加強磺嘴山生態保護區之資源調查。
5. 經營管理措施是處理本區域（磺嘴山和擎天崗）之不二法則，唯有適度的經管措施，才能保存現有之優良草原景觀，達到永續利用之目的。

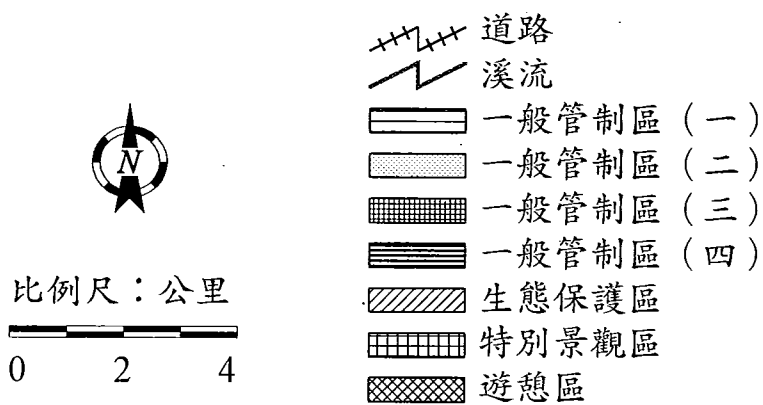
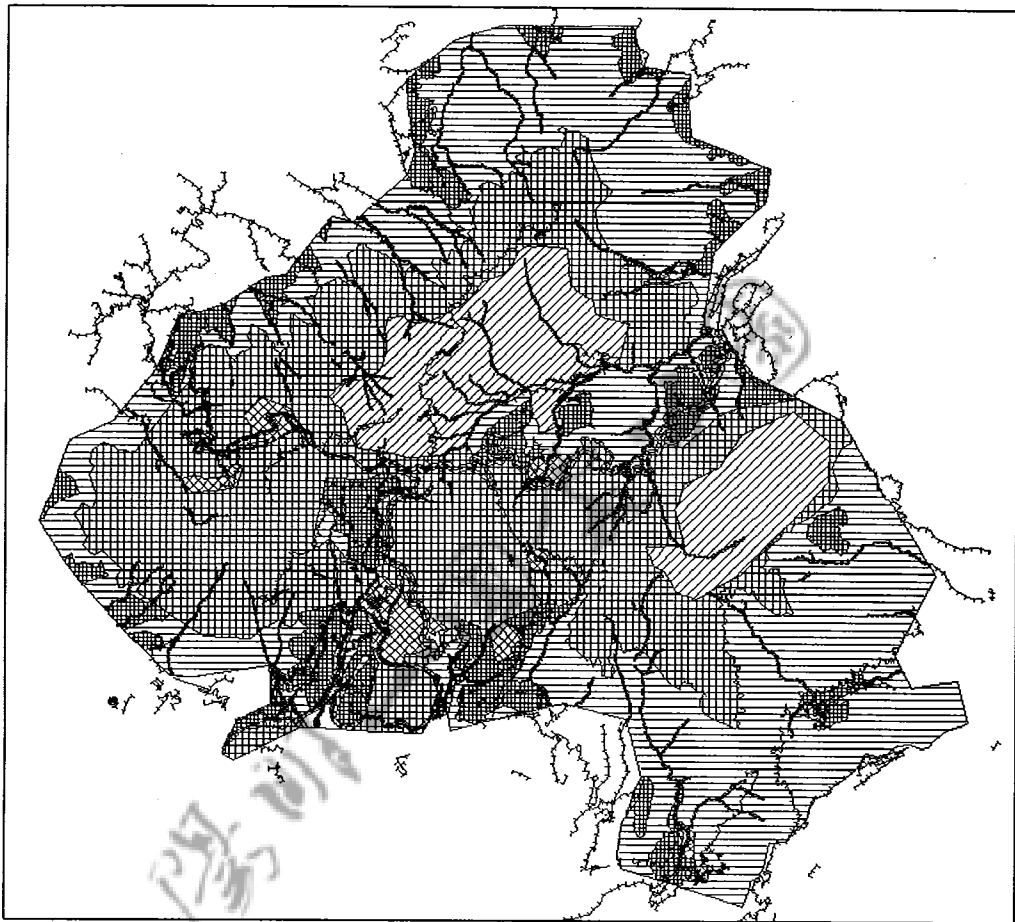
引用文獻

- 內政部營建署. 1985. 陽明山國家公園計畫提要. 內政部營建署, 台北. 32頁.
- 王穎. 1994. 陽明山國家公園台灣梅花鹿野放研究(一). 陽明山國家公園管理處, 台北. 33頁.
- 林國銓、施炳霖、唐盛林. 1993. 踐踏對恆春地區二種植生型之影響. 林業試驗所研究報告 8(4):277-287.
- 林曜松、顏瓊芬、關永才. 1983. 陽明山國家公園動物生態景觀資源. 內政部營建署, 台北. 73頁.
- 呂光洋、王震哲、曹潔如、呂玉娟、張巍薩、陳宜隆、花炳榮、馬協群. 1990. 陽明山國家公園翠翠谷沼澤生態系之研究調查. 陽明山國家公園管理處, 台北. 72頁.
- 李培芬、林曜松. 1994. 臺灣地區國家公園動物生態資料庫報告. 內政部營建署, 台北. 621頁.
- 巫宗南. 1990. 陽明山國家公園之地形分類及其成因. 陽明山國家公園管理處, 台北. 111頁.
- 陳昭明、高志煒、林志哲. 1983. 陽明山國家公園遊憩資源及步徑系之調查與分析. 內政部營建署, 台北. 88頁.
- 陳宜隆. 1991. 陽明山翠翠谷台灣野兔生態調查. 碩士論文. 臺灣師範大學, 台北. 66頁.
- 陳文恭、蔡清彥. 1983. 陽明山國家公園之氣候. 內政部營建署, 台北. 62頁.

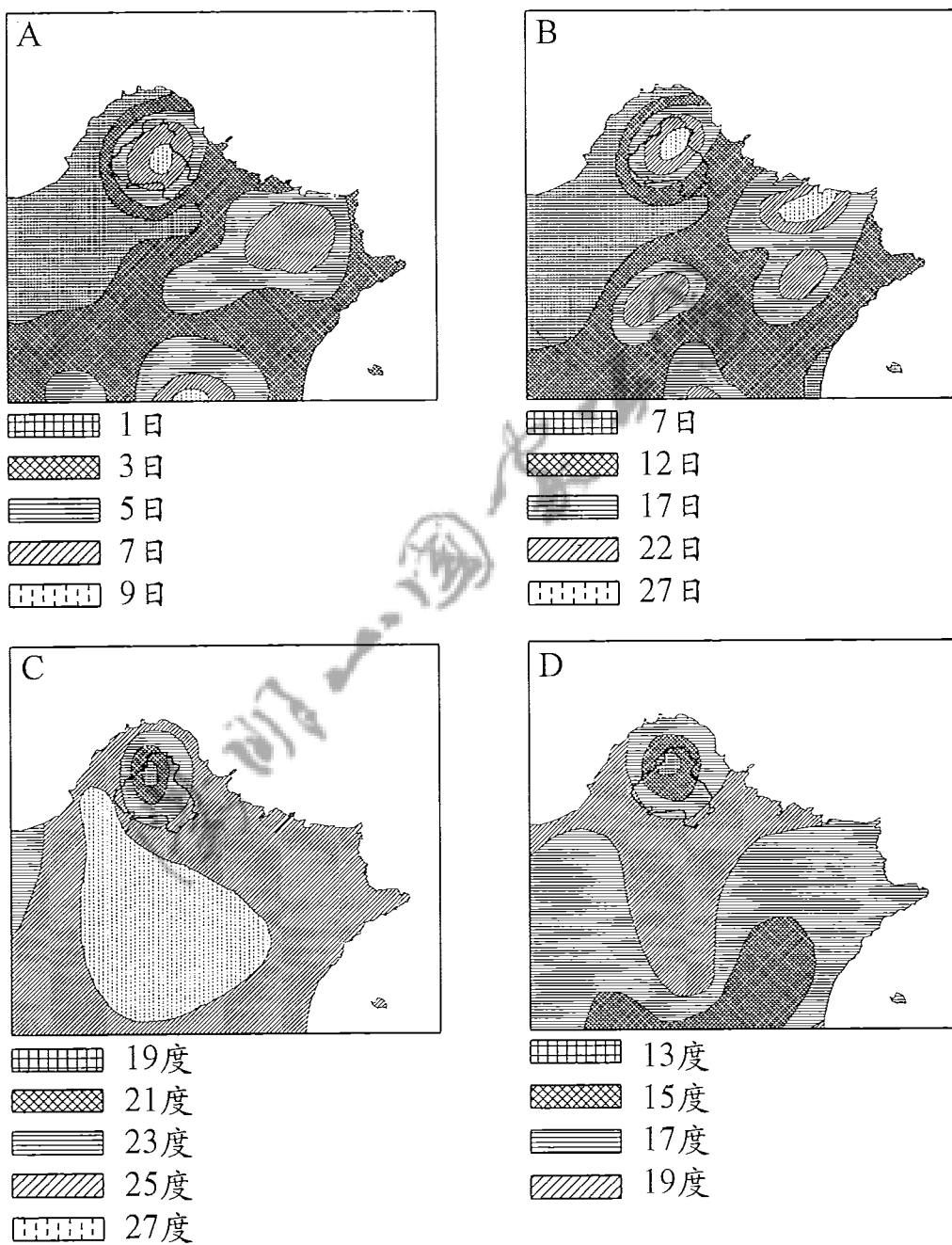
- 張新軒. 1992. 磺嘴山 (含擎天崗) 地區動物 (牧牛) 對環境影響之研究與管理實施計畫：類地毯草草種復育工作. 陽明山國家公園管理處, 台北. 21頁.
- 張新軒、陳茂墻、卜瑞雄. 1991. 磺嘴山 (含擎天崗) 地區動物 (牧牛) 對環境影響之研究與管理. 陽明山國家公園管理處, 台北. 21頁.
- 黃增泉、謝長富、楊國禎、湯惟新. 1983. 陽明山國家公園植物生態景觀資源. 內政部營建署, 台北. 94頁.
- 鄧國雄. 1988. 陽明山國家公園之地形研究. 陽明山國家公園管理處, 台北. 163頁.
- 李瑞宗、謝沐璇、白嘉民、童禕珊、張愷馨、郭典翰. 1994. 陽明山國家公園魚路古道之研究. 陽明山國家公園管理處, 台北. 208頁.
- 胡宏淦、林秀雄、周榮華. 1986. 台灣養牛頭數調查報告. 台灣省政府農林廳, 台中.
- Dyer, M.I., C.L. Turner, and T.R. Seastedt. 1993. Herbivory and its consequences. *Ecological Applications* 3:10-16.
- Gurevitch, J., and S.L. Collins. 1994. Experimental manipulation of natural plant communities. *TREE* 9: 94-98.
- Kondolf, G.M. 1994. Livestock grazing and habitat for a threatened species: land-use decisions under scientific uncertainty in the White Mountains, California, USA. *Environmental Management* 18: 501-509.

- McNaughton, S.J. 1976. Serengeti migratory wildebeest: facilitation of energy flow by grazing. *Science* 191:92-94.
- McNaughton, S.J. 1979. Grazing as an optimization process: grass-ungulate relationships in the Serengeti. *American Naturalist* 134:1-19.
- McNaughton, S.J. 1993. Grasses and grazers, science and management. *Ecological Applications* 3:17-20.
- Milchunas D.G. and W.K. Lauenroth. 1993. Quantitative effects grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecological Monographs* 63: 327-366.
- Noy-mein, I. 1993. Compensating growth of grazed plants and its relevance to the use of rangeland. *Ecological Applications* 3: 32-34.
- Owen, D.F., and R.G. Wiegert. 1981. Mutualism between grasses and grazers: an evolutionary hypothesis. *Oikos* 36:376-378.
- Painter, E.L., and A.J. Belsky. 1993. Application of herbivore optimization theory to rangelands of the western United States. *Ecological Applications* 3:2-9.
- Patten, D.T. 1993. Herbivore optimization and overcompensation: does native herbivory on western rangelands support these theories? *Ecological Applications* 3: 35-36.

- Risser, P.G. 1993. Making ecological information practical for resource managers. *Ecological Applications* 3:37-38.
- Smith, R.S., and S.P. Rushton. 1994. The effects of grazing management on the vegetation of mesotrophic (meadow) grassland in Northern England. *Journal of Applied Ecology* 31: 13-24.
- Trlica, M.J., and L.R. Rittenhouse. 1993. Grazing and plant performance. *Ecological Applications* 3: 21-23.

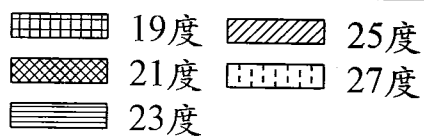
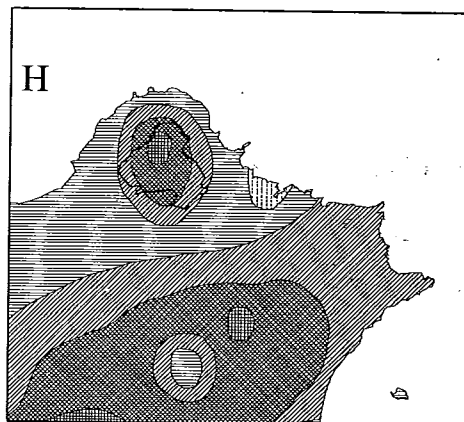
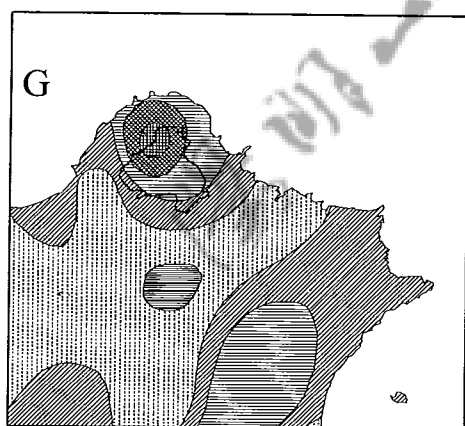
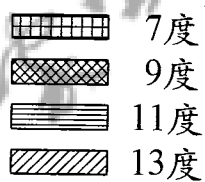
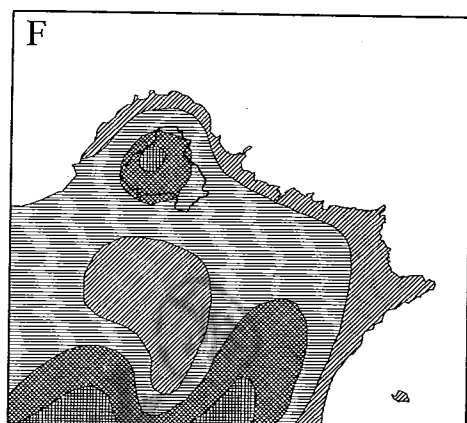
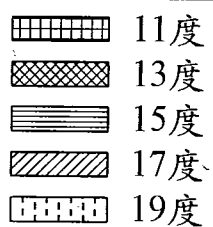
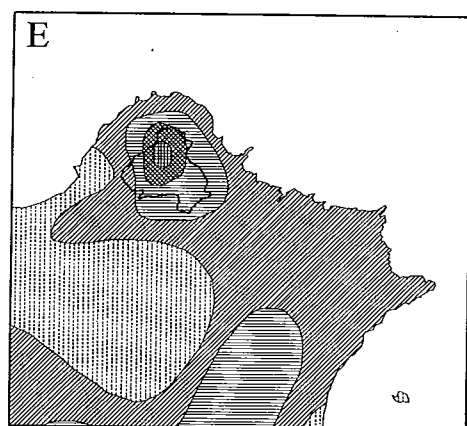


圖一、研究地區概況

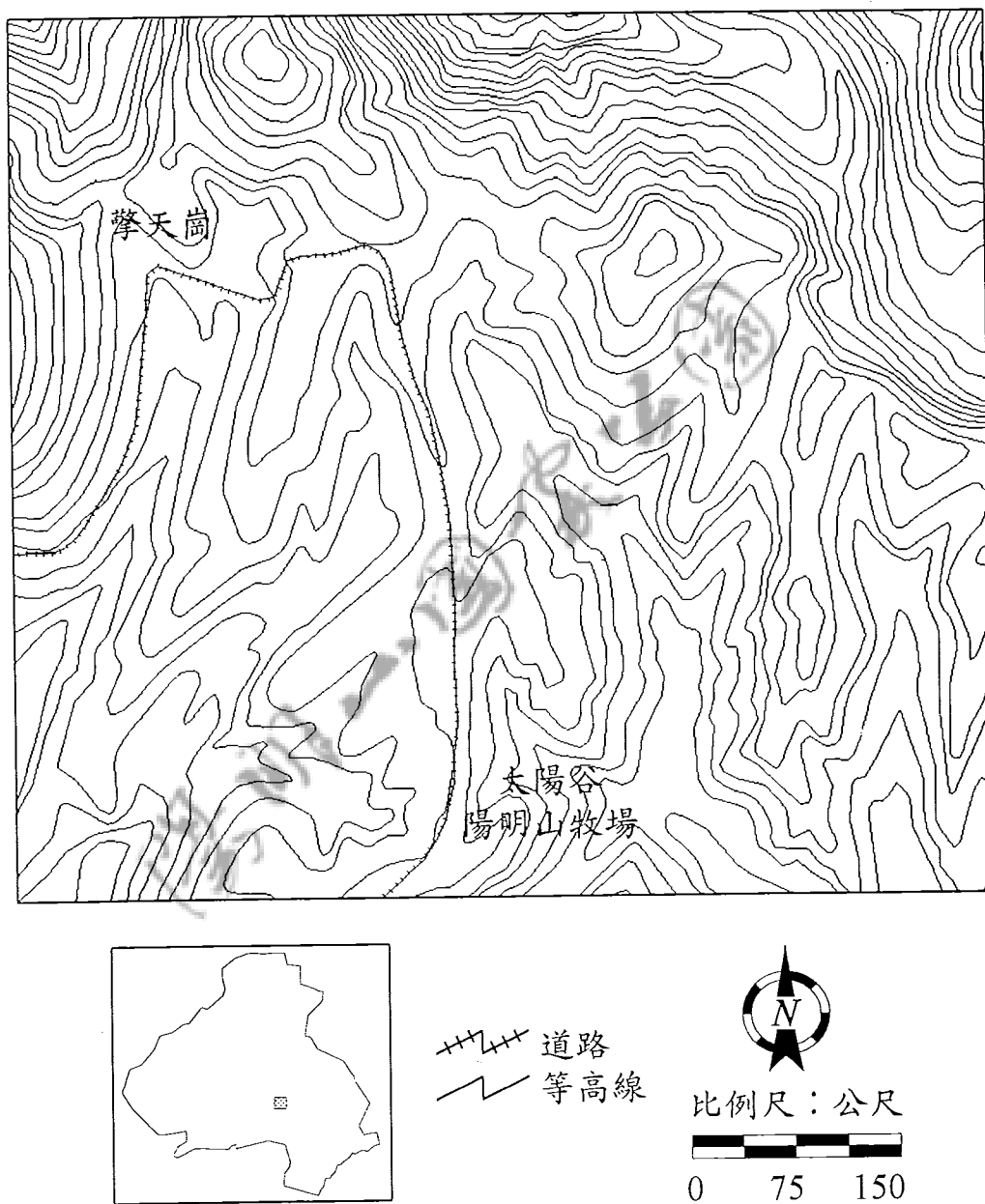


圖二、陽明山地區之氣候

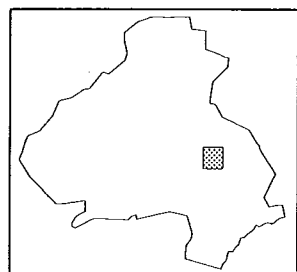
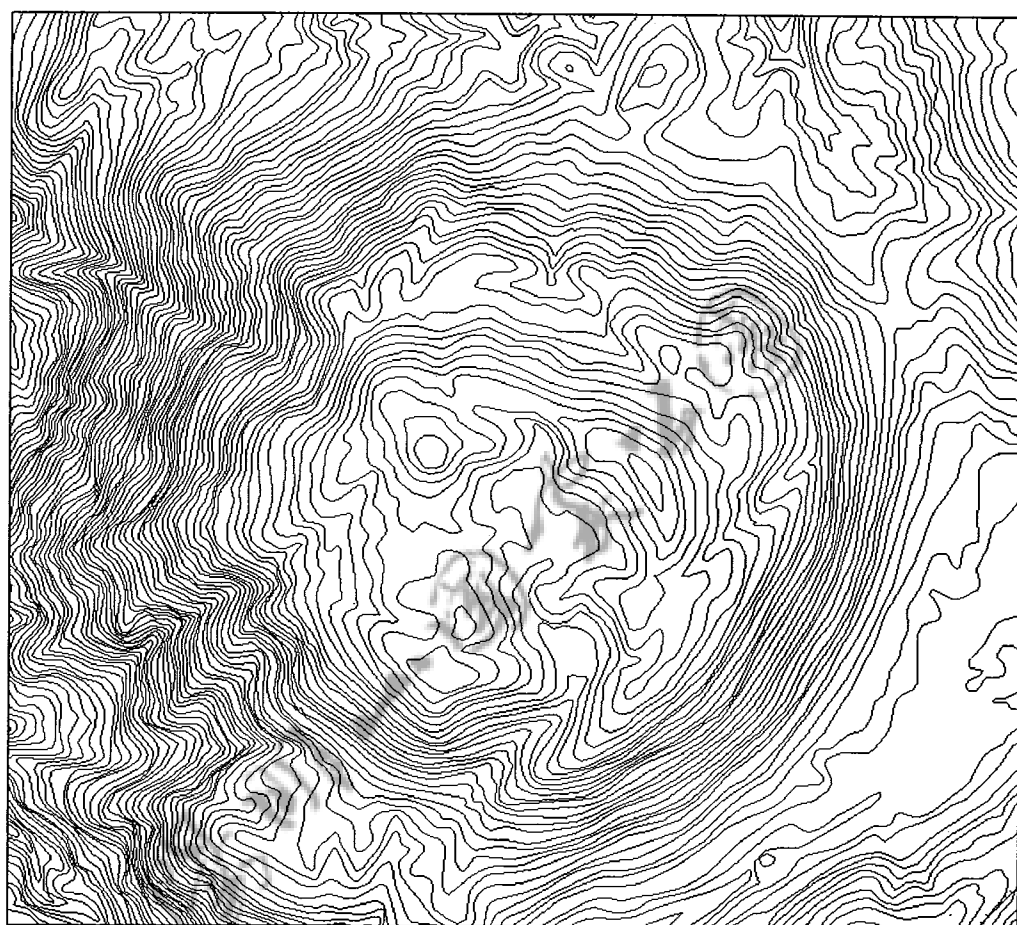
- A. 全年日降水量達100公釐及以上之日數
 B. 全年日降水量達50公釐及以上之日數
 C. 全年平均最高溫度
 D. 全年平均最低溫度



圖二（續）、陽明山地區之氣候
 E. 一月平均最高溫度
 F. 一月平均最低溫度
 G. 七月平均最高溫度
 H. 七月平均最低溫度



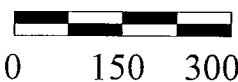
圖三、研究區域之地形 (A) 擎天崗之地形



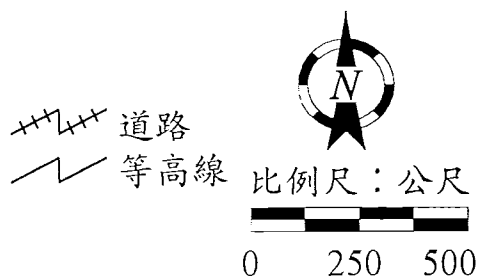
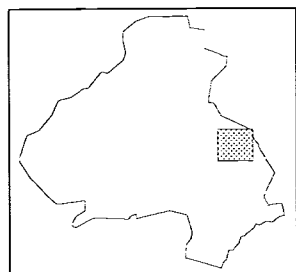
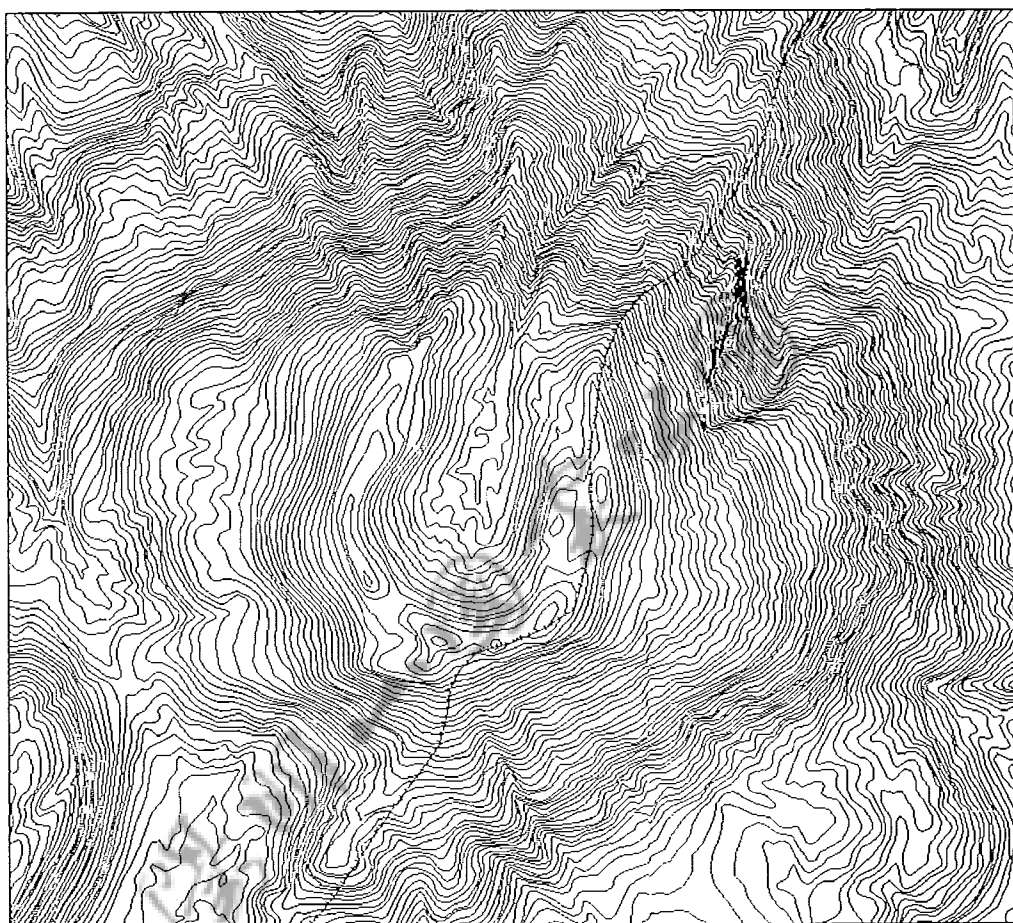
道路
等高線



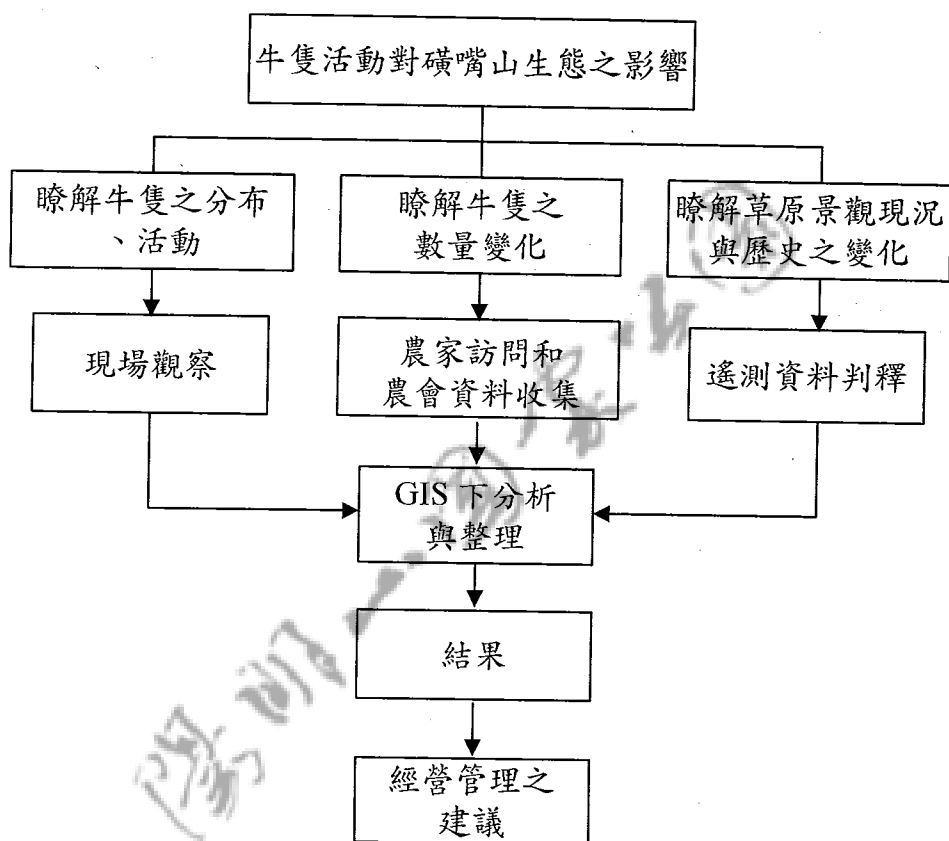
比例尺：公尺



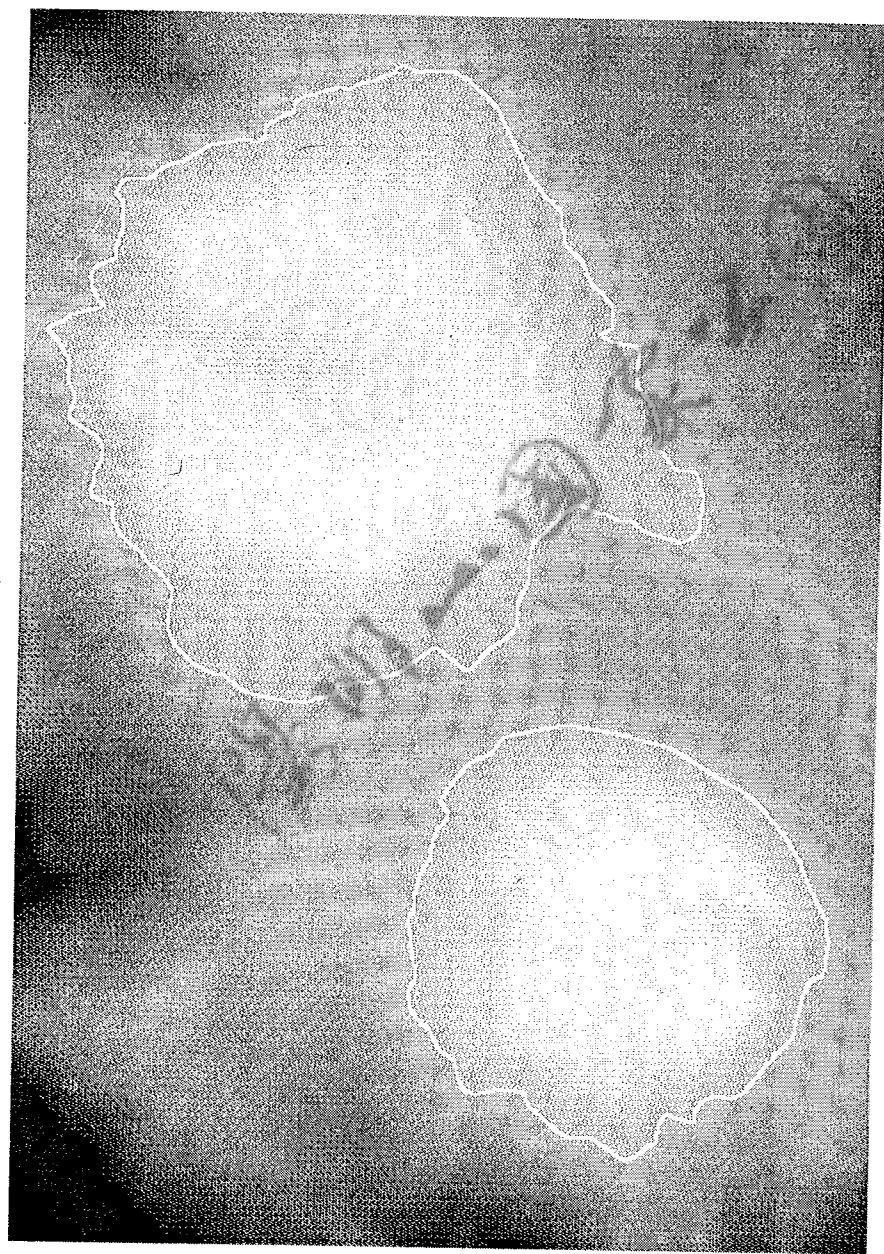
圖三、研究區域之地形 (B) 大尖後山之地形



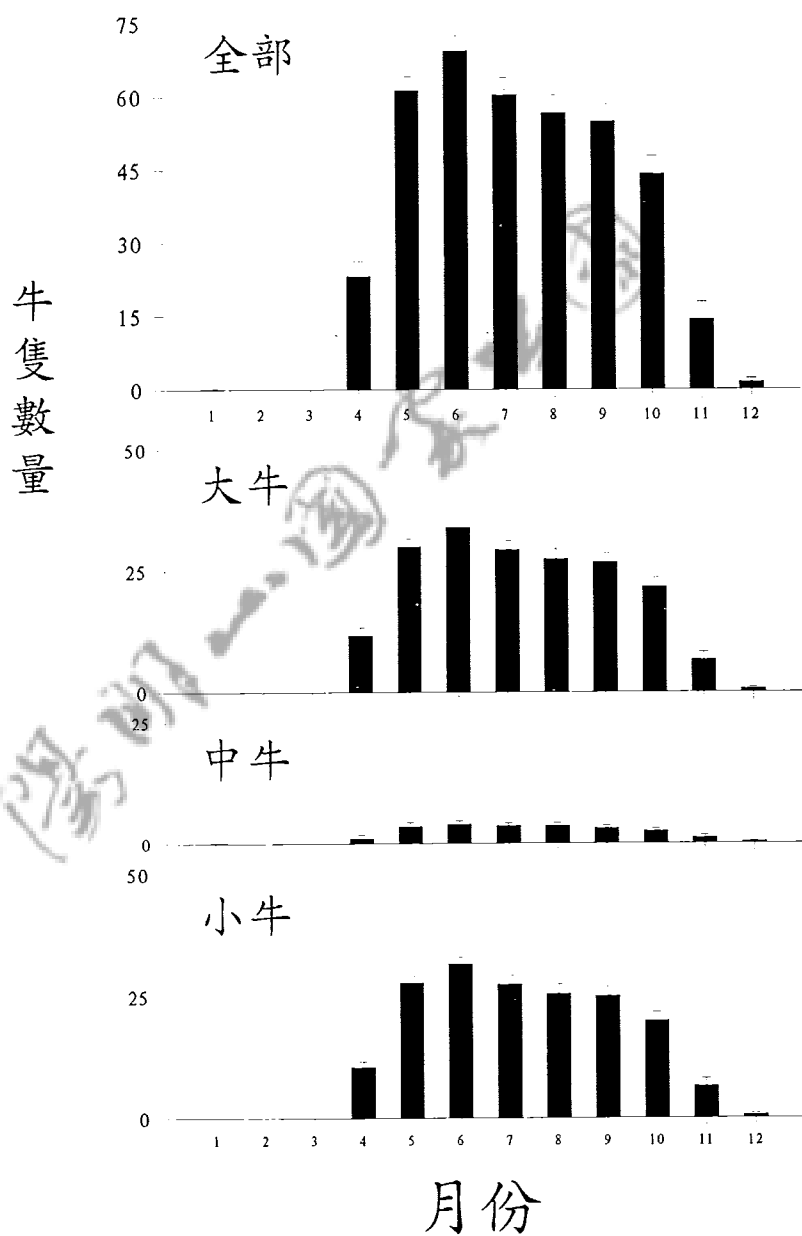
圖三、研究區域之地形 (C) 礮嘴山之地形



圖四、本研究之研究流程



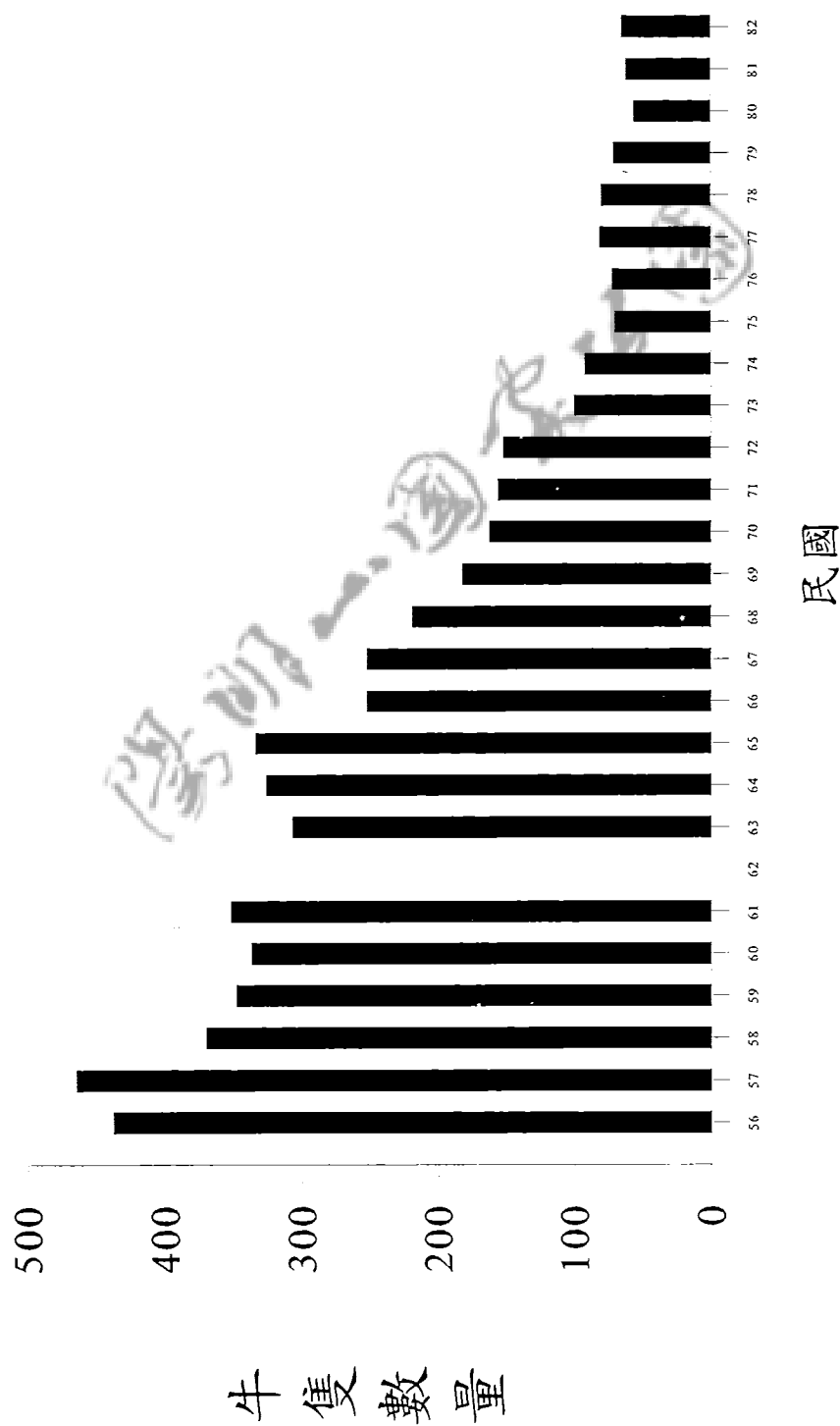
圖八、大尖後山(左)與磺嘴山(右) 775 公尺以上之 DTM 資料



圖九、擎天崗地區民國75至82年牛隻放牧期間
數量之平均月變化（加一個標準偏差）



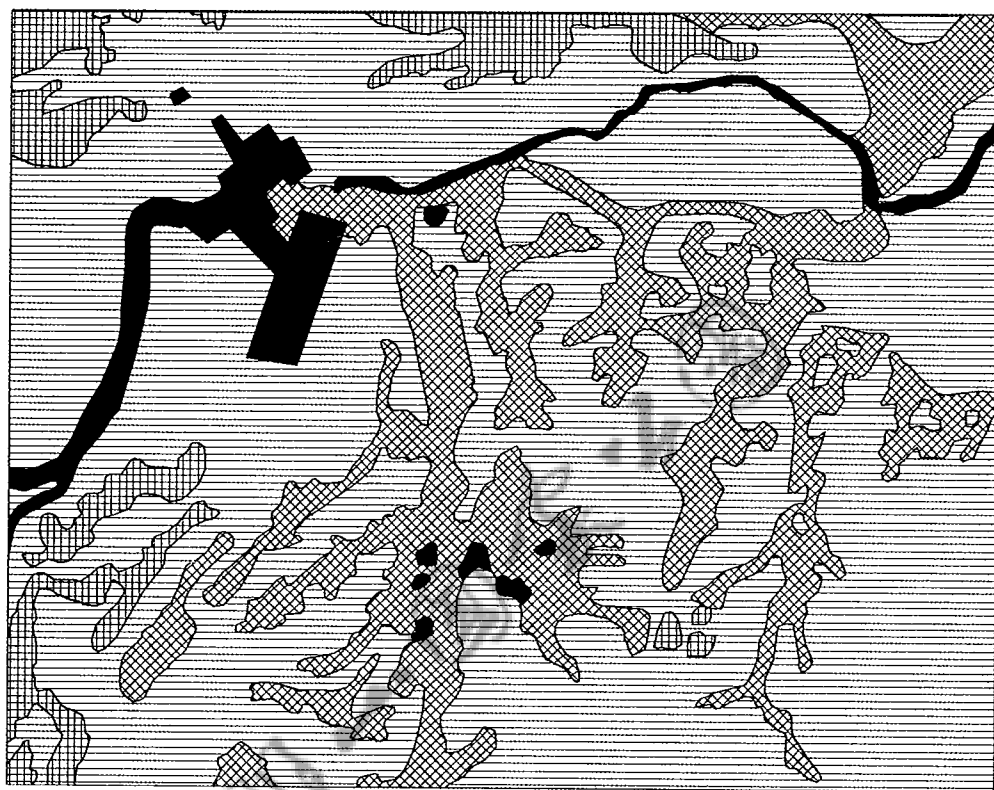
圖十、民國75至82年擎天崗地區放養牛隻數量月變化



圖十一、民國56至82年擎天崗地區放養牛隻最大數量年變化(資料來源：台北市農會)



圖十二、磺嘴山地坡度較緩之區域(白色)，這些地區也是牛隻出沒之區域



- 建築物
- 道路或裸露地
- ▨ 類地毯草
- ▨ 五節芒
- ▨ 假柃木或雜木林

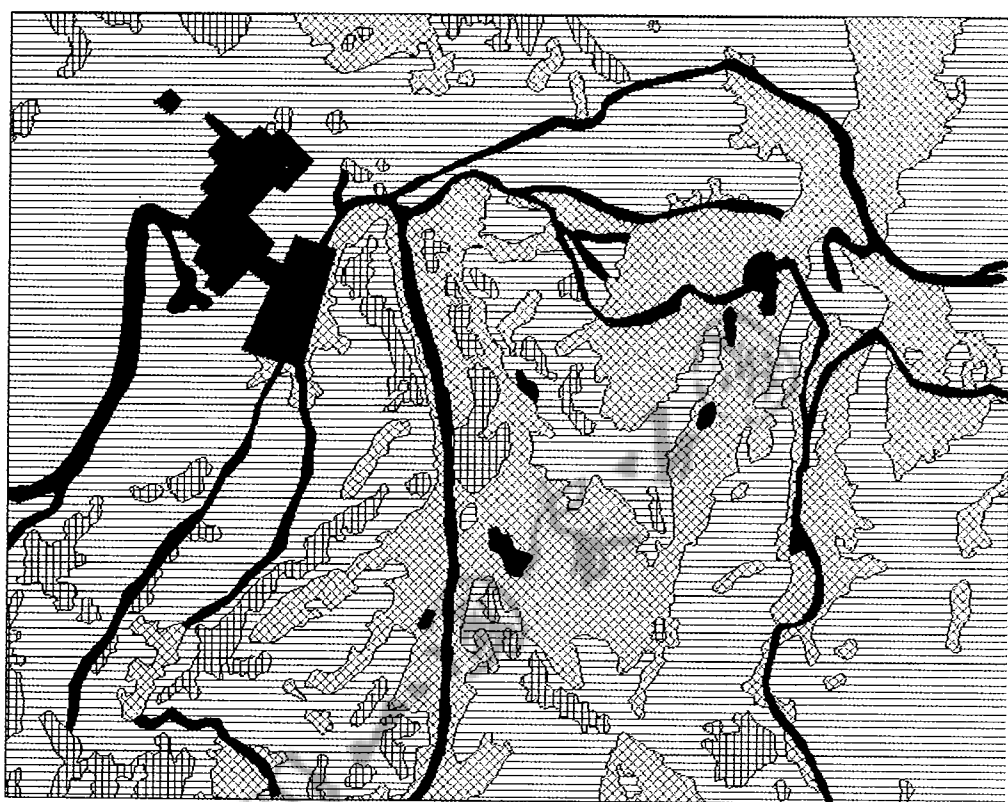


比例尺：公尺

0 75 150

圖十三、民國77年時之擎天崗草原景觀

陳明之



- 建築物
- 道路或裸露地
- ▨ 類地毯草
- ▨ 五節芒
- ▨ 假桧木或雜木林

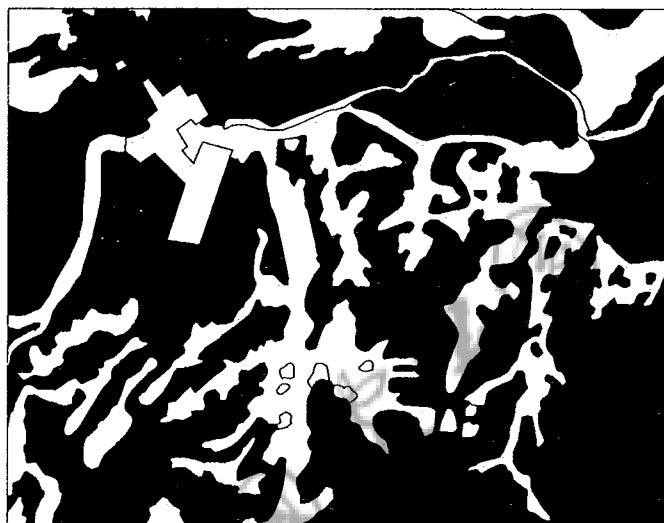


比例尺：公尺

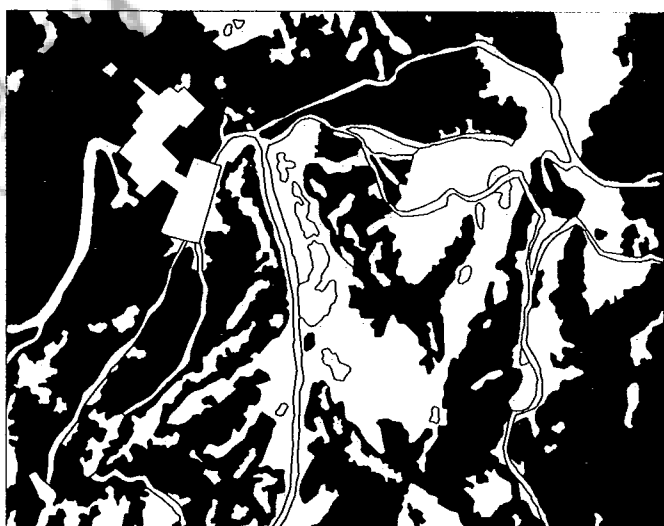
0 75 150

圖十四、民國83年時之擎天崗草原景觀

A. 民國77年



B. 民國83年



圖十五、擎天崗地區五節芒草原之景觀變遷比較



- 類地毯草
- 五節芒
- 假柃木
- ▨ 裸露地或水池
- 雜木林



比例尺：公尺

0 250 500

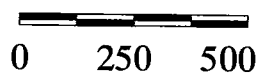
圖十六、民國74年時之磺嘴山草原景觀



-  類地毯草
-  五節芒
-  假柃木
-  裸露地或水池
-  雜木林



比例尺：公尺



圖十七、民國77年時之磺嘴山草原景觀



-  類地毯草
-  五節芒
-  假柃木
-  裸露地或水池
-  雜木林



比例尺：公尺



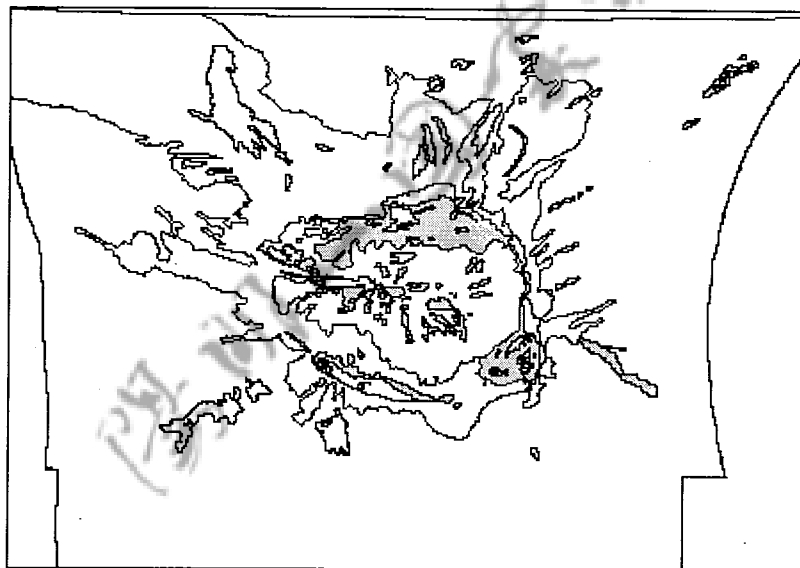
0 250 500

圖十八、民國82年時之磺嘴山草原景觀

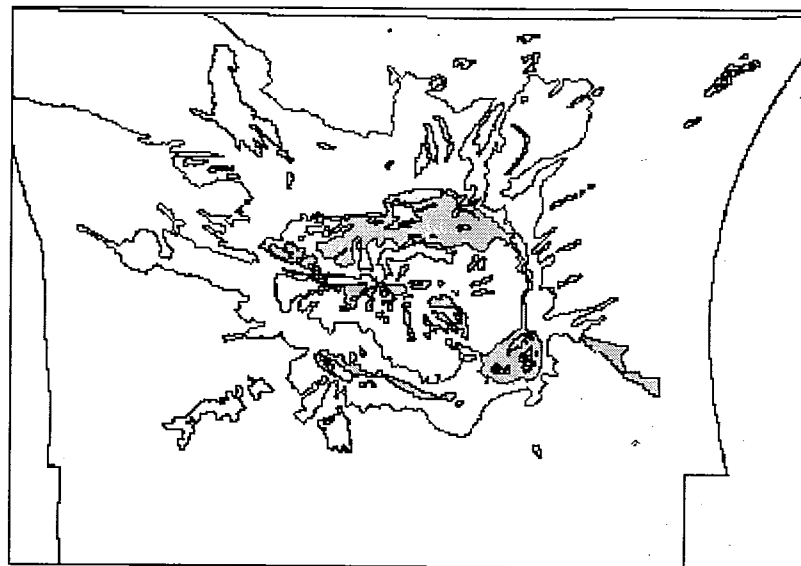
民國 82 年



民國 77 年



民國 74 年



圖十九、礮嘴山地區類地毯草原之景觀變遷

民國 74 年

民國 77 年

民國 82 年



圖二十、磺嘴山地區五節芒之景觀變遷

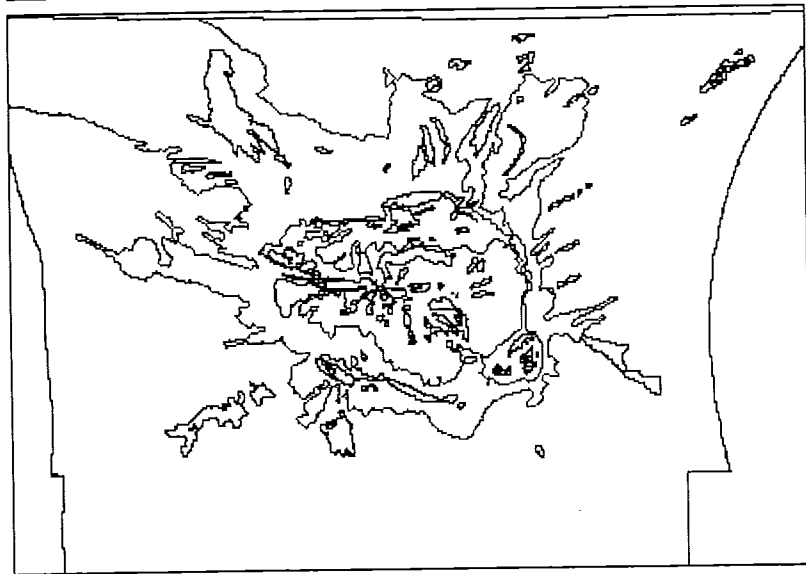
民國 82 年



民國 77 年



民國 74 年



圖二十一、磺嘴山地區假桉木之景觀變遷



圖二十二、大尖後山之草原景觀
(中央為五節芒或台灣芒草原，外圍是闊葉林)

預測



實際



圖二十三、大尖後山之景觀模式預測結果

表一、擎天崗地區民國 75 至 82 年大、中、小型牛隻
數量之月變化(資料來源：臺北市農會)

年	月	大型牛	中型牛	小型牛
75	4	18	6	15
75	5	31	8	26
75	6	34	8	28
75	7	28	7	23
75	8	28	7	24
75	9	26	5	23
75	10	20	2	17
75	11	9	2	9
76	4	13	0	11
76	5	27	5	26
76	6	34	5	33
76	7	29	4	28
76	8	26	5	25
76	9	27	5	26
76	10	24	5	23
76	11	15	4	15
76	12	2	1	2
77	1	0	1	0
77	4	18	0	14
77	5	37	2	32
77	6	42	3	36
77	7	37	3	32
77	8	35	2	30
77	9	33	2	29
77	10	29	2	25
77	11	9	2	9
78	4	7	1	7
78	5	34	3	31
78	6	39	4	37
78	7	33	4	32
78	8	31	4	30
78	9	28	2	27
78	10	15	0	13

表一(續)

年	月	大型牛	中型牛	小型牛
78	11	2	0	2
78	12	1	0	1
79	4	9	1	7
79	5	33	3	31
79	6	35	3	33
79	7	29	3	28
79	8	24	3	23
79	9	24	3	23
79	10	19	3	18
79	11	7	1	6
79	12	1	0	1
80	4	11	0	11
80	5	22	4	21
80	6	27	4	25
80	7	19	4	17
80	8	16	4	14
80	9	16	4	14
80	10	16	4	14
80	11	6	0	5
81	4	6	0	6
81	5	27	2	27
81	6	30	2	30
81	7	28	2	28
81	8	28	2	27
81	9	28	2	27
81	10	26	2	25
81	11	3	0	3
82	4	12	0	12
82	5	29	1	28
82	6	31	2	30
82	7	32	2	31
82	8	32	2	31
82	9	32	2	31
82	10	25	2	24
82	11	3	0	3

表二、礪嘴山海拔 775 公尺以上地區在民國 74、77 和 82 年地表 (總面積 261.93 公頃) 覆蓋百分比之變化

	74 年	77 年	82 年
雜木林	60.4	61.1	61.2
五節芒	30.0	28.3	28.8
假桫欏木	1.4	2.5	2.0
類地毯草	7.9	7.8	7.8
泥地和水域	0.3	0.3	0.3

附錄

一、瀕臨消失的水牛

台灣地區隨著農業的逐漸沒落，許多過去在人們心中的許多家畜，也逐漸失去其原有之地位，由於飼養經濟效益和功能的考量，這些動物已逐漸消失於台灣，在這些動物之中，水牛可能是最明顯的代表。

台灣的水牛史

在過去水牛可說是農家的精神象徵，談到「以農立國」，許多人都會聯想起水牛在耕田的景象，然而隨著許多主、客觀的因素的改變，台灣的水牛數量已逐漸的減少。台灣地區原不產水牛，水牛體色灰黑、毛短且少、角大壯碩，原產於印度、尼泊爾一帶，早已被馴化為人類耕田，本省農家所飼養的亦以水牛為主。

台灣地區最早的飼養歷史大概是在明末（西元 1650 年左右）荷蘭人侵占台灣西南沿海地區，為了協助耕作和作為搬運用途，而引入黃牛 (*Bos taurus* var. *domestica*, GMELIN) 和水牛 (*Bubalus bubalis* L.)，其後由於水田的開闢，水牛的需求增多，故到 1898 年時，水牛和黃牛的比例約為 2.4:1，而當時共有牛隻約 203,000 頭，這也是目前所知台灣地區第一次最有系統的牛隻統計資料。其後，牛隻數量漸增，西元

1909 年時，約有水牛 304,000 頭，全島水牛、黃牛、洋牛和雜種牛之總數為 480,000 頭，為全台牛隻之最高紀錄，此時牛隻的主要用途仍為農用。其後二十多年的牛隻飼養數稍降，但均維持在 30~45 萬頭之間。二次世界大戰後期，日軍大量飼養牛隻以供作為軍糧，故光復初期（民國 34 年，西元 1945 年），牛隻總數降為 29 萬頭。

政府播遷台灣後，全力發展農業，因為農業用機械尚未發達，故牛隻提供了許多的農業動力，因而飼養頭數亦再次突破 40 萬頭（附錄圖一），民國 40~50 年間，均在 35 萬頭以上。民國 50 年以後，農家開始採用農用機械，省去不少之勞力，在民國 50~60 年間農用機械（耕耘機）由四千多台增長 5 倍，加上政府亦發展工業，農村人力外流，兩項因素導致牛隻飼養頭數的下降，由民國 50 年的 42 萬頭降至民國 60 年的 25 萬多頭，這個時期的牛仍以役用為主，乳、肉牛之利用仍不多，但已有起步之狀態。民國 60 年後農業社會轉變為工商業型態之社會，農村勞力更大量外流至都市，農家已普遍使用機械代替牛耕，又因國民所得的提昇，牛乳製品、牛肉需求的增高，導致此時牛隻飼養結構產生了變化，役用牛（水牛）大量的減少，役用牛頭數已隨農用機械之增加而逐漸的消失於台灣的農村，由民國 74 年全省役用水牛的分布情形，亦可看出這種趨勢（附錄圖二）。此時政府亦積極獎勵民間發展酪農專業區和肉牛專業區，因而乳牛和肉用牛的數量有攀升之趨勢。民國 70 年時，全島水牛約 3 萬 8 千頭，農業機械化之情形更為普遍，到民國 83 年的統計顯示，此時水牛之頭數僅有 14,909 頭，和全盛時期頭數相

比，有非常大的差異。將來加入 GATT 後，衰退情形定會更加嚴重。

隨著時間的演變，水牛的功能亦由役用慢慢轉變成肉用居多，由於傳統台灣農家多不嗜食牛肉，加上民國 63 年底起，國內大幅開放冷凍牛肉進口，以致全省水牛數目銳減，但由於冷凍牛肉口感較差，故本省產牛肉仍有一定之消費市場。根據本次的訪問所得，目前在陽明山國家公園所放養的水牛，除了部份是農家感念水牛之辛勞，讓其在此終年外，亦以做為肉牛為主要用途。

陽明山的放牧歷史

陽明山牧場可說是台灣北部的最大牛隻放牧場，舊名「牛埔」，在清末即有經營之型態，日人據台時期（西元 1934 年，民國 23 年）正式成立牧場，稱為「大嶺牧場」（亦有報告稱為「州營大嶺作牧場」）（李瑞宗等 1994），全盛時期牛隻甚多。牧場的管理單位隨著政治的變遷，由台北州、陽明山管理局、退輔會至今日的台北市農會，而本區的生態環境亦因牛隻數量的消長而有明顯的變化。光復前的環境已無法追溯，但由與前牧場管理員邱阿化先生的訪談中，大約可猜出一些。邱先生在民國 42 年正式掌管「水牛放牧」的工作，根據邱先生所有的一幅「台北市農會陽明山牧場概略圖」，此圖是民國 45 年所繪，研究人員利用圖上的地點，配合李瑞宗等（1994）的描述，並依據 1:5,000 像片基本圖和 1:25,000 地形圖的資訊，和其上之等高線變化情形，利用

GIS，我們重新製作出當年的牧場分布位置概略圖（附錄圖三），面積約達 466 公頃。由於現存資料不甚詳細，我們在繪製界限時多以等高線之變化為主要依據，同時因水牛不喜在較陡地區活動之習性，刪去一些坡度較陡之區域，而畫出附錄圖三，基本上此圖仍可以顯現出當年之盛況。

根據邱阿化先生的描述和李瑞宗等 (1994) 的敘述，日人據台時期大嶺牧場有三大牧場，第一牧場在擎天崗，範圍包括山豬湖至七股一帶，第二牧場在鹿崛坪，範圍包括磺嘴山、大坪、炭腳等地，第三牧場在風櫃嘴一帶，包括雙溪和東湖國小等處。以現在的行政區域畫分，其中第一、三牧場屬於台北市管轄，即陽明山牧場，第二牧場則為台北縣之範圍。全區約 2,000 公頃，飼養牛隻數全盛時期達 1,600 頭。光復後到了民國 42 年成立陽明山牧場由台北市農會所管轄，牧場範圍僅包括台北市的部分。

牧場上牛隻的來源，早期包括三重、金山、蘆洲、五股和泰山等地區，近年來隨著臺灣大環境之演變，台灣的水牛越來越少，而放牧於陽明山牧場的牛大多來自士林、北投、內湖和萬里一帶，規模已逐漸縮小。就牛隻的數量而言，民國 45 年前後是光復後的頂盛期，曾達 661 隻，隨後牛隻數逐年遞減，參見正文之圖十一)。

據邱阿化先生的說法，本區早期為五節芒之植物社會（屬於破壞性植物社會，亦即有人為之干擾，如火災、踐踏、砍伐...），而類地毯草則在 1953 年時才被引入（李瑞宗

因此建議陽明山國家公園管理處儘可能地維持現狀(甚至增加水牛數量以控制五節芒的擴張)，以維持當地之優良景觀，同時也建議設置一些解說設施和說明資料與教材，介紹水牛在台灣農村過去所扮演的角色和貢獻，以及水牛在陽明山國家公園之放牧歷史，同時應介紹水牛在草原生態系之地位，以及牛隻們對生態系之可能衝擊。因此，保存擎天崗附近的牛隻活動行為，對國家公園在經營這塊地區上有極正面的價值，不管就人文、遊憩、生態解說，甚至是生態旅遊上，都是非常重要的。

二、陽明山國家公園設立永久樣區之建議

永久樣區的設立是瞭解生態系改變之重要基礎，這種方法在國外已是司空見慣的事，然而在國內相關的研究並不多。在國家公園方面，在墾丁的南仁山生態保護區，有一處規畫甚佳之植物永久樣區設立，對於植物種類之成長、自然狀態植群之演替(植種組成和數量改變)的瞭解上，有非常大的貢獻。在陽明山國家公園內韓志武(1992)曾設立永久樣區追蹤七星山之東北面山坡(中央地區)的植被演替，本區因為在民國 77 年 7 月曾發生火災，約有 11 公頃的林地遭到火燒，黃增泉和謝長富(1990)曾進行火災後的第一次調查，韓志武(1992)於三年後進行第二次調查，由兩次調查之比較，獲得許多相關的生態變化資訊，對於生態系之改變過程，有非常好的瞭解。

磺嘴山生態保護區，面積約 440 公頃(內政部營建署 1985)，位於陽明山國家公園之東北側，境內因無公路可達，故在陽明山國家公園內屬於人跡較少之區域，植被上亦保持較完整之狀態。可惜的是，有關於此區的相關生態研究卻甚稀少，除了一些地形、地質(鄧國雄 1988，巫宗南 1990)、植物生物景觀(黃增泉等 1983，張新軒等 1991，張新軒 1992)、動物生態(林曜松等 1983，呂光洋等 1990，陳宜隆 1991)之外，缺乏詳細之生態資源調查，更遑論建立永久樣區之資訊了。在擎天崗附近之草原亦有相似的情形。

這兩區由於有牛隻放牧之歷史，牛隻活動會對生態系之草原景觀產生很大之影響(張新軒等 1991，張新軒 1992，本研究)，且陽明山國家公園管理處亦計畫於磺嘴山地區的翠翠谷放養梅花鹿(王穎 1994)，因此為了掌握生態系變遷之資訊，以做為管理處經營管理之參考，有必要設立永久樣區，以長期追蹤生態系之變化。

考量本區之地理位置、不可及性，和多雨多霧之特性，以及監測範圍之廣泛，因此建議以兩個空間尺度的方式(附錄圖四)，建立永久樣區(或監測系統)(李培芬 1994)。以遙測的方式進行主要是考慮地面樣區不可能包括所有之區域，且可以在短時間之內，得到許多資訊。目前台灣地區的遙測資料，有許多管道可以取得，較適合進行本區監測的有航空照片和 SPOT 衛星影像，以及空載多譜掃描資料(airborne multispectral scanner)，航空照片可分為黑白、彩色(可見光和紅外光)等，以我們經驗得知，使用黑白照片時，假桫欏和雜林木不易區分，五節芒在未開花期，亦不容易與假桫欏分開，故最好能採用彩色式航空照片，會得到較佳之結果。此外利用中央大學所提供的 SPOT 影像和農林航空測量所的空載多譜掃描資訊亦可達到目的，但這兩種遙測資料的品質不如航照般的細緻。偵測之內容，可參考本研究之方式和結果，大致上包括陽明山牧場(擎天崗附近)和磺嘴山地區之草原景觀現狀和變遷，並利用變遷資料，計算年變化速率，進而推測未來之變化情形。而所得之遙測圖，經由判釋後，變成 GIS 之圖檔，亦可做為管理處在未來作進一步經營管理(如梅花鹿放養、清除五節芒...)之參考。

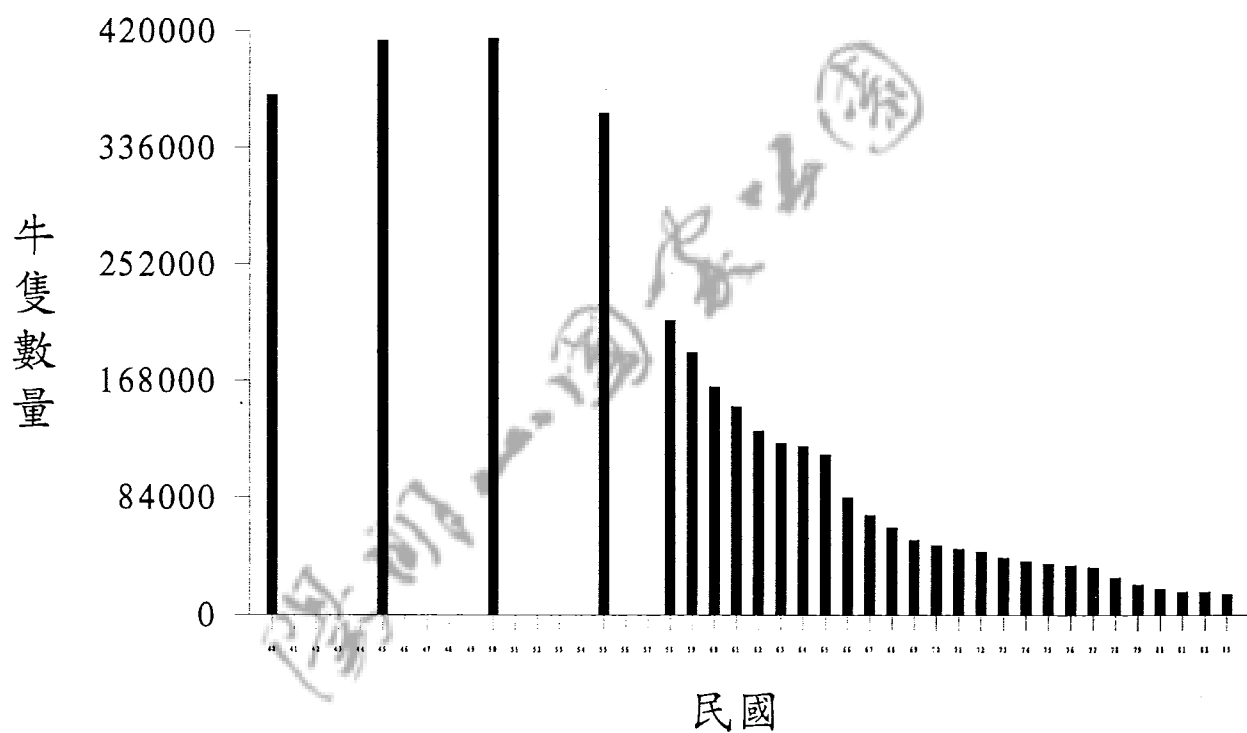
使用地面調查則是用來補充遙測方法的不足，且是釐清各種植物群落問題的最佳方式，歐美各國研究牛隻放牧問題大多採用地面之調查。要能長期偵測研究區域之生態變遷，則必需設立永久樣區，每年在固定的時間，對樣區之狀況進行測量與調查，利用長久累積的資料，來分析景觀、生態系和物種之變化。因此，永久樣區的選定是非常重要的事項，而選擇適當的樣區是永久樣區的基礎。建議用以下之標準作為選擇之考量：一、平坦地區，因為水牛大多利用平坦區作為活動區域，以坡度而言，約在 10% 以下（附錄圖五）；二、類地毯草區，本項考慮之著眼點在於監測類地毯草區之變化情形（附錄圖六）；三、可及性佳，可以到達沒有天然阻隔；四、人為干擾少，即儘可能遠離步道附近 500 公尺之區域（附錄圖七）。利用 GIS 分別製作出上述四種圖層，經過疊圖處理後，得到永久樣區之可能地點圖（附錄圖八）。擎天崗的情形亦依上述方法得到永久樣區之可能地點，如附錄圖九。

為了得到統計上之代表性，建議樣區數應越多越好，五至十個之間是理想值，監測時以圍籬方式圍起一個 7 公尺×7 公尺之樣區（樣區大小係依張新軒等 (1991) 修改而成），於固定時間記錄類地毯草、五節芒之草長和覆蓋度（張新軒等 1991），以及其他種類之出現情形，同時亦於樣區附近隨機選取數個（視需求而定）樣區（沒圍籬者），亦測量相同之資料作為比對。這些資料累積多年後，除了可看控制組和對照組之差異外，亦可瞭解年間之變化情形，並配合遙測之資料，合併分析，達到生態監測之目的。

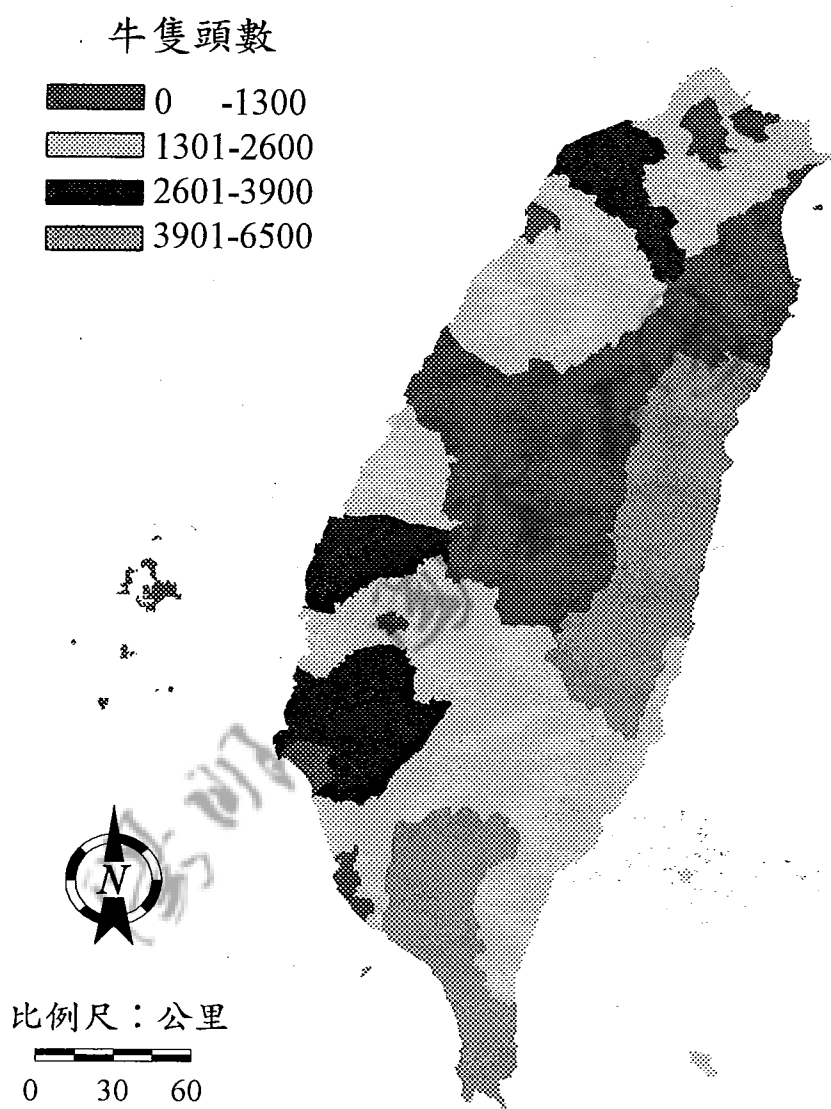
附錄引用文獻

- 內政部營建署. 1985. 陽明山國家公園計畫提要. 內政部營建署, 台北. 32頁.
- 王穎. 1994. 陽明山國家公園台灣梅花鹿野放研究(一). 陽明山國家公園管理處, 台北. 33頁.
- 林曜松、顏瓊芬、關永才. 1983. 陽明山國家公園動物生態景觀資源. 內政部營建署, 台北. 73頁.
- 呂光洋、王震哲、曹潔如、呂玉娟、張巍薩、陳宜隆、花炳榮、馬協群. 1990. 陽明山國家公園翠翠谷沼澤生態系之研究調查. 陽明山國家公園管理處, 台北. 72頁.
- 李瑞宗. 1988. 丹山草欲燃. 內政部營建署, 台北.
- 李瑞宗、謝沐璇、白嘉民、童禕珊、張愷馨、郭典翰. 1994. 陽明山國家公園魚路古道之研究. 陽明山國家公園管理處, 台北. 208頁.
- 李培芬. 1994. 雪霸國家公園保育監測系統之規畫研究. 雪霸國家公園管理處, 台中. 100頁.
- 李培芬、林曜松. 1994. 臺灣地區國家公園動物生態資料庫報告. 內政部營建署, 台北. 621頁.
- 巫宗南. 1990. 陽明山國家公園之地形分類及其成因. 陽明山國家公園管理處, 台北. 111頁.
- 張新軒. 1992. 磺嘴山(含擎天崗)地區動物(牧牛)對環境影響之研究與管理實施計畫: 類地毯草草種復育工作. 陽明山國家公園管理處, 台北. 21頁.

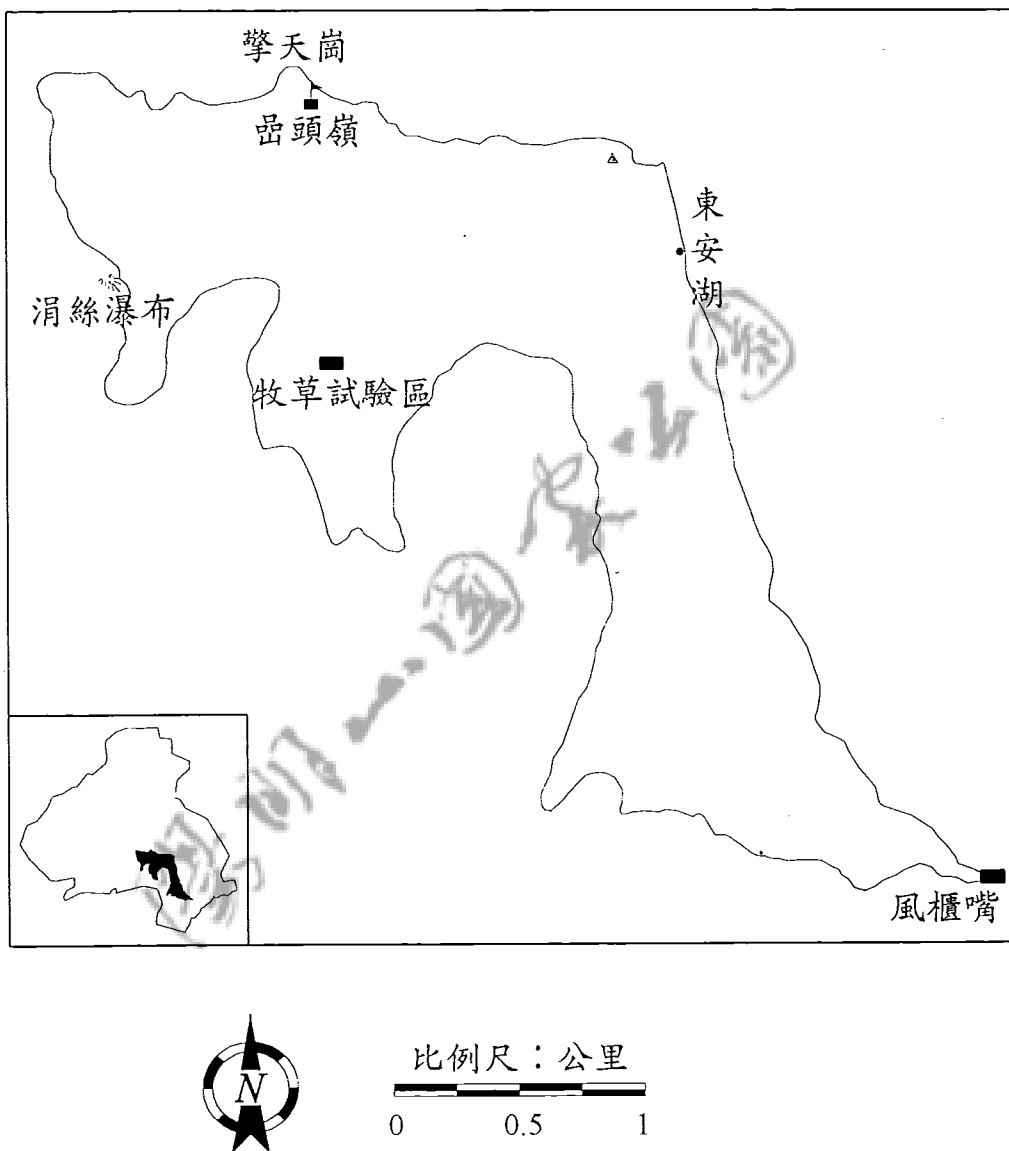
- 張新軒、陳茂墻、卜瑞雄. 1991. 磺嘴山(含擎天崗)地區動物(牧牛)對環境影響之研究與管理. 陽明山國家公園管理處, 台北. 21頁.
- 陳宜隆. 1991. 陽明山翠翠谷台灣野兔生態調查. 碩士論文. 臺灣師範大學, 台北. 66頁
- 韓志武. 1992. 陽明山國家公園永久樣區生態調查研究. 陽明山國家公園管理處, 台北. 48頁
- 黃增泉、謝長富. 1990. 陽明山國家公園森林火災對生態之影響調查. 陽明山國家公園管理處, 台北.
- 鄧國雄. 1988. 陽明山國家公園之地形研究. 陽明山國家公園管理處, 台北. 163頁
- 胡宏渝、林秀雄、周榮華. 1986. 台灣養牛頭數調查報告. 台灣省政府農林廳, 台中.
- 台灣省農林廳. 1994. 台灣農業年報(83年報). 台灣省政府農林廳, 台中.
- 台灣省農林廳. 1984. 台灣農業年報(73年報). 台灣省政府農林廳, 台中.
- 台灣省農林廳. 1978. 台灣農業年報(67年報). 台灣省政府農林廳, 台中.



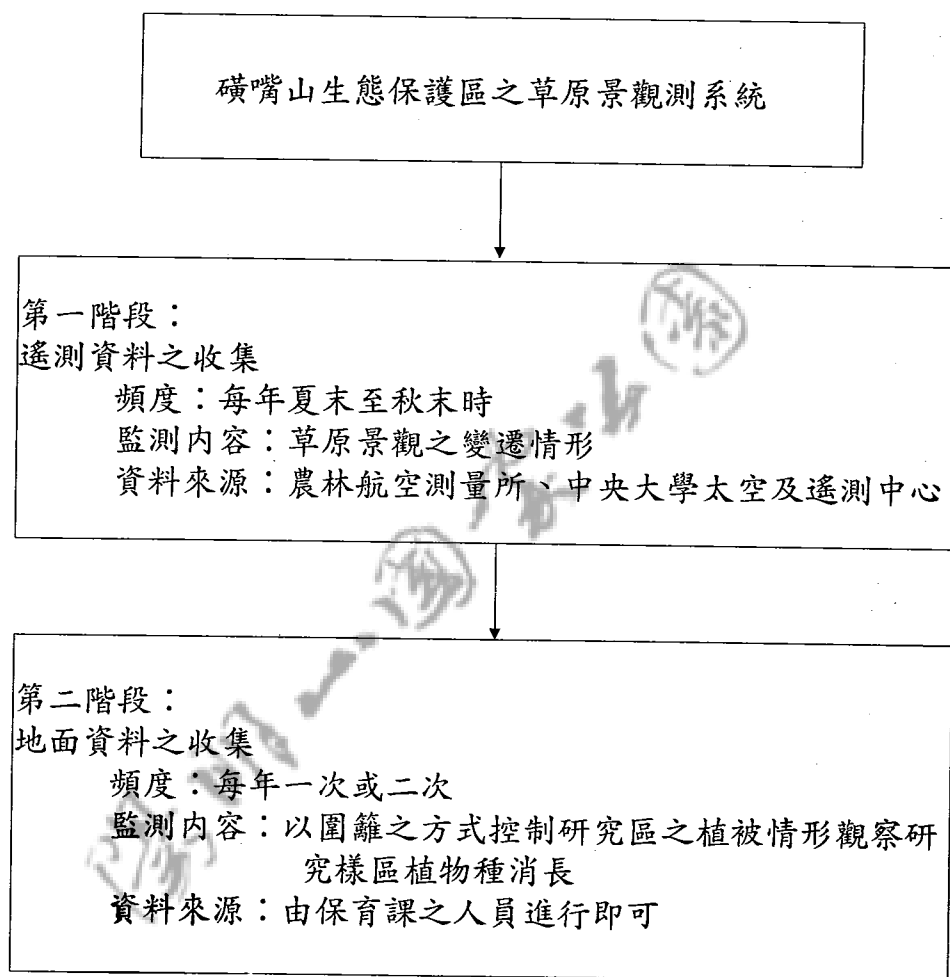
附錄圖一、臺灣地區民國40至83年飼養水牛之總數量年變化
 (資料來源：臺灣省政府農林廳歷年「臺灣農業年報」)



附錄圖二、民國74年台灣地區役用水牛的分布情形



附錄圖三、台北市農會陽明山牧場之概略位置，本圖係根據邱阿化先生所保留之民國45年陽明山牧場圖，由研究者根據他的描述，以及李瑞宗等（1994）之描述，再比對於 1:5,000之像片基本圖和 1:25,000之地形圖，製作而成。某些界限因不甚清楚，採用等高線與地形之變化作為選取之標準，故僅能視為是概圖。

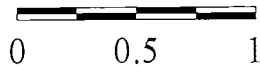


附錄圖四、永久樣區設置之建議模式

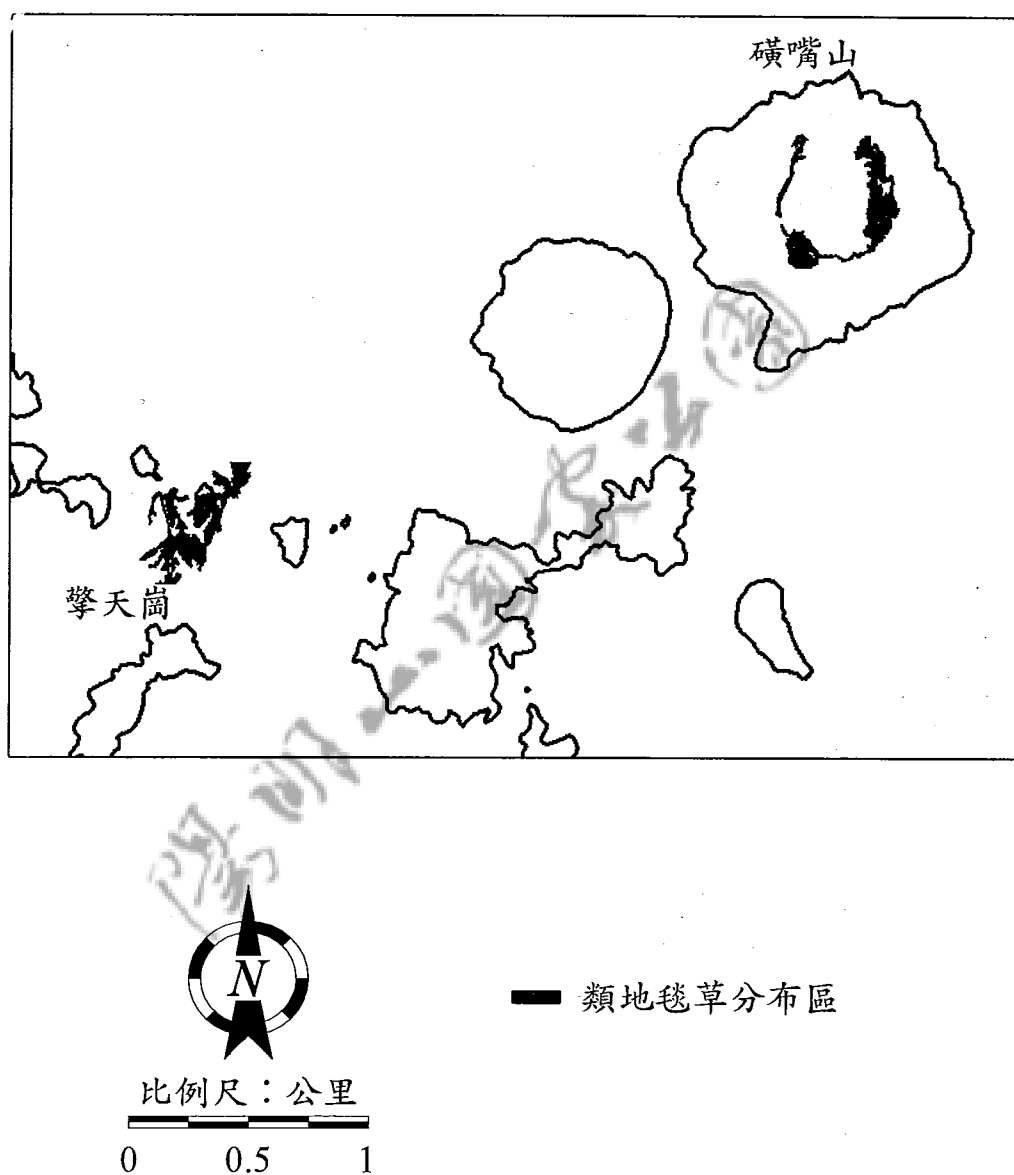


— 坡度小於10%

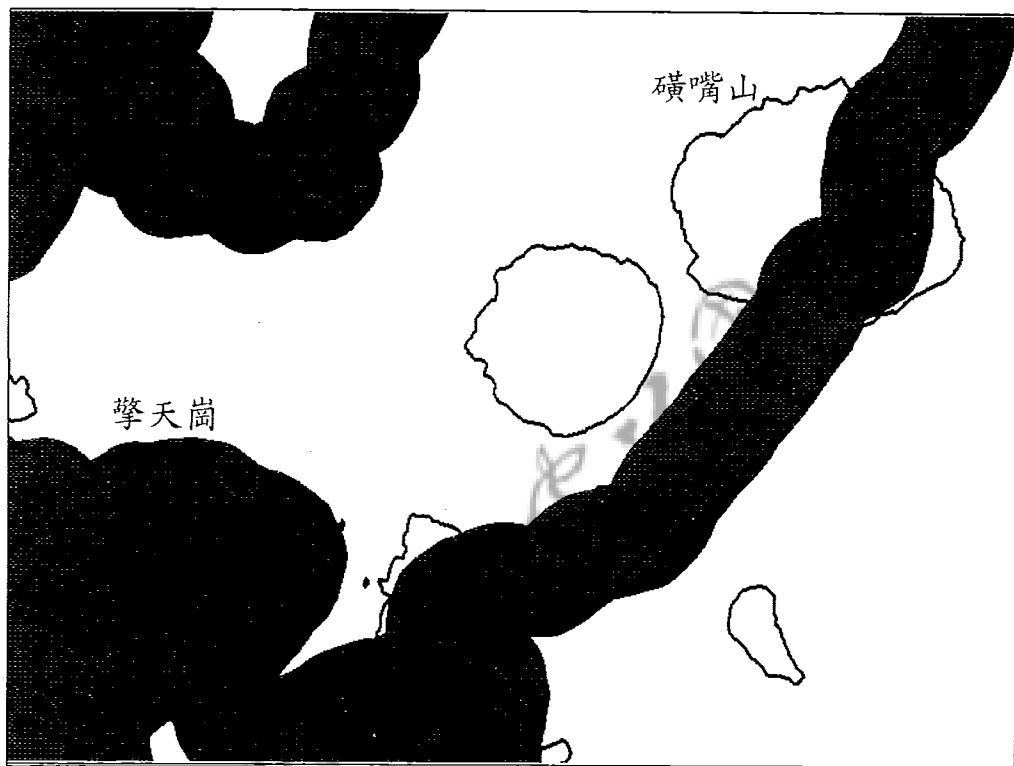
比例尺：公里



附錄圖五、擎天崗（左）和磺嘴山（右）地區坡度小於10%
之區域（線段為海拔775公尺之等高線）

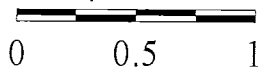


附錄圖六、磺嘴山（右上）和擎天崗（左下，局部）附近類地毯草之分布區（線段為海拔775公尺之等高線）

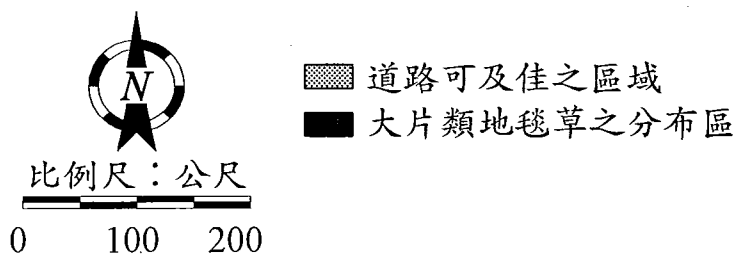
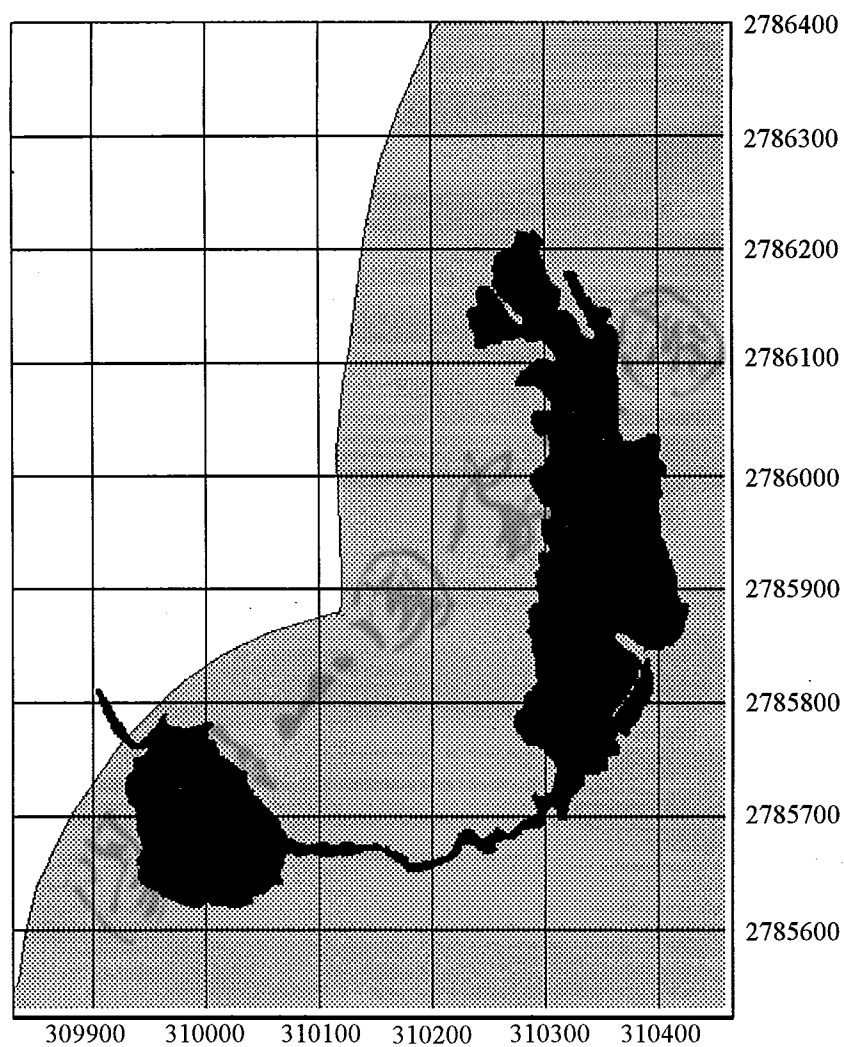


道路可及佳之區域

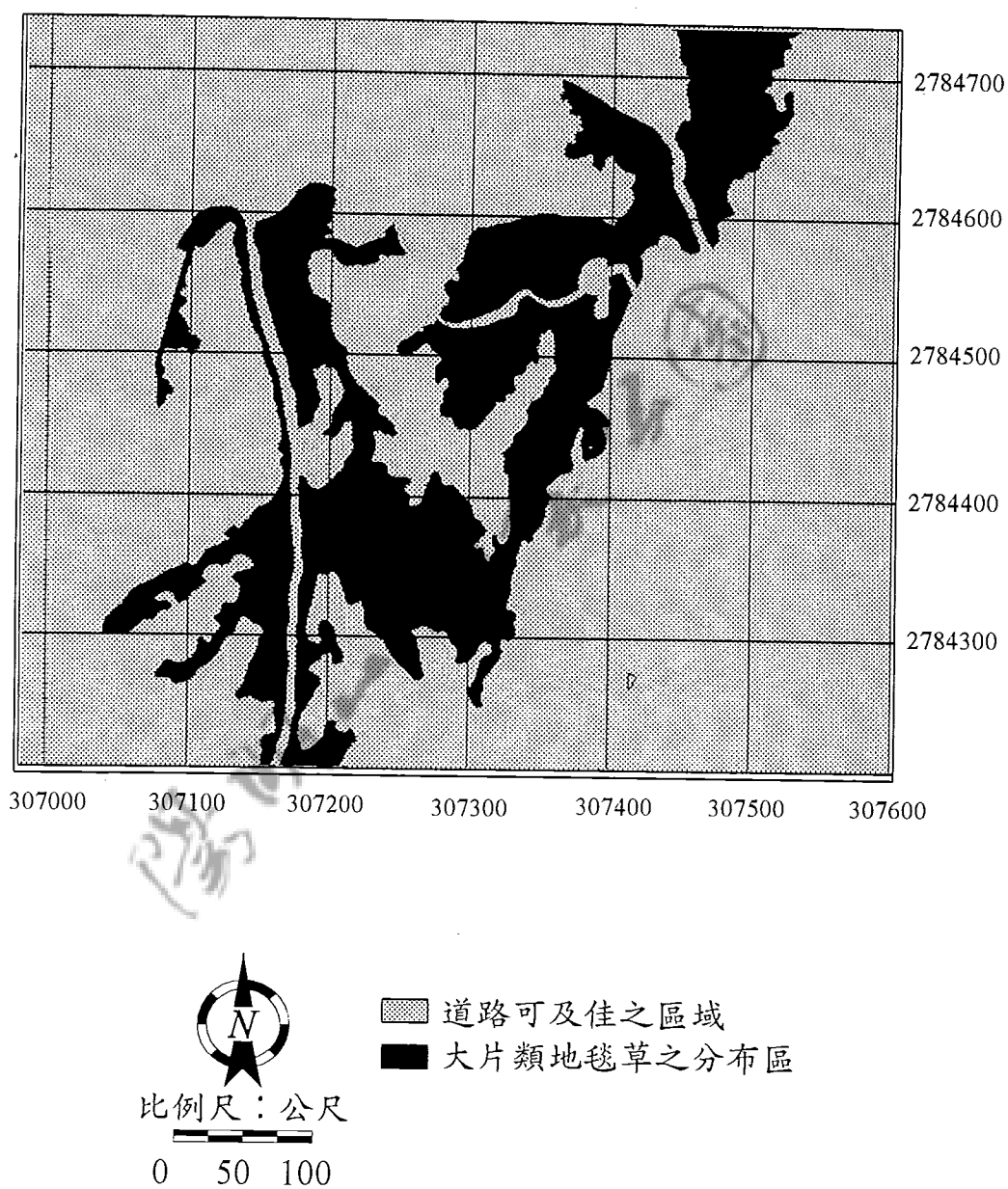
比例尺：公里



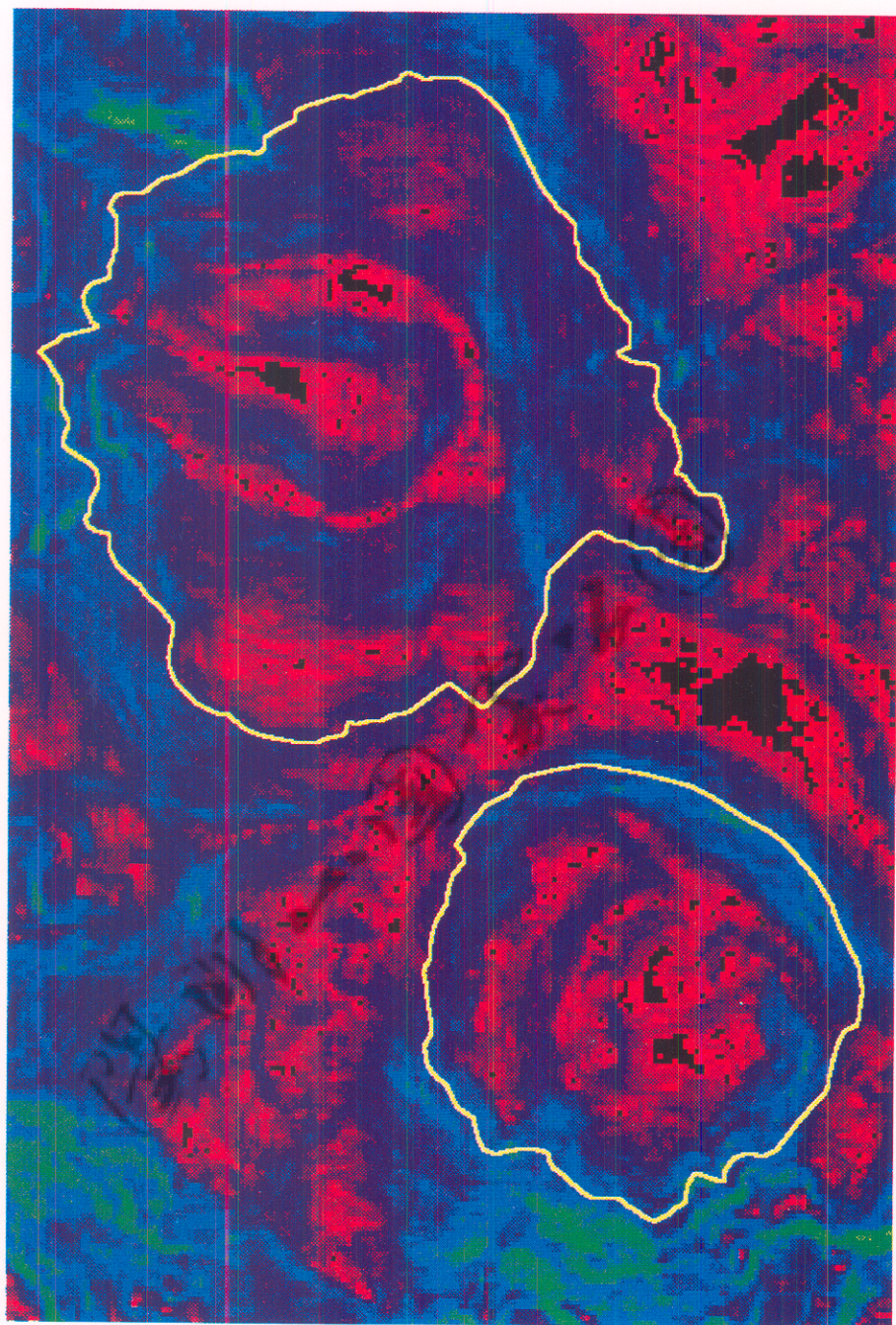
附錄圖七、磺嘴山（右）和擎天崗（左）區域可及性較佳之區域（線段為海拔775公尺等高線）



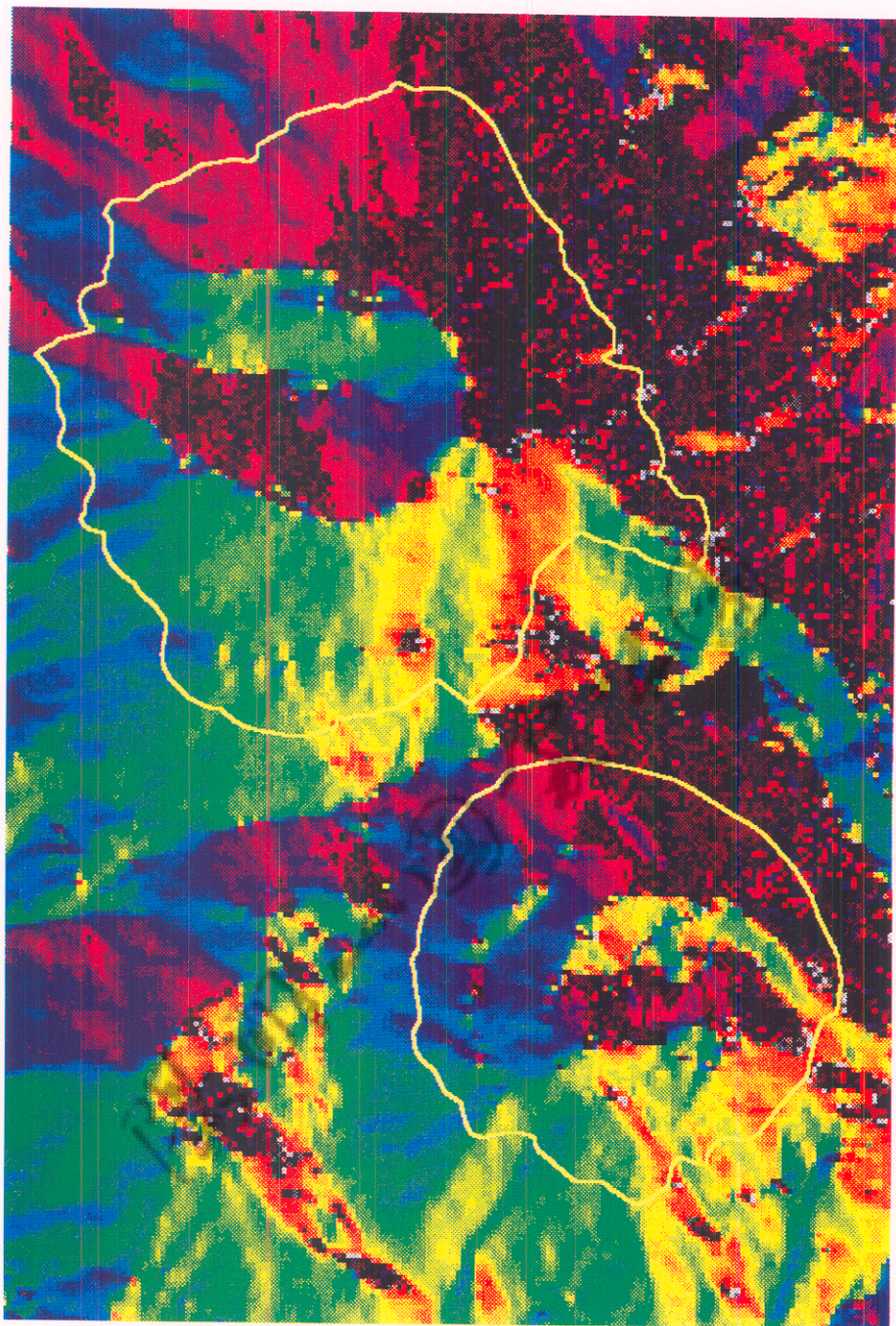
附錄圖八、礮嘴山地區設立永久樣區之可能地點



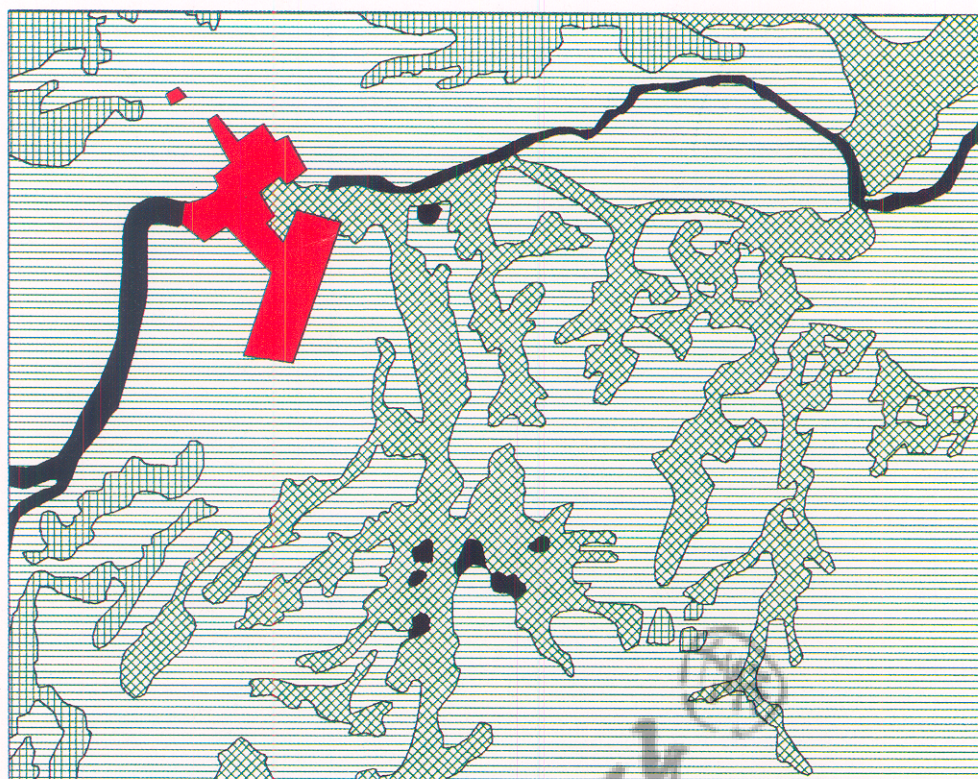
附錄圖九、擎天崗地區設立永久樣區之可能地點



圖六、研究區域之坡度



圖七、研究區域之坡向



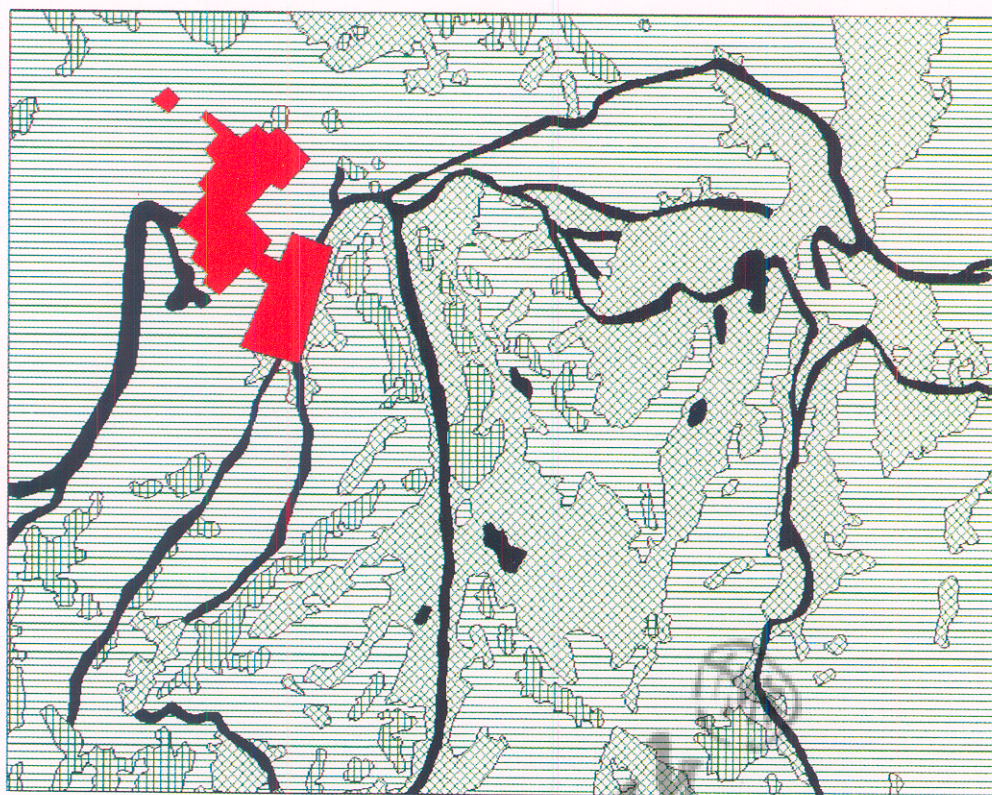
- 建築物
- 道路或裸露地
- 類地毯草
- 五節芒
- 假桧木或雜木林



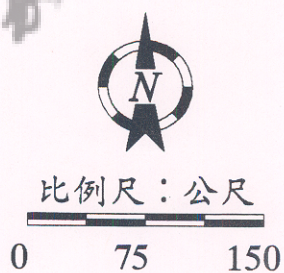
比例尺：公尺

0 75 150

圖十三、民國77年時之擎天崗草原景觀

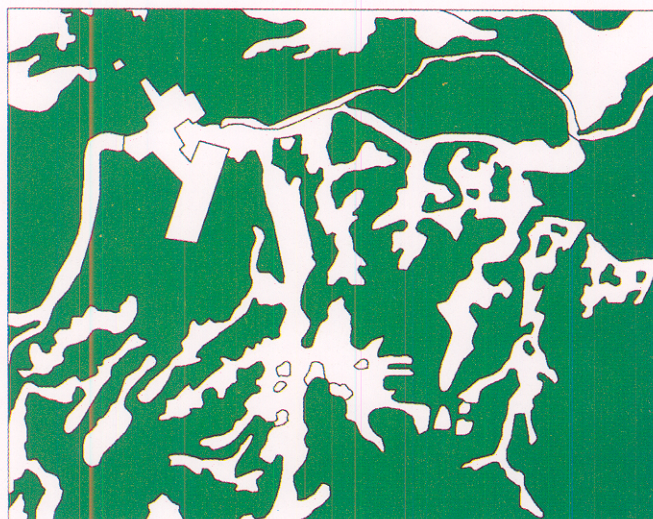


- 建築物
- 道路或裸露地
- 類地毯草
- 五節芒
- 假桉木或雜木林



圖十四、民國83年時之擎天崗草原景觀

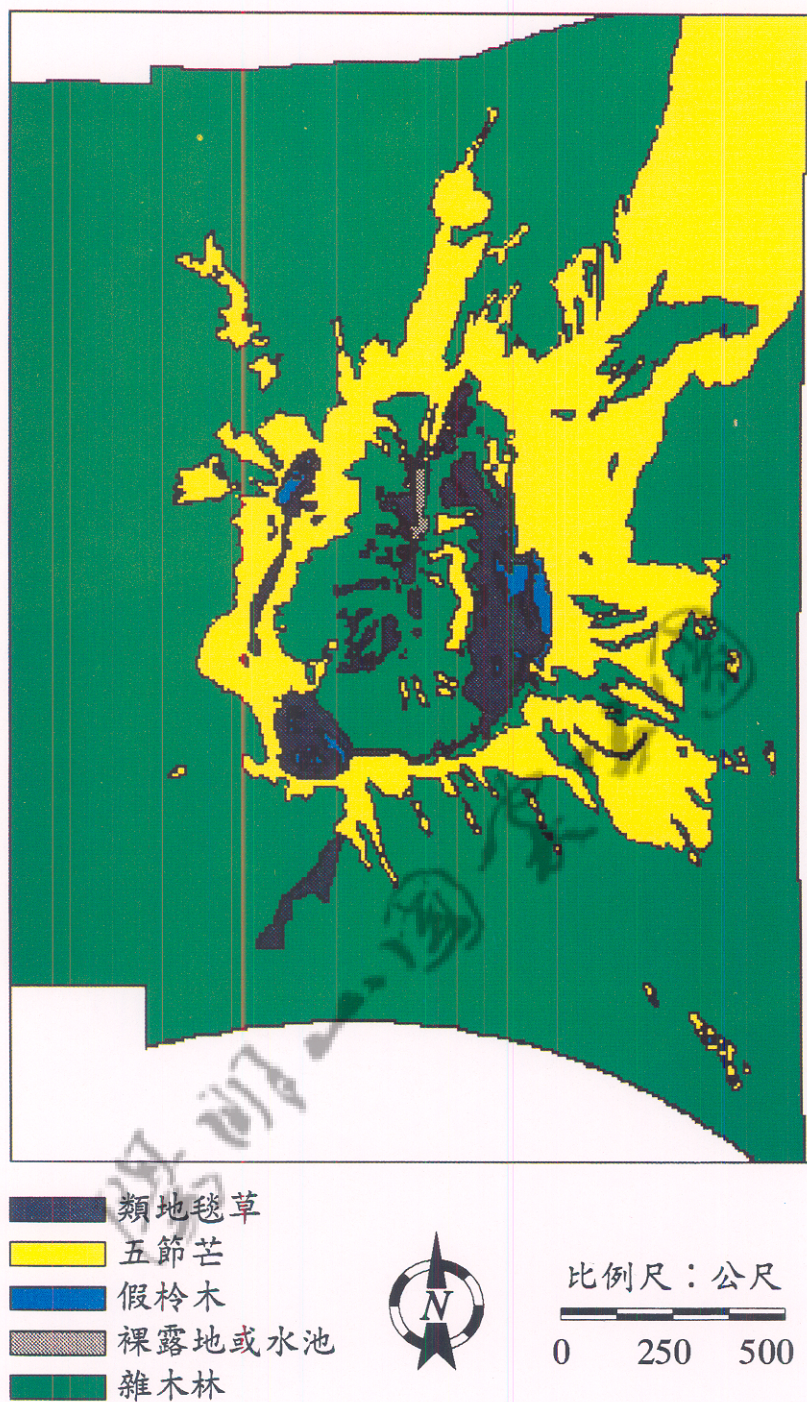
A. 民國77年



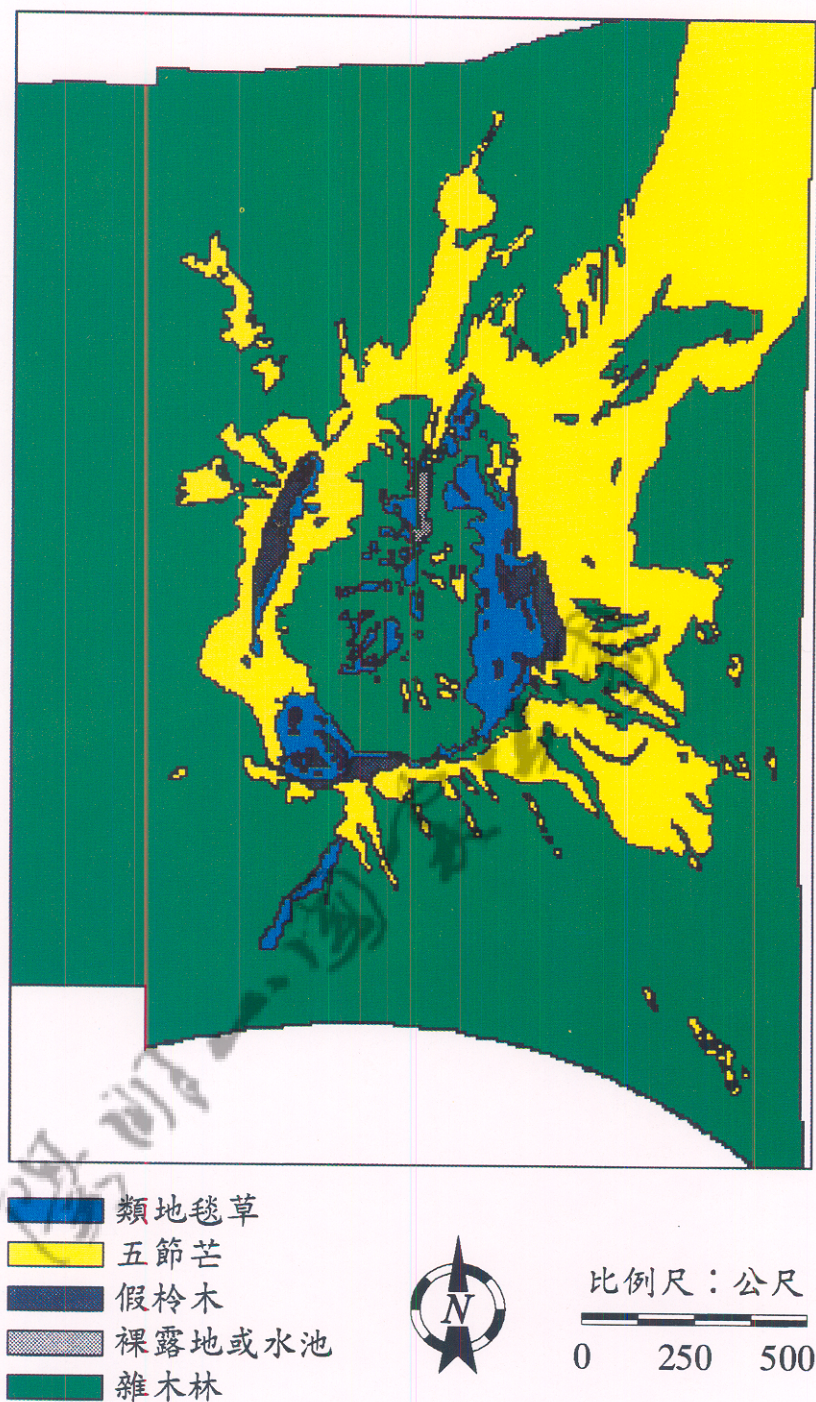
B. 民國83年



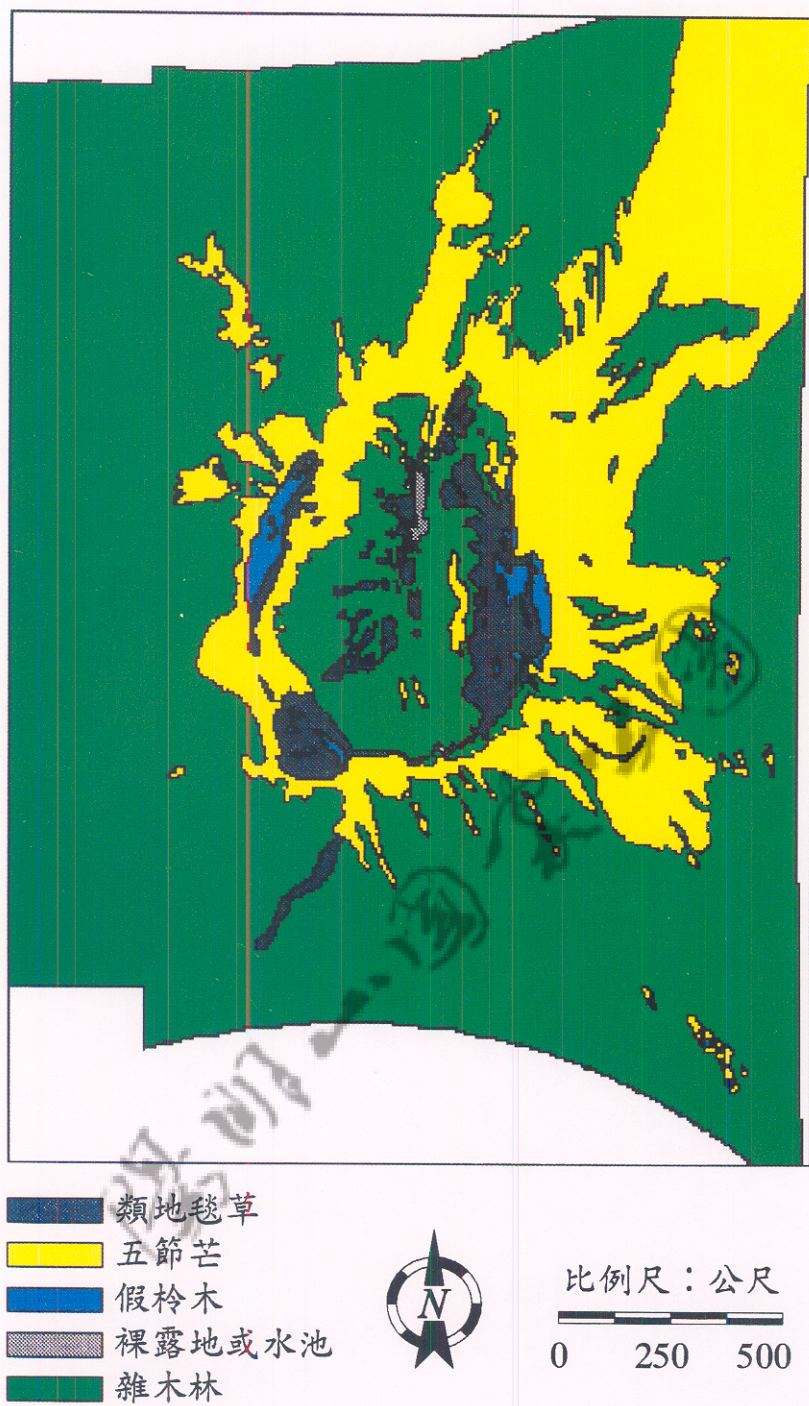
圖十五、擎天崗地區五節芒草原之景觀變遷比較



圖十六、民國74年時之磺嘴山草原景觀



圖十七、民國77年時之磺嘴山草原景觀



圖十八、民國82年時之磺嘴山草原景觀

統一編號

002254840068

陽明山國家公園