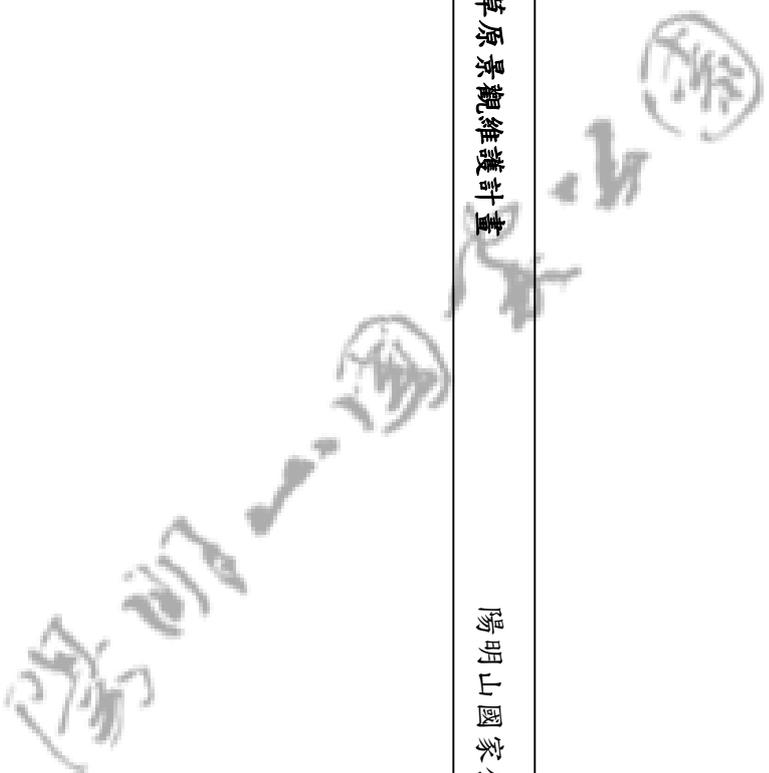


陽明山國家公園擎天崗草原景觀維護計畫

陽明山國家公園管理處委託研究報告

101 年度



陽明山國家公園擎天崗草原景觀維護計畫

陽明山國家公園管理處委託研究報告

中華民國 101 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

案號：1010706

陽明山國家公園擎天崗草原景觀維護計畫

受委託者：中國文化大學

研究主持人：郭瓊瑩

協同主持人：羅玲玲、潘富俊、吳思宏

陽明山國家公園管理處委託研究報告

中華民國 101 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目次

目次.....	I
表次.....	II
圖次.....	III
摘要.....	IV
第一章 前言	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 相關研究探討	3
第三節 研究目的.....	8
第一節 研究範圍.....	1
第二節 環境概述.....	11
第三節 實施方法.....	12
第三章 結果	25
第一節 放牧實驗.....	25
第二節 人工機械控制實驗.....	1
第四章 結論與建議.....	48
第一節 結論與討論.....	48
第二節 建議	51
附錄.....	53
參考文獻.....	76

表次

表 2-1 步道樣區比較表	17
表 2-2 調查季節分類表	23
表 3-2 人工除草地試區植物平均覆蓋度	29
表 3-3 芒草砍除之斜坡地試區春季平均覆蓋度比較	31
表 3-4 新植牧草試區四季平均覆蓋度比較(%)	33
表 3-5 步道 PA 試區四季平均覆蓋度比較(%)	34
表 3-7 步道 PA 裸露地變異數統計分析結果	35
表 3-8 步道 PB 試區四季平均覆蓋度比較(%)	36
表 3-9 步道 PB 類地毯草變異數統計分析結果	37
表 3-10 步道 PB 裸露地變異數統計分析結果	38
表 3-11 步道 PC 試區四季平均覆蓋度比較(%)	39
表 3-12 步道 PC 類地毯草變異數統計分析結果	40
表 3-13 步道 PC 裸露地變異數統計分析結果	40
表 3-14 步道 PD 試區四季平均覆蓋度比較(%)	41
表 3-15 步道 PD 類地毯草變異數統計分析結果	42
表 3-16 步道 PD 裸露地變異數統計分析結果	42
表 3-17 步道 PE 試區四季平均覆蓋度比較(%)	43
表 3-18 步道 PE 類地毯草變異數統計分析結果	44
表 3-19 步道 PE 裸露地變異數統計分析結果	45

圖次

圖 1-1 陽明山國家公園轄區內水牛群，臺灣水牛屬於沼澤型水牛多為役用牛.....	2
圖 1-2 陽明山國家公園轄區內神戶牛群，神戶牛為高經濟價值肉用牛.....	2
圖 1-3 陽明山國家公園擎天崗草原景觀發展計畫之草原景觀範圍放牧.....	4
圖 1-4 2011 年擎天崗每月旅客到訪人次.....	5
圖 2-1 研究範圍.....	10
圖 2-2 1981-2010 年鞍部、竹子湖氣候資料.....	11
圖 2-4 實驗樣區位置圖.....	14
圖 2-6 樣區 PA 實驗樣區現況圖.....	18
圖 2-7 樣區 PB 實驗樣區現況圖.....	18
圖 2-8 樣區 PC 實驗樣區現況圖.....	19
圖 2-9A 樣區 PD 實驗樣區現況圖.....	19
圖 2-10 步道 PE 實驗樣區現況圖.....	20
圖 2-11 稜線平緩地試區之樣區排列示意圖.....	21
圖 2-12 實驗圍籬及割草機.....	21
圖 2-13 試區 D、N 之樣區排列示意圖.....	22
圖 2-14 試區 H 小區(SUBPLOT)、圖 2-15 試區 D、N 小區(SUBPLOT).....	22
圖 2-16 遊憩行為對草原植物組成的影響調查之步道樣區示意圖.....	23
圖 3-1 斜坡 A 之植物覆蓋率變化.....	32
圖 3-2 斜坡 B 之植物覆蓋率變化.....	33
圖 4-1 建議芒草挖除之入口芒草區(A) 圖 4-2 建議挖除芒草之示意圖.....	52
圖 4-3 建議芒草挖除之往涓絲瀑布方向芒草區(B).....	52

摘要

擎天崗位於陽明山國家公園境內，擁有豐富的自然及人文資源，其中草原放牧景觀除了是遊客假日參訪的重要景點外，亦為國家公園區內的特別景觀區。因主客觀條件限制下牛群數目正逐漸減少，因此如何維持擎天崗草原及牛隻放牧之景觀，及其後續管理及維護方法乃為本研究之重點。

恢復及維持擎天崗的草原景觀，目前有兩種方法：一是適當的放牧，二是以人力干預，用剪草機定期剪除草原植被以外的灌木及高草類植物，控制草原的植物組成。在放牧方面，測量在固定時間牛隻採食面積及採食區內與採食區外草長，利用牛隻體重及類地毯草乾物質重推估草原承载力。在人為處理上，以人工除草及遊客踩踏為模式，在固定區域內評估地面覆蓋率及覆蓋草種在不同季節的變化，研究維持草原生態的最適宜方法，作為維護擎天崗草原景觀的科學參據。

結果顯示在放牧方面，草原的承载力約為一公頃一年維持一隻 200kg 的神戶牛，因此擎天崗放牧草原面積無需過大，目前神戶牛的數目似乎能有效維持草原景觀，但對於控制或削減現有芒草區可能需要增加牛隻來進行。在人為干預上結果顯示秋季之割草處理，不會對類地毯草覆蓋度造成影響，而割草實驗則有助於抑制其他草種入侵，顯示割草有助於類地毯草覆蓋度的維持。而遊憩踩踏行為對類地毯草會有絕對的影響，建議應謹慎規劃步道使遊客減少對草地的踩踏；在遭遊憩踩踏情況嚴重處，進行定期的草皮養護工作，或進一步設置圍欄，禁止遊客踩踏。並設置永久樣區長期觀測植被的演替並監測及防治外來入侵植物，以作為經營管理這些地區之參考。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。

關鍵字：擎天崗，草原景觀維護，類地毯草，牛隻放牧，神戶牛，人工除草

Abstract

Chingtienkang, within the territory of the Yangmingshan National Park, has a wealth of natural and cultural resources, and the pasture landscape on it has become the major attraction for visitors during holiday. Under various Limitations, the number of cattle on pasture has been reduced gradually, and thus affects overall view of the landscape. As a result, how to maintain grasslands and cattle grazing in Chingtienkang and its subsequent management and maintenance method is the major focus of this study

To Recover and maintain Chingtienkang prairie landscape, there are two possible methods: by proper grazing or by human intervention by regular prune shrubs and grasses in the grassland. For the part of grazing, we measured the size of feeding area and the length of grass (*Axonopus affinis* Chase) inside and outside of feeding area, combining with cattle weight and grass dry matter weight information to estimate grassland carrying capacity. For the part of human intervention, we used manual weeding and tourists stampede as models by measuring the ground coverage and the difference in coverage during different seasons to assess the most appropriate method of landscape maintenance in Chingtienkang prairie.

The results suggested that the grassland carrying capacity is about one hectare a year to maintain one 200kg Kobe beef; and thus the number of Kobe beef seems to be able to effectively maintain current grassland landscape. To control or reduction of existing *Miscanthus* growing area, however, the cattle number may need to increase. Human intervention results indicated that mowing in the fall has no effect on the coverage of *Axonopus affinis* Chase, but mowing help to control the invasion of other grasses. Recreation stampede behavior by visitors had significant impact on the coverage of grass; as a result, cautions should be taken in planning touring trails, or prohibit area should be marked to avoid further damage of grassland. Proper managements methods are needed to save the existing great prairie landscape and to achieve the purpose of sustainable use

,
Key words: Chingtienkang, pasture landscape maintenance, *Axonopus affinis* Chase, grazing, Kobe beef

第一章 前言

第一節 研究緣起與背景

陽明山國家公園為臺灣北端重要之國土保育區域，向西連結淡水河生態系，以北串接北海岸海洋與海岸生態系，以東則與雪山山脈連接，為北臺灣國土保育生態脊梁之重要端點，扮演保存維繫大臺北都會區自然生態與生物多樣性之核心角色。

陽明山國家公園自民國 74 年成立以來，已有 27 年歷史，刻正進行國家公園計畫第三次通盤檢討的程序；為國家公園未來之整體發展與經營管理進行總檢討。計畫定位國家公園未來發展，以整合陽明山區自然與人文資源，串聯區域水與綠系統；保育國家公園為大臺北地區生態保育網絡與棲地核心，建構北臺灣國土永續發展典範。其中在保育面向；並提出人文地景保護研究、自然地景長期變遷調查、生態棲地之保育復育、與溪流廊道與水資源之保育管理等核心行動綱要工作項目。由於國家公園緊鄰臺北都會區，隨各遊憩區陸續完成開放，與民國 90 年實施周休二日帶動國民旅遊風氣；擎天崗地區平均每年 5 萬人次(陽管處，2010)之龐大遊憩人潮，造成國家公園生態環境的過度負荷與遊憩品質降低之疑慮。

擎天崗位於陽明山國家公園境內，擁有豐富的自然及人文資源，其中擎天崗的草原景觀除了是遊客假日參訪的重要景點外，亦為國家公園區內的特別景觀區(王震哲，2001)。擎天崗區域草原自清末至日治時期即有牛群放牧，早期先民於擎天崗地區狩獵開墾，為臺北盆地及金山、萬里等附近農家農閒時耕牛寄養處所。到了清朝末年該區域便已形成草原，進而變成牧民放牧的牧場(郭毓仁，2006)。據文獻指出日本人早於民國 23 年，於擎天崗、冷水坑、七股山地區設置大嶺岫牧場，並於擎天崗草原地種植類地毯草 (*Axonopus affinis* Chase)，臺灣光復後，政府更依原大嶺岫牧場進一步規劃設置了陽明山牧場(許立達，2006)。因此在該區域可以看到草原上牛隻成群，為擎天崗地區的一大特色。而牛隻的來源主要為北投、士林，金山等地農民所寄養放牧，牛隻為野放型態管理。後來因為農業機械化及水田的減少，水牛寄養的數量就愈來愈少。目前陽明山擎天崗草原地區入口可觀察到放牧者主要為黑色神戶牛(一般亦稱為赤牛，血統混雜有和牛及黃牛基因)為已馴化的家牛 (*Bos primigenius taurus*) (圖 1-1)；但族群數量較大是遊客鮮少抵達較遠處的水牛(圖 1-2)公園轄區內放養的台灣水牛屬於沼澤型水牛 (*Bubalus bubalus carabanesis*) 為大型役用草食性家畜。

國家公園內牛群漫步的畫面也曾經是吸引遊客到擎天崗草原遊憩的主要景點，但因民國 91 年擎天崗牛隻撞傷遊客的國賠事件，促使國家公園管理處加強牛群與遊客的隔離，並積極連絡臺北市農會將牛群移除。當時的考量為若所有四、五十公頃之草原上的步道均須全部以圍籬隔離，長度將達好幾千公尺，造成景觀破壞更為嚴重，也侷限了遊客休閒之區域。因此若要避免牛隻撞人事件再發生，移除所有牛隻應是較可行的方法。



圖 1-1 陽明山國家公園轄區內水牛群，臺灣水牛屬於沼澤型水牛多為役用牛



圖 1-2 陽明山國家公園轄區內神戶牛群，神戶牛為高經濟價值肉用牛

然而早年的研究指出，維持擎天崗草原景觀的方法是繼續在該區放牧牛群（如張新軒等，1991），陽明山國家公園管理處亦曾於民國 92 年針對牛隻去留問題，進行遊客問卷調查，同時並邀請相關專家學者進行協商；遊客問卷的調查結果顯示，高達 83.2%的遊客反對移走牛隻，

而專家學者也一致認為不宜驟然移除大量牛隻。原因有二，一為若將牛隻移除，恐造成芒草

(*Miscanthus floridulus* Anderss.)及其他矮灌木入侵。且若將原本用來管理牛隻的護欄一併拆除，遊客可隨意進入步道兩側活動，遭踩踏的土壤變得硬實，也導致類地毯草恢復困難。(郭毓仁，2006)。如同陽明山國家公園管理處委託中華民國國家公園學會執行“牛隻活動對磺嘴山生態之影響”報告中(李培芬，1995)所指出，因缺乏牛隻的活動與採食，白背芒等芒草和灌木叢將會取代原有草原景觀，因此牛隻成為維持草原植被及景觀的主角(楊素珠，2005)，因此如何維持擎天崗草原及牛隻放牧之景觀，及其後續管理及維護方法乃為本研究之重點。

另外然而遊憩活動通常被認為不具侵略性(陳昭明，1987)但隨著時間增加，活動時間的增長，地域及時間密度的管理不善，遊憩活動可能對環境造成相當程度的衝擊與破壞(陳彥伯，1991)。自陽明山國家公園成立後，擎天崗草原景觀區遊客數量急遽增加，遊客行為已經造成草原自然環境很大的衝擊(呂理昌，1996)，因此，遊客行為對草原景觀的衝擊，亦是本研究的重點之一。

第二節 相關研究探討

擎天崗草原與放牧

擎天崗草原自清領末期形成草原以來就是最佳的放牧牛隻牧場，為臺北盆地及金山、萬里等附近農家農閒時耕牛寄養處所，草原面積最大時曾北廣達磺嘴山、頂山，南達七星山、七股上等附近地區面積達千餘公頃，寄養牛隻最多也達3,000餘頭，現今因農業國民政府在民國41年政府依據原大嶺岬牧場中擎天崗、冷水坑一帶的規劃設置了陽明山牧場。陽明山牧場由當時的陽明山管理局、士林鎮公所、北投鎮公所、陽明山農會、士林農會及北投農會等6個單位共同經營。台北市改制為院轄市以後，此牧場即歸屬台北市農會經營。當時在擎天崗附近所看到的牛隻是陽明山牧場放牧的牛隻。而在其中活動的牛隻是北投、士林、金山等地40餘戶農民寄養的，寄養牛隻均須繳交寄養費，本項寄養工作，最初是協助農閒時間牛隻的照顧，目前放養牛隻數量不到20隻。草原上除類地毯草、假柃木等主要植被外，尚可見許多成堆的牛糞、飲舍遺跡(郭毓仁，2006)。

陽明山國家公園擎天崗草原景觀維護計畫

根據郭瓊瑩(1987)陽明山國家公園擎天崗草原景觀發展計畫中，則以遊客中心為向四周延

伸至各中要分界點，北至軍方戰備道路，東起內雙溪河谷東側草原之稜線，西達往山仔后之菁山產業道路之範圍界定為草原景觀區。

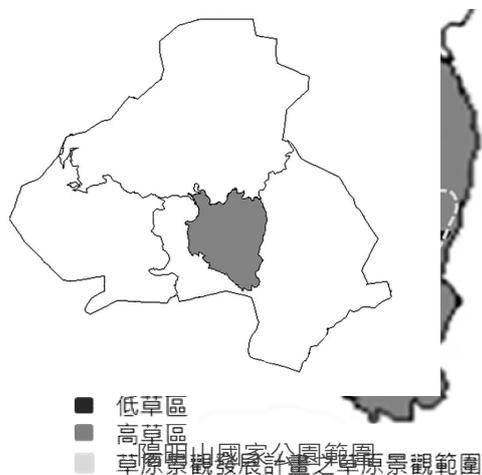


圖 1-3 陽明山國家公園擎天崗草原景觀發展計畫之草原景觀範圍放牧

李培芬(1995)牛、羊、鹿等草食性動物有維持草原生態存在之價值，牠們可以控制草園生態系內植物演替之進行，因此了解草原生態系和牛隻放牧之關係，以及牛隻在整個生態系之角色，對於生態保護之經營管理非常重要。而陽明山地區自清朝末年起即有牛隻放牧，日治時期(1934年)日人在陽明山成立了公營的大嶺峠牧場大規模飼養，範圍主要包括擎天崗、鹿堀坪、風櫃嘴三部份，在全盛時期放牧之牛隻多達一千六百餘頭(李瑞宗等，1994)。臺灣光復之後，民國41年政府依據原大嶺峠牧場中擎天崗、冷水坑一帶的規劃設置了陽明山牧場，光復之後起初放牧仍十分盛行，後來由於社會轉型，再加上國家公園成立，牛隻放牧便逐漸減少(李培芬，1995)，然而擎天崗的草原景觀，也成為陽明山的熱門景點，而由於曾發生牛隻傷人事件，臺北市農會曾於民國94年(2005)將放牧在該區之牛隻撤離(陳育賢，2005)，之後牛隻放牧又更少了。為了放牧牛隻，除了砍除原始林木和芒草外，並種植類地毯草為牧草，供牛隻食用，而類地毯草據說最早是由日本人種植的(陳俊雄，2002)。關於牛隻對於當地植被的影響，張新軒(1991，1992)曾利用圍籬作業的實驗結果，將研究區分為放牧和非放牧區，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之假柃木；(4)不放牧區域可能引起五節芒之入侵，使得地毯草有被取代之可能性。(李培芬，1995)

第一章 前言

而針對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，李培芬(1995)年利用遙測技術，配合地面牛隻活動和植被資料之收集，並建立地理資訊系統(GIS)，透過空間性分析，了解草原景觀變遷與區域牛隻與草原景觀之關係。經由航空照片判釋從民國 77 年至 83 年，擎天崗主要覆蓋植物五節芒受其間環形步道設立，其覆蓋面積雖減

少，但仍為主要覆蓋植物，而道路部分，由於人類遊憩行為的踩踏，使得道路覆蓋面積增加，而原本較分散之類地毯草區，則有逐漸融合成一大片草原之趨勢，且其覆蓋度增加最多的一區。牛隻是以類地毯草為主要覓食區，類地毯草上牛隻活動的步道，往往露出表土，在大與的沖刷下，土壤流失的情況頗嚴重。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(李培芬，1995)顯示擎天崗受人為干擾大，但受牛隻干擾小，而有五節芒入侵的現象；磺嘴山則因為牛隻活動阻礙五節芒發展，類地毯草的草原景觀變化不大，顯示若除去牛隻的影響，本區未來將會變成以五節芒為主之草原，其結論與張新軒(1991)認為放牧減少及遊客增加可能導致五節芒入侵破壞類地毯草景觀的看法一致(許立達，2006)。

景觀與遊憩

根據陽明山國家公園之擎天崗遊客人次統計資料顯示，自民國 81 年至民國 99 年之累計遊客人次達平均每年 58 萬 1,704 人次，僅次於以花季著名陽明公園的平均每年 116 萬 9,033 人次，而 2011 年之擎天崗每月遊客人次統計表亦指出，除了 12 月、1 月受冬季低溫影響，其他月份之遊客量均高於 15,000 人次(圖 1-4)，假日遊客量單日可達一至兩萬人次(呂理昌，1996)。顯示擎天崗為陽明山國家公園境內為極受到旅客歡迎之遊憩據點。

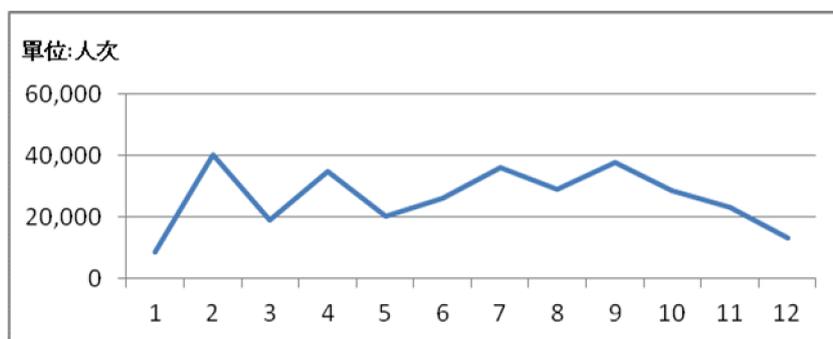


圖 1-4 2011 年擎天崗每月旅客到訪人次

根據調查(呂理昌, 1996)指出擎天崗草原景觀區之三大出入口為擎天崗出入口、涓絲瀑布及石梯嶺, 其中有 92%之遊客選擇以擎天崗出入口進出本區, 顯示擎天崗出入口為遊客進出擎天崗草原景觀區之主要出入口。根據呂理昌(1996)亦指出遊客認為牛群及牛糞應歸於擎天崗草原的一部分景觀。

擎天崗草原的特殊景致, 是在自然環境中置入人為的放牧活動後, 經由數十年的演替與消長而形成的特殊景致, 而且還在不斷變化中。其成立背景、發展與興衰具有其歷史意義, 且具有生態上、科學上、及教育上的價值(陳彥伯, 1991)。

且根據一份針對到訪擎天崗之遊客進行的問卷調查結果指出, 到訪擎天崗景觀遊憩區之遊客多半停留 30 分鐘至 2 個小時之間, 而主要是徒步行走擎天崗大草原, 而遊客初次來訪大都被草原景色所吸引, 因而以接近自然欣賞草原景觀, 居遊客到訪擎天崗從事的活動之首。然而, 問卷調查結果指出, 多數遊客認為擎天崗草原不擁擠, 且有 6 成的民眾贊同擴大草原、闢建步道, 以疏散遊客至鄰近山谷或森林遊憩所(呂理昌, 1996)顯示草原景觀吸引遊客到訪的重要因素, 而多數的遊客亦期待草原景觀擴大, 因此, 草原景觀不僅為擎天崗地區重要的景觀資源, 且草原地景的維持亦有絕對的必要性。

學明一國本也

第三節 研究目的

恢復及維持擎天崗的草原景觀，目前有兩種方法：一是適當的放牧，二是以人力干預，用剪草機定期剪除草原植被以外的灌木及高草類植物，控制草原的植物組成。因而本計畫評估利用人工割草或重新引回牛群放牧來控制芒草和灌木叢等植物的入侵的可行性與展望。肉牛或水牛放牧部份，本期第一年的測試計劃，主要調查與了解擎天崗地區草原放牧的承載能力與限制、適當的牛群放牧密度及牧區輪流放牧週期，以避免日後因過度放牧下採食與動物踐踏造成無法挽回之草原生態系破壞。台灣水牛力氣較大適合耕作；役力、泌乳量和耐粗性都比黃牛高，與人類長時間接觸下為可成為溫馴役用動物。在缺乏與人類互動狀況下，水牛多少帶有攻擊性尤其是雄性水牛特別明顯，不過相關的資料卻很有限。McMillan et al. (2000) 就明多羅水牛 (*Bubalus mindorensis*) (為水牛近親) 行為之報告可知，陽明山公園區內水牛不宜與遊客有直接互動，目前水牛群的位置與遊客接觸互動的機會並不高。計畫受託單位文化大學動物科學系缺乏水牛實務操作經驗，且水牛體型龐大成年公牛平均體重為 600kg，成年母牛 500kg；就操作人員安全考量以及水牛群對草原視覺景觀影響較小等因素考量，故於第一年的計劃中水牛暫不列為使用牛群。

人工割草部分，則設計不同的割草頻度及季節，研究維持草原生態的最適宜方法，提供陽明山國家公園管理處特經營及維護擎天崗草原景觀的科學參據。

1. 劃定區域，進行對照組、實驗組觀察，評估牛隻數量與放牧頻率對草原植物組成及生態的影響。
2. 設置樣區調查遊客遊憩行為對草原生態及植物組成的影響，根據調查結果建議遊憩動線，維護擎天崗草原景觀。
3. 評估擎天崗草原單位面積適宜的牛隻放牧數量、放牧頻度（每季或每年）及放牧型式，並根據實驗結果，建議設置永久樣區數量及位置。
4. 配合擎天崗的物候資料，建議牛隻放牧週期，並提供舊有牛棚再利用構想。
5. 進行人工控制方法，以機械定期砍除灌木及高草類、定期修剪草皮，提供維護擎天崗草原景觀的另一種替代方法。

研究與應用

1. 所有的研究設計均以滿足國家公園的未來的經營管理需求為原則。本計畫之放牧實驗及人工機械控制割草實驗，均以提供國家公園的未來的經營管理數據為設計準則。取得科學資料，以建構國家公園保育管制論述基礎，並作為維持草原生態的理論依據。
2. 實驗數據作為調整國家公園範圍內類似生態區域管制強度及設施之依據。整理歷來研究成果，進行該區在陽明山國家公園設立前、設立後、及現況植群之組成及變遷分析，綜合本計畫的調查數據作為國家公園範圍內類似生態區域管制強度及設施之依據。強化保育區經營管理之基礎，俾走向永續發展的途徑。



第二章 研究方法

第一節 研究範圍

擎天崗特別景觀區位於陽明山國家公園東南部，鄰近冷水坑及大油坑遊憩區。本研究範圍，參考郭瓊瑩(1987)陽明山國家公園擎天崗草原景觀發展計畫中之草原景觀規畫範圍，並根據調查(呂理昌，1996)指出擎天崗草原景觀區之三大出入口為擎天崗出入口為遊客進出擎天崗草原景觀區之主要出入口。因此選擇靠近擎天崗出入口之擎天崗環形步道(擎天崗嶺頭岳→陽明山牧場教育解說中心→擎天崗城門→擎天崗嶺頭岳)為主要樣區設置地點(圖 2-1)，以環形兩側約 100 公尺範圍內為主，並於適宜地點設置研究樣區。



圖 2-1 研究範圍

第二節 環境概述

一、地形

研究範圍內海拔高度介於 737 至 811 公尺左右。坡度大部分在 40%以下。坡向方面，因步道東西兩側分別有竹蒿溪、擎天崗溪等兩個不同流域，因此大多呈西向、東向及東北向。

二、地質

地質以早上新世至晚更新世(約 300 萬年前)的火山活動所噴出之安山岩熔岩流和火山碎屑岩為主。在國家公園劃分的地理分區上，屬於切割熔岩臺地中的擎天崗寬稜區。

三、氣候

由於面臨臺灣北部海域，面向東北季風的山坡，為多風、多雨、多霧的氣候，而在山谷複雜的地形下，則形成多樣而複雜的局部微氣候。以國家公園內鞍部、竹子湖測候所在 1981 至 2010 年之氣候資料為代表，根據中央氣象局資料顯示竹子湖平均氣溫為 18.6°C，鞍部為 16.9°C(如圖 2-1)。全區以 1 月份為最冷，其平均溫度約在 10 至 16°C 之間，7 月份為最熱，其平均溫度約在 23 至 30°C 之間。最高月平均雨量受颱風影響多發生在 9 月；最低月平均雨量則為 4 月份。在相對濕度方面，因降雨多，故濕度大，全年均在 80%以上，風速方面一般屬於中度，2981-2010 年平均風速鞍部為每秒 3.3 公尺，竹子湖為每秒 2.1 公尺。1 年中以冬季為最強，夏季為最弱。陽明山國家公園範圍內兼受東北季風、西南季風控制加諸颱風、鋒面、地形之影響，其風速、風向及風力等之變化均甚為複雜。

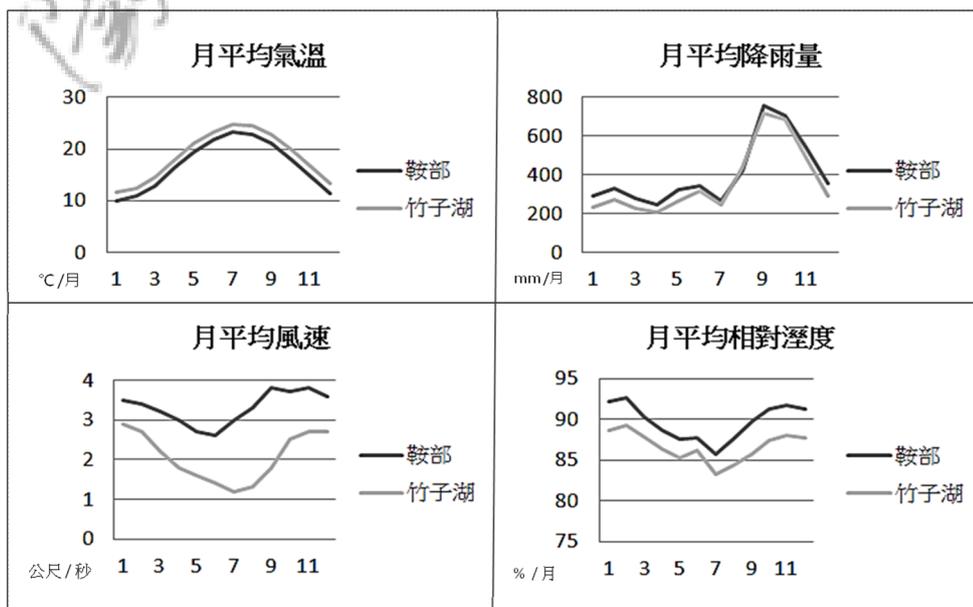


圖 2-2 1981-2010 年鞍部、竹子湖氣候資料

四、生態環境

由於擎天崗草原的放牧歷史背景，區內多以類地毯草及白背芒為主要植被類型，地勢較低處則以紅楠、假桉木為主的小喬木或灌木叢。另外，還有栗蕨、雙扇蕨、過山龍等蕨類植物，以及春季的臺灣胡麻花、小毛氈苔等一年生地被植物。根據陽明山國家公園陽金公路以東資源調查計畫(陳俊宏，2010)的研究報告，紀錄到 110 種陸域脊椎動物、7 種淡水魚類、32 種環節動物、1 種扁形動物、5 種甲殼類、50 種軟體動物及 246 種昆蟲。另外，磺嘴山區草原生態系之經營管理研究(陳俊雄，2003)在擎天崗地區紀錄了 32 種鳥類、9 種兩棲類、9 種爬蟲類及 21 種鞘翅目昆蟲。

五、遊憩活動

依據陽管處 98 年、94 年與 79 年針對園區遊客之分析調查，擎天崗特別景觀區每日遊客量春季 921 人次、夏季 2261 人次、秋季 1883 人次、冬季 1605 人次，而遊憩行為對於擎天崗草原生態的干擾，以及對景觀維護管理的影響程度，則是本計畫的研究目的之一。

第三節 實施方法

一、放牧實驗

1. 圍籬內放牧：

於 0.14 公頃的圍籬範圍內，實驗前觀察並記錄測試牧區的草長，計劃在區內隨機以繩軸拉出十條 5~10m 的直線，並估測草長。當 80%的草高於 10 公分之後於測驗日早上 9 時引入牛隻，下午 5 時移出，除了維持一隻牛在測試牧區外（不限定特定牛隻）牛隻的飼養管理方式則維持目前飼養管理模式不變且牛隻於牧區內可自由移動。放牧開始後每日隨機選取三點以丈量繩軸估測草長。當受測面積內平均 80%的草低於 5 公分，則停止放牧以維持地力。牛隻移除後觀察並記錄測試牧區的草長及剩餘植物種類，之後每 2~3 週觀察草原恢復過程中草長及恢復的植物種類。當草長恢復至測試前高度後恢復放牧，以相同密度及飼養管理方式直至平均 80%的草低於 5 公分為止。如此週而復始直到本計劃時間結束。

2. 追蹤觀察：

繫留式放牧的操作是將牛隻以繩索固定於某定點，牛隻只能在繩索所及的特定繫留範圍內移動。但基於擎天崗上無缺乏自然遮蔽環境及強風與雨霧的影響，強制繫留將嚴重影響動物福祉及動物自然行為，如此將引入無法預期的誤差影響實驗的結果，因此以追蹤觀察估測取代一般常用繫留式放牧。在牛隻自然放牧及行動狀況下，兩位觀察員分別位於牛隻左後及右後方接近直到距離牛隻約 3-5 公尺的距離隨著牛隻移動，過程中持續觀察牛隻 15~20 分鐘以了解其行為是否因觀察人員的存在而有明顯改變或出現緊迫躲避的狀況。在確認牛隻持續採食無明顯行為變化的狀況下，以雷射筆光點標示出一分鐘的時間牛隻於草地上採食的起點與終點，等牛隻離開標示區域後觀察員則至標示區域估測 (1) 一分鐘的時間草地被採食面積的大小；(2) 實際測量採食區內與採食區外草長(圖 2-3)。

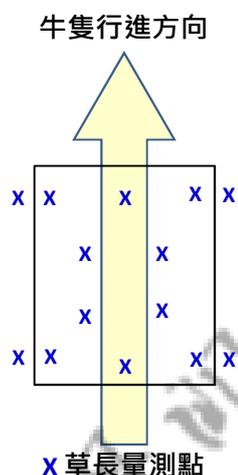


圖 2-3 追蹤觀察測量範圍。方塊代表經標示牛隻採食的範圍，箭頭顯示牛隻採食行進方向，X 為草長測量點；本圖顯示草長測量位點與牛隻採食行進方向關係。

本次測驗主要為了解放牧對擎天崗草原植被的影響，並評估適當的放牧密度及適當輪流放牧之頻率。此外藉由草原包括不同季節 biomass 的產量，及過去相關肉牛實驗的採食量資料來估算擎天崗草原對目前放牧之承载力數據。草原放牧區內類地毯草的草長及草重分別以隨機的方式測量採取，草的營養成分則在草烘乾後另外分析。

二、人工機械控制實驗與遊憩行為與草原植物組成的影響觀察

人工機械控制實驗分為三種：一為於稜線平緩地設置的人工除草地試區(H)做四季除草之觀察，二為已挖除芒草的區域設置芒草挖除之斜坡地試區(D)做植被演替之觀察，三為已種植三種不同牧草植物的區域設置新植牧草試區(N)做植演替之觀察。

草原植物組成的影響觀察則針對擎天崗環形步道挑選五段條件不同的步道作為本研究之觀察樣區(PA-PE)。

1. 樣區設置

擎天崗草原依現況地形坡度，可大致分為稜線平緩地和斜坡地 2 種類型。本實驗考量放牧牛隻的習性，分別在坡度小於 15 度的稜線平緩地及坡度 15 度以上的斜坡地設置樣區。其中稜線平緩地設置人工除草地試區(H)，斜坡地分別設置芒草挖除之斜坡地試區(D)及新植牧草試區(N)，一共劃設 3 個樣區(圖 2-4)。



圖 2-4 實驗樣區位置圖

(1)放牧實驗樣區(H)

放牧實驗樣區設置地點，預定在陽明山牧場教育解說中心東北側，劃設一平行步道東西向 24 公尺，南北長 60 公尺大小，約 0.14 公頃的樣區(圖 2-4)。樣區內包括平緩地及斜坡地形。因圍籬區緊鄰芒草區，可前先割除芒草(如 15m 寬 5~10m 深)後引入牛隻，於估測草長時一併觀察或實際測量牛群對芒草幼苗的採食。在牛隻引入前收集區內草樣，於 9 月圍籬完成後及 11 月計劃結束前收集 5cm 之上的草樣 100~150g 來分析草的營養價值及估測草原整體草產量，亦於放牧前後隨機選取十區域實測草長。

(2)人工機械控制實驗樣區

a. 人工除草地試區(H)

在放牧實驗樣區旁，於稜線平緩地設置一處 24x60 公尺大小樣區，樣區內設計有：對照組、每季、春、夏、秋及冬季割草等 6 種處理，並且隨機重複排列，重複 4 次。針對於不同季節除草之狀況，來觀察類地毯草或是其他數量少的植物的生長狀況，其植被的覆蓋度資料可做為往後管理擎天崗之重要依據。

b. 芒草挖除之斜坡地試區(D)

本區的芒草為擎天崗管理站在民國 100 年 9 月底所挖除的區域，經過近 6 個月的時間後，因本研究單位挑選樣區設置點時所發現，且挖除過後之區域未有人為種植；因此將此試區作為本研究之項目，而觀測所得之植物演替資料可作為往後管理擎天崗的重要依據，亦是過去曾未研究過的主題。

芒草挖除之斜坡地試區考量到不同的坡向對於植物生長的影響，以及芒草挖除後未種植類地毯草之區域能觀察到裸露地本身植物生長演替之過程觀察，因此選擇 2 處已清除部分芒草的斜坡劃設樣區(圖 2-5)。為避免地形影響實驗結果，樣區皆與等高線平行。



圖 2-5 放牧實驗、人工機械控制實驗樣區現況圖

c. 新植牧草試區(N)

本區的牧草為擎天崗管理站在民國 100 年 9 月底所種植的區域，因本研究單位挑選樣區設置點時所發現，其種植之草種除原先種植最多的類地毯草外，還參雜多數的雙穗雀稗以及少部分的狗牙根；因此這 3 種草類相互競爭之關係是本研究單位十分好奇之處，而將此試區作為本研究之項目，其觀測所得之植物消長資料可作為往後管理擎天崗的重要依據。

新植牧草試區考量上述 3 種人為種植之牧草草種之相互競爭的關係，以及坡地其他植物的生長狀況，因此分別在不同高度之區域各劃設一個樣區。為避免地形影響實驗結果，樣區皆與等高線平行。

(3) 遊憩行為對草原植物組成的影響觀察(PA-PE)

依現地條件不同，分別選定了五段步道樣區(P)，藉以觀察遊憩行為的干擾程度。擎天崗景觀步道區之主要步道現已設置圍欄，其直接影響遊客之遊憩行為，而遊客踩踏對於步道兩側草皮之影響極少，因此不列入本研究考量之樣區。挑選之五段步道樣區(PA-PE)在地形、植被和其他外在條件皆具不同之處。下表為各步道樣區之比較(表 2-1)。並在最後詳述各步道樣區之介紹與設置原因的說明。

表 2-1 步道樣區比較表

步道樣區 P					
樣區代號	樣區照片	外在條件			
		步道性質	兩側坡度	主要植被	遊客行為
PA		一般步道	0-5%	類地毯草	沿步道兩側行走居多。
PB		階梯步道	8-15%	類地毯草	行走於步道鋪面上行居多。
PC		一般步道	0-5%	芒草	行走於步道鋪面上行居多。
PD		步道節點	8-15%	類地毯草 芒草	從節點區域穿越居多。
PE		人行步道	0-5%	類地毯草 芒草	人行踩踏而成之路線。

a. 樣區 PA：從擎天崗環形步道往冷水坑遊客服務站、絹絲瀑布之步道。此步道兩側地形平緩，本研究單位推測此區遊客的以及牛隻活動是否踩踏對於草皮生長狀況有較大之影響，需待觀察結果來驗證(圖 2-6)。



圖 2-6 樣區 PA 實驗樣區現況圖

b. 樣區 PB：在陽明山牧場教育解說中心南側，往竹篙山方向的階梯步道。此步道樣區為一段階梯步道，兩側坡度約 8-15%，此樣區之觀察可知地形坡度之緩急是否會影響遊客對於草皮踩踏的頻度(圖 2-7)。



圖 2-7 樣區 PB 實驗樣區現況圖

c. 樣區 PC：接續樣區 PB，往竹篙山方向的步道，距離步道兩側 2-3 公尺外已有覆蓋芒草。此步道地形上平緩，但兩側覆蓋的大量芒草因素是否會影響遊客對於草皮踩踏之程度較低(圖 2-8)。



圖 2-8 樣區 PC 實驗樣區現況圖

d. 樣區 PD：接續樣區 PC，往竹篙山指標最高點 811 公尺處。此為擎天崗環形步道交界之節點，碉堡周圍平緩的地區，現況已有明顯的人行穿越、踩踏草坪行為而出現大區塊之裸露地(圖 2-9a)。步道呈 Y 字型，兩邊各設置 2 和 3 個樣帶(圖 2-9b)。



圖 2-9a 樣區 PD 實驗樣區現況圖

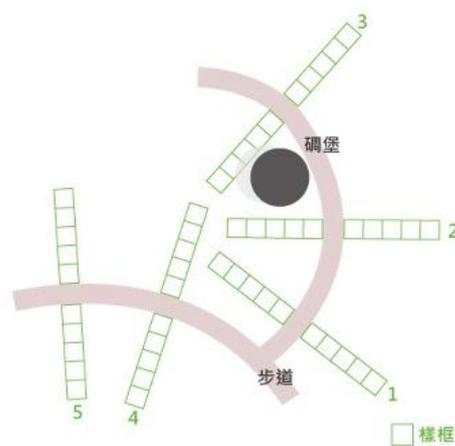


圖 2-9b 樣區 PD 設置示意圖

e. 樣區 PE：介於碉堡與擎天崗城門間，為既有步道旁的一條捷徑。此樣區為遊客長期踩踏而形成的，草皮上具明顯的人行穿越、踩踏痕跡，將其設置為實驗樣區的目的是在於觀察遊客直接踩踏頻度影響草皮產生裸露地的程度(圖 2-10)。



圖 2-10 步道 PE 實驗樣區現況圖

2. 人工機械控制實驗樣區設置及處理方式

(1) 人工除草地試區(H)

設置圍籬防止牛隻以防止牛隻進入樣區食草(圖 2-11)，於圍籬內設置樣區，每個樣區(plot)大小為 24x15 公尺，樣區內分為 6 個小區(subplot)，每小區面積 5x10 公尺。

6 個小區採用 6 種不同的處理方法，分別為：(A)對照組，(B)每年割草 4 次(每季割草 1 次)，(C)每年春季割草 1 次，(D)每年夏季割草一次，(E)每年秋季割草一次，(F)每年冬季割草一次等。樣區內的小區隨機排列，4 重覆，每小區前後均留置 1 公尺間距，減少不同處理產生的邊緣效應。圖 2-11 係稜線平緩地試區之樣區排列示意圖。

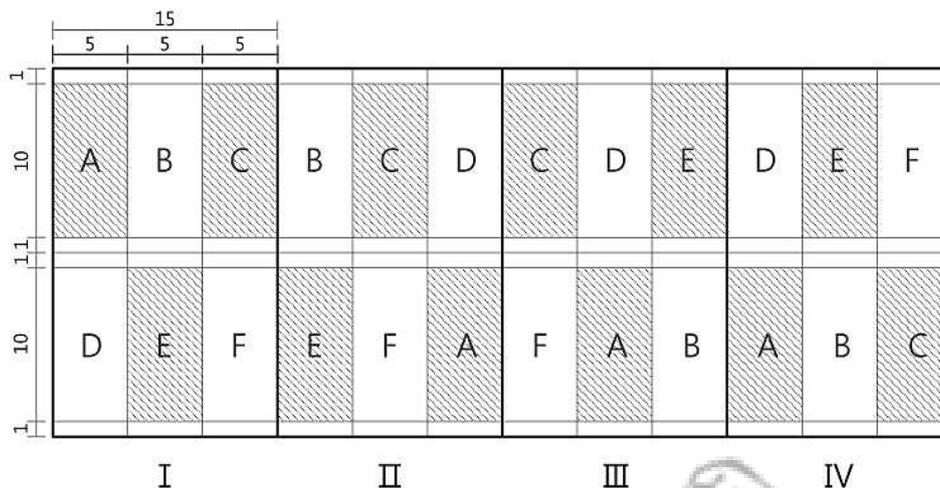


圖 2-11 稜線平緩地試區之樣區排列示意圖

(A)對照組，(B)每年割草 4 次(每季割草 1 次)，(C)每年春季割草 1 次，(D)每年夏季割草一次，(E)每年秋季割草一次，(F)每年冬季割草一次。以割草機割草(圖 2-11)，經割草處理之草長，以不低於 3 公分為原則。



圖 2-12 實驗圍籬及割草機

3. 芒草挖除之斜坡地試區(D)及新植牧草試區(N)

每個樣區 (plot) 大小為 5x30 公尺，樣區內分為 6 個小區(subplot)，每小區面積 5x5 公尺。圖 2-9 則為芒草挖除之斜坡地試區(D)及新植牧草試區(N)之樣區排列示意圖(圖 2-13)。樣區內挖除芒草及牧草種植之作業，原為擎天崗管理處於民國 100 年 9 月底進行草原維護之工作內容。

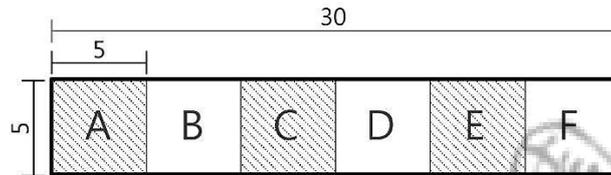


圖 2-13 試區 D、N 之樣區排列示意圖

4. 資料量測

(1) 人工機械控制實驗樣區

a. 人工除草地試區(H)

樣區調查是在每小區中間 1x10 公尺樣帶上，以 1x1 公尺方形樣框 (10x10 網格)，採點樣法量測植物的種類及其覆蓋度(圖 2-14)。

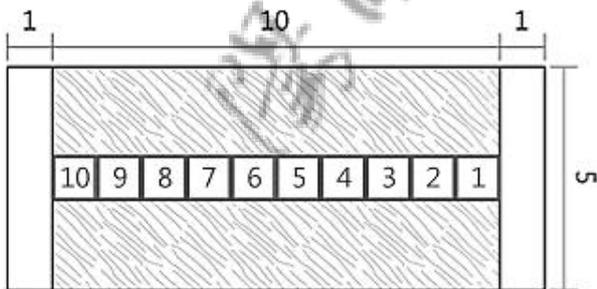


圖 2-14 試區 H 小區(subplot)

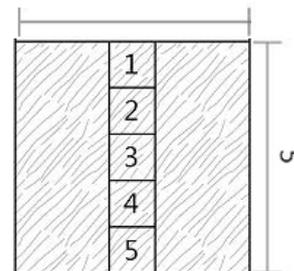


圖 2-15 試區 D、N 小區(subplot)

b. 芒草挖除之斜坡地試區(D)及新植牧草試區(N)

樣區調查是在每小區中間 1x5 公尺樣帶上，以 1x1 公尺方形樣框 (10x10 網格)，採點樣法量測植物的種類及其覆蓋度(圖 2-15)。

(2) 遊憩行為與草原植物組成的影響觀察樣區

選擇在假日期間遊客最多的步道 1 公里(或合計 1 公里),每 10 公尺設置一垂直於步道的帶狀樣區,樣帶 1x10 公尺,步道左右各 5 公尺(圖 2-16)。每 3 個月以 1x1 公尺方形樣框調查樣區各種植物之覆蓋度。

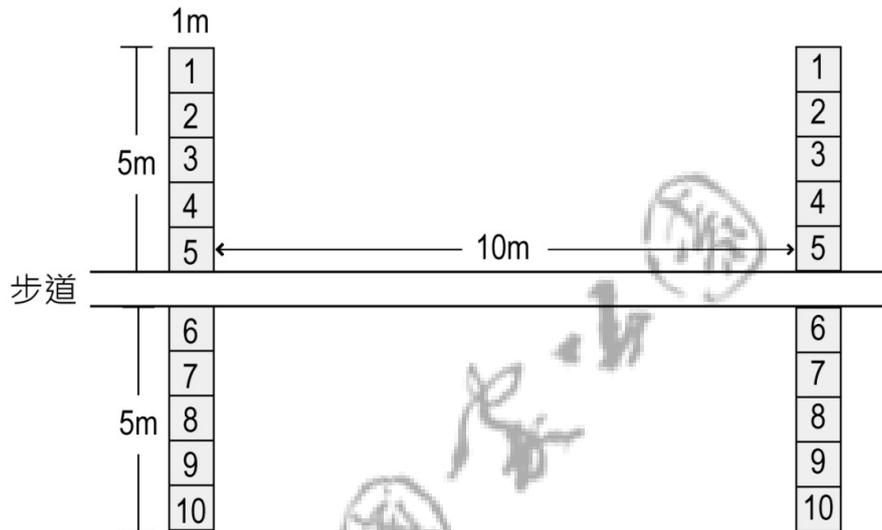


圖 2-16 遊憩行為對草原植物組成的影響調查之步道樣區示意圖

三、植栽調查及判別方式

樣框內草本植物群落有三種狀況,即完全覆蓋、未覆蓋及部分覆蓋,當樣框面積無限縮小至一個小點時,只有“覆蓋”及“未覆蓋”兩種狀況,因此某一種植物出現樣點對總樣點比值,可代表其覆蓋度,做為植物群落組成重要值之依據。記錄每一個測點(即交叉點)上的植物種類,及每一種類在該測點出現次數,作為該物種在單一個樣框之覆蓋數據。

四、調查時間分野

調查時間為四月、七月、十月和一月,分別代表冬、春、夏、秋的生長季,觀察紀錄每季的植群變化(表 2-2),測量結果分析將以植栽之生長季記錄之。

表 2-2 調查季節分類表

季節名稱	季節月份	調查月份	植栽生長季節
春	3-5 月	4 月	冬
夏	6-8 月	7、8 月	春
秋	9-11 月	10 月	夏
冬	12-2 月	1 月	秋

五、植物覆蓋度分析方法

$$A \text{ 物種之覆蓋度}(C) = \frac{\text{每一樣框 A 物種出現點數之總和}}{\text{總樣區點數}(100 \text{ 點} \times \text{樣框數})} \times 1$$

$$\text{裸露地之覆蓋度}(C) = \frac{\text{每一樣框裸露地點數之總和}}{\text{總樣區點數}(100 \text{ 點} \times \text{樣框數})} \times 1$$

陽明大學

第三章 結果

第一節 放牧實驗

1. 樣區內草長資料

放牧實驗部分已在現有草原區內，以隨機抽樣十個樣區的方式，分別量測地毯草草長，結果分別為：3月 4.74cm、5月 6.75cm、7月 9.28cm、9月 7.28cm、11月 5.23cm。草長平均在 5-6 公分左右，最長可以到 9 公分（圖 3-1）。

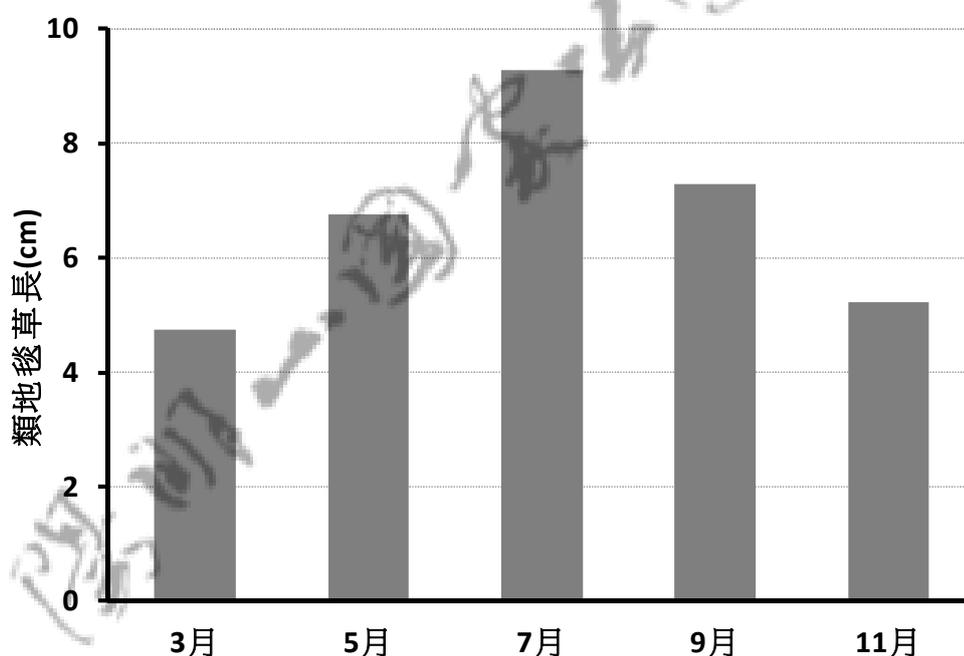


圖 3-1 不同時間草原區類地毯草草長(cm)

2. 圍籬內放牧

因一些無法預測的因素與意外，圍籬工程一直無法完工直至今年九月；然而完工後因與牛群飼主溝通不良無法使用現有的神戶牛進行放牧測試，雖經協調後飼主願意提供牛隻協助實驗進行，但在引入圍籬當天因天候惡劣就動物福祉及實驗的可靠性等方面考量，不得不放棄引入牛隻，至本報告撰寫時無法完成圍籬放牧。僅於 9 與 11 月於圍籬內收集 5cm 之上的草樣來估計牛隻食用部分類地毯草產量。結果 9 月在 25 cm² 的樣區內(5x5cm) 每 1cm 的草重約 0.085g (約

陽明山國家公園擎天崗草原景觀維護計畫 9g (約每平方公尺 43.6g)。

3. 追蹤觀察

9 至 11 月一共追蹤觀察 20 草原上樣區，位點如圖 3-2，值如表 3-1



圖 3-2 草原區追蹤觀察位點概略以紅點標示



觀察		格子內圍實際草長 (cm)											格子外圍實際草長 (cm)								
時間	格子面積 (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	t-test					
1	9月7日	34*44	1496	1.8	1.3	1.5	1.0	1.6	0.8	1.9	1.5	1.9	1.4	1.47	5.6	4.5	3.7	8.7	5.63	4.16	0.02
2	9月7日	25*43	1075	2.0	1.7	2.4	2.2	1.9	2.1	1.4	1.8	2.0	1.8	1.93	6.0	5.8	6.4	5.2	5.85	3.92	0.00
3	9月21日	118*29	3422	4.9	9.0	6.2	6.8	4.7	4.3	9.9	5.9	4.6	4.4	6.07	10.4	14.7	10.3	9.9	11.33	5.26	0.00
4	9月30日	96*43	4128	4.2	3.3	4.3	4.7	4.8	5.3	8.1	6.7	4.3	4.5	5.02	12.1	12.8	15.6	10.7	12.80	7.78	0.00
5	9月30日	143*54	7722	4.8	6.1	6.3	1.9	5.4	6.7	5.9	3.9	7.2	4.7	5.29	12.1	11.0	8.7	11.3	10.78	5.49	0.00
6	10月6日	93*67	6231	1.4	2.4	1.8	1.2	1.7	1.1	1.5	1.6	1.7	2.1	1.65	3.7	8.3	5.3	3.4	5.18	3.53	0.03
7	10月6日	76*52	3952	2.4	2.7	1.7	2.3	0.8	1.2	3.5	2.3	1.2	3.4	2.15	2.9	6.6	7.1	6.5	5.78	3.63	0.01
8	10月13日	69*42	2898	5.2	4.3	2.9	5.8	3.7	6.3	6.2	3.6	3.8	5.1	4.69	8.1	5.4	3.7	7.4	6.15	1.46	0.12
9	10月13日	102*113	11526	4.9	5.7	9.4	4.7	7.1	3.8	7.2	4.5	4.3	3.4	5.50	8.8	9.9	10.3	11.7	10.18	4.68	0.00
10	10月19日	152*26	3952	3.4	2.8	1.9	3.3	3.9	2.2	2.6	4.5	3.7	3.4	3.17	5.5	6.3	4.9	6.8	5.88	2.71	0.00
11	10月19日	75*63	4725	7.1	7.3	4.8	5.6	4.8	4.2	5.2	5.9	7.9	4.5	5.73	14.6	14.3	12.9	12.3	13.53	7.80	0.00
12	10月26日	197*41	8077	2.7	3.5	1.8	2.3	2.6	1.6	2.2	3.0	2.4	1.7	2.38	6.3	7.2	5.2	6.1	6.20	3.82	0.00
13	10月26日	116*95	11020	1.6	1.3	1.9	0.9	1.3	2.0	1.5	3.7	1.7	1.6	1.75	5.1	4.6	6.3	5.7	5.43	3.68	0.00
14	11月3日	88*66	5808	2.4	2.6	2.8	3.5	1.7	1.6	3.3	2.1	3.0	2.6	2.56	5.1	3.9	4.3	4.9	4.55	1.99	0.00
15	11月3日	147*44	6468	2.2	3.1	3.8	5.5	2.9	2.4	1.6	2.4	3.0	2.7	2.96	4.8	4.9	4.7	3.8	4.55	1.59	0.00
16	11月9日	106*38	4028	3.1	4.4	3.8	2.3	1.9	3.7	4.8	4.2	3.6	3.7	3.55	5.2	5.4	4.3	5.9	5.20	1.65	0.00
17	11月16日	164*27	4428	1.8	1.4	1.6	1.2	1.7	2.4	1.9	1.5	1.9	2.3	1.77	4.6	4.7	3.2	3.8	4.08	2.31	0.00
18	11月16日	157*59	9263	3.4	0.9	2.0	3.7	2.7	2.3	2.8	2.1	2.9	3.5	2.63	5.3	4.0	4.1	4.6	4.50	1.87	0.00
19	11月25日	78*69	5382	1.7	1.9	1.6	0.9	1.6	0.8	1.4	1.5	1.9	1.3	1.46	5.9	4.3	3.9	9.8	5.98	4.52	0.02
20	11月25日	148*58	8584	2.1	1.4	0.8	2.4	2.3	0.9	2.8	1.6	1.4	1.7	1.74	6.9	6.5	7.3	4.8	6.38	4.64	0.00

第一段 (5cm 以下)

第二段 (5~10cm)

第三段 (10cm 以上)

* 顯示經 t 檢定後草區內外草長有顯著差異 (P<0.05)

第二節 人工機械控制實驗

每個步道由 5 條垂直步道的樣帶所構成，每條樣帶都有 10 個小區，其中編號 5、6 小區僅鄰步道兩側，編號 1、10 小區離步道最遠，藉由觀察小區內植物覆蓋度及其季節變化，了解遊憩行為對草原植物組成之影響。

一、人工除草地試區

在進行人工除草之前，對照組(A)、每季割草(B)、春季割草(C)、夏季割草(D)、秋季割草(E)、冬季割草(F)等 6 個試區之類地毯草之覆蓋度均達 90%以上。其中每季割草(B)試區中有 0.45%之臂形草，和零星分布的臺灣天胡荽、火炭母草、菝葜等幼苗，秋季割草(E)試區中有 0.1% 穀精草和零星分布的菝葜和小二仙草幼苗(表 3-2)。顯示試區之春季植物種類較單純，且大多數為類地毯草，亦顯示類地毯草生長情況良好，試區中幾乎無覆蓋度能與之相抗衡之植物種類。

人工機械除草後，夏、秋季各處理區之類地毯草覆蓋率幾近 100%，表示類地毯草於生長季之夏、秋兩季之生長情況良好；另外，經割草處理之每季割草(B)及秋季割草(E)之類地毯覆蓋度亦趨近 100%(表 3-2)，已進行割草之(B)、(E)樣區，樣區內原有之臂行草及穀精草已經消失；而未進行割草處理之對照組(A)，則有 0.05%天胡荽及 0.05%臺灣天胡荽，顯示區域內已有其他植物入侵之現象，且入侵植物覆蓋度已開始增加。而每季割草(B)、春季割草(C)、夏季割草(D)、秋季割草(E)、冬季割草(F)之割草處理均會維持類地毯草的覆蓋度，且各季割草均有助於抑制其他草種入侵。本實驗於 101 年 4 月開始進行調查，至 12 月均未發現有五節芒之入侵。

表 3-2 人工除草地試區植物平均覆蓋度

小區	植物種類	植物平均覆蓋度		
		原*	夏	秋
對照組(A)	類地毯草	96.1	99.7	100
	天胡荽	0	0	0.05
	臺灣天胡荽	+	0	0.05
	菝葜	+	0	0
	假柃木	+	0	0
每季割草(B)	類地毯草	98.0	99.7	99.7
	臂行草	0.45	0	0
	臺灣天胡荽	+	0	0
	火炭母草	+	0	0
	菝葜	+	0	0
春季割草(C)	類地毯草	93.6	99.9	99.9
夏季割草(D)	類地毯草	92.9	99.4	99.6

續上表				
秋季割草(E)	類地毯草	92.1	99.5	99.9
	穀精草	0.1	0	0
	菝葜	+	0	0
冬季割草(F)	小二仙草	+	0	0
	類地毯草	94.8	99.6	100

*實驗前樣區內之原始植物覆蓋度，以原字表示

二、芒草砍除之斜坡地試區

擎天崗工作站曾於100年9月曾於試區進行芒草挖除的工作，留下空曠的斜坡跡地，本實驗選取2鄰近人工除草試區之樣區進行調查。試區坡度均大於15度，斜坡(A)為西北向坡，斜坡(B)為東向坡。調查結果顯示，芒草砍除之斜坡試區(A)、(B)之植物覆蓋度均較樣區設置之春季前增加。根據表3-3顯示斜坡(A)、(B)之臺灣芒增加幅度居所有植物之首(圖3-1，圖3-2)，斜坡(A)春季至夏季增加6.16%，斜坡(B)春季至夏季增加6.77%，顯示芒草生長速度均高於他植物。唯夏季至秋季覆蓋度資料，園區內砍除芒草作業之影響，無法採計。

而斜坡(A)之類地毯草從春季至夏季增幅為1.9%、夏季至春季增加4.04%，斜坡(B)增幅分別為2.13%及8.37%。其他草本植物覆蓋度，斜坡(A)春季至夏季增加2.3%，夏季至秋季增加10.03%；斜坡(B)分別減少7.45%及增加1.75%，其他木本植物分別增簡甚微。顯示類地毯草於春、夏之植物生長季，生長速度不及臺灣芒。

陽明山國家公園擎天崗草原景觀維護計畫

表 3-3 顯示，斜坡(A)、斜坡(B)裸露地面積，斜坡(A)已從 84.13%減少至 68.26%，斜坡(B)從 67%減至 52.99%，根據結果顯示：斜坡(A)植物種類由原來的 11 種植物，包含類地毯草、臺灣芒、野牡丹、小二仙草、鴨舌芒、水蜈蚣、栗蕨、蕨、火炭母草、變葉懸鉤子、臺灣龍膽，至夏季增加為 12 種，其中，蕨與變葉懸鉤子已於夏季消失無蹤，並由毛蕨、芒萁與假柃木取而代之；至秋季鴨舌芒消失，因此斜坡(A)植物種類至秋季減為 11 種；斜坡(B)的植物總類由原來的 19 種植物，包含類地毯草、臺灣芒、野牡丹、小二仙草、倒地蜈蚣、鴨舌芒、水蜈蚣、荏弱柳葉箬、栗蕨蕨、火炭母草、燈稱花、桔梗蘭、雷公根、菝葜、燈心草、水毛花、變葉懸鉤子、冷蕨、巴拉草。其中燈稱花、水毛花、巴拉草已於夏季消失，取而代之的是毛蕨、假柃木、臺北堇菜、芒萁、過山龍、巴西水竹葉，至夏季增加了為 22 種，至秋季植物種類減為 16 種，其中鴨舌芒、蕨、桔梗蘭、冷蕨、過山龍、巴西水吊竹於秋季調查時已不復見（圖 3-1，圖 3-2），顯示裸露地隨時間已有植物組成上的變化。其中光照較充足之斜坡(B)不但植物種類較豐富，覆蓋度增加也較斜坡(A)快速（圖 3-1，圖 3-2），顯示坡向及光照程度對擎天崗地區植物之組成產生影響。

表 3-3 芒草砍除之斜坡地試區春季平均覆蓋度比較

樣區	植物種類	平均覆蓋度 (%)		
		原	夏	秋
斜坡 A	類地毯草	1.73	3.63	7.67
	臺灣芒	4.57	10.73	*0.07
	其他草本植物	10.50	12.8	22.83
	其他木本植物	0.07	0.23	1.17
總覆蓋度		15.87	27.93	31.74
裸露地		84.13	72.61	68.26
斜坡 B	類地毯草	5.20	7.33	15.70
	臺灣芒	5.63	12.40	*15.70
	其他草本植物	20.97	13.52	15.27
	其他木本植物	1.20	1.20	0.34
總覆蓋度		33.00	33.43	47.01
裸露地		67.00	66.57	52.99

註： 1. *表示為遭人工除草砍除，實驗前樣區內之原始植物覆蓋度，以原字表示。

2. 斜坡 A、B 之其他草本及木本植物種類見 3-1、圖 3-2。

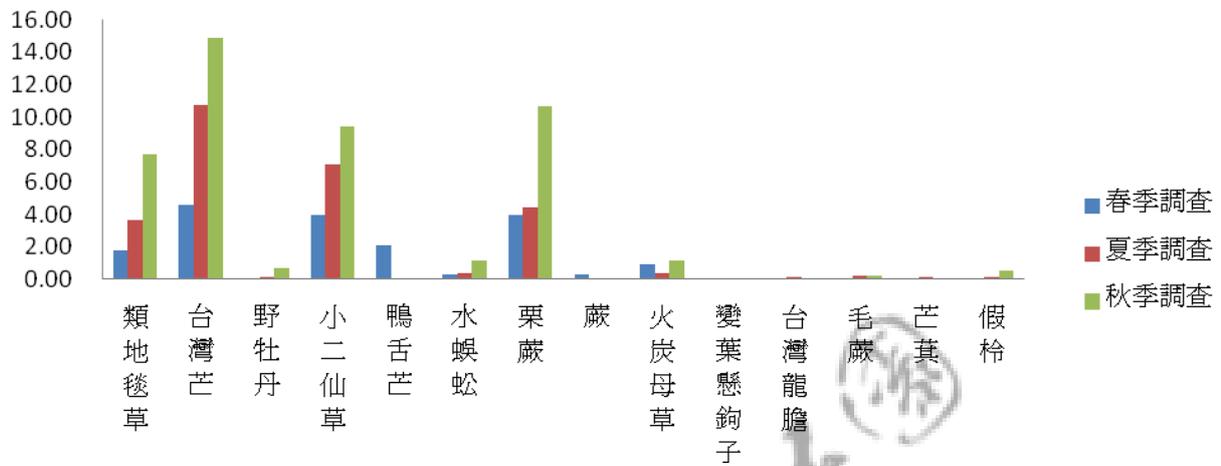
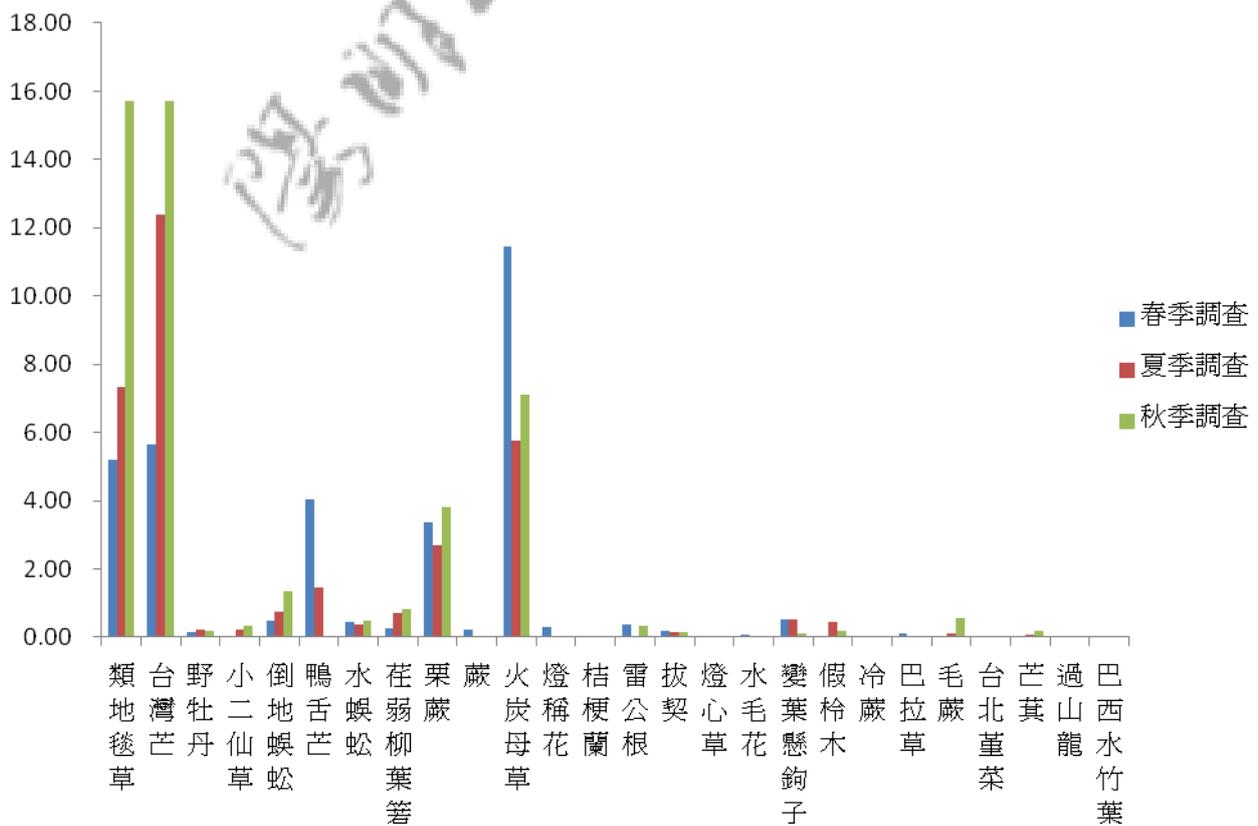


圖 3-1 斜坡 A 之植物覆蓋率變化



三、新植牧草試區

本試區為擎天崗管理站於民國 100 年 9 月新植草皮之區域，試區為坡度大於 15 度之東向坡，新植之草種以雙穗雀稗覆蓋度最高，也有擎天崗原先種植最多之類地毯草及狗牙根等。經調查結果顯示，該試區之裸露地覆蓋度於春季的 41.25% 降至 15.15%，而植物的總覆蓋率由 58.76% 增加至 84.85% 顯示該區植物於夏季有明顯的生長，但因秋季生長則略減，由 87.93% 為降至 84.85% (表 3-4)，各種草類生長中以雙穗雀稗之覆蓋率由 47.59% 增加至 74.22% 增幅最大。類地毯草由夏季 2.67% 降至 1.5%，秋季卻升至 4.28%，其他草本植物夏季生長略有下降，但秋季卻有微增加 (表 3-4)，顯示雙穗雀稗為該試區的強勢植物，生長速度極快，且會影響其他生物生長。

表 3-4 新植牧草試區四季平均覆蓋度比較(%)

植物種類	原	夏	秋
類地毯草	2.67	1.50	4.28
雙穗雀稗	47.59	82.50	74.22
狗牙根	4.52	0.93	1.67
臺灣芒	0.67	0.20	1.23
其他草本植物	3.05	2.03	9.35
其他木本植物	0.27	0.23	0.05
總覆蓋度	58.76	87.93	84.85
裸露地	41.25	12.07	15.15

註：測量結果之四季以植栽之生長季節表示，實驗前樣區內之原始植物覆蓋度，以原字表示

第三節 遊憩行為對草原植物組成的影響觀察

本實驗將步道 10 個小區做五處理，每 2 公尺為 1 處理，其中自步道左側算起，與步道距離分別為 5、4 公尺的第 1、2 小區為第 1 處理(I)，第 3、4 小區為第 2 處理(II)，包含步道兩側的第 5、6 小區為第 3 處理(III)依此類推，第 9、10 小區為第五處理(V)。將 5 步道的四季數據，進行異數統計分析(anova)。

一、步道 PA 試區

PA 樣區位在環形步道往冷水坑方向的主要步道，植群調查結果顯示，類地毯草之生長，原來之平均覆蓋度為 78.8%，春季生長增加至 86.5%，夏季生長增加至 90.1%，秋季則減少至 82.2%，覆蓋度有季節性變化。但秋季生長覆蓋度仍高於原來的覆蓋度。臺灣芒的覆蓋率亦從原來的平均 0.5% 至春、夏季生長之 0.9% 及 0.6% 及秋季生長之 0.1%，有明顯的季節性變化(表 3-5)。而 1-4 小區之裸露地覆蓋率由春季之 9%-28% 增加至 11.5% - 23.4%，乃受施工擾動影響所致。全區裸露地之面積，原平均 16.4%，春季生長後減少為 7.84%，夏季生長 9.16%，秋季又升至 13.8%，和類地毯草互相消長。最鄰近步道兩側之 5、6 小區之類地毯草，由原來之 84.8% 和 71.2%，增至 82%、85% 和 97%、83.2%，秋季生長減至 86% 及 73.8%，但仍維持期初覆蓋度以上的水準，兩個小區的裸露地面積的變化亦和全區裸露地面積的季節變化趨勢相同，所佔面積分別由原來的 11、25.8%，至秋季生長的 6% 和 25.6% 均未有增加(表 3-5)。

表 3-5 步道 PA 試區四季平均覆蓋度比較(%)

植物	季節	*1	*2	*3	*4	5	6	7	8	9	10	平均
類地毯草	原	61.8	68.2	73.4	75.6	84.8	71.2	86.6	89.6	88.2	88.8	78.8
	春	70	77.4	78.4	80.4	82	85	97	98	98.4	98.8	86.5
	夏	76	84.2	81.2	82	97	83.2	100	99.8	99.4	98.4	90.1
	秋	72.2	79	79.8	79.4	86	73.8	82.4	87.4	89.2	93	82.2
臺灣芒	原	1	0.4	0.8	0.8	0	2	0	0	0	0	0.5
	春	1.4	0.8	1.6	2.6	0	2.8	0	0	0	0	0.9
	夏	0.4	0.8	0.8	4	0	0	0	0	0	0	0.6
	秋	0	0.6	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0.1
其他	原	8.6	8	8.2	13.4	4.2	1	0	0	0	0	4.3
	春	11.2	9.4	11	14.2	0.8	0.4	0	0	0	0	4.7
	夏	0.2	0	0	1.7	0	0	0	0	0	0	0.2
	秋	4.8	4	1.4	13	8	0.6	0	0	0	0	3.2
裸露地	原	28.6	23.4	17.6	10.2	11	25.8	13.4	10.4	11.8	11.2	16.4
	春	17.4	12.4	9	2.8	17.2	11.8	3	2	1.6	1.2	7.8
	夏	23.4	16.6	17.8	11.5	3	16.8	0	0.2	0.6	1.6	9.1
	秋	23	16.4	18.4	7.6	6	25.6	17.6	12.6	10.8	0	13.8

註：*小區受人為擾動影響(施工)，測量結果以植物之生長季節表示，實驗前樣區內之原始植物覆蓋度，以原字表示

由表 3-6 可知步道 PA 之五處理 P 值不論季節均大於 0.05 (春: 0.25、夏: 0.19、秋: 0.23、冬: 0.67) 而未達顯著水準；進一步以設定春季調查數據為共變項進行統計分析，則顯示春與

百、紅、夕、柔、山、細、木、外、田、D、住、丹、1、於、0、01 均達顯著水準；另排除季節影響之步道五處理進陽明山國家公園擎天崗草原景觀維護計畫

行統計分析之結果亦顯示，橫截步道 PA 之五處理下之類地草覆蓋度，均未達顯著水準。結果顯示步道 PA 之類地毯草覆蓋度變化，受四季變化影響高於人為活動干擾。

表 3-6 步道 PA 類地毯草變異數統計分析結果

步道 PA	SS	df	MS	F	P
單變量					
春	3901.48	4	975.37	1.39	0.25
夏	4906.52	4	1226.63	1.62	0.19
秋	3644.12	4	911.03	1.48	0.23
冬	1421.08	4	335.27	0.59	0.67
受試者間效應(以春季做共變)					
共變量 -夏	24529.3	1	24529.3	113.48	0.00**
秋	18133.2	1	18133.2	82.59	0.00**
冬	20603.5	1	20603.5	142.53	0.00**
距步道 -夏	249.62	4	87.41	0.4	0.8
秋	362.11	4	90.53	0.41	0.8
冬	457.45	4	114.36	0.79	0.53

另針對步道 PA 之裸露地進行變異數分析，結果顯示步道 PA 之裸露地不論季節 P 值均大於 0.05(表 3-7)。設定春季調查數據為共變項進行統計分析，則顯示春季與夏、秋、冬季之調查結果，P 值均小於 0.001 均達顯著水準，顯示橫截步道 PA 五處理下之裸露地面積變化，受四季變化影響亦高於人為活動干擾。由以上結果可知，本區類地毯草覆蓋度與裸露地面積變化，變化趨勢相近，因此步道 PA 之類地毯草覆蓋度與季節變化關係較大，似未受遊客踐踏之影響。

表 3-7 步道 PA 裸露地變異數統計分析結果

步道 PA	SS	df	MS	F	P
單變量					
春	2353.28	4	588.32	0.87	0.49
夏	1390.12	4	347.53	0.75	0.56
秋	2408.08	4	602.02	1.20	0.32
冬	3402.68	4	850.67	1.01	0.41
受試者間效應(以春季做共變)					
共變量 -夏	4755.68	1	4755.64	13.15	0.00**
秋	15136.20	1	15136.20	89.56	0.00**
冬	16644.47	1	16644.47	34.60	0.00**
步道距離 -夏	771.74	4	192.93	0.53	0.71
秋	499.23	4	124.80	0.73	0.57

由以上結果可知，本區類地毯草覆蓋度與裸露地面積變化，差異相近，因此步道 PA 之類地毯草覆蓋度與季節變化關係較大，似未受遊客踐踏之影響。

二、步道 PB 試區

PB 樣區位在草原的斜坡上。於春季生長結果顯示，1-2 小區坡度較陡且接近芒草叢，且生長有臺灣芒、栗蕨、火炭母草、小二仙草及水蜈蚣等植物，類地毯草覆蓋度較低，裸露地較多（表 4-5）。

由表 3-8 顯示 PB 試區之類地毯草覆蓋度由原來的 78.4%，上升至春季生長的 87.4%、下季生長的 94.8%，秋季生長又稍有減少至 89.1%，但覆蓋度仍比設置樣區前高。全區裸露地之面積，原平均 16.6%，春季生長後減少為 7.9%，夏季減少為 4.2%，秋季又升至 7.06%，仍高於原面積，和類地毯草互相消長。最鄰近步道兩側之 5、6 小區之類地毯草，由原來之 76.8% 和 72%，增至 84.2%、94% 和 96.8%、98.2%，秋季生長減至 74.6% 及 92.8%，但仍維持期初覆蓋度以上的水準。第 5、6 小區的裸露地面積的變化亦和全區裸露地面積的季節變化趨勢相同。

表 3-8 步道 PB 試區四季平均覆蓋度比較(%)

植物	季節	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
類地毯草	原	48.4	47.6	83	74.4	76.8	72	94	96	95.8	95.6	78.4
	春	62	66.8	96	75.6	84.2	94	99	98.8	98.4	99.6	87.4
	夏	78.6	83.6	99.6	95.8	96.8	98.2	99.4	97.4	98.6	99.6	94.8
	秋	92	95.6	96	98.2	74.6	92.8	94	96.6	85.6	65.6	89.1
臺灣芒	原	4.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4
	春	1.2	3.2	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0.5
	夏	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
	秋	4	0	0	0	0	1.6	2.6	0.4	3.2	2.4	14.5
其他	原	7.4	6.2	5.4	16.8	8	0	0	0.2	0.4	1.8	4.6
	春	4.2	5.4	2.2	17.6	12.2	0	0	0	0	0	4.2
	夏	6	2.8	0	0.8	0	0	0	0	0	0	1
	秋	0.6	0	0.6	0.8	0	5	4.2	3	2.6	7.4	2.4
裸露地	原	39.8	46.2	11.6	8.8	15.2	28	6	3.8	3.8	2.6	16.6
	春	32.6	24.6	1.8	6.2	3.6	6	1	1.2	1.6	0.4	7.9
	夏	14.8	13.6	0.4	3.2	3	1.6	0.6	2.6	1.4	0.4	4.2
	秋	0	0	0	0	38.4	20.2	0	0	16.8	10	10

註：測量結果之以植物之生長季節表示，實驗前樣區內之原始植物覆蓋度，以原字表示

表 3-9 可知步道 PB 之五處理 P 值，僅春季調查結果之 P 值小於 0.05 達顯著水準，其中夏、秋、冬之調查結果均大於 0.05(夏: 0.12、秋: 0.34、冬: 0.26)未達顯著水準，顯示春季之調查結果，橫截 PB 五處理之類地毯草覆蓋度有明顯差異，而夏、秋、冬三季之類地毯草覆蓋度差異不大。進一步以設定春季調查數據為共變項進行統計分析，則顯示春季與夏、秋兩季之調查達顯著水準($P < 0.05$)，而與冬季之調查結果未達顯著水準($P = 0.64$)，亦顯示步道 PB 之類地毯草覆蓋度，非全然受季節變化影響。另排除季節影響之步道五處理進行統計分析之結果亦顯示，橫截步道 PB 之五處理下之類地毯草覆蓋度，僅冬季($P = 0.03$)達顯著水準。結果顯示步道 PB 之類地毯草覆蓋度變化，春、冬季之調查結果受到的人為干擾較季節性變化明顯。

表 3-9 步道 PB 類地毯草變異數統計分析結果

步道 PB	SS	df	MS	F	P
單變量					
春	15150.92	4	3787.73	6.78	0.00**
夏	8012.52	4	2003.13	3.64	0.12
秋	2348.32	4	587.08	2.85	0.34
冬	3359.40	4	839.85	3.05	0.26
受試者間效應(以春季做共變)					
共變量 - 夏	16878.56	1	16878.56	94.83	0.00**
秋	3102.43	1	3102.43	22.16	0.00**
冬	62.04	1	62.04	0.22	0.64
距步道 - 夏	366.09	4	91.52	0.51	0.73
秋	419.05	4	104.76	0.74	0.56
冬	3382.93	4	845.73	3.02	0.03*

而裸露地部分，由表 3-10 可知，橫截步道 PB 之五處理之春、秋、冬三季之調查結果，P 值均小於 0.05，達顯著水準(春: < 0.001 、夏: 0.02、冬: < 0.001)，顯示橫截步道 PB 之五處理之裸露地面積有顯著性差異。其中設定春季調查數據為共變項進行統計分析，結果顯示冬季之裸露地面積受較不受季節影響($P = 0.55$)。另排除季節影響之步道五處理進行統計分析之結果顯示夏、秋兩季之調查結果未達顯著(夏: 0.84、秋: 0.73)，而冬季達顯著($P = 0.04$)。顯示橫截步道 PB 之五處理裸露地面積受人為活動干擾明顯，而春、冬兩季更較夏、秋兩季明顯。

表 3-10 步道 PB 裸露地變異數統計分析結果

步道 PB	SS	df	MS	F	P
單變量					
春	11765.32	4	2941.33	5.24	0.00**
夏	5713.48	4	1428.37	3.29	0.02*
秋	478.28	4	119.57	1.99	0.11
冬	1404.32	4	351.08	4.56	0.00**
受試者間效應(以春季做共變)					
共變量 -夏	9324.37	1	9324.37	40.24	0.00**
秋	635.52	1	635.52	13.56	0.00*
冬	28.31	1	28.31	0.36	0.55
距步道 -夏	323.23	4	80.80	0.35	0.84
秋	93.50	4	23.37	0.50	0.73
冬	1372.19	4	343.05	4.39	0.04*

由上述結果可知，步道 PB 之類地毯草覆蓋度變化，顯示春季之調查結果，橫截 PB 五處理之類地毯草覆蓋度有明顯差異，而夏、秋、冬三季之類地毯草覆蓋度差異不大。春、冬季之調查結果受到的人為干擾較季節性變化明顯。與裸露地面積受人為活動干擾於春、冬兩季更較夏、秋兩季明顯的結果不謀而合，顯示步道 PB 於春、冬兩季受人為活動干擾影響較夏、秋兩季明顯。

三、步道 PC 試區

PC 試區在距步道兩側約 3 公尺後多為芒草叢，因此類地毯草覆蓋度較低，緊鄰步道 2 側的第 5、6 小區之類地毯草覆蓋度，反而因不受芒草影響，覆蓋度為十個小區之最(表 3-11)，第 4 至第 7 小區持續受人工除草影響，芒草覆蓋度較低(表 3-11)，且同時有排水溝施工工程影響，第 4-5 小區的裸露地覆蓋度較高，第 4 至 7 小區的毛蕨、栗蕨、假柃木... 等其他原生植物也因此較其他步道試區豐富。全區裸露地之面積，原平均 27.5%，春季生長後減少為 13.2%，夏季減少為 7.6%，秋季又升至 10%，和類地毯草互相消長。最鄰近步道兩側之 5、6 小區之類地毯草，由原來之 66.8% 和 29%，增至 75.4%、41.6%，第五小區雖受施工擾動之影響夏季生長減至 60.2%，但第六小區仍穩定增加至 77%，至秋季生長結果第 6 小區為 72.4%，秋季生長結果比原來的覆蓋度 29%，要高出許多。其裸露地面積的變化，亦由原來之 69.2%，減少至 20.2%，表示本小區不但未受人為干擾影響，且植群有很大的增長。第 5 小區之類地毯草覆蓋度，由原來的 66.8%，春季生長增至 75.4%，夏季生長卻減為 60.2%，秋季再減至 53.2%，裸露地的面積亦由原來的 19.4%，劇增至 38.4%，顯示夏季及秋季受到人為干擾或遊客踐踏的影響。

表 3-11 步道 PC 試區四季平均覆蓋度比較(%)

植物	季節	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
類 地 毯 草	原	0	19.2	15.4	24.2	66.8	29	1.2	0	0	0	15.5
	春	0	3.4	24.6	54.6	75.4	41.6	3.2	0	0	0	20.2
	夏	0	0	0	5.6	60.2	77	54	20.2	2.4	0	21.9
	秋	0	0	24	24	53.2	72.4	59.8	49	20	20	32.2
白 背 芒	原	83	72	47.6	7	1.6	0	14.2	96	89	95	50.5
	春	74	98	67	14.8	5	7	45	99.4	100	99.8	61.0
	夏	100	100	100	32.8	0.6	3.4	25.2	46.4	60	80	54.8
	秋	80	74	71	54	0.8	2	31.2	45.6	60	70	48.8
其 他	原	0.4	3.2	7.2	17.4	12.2	1.8	15.2	13.8	2.6	0.2	7.4
	春	0	2.4	10.2	14	10.4	2.2	21	6	0	0.2	6.6
	夏	0	0	0	39.9	12.	25.4	20.4	6.7	100	100	30.4
	秋	0.2	7	18.4	37.4	7.6	5.4	24.2	6.2	3.2	0	10.9
裸 露 地	原	16.	5.6	29.8	51.4	19.4	69.2	69.4	0	8.4	4.8	27.5
	春	6	0	0	16.6	9.2	49.2	30.8	0	0	0	13.2
	夏	26	0	0	21.6	27.1	0	0.4	26.5	0	0	7.6
	秋	0	0	0	0	38.4	20.2	0	0	16.8	10	10

註：*小區受人為擾動影響(施工)，測量結果之以植物之生長季節表示，實驗前樣區內之原始植物覆蓋度，以原字表示

由表 3-12 顯示橫截步道 PC 之五處理於春、夏、秋三季之調查結果，P 值均小於 0.05(春:0.02、夏:0.00、秋:0.00)達顯著水準，顯示橫截步道 PC 之五處理於春、夏、秋三季之橫截步道 PC 五處理均有顯著差異，顯示步道 PC 受人為干擾影響明顯。其中設定春季調查數據為共變項進行統計分析，結果顯示，僅夏季之調查結果，受季節變化影響明顯，而秋、冬兩季未達顯著(秋:0.10、冬:0.44)，顯示秋、冬兩季之類地毯草覆蓋度差異，與季節性變化關係不大，而排除季節影響之步道五處理進行統計分析之結果顯示，夏、秋兩季(夏:0.00、秋:0.00)均達顯著水準，顯示步道 PC 之夏、秋兩季之五處理類地毯草覆蓋度有顯著差異，顯示夏、秋兩季受人為活動干擾影響明顯。

表 3-12 步道 PC 類地毯草變異數統計分析結果

步道 PC	SS	df	MS	F	P
單變量					
春	13934.69	4	3483.67	5.21	0.02*
夏	23552.48	4	5888.12	9.12	0.00**
秋	32882.72	4	8220.12	11.80	0.00**
冬	12671.72	4	3167.93	2.07	0.10
受試者間效應(以春季做共變)					
共變量 -夏	14950.61	1	14950.61	46.64	0.00**
秋	1885.71	1	1885.71	2.81	0.10
冬	919.57	1	919.57	0.60	0.44
距步道 -夏	5326.01	4	1331.502	4.15	0.00**
秋	30977.79	4	7744.44	11.57	0.00**
冬	12538.70	4	3134.67	2.03	1.07

根據表 3-13 可知，橫截步道 PC 之五處理之春、夏、兩季之調查結果，P 值均小於 0.05(春：0.00、夏：0.01)，達顯著水準，顯示橫截步道 PC 之五處理之裸露地面積於春夏兩季有顯著性差異。其中設定春季調查數據為共變項進行統計分析，結果顯示夏、冬季兩季之裸露地面積受較不受季節影響(夏：0.11、冬：0.07)。另排除季節影響之步道五處理進行統計分析之結果顯示秋、冬兩季之調查結果達顯著(秋：0.00、冬：0.04)，顯示橫截步道 PC 之五處理裸露地面積受人為活動干擾影響明顯。而春、秋、冬三季更較夏季明顯。而夏季未達顯著(P=0.42)，顯示夏季為植物之生長季，受人為活動干擾的影響較低。

表 3-13 步道 PC 裸露地變異數統計分析結果

步道 PC	SS	df	MS	F	P
單變量					
春	24566.48	4	6141.62	9.00	0.00**
夏	12978.72	4	3244.68	3.53	0.01*
秋	9057.20	4	2264.30	3.15	0.23
冬	3717.80	4	929.45	1.97	0.12
受試者間效應(以春季做共變)					
共變量 -夏	2285.00	1	2285.00	2.57	0.11
秋	2871.84	1	2871.84	4.29	0.04*
冬	1567.87	1	1567.87	3.52	0.07
距步道 -夏	3513.59	4	878.40	0.99	0.42
秋	11456.50	4	2864.12	4.28	0.00**
冬	4908.38	4	1227.10	2.75	0.04*

由以上結果顯示步道 PC 之類地毯草覆蓋度，夏、秋兩季受人為活動干擾明顯。而冬季調查結果之單變量與設定春季作共變量處理之統計結果，均未達顯著水準，另步道 PC 五處理之裸露地面積秋、冬兩季受人為活動干擾影響明顯。其中夏季未達顯著(P=0.42)，顯示夏季為植物之生長季，受人為活動干擾的影響程度較低，而春、秋、冬三季裸露地面積受人為活動干擾影響較夏季明顯，顯示於植物生長季節之植物覆蓋度，對人類活動干擾有一定的容受力。

四、步道 PD 試區

PD 試區之第 1-3 小區大多覆蓋白背芒，因此類地毯草的覆蓋度極低，本區所有小區的類地毯草平均覆蓋度較其他試區低，調查開始時僅占 38.2%，其後穩定增加，由 42.9% 至 42.8% 及 44.1%(表 3-14)。全區的裸露地面積亦由原來的平均 27.3%，曾簡至 28.4%，增幅不大。臨近步道的第 5 小區，類地毯草覆蓋度由原來的 63.2%，曾至 71% 及 81.8%，到秋季生長又減為 74.2%，但仍高於原來的覆蓋度。裸露地面積由原來的 16.2% 減至 12.3%，顯示該側的植群未受人為干擾之影響，但第六小區則類地毯草的覆蓋度由原來的 55.4%，減至 51.6%，裸露地面積由原來的 44.6% 微增至 47.1%，顯示受到人為干擾影響。

表 3-14 步道 PD 試區四季平均覆蓋度比較(%)

植物	季節	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
類地毯草	原	0	0	0.6	12.6	63.2	55.4	56.8	63.4	61.8	69	38.2
	春	0	1	4.8	11	71	63.8	61	69.6	69.4	77.4	42.9
	夏	0	1.2	15.2	50.2	81.8	61.2	49	55	54.2	60.8	42.8
	秋	1	4.4	23.2	25	74.2	51.6	58.2	66.6	66.6	69.8	44.1
白背芒	原	100	58.6	30.4	15.6	1.6	0	1.4	0	0	0	20.7
	春	75.6	52	35.4	44.2	3.4	0	2.8	0.8	0	0.2	21.4
	夏	0	0.2	3	10	16.3	12.2	9.8	11	10.8	12	8.5
	秋	77.2	45	53	34.6	4	0.6	6.8	0	0	0	0
其他	原	5	59.4	34.4	38.4	19	0	1.4	0	1	0.6	15.9
	春	18.6	22.6	32.4	20.2	17.4	0	0	0.2	0	0.2	11.2
	夏	20.6	75.9	74.8	16.7	3.1	0.2	1.3	0.7	0.8	3.7	19.8
	秋	9.1	11.7	13.1	7.8	9.5	0.7	1	0.8	0	0	0
裸露地	原	0	0	34.6	33.4	16.2	44.6	40.4	36.6	37.2	30.4	27.3
	春	5.8	24.4	27.4	24.6	8.2	36.2	36.2	29.4	30.6	22.4	24.5
	夏	6.74	0	0	2.3	8.3	37.6	46.9	42.3	43.9	19.9	20.8
	秋	12.7	38.9	10.7	32.6	12.3	47.1	34	32.6	33.4	30.2	28.5

註：測量結果之以植物之生長季節表示，實驗前樣區內之原始植物覆蓋度，以原字表示

表 3-15 顯示，橫截步道 PD 五處理之類地毯草覆蓋度，不論季節 P 質均小於 0.05，顯示橫截步道 PD 之五處理簡有顯著差異。另設定春季資料為公變項，進行統計分析。結果顯示 PD 僅夏季調查結果為未達顯著($P=0.47$)，顯示步道 PD 夏季之類地毯草覆蓋度於夏季較不受季節變化影響。而排除季節影響之五處理類地毯草覆蓋度，則僅夏季達顯著，顯示類地毯之覆蓋度夏季受人為活動干擾明顯，且其影響高於季節性變化。

表 3-15 步道 PD 類地毯草變異數統計分析結果

步道 PD	SS	df	MS	F	P
單變量					
春	41224.28	4	10306.07	10.81	0.00**
夏	50550.20	4	12637.55	13.50	0.00**
秋	30092.92	4	75230.23	6.06	0.00**
冬	33830.92	4	8457.73	8.171	0.00**
受試者間效應(以春季做共變)					
共變量 -夏	511.60	1	511.60	0.541	0.47
秋	13442.95	1	13442.95	13.97	0.00**
冬	37129.10	1	37129.10	172.93	0.00**
距步道 -夏	31133.13	4	7783.28	8.23	0.00**
秋	7016.29	4	1754.07	1.82	0.141
冬	1256.87	4	314.21	1.46	0.23

根據表 3-16 顯示橫截步道 PD 之裸露地面積，不論季節，P 值均大於 0.05，顯示橫截步道 PD 之五處理裸露地面積無論季節均無明顯差異。另設春季資料為共變項，結果顯示僅夏季之裸露地面積達顯著水準($P=0.02$)，顯示裸露地面積，不但差異不大，亦不受季節變化影響。

表 3-16 步道 PD 裸露地異數統計分析結果

步道 PD	SS	df	MS	F	P
單變量					
春	3979.00	4	994.75	0.80	0.53
夏	1947.20	4	486.80	0.37	0.82
秋	1877.48	4	469.37	0.51	0.72
冬	1622.20	4	405.55	0.31	0.86
受試者間效應(以春季做共變)					
共變量 -夏	6781.23	1	6781.23	5.71	0.02*
秋	1321.95	1	1321.95	1.461	0.23
冬	3579.79	1	3579.79	2.93	0.094
距步道 -夏	3922.20	4	980.551	0.83	0.52
秋	1391.95	4	347.99	0.39	0.82
冬	18.03.75	4	450.93	0.37	0.83

由以上結果顯示步道 PD 五處理之類地草覆蓋度，不論季節有顯著差異，且類地毯之覆蓋度夏季受人為活動干擾高於季節性變化；另外，裸露地部份，根據表 4-15 顯示橫截步道 PD 之裸露地面積，不論季節，P 值均大於 0.05，顯示橫截步道 PD 之五處理裸露地面積無論季節均無明顯差異。另設春季資料為共變項，結果顯示僅夏季之裸露地面積達顯著水準(P=0.02)，顯示步道 PD 五處理之裸露地面積，不但差異不大，亦不受季節變化影響。因此，步道 PD 之類地毯草受人為活動干擾明顯，且裸露地覆蓋度變化趨勢異於類地毯草，顯示橫截步道 PD 之植物組成較複雜。

五、步道 PE 試區

PE 試區設在非園區原設計步道，而是遊客行走頻繁而形成的捷徑上。距步道兩側 4-5 公尺後為芒草叢，因此類地毯草在邊緣的第 1、2 小區及第 9、10 小區的覆蓋度都較低(表 3-17)，全區類地毯草覆蓋度，由原來的 81.6%，春季增至 88.3%，夏季及秋季生長稍有減少，分別為 83.9%及 83.4%，但仍高於原來的覆蓋度。裸露地面積由原來的 5.9%微增至 6.6%。緊臨步道之第 5 及第 6 小區，類地毯草的覆蓋度，由原來之 82.6%及 89.8%，春、夏增長至 96.8%及 97.6%、95.8%，秋季生長亦有 90%及 95.2%，均高於試驗期出的覆蓋度。裸露地面積，由原來的 17.4%及 9.4%，分別減至 10%及 4.8%。由以上結果可知，本區植物覆蓋度變化與季節變化關係較大。

表 3-17 步道 PE 試區四季平均覆蓋度比較(%)

植物	季節	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
類地毯草	原	65.2	89.4	96.8	95	82.6	89.8	94	88.4	59.6	55	81.6
	春	79.6	99	99.2	98.8	96.8	97.6	98.8	87.8	67.8	57.6	88.3
	夏	60	68.8	83	99.6	97.8	95.8	99.8	96.4	78.2	59.6	83.9
	秋	58.2	96.8	98.4	99	90	95.2	94.8	82.8	61	57.8	83.4
白背芒	原	34	0	0	0	0	0.8	1.8	2	38.2	43.4	12.0
	春	20	4	0	0	0	0	0	8.6	35	41.6	10.9
	夏	29.4	30.6	15.6	0.4	0	0	0	6.4	25.2	35.6	14.3
	秋	40	13	0	0	0	0	0	18	20	20	11.1
其他	原	0	0	0.2	0	0	0	0	5	0	0	0.5
	春	0	1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
	夏	1.2	2	3.4	0	0	0	0	0	1.4	5.4	1.3
	秋	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
裸露地	原	0.8	10.6	3	5	17.4	9.4	4.2	4.6	2.2	1.6	5.9
	春	0.4	0	0.8	1.2	3.2	2.4	0.8	3.6	0	0.8	1.3
	夏	9.4	0	0	0	2.2	4.2	0.2	0	0	0	1.6
	秋	1.8	0	1.6	1	10	4.8	5.2	0	19	22.2	6.56

註：測量結果之以植物之生長季節表示，實驗前樣區內之原始植物覆蓋度，以原字表示

將步道 PE 之類地毯草的四季數據，進行變異數統計分析(anova)由表 3-18 顯示，橫截步道 PE 之五處理類地毯草覆蓋度，春、夏、秋三季均達顯著(春: 0.03、夏: 0.02、秋: 0.05)，顯示春、夏、秋三季之橫截 PE 五處理之類地毯草覆蓋度有明顯的差異。設定春季調查結果為共變項，進行統計分析，結果顯示步道 PE 之類地毯草覆蓋度夏、秋、冬三季之 P 值均小於 0.05 達顯著水準，而排除季節變化影響之類地毯草覆蓋度，夏、秋、冬三季均未達顯著，顯示步道 PE 的類地毯草覆蓋度變化，受季節變化影響高於人為干擾影響。

表 3-18 步道 PE 類地毯草變異數統計分析結果

步道 PE	SS	df	MS	F	P
單變量					
春	9267.88	4	2316.97	3.07	0.03*
夏	8750.6	4	2187.65	3.19	0.02*
秋	10280.6	4	2570.15	2.59	0.05*
冬	9587.00	4	2396.75	2.53	0.06
受試者間效應(以春季做共變)					
共變量 -夏	25273.47	1	25273.47	199.56	0.00**
秋	23083.76	1	23083.76	47.24	0.00**
冬	37708.42	1	37708.42	341.07	0.00**
距步道 -夏	805.14	4	201.28	1.59	0.19
秋	4215.94	4	1053.98	2.16	0.09
冬	450.93	4	112.73	1.02	0.40

另裸露地部分，由表 3-19 顯示橫截步道 PE 之五處理裸露地面積，不論季節均未達顯著水準。設定春季調查結果為共變項進行統計分析結果顯示，步道 PE 之裸露地面積，秋、冬兩季之 P 值小於 0.05，顯示 PE 裸露地面積受季節變化影響；而排除四季變化影響，橫截步道 PE 之 5 處理裸露地面積，P 值均大 0.05，顯示道 PE 之 5 處理裸露地面積受四季變化影響高於人為干擾影響。

表 3-19 步道 PE 裸露地變異數統計分析結果

步道 PE	SS	df	MS	F	P
單變量					
春	547.52	4	136.88	0.43	0.79
夏	1420.68	4	355.17	1.77	0.15
秋	309.88	4	77.47	0.52	0.72
冬	4762.88	4	1190.72	2.08	0.10
續上表					
共變量 - 夏	95.83	1	95.83	0.47	0.49
秋	655.45	1	655.45	4.79	0.03*
冬	2323.21	1	2323.21	4.37	0.04*
距步道 - 夏	1436.15	4	359.12	1.77	0.15
秋	363.07	4	90.76	0.66	0.62
冬	4371.78	4	1092.94	2.06	0.10

由以上結果可知，本區植物覆蓋度變化與季節變化關係較大，似未受遊客踩踏之影響；而步道 PE 之 5 處理裸露地面積受四季變化影響高於人為干擾影響。

小結

由以上結果可知，步道 PA 類地毯草覆蓋度與裸露地面積變化，差異相近，因此步道 PA 之類地毯草覆蓋度與季節變化關係較大，似未受遊客踐踏之影響。步道 PB 之類地毯草覆蓋度變化，顯示春季之調查結果，橫截 PB 五處理之類地毯草覆蓋度有明顯差異，而夏、秋、冬三季之類地毯草覆蓋度差異不大。春、冬季之調查結果受到的人為干擾較季節性變化明顯。與裸露地面積受人為活動干擾於春、冬兩季更較夏、秋兩季明顯的結果不謀而合，顯示步道 PB 於春、冬兩季受人為活動干擾影響較夏、秋兩季明顯。

橫截步道 PC 之五處理於春、夏、秋三季之調查結果，P 值均小於 0.05 達顯著水準，顯示橫截步道 PC 之五處理於春、夏、秋三季之橫截步道 PC 五處理均有顯著差異，顯示步道 PC 受人為干擾影響明顯。而排除季節影響之步道五處理進行統計分析之結果顯示，夏、秋兩季 (夏:0.00、秋:0.00) 均達顯著水準，顯示步道 PC 之夏、秋兩季之五處理類地毯草覆蓋度有顯著

差異，顯示夏、秋兩季受人為活動干擾影響明顯。然而步道 PC 之類地毯草覆蓋度，夏、秋兩季受人為活動

第三章 結果

干擾明顯，且裸露地面積秋、冬兩季受人為活動干擾影響明顯，然而根據步道 PC 中夏季未達顯著(表 4-12)，顯示夏季為植物之生長季，季節變化對類地毯草比起類地毯草受人為活動干擾的影響要高出許多，而春、秋、冬三季裸露地面積受人為活動干擾影響較夏季明顯，顯示於植物生長季節之植物覆蓋度，對人類活動干擾有一定的容受力。

而步道 PD 五處理之類地草覆蓋度，不論季節有顯著差異，且類地毯之覆蓋度夏季受人為活動干擾高於季節性變化；另外，裸露地部份，橫截步道 PD 之五處理裸露地面積無論季節均無明顯差異。顯示步道 PD 五處理之裸露地面積，不但差異不大，亦不受季節變化影響，且裸露地覆蓋度變化趨勢異於類地毯草，顯示除了類地毯草外，橫截步道 PD 五處理之植物組成較複雜。而步道 PE 植物覆蓋度變化與季節變化關係較大，似未受遊客踩踏之影響；且 PE 之 5 處理裸露地面積受四季變化影響高於人為干擾影響。

由上述的結果類地毯在非生長季受人為干擾較生長季明顯，然而根據顯指出，遊客到訪擎天崗以 7 月至 9 月為主，亦為類地毯草隻生長季，顯示類地毯草受衝擊之耐性及恢復力，大於遊客行為對類地毯的衝擊之最大值。而根據文獻指出(Cole, 1987)較能承受衝擊的植物有以下形態及生理特徵，形態特徵方面:匍匐生長而非直立生長；叢生狀；有刺以保護；莖柔軟；基生葉；小而後的葉；葉柔軟承受壓力時可彎曲。生理特徵方面:能由節間及頂端生長組織；能用隱芽生長、行無性及有性生殖；生長速率快等。而類地毯草之形態及生理特徵，大致與期相符，因此推論類地毯草為較能承受衝擊的植物。

學明一國書

第四章 結論與建議

第一節 結論與討論

一、放牧實驗及草原承载力

恢復及維持擎天崗的草原景觀，目前有兩種方法：一是適當的放牧，二是以人力干預，用剪草機定期剪除草原植被以外的灌木及高草類植物，控制草原的植物組成。因而本計畫評估利用人工割草或重新引回牛群放牧來控制芒草和灌木叢等植物的入侵的可行性與展望。

肉牛放牧部份，本期第一年的測試計劃，主要調查與了解擎天崗地區草原放牧的承载力與限制、適當的牛群放牧密度及牧區輪流放牧週期，以避免日後因過度放牧下採食與動物踐踏造成無法挽回之草原生態系破壞。

一般來說，放牧的肉牛（安格斯或海弗等大型牛）因採食習性，在採食後會留下約4-5cm的草長，多數的研究與數據皆依據此數字來進行推演；從表3-1的數據我們發現中等體型的神戶牛採食後的草地剩餘較短，約僅有2-3cm因此應視有獨立推演過程不應依賴大型肉牛的數據。數據間也存在相當的誤差，在此我們推測可能與牛隻體重有關，但在此次的實驗中牛隻體重數據缺乏且無法在草原上分辨各別牛隻；所以以下有關牛隻測量數據以其平均視為牛群平均值，而牛群的平均體重我們的估計約為200kg。

從牛隻採食數據我們推估平均每一分鐘一隻牛有 $19,202\text{cm}^3$ 的採食空間，根據5cm以上草樣的數據，擎天崗草原在秋冬時每 25cm^3 的空間，其草重約為0.097g。經換算9-11月一隻牛一分鐘約可採食74.6g的新鮮類地毯草，就可查詢的資料中顯示，中等體型在輕度放牧狀況下牛隻一天平均約花5-6小時進行採食，依此計算一隻牛一天約有24.6kg草的採食量。就我們目前所擁有的草樣分析，類地毯草的乾物質（各類營養價值的所在）含量約為22%（100g草含有88g不含任何營養成分的水）。因此經換算目前神戶牛群平均一天一隻牛有5.4kg的乾物質採食量；而一般來說一隻牛一天的乾物質採量不超過體重的3%，就估計200kg的牛（一天的乾物

質採量不超過 6kg)，5.4kg 為合理採食量。

陽明山國家公園擎天崗草原景觀維護計畫

從目前所查詢到的數據顯示，一年一公頃的類地毯草可以有 1,700kg 的乾物質產量，以 5.4kg 的日採食量，每年每公頃的類地毯草可提供 314 天的草量（或 0.86 隻牛）。但實際上依圖 3-1 顯示，在 7 月夏天時，地毯草的生長速度大過牛隻的採食速度；因此我們估計就現有的推估數據，擎天崗草原類地毯草每年所生產的草量應該可以支持一隻 200kg 神戶牛一年的採食。

此次有諸多限制條件使得本次實驗僅能以粗估的方式推算牧地的承載力：

1. 圍籬無法順利完成，使放牧實驗無法依計畫進行，至使放牧頻度無法估算。
2. 20 個追蹤觀察的數據，因無法辨識各別牛隻，數據中缺乏牛隻大小體重等相關數據，僅能以目視平均估計體重作為估算標準使數字準確度下降。
3. 因類地毯草採樣量不足加上實驗操作錯誤，使得在本次實驗無法取得類地毯草營養成分相關數據輔助承載力估算。
4. 一般遊客印象認為擎天崗草原放牧的為水牛，此次實驗因操作者安全及現有景觀考量，僅使用神戶牛為材料。就目前台灣水牛的研究資料顯示，體重 200kg 的水牛（在營養充分的條件下為一歲齡的年青牛隻）的乾物質採食量約為體重 2.58%，一天大約花 6.0~6.8 小時採食，因此與神戶牛的數據相比較，200kg 的水牛所需的地面積與神戶牛相似約一公頃，但成年 500~600kg 的水牛則一年需至少 2~3 公頃類地毯草牧地。

草原的承載量我們推估一公頃一年維持一隻 200kg 的神戶牛，正確的數字應有更精密的實驗及更多詳細的牛群數據來計算。

二、人工割草有助草原景觀之維持

割草實驗，秋季的生長結果發現，秋季割草區(E)之類地毯草覆蓋度(99.9%)與未施行割草處理之覆蓋度(99.5%)，無明顯差異。就目前的結果看來秋季之割草處理，不但不會對類地毯草覆蓋度造成影響，原來區內之穀精草、菝葜及小二仙草幼苗，割草處理以後，已消失無蹤。每季割草區(B)的情況亦同，類地毯草的覆蓋度，由原來之 98.0%，至後來的 99.7%，區內的伴生植物臂形草、臺灣天胡荽、火炭母草、菝葜等亦於處理後消失。未做任何割草處理的對照組中，天胡荽和臺灣天胡荽的覆蓋度卻有增加的趨勢(表 4-1)，顯示割草處理有助於抑制其他草種入

侵。另一方面，依據芒草砍除試區調查結果可看出，在未栽植牧草 第四章 結果結論與建議

驚人，且為類地毯草及其他樣區內植物所不及。顯示芒草的種子極易飄散，且成熟之芒草植株可藉長出新芽的方式拓展其植株。本研究將人工除草試區設置於距離芒草叢 10 公尺範圍內，人工除草地試區之春季至秋季調查結果中均未發現芒草之小苗，顯示相較於火炭母草、天胡荽等小型草本植物，芒草不易於覆蓋度達 95% 以上之類地毯草中發芽。

綜合各試區之初步調查結果發現，相較於栗蕨、假柃木，芒草對類地毯草有明顯之抑制效果。芒草入侵草原區域之前，加強芒草砍除的工作可能是防止及降低芒草族群蔓延的有效方法。為本試驗期間太短，各種處理的影響太小，尚無法得知。

三、雙穗雀稗為景觀草種的另一種選擇

新植牧草試區為擎天崗工作站於民國 100 年 9 月新植的草皮區域，新植草種包含類地毯草、雙穗雀稗、狗牙根。經調查發現，該試區之雙穗雀稗生長快速，原春季測量仍佔有 47.59% 之裸露地，至夏季已被覆蓋率 82.5% (表 4-3) 的雙穗雀稗填滿。而其他包括類地毯草、狗牙根等其他植物，覆蓋率不及雙穗雀稗外，夏季調查結果，覆蓋度均較春季低，顯示雙穗雀稗生長狀況好、速度快。又根據文獻指出雙穗雀稗 (*Paspalum distichum* Linn.) 為分部全球熱帶及亞熱帶地區，多年喜水禾草，葉成藍綠色，可形成色澤優美之草坪，喜濕，但耐旱性、耐鹼性強且耐踐踏及修剪 (李鏐，1991)。且牛羊喜食，可做為護土、穩定邊坡、草帶及景觀美化之用 (范基男，1997)。因此，雙穗雀稗可作為擎天崗地區草原景觀草種的另一種選擇。

四、步道之經營管理

步道兩旁的類地毯草生長，顯示受到四季變化的影響，覆蓋度春季生長皆比原來設置樣區時，有所增加，夏季生長最快，但秋季顯然受到低溫的影響，類地毯草生長確有減緩，覆蓋度變化比起春季、夏季生長都有減少，且大多比原來的覆蓋度略高。顯示多數區域的步道兩旁的草坪，並未受到芒草砍除、排水溝施工、遊客踩踏等人為干擾的影響。但局部地區如步道 PC 左側 (第 5 小區) 及步道 PD 右側 (第 6 小區) 類地毯草面積稍有減少，裸露地面積稍有增加，顯示受到人為干擾影響。另將橫截步道設五處理，進行變亦數分析，亦顯示人為活動干擾確實對

類地毯草之覆蓋度造成影響；然而，干擾程度隨季節而異，其中由到訪由客人數最多之夏季，陽明山國家公園擎天崗草原景觀維護計畫

而步道 PC 中裸露地面積於夏季未達顯著(表 4-12)，顯示夏季為植物之生長季，受人為活動干擾的影響程度較低，而春、秋、冬三季裸露地面積受人為活動干擾影響較夏季明顯，顯示於植物生長季節之植物覆蓋度，對人類活動干擾有一定的容受力。

第二節 建議

一、維護擎天崗放牧草原確有其必要

擎天崗具廣大的舒適草原及性情溫和的牛隻形成極具景觀美質的放牧草原景觀，因此能吸引大量的遊客到訪與遊憩，而至於假日遊客眾多門庭若市。由先前研究文獻可得知，擎天崗上的放牧活動最初可追溯自清代，此活動具有歷史文化之保存價值，此顯示放牧活動除了草原景觀之維持外，亦有重要的歷史意義。

放牧活動及草原景觀為陽明山國家公園境內重要之文化、人文、歷史資產，因此牛隻活動與草原地景維持乃國家公園境內極需保存之文化地景。

二、放牧牛隻的強度，應以一公頃一隻為原則

本期第一年的測試計畫，主要調查與了解擎天崗地區草原放牧的承載能力與限制、適當的牛群放牧密度及牧區輪流放牧週期，以避免日後因過度放牧下採食與動物踐踏造成無法挽回之草原生態系破壞，因此放牧應牛隻活動範圍內，一公頃一隻為原則。

三、擎天崗放牧草原面積無須過大

現在的擎天崗草原景觀區，然而根據調查指出到訪擎天崗景觀遊憩區之遊客多半停留 30 分鐘至 2 個小時之間，而主要是徒步行走擎天崗大草原，而遊客初次來訪大都被草原景色所吸引，而高達有 6 成的民眾贊同擴大草原、闢建步道（呂理昌，1996）顯示草原景觀為遊客到訪擎天崗的主因，而主要從事的活動少滯留多以步行為主，因此，環形步道為草原景觀維護隻重點。芒草挖除工作應著重於工作站步道入口左右兩側之芒草挖除，維持遊客對擎天崗即草

原地景之擎天崗特色；而往涓絲瀑布方向步道區之草原，為擎天崗景

此，該區域芒草挖除之工作仍有其必要性。而多數現況為草原之區域現已覆蓋大量的芒草及灌木，而草原上各種植物消長之變化為景觀演替的自然現象，因此耗費大量人力、經費來挖除芒草的草原經營方式已不是適當之作法，亦無必要性。

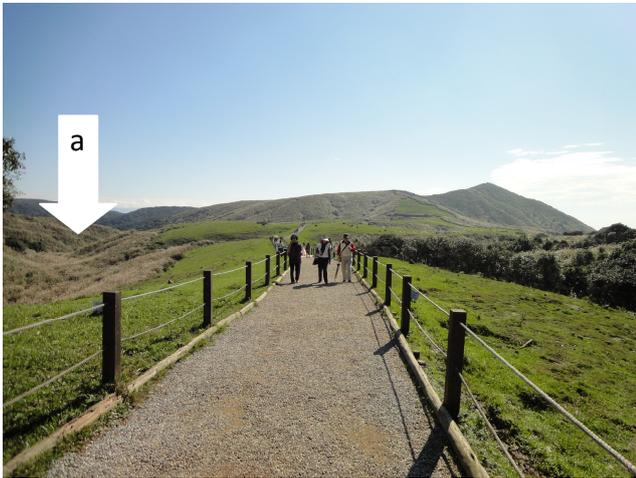


圖 4-1 建議芒草挖除之入口芒草區(a)

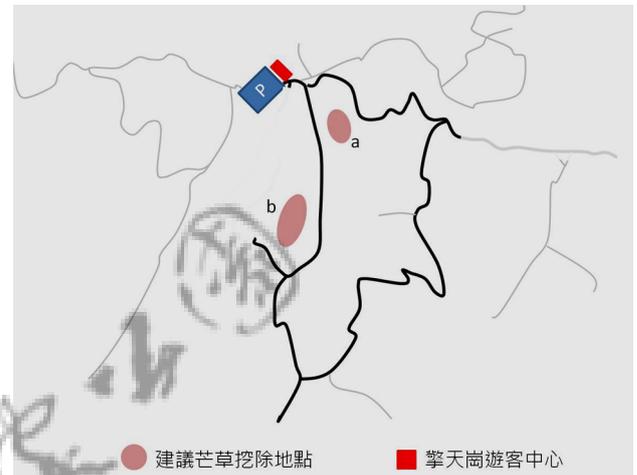


圖 4-2 建議挖除芒草之示意圖

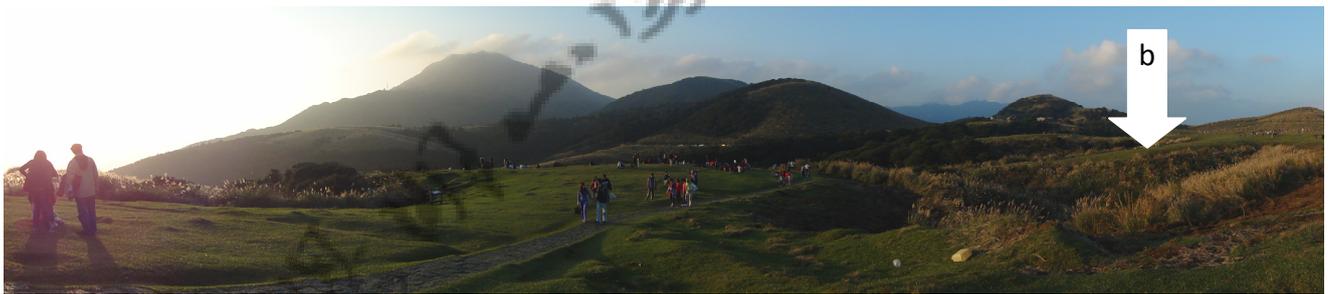


圖 4-3 建議芒草挖除之往涓絲瀑布方向芒草區(b)

四、步道兩側局部設置告示牌

步道兩側受芒草砍除、排水溝施工、遊客踩踏等人為干擾明顯之步道 PC 左側及步道 PD 右側，類地毯草之覆蓋度均較低，應設置草皮養護之告示牌，以降低人為干擾對類地毯草覆蓋度的影響。

五、適當的機械割草可防止芒草區擴大

綜合各試區之初步調查結果發現，割草處理有助於抑制其他草種入侵。另外，相較於栗蕨、假桫欏，芒草對類地毯草有明顯之抑制效果。芒草入侵草原區域之前，加強芒草砍除的工作可能是防止及降低芒草族群蔓延的有效方法。

六、放置永久樣區觀測植被的演替

現已在遭到芒草、灌木侵入的緩、急坡、稜線、山谷等不同地形及區域上設置樣區，如果可將本研究之樣區設為永久樣區，則可逐年累積植群變化之數據資料，可作為擎天崗環境的重要資料。延續本計畫設置之樣區針對現地做長期的植被調查為全世界少有之演替資料，亦是陽管處針對擎天崗管理所需的資料依據。

七、監測並及早防治入侵植物

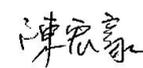
而芒草砍除之斜坡地試區於民國 100 年曾進行芒草挖除的工作，因此裸露地面積比例較其它樣區高，且該樣區包含兩種不同坡向(西北向坡及東向坡)，為觀測擎天崗地區植物演替極佳之地點，建議可畫設永久樣趨於此。值得注意的是，僅春季至夏季的季節變化。

101 年度「陽明山國家公園擎天崗草原景觀維護計畫」案
期初審查會議紀錄

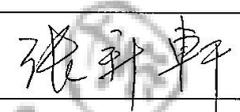
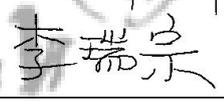
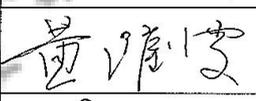
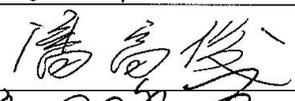
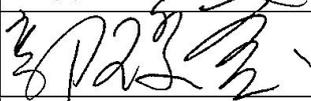
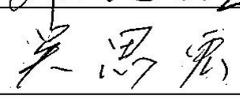
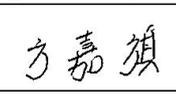
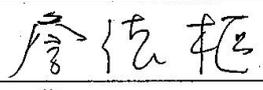
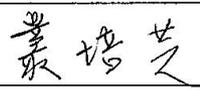
壹、時間：101 年 4 月 6 (星期五) 上午 9 時 30 分

貳、地點：本處二樓會議室

參、主持人：林處長永發 

記錄：陳宏豪 

肆、出(列)席單位及人員

出席機關(單位)(人員)	職稱	簽到處
國立台灣大學農藝系 張新軒	教授	
國立台北藝術大學建築與古蹟保存研究所 李瑞宗	副教授	
世新大學觀光系 黃躍雯	副教授	
中國文化大學	教授	
	院長	
	助理教授	
	助理	
相關列席單位(NGO 團體)		
詹副處長德樞	副處長	
叢秘書培芝	秘書	
企劃經理課	課長	

陽明山國家公園擎天崗草原景觀維護計畫

環境維護課	課長	韓志凱
遊憩服務課	課長	邱志強
解說教育課	約聘	傅振祥
建管小組		
小油坑管理站		
龍鳳谷管理站		
擎天崗管理站	主任	張文清
陽明書屋管理站	主任	呂生良
行政室		
會計室		
人事室		
資訊室		
保育研究課	課長	郭淑英
	約聘研究員	王金田
		韋登玄
		林修緯

伍、受託單位報告：(略)

陸、討論：

張新軒委員：

- 1、報告書內 P7 提及放牧及機械控制(mechanical control)區，後者應翻為機械對照較為妥適。
- 2、本案實施方法中放牧區及機械對照區皆有設置圍籬實驗過程較具公信力，而遊憩行為樣區因為無圍籬設置，遊客可踏入，建議可設置圍籬以比較遊客踩踏與否對草原差異性。
- 3、本案統計資料應予量化，如草原中灌木生長情形，其中主角類地毯草高度應以草長為單位作量化統計比較以得到公信結果。

受託單位回應：

- 1、遵照辦理。
- 2、關於遊憩行為樣區為景觀上考量不設置圍籬，且遊客極少離步道 3 公尺外進行遊憩活動，因此在步道左右垂直區域各設置 1 公尺*5 公尺樣帶(圖 2-11)，此便可得遊憩行為對地被影響。
- 3、遵照辦理。

主席：通常擎天崗大多數遊憩行為位在草原中心區域，樣區選擇應在人為活動較頻繁區域為妥。

張新軒委員：關於主席提到部分建議受託單位考慮納入觀察項目以作為管理處經營管理依據。

受託單位回應：本案已在人工控制實驗設置 2 個 24 公尺*60 公尺樣區(圖 2-2)，關於遊憩行為部分可再納入，遵照辦理。

李瑞宗委員：

- 1、學理上運用牛隻控制草原樣區可維持原有景觀，然在樣區選擇需考量水牛日常動線，通常其習性白天往山坡移動食草，晚間則棲息在山谷凹地。牛固然可維持草原，亦需考量到牛隻來源及管理層面問題，學理及實際作法應做搭配。草原某些地帶牛隻幾乎不會到達，若以人為方式維持草原景觀，或可統計牛隻與人力維持草原間關係，估算單頭牛所消耗草體生物量(biomass)相當於若干人所移除量，以得人力需求換算。
- 2、擎天崗在日治時期曾豢養 1000 多頭牛，至目前水牛數量驟降以致芒草等植物入侵，二次大戰過後農復會曾在此經營大嶺牧場，並用極端方式使用割草並配合燒山方式維持牧場型態，國外某些國家公園也用火燒方式以維持特定植物族群數量。

受託單位：關於牛群活動或許可用追蹤器得知水牛動態，目前擎天崗牛群有溫馴神戶牛及具野性水牛。在人工除草量與牛隻食草量比例，前者以每天所除掉植物殘體重量，後者以面積*當天食草量/單位面積牛數量作為換算。

張新軒委員：關於牛隻及人為割草需考慮到牛並不食用栗蕨及假鈴木等植物因素。目前核心問題仍在於如何長期維持擎天崗草型態，燒後芒草很快就會回復生長，芒草、栗蕨及灌木也會迅速入侵。

受託單位：遵照辦理。

黃躍雯委員：

- 1、以遊憩角度，遊客喜在大草原進行活動，後續管理應有規劃構想。
- 2、鑒於近來草嶺牛隻傷人事件，應規劃地點考慮設置綠籬或設立警告牌誌以引導遊客。
- 3、關於危機處理，建議管理站要加強以防範及處理牛隻傷人事件。
- 4、建議擎天崗牛棚補充牛隻相關安全宣導，教育遊客遊憩行為。

受託單位：

- 1、類似草嶺牛隻傷人事件係因母牛剛產小牛為保護後代所引起，如要避免此事件宜進行隔離處理。另關於製作教育遊客標示牌相當贊成，其具教育及解說功能。
- 2、有關遊客遊憩行為是否延伸一平行計畫以作為本案補充資料報告。

主席：關於遊客遊憩行為本處另有林晏州教授進行之「陽明山國家公園內遊憩行為對環境之影響-以二子坪及擎天崗草原特別景觀區為例」，可以供本案進行研究參考。

羅淑英課長：

- 1、牛隻放牧施行方式與農戶配合本案實施方法雖可減少人力配置，但實驗設計與結果息息相關水牛部份應加入研究設計中讓經費更有效運用。
- 2、本案人工除草樣區已與社會役人力作整合，可與管理站配合以減少雇工費。
- 3、樣區樁釘設置方式需考量到遊客安全性。

陽明山國家公園擎天崗草原景觀維護計畫

擎天崗管理站：

2、98年時期擎天崗部分地區裸露嚴重，鑒於狗牙根耐踐踏特性請社會役協助種植，除草工作也配合社會役辦理。

3、本案實施樣區設置時務必與管理站同仁聯繫。

受託單位：

1、牛隻飼養管理方式將與目前飼養神戶牛戶(何先生)討論相關事宜。

2、關於擎天崗草種選擇建議與本校動物系連繫俾便提供協助，而畜產試驗所亦可提供耐踐踏或水土保持草種相關資訊。

3、將與管理站工作人員進行聯繫。

主席：

1、本案參與研究人員宜佩帶識別證或是本處製作研究案專用背心告知遊客避免困擾。

2、樣樁設置需考量遊客安全。

3、因設置樣區對遊憩有一定影響，保育課務必與管理站作聯繫。

受託單位：皆遵照辦理。

呂理昌主任：本案草原面積應維持多大?需增加多少牛隻以維持草原景觀?古蹟設置點為何?

受託單位：本案著重於草原維護，所提內容將納入參考。

黃躍雯委員：

1、關於解說牌誌用以教育及警示遊客可再多所著墨。

附錄

2、擎天崗若缺少水牛將喪失其特色，頂山石梯嶺一帶具有野化水牛宜增設解說牌

誌讓遊客了解水牛可能活動地點。

受託單位：

- 1、遵照辦理。
- 2、擬於報告提出建議方案。

主席：本處另有步道標示計畫，下週進行頂山石梯嶺現勘，請解說課依意見參酌辦理。

受託單位：遵照辦理。

柒、結論：

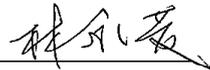
- 一、本案參酌委員意見作補充及修正，並依合約架構執行以合本處經營管理需要。
- 二、本案期初報告通過，請受託單位辦理第一期款撥付事宜。

捌、散會，上午 11 時 30 分。

本處 101 年度「陽明山國家公園擎天崗草原景觀維護計畫」
委託辦理案期中審查會議紀錄

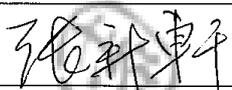
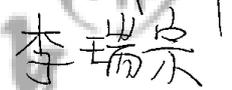
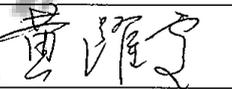
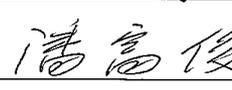
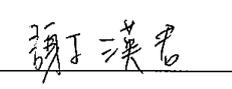
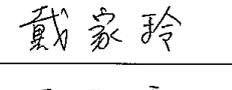
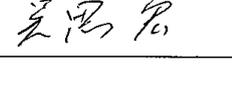
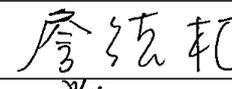
壹、時間：101 年 7 月 26 (星期四) 上午 9 時 30 分

貳、地點：本處二樓會議室

參、主持人：林處長永發 

記錄：陳宏豪

肆、出(列)席單位及人員

出席機關(單位)(人員)	職稱	簽到處
國立臺灣大學農藝系 張新軒	教授	
國立臺北藝術大學建築與古蹟 保存研究所 李瑞宗	副教授	
世新大學觀光系 黃躍雯	副教授	
中國文化大學	教授	
		
		
	助理教授	
相關列席單位(NGO 團體)		
詹副處長德樞	副處長	
叢秘書培芝	秘書	

企劃經理課	課長	張順發
環境維護課	技士	葛立國
遊憩服務課	課長	王治廷
解說教育課	課長	陳齊伯
建管小組		
小油坑管理站		
龍鳳谷管理站		
擎天崗管理站	主任	張文偉
陽明書屋管理站	主任	王生忠
行政室		
會計室		
人事室		
資訊室		
保育研究課	課長	郭沛英
	技士	陳良豪

伍、受託單位報告：(略)

陸、討論：

張新軒委員：

- 1、人工控制實驗(B1)及放牧試驗尚未設置圍籬執行。
- 2、斜坡芒草砍除計畫(B2)，應記錄原有植生狀況、砍除後植被變化，以得知其效果。
- 3、新栽植試驗區(B3)未說明草種、復育裸露地時間及其植被生長狀況及種類，過程中便可得裸露地比例及植被變化。應補充新植草種類、種植時間及原始對照，比較前後差異，草原樣區外其它植物種類也應註解
- 4、關於步道樣區實驗(遊憩行為)，根據表格數據資料應非僅以季節相比，應再做各樣區比較。

受託單位回應：

- 1、將補充放牧及人工除草資料，以設置輕量柵欄方式設計樣區。
- 2、芒草區植被，因管理處已經移除斜坡區芒草為裸露地，將觀察植被演替。
- 3、目前新植區有3種植草(類地毯草、狗牙根及雙穗雀稗)，觀察植被消長中，植被相變化將於期末呈現、
- 4、表格說明內容將於期末改善補充。

李瑞宗委員：

- 1、報告中目前無牛隻及畜牧資料僅有人工除草資料，期末應補充牛隻與草原間關係，目前人工機械除草實驗以覆蓋率表示，應了解芒草與類地毯草消長，人工

除芒草方式是割除地上部或整株挖除?

- 2、目前樣區裸露地佔 7-8 成，1 年內並無明顯變化，無法看出芒草及地毯草間消長情形。是否應挑選裸露地比例較少地點。並建議遊客可接受草原景觀程度，提合理視覺範圍，及芒草比例。

受託單位回應：

- 1、將於 8 月初前設置圍籬補充試驗資料牛群踐踏對草原影響及分析草種營養份。人工機械割除試驗樣區內主要草種為類地毯草，僅維持放牧草原型態，不考慮割除樣區外芒草，而樣區內芒草僅用定期割除不用挖除方式，以觀察不同植被演替作為管理處草原經營管理參考。
- 2、管理處砍除斜坡上芒草尚未栽植草皮因此裸露地樣區比例較高，希望藉由自然演替方式觀察植被變化。

黃躍雯委員：

- 1、遊憩活動是擎天崗既成事實，建議補充遊憩文獻，做相關對照。
- 2、對於擎天崗牛隻對景觀視覺差異及遊客踐踏對草原影響，本案樣區分幾種如何取樣?報告書的圖、取樣方式、樣區數及樣本數並未說明，應補充說明始讀者易於閱讀。
- 3、本案樣區除實驗組及對照組外建議增加其它資料使報告更完整，擎天崗藉由草原控制得以保持原始樣貌，而芒草、灌木及樹木仍可維持一定小比例作為植被演替教材。
- 4、草原維持方式或可讓遊客體驗幫忙割草，擴大企業及其它公部門認養除草區，

報告中可補充認養及體驗相關建議。

- 5、服務站或解說同仁可作例行性巡邏，觀察草原種類改變，建議保育課設計淺顯易懂紀錄表格作長期監測。

受託單位回應：

- 1、將補充遊憩相關文獻。
- 2、本案人工機械控制樣區分為 4 部分；(1)平坦區：目前大量類地毯草生長；(2)斜坡區：大量芒草已砍除尚未做任何處理區；(3)斜坡區清除芒草後管理處新植草皮區；(4)步道區依據地形斜度再細分為 5 小區。將於期末寫明讓讀者易於閱讀。
- 3、及 4、俟期末有較多實驗資料再行建議。
- 5、遊客體驗及草皮監測建議委由專業志工著手做監測減少人員行政負擔。

羅淑英課長：

- 1、建議使用較新氣候資料。
- 2、本案應對時間軸春、夏、秋、冬作定義，釐清時間點。
- 3、說明放牧試驗如何辦理？

受託單位回應：

- 1、將補充較新氣象資料。
- 2、四季定義時間點將作補充，以明確得知草生長時間點。
- 3、俟 8 月初設立樣區進行補充說明。

主席：本案以草原維護為主題，應以維持方式切入不以自然演替為主，並維持一

定面積草原景觀，且3年來擎天崗管理站也有草原維護相關資料可供結合。宜儘速進行放牧實驗，得知若干牛隻數及適當人工維持一定程度草原景觀。若受託單位有牛隻跨越樣區柵欄疑慮或可使用栓繩方式做樣區試驗。草原景觀勢必得回復及維持在一定部分面積提供景觀及遊憩功能，並於期末提供經營管理資料。

受託單位回應：柵欄將於8月初進行設置並補充放牧影響資料。

陳彥伯課長：當初擎天崗牧場在經營初期有經過草種篩選，推估類地毯草較耐寒故成為優勢種，爾後草種建議栽植類地毯草。國家公園成立後滑草行為已經消失目前遊憩影響主要以遊客踐踏為主，步道旁踐踏主要以人為影響為主，少部分為牛隻踐踏影響。擎天崗草原組成為類地毯草及白背芒，牛隻比較不會去踐踏白背芒部份，觀察2種草種覆蓋度及其所佔草原比例是否與遊憩行為有關？另外要去定義遊憩行為需有衝擊壓力資料評估起來相當困難，觀察草種在四季間變化是否有其意義？

受託單位回應：將於期末補充相關資料。

張順發課長：報告內容僅以成本考量建議以現況作維護，然本案主題是草原維護，應說明維護面積及位置為何？針對草原現況定義範圍面積或是位置以圖呈現易於大家討論。建議透過遊客及景觀學者去了解擎天崗草原維護範圍及面積大小，而後續牛隻數量及放養方式，範圍便比較明確以提供管理處後續經營管理參考。

受託單位：遵照辦理。

主席：建議以郭瓊瑩院長前陣子GIS圖層資料去判定現有草原面積大小及樣區位置並以此為基準，加上管理站人為干擾範圍及位置，往後每幾年再繼續作調查便

有比對資料可供經營管理參考，請受託單位幫忙建置。

受託單位回應：目前有 GIS 圖層 2010 資料，此部份將於期末呈現。

主席：本處 3D LiDar 2010 資料今年度可精準到 1m，請張文清主任透過資訊室輸出擎天崗草原圖資。

張文清主任：管理站 3 年前陸續整理草原，並有工作照片施作位置，可提供受託單位參考，管理站從 98 年至 101 年便已進行人工割草維護，牛隻由 7 頭增加至 17 頭，王鑫老師曾去過草原也認同此種生態經營方式進行維護。

受託單位回應：參考辦理。

詹副處長德樞：

- 1、建議期末補充大眾可接受草原景觀程度。
- 2、建議參考早期臺大農藝系張新軒老師研究資料決定柵欄材質及方式。

受託單位回應：

- 1、遵照辦理。
- 2、參考辦理。

呂理昌主任：本案應考量草原需維持多大面積，分階段回復，且適當保留牛群最為主要遊客體驗。

受託單位回應：擬用近年空照圖做草原面積判斷。

黃躍雯委員：

- 1、本案宜進行柵欄圍籬實驗，得知牛隻對草長、草量、種類變化影響，並補充割草頻度、季節及遊憩行為對草原生態影響。

2、本案重點在於牛吃草及踐踏影響，遊客為踐踏影響。且在不同草原區塊造成何種程度變動，並說明劃分不同程度樣區理由。

受託單位回應：皆遵照辦理，草原維護資料盡力去做補充修改。

柒、結論：本案依受託單位與同仁意見調整工作進度、實驗方法及補充期中報告相關內容儘速過處，並及早辦理放牧實驗，依合約架構執行以合本處經營管理捌、散會，上午 11 時 40 分。

陽明山國家公園

本處 101 年度「陽明山國家公園擎天崗草原景觀維護計畫」
委託辦理案期末審查會議紀錄

壹、時間：101 年 12 月 25 (星期二) 上午 9 時 30 分

貳、地點：本處二樓會議室

參、主持人：林處長永發 詹德樞

記錄：陳宏豪 陳宏豪

肆、出(列)席單位及人員

出席機關(單位)(人員)	職稱	簽到處
國立臺灣大學農藝系 張新軒	教授	<u>張新軒</u>
國立臺北藝術大學建築與古蹟 保存研究所 李瑞宗	副教授	<u>李瑞宗</u>
世新大學觀光系 黃躍雯	教授	<u>黃躍雯</u>
中國文化大學	教授	<u>詹高俊</u>
	院長	<u>郭政宏</u>
	助理教授	<u>吳思宏</u>
相關列席單位(NGO 團體)		
詹副處長德樞	副處長	<u>詹德樞</u>
叢秘書培芝	秘書	<u>叢培芝</u>

企劃經理課		
環境維護課	課長	韓志武
遊憩服務課		
解說教育課	課長	陳育伯
建管小組		
小油坑管理站		
龍鳳谷管理站		
擎天崗管理站	主任	張文清
陽明書屋管理站	主任	王維忠
行政室	秘書	葉培芝
會計室		
人事室		
資訊室		
保育研究課	課長	張淑英
	技士	陳宏豪

伍、受託單位報告：(略)

陸、討論：

張新軒委員：

1. 報告書 p7 圖 2-1 無標示陽明山牧場教育解說中心位置，圖與文章內容敘述必須相符合。
2. p8 圖表橫座標縱座標名稱及單位未標明清楚。
3. 本案為九月後才進行放牧試驗，材料為一隻牛且未敘述牛隻大小、年齡、食量，且圍籬高度、材質，施作方式並未交代，應敘述清楚並經過統計分析讓讀者知道牛隻放牧頻度與草長關係以及放牧區內外草長差異。
4. p23 表 3-1 應將單位標明清楚，草種要是類地毯草須寫明，單位面積建議使用平方公尺較易閱讀，其它數字建議加上量詞如 p5 人次建議 1 千萬**人次較易閱讀。
5. 人工除草試驗有 4 重複應進行統計變方分析得到公信力數據。
6. 報告內表上其它植物應寫明物種，裸露地估算方式應敘明，p25 表 4-1 及 p27 表 4-2 物種建議改成植物種類。p27 表 4-2 冬季若無調查數據建議刪除。
7. 所有步道區表格數據不應以小區平均數字作為資料，而應以各小區依離步道遠近為基礎做統計變方分析，後敘述與外部差距為何，並應在 p20 圖 2-15 標明小區字樣，表格中”原”字地點為何也應敘明。

受託單位回應：

- 1.、2.、4. 重新修正補充。

3. 補充圍籬間格，材料及照片在試驗方法中。放牧實驗方式以及試驗牛隻體重也將再補充說明。
5. 將作變方分析進行統計。
6. 裸露地是現地測量非估算得來，表 4-1 及表 4-2 配合作修正。
7. 步道數據將再進行統計分析，並補充”原”地點為何。

李瑞宗委員：

1. 本案在畜牧部份的試驗與調查幾乎很少(水牛與神戶牛探討較少)。沒有試驗數據支持，如何在結論中得出放牧試驗及草原承载力?更難得出建議，因維護擎天崗放牧草原確有其必要。
2. 在第三章第二節，人工機械控制試驗、人工除草方式，並未顯示如何除草/鋤草，亦無照片顯示工作，未交代細節。
3. 在研究方法上，不應以近距離觀察取代圍籬放牧法，近距離觀察中，紀錄資料亦極為簡略，亦無呈現時間、天氣、地點、牛隻體型重量、路線等。而且研究僅以神戶牛為對象，是否意味未來草原將引入神戶牛取代水牛?
4. 若以結論二擎天崗放牧草原面積無需擴大，再參照期末簡報補充資料建議二，若實施放牧，放牧範圍應以一公頃一隻為原則，本案並未提出擎天崗草原面積應有多少公頃?多少牛隻?足供主管單位經營參考

受託單位回應：

1. 水牛與神戶牛分布地區不同有明顯區隔，因水牛較為兇悍野性較強，為調查人

員安全，圍籬區以神戶牛區為主，神戶牛與水牛差異再做補充。

2. 將補充人為除草方式說明、用具及照片。
3. 調查日期將作補充，調查時期都是好天氣。調查方式為追蹤牛隻全程半小時，之後等牛群離開再測量草長，神戶牛位置通常在稜線上。
4. 以牛隻每分鐘採食量作面積估計，一隻牛可維持一公頃面積範圍。牛活動範圍及景觀視覺範圍不同，視覺範圍外區域或許是牛活動地點。但本團隊將以數個位置作視覺景觀區分出來，以得知芒草應清除範圍。

黃躍雯委員：

1. 可否在計畫書適當位置強調遊客與擎天崗與重要旅遊活動，概述觀賞草原景況，或草原景觀是擎天崗對遊客極重要的吸引因子，因此處理草原景觀是有其必要性。
2. 本案所選定 5 條步道中。PA、PB、PD 幾乎無受到遊憩行為影響，而 PC、PD 也只是輕微的影響。因此幾乎限定遊憩行為與草原景觀的關連性不大，足以略去才有說服力，建議在 P34 作歸納補充遊客行為及認知上一些文獻資料。
3. 報告書 p7 研究空間範圍可考慮用全頁方式呈現，再把 5 條步道試區標上，相關區塊或地標也能註明，才可看出並判斷其間相互關聯性。

受託單位回應：

1. 將補充研究動機內容，敘述遊客認知行為與草原間關係。
2. 本案著重在草與牛關係，至於遊客數量衝擊部分、氣候影響遊憩動線，長期性遊憩動線將作補充，將於報告書 P34 歸納步道試區所有資料結果。

3. 將做補充修正。

陳彥伯課長:建議遊憩行為覆蓋度應以 p20 各區數據作統計分析去作討論。

受託單位回應:將依建議作變方分析再敘述。

羅淑英課長:

1. 本計劃應要說明研究範圍，牛群的種類與範圍是有關係的，如範圍不明確，容易誤會。如報告書 p1 倒數第二段最後一行內容，現在擎天崗草原遊客最常到的草原，能看到的是神戶牛而非水牛。
2. 報告書 p1 前言及 p4 擎天崗地區牧場名稱、日據時期為大嶺牧場或大嶺峠牧場，請再確認。
3. 報告書 p3 引用資料應符合現況，如草原面積及放養牛隻數非現今資料。期末報告建議依現況再審視前言內容。

陳宏豪技士:報告書臺字應用繁體，另依內政部規定格式撰寫報告，報告書應有摘要，雙面列印摘要後每頁應還要有字眉。

受託單位回應:皆配合作修正。

主席:赤牛部分，擎天崗有飼養適和牛及黃牛?

受託單位回應:此部分意指牛隻為雜交種，會在報告中敘明。

秘書:報告書中建議第五點適當機械割草為何，割草、除草及挖除?

受託單位回應:裸露地芒草易入侵，若栽植類地毯草則不易入侵，依據地點處理情況有所分別，有牧草地點適當割草可防止芒草入侵。

主席:報告書 p1 第二段第三行串聯區域”水”與綠系統應該正，第八行平均 5 萬

人次地點補充地點擎天崗。報告書 P5 錯字修正。

受託單位回應：遵照辦理。

柒、結論：本案依審查委員與同仁意見修正及補充報告內容，並請於契約規定時間內以正式公文檢送結案成果過處憑辦結案事宜。

捌、散會，上午 11 時 40 分。



參考文獻

- 王忠魁 (1974) 臺灣高山草原之由來及其演進與亞極群落之商榷, 生物研究中心專刊 4: 1-16
- 王裕文 (2000) 草坪草之生態、分佈與利用, 中華民國雜草學會刊 21 (1): 1-16
- 王穎 (1994) 陽明山國家公園臺灣梅花鹿野放研究 (一), 臺北: 陽明山國家公園管理處
- 王震哲 (2001) 陽明山國家公園磺嘴山生態保護區植物相調查, 臺北: 陽明山國家公園管理處
- 江建翰 (2005) 臺灣草種性狀分析、草地使用現況及景觀生態之研究 中國文化大學 景觀學系碩士班
- 李培芬 (1995) 牛隻活動對磺嘴山生態之影響, 陽明山國家公園管理處, 臺北 80 頁
- 李玉壽 (1953), 陽明山放牧場業務簡介, 豐年半月刊, 第 3 卷第 5 期, 頁 12
- 李朝聖、叢培芝 (1996), 陽明山國家公園遊客行為及遊憩型態發展之研究, 臺北: 陽明山國家公園管理處
- 李 鏐 (1991), 草坪草種及種植, 中華民國雄草學會會刊草 12(1) : 67-72
- 呂理昌 (1996), 擎天崗草原遊客特性分析, 臺北: 內政部營建署陽明山國家公園管理處
- 花炳榮 (2003), 「擎天崗草原牛隻去留問題」問卷調查, 內政部營建署陽明山國家公園管理處
- 周昌弘、李瑞宗 (1991) 陽明山公園芒草生態之研究, 陽明山國家公園
- 林曜松 (1991), 陽明山國家公園動物文獻之搜集整理研究, 臺北: 內政部營建署陽明山國家公園管理處
- 林曜松、謝伯娟 (2000), 陽明山國家公園磺嘴山生態保護區動物相調查研究, 內政部營建署陽明山國家公園管理處
- 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, 內政部營建署陽明山國家公園管理處, 頁 73

參考文獻

- 吳秋燕 (2000) 臺灣南部社頂放牧草原演替 1987 年及 1998 年之比較分析，國立屏東科技大學熱帶農業研究所碩士論文
- 徐中芄 (2006) 擎天崗地區植群構造在森林「邊緣-內部」梯度上的變異，臺灣大學森林環境暨資源學研究所碩士論文
- 宮本曉誕 (1916)，大屯山的水牛放飼，臺灣農事報，第 132 號 頁 23~26
- 凌德麟 (1990)，陽明山國家公園擎天崗特別景觀區解說設施設備細部規劃設計，陽明山國家公園管理處委託研究
- 曾彥蓉 (2001)，陽明山國家公園發展生態旅遊之評估與管理策略研擬，臺北大學環境資源管理研究所，頁 53、66
- 陳彥伯 (1991)，遊憩活動對擎天崗草原特別景觀區之生態衝擊及其可接受改變限制之調查研究，國立臺灣大學園藝學系碩士論文，頁 47、48、49
- 陳玉壽 (1953)，陽明山牧場概況，臺灣農林月刊 7 (8)：36-37
- 陳育賢、韓志武 (1998)，陽明山國家公園遊憩區經營效益評估-龍鳳谷、硫磺谷、大屯、冷水坑遊憩區及擎天崗景觀區，臺北：陽明山國家公園管理處
- 陳文民 (2000) 臺灣放牧牛之攝食植物種類及放牧對植被的影響 國立中興大學植物學系碩士論文
- 陳雲倩 (1989) 社頂地區植群分析及牛羊放牧影響之研究 臺灣大學森林研究所碩士論文.
- 陳俊宏 (2010) 陽明山國家公園陽金公路以東地區資源調查 陽明山國家公園管理處委託研究
- 陳俊雄 (2003) 磺嘴山區草原生態系之經營管理研究 陽明山國家公園管理處委託研究
- 張永達、黃生 (2001)，陽明山國家公園長期生態研究規劃，臺北市：內政部營建署陽明山國家公園管理處

- 張新軒、陳茂、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。
- 曹勝雄 (2001), 陽明山國家公園遊客滿意度調查分析之研究, 陽明山國家公園管理處委託研究
- 郭毓仁 (2006) 陽明山國家公園擎天崗地區矮草原景觀維護工作擬定研究計畫期末報告書, 臺北: 陽明山國家公園管理處
- 郭瓊瑩、鄭嘉玲 (1987), 擎天崗草原計畫, 內政部營建署陽明山國家公園管理處
- 梁國常 (2002), 遊客對風景遊憩區認知之意象之研究—以陽明山國家公園為例, 國立臺灣師範大學地理學系博士論文
- 黃志 (2004) 水牛在不同季節及牧草長度下放牧行為之研究 屏東科技大學畜產系碩士論文
- 范基男 (1997) 坡地水土保持應用植物習性與適應性之研究, 中華民國雜草學會會刊 14(1)21-8
- 黃服賜(2000), 鄉土襲產保育基本概念架構之建立, 臺大地理學報, 第 28 期, 頁 91~110
- 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, 臺北 94 頁
- 楊素珠 (2005) 陽明山國家內牧業生態襲產之形成過程與延續途徑-談耕牛寄養牧場轉型為景觀牧場之演化歷程 國立臺灣師範大學地理學系在職進修碩士班
- 楊勝任 (1987) 臺灣南部社頂地區放牧草原植群及其演替之研究, 國立臺灣大學森林學研究所碩士論文
- 賴國祥、陳明義(1995)臺灣亞高山針葉樹林與草生地間推移帶之植群結構, 中華林學季刊 28 (3): 13-22
- 劉崇瑞、蘇鴻傑(1983)森林植物生態學, 臺灣商務印書館, 臺北 462 頁
- 許立達 (2006)陽明山國家公園植被變遷研究, 臺北: 陽明山國家公園管理處
- Andren, H. and P. Angelstam. (1988). Elevated predation rates as an edge effect in habitat islands: experimental evidence. Ecology 69:544-547.

參考文獻

- Cox, C.B. & Moore, P.D. (1973) *Biogeography: An ecological and evolutionary approach*. London: Blackwell Science.
- Fraver, S. (1994) Vegetation responses along edge-to-interior gradient in the mixed hardwood forests of the Roanoke River Basin, North Carolina. *Conservation Biology* 8(3):822-832.
- Gelhausen, S. M., M. W. Schwartz, and C. K. Augspurger. (2000) Vegetation and microclimatic edge effects in two mixed-mesophytic forest fragments. *Plant Ecology* 147:21-35.
- Hendry, G.A.F. and J.P. Grime eds. (1993) *Methods in Comparative Plant Ecology: A Laboratory Manual*. Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London UK
- Lidicker, Jr. W. Z. (1999). Responses of mammals to habitat edges: an overview. *Landscape Ecology* 14:333-343.
- Li, S.G., Yoshinobu Harazono, Takehisa Oikawa, Ha Lin Zhao, Zong Ying He, Xue Li Chang, (2000) Grassland desertification by grazing and the resulting micrometeorological changes in Inner Mongolia, *Agricultural and Forest Meteorology*, 102: 125 - 137.
- Matlack, G. R. (1993) Microenvironment variation within and among deciduous forest edge sites in the eastern United States. *Biological Conservation* 66:185-194.
- Palik, B. J. and P. G. Murphy. (1990) Disturbance versus edge effects in sugar-maple/beech forest fragments. *Forest Ecology and Management* 32:187-202.
- Roy, J. H. B., K. W. G. Shillam, and J. Palmer. (1955) The outdoor rearing of calves on grass with special reference to growth rate and grazing behavior. *J. Dairy Res.* 22: 252-269.
- Sheppard, A. J., R. E. Blaser, and C. M. Kincaid. (1957) The grazing habits of beef cattle on pasture. *J. Anim. Sci.* 16: 681-687.

Sizer, N. and E. V. J. Tanner. (1999) Responses of woody plant seedlings to edge formation in a lowland tropical rainforest, Amazonia. *Biological Conservation* 91:135-142.

