

**108 年度陽明山國家公園**

**擎天崗區域野化水牛族群調查**

**Study on the Population Status of  
the Feral Asian Buffalo (*Bubalus  
bubalis*) at Qingtiangang in  
Yangmingshan National Park**

**陽明山國家公園管理處委託辦理報告**

**中華民國 108 年 12 月**

(本報告內容及建議純係研究小組觀點，不應引申為本機關之意見)

**108 年度陽明山國家公園  
擎天崗區域野化水牛族群調查**

**Study on the Population Status of  
the Feral Asian Buffalo (*Bubalus  
bubalis*) at Qingtiangang in  
Yangmingshan National Park**

受委託單位：社團法人中華民國國家公園學會

研究主持人：王穎

協同主持人：胡正恆、李一泓

研究期程：中華民國 108 年 4 月至 108 年 12 月

研究經費：新臺幣 88 萬元

**陽明山國家公園管理處委託辦理報告**

中華民國 108 年 12 月

(本報告內容及建議純係研究小組觀點，不應引申為本機關之意見)

108年度陽明山國家公園擎天崗區域野化水牛族群調查陽明山國家公園管理處委託辦理成果報告108年



# 目次

表次 .....	I
圖次 I .....	I
摘要 .....	VI
Abstract.....	VII
第一章、前言 .....	1
第二章、研究地區及方法 .....	3
第一節、研究地區 .....	3
第二節、研究物種介紹 .....	4
第三節、研究方法及過程 .....	5
第三章、結果與討論 .....	14
一、水牛族群調查、基礎資料建置及教育訓練 .....	14
二、水牛健康監控 .....	34
三、經營管理策略 .....	35
第四章、結論與建議 .....	48
一、結論 .....	48
二、建議 .....	48
參考文獻 .....	54
附錄 1、擎天崗水牛影像清冊 .....	57
附錄 2、水牛行為工作坊講義資料 .....	60
附錄 3、石梯嶺至風櫃嘴步道牛群觀察紀錄 .....	68
附錄 4、會議紀錄 .....	69



## 表次

表 1、研究地區內設置之自動相機與微棲地氣象儀點位(TWD97 座標).....	10
表 2、2018 年 11 月至 2019 年 11 月陽明山國家公園內水牛捕捉上標資訊...	16
表 3、以美國大地衛星(Landsat)轉換植生指數(NDVI)估計 2019 年春/夏/秋三季 擎天崗草原植物的豐度 .....	17
表 4、擎天崗牛群採樣編號、DNA 抽取形式及牛隻個體 Cytochrome <i>b</i> 的單套型。 .....	34
表 5、擎天崗草原遊客對設置圍籬來管理牛群的意見(n=74).....	37





## 圖次

圖 1、陽明山國家公園內的擎天崗、磺嘴山、石梯嶺/北五指山/頂山的草原，為野化水牛調查的範圍。.....	3
圖 2、牛耳刻痕圖示(左上)：以(右上)右牛耳的天然刻痕 90 號，左耳刻痕在 9 號。.....	9
圖 3、牛隻庇護所放置鹽塊：(左)一號碉堡與(右)舊農會木柵外。.....	12
圖 4、擎天崗牛群歷年數量的變化，成牛數量(底段，黑色)與幼體(合併亞成體與新生牛，淺色)。包括 2017 年(賴玉菁)及 2018 年(9/10/11 月)陽管處用空拍機計數；本研究(2019)則以目視計數。.....	14
圖 5、2019 年 1 月傳統掃描觀察法得到擎天崗牛群日間主要活動比例。.....	15
圖 6、擎天崗主要草原的棲地型態及地被特徵分區圖：共分為 14 區，包含五處大型水池(◎)。以顏色深淺表明 2019 年秋美國大地衛星(Landsat)植生指數(NDVI)，愈深色表示植生愈茂密。箭頭為遊客進入點。.....	17
表 3、以美國大地衛星(Landsat)轉換植生指數(NDVI)估計 2019 年春/夏/秋三季擎天崗草原植物的豐度。.....	18
圖 7、擎天崗水牛休息及泥浴之時間及季節變化。.....	19
圖 8、2019 年擎天崗水牛活動各區使用百分比(春季 5 月,梅雨前夏乾季 6 月)。.....	21
圖 9、2019 年 5-6 月 GPS 追蹤水牛活動各小區使用比例，春季較集中使用特定 1 區和 4 區，夏季經常在 10 區活動。.....	21
圖 10A、2019 年 4 月(n=7) 野放初期 1 號牛在擎天崗草原活動範圍(MCP)的月變化。.....	24
圖 10B、2019 年 5 月(n=4)1 號牛在擎天崗草原活動範圍(MCP)的月變化。.....	24

圖 10C、2019 年 6 月(n=5) 1 號牛在擎天崗草原活動範圍(MCP)的月變化。	25
圖 11、3 號牛與 6 號牛野放後(2019 年 4 月 26 日)當日行進路線(紅色虛線)。	26
圖 12、3 號牛與 6 號牛自擎天崗野放後至其原有生活領域之相關位置。	27
圖 13、6 號牛在 5 月 6 日撞斷柵欄衝入南野地溪谷後，在瀑布源頭被困住。	28
圖 14、擎天崗水牛族群主要成員臉譜圖例。	32
圖 15、自動相機架在往磺嘴山 0.5km，拍到牛隻舔鹽(7/20、7/21)。	33
圖 16、2019 年 10 月 30 日於擎天崗戶外解說教室的水牛調查解說場景。	33
圖 17、擎天崗牛棚柵口:(左)2 號牛舔食鹽水桶(2019 年 7 月 1 日);(右)公牛 3 號牛與 6 號牛等 2 隻公牛追隨一頭母牛，公牛組固守於中央通道西側的低谷濕地。該自動相機還照到公 牛 1 號和 11 號(2019 年 9 月 6 日)。	35
圖 18、2019 年 11 月 15 日冷水坑遷移途中的水牛活動場景。	42
圖 19、2019 年-10 月 4 日何仁慈先生指導飛航磺嘴山頂(左)與石梯嶺下草原(右)搜尋山區牛隻。 .....	43
圖 20、石梯嶺上草原區域(4.3k)是磺嘴山區牛隻進出的必經樞紐高地。	44
圖 21、2019 年 1-11 月風櫃嘴-石梯嶺步道沿途水牛活動地點。	45
圖 22、擎天崗管理站逸出水牛標準作業流程。	50



## 摘要

陽明山國家公園為臺灣北部地區重要之野生動物棲息地，每年吸引眾多遊客進入遊憩，其中擎天崗特別景觀區為遊客喜愛景點之一，此地曾為臺灣水牛 (*Bubalus bubalis*) 放牧場所，現存之臺灣水牛族群為無人管理之野化族群。水牛在擎天崗地區具有其歷史意義，對本區生態系之維持及遊憩體驗亦扮演重要角色，因此族群之管理與數量控制成為經營管理之重要課題。

本計畫於 2019 年 4 月至 12 月針對陽明山國家公園園區內野化水牛的族群現況及棲地利用進行調查，研擬保育策略作為主管機關經營管理的參考，計畫內容包括：水牛族群調查、基礎資料建置、教育訓練、水牛健康監控及經營管理策略研擬。

結果顯示，擎天崗草原牛群最大數量為 35 隻，包括成牛 22 隻及幼牛 13 隻，石梯嶺-頂山地區牛群最大數量為 32-37 隻。行為監測方面，4 月起有 7 隻水牛進行 GPS 上標追蹤，其定位資料顯示，牛隻日間行為以進食及躺臥反芻為主，在 6~10 月記錄到泥浴行為。定位資料顯示個體對擎天崗草原空間的利用，5 月較集中草原北區，6 月則較集中南區，此與水池之分布可能有關。建立水牛臉譜與體型影像資料，可藉由耳殼外表缺損等特徵辨識擎天崗牛群個體 18 頭。

計畫於 2019 年 10 月 2 日及 30 日針對志工、社區居民及其他相關人士辦理 2 場教育訓練，室內課程內容包括水牛習性介紹及人與牛可能產生之衝突與管理，戶外課程則至園區內可近距離接觸水牛之現場進行觀察及討論。

在水牛健康監控方面，水牛糞便檢體(n=10)未檢出寄生蟲。水牛族群親源分析方面，由個體(n=9)粒線體 cytochrome b 定序，得到 2 種單倍體型 (haplotype)，有 7 個屬 Type I，屬廣泛分布於臺灣者；2 個體屬 Type II，分布頻度較少，係來自平等里與冷水坑舊礦場地區；整體而言可相當幅度代表臺灣水牛的遺傳多樣性。

計畫期間徵詢石梯嶺-頂山使用步道之 342 位遊客對水牛之看法，有 84.2% 的遊客贊成保留牛群，希望能在步道周邊建立防護措施，減少人與牛衝突的發生。最後研究人員針對水牛的管理提出了 4 點建議。

**關鍵字:**野化水牛、棲地利用、國家公園、擎天崗、經營管理

## Abstract

Yangmingshan National Park with unique landscape and rich wildlife resource attract many visitors each year. Qingtiangang area in the Park with its feral Asian Buffalo (*Bubalus bubalis*) population is one of the favorite places by visitors. Thus the cultural and ecological role played by the buffalo become an important issue in the Park management scheme. This study was to gather basic information on buffalo for future better management of the species.

From Apr. to Nov. 2019 field survey and visitor interview were conducted in the Park. The results showed that buffalo population at Qingtiangang and nearby areas (Xuite-Dingshan) were 35 and 32-37 respectively. The results from 7 GPS collared individuals showed that the daytime activity were mainly foraging and ruminating. Wallowing was observed between Jun. and Oct. North meadow was used mainly in May and south meadow in Jun. in Qingtiangang. This difference could attribute to the adequate water hole distribution in south meadow where buffalo was needed in hotter months. Eighteen individuals could be identified by either their ear-marks or other morphological characters and were recorded by photos. Two workshops were conducted to convey messages to park personnel and volunteers on buffalo behavior and safety measure of man-buffalo conflict. No parasite could be detected in 10 collected buffalo fecal samples and 2 forms of haplotypes were identified through cytochrome b analysis in 9 buffaloes (7 type I, 2 type II) which inferred no genetic crisis for the population. Interview on 342 visitors from Xuite-Dingshan showed that 84.2% of them wanted to conserve buffalo in this area and to avoid human-buffalo conflict by setting up different protection measures. Finally, we made 4 suggestions for better management of the Park buffalo population.

**Keyword: feral buffalo 、 habitat use 、 national park 、 Qingtiangang 、 management**

## 第一章、前言

陽明山國家公園為鄰近大臺北都會區的都會型國家公園，園區植群以常綠闊葉林為主，間有灌叢及草原等其他棲地，區內也有接近 10% 之人工環境如耕地、建地等(許立達等 2010)。在園區中心的擎天崗地區，為著名之草場景點，日治時期在 1934 年設立「大嶺岫牧場」，放牧水牛，範圍即包括擎天崗、冷水坑、七股山一帶。戰後國民政府依據原牧場規劃，於 1952 年設置了陽明山牧場，作為寄養放牧牛隻的場所，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，1953 年引入類地毯草供牛食用(李瑞宗 1988)。1967 年臺北市改制為院轄市，牧場即歸屬臺北市農會經營。李培芬(1995)曾描述當時寄養在擎天崗的牧場牛數量剩 70 隻左右。2003 年農會停止寄養業務，使現存之臺灣水牛為無人管理族群。因此，擎天崗的野生水牛部分是馴養水牛野化後的子代。

行政院農業委員會畜產試驗所將臺灣水牛的多年保種研究，向行政院農業委員會提出「臺灣水牛品種」登記(畜試所 2009)，使「臺灣水牛」自 2010 後有法定位階，至少屬「亞種」層級。畜試所報告指出臺灣水牛的特色在於沼澤生態的適應，粗壯且長而向後彎曲的新月狀長角可用於禦敵，咽喉部及頸下端各有一條白色 V 形條紋，尾短不超過飛節，膝與飛節以下全白，蹄大而平整，行走於沼澤時不易下陷。上一世紀臺灣水牛為勞役力的使用，政府曾頒布「耕牛保護措施」明令規定耕牛未滿 13 歲齡不得屠宰做為肉用，1960 年時全台仍有 31 萬頭水牛，但隨著農業機械化日益普及，至 1982 年水牛只剩約 5 萬頭。依據農委會 2010 年畜牧農情調查結果顯示，臺灣水牛頭數僅餘約 3 千頭。近年全臺野生水牛數量稀少，可能不到 500 頭(林正鏞 2009)。至於族群量以東臺灣花蓮等地最多，北臺灣以陽明山區為主要殘存分布地區。

陽明山國家公園成立於 1985 年，為鄰近大臺北都會區的都會型國家公園，在行政區域屬於臺北市及新北市，包括臺北市北投區、士林區，新北市的萬里區、金山區、石門區、三芝區、淡水區一帶；地理上則屬於大屯火山群區域。其面積 113.38km<sup>2</sup>，海拔範圍 56 m~1,120m (內政部 2013)，植群以常綠闊葉林為主，占總面積約 76.41%，另人類的耕地、建地則占總面積的 9.89% (許立達等 2010)。氣候屬亞熱帶季風型，年降雨量約 4,000 mm；強降雨的氣候在擎天崗地區形成少見的草原與水牛特色，成為許多遊客探訪必看的景點。

擎天崗是竹篙山熔岩流向北噴溢所形成的平緩階地，地勢間溪、池錯綜複雜，自清朝末年開墾時已為放牧農區。硬葉林組成以臺灣特有種假桫欏木(*Eurya crenatifolia*)為優勢樹種，其間草原零星分布，呈矮盤灌叢狀，森林僅在溪谷間出現。草原上成簇的草團，推測與牛隻排遺所帶動之土壤營養、及與昆蟲活動有關(陳俊雄 2003)。牛群遷移造就獨特的生態景觀外，李一泓等(2019)的水牛粒線體 DNA 分析證實，全臺三種單倍型有兩大類型出現於擎天崗，本地牛群可謂深具代表性，有野生型的物種與再野化後的後代。有鑑於此，國家公園已對「臺灣水牛」現存數量及分布開始進行資源盤點(賴玉菁 2017)，現存野化水牛族群至少分布在(1)擎天崗—竹篙山、(2)磺嘴山—翠翠谷和(3)石梯嶺—頂山 3 個地區。

故本計畫擬對水牛族群、行為、空間利用、個體特性、健康狀況、族群交流及人與牛關係等進行了解，以利往後對此一重要物種擬定管理的策略。計畫內容包括(一)水牛族群調查、基礎資料建置及教育訓練，(二)水牛健康監控及(三)經營管理策略研擬。

## 第二章、研究地區及方法

### 第一節、研究地區

園區內目前水牛分布，參考賴玉菁(2017)、李一泓(2018)的調查，共有 3 區野化牛群，包括擎天崗-竹篙山 29 隻、翠翠谷-磺嘴山 16 隻和石梯-頂山 19 隻。本研究針對上述 3 區進行調查(圖 1)，各區特色描述如下：

一、擎天崗(海拔 770m)—竹篙山區：擎天崗地區於 1995 年開通環狀步道，連接 20 世紀後半的四座軍事碉堡，環繞竹篙山北面稜線共 43ha 的林地與草原，已於 2019 年有新的觀景步道與動物防護圍籬包圍。熔岩階地受侵蝕常有陷穴，地形起伏複雜，平原上現有牛隻 30 餘頭，季節間會不定期營造出大小不一的草澤溼地，另有大型不會乾涸的深水潭，在夏季可容納公母牛群全體浸入，屬於陽明山國家公園所劃定的擎天崗草原特別景觀區。

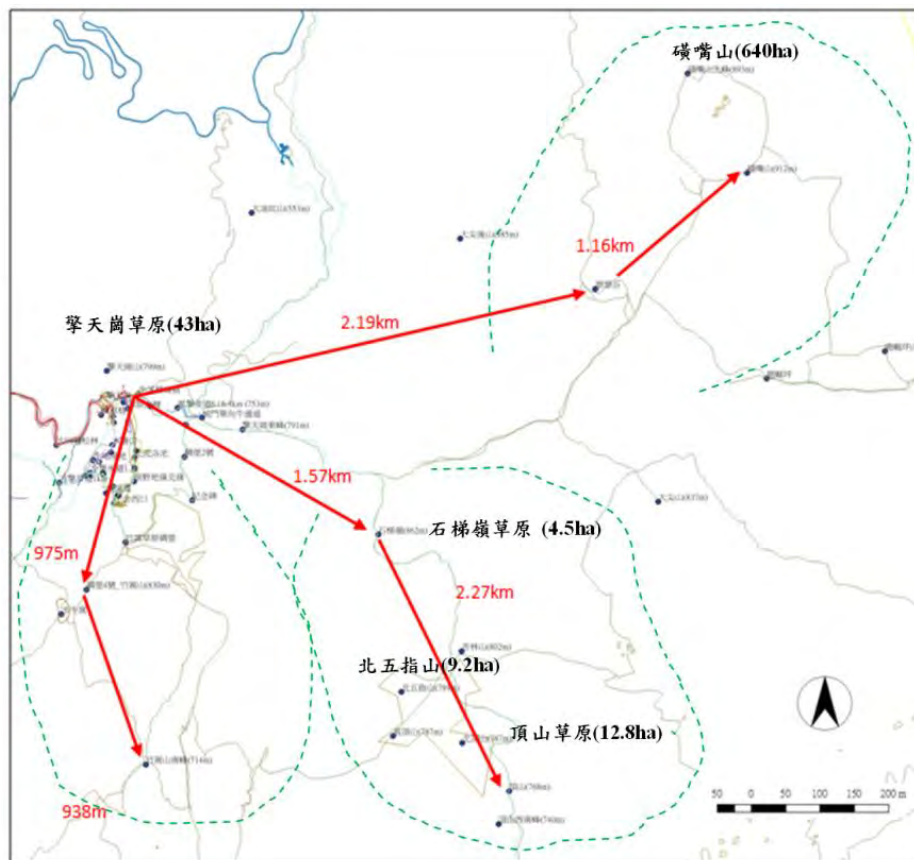


圖 1、陽明山國家公園內的擎天崗、磺嘴山、石梯嶺/北五指山/頂山的草原，為野化水牛調查的範圍。



- 二、磺嘴山(海拔 912m) — 翠翠谷區：該生態保護區位於陽明山國家公園東緣，範圍以磺嘴山與大尖後山連稜為中心，範圍包括至半山麓一帶之地區，面積約 640 公頃，具有完整火山錐景觀，火口湖底與草原地貌之翠翠谷偶有水牛活動。
- 三、石梯嶺—頂山地區包含石梯嶺、北五指山、頂山地區為登山步道稜線草原高點，從國家公園東南角的風櫃口(0k)進入，到擎天崗嶺頭岳(6.6k)土地公廟出來，平均坡度 6 度，走完全程一般約需 3~4 小時。此段草原破碎而鑲嵌於林間，占地面積以頂山地區最大(12.8ha)、北五指山(9.2ha)次之、石梯嶺上/下草原高低落差大，合約 4.5ha；也是山友在登頂路線上通報較多水牛活動的區域。

## 第二節、研究物種介紹

農委會所定名的「臺灣水牛品種」是亞洲水牛(*Bubalus bubalis*)的亞種(畜試所 2009)，屬於偶蹄目 Artiodactyla、牛科 Bovidae、水牛屬 *Bubalus*。牛科是一個巨大的分類學群體，動物學上分類有不同觀點。屬的劃分觀點認為牛科家畜包括家牛屬(*Bos*)、犛牛屬(*Poephagus*)、野牛屬(*Bison*)、準野牛屬(*Bibos*)、非洲野水牛屬(*Syncerina*)、水牛屬(*Bubalus*)等。水牛屬包括亞洲水牛(*Bubalus bubalis*)、菲律賓水牛(*Bubalus mindorensis*)和印尼蘇拉維西水牛(*Bubalus depressicornis*)等。據臺灣通史(卷 27)、臺灣省誌(康熙 33 年，1694 年)及諸羅縣誌(康熙 56 年，1717 年)記載，先民渡海來台開拓時，牛有隨船來台的歷史紀錄。

演變至今，臺灣水牛較傾向適應沼澤。由於亞洲水牛在行為生態上，區分為沼澤型(Swamp)和江河型(River)兩種，學者又對水牛屬內不同物種、甚至不同生態型的起源及分化也存在各種爭論觀點(陳蕙婷等 2018)。一般 DNA 親緣研究認為中國水牛品種完全屬於沼澤型，但 Yue *et al.* (2013)又進一步劃分至少三大分支的單系群。另有學者認為在 2000 年前左右，沼澤型、和江河型水牛各自的在中國、和印度被馴化，再分別傳播至東南亞(Corbet and Hill 1992)。今日在印度、尼泊爾、不丹和泰國還有野水牛(*Bubalus arnee*)。這些歧異觀點反映了對水牛屬起源及分化問題的不確定性，故在區域間水牛的遺傳資源亟需保護研究，另對此類野化水牛行為生態亦缺乏較深度的了解。

「臺灣水牛品種」體格粗壯，被毛稀疏，多為灰黑色；角粗大而扁，並向後方彎曲；因為皮厚加上汗腺極不發達，熱時需要浸水散熱，冷時則可抗寒。在台灣鄉間，水牛主要用來作為勞動力。但在其他區域的野化水牛研究中，Tulloch 在 1969 年指出水牛行動非常受限制，即牛群可能擁有一個明確且面積很大的家族活動範圍，但其經常習慣性地使用一些固定地點(地域固著：site

attachment)。每個家族範圍內的路徑很多，而且都從一個固定點到另一個固定點，因為動物表現出這種強烈的地域固著，導致每年都有許多動物因口渴或飢餓而死(Tulloch 1969)。Tsiobaniet *al.* (2016)在希臘 Lake Kerkinia 國家公園調查水牛覓食行為的月變化，透過 GPS 追蹤發現水牛每日平均覓食顯著多於其他活動，平均移動 6.9 km。其更指出水牛是善於交際，而非攻擊性的動物，個體互動頻繁，但打鬥極少出現。群體常有一個特定的活動範圍，但不一定會捍衛這一區域，因為不同群體的活動範圍經常重疊。

在陽明山國家公園近年觀察到園區內水牛之活動範圍日益受限，可能與食物資源及棲地變動的壓力有關。賴玉菁(2017)自 2017 年 2 月至 11 月，於陽明山國家公園架設 13 台紅外線自動相機，水牛僅出現於 8 個位點，說明水牛侷限在特定小範圍內。李一泓(2018)曾描述冬季時有小群牛隻個體，從擎天崗草原向南移動，躲避於海拔較低處，例如 2017 年 1 月(冬末)里民目擊有 7 隻公母牛逗留在平等里菜園附近，2018 年 2 月平菁街捕獲 1 公 1 母牛，2019 年 4 月則約有 2-3 隻牛南下到平等里低地，造成此種移動的原因為何，也是未來值得探討的面向。

### 第三節、研究方法及過程

本計畫主要工作項目包括以下各項：

#### 一、水牛族群調查、基礎資料建置及教育訓練

##### (一)水牛族群調查、基礎資料建置

- 1.調查擎天崗區域野化水牛族群分布、數量變化，以了解族群結構、出生及死亡率
  - (1)族群行為觀察
  - (2)目標動物追蹤
- 2.透過野化水牛行為及外表觀察，建立水牛影像資料，做為管理處未來進行個體管控、環境教育及遊客共同參與觀察體驗之基礎資料。
  - (1)捕捉個體上標
  - (2)現場觀察
  - (3)建置個體基礎資料
- 3.紅外線自動相機監測野化水牛空間分布

##### (二)教育訓練：

蒐集相關文獻及彙整調查資料製作教材，針對管理處人員、志工、周邊大專院校學生或有興趣參與調查之社區居民進行 2 場次教育訓練。

## 二、水牛健康監控

- (一)針對野化水牛進行非侵入性健康檢查，收集並檢查水牛排遺中之寄生蟲（例如：線蟲、條蟲、原蟲、球蟲等）
- (二)萃取 total genome 做 DNA 分析，針對色素體高變異序列與 genbank 全球資料庫進行基因型位點比對。
- (三)建立牛隻留置設施

## 三、經營管理策略研擬

- (一)透過現場遊客訪查瞭解遊客對擎天崗水牛之情感與保育（牛隻去留）之態度。
- (二)根據調查所得建立擎天崗區域水牛族群資料，及訂定族群管理的策略及實施方式。
- (三)評估磺嘴山、石梯嶺兩族群現況及後續經營管理策略。

各分項工作項目之研究方法說明如下：

### 一、水牛族群調查、基礎資料建置及教育訓練

#### (一)水牛族群調查、基礎資料建置

- 1.調查擎天崗區域野化水牛族群分布、數量變化，以了解族群結構、出生及死亡率。

##### (1)族群行為與結構觀察

研究前期針對擎天崗焦點牛群，現場進行日間的行為觀察，記錄時間為 9:00 到 18:00，利用行為掃描取樣(Scan sampling)記錄行為及個體資料，掃描取樣是指在固定的時間間隔下，快速地掃描觀察(scan 或 census)一整群的個體，並記錄看到當下每一動物的瞬間行為，通常著重在一些簡化的大項行為，本研究掃描取樣每 15 分鐘掃描一次，每次花費的時間約 10 分鐘。觀察項目包括進食、移動、打滾、站立及喝水等將其歸類為活動，反芻及躺臥則歸為不活動，並計算各時段之覓食/躺臥的大致比例。

研究人員在 2019 年 4 月研發出自製 GPS 發報器後，配戴於上標個體身上，可藉由判讀電子訊號來鑑別個體行為，根據訊號出現與否、停留的地點及移動的速度等，可以簡單判定水牛進行泥浴、休息反芻或是活動的行為狀態，並訂出個體的活動範圍，此為研究期間行為紀錄的主要方法。

此外利用陽管處空拍機在園區所拍攝的牛群照片進行比對，藉由所拍攝之水牛行為影像來判斷 GPS 訊號記錄資料之正確性。族群結構係利用每次掃描時記錄牛隻性別、成牛、幼牛與仔牛數量，以當日觀察之最大量為正式記錄。擎天崗水牛出生率推算由單次掃描的最多新生仔牛數量，除以當月最大族群計數。死亡率計算則是在各區路線調查中，留意是否有死亡個體，除以當月最大族群計數。

## (2) 目標動物追蹤

### (2)-1. GPS 追蹤器之繫放

為了解動物族群數量和棲地利用，目前發展最完整的研究工具就是發報器追蹤(Nova 2012)，本研究利用 GPS(全球定位系統)發報器追蹤焦點動物活動，藉此判斷活動範圍是否與遊憩動線衝突，找出棲地使用的熱點，並推測牛群可能之活動範圍。

本研究採用市面檢驗安全合格的 GSM/GPS 追蹤器，可定期發送 WCDMA 2300Mhz 的主動定位訊號，由園區周圍鄰近的 4G 手機接收站自動收集位置數據。本 GSM/GPS 追蹤器重 20 克，由於 1.5W 輕型功率裝置只能輸入 0.3A 的電流，經研究者改裝後，加上可回充電源設計後擴充到 7A 成為重約 2kg 的項圈，以牛隻體重在 300~600kg 之間考量，項圈僅為牛隻體重的 0.66~0.33%，小於 1%，遠小於一般在動物追蹤中容忍的追蹤器重量限制(3-5%)。

追蹤器裝設時會以帆布皮帶(S 腰帶)服貼地固定在牛頸部上方。自然磨損的情況下，大約為期一個月內，帆布皮帶其塑膠卡榫接頭便會自動斷裂，使牛隻回歸自然狀態。追蹤器在電力許可的狀況下，設定每 5 分鐘記錄一次位點，但在 6 月末梅雨結束、進入炎熱夏季後，每日牛群頻繁潛入水池 1 至 3 次，需要每周定期檢視牛隻與裝備，也使牛更習慣檢查的接觸模式。裝設追蹤器之牛隻以溫馴可被研究及管理人員掌控之個體為優先，以上操作與處置流程皆送中國文化大學實驗動物照護及使用委員會(IACUC)辦理查核。

### (2)-2. 定位資料分析

由於 GPS 的定位識別資料僅在雲端儲存 3 天，必須於每夜 GPS 紀錄歸零前轉繪牛隻的空間運動軌跡，數化焦點動物的活動範圍，及判斷每 5 分鐘收集的定位點所呈現的空間活動狀態。定位點之活動/不活動模式以同一小時內至少半數點位相互距離小於 3m，定義為不活動(inactive)，從現場行為紀錄得知通常是躺臥休息才在圖面上反應為不活動。

所得個體之點位，本研究採用最小凸多邊形法(MCP, minimum convex polygon method)來計算活動範圍。由於目前所知焦點牛群只有一至二個固定的過夜地點，每日路徑多採繞行半到一圈後回到過夜點的方式，因此擎天崗草原中央行走路徑所圍之草原邊緣常包含許多少用的陡坡區域。有利於登錄時，MCP可快速計算每日(0-24時)定位點所形成的最小凸多邊形面積，以辨識牛隻可擴散的潛在區域。

定位點會逐點登錄在GIS地理資訊系統上，標定於1997年新制定的國家座標系統(臺灣大地基準，TWD97)之兩萬五千分之一登山步道圖。每日所得原始點位座標，利用地理資訊系統處理軟體QGIS v2.18的外掛模組”AniMove外掛程式(plugin)”，在比較各日活動範圍面積時，基於上述路徑使用方式的現場特質，將以100%MCP所得的活動範圍評估潛在草場。最後至探討活動熱點及核心利用區時，可利用空間統計軟體Geoda(<https://spatial.uchicago.edu/software>)的最近鄰階層空間群聚分析(Nearest Neighbor Hierarchical Spatial Clustering)功能，評估園區內水牛活動的分布熱點，是否跟已知植物生態與棲地品質的監測現況有關。

關於棲地植生品質的監測，則以美國大地衛星(Landsat)的開放資料(<https://earthexplorer.usgs.gov>)，評估擎天崗草原區的生態限制因素，並使用空間解析度達30公尺的多頻譜影像，監測擎天崗的植生退化。NDVI(Normalized Difference Vegetation Index)為標準化植生指數，為植被反射出紅外光的強度減去可見光的強度，再除以紅外光強度加上可見光強度，予以標準化： $NDVI = (IR - VIS) / (IR + VIS)$ ，IR就是紅外光，VIS就是可見光。標準化植生指數越高、趨於正值，意即觀測到森林/灌叢植被越密、光合生產力越高的區域，紅外光反射之強度高，大都在背風坡，與鮮嫩草葉萌生旺盛有關。

## 2. 透過野化水牛行為及外表觀察，建立水牛臉譜影像資料。

利用水牛臉部、雙耳、或其他特徵建立的生物識別圖譜。

### (1) 捕捉個體上標

牛耳缺刻記號採用世界牛科動物慣用的標號系統(圖2)：以較易野外操作的右耳下刻號代表10~90；左耳下刻號則是1~9號。此方法若捕捉到牛隻後進行人工標記，刻痕明確。將針對擎天崗牛群中可接近之個體或利用處理通報捕捉牛隻的機會，在耳上剪缺刻來標記。此外，牛隻個體若耳殼上有天然的大型撕裂傷痕可辨識個體者，則不用上標。

## (2)現場觀察

利用研究者在現場觀察牛隻且有接近機會時，以不同角度拍攝牛隻臉部及身體其他部位的特徵，建立圖檔以利往後個體之辨識。

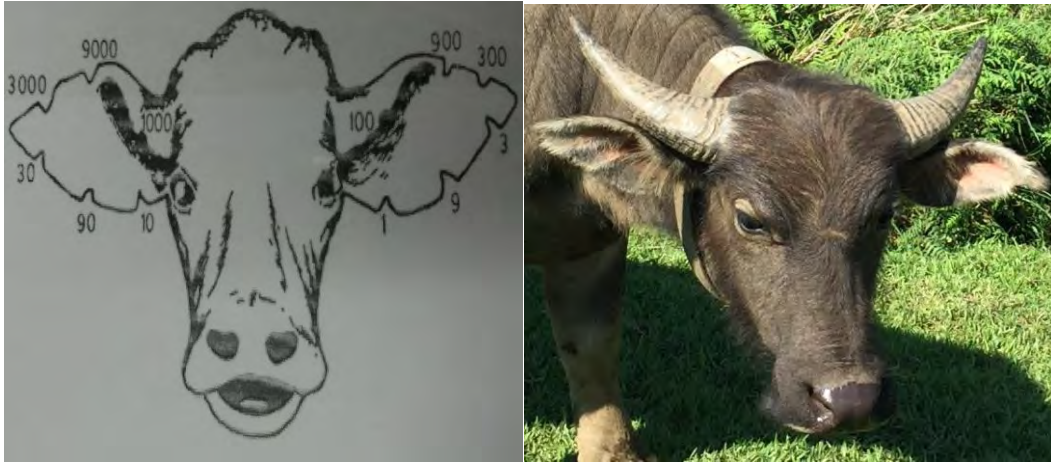


圖 2、牛耳刻痕圖示(左)：照片中右牛耳的天然刻痕為 90 號，左耳刻痕在 9 號位置(右)。

## (3)建置個體基礎資料

經現場觀察及自動相機收集之照片，利用軟體分析建檔，牛臉圖譜辨識採用成功大學資工系連震杰教授的 Discriminant Metric Learning 深度學習技術(Lui 2007, Chen 2015)，讓校正化的人工智慧系統利用指數判別分析 (discriminative information based on the exponential discriminant analysis, DIEDA) 和多尺度描述形成牛臉的高維特徵向量，來辨別野外牛隻的面部特徵和親屬可能。

### 3. 紅外線自動相機監測野化水牛空間分布

利用野外設置之紅外線自動相機所攝照片，進行牛臉及身體特徵辨識，建立牛臉照片資料庫，並評估同一個體對野外空間之使用。將沿擎天崗往磺嘴山、及往石梯嶺方向地區，切分為多個 1km 見方的大網格，以每網格至少 1 臺的密度來設置自動照相機，使用 21 臺自動相機(編號 0-20，座標如表 1)，相機資料除可有利於個體的辨識外，其資料更可提供牛群對空間之利用及活動頻度，同時也監測樣區內其他動物之活動與人為干擾因素。

自動相機架設方式為於樹幹上以綁帶固定相機，距離地面 1.3~1.8 公尺，鏡頭略向下傾斜拍攝。每月巡視自動照相機，更換記憶卡與電池，以盡量確保相機正常工作。架設時間以 2 個月為原則，期滿則移到其他位置重新架設，

但依實際情形進行調整。

表 1、研究地區內設置之自動相機與微棲地氣象儀點位(TWD97 座標)。

ID	X 座標	Y 座標	氣象儀	海拔(m)	相機位點描述
0	508605.3	2785908.0	YES	703	迴頭彎
1	509620.8	2786738.9	YES	771	嶺頭土地公廟南樹林
2	509641.5	2786705.2		772	草原高稜
3	509684.3	2786493.2		753	北泥浴池淺草澤
4	509532.5	2786280.7	YES	744	南泥浴池深潭
5	509595.2	2786270.4	YES	748	南深潭十字路口
6	509575.3	2786229.5		749	牛舍溪水源高草原
7	509515.1	2786380.6		740	南野地水源頭
8	509469.9	2786446.3	YES	738	舊農會牛棚
9	508889.5	2786688.3	YES	721	雍來松林
10	510024.2	2786652.5		745	風擎 5.9k 第一單向門
11	510076.4	2786616.2		747	風擎 5.8k 第二單向門
12	510881.8	2786501.7		782	往磺嘴山之牛磺池
13	510724.4	2786381.3	YES	772	風擎 4.9k 太陽能板草原
14	510936.5	2786245.7		857	風擎 4.6k 眺小觀音山
15	510807.5	2785961.6		853	風擎 4.2k 石梯嶺上草原
16	510842.8	2786000.2		851	風擎 4.2k 石梯嶺上草原
17	510961.9	2785935.2	YES	818	風擎 4k 石梯嶺下草原泥池
18	511027.7	2785928.5		816	風擎 3.9k 石梯嶺下草原
19	511119.1	2785954.9		786	風擎 3.8k 森林泥浴池
20	509091.4	2782820.7		789	風擎 3.8k 北五指山

## (二)教育訓練

於計畫執行後期，利用所得資料針對志工、社區居民及其他相關人士進行 2 場教育講座。第 1 場講座學員主要為國家公園巡山員與保育志工，亦歡迎有興趣參與調查之社區居民參加，希望吸引公民參與水牛監測。講授內容包括水牛習性介紹及人與牛可能產生之衝突與管理。第 2 場講座交流主題將包括：1. 遭遇水牛的熱點區域；2. 遊客面對水牛群之因應方式；3. 水牛衝突行為與積極管理行動，將進行現場觀摩。以期增進管理處員工與志工處理水牛相關議題之知能，也有助於向遊客宣導對於接近水牛時的適宜行為。

上述授課之資料簡化為科普材料，做為管理處未來進行環境教育活動及遊客共同參與觀察體驗之基礎資料，以利水牛保育教育之宣導。

## 二、水牛健康監控

國家公園內保有臺灣水牛活動的草原地，有需要定期管理監測牛隻健康對遊客、乃至其他野生動物的影響。

(一)針對野化水牛進行非侵入性健康檢查，收集及調查牛隻排遺寄生蟲(包括線蟲、條蟲、原蟲、球蟲等)

糞便檢查以非侵入性之方式進行，每2個月追蹤2隻個體(耳刻 LE0003, LE0006 號，以下簡記為 3,6 號)的排遺，合計 10 份。其他個體之糞便則視機會採集。採樣時藉由尾隨行進牛隻，待其排泄後立即以封口袋刮起 100 公克檢體，送往臺大動物醫院檢驗科化驗。排遺檢查包含常見之線蟲、條蟲、原蟲及球蟲，由臺大動物醫院開立檢查結果。

每月在進行採樣的同時，對熟悉可接近個體亦可進行基本形質測量，如體長、胸圍、腰圍等以估計體重，並記錄外傷與體外寄生蟲感染情形，並結合國家公園現有隻動物救援計畫，輔以檢驗血液樣本，以評估牛隻整體的健康狀態。

(二)萃取 total genome 做 DNA 分析，針對色素體高變異序列與 genbank 全球資料庫進行基因型位點比對。

進行至少 10 隻個體的採樣，以焦點族群(focal herd)所在的擎天崗草原為主，將於研究期間針對擎天崗族群內可接近的個體，或有通報救援的個體，經保定後，研究人員將前往採樣，採集血液樣本或組織，採得樣本以 GenoMakerKit(GenePure)進行 total DNA 抽取後保存。採血工作將委由國立臺灣大學獸醫專業學院季昭華教授、余品奐助理教授團隊協同進行。未來延續研究，可收集更多擎天崗、頂山地區的高品質血液樣本，進行粒線體(mtDNA)與色素基因(cytochrome b)、乃至微衛星基因座(microsatellite)的定序，以建構族群親源分析，以建構親緣關係的基礎資料，以為未來更進一步了解水牛族群間交流程度問題之準備。

(三)建立牛隻留置設施

利用牛隻可能的活動熱點或族群間交流的可能通道，放置鹽磚吸引牛隻前來取食。成為習慣後，有利於管理人員在此處進行牛隻之留置健檢或其他相關的操作。將選擇 3 處地點進行：



1. 牛棚柵口附近(有低谷與小泥浴池 5 處)。此處接近農會時期所保留下來的牛棚圍籬設施，在本研究先驅測試(pilot study)期間，已經成功嘗試由工作站人力引導牛隻留置(李一泓 2018)，一方面訓練牛隻固定前往該處移動並接受目測檢查與照顧；另一方面，未來也將納入衝突個體，例如牛王與隨後之公牛的檢查與處理。由於目前水牛主要活動地區為擎天崗大草原及竹篙山一帶，根據耆老表示，天氣寒冷之冬天會有部分牛隻移到較低窪之舊農會牛棚避寒。舊農會牛棚為良好之保定場所，若可訓練牛隻固定往該處移動，日後要進行牛隻健康檢查或防疫工作會更加精確(圖 3)。
2. 城門(5.8k)上稜線往一號碉堡，此處為擎天崗草原與石梯嶺草原之分界，為兩群牛交流可能的路徑之一，且本處有石柱設施，有利於牛隻保定工作的進行(圖 3)。
3. 牛磺池附近為管制門(5k)往磺嘴山約爬坡 800 公尺處，此處為擎天崗往磺嘴山方向山區，離管理站相對較近，且位於成長的樹林中，有較粗的樹幹，有利於牛隻保定的進行。

研究人員在此 3 處每月進行鹽磚檢查確認，若不足或受潮則立即補充或調整更換擺置位置。吸引牛隻前來舔食，且在附近裝設自動相機，記錄牛群使用的情形。



圖 3、牛隻庇護所放置鹽塊：(左)一號碉堡與(右)舊農會木柵外。

### 三、經營管理策略研擬

(一)進行遊客訪查以了解遊客行為及對牛隻情感與保育(牛隻去留)之態度。

由於管理處已在擎天崗地區設置柵欄，訪查擎天崗附近遊客顯示多數支持管理處措施，因此研究人員選擇遊客利用頻繁之風櫃嘴至擎天崗步道進行訪查，每月至少到步道上進行 1-2 次訪查，以了解此區遊客對水牛活動及管理措施的看法與建議。

(二)根據所得資料建立擎天崗區域水牛族群資料，及訂定族群管理的策略及實施方式。

由於本區已開始架設柵欄，進行人與牛分離的措施，對本區牛群之監測及加強管理勢在必行，本研究將透過觀察牛群使用的熱點及其對棲地植被之影響，並針對區內使用的水池進行監測及其使用頻度以利未來水池管理的建議，此外並藉由個體行為觀察篩選未來可能需要處理的個體，以提供擎天崗地區野化水牛經營管理的參考。

(三)評估礮嘴山、石梯嶺兩族群現況及後續經營管理之參考。

礮嘴山屬於生態保護區，遊客較少，在人力有限的情形下，擇期進行 1-2 次路線調查，了解礮嘴山牛群之初步概況。另於遊客利用頻繁之風櫃嘴至擎天崗步道進行路線調查，除步道外，另向步道周邊延伸至草原或水池等牛群可能活動地區深入觀察，以估算步道周邊可能之牛群數量並記錄其行為，所得資料將提供石梯嶺、頂山等地水牛族群數量、空間分布及棲地(水池、草地、灌叢等)利用概況。

### 第三章、結果與討論

#### 一、水牛族群調查、基礎資料建置及教育訓練

##### (一)水牛族群調查、基礎資料建置

##### 1.擎天崗區域野化水牛族群數量變化，族群結構及出生與死亡率。

##### (1)族群結構與族群行為察

##### (1)-1.掃描取樣及路線調查成牛、幼牛及仔牛出現的數量

擎天崗草原中央於 2019 年春季到夏季間，有成群水牛集中覓食，可有效地對族群整體計數，研究人員曾於 2019 年 7 月 9 日，於單一集中小區目擊擎天崗牛群的大多數成員，分別為成牛 24 頭(確定至少 17 隻母牛)、亞成體(幼牛)4 頭、新生牛(仔牛)3 頭，合計至少有 31 隻以上。8 月 12 日亦然，包括大群成牛 23 頭、幼牛 5 隻與仔牛 4 隻，此外還有分散於主群邊緣外的公牛組，如 1、3 號牛，合計 34 隻。秋季以後，除了公牛組(數隻個體所形成的小群)長程運動遊走外圍、不易搜尋外，母牛群內部也會分成 2 至 4 小群，分別帶著仔牛躲藏於低谷灌叢，不再於高緣稜線上暴露形蹤。整體而言，不易有效地對族群整體計數。但研究人員在 10 月 24 日清晨見到大群牛有 31 隻在嶺頂山頭下水源低谷泥浴，包括母牛群 18 隻(內含已發情小公牛 2 頭)、幼牛 5 隻與仔牛 8 隻，加上另一邊聚集 4 隻成熟公牛(編號第 1,3,6,11 號牛)，合計 35 隻。這使 7 至 10 月夏秋族群計數皆維持在全年最大量，其與 2017 年的空拍總數 29 隻(賴玉菁 2018)及 2018 年陽管處空拍紀錄 34 隻(李一泓 2018)相較，水牛族群數量並無明顯變化(圖 4)。

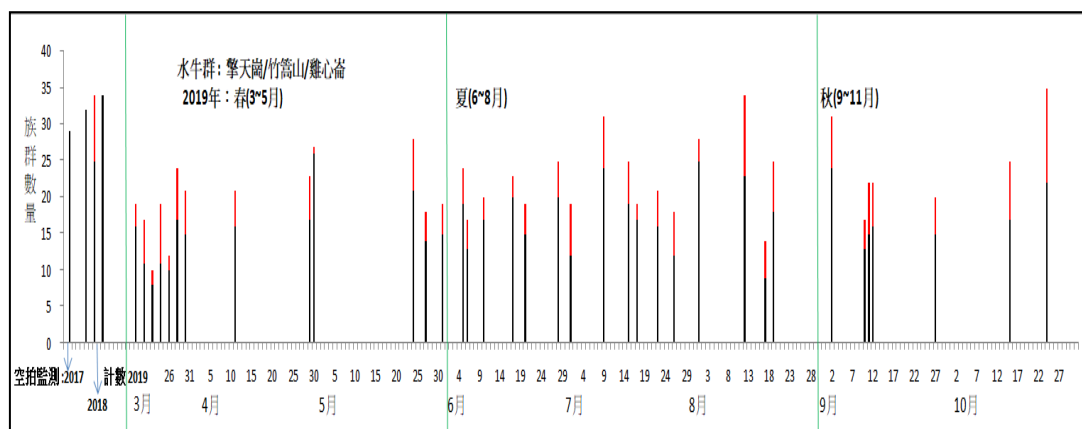


圖 4、擎天崗牛群歷年數量的變化，成牛數量(底段，黑色)與幼體(合併亞成體與新生牛，淺色)。包括 2017 年(賴玉菁)及 2018 年(9/10/11 月)陽管處用空拍機計數；本研究(2019)則以目視計數。

## (1)-2. 擎天崗牛群的出生及死亡率

出生率方面，擎天崗於 2019 年 3 至 11 月(8 個月)內確認出生的小牛最多為 13 隻，與 17 隻母牛成體數量相較，出生率約為 37%(13/35)。

在死亡率方面，擎天崗地區僅於 2019 年 4 月 23 日由巡山員找到一頭死亡成年母牛，位於城門接入擎天崗山東峰稜線附近，死因不明。但當月最低日均溫為 4 月 1 日的 11.8°C，未來或可探討寒冷是否對於水牛健康造成嚴重影響。而 2019 年 3 至 11 月擎天崗未發現死亡小牛，故死亡率可能為 2.8%(1/35)。另以往的死亡紀錄為 2018 年 3 月 2 日遊客通報竹篙山線有死牛 1 頭，2017 年 9 月 1 日擎天崗草原有 1 頭死亡，由於野外發現死亡個體相當困難，無法準確估算死亡率，未來或可藉由上標個體持續追蹤來評估。

## (1)-3. 擎天崗牛群日間行為

2019 年 1 月研究前期針對擎天崗的焦點牛群進行掃描行為觀察，記錄牛隻主要行為，分為活動及不活動，活動包括站立走動及覓食，不活動為躺下及反芻。結果顯示牛群在 11-12 時及 16-18 時為較不活動的時段，17 時之後多數牛在休息與反芻(圖 5)。

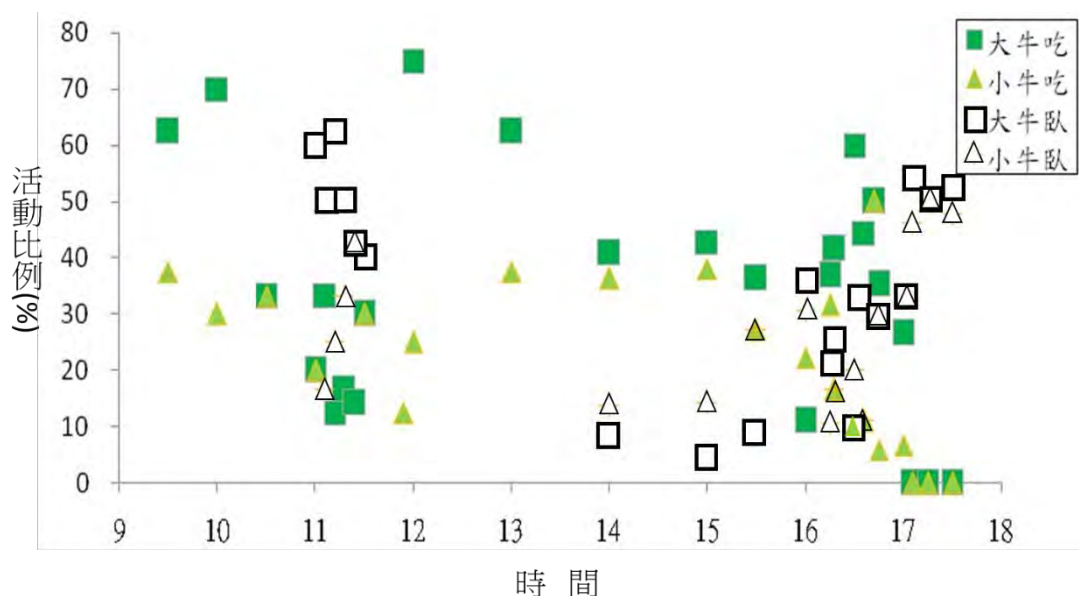


圖 5、2019 年 1 月傳統掃描觀察法得到擎天崗牛群日間主要活動比例。

## (2)目標動物追蹤成果

## (2)-1.GPS 繫放水牛個體資訊

自 2019 年 4 月至 12 月，對園區內 7 隻水牛進行 GPS 項圈的裝設與追蹤(表 2)，包括 5 雄 2 雌，分別為 1 號、2 號、3 號、6 號、11 號公牛，(-0')號和(-303)號母牛(表 2)。公牛中 1 號最老，2 號和 11 號年齡較小(<3 歲)，3 號(中牛)及 6 號(大牛)體型較大。

體重方面大致落於 400~570 kg 間，由於上標樣本數少，看不出公牛與母牛體重有無差異。

表 2、2018-2019 陽明山國家公園內水牛捕捉上標資訊

牛編號	性別	體長 (cm)	胸圍 (cm)	估計體重 (kg)	捕捉日期	捕獲地點
ox.6 號(公牛)	雄	159	190	530	2019.03.14	雍來礦場
ox.3 號(公牛)	雄	147	204	565	2019.02.26	雍來礦場
ox.2 號(公牛)	雄	140	184	438	2019.02.18	平等里
ox.1 號(公牛)	雄	142	192	482	2018.11.16	平等里
ox.11 號(公牛)	雄	144	192	490	2019.11.02	擎天崗
cow. (-0') 號母牛	雌	131	186	418	2019.08.31	擎天崗
cow. (-303)號母牛	雌	161	192	548	2019.06.28	擎天崗

## (2)-2. 監測牛群啃食下的草原植物豐度指標

為了解繫放個體及牛群對擎天崗地區之空間利用之模式，包括利用方式及頻度等，針對擎天崗草原及周邊的林地(43ha，429,418m<sup>2</sup>)，依棲地型態及地被特徵區分為 1 至 14 區，平均面積 3.07±1.28ha (n=14)。計算植物生態指標(圖 6)，以了解牛隻在各區的利用及評估各區植被承受的壓力。

根據 2019 年美國大地衛星(Landsat)的多頻譜觀測資料(表 3)，擎天崗夏季 7 月時植物茂盛生長，各區植生指標(NDVI)都達到 0.70 以上。春夏間植被供應牛隻食源無問題，直到 9 月草地枯黃，有 4 小區植生指標(NDVI)降到 0.50 以下，包括牛群核心使用的第 4 區、5 區、7 區、8 區(圖 6)。估算植生退化情形，以 2019 年 10 月 2 日的大地衛星資料(Landsat)顯示，在竹篙山段北向坡的 3 個區(11、12、13 區)，NDVI 皆低於 0.22，呈嚴重退化狀態(圖 6，淡色區塊)，現場可見稜線上草被啃食拔起，表土層已暴露成風化砂壤，植被為各區間最矮化的。而竹篙山段第 12 區植生最差(NDVI 為 0.167±0.018)，可能持續荒漠化，需長期追蹤。植被退化原因一方面是



稜線上強勁的風剪效應，加上碉堡周圍是牛隻最常經過或停留的夜宿地所致。

各區中觀測到森林/灌叢植被最密集、光合生產力最高的區域，都在背風坡的嶺頭坡稜線，主要為第3、6區(圖6，深色區塊)，這二區嶺頭山坡在2019年10月仍有較高植生量，NDVI分別為 $0.382 \pm 0.119$ 及 $0.394 \pm 0.161$ ，顯著高於其他各區( $0.261 \pm 0.063, p < 0.005$ )。可能與該2區位於西曬及背風坡，秋末仍維持草料生長有關。

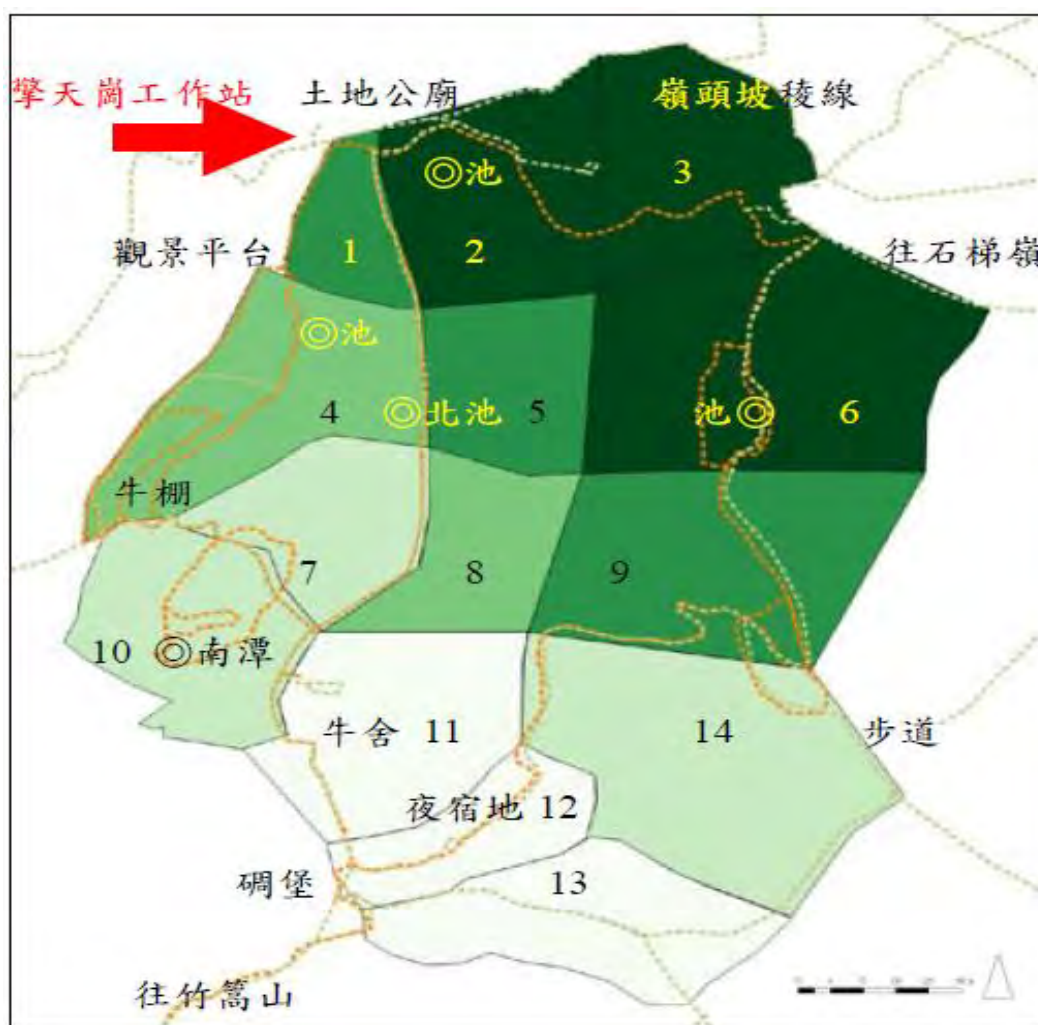


圖6、擎天崗主要草原的棲地型態及地被特徵分區圖：共分為14區，包含五處大型水池(⊙)。以顏色深淺表明2019年秋美國大地衛星(Landsat)植生指數(NDVI)，愈深色表示植生愈茂密。箭頭為遊客進入點。

表 3、以美國大地衛星(Landsat)轉換植生指數(NDVI)估計 2019 年春/夏/秋三季擎天崗草原植物的豐度

草原分段	分區	春(4月)		夏(7月)		秋(10月)	
		NDVI	± SD	NDVI	± SD	NDVI	± SD
北段	1	0.629	± 0.030	0.679	± 0.050	0.234	± 0.047
	2	0.618	± 0.017	0.703	± 0.036	0.305	± 0.088
	3	0.609	± 0.026	<b>0.718</b>	± 0.016	0.382	± 0.120
中段	4	0.659	± 0.036	0.724	± 0.036	0.215	± 0.054
	5	0.647	± 0.024	0.724	± 0.017	0.275	± 0.084
	6	0.633	± 0.023	<b>0.735</b>	± 0.016	0.395	± 0.161
南段	7	0.654	± 0.025	0.711	± 0.032	0.201	± 0.035
	8	0.671	± 0.022	0.746	± 0.025	0.180	± 0.026
	9	0.675	± 0.023	0.746	± 0.013	0.244	± 0.040
竹篙山	10	0.636	± 0.032	0.697	± 0.041	0.226	± 0.041
北坡	11	0.638	± 0.042	0.711	± 0.047	<b>0.212</b>	± 0.031
	12	0.634	± 0.024	0.711	± 0.020	<b>0.167</b>	± 0.018
	13	0.633	± 0.026	0.730	± 0.012	<b>0.201</b>	± 0.010
	14	0.707	± 0.021	0.768	± 0.019	0.225	± 0.066

### (2)-3.牛隻對濕地與水池的空間利用

除植被外，牛隻對環境中的濕地水域依賴大。區域 2、4、6、10 區內目前存在 5 處大型水池(圖 6)，以 10 區的「南潭」面積最大(直徑約 5m)，為熔岩地形凹陷，深且寬廣，於盛暑常見 5 頭牛以上同時入水，水深至少 150cm 以上。其他 4 處淺池深度皆不及 30cm，仍可於各月份提供牛共域使用，尤常見於 4 區「北池」(狹窄，直徑約 1.5m)，周圍有多處單隻小牛可泡水的淺池，深度小於 20cm。另各區內亦有臨時性的小水池，雖偶有被牛隻利用進行泥浴，但隻數不多，時間不長。

根據 GPS 項圈記錄個體行為顯示，春季(3~5 月)並未記錄到牛隻的泥浴行為。由於項圈浸入水池時完全無訊號，出水之後 GPS 訊號會發散，可藉以判定位點是否為泥浴。6 月記錄到泥浴發生的時間在 9-19 時(圖 7)，出現高峰在 14-19 時，也是當日最高溫的時段(23.7-26.9°C)。

在 2019 年 6 月 18 日後至 8 月 1 日酷暑無降雨期間，牛群集體休息反芻後，再進入「南潭」降溫，傍晚上岸後再繼續於周邊草地覓食已成為常態。根據 6 月 18 日至 22 日連續 5 天乾旱天候的紀錄，這 5 日平均泡水時間為  $274 \pm 37 \text{min}$  ( $n=5$ )。

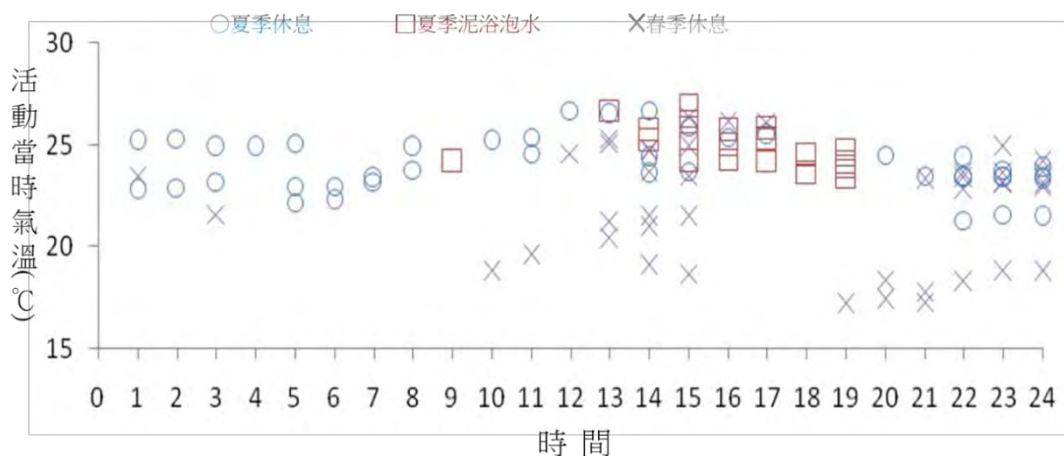


圖 7、擎天崗水牛休息及泥浴之時間及季節變化。

#### (2)-4. 水牛對各林地的空間利用

擎天崗草原坡度由北向南沿竹篙山勢爬升：可區分 1 至 3 區為北段，4 至 6 區為中段，7 至 9 區為南段，10 至 14 區為竹篙山段。茲將透過 GPS 追蹤所得水牛全日在各區活動的分布及其季節的變化，選擇常用棲地分區描述如下。春季追蹤資料時間 5 月 14 日至 22 日，夏季追蹤資料時間 6 月 17 日至 22 日及秋季追蹤日 9 月 24 日至 30 日。資料分析以每小時某個體出現之區為 1 個資料點，各時段各區內出現之活動紀錄點，除以總點數即為該區該時段之棲地使用百分比(圖 8)。

[北段] 1 區. 廟前小區以公牛活動頻度最高，摩擦身軀(rut)於該區牛奶榕、樟樹等大喬木，林下常有小型凹陷泥地，在春季常有牛隻走入避風；至秋季時，甚至公牛臥倒在清朝古廟前方的低谷休息。春/秋二季幾乎全日各時段都可見數量不一的公牛個體活動，偶爾有少數母牛個體走入，甚至接近觀景圍欄邊。但到夏季，公牛(組)會遠離此一水量稀少的源頭，很少會在此逗留。



[北段] 2 區. 土地公廟東側以安全防護圍籬與區 1 隔開，而嶺頭山谷是遊客所能目擊水牛泥浴的最近地點，也是進入頂山/石梯嶺/北五指山的管制入口。透過 GPS 追蹤顯示，春秋上午 6~9 時、以及下午 15~18 時最能在此看到水牛於濕地活動。但到夏日，牛群活動範圍每日南遷到達竹篙山麓，減少在擎天崗大草原最北緣 2 區的活動。

[中段] 4 區. 可以遠眺農會經營時期的牛棚山谷，周邊谷地孤立出「西丘半島」，山頂因水牛坐臥而形成「黑地(夜宿地)」。區 4 周邊坡地芒草密布，但其西曬坡往往能目睹牛王等形成小群盤據西丘，但頻率甚低，每個月只有 2~5 天。此區春季全日可記錄到牛隻覓食，以 13~24 時較頻繁。到夏季由於活動範圍擴張，此坡地僅記錄到上午 5-13 時才有活動蹤跡。

[南段] 7 區. 位於草原正中央，與 10 區深潭周邊的高禾草地，是全年穩定使用的南段精華區。遊客觀景步道之動物防護圍籬到此結束，白背芒灌叢高達 2~3 公尺，其下牛徑紛歧，背風山凹處常有母牛藏匿仔牛，遊客可於安全圍欄內看到有經驗的工作人員，定期與核心牛群互動。

[竹篙山北坡] 10 至 14 區. 位於竹篙山腰的迎風逆境，只剩溪谷才有茂密森林，短草莖到秋季受牛啃食甚至被連根拔起，極易退化成裸土。

綜合上述，春/秋季牛隻個體對各區使用的頻度及時段的長短以 1 區及 4 區最高，其他五區(2,5,7,8,10 區)皆偶有使用。夏季牛隻個體對各區的使用，原 5 及 8 區被 11 及 12 區取代。但各區被使用的頻度及時段的長短，則無任何一區獨大的情形。於夏季領域擴張、追逐水草時期，即是由小範圍、低窪谷地的精細啃食利用，轉為大面積、多元化的鑲嵌棲地搜尋。至於秋冬季，公母牛皆會出現長短里程不一的遷移傾向，已非現有簡易手機訊號定位方式所能追蹤。

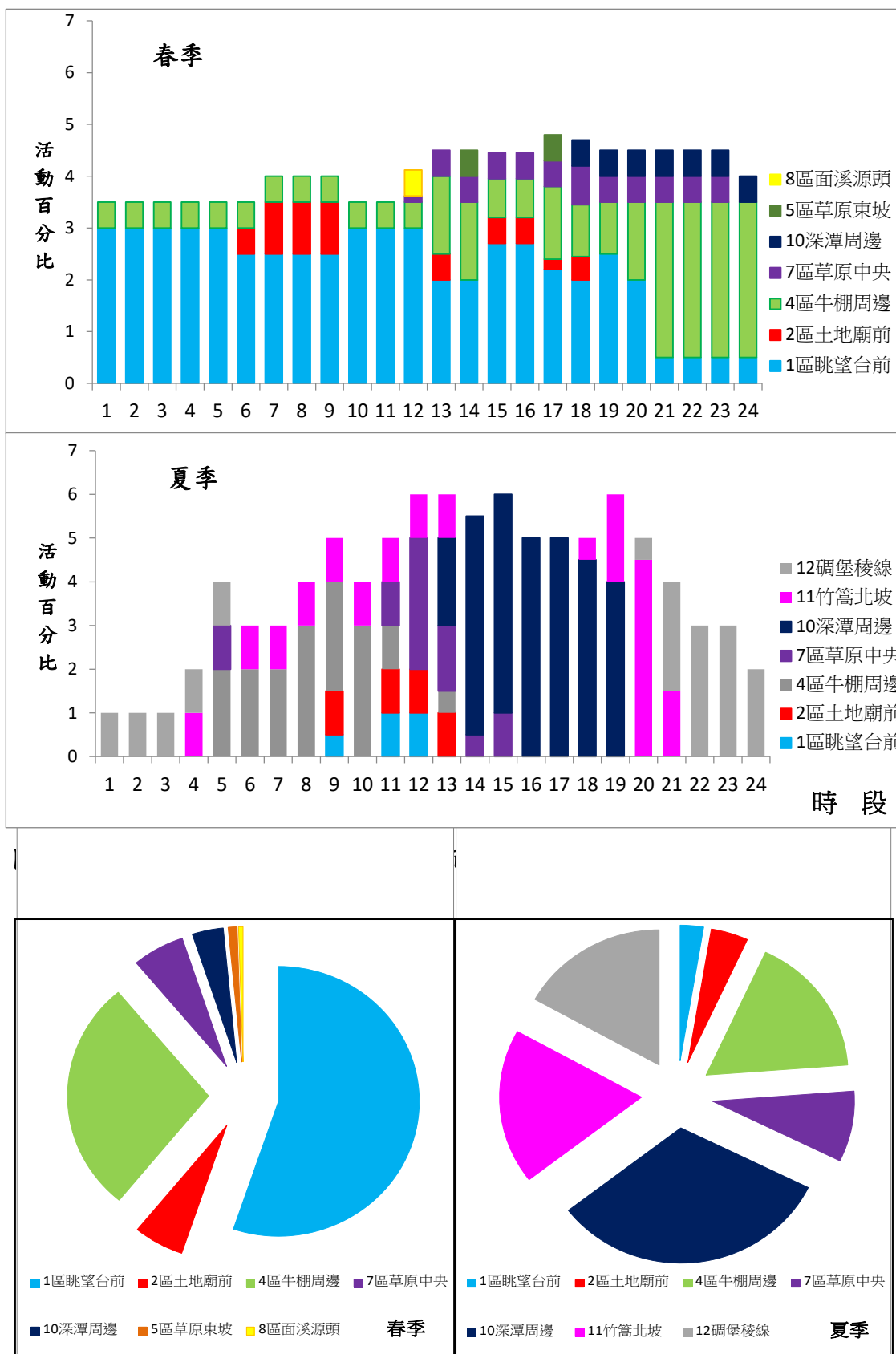


圖 9、2019 年 5-6 月 GPS 追蹤水牛活動各小區使用比例，春季較集中使用特定 1 區和 4 區，夏季經常在 10 區活動。

## (2)-5. 2019 年 GPS 繫放個體的活動紀錄

本區追蹤動物個體起源於問題個體的處理，2018 年 2 月接連幾波強烈寒流，讓原本棲息在擎天崗週邊區域的無主野化水牛跑到山下的平等里內寮附近，造成農作物的損失。經陽明山國家公園管理處邀請平等里里民、臺北市農會、士林區農會、臺北市動物保護處、臺北市立動物園及臺灣大學獸醫院會勘共商對策，並委請在地養牛專業耆老設陷阱法捕捉才解決問題(李一泓 2018)。

在 2018 年夏季，歷經牛隻與遊客衝突後，管理處就封閉中央通道整建；接著 2018 年 11 月冬季捉到跑出平等里的 1 號牛，運回擎天崗；2019 年 2 月平等里又通報發現二牛(2,10 號)，10 號母牛過重未能運回擎天崗，只有運回性格溫和的 2 號牛(小牛)。為更明確了解牛隻季節遷移的動向，遂選擇適宜之個體裝設 GPS 追蹤器以記錄其活動範圍。

研究期間至 2019 年 11 月止共計對 7 隻水牛進行 GPS 項圈的繫放，包括 5 雄 2 雌，分別為 ox.1 號、ox.2 號、ox.3 號、ox.6 號、ox.11 號公牛(編號為正數)，cow.-0' 號和 cow.-303 號為母牛(編號為負數)。同時於耳朵上剪缺刻編號以茲辨識。上標水牛皆為溫和可近身接觸者，才能允許瞭解溝通模式的熟人快速換裝 GPS 追蹤項圈。其中雄性個體 1 號、3 號、6 號公牛由於已臻性成熟，皆有向外擴遷之傾向；而年輕個體如 2 號及 11 號公牛反而願意固守草原。故選擇不同年齡個體進行 GPS 追蹤，有助未來了解雄性擴散及雌性地域依附(戀地性)的影響。又母牛如-303 號與-0 號牛皆高度服從團體行動，只要藉此類核心個體的追蹤，即可了解全體母仔群的群體活動走向，而不必每隻母牛都加以捕捉或驚擾。

以下將上述重要牛隻個體，就其 2019 年所發生之特殊事件簡述如下，另就 1 號牛所能收集之較詳盡資料，進行其活動範圍之季節變遷分析。

## A、公牛 1 號牛

此幼牛其左耳帶黃色 1 號耳標，2018 年 11 月 16 日在平等里被捕獲，身材精瘦但體長延長，角紋間深溝多。1 號牛生性溫和，2018 年底冬季安置於擎天崗草原後，常流連擎天崗草原周邊啃食，最遠於 2019 年 1 月在 3 天內跑到內雙溪鵝尾山(521m)附近，南下直線距離 4km，才被通報載回。後偕同管理處人員再次實施草原地域熟習訓練，至 2019 年 4 月 21 日放開，於 4 至 10 月即持續待在擎天崗草原中央。

1 號牛的活動範圍 2019 年初為緩慢地接近大草原的母牛群，4 月接近到原居牛群的領域就會趨避(圖 10A)，到 5 月已然融入牛群中心，每周行為紀錄時極易在群中更換裝備。逐時將 GPS 定位資料登錄在 QGIS 地理資訊系統中，記錄每日最小凸多邊形活動範圍(100%MCP, minimum convex polygon)，春季 5 月時活動範圍為  $20168 \pm 3048 \text{m}^2$  (2ha, n=4)(圖 10B)；而 6 月夏季開始，活動範圍擴張可達  $117010 \pm 14078 \text{m}^2$  (11ha, n=5)(圖 10C)。

1 號牛到夏秋季傾向混入公牛組的草原邊緣位置，侷限在中央走道一邊的草原西側。至於秋季的週期遷移，則要等到深秋 11 月才又開始大幅擴張，例如 11 月 6 日曾有單日的公牛組遷移行動，由 1、3、6 號牛共同編組，從擎天崗向西走 2km 越過雞心崙、舊礦區，最後抵達冷水坑時依據 GPS 訊號才被帶回。至於 12 月以後，冬日常與其他公牛組成小隊群，平日一同覓食，由堅持領頭者的方向形成合議行動，冷夜會帶 2 至 3 隻躲入舊牛棚，甚至有 4 隻站立互相倚靠取暖的抗寒策略。

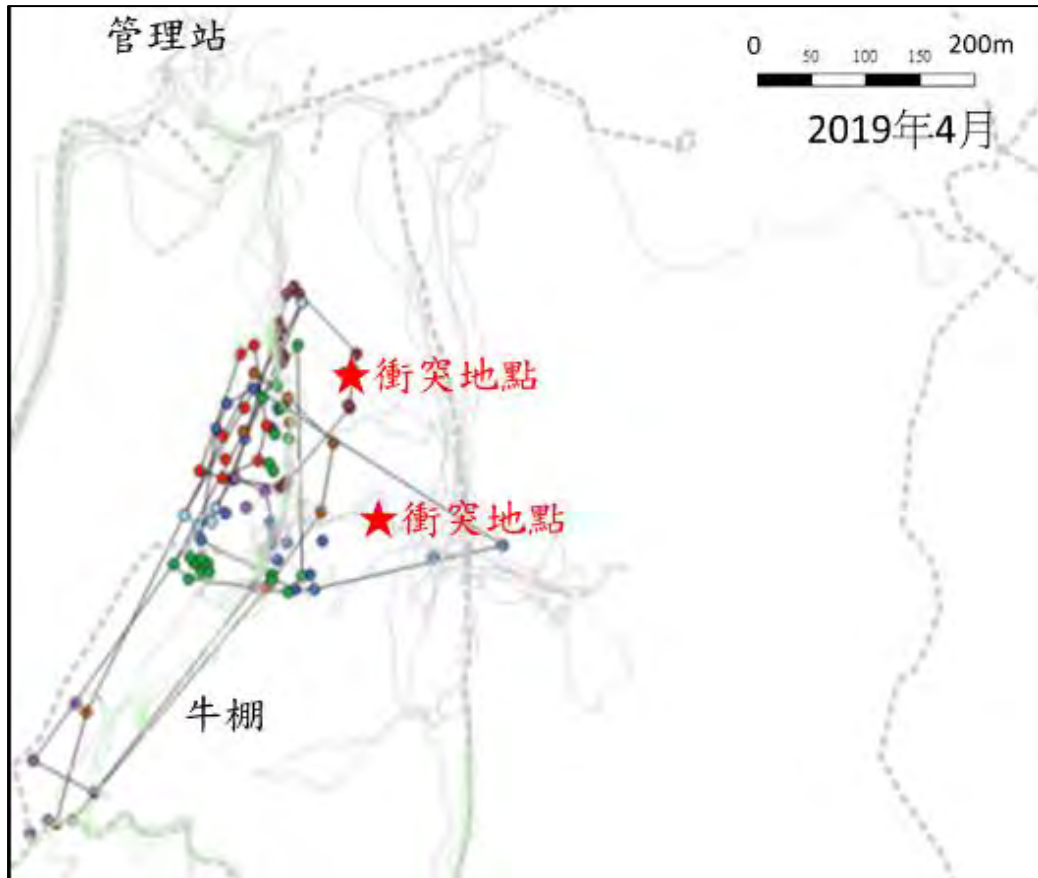


圖 10A、2019 年 4 月(n=7)野放初期 1 號牛在擎天崗草原活動範圍(MCP)的月變化。

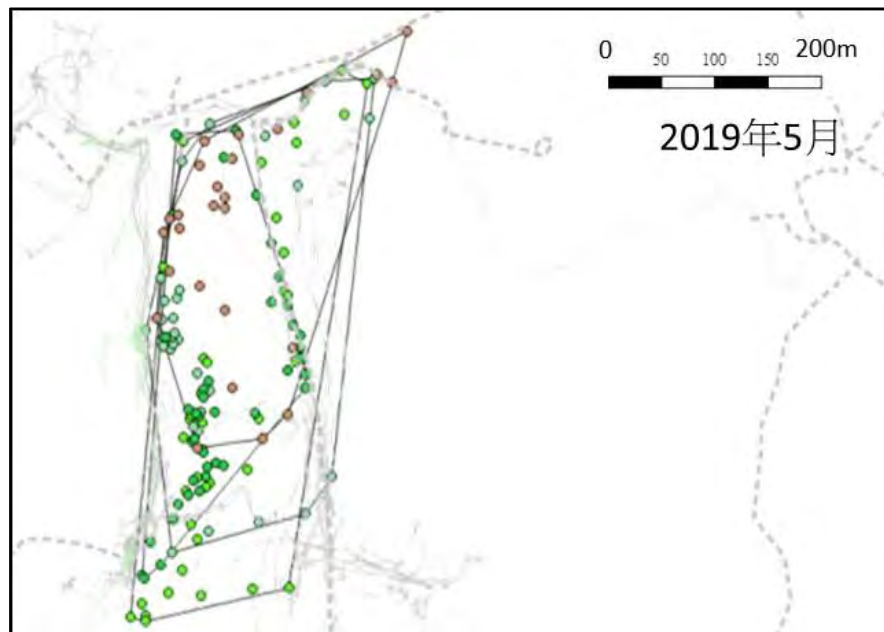


圖 10B、2019 年 5 月(n=4)1 號牛在擎天崗草原活動範圍(MCP)的月變化。

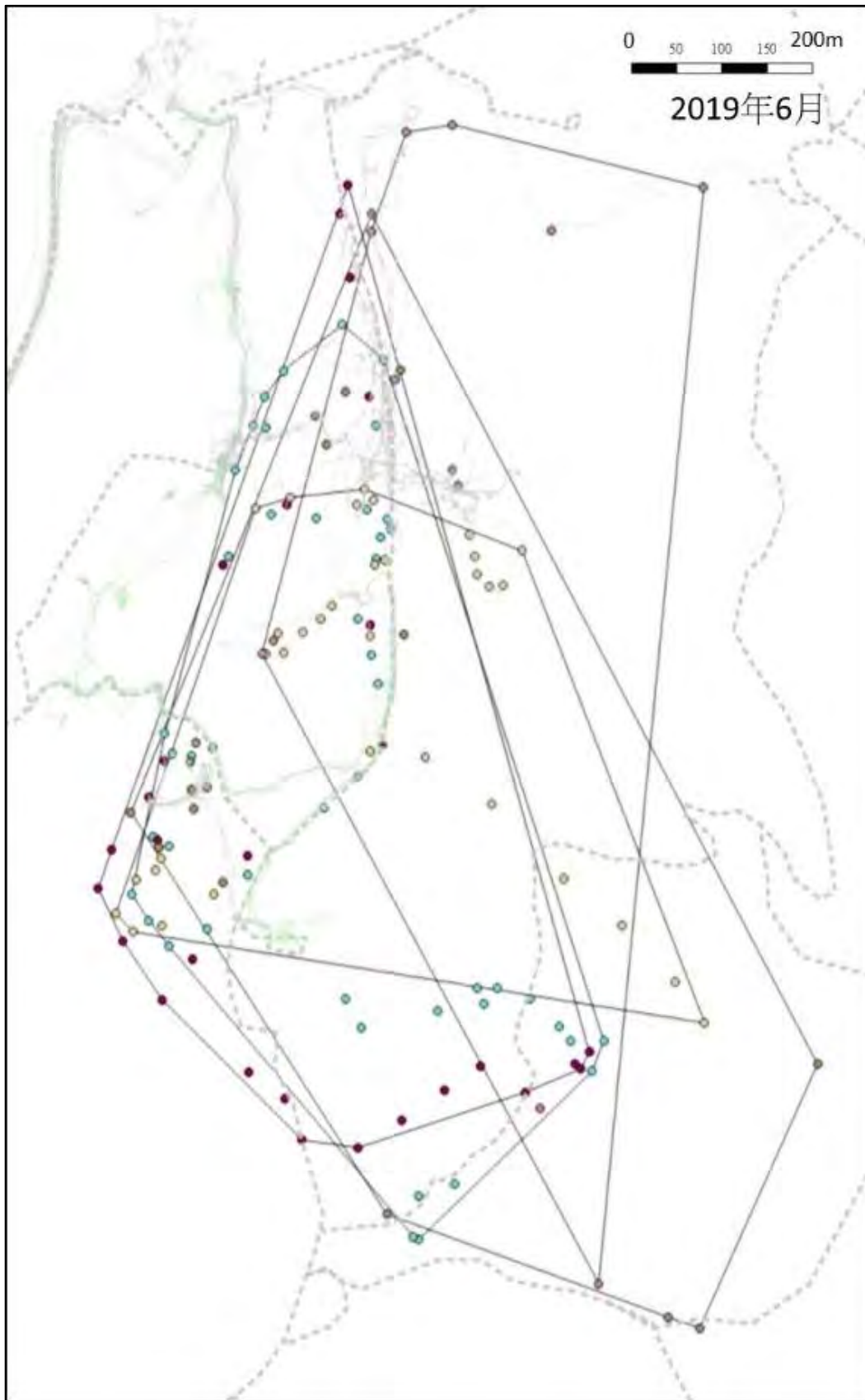


圖 10C、2019 年 6 月(n=5)1 號牛在擎天崗草原活動範圍(MCP)的月變化。

## B、3 號公牛

3 號牛(耳刻 3 號)，中型牛，原捕自雍來礦場遺址附近，自 2019 年 4 月 26 日對 3 號牛裝設 GPS 項圈標後，發現 3 號牛和 6 號牛就一起向西走向冷擎步道，想返回原居地周邊(圖 11)。運動過程是：二牛離開牛棚第 2 天(4 月 27 日)，快速抵達西面冷擎步道 1.0 km 的溪谷地，16 時後轉往公路大回灣段，19 時抵達雍來礦場南邊、距公路 140m 的平緩松林地，19 點以後在已封閉的六號碉堡北側休息。第 3 天(4 月 28 日)，3 號牛 4am 再上雍來礦場的高坡；8am 以後南下 200m 到六號碉堡休息，14 時再向南深入、轉往雞心崙(河南營跡地)，至 20-23 時已接近溪谷(圖 12)。第 4 天(4 月 29 日)凌晨 3 時 3 號牛再度去到礦場遺跡，白天躲入高草叢，晚上 19:30 再出沒於礦場空地，21 時再次回到六號碉堡休息。

遷移行動隔日(4 月 30 日)受阻於研究人員介入，一早即偕同管理處人員，沿公路將兩隻牛牽回，直線距離約 1.1 km。此一類似路徑在 2019 年 10 月 18 日又發生過一次，三號牛歷時 5 天巡迴於冷水坑生態池到舊礦區間範圍，能返回 2km 顯示公牛對原有棲息環境具深刻之戀地特質。

3 號牛的性格優點是能深度學習經人訓練後之溝通模式，辨識工作人員低沉語音，配合叫喚而現身，能輕易更換 GPS 項圈並測量體質，是即便遊客大聲接近也不至於暴衝的溫和個體。

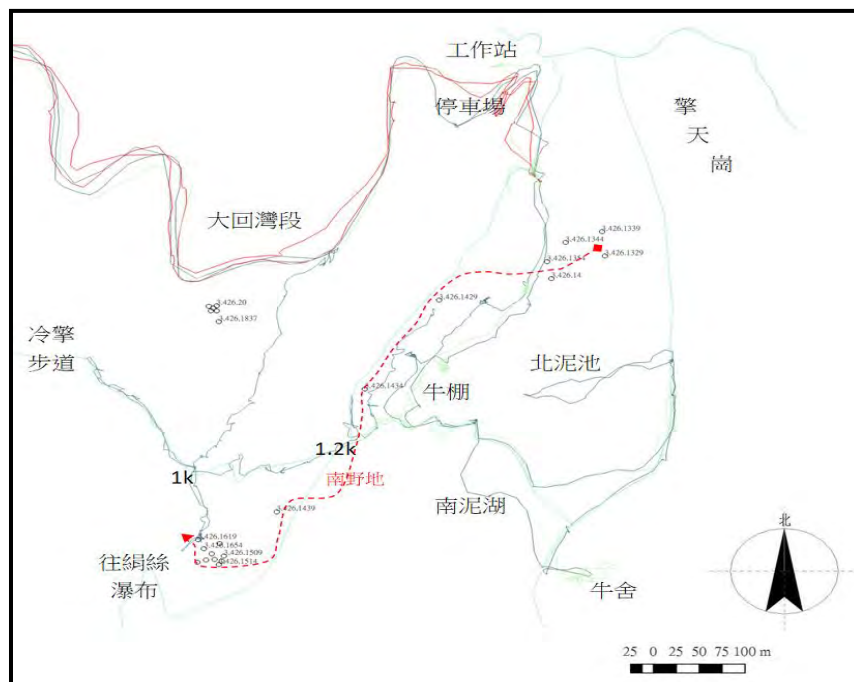


圖 11、3 號牛與 6 號牛野放後(2019 年 4 月 26 日)當日行進路線(紅色虛線)。



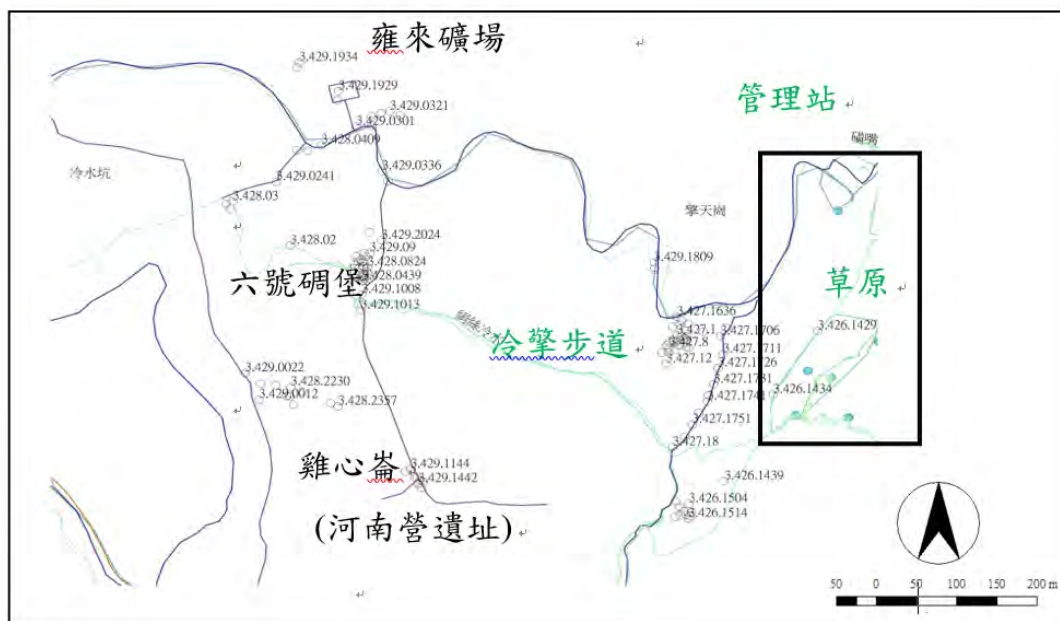


圖 12、3 號牛與 6 號牛自擎天崗野放後至其原有生活領域之相關位置。

### C、6 號公牛

6 號牛(耳刻 6 號)，大型牛，於 2019 年春季(3 月 14 日)從雍來礦區被帶回，牛棚訓練階段觀察到大牛 6 號牛較為神經質，社會表達也較直接，會儀式化地、短暫跟害羞的中牛 3 號牛或 1 號牛頂角互相施力，但還不至於直接鬥毆驅逐對方。

由 6 號牛所涉入的長程遷移運動，除了於 2019 年 4 月 26 日與 3 號牛走回雍來礦場外(圖 13)，在 5 月 6 日另有一次越嶺陡降行動，往南、向竹篙山方向，在瀑布源頭被困住 7 小時。當日從 GPS 訊號發現 6 號牛的位置重疊在從未記錄過的溪流段落，救援行動追蹤大牛自當日 5:55am 黎明受驚擾，在 5 分鐘內以跑 340m 的衝刺速度，等於以時速 6.8 km 的高速，連續撞破二處高木柵欄，於 6am 下切到南野地溪谷，跌入瀑布低地的河岸，因連日大雨而被困住；最終於 14 時成功將牛安置於牛舍訓練基地。

夏季 6 號牛野訓後融入草原牛群，發現焦點母牛群中有 1 至 2 隻年輕公牛會深受大牛吸引，隨之一起在牛群邊緣移動。而 6 號牛雖會避開核心母/仔牛群，但也都在群體外圍與多隻公牛緊密連動。到 2019 年秋季後，公牛活動範圍時大時小變為極不穩定，有時回返到 4 月間所觀察的小區顯



現出固守現象，有 2 至 4 隻公牛結合成公牛組，脫離母牛大群而局限於中央通道西側的濕地區間活動。

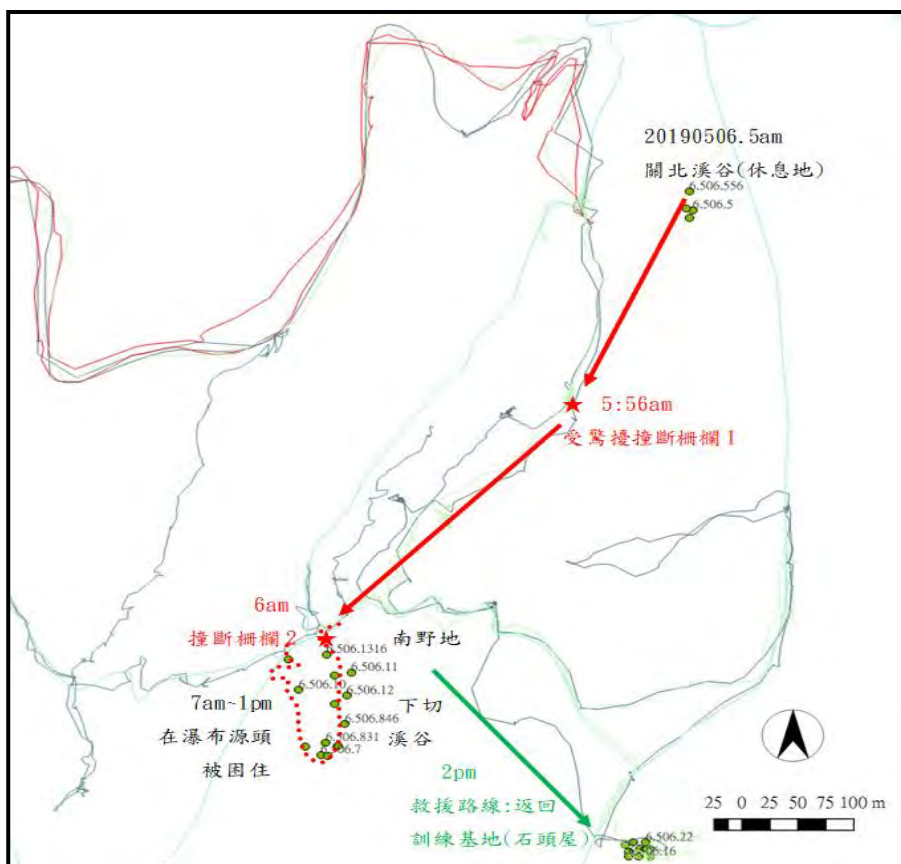


圖 13、6 號牛在 5 月 6 日撞斷柵欄衝入南野地溪谷後，在瀑布源頭被困住。

#### D、2 號公牛

2 號牛(耳刻 2 號)於 2019 年 2 月 18 日在平等里被發現帶回，於 3 月 12 日上午牛鼻環後就開始進行野訓課程。受訓到 5 月 24 日釋出草原，加入擎天崗牛群過大團生活，在春、夏季融入核心牛群中，隨母牛群長程移動。2 號牛雖然平日不會被母牛驅離，但每當黑頭牛王(公牛 30 號)每月有幾日長程回來鞏固領域時，小公牛就會被逐出 1 至 3 天，遠奔至城門、一號碉堡等地，躲避行為在 GPS 所定位出來的領域判讀上非常明顯。

2 號牛於熱季結束、涼季開始的 9 月，開始積極追求母牛。2 號牛秋季就不像其他公牛整天泥浴泡水；相反地，2 號牛在 8 月 16 日被記錄到融入最大母牛群體，就一路跟著 8 對母仔對，沿途緊隨，甚至伺機與(-303)號、(-0)號母牛嘗試駕乘。另值得一提的是，2 號牛還帶領新認識的母牛(-0)

號母牛，雙耳有鋸齒狀花紋，讓研究人員為新個體佩戴 GPS 項圈。在夏季(6 至 8 月)，2 號牛會有頻繁發情動作，傍晚可以觀察到他大動作駕乘行為，時間約是在牛群在山地反芻休息完後。

#### E、11 號公牛

是擎天崗地區原產的水牛。研究人員自 8 月 31 日後獲 11 號牛信任，可順利更換 GPS 發報器；但遲至 11 月 3 日遷移傾向浮現後，才將 11 號牛加上鼻環控制。當秋天(9 月)，1、3、6 號牛縮小活動範圍、逗留擠入 1 區(古廟以西)時，壯碩的 11 號牛很能融入公牛組，甚至迫使其他三牛接受他一同進入泥坑，相當強勢。11 號牛常跟上述這三隻公牛並肩吃草，頂多與 6 號牛有短暫頂角後，就拉開距離。

11 號牛是古廟前方溪谷最忠實的固守者，能兩度折彎在眺望木亭附近的角鋼。繼 9 月 28 日因好奇心理躍入中央通道後；當 10 月 8 日又展現活力，從 GPS 紀錄中看到牠從柵門口邊坡跨過枕木圍籬，進到舊農會 0.86ha 小草原內。

11 號牛在 2019 年 11 月傾向換到 2 區(古廟以東)棲息，並會在圍籬側邊長臥休息。11 號牛在 11 月 1 日並請台大獸醫師抽血檢驗；11 月 10 日反芻高纖草類時，體熱過高，躺到 15:21，完全不動、閉眼了 6 小時以上，吸引遊客圍觀。

#### F、(-303)號母牛

(-303)號母牛為擎天崗地區原產的母牛，性格沉著穩定，耳緣缺口為自然撕裂大片者，故而授予個體識別之編號。研究人員發現，於 2019 年 5 月，(-303)號母牛是最早開始願意接受人類接近、甚至是體表外寄生蟲檢查，而到 2019 年 8 月 26 日才終於觀察到，(-303)號母牛藏匿有 1 頭尚無角萌出的仔牛(NB)，已經可亦步亦趨地出現在身旁啃草，發育到不需要再餵奶。

當整個 7 月連續高溫、降雨稀少，母牛群跨越 23 ha 之廣的森林面積，尋找地表新萌發的地毯草芽(*Axonopus compressus*)為主；10 月開始也積極搜尋白背芒(*Miscanthus sinensis*)，包括當日萌發的葉芽、甚至是初抽花穗的潮濕鮮嫩花序。母牛(-303)號牛從春季梅雨期，領域壓縮到 1.27 ha 的小

面積，至盛夏時則活動範圍廣達 23 ha，MCP 擴張潛能是基值的 18 倍 (23/1.27=18 倍)。同時期草原上，此類母仔對是組成大群的基本單元，最多曾記錄到多達 11 隻仔牛，都緊跟在母牛旁 1~5m 周遭，亦步亦趨地啃草，並受母牛的叫喚歸隊。

#### G、(-0')號母牛

(-0')號母牛跟(-30)、(-303)穩定結群，是 2 號牛在 2019 年夏季緊跟的母牛，雙耳有鋸齒狀花紋，是看研究人員每次找到 2 號牛換 GPS 項圈，才逐步願意與人類接觸。

#### (2)-6.特殊個體的活動記錄

牛群中有因意外或打鬥造成型態上之殘缺，亦可用於個體之辨識，例如 17 隻母牛中有 1 隻俗稱「斷尾」的個體，尾巴末端斷裂導致減少了 15cm 的骨節。由於其行為與一般母牛有差異，故將此牛活動資料列入。

斷尾母牛在 4 月時被觀察到其型態之缺陷，但與母牛群集體行動。而在 6 月 20 日進入分娩前期，獨自泥浴而脫離母牛大群，到 6 月 28 日 17 時才目擊到溪谷底，藏有 1 隻仔牛，已經生完在餵乳。斷尾之後消失於擎天崗各小區，脫離牛群行動，全無任何草原中央出沒的行為紀錄。直到 10 月 29 日 15 時斷尾再帶仔牛出現，是日出現在廢棄牛舍(位在 11 區)避寒，由於該週短暫進入冷濕季，連下了一週的秋雨，這小群母牛組(5 成牛 1 仔牛)躲在牛舍庇護所，一直到 11 月 5 日 17 時仍可見斷尾母牛，當時庇護所內時測得溫度為 14°C。直到 11 月 6 日放晴後，斷尾母牛又離開庇護所。此母牛常游離於擎天崗母牛群之最外圍，當 12 月 17 日冬季難得放晴時，擎天崗草原中央還可出現 30 隻以上牛隻，卻不見斷尾母牛；同時間，自動相機於兩公里外的竹篙山南峰、乃至平菁街 43 巷也有拍到一母一仔活動，證實為該斷尾母牛往南行進至國家公園南邊界。截至 2020 年 1 月 31 日，斷尾母牛才見於擎天崗草原，離群近 3 個月(11 至 1 月)才回歸。

## 2. 透過野化水牛行為及外表觀察，建立水牛影像資料。

擎天崗草原區現有 35 隻牛累積大量臉譜紀錄，根據目視個體影像的特徵包括耳殼的形狀及刻痕等可分辨出 18 隻個體(附錄 1)。另根據軟體分析的結果，歸納其面孔長寬比例的特性，可分辨出 12 隻個體，這些個體與目視影像特徵辨識的結果相似，故於實際操作上根據目視影像來辨識即可。另可由牛的外型、特徵、肢體殘缺及配戴項圈等來分辨(圖 14)，例如-3 號和-4 號牛頭頂的毛色分別為黑色和黃色，可輔助辨識；此外 17 隻母牛中有 8 隻有掛無負重的彩色項圈，可依賴顏色與條紋辨識個體。

另紅外線相機拍攝之結果亦可作為個體辨識用，但照片畫素、拍攝角度與細節皆不如研究者親自接近照相的品質，本研究以手持相機拍攝 2300 畫素的臉部特寫照，配合自動相機在主要泥浴點與防牛邊界所拍相片，提供資訊的效益極大。結合設置在擎天崗以外地區的相機，諸如平等里、風櫃嘴等地，可能有助於對該地牛隻個體之辨識，亦可能了解牛隻遷徙概況。

## 3. 紅外線自動相機監測

大屯火山群之一的磺嘴山，位於擎天崗東北方，是陽明山國家公園內三處需事先申請才可以進入的生態保護區之一。爬坡進入管制區 0.5km 後，當地有茂密的原生森林，有一處長年積水的「牛磺池」，路旁並有駁坎堆砌的「牛埕」，為過去防止牛隻越界的土石堆。自 2019 年 5 月 26 日後，持續以自動相機架在牛磺池邊，有 8 次拍攝過牛隻(5/26、6/10、7/2、7/12、7/20、7/21、8/10、8/12)，有 6 次是單獨行動的成牛個體，2 次(7/20、7/21)是母牛與仔牛來舔鹽塊(圖 15)。此區出沒的大型草食獸還有活動範圍廣大的水鹿(*Rusa unicolor swinhoi*)，曾有拍到雌水鹿(5/26、6/6、6/8)與雄水鹿(6/1、8/22)與牛共域。

北五指山的海拔有 790 公尺，為北市地測精幹點、與市 186 基石，為頂山牛群夏季主要分布的草域中心。自動相機 20 號(表 1)在 2019 年 8~10 月，架在北五指山基石附近一處大型泥塘邊，除了每日拍到牛隻與登山客外，也拍過二級保育類動物穿山甲(9/9)與麝香貓(8/31)，造訪水池邊緣的草地。



圖 14、擎天崗水牛族群主要成員臉譜圖例。





圖 15、自動相機架在往礮嘴山 0.5km，拍到牛隻舔鹽(7/20、7/21)。

## (二)教育訓練

臺灣水牛族群的解說教育訓練工作坊，於 10 月 2 日合計有 24 位同仁、志工參與講座，講解水牛行為生態體系，並就動物行為學理說明觀察要點(附錄 2)。10 月 30 日移地至水牛棲地的擎天崗戶外解說場所舉辦(圖 16)，主要有解說志工 16 人參與，除分享近年登山賞牛照片、探查水牛棲地心得、與牛隻趨避行為外，一行人連同管理站工作同仁進入草原區，講解牛隻分區計數與行為紀錄，其後並接近觀察 1、3、6、11 號四頭公牛，進而操作 11 號牛之 GPS 項圈更換。



圖 16、2019 年 10 月 30 日於擎天崗戶外解說教室的水牛調查解說場景

## 二、水牛健康監控

### (一)排遺檢定

本研究於 2019 年 4、6、8、10、11 月，已送驗 5 批共 10 份新鮮牛糞(各取自 3、6 號牛)，以浮游法與塗抹法的鏡檢皆無檢出寄生蟲。

### (二)DNA 分析

至 2019 年 11 月止，對 13 頭牛(表 4)進行 DNA 與血液生化採樣，由於包含擎天崗周邊如平等里等地死亡的牛隻個體，故數目較上標的牛隻(表 2)多。經組織及血液樣本採樣後，已進行基因組 DNA 抽取、並排入粒線體 cytochrome *b* 定序，目前已完成 9 頭牛的標本定序，結果與已發表於 NCBI 網站之亞洲水牛粒線體全序列(AY488491, [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucore/NC\\_006295](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucore/NC_006295))進行比對，全長 1140 bp 的 cytochrome *b* 序列中發現有 1 處核苷酸位點有變異(nucleotide mutant, G/A)，得到 2 種單倍體型(haplotype)(表 4)。

表 4、擎天崗牛群採樣編號、DNA 抽取形式及牛隻個體 Cytochrome *b* 的單套型。

耳刻 ID	性別	採樣日期	採樣形式	單套型	備註
11	公	2019.11.03	組織	I	來自擎天崗土地廟區小公牛，溢出被捉
-30*	母	2019.05.30	組織	I	原產侏儒體型母牛，常臥在 2 號公牛旁
4	公	2019.05.10	血液	I	平等里通報之巨大老公牛，會走入菜園
DE0001	母	2019.04.23	組織	I	城門大道附近，位接擎天崗山東峰
600	公	2019.03.21	血液	I	捉入擎天崗舊牛棚後，性格古怪
6	公	2019.03.14	血液	I	雍來礦場捕獲，公牛體型大
3	公	2019.02.26	血液	II	雍來礦場捕獲，公牛體型中等
1	公	2019.02.18	組織	I	平等里民眾通報，小公牛
-10*	母	2019.02.18	組織	I	平等里通報，大母牛未運回擎天崗
-3000*	母	2018.11.16	血液	I	擎天崗草原捕獲老母牛，體型較小
300	公	2018.11.16	血液	I	擎天崗草原捕獲，青壯公牛
LK1801	公	2018.08.15	組織	I	2018 年夏舊牛王，處置後消失無蹤
LL1801	公	2018.08.17	組織	II	平等里肇事公牛，有 RFID 扣

\* 母牛耳刻號也是個體編號，就在耳洞碼數前加註負號，以免混淆。

在已經確定的 13 個樣本中，有 11 個屬於 Type I，另有 2 個體(LL1801 公牛和 3 號公牛)是 Type II，來自平等里與冷水坑舊礦場地區，位處擎天崗到竹篙山的邊緣地帶。不同單倍體型之間的數量差異頗大，其 haplotype diversity 為 0.36，而此二種單倍體型有一處位點差異，可代表臺灣水牛的遺傳多樣性。

以現有樣本分析的結果僅顯示擎天崗地區的臺灣水牛遺傳多樣性，未來如可能亦可擴及頂山、石梯嶺、磺嘴山一帶，收集水牛檢體來了解其特性。

### (三)建立牛隻留置設施

設置鹽磚處所 3 處，於擎天崗牛棚柵口附近者較常觀察水牛來舔食(圖 17)。城門上稜線、牛舍(石頭屋庇護所)及往磺嘴山牛磺池處，野牛於此甚少舔食鹽磚。尤其在擎天崗草原第 11 區牛舍處，自動相機已設置半年以上時間，每日路過牛隻眾多，但從未拍到大小牛等需要依賴外源鹽塊之情形。



圖 17、擎天崗牛棚柵口:(左)2 號牛舔食鹽水桶(2019 年 7 月 1 日);(右)公牛 3 號牛與 6 號牛等 2 隻公牛追隨一頭母牛，公牛組固守於中央通道西側的低谷濕地。該自動相機還照到公牛 1 號和 11 號(2019 年 9 月 6 日)

## 三、經營管理策略

### (一) 擎天崗、石梯嶺至風櫃嘴步道遊客對水牛活動及管理建議

根據鄭佳昆(2018)的問卷研究，回顧國內外的保護區所發生之人獸衝突、乃至動物攻擊事件中，大部分是由於沒有與動物保持安全距離。Durrheim 與 Leggat(2008)曾報導南非自然保護區的攻擊事件，被獅子及大象攻擊多是發生在遊客拍照時、往動物走去激怒獅子，以及係大象身上囊腫疼痛而情緒不穩。被南非野水牛攻擊都發生在高草原區，因驚嚇水牛或是過於接近牠。



美國黃石國家公園為了降低人與動物的衝突，也制定相關措施與規定，在露營區發給背包客的小傳單，上面說明野牛可能重 2000 pounds (=908 Kg)，當以時速 30 MPH (48 km/hr) 奔來時，應保持 25 yards (23m) 的反應距離。且任何干擾動物領土的不當行動、或故意停留而致接近野生動物，都是違法的。而黃石國家公園的棕熊管理計畫，除了監控與回報動物外，對遊客也有完善的管理，據以充分告知遊客棕熊的危險性。國家公園在入口處用警告標示、廣播來讓遊客了解動物資訊，也對棕熊常出沒區域的遊憩使用嚴密限制(Gunther 1994)。

同時鄭佳昆(2018)的現地問卷調查，已針對擎天崗草原遊客，回收 316 份問卷，其中包括平日遊客 188 份 (8/6~8/10)、及假日 128 份(7/28、8/18)。所得現地樣本有 97% 認為草原地景為擎天崗的景觀特質，其次為水牛(39.5%)，此比例與 2002 年問卷紀錄類似。加上管理處網路問卷樣本所得的特質選擇比例都較高，特別是水牛(76.2%)高出現地樣本甚多，推測網路聲量對於水牛議題持續高關注的狀態 (鄭佳昆 2018)。

故本研究延續此一「現地偶遇抽樣」脈絡，研究期間每月至步道針對遊客進行訪查，共計訪查 416 位遊客。2019 年 4 月至 5 月在擎天崗訪查了 74 位遊客，4 至 10 月在石梯嶺-風櫃嘴步道訪查了 342 位遊客。茲將 2019 年訪查結果分述如下：

#### 1. 擎天崗草原遊客對水牛的看法

2019 年 4-5 月在擎天崗大草原訪問了 74 位遊客(表 5)，就對設置人牛分隔圍籬意見而言，有 22 位不希望在擎天崗建圍籬，其中 19 位係因希望近距離與牛接觸，大多數以往曾接觸過牛，看牛意願非常強烈；另有 3 位對牛無感，但不希望人行動受到圍籬限制。有 32 位遊客贊成、認同或接受圍籬將人牛分離，其中有 14 位看牛意願強，18 位是有意願或普通；另有 20 位對牛不感興趣，故對圍籬之有無及設置無感，其中甚至有 1 位因嫌牛糞擋道而討厭牛。

就遊客造訪擎天崗主要的目的而言，74 位遊客中有 33 位有極高的意願來看牛，甚至接觸牛，占遊客比例的 44.6%，其他則並非主要目的；鄭佳昆(2018)調查擎天崗遊客有 39.5%認為水牛為擎天崗的景觀特質，有 26.4%會在擎天崗觀察牛，這些結果顯示水牛是吸引力遊客來擎天崗的主要要素之一。若將受訪人員的年齡層以 40 歲為區分點，則 44 位 40 歲以下的遊客中有

65.9%有極高看牛的意願，而 28 位 40 歲以上者只有 7.1%有較強烈的意願；鄭佳昆(2018)調查遊客 39.5%認為水牛為擎天崗的景觀特質，其中有近八成為 30 歲以下的年輕人，此皆顯示年紀較小的遊客對水牛的興趣較高，可能與生活在都市化與機械化環境中的年輕世代，對從未見過之水牛的好奇心理有關。

表 5、擎天崗草原遊客對設置圍籬來管理牛群的意見(n=74)

對圍籬的意見	對牛的態度	人數	百分比
不希望建圍籬	看牛意願非常強烈	19	25.68
	對牛無感，但不希望人行動受到圍籬限制	3	4.05
贊成、認同或接受圍籬設置使人牛分離	看牛意願強	14	18.92
	有意願看牛或尚可	18	24.32
無意見	對牛不感興趣或討厭牛，故對圍籬之有無及設置無感	20	27.03
樣本數合計		74	100.00

## 2.石梯嶺至風櫃嘴步道遊客對水牛的看法

4 月至 10 月訪查石梯嶺至風櫃嘴步道上的遊客共 342 位，談到陽明山擎天崗草原的水牛有傷人紀錄，而此地也有一定數量的水牛，其亦有可能傷人，詢及其是否要保留或移除此區的水牛時，有 84.2%的遊客不贊成移除，其他 15.8%的遊客中，有一半希望移除牛，另一半則無意見，若將無意見之遊客也歸類為不贊成移除，則有 91.8%的遊客不贊成移除水牛，與鄭佳昆(2018)調查擎天崗遊客有 92.7%不贊成移除水牛相近。

就受訪者的性別而言，扣除 16 位未記錄性別者，餘有 326 人(表 6)，女性有 179 人(54.9%)，男性 147 人(45.1%)，其中女性表示不要移除牛之比例占 86.0%，男性占 80.3%。若就受訪者之年齡分布而言，扣除 38 位未記錄者，以 50 歲以下的遊客為主，占有所有遊客的 80.6%，其中 40 歲以下各年齡層中表示不要移除牛者，占 91.1-91.3%，女性和男性意見無差異，而 40 歲以上年齡層則變異較大，為 68.6-93.9%。

就抱持包容牛傷人並保留現有步道牛群的態度而言，有 81 位遊客對此表達了對牛隻不同價值的認同。其中 23 位認為在此自然環境中牛是主人比人尊貴，需要管理的是人而非牛，人到牛的環境應以謙卑的態度先考量人所犯的錯誤，其中並有 3 人認為若山野無牛則毫無挑戰，有 9 位遊客認為牛早已在此地，是本地的特色，不可因牛傷人而因噎廢食，人與牛在此地的地位是對等的。另有 9 位遊客認為牛隻扮演生態角色是維繫草原的功臣，亦有 11 位遊客認為牛溫馴可愛屬此地特色可供人欣賞。就牛傷人的意外事件而言，有 29 位遊客表示此應屬天災，如同在野外遇到蜂蛇之螫咬或遇到熊的攻擊或是不慎跌傷，皆為不可避免的天災，應該認命自己來承擔責任，不應對管理單位提告，其中有不少人提出國外國家公園遊客遭遇動物傷害不會提告的例子，會對國家公園提告的案例只有在臺灣發生。

至於對牛隻管理的建議，有 91 位遊客表達意見，可分為宣導、防護措施、遊客行為的因應、對牛群的控制及受傷之善後等，分述如下：

就宣導方面而言，有 21 位遊客表示意見，包括可在步道各重要地段設置告示牌，加強宣導(19 人)，如可行可在步道兩端入口請志工在場解說及宣導(2 人)。

就防護措施而言，有 30 位遊客表示可設置避牛樁及在重要位置設置柵欄或圍籬，以減少人牛衝突的機會。其中 1 位男性遊客於 7 月 2 日曾藉著設在石梯嶺的避牛樁成功的帶領其女兒躲開牛隻追逐。另有 8 位遊客則希望全程設置圍籬保護遊客安全或選擇一塊地區將牛隻圈養供遊客欣賞。

就人在步道上遇到牛隻時人行為之因應，有 4 位遊客提供其實際經驗，其中 2 位表示只要見到牛就折返，避免衝突發生，另 2 位表示牛不喜歡登山杖，可用其開路。

針對牛群數量之現況而言，有 10 位遊客表示應有族群控制，以維繫可接受之族群密度，若不控制未來牛群持續增長，則有可能造成較多的人牛衝突。最後就被牛攻擊的事後補救或賠償機制而言，有 18 位遊客建議，可酌收門票或辦理保險，作為補償或賠償金。

在訪查的 342 位遊客中，有 171 位除詢問對牛隻去留的意見外，另提及若受到牛隻攻擊受傷時是否會尋求國家賠償，其中有 114 位(66.7%)不贊成將牛移除，被牛攻擊受傷也不會尋求國賠，有 24 位(14.0%)不贊成移除但受傷

時會尋求國賠，其他 33 位中有 12 位不贊成移除但受傷時其中 5 位會視狀況決定是否尋求國賠，7 位則未回答。有 14 位對牛移除無所謂者，其中 7 位若因被牛攻擊受傷時會尋求國賠，1 位不會，6 位不確定。

有 7 位贊成牛移除者，其中有 1 位被攻擊不會尋求國賠，4 位會，2 位無意見。另有 2 位傾向移除牛隻的遊客，1 位表示若在步道被牛攻擊會尋求國賠，另 1 位表示若屬意外被攻擊時會尋求國賠，若屬行為不當導致受傷時不會尋求國賠。另有 1 位遊客認為就保護原生態而言需移除外來的水牛族群，但若從文化保存觀點來看，水牛應被保留。

此外有 5 位遊客對國家公園的圍籬設置極端反感，認為在國家公園內之自然環境不應設圍籬，應管理牛隻而非遊客，若要二者擇其一，則應移除牛隻，不要設置圍籬，甚至包括目前擎天崗所設置之圍籬。另有 5 位遊客經研究人員告知牛隻對擎天崗草原具有維護的功能後，即改變其原要移除牛隻的想法，贊成保留牛群。

整體而言，在此 171 位受訪遊客中，不論其對牛隻去留態度如何，不會對國家公園尋求國賠者有 116 位，占 67.8%，確定會尋求國賠者有 35 位，占 20.5%，另有 11 位(6.4%)為視狀況或不確定是否會尋求國賠，9 位(5.3%)無意見或未回答。

就研究者在調查期間觀察的遊客行為來看，遊客若帶有 10 歲以下兒童來擎天崗者，幾乎都是來看牛的。到訪石梯嶺至風櫃嘴步道的遊客，則以登山健行為主，有幼齡兒童同行者很少，頂山、石梯嶺的草地經常被健行客利用休憩野餐，是遊客健行途中造訪的熱點，其與牛隻的關聯也是未來值得追蹤的議題。

另就兩地遊客的年齡特質而言，石梯嶺至風櫃嘴步道的遊客 30 歲以下占 20.46%。而擎天崗遊客的年齡 30 歲以下占 72.9%(鄭佳昆 2018)。兩地遊客 60 歲以上者皆偏低。故前者是以中青人士為主，後者是以年青人為主。

## (二)根據所得資料建立擎天崗區域水牛族群量資料，及訂定族群管理的策略及實施方式

### 1.擎天崗水牛族群宜進行水牛族群的長期監測

擎天崗水牛族群是火山熔岩台地上草原景觀營造的關鍵物種，需要強化動物行為研究，可在現有個體特質瞭解的基礎之上，續辦擎天崗水牛族群生物學調查。除繼續執行公牛體質逐月監測外，追蹤其長程遷移慣性，並持續調查母牛社會群體的移動特性，擴及各小區棲地內的主要景觀植物調查，進而累積成長期生態監測的逐月物候圖譜、與步道沿線賞牛之解說資源。

擎天崗牛群應謹慎監測與控制數量，建立妥善的族群控制措施，以維繫其棲地品質，並發揮其環境教育價值。尤其舊圍籬老舊，亟需實心枕木矮圍籬並配備先進直流電脈衝式動物防護圍籬，以強固竹篙山西側之人牛分離區域，減輕冷水坑地區遊客之管制與解說宣導壓力。

由於管理處已經開始在擎天崗逐步建立人牛分隔的設施，歷年「現地偶遇抽樣」訪問之遊客也多數都認同這個措施，故在未來牛群將在有限的空間內活動，族群數量之控制極為重要。擎天崗區在 2019 年上半生育高峰前總數就已經達到 35 隻，接近歷年觀測(賴玉菁 2017)，由於草原已經有部分區域出現植生退化的現象，應適當的控制牛群數量，並可引導牛群進行分區輪流利用，讓已退化植生區休養生息。

至於植生退化區域，可利用水牛對水池之依賴性，引導牛群節制、甚至避開使用該區域。夏季可暫時封閉退化區，讓原已退化區域隔離養護。並可考慮在植生指數豐富之處，吸引水牛前來泥浴及利用週邊草地覓食，如此形成分區輪流使用的調適管理(adaptative management)方式。

### 2.考量臺灣水牛的季节遷徙需求的動物防護管理系統

現有第一層鐵絲圍籬包圍擎天崗草原核心的 43ha 面積，今已承載水牛族群瀕臨飽和；而出現植生退化區域即是面積內超限使用的前驅指標。管理處隔開遊客動線，達成人牛分道效果立意良善。然部分區段舊圍籬老舊，亟需實心枕木搭配綿密菱形網，形成第二層動物防護系統。動物防護管理系統是符合最低動物福利(animal welfare)的圍籬，一方面可限制水牛運動，另亦可保障社區安全；建議清點擎天崗 43ha 草原周邊的牛徑與圍籬衝突點，於現有第一層鐵絲破點之外，逐步試辦第二層補強動物訓練圍籬，使水牛活動

區域面積可達 60 至 100ha，並配備先進直流電(DC)放電、脈衝式之動物學習設施，特別強化竹篙山西側接冷水坑流域之人牛分離區域，以及竹篙山南側出平等里的鄰里邊界，以適度減輕因動物不慎跨界對人口稠密地區的社會衝擊。

歷年記錄到本地水牛會自草原景觀區逃逸，是源於動物的季節遷徙需求。關於遷移特性牛隻之處理方面，2018 年至 2019 年期間曾發生多次野化水牛逃逸事件，目前的處理方式皆為聯繫耆老、獸醫及研究人員將牛隻捕獲，並進行檢查及標記，再帶回擎天崗。管理處現已使用刺絲圍籬將擎天崗草原區進行區隔，然而草原區內的水牛仍會偶爾越過圍籬逸出至草原區外。由於逃逸牛隻皆已上標，發現特定逸出牛隻在處理後(1、3、6 號牛)運回擎天崗，雖可與在地族群融合，但在特定季節時(例如秋冬)，仍會不定時離開草原約 2 至 4 公里，雖然此類偶發性逸出牛隻個體，與過去驅趕緊迫造成人員受傷的牛王衝撞情形不同，但仍需積極防範。

觀察 2018 年至 2019 年逸出擎天崗的個體，在總數 35 隻中只有發現 1、3、6 號牛為重複逃逸，占總數  $8.5\%(=3/35)$  比例極低；這些重複逃逸的個體只會往舊棲地方向移動，其行為溫和並可接受人的引導控制。2019 年牛隻逃逸事件全年只出現在 2 個月份(4、11 月)，其衝撞人類設施可能與其適應新環境和圍籬施工汰換有關。目前已知單隻公牛與母牛群皆可完成 2km 稜線縱走來回，單日涵蓋範圍(MCP)超過 23ha；與現有設施圈圍的草原面積 43ha 相比，對總數達 35 隻的牛群來說，若環境條件惡劣時可能過小，復以闢建遊客賞景通道使草原中央與城門等處棲地破碎，不利牛隻移動與躲避。未來可增加不同區段、與多處通道的保育設施，讓小群牛隻能進行自然移動，不會過度啃食草原，並能保有天然運動與遷徙的本能。

最後，劣性重大、深具攻擊性的野牛個體需要深入研究確認，之後藉由控制數量措施，移除其中最不穩定具攻擊性之老熟或兇惡公牛，另亦可將生產過剩的仔牛或幼牛移出，在符合動保法規下，轉移給有飼養能力的業者。目前國內酪農對淘汰或無泌乳能力的牛隻，會由牛販或飼主購買到肉牛場後進行飼養及肥育。臺灣水牛在動保法規上分類屬於家畜，其實也可以循家畜飼養管理方式進行。由於淘汰牛隻買賣為畜牧場正常的活動，由合法畜牧業者提具有效的牧場登記證，可向管理處購買或標得移除牛隻，成為民間種源飼養來源，另針對逸出牛隻個體亦可考慮用同樣的處理方式。

### 3. 水牛解說教室，募集野生動物與水牛棲地保育人才

每年 10 月至 4 月水牛遷移季節，針對部分經常在此時段出現長距離移動之公牛個體，可考慮試辦人與牛親近的專案活動，聘請當地保育員偕同專業志工來看顧牛隻，模擬舊日冷水坑礦區到草原間水牛移動的覓食行進路線，以 1 週時間帶領溫馴公牛，由擎天崗行走 2 公里到冷水坑，成為活化的水牛解說教室。

專案解說員除記錄牛沿途啃食的種類與植物物候變化外，並向遊客介紹愛護及尊重動物、無痕山林的思維，宣導適當的人與牛接觸方式以避開衝突，逐步建立尊重生態的親山活動。

具體試驗方案，建議在頻繁水牛出沒的竹篙山西側，以雞心崙、河南營地、雍來礦場為界，試辦水牛生態旅遊，聘請當地保育員及有經驗的志工，推廣尊重牛為主要體驗的野地健行活動，讓原生於此地的牛群能在監控下親近遊客，將原有牛隻可能的逃逸或探索行為轉化為可管控的教育活動。

2019 年 11 月中，研究團隊測試帶領 3 隻公牛由冷水坑走 2 公里到擎天崗(圖 18)，嘗試行動中的水牛解說教室。1 號牛帶 3 號和 6 號牛回到原生棲地，由鼻腔產生響亮的鳴唱聲。這種公牛的叫聲，部分理由可能是通知夥伴，集體行動；也可能是呼喚失散的家族成員，強化牠們的社會關係。如果透過適當規劃，可委託環境教育或民間保育組織參與，解說員可沿途介紹野生動物與水牛棲地的動態變化，定期巡視沿線的安全防護圍籬，專案行動解說員與傳統耆老甚至能記錄牛用身體說話，包括眼、耳、口、鼻、與尾巴的互動姿態，體驗到牛群間和諧相處(鮮少打鬥)的本質是溝通與信任，長程目標則期待能開發更多的「與牛偕行生態路線」，將遼闊山區的牛隻全面納入保育管理與解說教育。



圖 18、2019 年 11 月 15 日冷水坑遷移途中的水牛活動場景



### (三)評估礪嘴山、石梯嶺兩地族群現況及後續經營管理之參考。

#### 1、礪嘴山—翠翠谷地區的牛群

礪嘴山—翠翠谷地區的牛群初步監測結果顯示數量有限，目前暫不需積極處理，可待擎天崗及石梯嶺地區水牛族群監控與衝突處理納入正軌後，再行深入追蹤處理。礪嘴山為生態保護區，遊客與該區內水牛接觸機會極少，例如 2017 年施工包商在內遭遇水牛個體僅為 3 隻(2 成體、1 幼)，2019 年 1 月研究團隊在山屋(1km)旁遇到 1 隻老牛，屬邊緣性的孱弱個體。

另研究人員曾於 2019 年 5 月 30 日、6 月 17 日、9 月 3 日等各種天候，前往礪嘴山、翠翠谷途中搜尋牛隻，皆未尋獲，只見有死亡牛骨(9 月 3 日)、新鮮糞便與沿途足跡。另請管理處於 9 月 4 日、10 月 4 日等支援無人機空中搜尋(圖 19)，錄影檢視石梯嶺到礪嘴山、大尖山、大尖後山、許顏橋、八煙等山區，現場與錄影檢視，未發現任何牛隻。

在地面長期監測部分，在往礪嘴山、翠翠谷等地的適宜水牛棲地附近，已設置紅外線自動相機 3 臺，除偵測對該地牛群概況外，也對共域動物活動概況進行了解。所設置之相機有 8 次拍攝到牛隻，而 6 次是單獨行動的成牛個體，2 次是母仔對在舔鹽塊。另此區出沒的大型草食獸還包括有活動範圍廣大的水鹿，曾拍到特定的雌雄水鹿個體。



圖 19、2019 年-10 月 4 日何仁慈先生指導飛航礪嘴山頂(左)與石梯嶺下草原(右)搜尋山區牛隻。

由於目前力量有限，本區牛群概況未來可能仍需長期監測。

然就本區牛群與其他兩地牛群的交流而言，石梯嶺上草原區域(4.3k)是礪嘴山區牛隻進出的必經樞紐高地(圖 20)，目前已知有水牛會從石梯嶺轉入擎天崗、或頂山方向。未來可藉由紅外線相機偵測牛隻與石梯嶺的交通，發送即時畫面之 4G 訊息。另也可透過在供應點擺設精鹽誘集，輔以踏腳式陷阱觸動警訊，將可望掌控或處理礪嘴山區漫遊到此處的牛隻。





圖 20、石梯嶺上草原區域(4.3k)是磺嘴山區牛隻進出的必經樞紐高地。

## 2、石梯嶺—頂山地區的牛群

針對石梯嶺-頂山牛群的現況調查，研究人員自 2019 年 1~11 月共進行 27 次調查(附錄 3)，其中 23 次記錄到水牛，4 次未發現牛，偵測率 85.2%。4 次未記錄到牛者為 1 月 8 日、2 月 17 日、9 月 29 日及 11 月 8 日。其中 11 月 8 日天氣晴朗未見到牛隻，是與研究者預期不符的例外，其他 3 次皆是颶風下雨或有雨霧，天氣惡劣氣溫相對寒冷的日子，牛可能躲在草叢、密林或谷地，尋找不易，故未記錄到。

就每次調查牛在區域中空間分布而言(圖 21)，在 23 次的記錄中，有 15 次牛群只出現在一個地點，占 65.2%，有 7 次牛隻至少分為 2 群同時出現在 2 處不同的地點，占 30.4%，只有 1 次即 9 月 2 日牛群分布在 4 個不同地點，分別為北五指山 3k 步道處、北五指山、石梯嶺 3.7k 步道處及石梯嶺上草原，當天記錄數量為 32-37 頭，排除可能重複計算者至少有 32 頭，是歷來記錄到牛群數量最大者，且當日在北五指山及 3k 步道處記錄到新生小牛的活動，是歷來調查首見，其與前一次 8 月 14 日之調查記錄比較，當天有 31 隻牛，但未見新生小牛，由此推測 8 月中至 9 月初是本區部分母牛分娩的時段。

在 7 次牛隻同時在 2 處的活動紀錄中，有 4 次的紀錄顯示，牛群在 2 處活動的地點明顯距離較遠，其中 2 次(1 月及 4 月)皆是牛群同時在頂山一帶和北五指山活動，另 2 次在北五指山和石梯嶺下草原活動(6 月)，及北五指山 3k 步道處和石梯嶺上草原(9 月)。由於這些地點相距較遠，且有灌叢樹林等地阻隔，顯示牛群至少分為 2 群在不同地區活動。

另 7 次中其他 3 次牛群分別在北五指山和北五指山 3k 步道草原活動，

牛群雖分布在 2 處，但距離較近，地形與植被的阻隔亦較不明顯，顯示牛群很可能仍是保持一整群的活動型態，形成 2 群的現象可能是因進食及泥浴的活動，暫時形成 2 個活動的群體。

就 15 次記錄牛群在 1 處活動的紀錄而言，內有 10 次是記錄到牛群數量在 27-31 隻間，與研究期間多次記錄到 31 隻群體的數量相同或差異不大，或可代表整個牛群集中於一處活動，其中 9 次根據研究者現場的觀察，牛群除休息及泥浴靜態行為外，如有進食活動皆是在該區內繞行，顯示以該區為活動中心。而另有 1 次(7 月 8 日)係整個牛群在石梯嶺下草原泥浴進食後，牛群再陸續移動到上草原進食。其他 5 次記錄到的牛群數量在 2-20 隻間，顯示牛群至少還有利用其他地區，係屬分群活動。



圖 21、2019 年 1-11 月風櫃嘴-石梯嶺步道沿途水牛活動地點

綜合上述，另若考量牛群有 3 次在北五指山及 3k 草原處的紀錄屬於同

一群的活動，與此 10 次牛群集中在一起活動的紀錄合併，則在 23 次的觀察中，有 13 次是整群活動，另 10 次是分群活動，顯示此地的牛群有時分時合的特性。至於造成其分合的原因，除牛隻的社會行為外，也可能與資源的分布有關，如食草量或面積的多寡及提供泥浴的機會等。北五指山區與石梯嶺上下草原面積寬廣，腹地廣大，且有眾多水池，牛隻可在此進食及泥浴，可能是吸引牛群在此 2 處活動的主因，記錄到的 13 次大群活動中皆在此 2 處，包括北五指山區 9 次與石梯嶺 4 次。

23 次紀錄中有 17 次記錄到 27-32 隻牛，即應屬牛群主群，其中有 10 次主群在同一區活動，包括 4 次在石梯嶺(2 次在石梯嶺上草原，2 次在石梯嶺下草原泡水)，6 次在北五指山。主要活動為休息、進食、泡水，10 月之後便未曾記錄到泡水或泥浴行為；有 3 次主群分散在北五指山和北五指山 3k 步道草原 2 處活動。

綜合上述牛群個體數量及對空間利用的概況，顯示此地牛群有相當明顯的聚集現象，且其經常習慣性地使用一些固定地點。此與前人對水牛行為的描述相當類似(Tulloch 1969)。但牛隻對本地空間變異及季節變化的適應仍無法定論，或有待未來更進一步的觀察。

就牛隻活動在步道兩側出現的空間分布而言，23 次觀察中記錄了 9 處牛群使用地點，從風櫃嘴(0k)經石梯嶺至擎天崗(6.8k)步道，約可將本區牛群主要使用區域歸納為 3 個區塊，包括頂山區塊、北五指山區塊及石梯嶺區塊，每區塊有 2-4 處地點或草原：

- (1)頂山區塊包括步道 1.2k、1.8k 頂山前草原、頂山周邊、2.2k 頂山後草原
- (2)北五指山區塊包括步道 3k 西草原及北五指山周邊
- (3)石梯嶺區塊包括步道 3.7k、石梯嶺下草原及石梯嶺上草原。

在此 9 處共 35 次不同的活動紀錄中，各區塊記錄牛群次數分別為：

- (1)頂山 1.2k-2.2k 區塊記錄 4 次(11.4%)。頂山遇到牛隻都是小群，大多在移動進食中，很快就離開了，故遊客在此遇到牛群的機會不高。
- (2)北五指山區塊共有 20 次，包括北五指山 15 次及北五指山 3k 西草原 5 次，此區塊牛群大多在北五指山活動，遊客若未離開步道登上北五指山，則看到或遭遇牛群機會不高(25%)。
- (3)石梯嶺上草原 6 次及石梯嶺下草原 5 次共 11 次的紀錄(31.4%)，上草原常有大量牛在此活動，步道從草原中穿過，故遊客行經擎天崗風櫃嘴步

道時，此處是最有可能在步道上遇到水牛者。

綜合上述，就遊客行經步道遭遇牛群的機率而言，假設遊客只沿步道行進並且不離開步道的情况下，由目前的資料顯示，從風櫃嘴到石梯嶺路段，健行 27 次有 12 次在步道上見到牛，比例為 44.4%，最可能遇到牛的地方為石梯嶺上草原。若遊客進行擎天崗往返石梯嶺的遊程，27 次有 7 次會在石梯嶺見到牛，遇到牛群機會為 25.9%。若遊客從風櫃嘴進入，只走到頂山即折返，27 次中有 2 次見到牛遇到牛機率只有 7.4%。

綜合現場牛隻行為觀察與遊客訪查的結果，茲將本區人和牛的互動摘要如下：

- (1) 研究期間 1-11 月，遊客在步道上容易遭逢牛群並可能產生困擾之地點為 1.8k 頂山前草原、2.2k 頂山後草原、2.8k-3k 兩側草原及 3.8-4k 石梯嶺上草原，7 月初有 1 對遊客在石梯嶺被牛追趕，依親身體驗指出避牛樁非常實用。
- (2) 觀察牛群 1 至 11 月在各區塊的利用方式，4 月初在頂山區及北五指山區均遇到牛群，4 月初之後牛群較常出現在北五指山區和石梯嶺區。
- (3) 一日之內水牛的行為包括進食、泡水及休息(含反芻)，6 月底及 7 月天氣漸熱，多數牛隻集中在少數水池泡水，尤其是中午至下午時段。
- (4) 8 月初每日臺北市最熱溫度高達 30 度以上，牛群均集中在少數水池活動，石梯嶺附近有 2 個大水池，及北五指山山頂有 7 個大小不等的水池，其中有 2-3 個水池穩定有水，牛群集中活動方便研究人員計數牛隻數量，石梯嶺至風櫃嘴地區活動牛群最大觀察數量為 9 月 2 日觀察的 32-37 隻，並有新生小牛。
- (5) 會經過石梯嶺-頂山步道之遊客多以戶外健行為主，與擎天崗之遊客類別有所差距，這些遊客多數喜愛親近自然，對於與水牛之接觸並不排斥，也能接受擎天崗地區人牛分隔之措施，但因步道的開放性使部分牛隻常用路段產生較高人與牛遭遇的機會，適度的控制本區牛群數量，可降低人牛接觸可能性，並維持本區之植生品質。在人與牛可能遭遇熱點多設置避牛樁、警告牌及解說牌。積極宣導人與牛遭遇時遊客應採取之行動。



## 第四章、結論與建議

### 一、結論

本計畫針對臺灣水牛(*Bubalus bubalis*)的園區內族群現況及棲地利用進行調查，具體所得結果為：

- 1.調查擎天崗牛群，記錄到最大牛群數量 35 隻，包括成牛 22 隻及幼牛 13 隻；石梯嶺-頂山地區調查之牛群最大數量為 32 至 37 隻。
- 2.棲地與行為監測方面，共有 7 隻擎天崗水牛進行 GPS 上標追蹤，其對草原空間的利用，啃食面積單日在 1 至 23 ha 間。擎天崗區域存在多處常積水的泥池，可能對水牛在區內的活動造成相當的影響。
- 3.根據 GPS 項圈記錄泥浴行為顯示，在 2019 年春季(3~5 月)並未記錄到牛隻的泥浴行為。夏季自 6 月開始，則記錄到多隻不同個體的泥浴行為，多發生時間在 9 至 19 時高溫時刻，尤其以 14 至 19 時間係當日最高溫時段。
- 4.本計畫於 10 月辦理 2 次教育訓練，介紹水牛習性及人與牛可能產生之衝突與管理，協助志工了解水牛的熱點區域，增進管理處員工與志工處理水牛相關議題之知能，有助於向遊客宣導對於接近水牛時的適宜行為。
- 5.在水牛健康監控方面，水牛糞便檢體(n=10)未檢出寄生蟲。
- 6.就本區 9 隻水牛個體樣本之粒線體 cytochrome b 定序結果，得到 2 種單倍體型(haplotype)，有 7 隻屬於水牛單倍型主要類群 Type I，2 隻水牛個體是 Type II，屬較特殊者，可說對臺灣水牛具有相當代表性。
- 7.計畫期間訪談石梯嶺-頂山使用步道之 342 位遊客對水牛之看法，有 84.2% 的遊客贊成保留牛群，希望能在步道周邊建立防護措施，減少人與牛衝突發生的可能。

### 二、建議

針對陽明山國家公園內野化水牛族群之管理，提出以下 4 項建議：

#### 短期可行建議

建議一：建立逸出野化水牛管理處通報機制，並成立野化水牛族群管理小組，研議逸出野化水牛及往後園區內過多個體之處理方式。

主辦單位：國家公園保育研究課、擎天崗管理站

內容詳述：據本研究發現擎天崗草原區域每月最少有一次以上的外來公牛入侵事件，易造成固有母牛之四散奔逃，甚至本地公牛逸出圍籬邊界，需要逐步控制。建議增設動物回報系統，建立即時監看動物的設施，藉由即時自動偵測系統，能感應外來牛隻是否移動至旅遊熱區，可發送完整畫面之電子通知訊息。另未來透過踏腳式陷阱觸動警報系統，可將漫遊於山區的問題牛隻確實移除。

2019 年期間發生多起野化水牛逸出事件，根據管理處於 2019 年 10 月 2 日訂定「擎天崗管理站逸出野化水牛標準作業流程」內容(圖 22)，逸出野化水牛若無自行返回草原，則聯繫耆老、獸醫及研究人員將牛隻進行捕捉、檢查、標記後運回擎天崗草原釋放。觀察今年逸出牛隻的個體，發現大多為重複逸出，且這些重複逸出的個體會朝向相同逸出地點移動。由於牛隻逸出事件於今年入秋後大幅增加，建議管理處首先訂立野化水牛管理辦法，於此辦法中邀集專家學者、獸醫師及處內相關人員成立野化水牛管理小組，由管理小組對不易管理之逸出野化水牛研議處理方式。

台灣水牛在分類上屬於家畜，可由畜牧場自行買賣及飼養，建議可將一部分個性較兇猛或難以管理的野化水牛售出至合法畜牧業者(具有畜牧場登記證且可飼養水牛)，回歸經濟動物生產模式。對於逸出野化水牛需進行詳細之紀錄，包含逸出方式、次數、對人類之態度(是否有衝撞或者出現對人類具危險性之行為等)，將此紀錄送交水牛管理小組進行決議，若判定對人類無立即危害者，可依照逸出野化水牛 SOP 方式將野化水牛釋放回草原。若判定牛隻需自國家公園移除，建議先由當地耆老或獸醫師捕捉野化水牛後，採現地估價之方式將水牛出售給合格廠商，由廠商帶回畜牧場進行後續飼養。另對往後園區內過多個體亦可比照上述步驟處理。

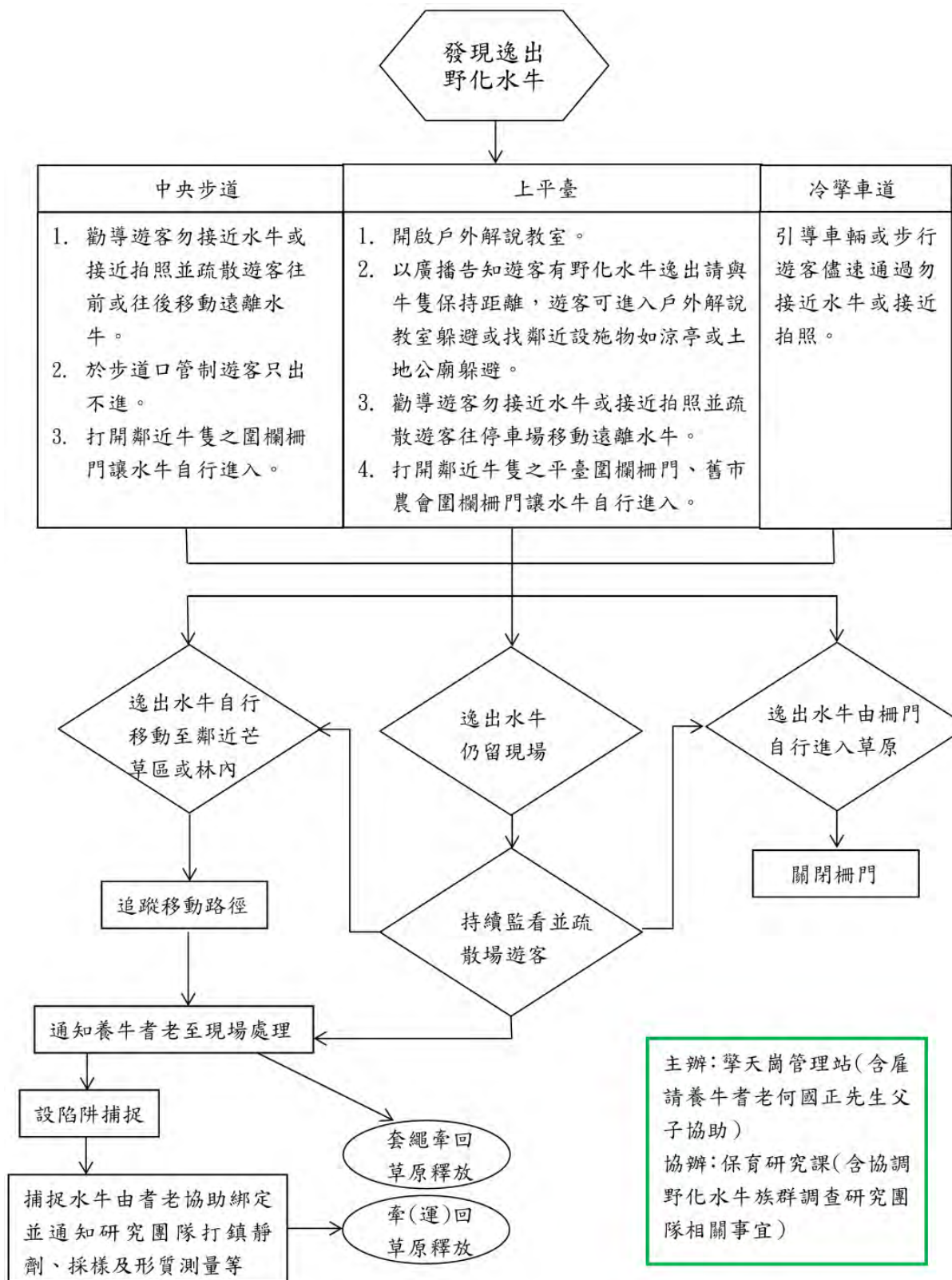


圖 22、擎天崗管理站逸出水牛標準作業流程。

建議二：於各遭遇牛隻熱點地區增設防牛樁並加設解說牌，加強宣導提醒遊客牛隻利用高峰時段。

主辦單位：國家公園保育研究課、擎天崗管理站

內容詳述：擎天崗之遊客多數喜愛親近自然，對於與野化水牛之接觸意願很高，亦能理解擎天崗地區人與牛分隔措施之必要。但因部分步道在規劃上的區位限制，使特定區域活動的牛隻，仍有可能於開放路段或特定季節逸出，產生人與牛遭遇的機會。故未來應考量依季節及空間的敏感性適度的管制遊客活動，降低衝突機會。

- 1.於遊客反應在遭遇牛騷擾時，防牛樁確實發揮了躲避功效，因此在風櫃嘴-石梯嶺步道常遭遇牛隻熱點 1.8k 頂山前草原、2.2k 頂山後草原、2.8k-3k 兩側草原及 3.8-4k 石梯嶺上方草原，可以多設置防牛樁供遊客利用。
- 2.在步道可駐足休息處加設解說牌提供資訊。
- 3.夏季牛群密集使用之草原與水池區，遊客與牛群遭遇機會高，應對遊客加強宣導遇見牛群時應有之處理措施。
- 4.安排人力在風櫃嘴-石梯嶺步道兩端入口加強宣導，內容包括遊客遇見牛群時應有之處理措施，以及防牛樁之應用方法。



## 中長期可行建議

建議三： 持續進行野化水牛行為與生態監測，作為族群管理參考。

主辦單位:國家公園保育研究課、擎天崗管理站

協辦單位:學術研究單位

內容詳述:

- 1.擎天崗地區：現有動物行為監看計畫只有執行自 2019 年 4 至 12 月，期間過短。建議以 GPS 標定技術監看擎天崗野化水牛，從現有上標 7 隻擴及母仔牛族群內之主要個體。強化動物行為生態基礎研究，可在現有個體特質瞭解的基礎之上，續辦擎天崗野化水牛族群生物學調查 1 至 2 年，繼續執行逐月體質監測，與追蹤其長程遷移慣性，並持續調查牛社會群體的移動特性，擴及各小區棲地內的主要景觀植物調查，進而累積成長期生態監測的逐月物候圖譜、與步道沿線賞牛之解說資源。未來生態監測如發現區內牛隻數量過多造成棲地退化，亦可比照建議一之處理模式進行族群控制，以監測所發現之問題牛為優先移除對象，數量管理則依逐年監測結果會請專家審定。
- 2.風櫃嘴-石梯嶺地區：由於風櫃嘴-石梯嶺步道多次穿越牛群可能利用之草原，尤其以石梯嶺上草原路段經過夏季牛群密集使用之草原與水池區，遊客與牛群遭遇機會高，建議應對本區牛群持續進行監測，以了解牛群增長趨勢，並注意有否問題牛隻出現，作為後續族群管理、個體移出之參考。
- 3.磺嘴山牛群：由於磺嘴山牛群較為隱蔽不易以空拍監測觀察，加上其可能移動至石梯嶺、擎天崗地區，建議應對本區牛群進行深入監測，以了解牛群現況，並注意有否問題牛隻出現，作為後續族群管理之參考。

建議四： 辦理野化水牛解說教育課程，培訓保育解說人才

主辦單位：國家公園保育研究課、擎天崗管理站

協辦單位：學術研究單位、地方耆老、養牛專家

內容詳述：每年約當 10 月至 4 月水牛移動季節，可開設野化水牛長期監測調查及解說訓練課程，講授對野化水牛之專業知識並增進對野生動物與野化水牛棲地保育解說之能力。課程內容除包括牛隻各種行為的觀察及記錄外，並向遊客介紹愛護、尊重動物及無痕山林的觀念，樹立以生態為主體的親近山林遊憩型態。

## 参考文献

### 英文部分

- Agudelo-Gomez, D., Pineda-Sierra S, Ceron-Munoz M.F. 2015. Genetic Evaluation of Dual Purpose Buffaloes (*Bubalus bubalis*) in Colombia Using Principal Component Analysis. PLoSONE10(7):e0132811.
- Corbet G. B. and J. E. Hill. 1992. The Mammals of the Indomalayan region. Oxford.
- Durrheim, D. N., & Leggat, P. A. 1999. Risk to tourists posed by wild mammals in South Africa. Journal of Travel Medicine, 6(3), 172-179.
- Eddy, W. F. 1977. A new convex hull algorithm for planar sets. ACM Transactions on Mathematical Software (TOMS) 3:398-403.
- Fiore, E., F. Arfuso, M. Gianesella, D. Vecchio, M. Morgante, E. Mazzotta. 2018. Metabolic and hormonal adaptation in *Bubalus bubalis* around calving and early lactation. PLoS ONE 13 (4): e0193803
- Fitzpatrick, B. M., and M. Turelli. 2006. The geography of mammalian speciation: mixed signals from phylogenies and range maps. Evolution 60: 601–615.
- Getz, W.M., and, C.C. Wilmers. 2004. A local nearest-neighbor convex-hull construction of home ranges and utilization distributions. Ecography 27: 489–505.
- Gunther, K. A. 1994. Bear management in Yellowstone National Park, 1960-93. Bears: their biology and management, 549-560.
- Krishna, Y. C., Kumar A., Isvaran K. 2016. Wild Ungulate Decision-Making and the Role of Tiny Refuges in Human-Dominated Landscapes. PLoS ONE 11(3):e0151748. doi:10.1371/journal.pone.0151748
- Michelizzi, V. N., M. V. Dodson, Z. Pan, M. E. Amaral, J. J. Michal, D. J. McLean, J. E. Womack and Z. Jiang. 2010. Water buffalo genome science comes of age. Int. J. Biol. Sci. 6: 333-349.
- Nanda, A. S. and T. Nakao. 2003. Role of buffalo in the socioeconomic development of rural Asia, current status and future prospectus. Anim. Sci. J. 74: 443–455.
- Powell, R. A. 2000. Animal home ranges and territories and home ranges estimators. In: Pearl, M. C (ed), Research Techniques in Animal Ecology. Columbia University Press, New York, pp. 74-90.
- Ryan, S.J. 2006. Spatial Ecology of African Buffalo and their Resources in a Savanna Ecosystem. Doctoral Dissertation, University of California, Berkeley.
- Ryan, S.J. and W. Jordaan. 2005. Activity patterns of African buffalo *Syncerus caffer* in the Lower Sabie Region, Kruger National Park, South Africa. Koedoe - African Protected Area Conservation and Science 48(2):117-124.
- Sabia, E.; Napolitano, F; De Rosa, G; Terzano, G. M.; Barile, V. L. 2014. Efficiency to reach age of puberty and behaviour of buffalo heifers (*Bubalus bubalis*) kept on pasture or in confinement. Animal 8,11:1907–1916.
- Tsiobani, Eleni T.; Maria D. Yiakoulaki, Nikolaos D. Hasanagas, Georgios Menexes & Konstantinos Papanikolaou. 2016. Water Buffaloes grazing behaviour at the Lake Kerkini National Park, Northern Greece. Hacquetia 15(2):133-142 DOI 10.1515/hacq-2016-0015.
- Tulloch, D. G. 1969. Home range in feral water buffalo, *Bubalus bubalis* Lydekker.

Australian Journal of Zoology, 17(1):143-152.  
Yue, X.P., Li R., Xie W. M., Xu P., Chang T.C. 2013. Phylogeography and Domestication of Chinese Swamp Buffalo. PLoS ONE 8(2): e56552. doi:10.1371/journal.pone.0056552.

#### 中文部分

- 內政部，2013。陽明山國家公園計畫(第三次通盤檢討)計畫書。中華民國行政院內政部，臺北。
- 李一泓。2018。2018年陽明山國家公園擎天崗地區野化水牛族群調查。陽明山國家公園管理處委託研究報告。臺北。
- 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委託研究報告，臺北。
- 沈添富、林明順、魏恆巍、徐淑芳。1989。畜牧學實習手冊。華香園出版社，臺北。
- 林正鏞。2009。由臺灣水牛的保種談臺灣水牛的危機與契機。行政院農業委員會畜產試驗所五十週年所慶學術研討會《遺傳育種》。行政院農業委員會畜產試驗所，臺南。
- 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，臺北。
- 許立達、王義仲、李載鳴、林志欽。2008。陽明山國家公園植被變遷研究。陽明山國家公園管理處，臺北。
- 郭瓊瑩。2012。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，臺北。
- 野生動物保育法，1989。中華民國行政院內政部，臺北。
- 陳俊雄，2003。磺嘴山區草原生態系之研究與經營管理--擎天崗地區草原土壤昆蟲相調查。陽明山國家公園管理處，臺北。
- 陳蕙婷、莊壁華、謝佳容、蘇安國。2018。臺灣水牛之現況與分子選育。畜禽遺傳育種研討會報告。行政院農業委員會畜產試驗所，臺南。
- 黃志。2004。臺灣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。
- 賴玉菁。2017。陽明山國家公園園區野化偶蹄類動物調查及經營管理探討。陽明山國家公園管理處，臺北。
- 顏士清、胡正恆、余品奐。2017。陽明山國家公園流浪動物族群現況調查。陽明山國家公園管理處，臺北。
- 鄭佳昆。2018。擎天崗草原牛隻去留及是否禁止攜帶寵物問卷調查分析計畫。陽明山國家公園管理處委託報告，臺北。

#### 網路資料

- 郭瓊瑩，2018。為擎天崗的牛請命：我們需要留下這片草原的生態與歷史。獨立評論。取自：<https://opinion.cw.com.tw/blog/profile/263/article/6535>

游智文，2018。擎天崗野牛肆虐？陽管處：木柱非水牛發狂撞擊所毀損。聯合新聞網。取自：<https://udn.com/news/story/7323/2994229>

中央社，2018。擎天崗遊客遭牛撞傷陽管處暫時封閉中央步道。聯合新聞網。取自：<https://udn.com/news/story/7323/3304746>

魏葭伊，2018。太冷了？擎天崗水牛群躲下山大啖農作。聯合新聞網。取自：<https://udn.com/news/story/7314/3024087>

附錄 1、擎天崗水牛影像清冊

<p>cow-0' 野生母牛(雙耳鋸齒狀花紋)2019. 8. 31 以後可佩戴 GPS 項圈</p> 	<p>cow-303 黑鐵鍊水滴鎖，左上尖全切斷 位置 L-300-3 深圓洞，R 完美</p> 
<p>cow-0 斷尾母牛 620 未分娩，獨自泥浴 6. 28 藏有 1NB 生完在泌乳，7 月後消失</p> 	<p>cow-3 半圓弧角壯母牛: L 左尖大切-3 三角形，8. 12 最後外移防衛領域</p> 
<p>cow-3U，L 左下撕裂半矩形直角， R 微小鋸齒 4 處，3. 25 無小牛跟</p> 	<p>cow-12 年輕母牛，L 左下撕裂長矩形 (從-3 到-9)，藍 1S 項圈換成橘絨布</p> 



cow-30 老母牛，角已彎成半圓弧，6.17 乖  
母牛帶1仔 1yr 812 帶NB 最後外移防衛



cow-30 剪 尖角直 Sub 小母牛剪右下尖耳刻  
30 號(藍項圈 2 號) 20190530 剪 已出超 SUB



cow-31 右下尖撕裂大片 R-30 老母牛彎角  
(灰環 5)(藍項圈 2 號)



cow-90 右下底深圓洞似剪 R-90 老母牛  
角下凹而彎向高挑直



cow-93 (大撕裂 Sub) 年輕母牛角直 左下尖  
端矩型大撕裂 R-90 L-3 右平下左平



cow-120 cow-30-90(R 右耳)  
726 藍 1 環帶仔 NB



0x. 30 黑頭牛王  
右下耳半圓撕裂大缺口(R30 號位置)



0x. 11 左耳大破洞公牛  
(不是人剪耳3號公牛)



0x. 1 號公牛(黃耳標), 常縱走草場



0x. 2 號公牛始終融入於焦點牛群中



0x. 3 號公牛(左耳剪1洞), 溫和易受欺侮



0x. 6 號公牛(左耳剪2洞), 體型碩大





## 附錄 2、水牛行為工作坊講義資料

### 擎天崗野化水牛的個體辨識與日活動觀測

大型動物的長期監測調查會因時間、經費、人力的因素，限制調查的尺度與時間。若能有效運用志工來進行調查，相較於聘請專業的研究人員，同樣的花費可以進行更大尺度及更長時間的調查，有助於建立物種的基礎資料。了解地景上的大型關鍵物種(keystone species)，其活動領域與棲地現況，可以確保對所有本土動植物群集、以及它們所在的生態系的影響。

臺灣水牛(*Bubalus bubalis*)是陽明山國家公園內最大型的哺乳動物，也是影響擎天崗區域生態功能、與遊客遊憩經驗的關鍵生物。自 2019 年開始對擎天崗草原區的臺灣水牛牛群持續進行觀察，記錄牛群以母仔對為團隊核心，穿越草原與森林間成群移動，周邊包含有 1~4 頭、分散於主群邊緣外的成熟公牛(組)。結合野牛族群之組成掃描、與最大數量取樣，其中雄性個體成長到性成熟後，皆有向外探索、擴遷之移動傾向；母牛為原產擎天崗地區的侏儒體型，謹慎護衛仔牛，極難接近檢驗。

環境教育解說方面，我們隔著動物防護圍籬可欣賞公牛壯碩美質。擎天崗群現有五頭公牛上 GPS 發報器，唯一有一頭「2 號牛」融入母牛群；四隻勢力均衡流連在土地廟前，要請志工特別依此風險管理序列，優先小心這些牛隻：

#### 風險：公牛 > 母牛群

由於陽明山國家公園管理處已經開始在擎天崗建立人牛分隔的設施，在未來擎天崗牛群將在有侷限、受保護、不受遊客驚擾的原棲地空間內活動，故族群動態之長期監看極為重要。未來若能宣導遊客行進間積極防牛、尊山、愛生(biophobia)的山野智慧，可謂無痕山林(leave no trace)實踐讓動物行為指標成為生態保育的有效檢核要點。

## 擎天崗牛定點及穿越線監測調查表

日期：        /        /        氣溫：    ℃        相對濕度：    %

時間：               天氣： 晴/陰/雨（可複選），說明：

巡查位置 A. 北段站在(廟~崗亭)間遠眺城門方向，牛隻總數可見：

時	分	區 1 廟前	區 2 低谷	區 3 嶺頭坡	附註說明：(小牛隻數或行為)
		窄地 覓食?	泥浴?	西曬坡棲息?	

巡查位置 B. 走到中段(狹道)，確認走廊兩邊，計算牛隻總數可見：

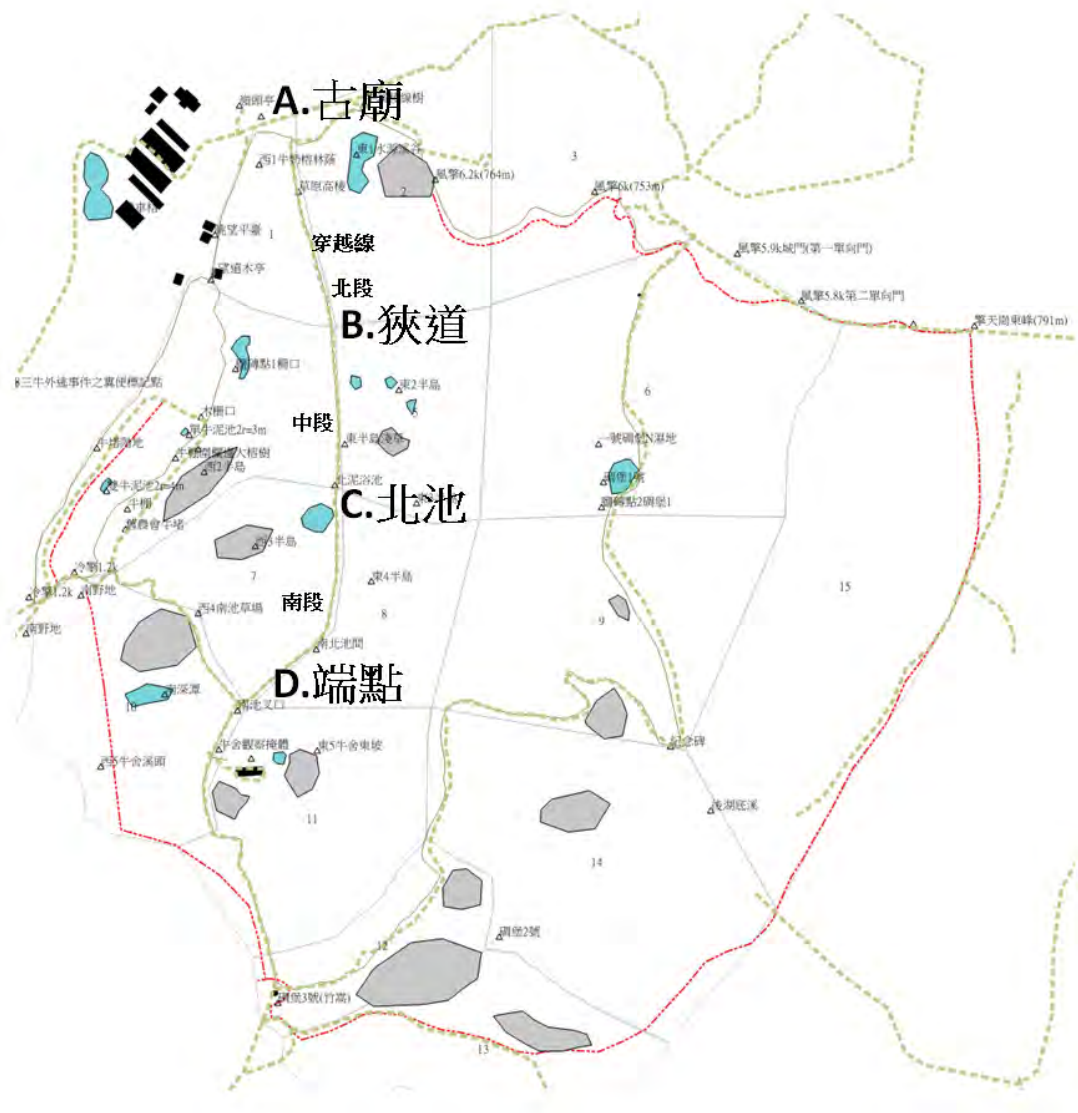
時	分	區 4 西側	區 5 東側	區 6 遠看 一礮草原	附註說明：(小牛隻數或行為)
		柵北濕地?	稜線高點射	偶有孤單個體?	

巡查位置 C. 走到(北池)，確認走廊兩邊的泥坑，計算牛隻總數，可見：

時	分	區 7 西側	區 8 東側	其他視域	附註說明：(小牛隻數或行為)
		西丘黑地?	面臨凹谷溝		

巡查位置 D. 結束在南段的最終(端點)，查看南池~牛舍之牛隻總數可見：

時	分	區 10 西側	區 11 東側	其他視域	附註說明：(小牛隻數或行為)
		南池草場			



巡查紀錄圖，在巡查位置 A~D 定點記錄擎天崗牛的行為；及臥地(○，灰色)與浴地(○，藍色)之使用。

108 年 陽明山國家公園管理處環境訓練簽到單

舉辦單位： 保育研究課  
 活動名稱：  
 「臺灣水牛的行為觀察」教育訓練-王穎教授  
 舉辦日期： 108 年 10 月 2 日  
 舉辦時間： 13:30-15:30 ，共 2 小時  
 舉辦地點：本處地下樓會議室  
 講座主持人 簽名：\_\_\_\_\_  
 講師：簽名： 王穎

姓名	備註	姓名	備註
盧淑妃	盧淑妃	胡正輝	文心大學森林系
張順發			
陳彥伯		何孟姿	
李智貞		蘇心琳	
張詠婷		呂佳昌	
吳子菁		柳正峰	
李曜川	←	王瑞中	
楊皓仁	傅子	潘昱光	

姓名	備註	姓名	備註
李吉哲			
李慶松			
張程雲			
張月珍			
劉怡芬			

「臺灣水牛的行為觀察」教育訓練-王穎教授

本處同仁簽到簿



108 年 陽明山國家公園管理處環境訓練簽到單

舉辦單位： 保育研究課

活動名稱：

「擎天崗野化水牛的個體辨識與日活動觀測」教育訓練-胡正恆助理教授

舉辦日期： 108 年 10 月 30 日

舉辦時間： 13:30-15:00 · 共 2 小時

舉辦地點：本處擎天崗解說教室

講座主持人 簽名： 胡正恆

講師：簽名： 王瑞

姓名	備註	姓名	備註
賴思妍		潘昱光	
劉怡宏		王瑞	
張子厚			
仁萬德			
陳彥伯			
林修緯			
劉祿平			
謝秋昇			

姓名	備註	姓名	備註
陳弘毅	A111157548	許	
翁永仁			
孫宇中			
叶重昌			
江素蘭	F220711986		
嚴文為	1052017		

「擎天崗野化水牛的個體辨識與日活動觀測」教育訓練-胡正恆助理  
 教授 本處志工簽到簿



附錄 3，石梯嶺至風櫃嘴步道牛群觀察紀錄

月/日	頂山				北五指山		石梯嶺			觀察 隻數
	1.2 k	1.8 k	頂 山	2.2 k	3k	北五指山	3.7 k	下草原	上草原	
01/08										0
01/20									27	27
01/25				10		19				29
02/17										0
04/04		8	1			4				13
04/10						30				30
04/30									>10(訪 查)	>10
05/24					9	22				31
05/30					8	20				28
06/21						31				31
06/22						28				28
06/30						21		10		31
07/02									28	28
07/03								31		31
07/08								30	(28)	30
08/04						18				18
08/05						30				30
08/14						31				31
09/02					5	17	3		12	32-37 ?
09/07					20	<10				20-30 ?
09/08						11				11
09/13	2					1				2
09/23					19				9	28
09/29										0
10/13						31				31
10/23									20	20
11/08										0

## 陽明山國家公園管理處

### 108 年度委託辦理「陽明山國家公園擎天崗區域

#### 野化水牛族群調查」勞務採購案

#### 評審會議紀錄

壹、時間：中華民國 108 年 3 月 25 日(星期五)下午 1 時 30 分

貳、地點：本處 2 樓會議室

參、主持人：盧委員兼召集人淑妃記錄：潘昱光

肆、出席(列席)單位人員：(詳簽到簿)

伍、業務單位報告：略

陸、委員提問及廠商回答：

一、委員 1：

- (一)在族群調查方面使用何種方式來確認全區的牛隻數量？如何與之前研究紀錄作比較？
- (二)有關牛隻健康監控中 10 個新鮮糞便為同一隻或不同隻？全年僅採 10 個，採樣頻度是否較低？採樣地點及如何採集應須詳述之。
- (三)衝突個體是否也是健康監測的目標？相關標號方式需再加以評估。
- (四)建議可將過去發生與遊客之衝突點標記於圖面上，後續穿越線調查時應經過衝突點。
- (五)建議長期調查時泥浴地點須標記，與遊客動線距離多遠應記錄。

二、委員 2：

- (一)2003 年陽管處曾作過擎天崗草原土壤調查其中有牛糞紀錄可加入報告。
- (二)前言中研究動機、背景與各引用文獻未清楚敘明。
- (三)長期監測可調查牛隻存在與擎天崗草原面積關連性？分群是否因親屬關係，且因族群大小而影響其使用棲地面積？擎天崗草原生態系是否有韌性？
- (四)採樣時應收集相關血液樣本並加以保存。
- (五)P. 8 網格使用上建議可參考林奐宇先生之研究使其縮小精細化。

- (六)P. 9 第 4 點建議應先考慮本處同仁參加調查，並主導工作坊的整體設計。
- (七)建議可將 3 群族群瞭解各自遺傳組成，釐清其親緣關係，同時調查野化水牛之行為周期。

### 三、委員 3：

- (一)建議是否能移除磺嘴山、頂山石梯嶺這 2 群水牛？
- (二)P. 4.5 因此處水牛非既有野生動物，使用棲地破碎化及族群不連續似不妥適。
- (三)107 年本處已有針對擎天崗野化水牛作出相關問卷，是否要再次進行問卷調查，請團隊評估。
- (四)目前園區內野化水牛族群間是否仍會交流？
- (五)長期監測時建議注意安全。

### 四、委員 4：

- (一)針對擎天崗外其他二群牛隻去留之經營管理策略，除問卷調查，是否有其他方法可供輔助參考。
- (二)掃描法調查頻度為何？請詳述。
- (三)有關牛隻空間分布方面，是否能透過牛隻移動軌跡，取得族群間有無交流？

### 五、委員 5：

- (一)依目前野化水牛族群的調查方式是否能瞭解其棲地利用和範圍。
- (二)是否能補充利用空拍機之後續長期監測調查方法。
- (三)如需使用問卷調查，則其時機須加以注意，建議得到具體內容後，再加以進行調查較為妥適。

廠商(中華民國國家公園學會)回答：

- (一)族群調查部分原則會以穿越線為主，設置於擎天崗草原遊客經過的步道和兩邊，每月調查至少 1 次，如有志工加入，頻度將會提高。
- (二)本案無發報器設備費之預算，後續衝突個體建議可上發報器，以追蹤活動軌跡，建議管理處採購。
- (三)個體辨識方面，除已捕抓上耳標者外，並可直接以面相來區分；使用掃描的方式來記錄整體牛群活動的變化，針對有問題個體(公牛)更加進行照相錄影。
- (四)針對野化水牛對擎天崗草原生態系之影響，未來會對草原植被進行監測。
- (五)有關牛隻健康狀況，藉由牛隻使用舊牛舍舔鹽吃精料時固定進行採樣也可上標，也在牛活動熱點設置鹽塊和自動相機。
- (六)糞便收集在個體分辨上沒有問題，後續斟酌其分析費用、重要性等可再考

量增加。

- (七)問卷部分，主要是針對頂山、翠翠谷的遊客進行遇見牛、是否希望看到牛的調查，並了解擎天崗活動的遊客對牛傷人的建言或意願，供作後續內部參考依據。
- (八)本案主要調查能量會集中於擎天崗草原，頂山大約每月調查1次，架設自動相機，瞭解是否有族群交流；磺嘴山部分會設置簡易穿越線和遊客問卷進行調查。
- (九)本案的調查方法以穿越線為主，空拍機為輔，未來管理處如有採購發報器，將可協助使用發報器，以瞭解水牛在夜晚、雨天的空間分布。

柒、結論：

- 一、本案經出席委員評審，投標廠商「中華民國國家公園學會」評審結果為平均分數83.8分，序位名次為1，評審為「合格」，取得優先議價權。
- 二、本案簽奉首長核可後，辦理後續議價程序。

捌、散會：下午2時55分。

陽明山國家公園管理處  
108 年度陽明山國家公園擎天崗區域野化水牛族群調查案  
評審會議

簽到簿

時間：108 年 3 月 25 日（星期一）下午 1 時 30 分

地點：本處 2 樓會議室

主席：評審委員兼召集人 潘昱光

記錄：潘昱光

出（列）席單位人員：

評審委員	簽到處
黃委員生	黃生
袁委員孝維	
金委員仕謙	金仕謙
張委員順發	張順發
陳委員彥伯	陳彥伯
華委員予菁	華予菁

出（列）席單位人員：

投標廠商	簽到處
中華民國國家公園學會	王穎
〃	胡正恆

工作計畫書修正表

服務建議書	工作計畫書
審查意見摘要	修正(回應)情形說明
1-1. 使用何種方式來確認全區的牛隻數量？如何與之前研究紀錄作比較？	補充為：結合焦點動物族群(focal herd)之數量追蹤，並搭配陽管處空拍機的泥浴區照片做比對 (P.5)
1-2. 健康監控中 10 個新鮮糞便為同一隻或不同隻？全年僅採 10 個，採樣頻度是否較低？採樣地點及如何採集須詳述之	修正為：特定個體共 10 份。每 2 月追蹤特定 2 隻個體(耳刻 LE0003, LE0006 號，簡記為 3, 6 號)的排遺，於 4, 6, 8, 10, 12 月採樣，合計 10 份 .... (P.10)
1-3. 衝突個體是否也是健康監測的目標？相關標號方式需再加以評估。	補充為：以耳刻號及其天然傷痕進行個體識別，輔以動物色環項圈與輕型 GPS 發報器，並納入易衝突個體，例如牛王與年輕公牛群，藉由保定與行為觀察達到健康監測的目標。(P.7)
1-4. 將過去發生與遊客之衝突點標記於圖面上，後續穿越線調查時應經過衝突點。	補充為：人獸衝突熱區的紀錄上，則需標定與遊客發生衝突位置於圖面上，後續行為掃瞄調查包含該衝突點。(P.21)
1-5. 調查時泥浴地點須標記，與遊客動線距離多遠應記錄。	補充為：加上牛群泥浴地點之標記，計算與遊客動線距離。(P.24)
2-1. 2003 年陽管處曾作過擎天崗草原土壤調查其中有牛糞紀錄可加入報告。	補充：(P.3)：草原生態系以五節芒和臺灣矢竹為主。草原上有成簇的草原團，此一現象推測與牛隻排遺活動有關(陳俊雄 2003)。
2-2. 前言中研究動機、背景與各引用文獻須清楚敘明。	遵照辦理。補上(P.1)回顧前言背景、(P.3)回顧研究物種：D. G. Tulloch 在 1969 年的野化亞洲水牛研究...領域性動物生態研究等。(p.4)
2-3. 長期監測可調查牛隻存在	修正為：根據 Landsat8 的多頻譜觀測資料，估算擎天崗的植生退化情形顯示，在竹篙山北向

<p>與擎天崗草原面積關連性？分群是否因親屬關係，且因族群大小而影響其使用棲地面積？擎天崗草原生態系是否有韌性？</p>	<p>坡的三區(11,12,13 區，NDVI 低於 -0.22)呈最退化狀態，現場可見稜線上草被矮化，表土層已暴露風化砂壤，植被為 14 區內最矮化的。植被退化原因一方面是稜線上強勁的風剪效應，加上碉堡周圍是牛隻最常停留整晚的夜宿地所致，需要現地持續追蹤。(P.15)</p>
<p>2-4. 採樣時應收集相關血液樣本並加以保存。</p>	<p>遵照辦理。採集血液樣本，檢驗血球數量、血液生化值與體內寄生蟲 (P.10)</p>
<p>2-5. 網格使用縮小精細化。</p>	<p>遵照辦理。(P.15,21)</p>
<p>2-6. 偕同管理處同仁參加調查，並主導工作坊的整體設計。</p>	<p>遵照辦理。於計畫執行中期以後(預定為 9 月之後)，利用所得資料針對志工、社區居民及其他相關人士進行 2 場教育講座。第 1 場講座學員主要為國家公園巡山員與保育志工，亦歡迎有興趣參與調查之社區居民參加，希望吸引公民參與水牛監測。講座分為室內及戶外課程，室內課程內容包括水牛習性介紹及人牛可能產生之衝突與管理，學員人數不限；戶外課程限以參與室內課程並有意願參與水牛調查志工作者 20 位，將預定至園區內可能近距離接觸水牛之現場交流，將依據調查資料製作參考資料，協助志工於草原區記錄各種的水牛事件。第 2 場講座交流主題將包括：1. 遭遇水牛的熱點區域；2. 遊客面對水牛群之因應方式；3. 水牛衝突行為與積極管理行動，如有機會亦可進行現場觀摩。預期將有助於增進管理處員工與志工處理水牛相關議題之知能，也有助於向遊客宣導對於接近水牛時的適宜行為。(P.9-10)</p>
<p>2-7. 建議可將 3 群族群瞭解各自遺傳組成，釐清其親緣關係，同時調查野化水牛之行為周期。</p>	<p>受限於人力與資源，未來延續研究，可收集更多擎天崗、頂山地區的行為周期資料與高品質血液樣本，進行粒線體(mtDNA)與色素基因(cytochrome b)、乃至微衛星基因座(microsatellite)的定序，以建構族群親源分析。(P.10)</p>



3-1. 是否能移除礮嘴山、頂山石梯嶺這 2 群水牛？	遵照辦理，可研擬其可行性。
3-2. 此處水牛非既有野生動物，使用棲地破碎化及族群不連續似不妥適。	遵照辦理，已刪除。(P.2)
3-3. 本處已有針對擎天崗野化水牛作出相關問卷，是否要再次問卷調查，請團隊評估。	遵照辦理，已刪除，問卷可補充長程登山路線如頂山、石梯嶺區域的遊客。(P.11)
3-4. 園區內野化水牛族群間是否仍會交流？	關於解答水牛族群間交流程度之問題，首先可從 GPS 定位所追蹤之活動範圍大小推測，整體有賴親緣系譜分析，值得持續探討。(P.21)
3-5. 長期監測時建議注意安全	有的，遵照辦理。工作人員皆有超過 10 年以上的野域研究與野生動物操作經驗。
4-1. 擎天崗外其他二群牛隻去留之經營管理策略，除問卷調查，是否有其他方法可供輔助參考。	其他科學方法，包括以近年擎天崗草原的穩定族群密度為基線值，根據遙測資料可估算頂山、石梯嶺、礮嘴山等地之草地面積與 NDVI 植生品質，可間接推求各區生態承載量。(P.15)
4-2. 掃描法調查頻度為何？	遵照辦理。針對擎天崗焦點牛群，現場進行完整一天的行為觀察，從 9:00 到 18:00。(P.5)
4-3. 是否能透過牛隻移動軌跡，取得族群間有無交流？	可以的，以 GPS 發報器可觀測部分擎天崗牛隻小群西進雍來地區，或東巡石梯嶺邊緣山地。
5-1. 是否能瞭解其棲地利用和範圍？	可以的，透過 GPS 追蹤所得水牛全日在各區活動的分布及其季節的變化。例如春季追蹤資料時間 5 月 14 日~22 日，夏季追蹤資料時間 6 月 17 日~22 日，以每小時某個體出現之區別為 1 個資料點，各時段各區內出現之資料點除以 14 個區特定時數內收集之資料點總數為該區該時段之使用百分比(P.17)

<p>5-2. 補充利用空拍機之後續長期監測調查方法</p>	<p>遵照辦理，已納入。本族群研究將結合焦點動物族群(focal herd)之行為掃描與數量追蹤進行評估，將搭配陽管處空拍機照片做比對。(P.5)</p>
<p>5-3. 建議得到具體內容後，再進行問卷調查為適</p>	<p>遵照辦理，已修訂。</p>

陽明山國家公園管理處

108 年度「陽明山國家公園擎天崗區域野化水牛族群  
調查」委託辦理案  
期中會議簽到簿

時間：108 年 7 月 30 日（星期二）下午 2 時整

地點：本處 2 樓會議室

主席：本處劉處長培東 劉培東

記錄：潘昱光

出（列）席單位人員：

受託單位： 社團法人中華民國 國家公園學會	職 稱	簽 到 處
		王 穎
		胡正恆
		李一泓
出席審查委員	職 稱	簽 到 處
臺北市立動物園 金仕謙園長	園長	金仕謙
國立臺灣師範大學 黃生教授	教授	請假 (書面意見)
國立臺灣大學森林環境暨 資源學系袁孝維教授	教授	袁孝維

出席機關人員	職 稱	簽 到 處
本處盧副處長淑妃	副處長	盧淑妃
張秘書順發	秘書	張順發
企劃經理課		
環境維護課		
遊憩服務課	課長	梅家柱
解說教育課	課長	韓志武
小油坑管理站		
龍鳳谷管理站		
擎天崗管理站	主任	陳育伯
陽明書屋管理站	技正	葉培芝
保育研究課	課長	吳子賢
	技任	潘呈光

(108年7月30日108年度「陽明山國家公園擎天崗區域野化水牛族群調查」委託辦理案期中會議簽到簿)

# 陽明山國家公園管理處

## 108 年度「陽明山國家公園擎天崗區域野化水牛族群調查」 委託辦理案期中會議紀錄

壹、時間：中華民國 108 年 7 月 30 日(星期二)下午 2 時整

貳、地點：本處 2 樓會議室

參、主持人：本處劉處長培東 記錄：潘昱光

肆、出(列)席單位人員：(詳簽到簿)

伍、業務單位報告：略

陸、討論：

一、臺北市立動物園金仕謙園長：

- (一) 野化水牛個體辨識、編號方式需加以確定，以供後續研究團隊使用。
- (二) GPS 點位分析建議如密度高之位置其環境、植被特色。
- (三) 建議記錄擎天崗周邊水池的點位，觀察野化水牛利用時間、空間情形，以供後續經營管理使用。
- (四) 棲地草地變化應有季節不同之差異，依季節食用那些草種，其分布為何？其微棲地狀況為何？可供作為未來採食區之規劃。
- (五) 建議調查園內礦區內是否有含鹽分之食物，野化水牛是否會有聚集取用之行為？
- (六) 各熱點水池水源來源？乾季之後，水位消長是否會影響野化水牛族群移動？
- (七) 行政院農業委員會畜產試驗所花蓮種畜繁殖場過去已有進行為數不少之遺傳研究建議可加以使用，本處野化水牛為同一族群種源其基因歧異度不高，建議可對大尺度調查再進行對照與參考，歸納未來是否要再做族群 DNA 分析，可提供建議。

二、國立臺灣大學森林環境暨資源學系袁孝維教授：

- (一) 建議研究方向請切合標案目標及如何使用於經營管理策略。
- (二) 研究團隊有無觀察或追蹤辨別具有對人類有攻擊性的個體？未來將如何處理？
- (三) 是否評估水牛啃食草原的量，了解維持擎天崗草原景觀，需要之水牛族群量(母、公及小牛)為多少？有無族群數量控制之需要？
- (四) 藉由此研究，將其研究轉換成科普知識，提供國家公園解說教育等素材。
- (五) 建議或許可使用 AI 系統進行野化水牛個體辨識。

三、國立臺灣師範大學黃生教授(書面意見)：

(一) 本計畫的目標是建置水牛行為的基本資料，並利用 GPS 動物項圈，自動相機等器材取得應用資料，分析其生態習性，棲地利用，分布範圍等。實驗方面如針對野化水牛的健康檢查(寄生蟲未檢出)，並萃取全基因體做 DNA 分析的準備工作亦已開始；追蹤焦點動物於擎天崗族群之社會互動等與保育策略規劃有關之調查工作亦已啟動。自動相機與微棲地氣象儀點位也已設定了 17 個。

(二) 擎天崗草原的形成與水牛的活動依圖 3 所示是相關的，本計畫宜將此形成草原生態系的主要組成和干擾因子的相互作用納入調查研究，如此方可判斷草原和水牛的關係。

#### 四、陳主任彥伯：

(一) 意外死亡個體是否能使用目前調查結果分析出是哪一個地區個體？

#### 五、華課長予菁：

- (一) 報告書較為瑣碎部分應移至於附錄，個體描述需加以統整。
- (二) 報告書內容請依本案工作項目重新整理。
- (三) 夏天氣溫較高，水牛時常出來泥浴，建議可導入使用空拍機進行調查。

#### 六、盧副處長淑妃：

- (一) 建議研究團隊將調查方法、資料進行整合以符合本案工作目的，並提供經營管理策略。
- (二) 透過野化水牛牛隻個體辨識，進一步觀察其行為並清楚的描述。
- (三) 請提供野化水牛經營管理具體策略，除擎天崗族群外，磺嘴山、頂山石梯嶺族群去留並提出充分論述加以支持。
- (四) 研究團隊所作問卷的表達方法、背景需加以說明。
- (五) 請研究團隊提供各地區野化水牛族群相關行動路線與行為模式。

#### 七、劉處長培東：

- (一) 請研究團隊將調查資料整理之後，其架構更能明確表現經營管理之需求。
- (二) 後續擎天崗地區可增設避牛樁，牛常活動之水池附近應加設警示標語。

#### 八、受託單位回應：

- (一) 感謝長官所提各項建議，團隊會遵照辦理，並於期末報告改進呈現。
- (二) 個體辨識使用畜牧編碼方式，已有少數個體可以外觀特徵進行辨識，累積基礎資料中，將來可用於解說及辦理志工、當地民眾教育訓練之用。
- (三) 目前野化水牛所得 GPS 點位皆為離群驅逐公牛，其行為尚無法代表在地水牛，經營管理時應優先處理，有關基因多樣性部分，也許能再引進公

牛，以維持平衡。

- (四) 據觀察本區水源豐沛，尚無乾旱之可能，夏季野化水牛會以水池為中心進行活動，主要活動於谷地下方水池或小溪流經之處，冬季會進谷地或長芒草地避冬，其行為模式會改變，未來建議可修築遮蔽所並放置鹽塊以供寒流擎天崗野化水牛使用。
- (五) 目前調查多攝食地毯草、假柃木和芒草，啃食量方面比對賴玉菁副教授空拍圖，草原並無太大面積變化，顯示其達穩定狀態，然屬粗略觀察，尚需進一步調查。
- (六) 過去具攻擊性之野化水牛個體貴處業以立刻處理，現在觀察 31 隻分別在頂山與擎天崗之族群，其行為較為穩定。
- (七) 野化水牛族群數量與分布，擎天崗與頂山石梯嶺地區目前可掌握公母比、老中青族群結構，將於期末報告呈現。
- (八) 細微行為與啃食速度僅有粗略觀察。
- (九) 擎天崗野化水牛族群應維持，磺嘴山會再與處內進行討論，頂山石梯嶺建議部分路段可建立避牛樁，並控制牛隻數量。
- (十) 目前所作之遺傳分析，尚無法細分至各地區族群。

柒、結論：

本次期中會議原則通過，請受託單位參考委員及與會者意見修正及辦理後續相關工作。

捌、散會：下午 4 時 7 分。



## 期中報告修正表

期中報告	期中報告修正
審查意見摘要	修正(回應)情形說明
1-1. 野化水牛個體辨識、編號方式需加以確定，以供後續研究團隊使用	補充為：牛耳缺刻記號採用世界牛科動物慣用的標號系統(圖 2)：以較易野外操作的右耳下刻號代表 10~90；左耳下刻號則是 1~9 號。此方法若捕捉到牛隻後進行人工標記，刻痕明確；此外輔以天然耳殼的大型撕裂傷痕，更有助辨識成牛個體。(P.7)
1-2. GPS 點位分析建議如密度高之位置其環境、植被特色	遵照辦理。使用 GPS 追蹤水牛活動各小區使用比例，春季較集中使用特定 1 區和 4 區，夏季除經常在 10 區活動外，其他小區使用百分比較平均。(P.19)
1-3. 建議記錄擎天崗周邊水池的點位，觀察野化水牛利用時間、空間情形，以供後續經營管理使用	遵照辦理。擎天崗主要草原區分為 14 區，包含五處水池，以 10 區的「南潭」面積最大(直徑約 5m)，為熔岩地形凹陷，深且寬廣，於盛暑常見 5 頭牛以上同時入水，水深至少 150cm 以上。其他四處淺池深度皆不及 30cm，可於各月份共域使用。(P.15)
1-4. 棲地草地變化應有季節不同之差異，依季節食用那些草種，其分布為何?其微棲地狀況為何?可供作為未來採食區之規劃	補充為：觀測到森林/灌叢植被最密、光合生產力最高的區域，都在嶺頭坡稜線的背風坡，跨越第 2,3,6 區，其中以 2 區嶺頭山坡最佳，此可能與該區位於西曬坡，致使植生生長旺盛有關。(P.15)至於草種鑑定待確認。
1-5. 建議調查園內礦區內是否有含鹽分之食物，野化水牛是否會有聚集取用之行為?	遵照辦理，將持續調查。
1-6. 各熱點水池水源來源?乾季之後，水位消長是否會影響野	答：天然雨水挹注各熱點水池來源，當連日乾旱水潭消失，的確使牛群改變棲息時間和歷

化水牛族群移動?	時，將持續調查。
1-7.畜產試驗所已有不少之遺傳研究建議可加以使用，建議可對大尺度調查再進行對照與參考，歸納未來是否要再做族群 DNA 分析，可提供建議。	遵照辦理，將持續調查。
2-1. 建議研究方向請切合標案目標及如何使用於經營管理策略	遵照辦理，補充：擎天崗牛群應謹慎監測與控制數量，建立妥善的族群控制措施，以維繫其棲地環境品質，並發揮其教育價值。(P.31)
2-2. 研究團隊有無觀察或追蹤辨別具有對人類有攻擊性的個體?未來將如何處理?	答：天然缺刻-39 號公牛，體型並非最大，但會防衛母牛群，也會對研究人員噴氣、緊盯、逼近；除此之外，邊緣公牛 3,6 號等，被趕出的個體都屬最溫馴、又善逃跑的個體。
2-3. 是否評估水牛啃食草原的量，了解維持擎天崗草原景觀，需要之水牛族群量（母、公及小牛）為多少?有無族群數量控制之需要?	遵照辦理，將持續調查。舊牛棚封閉草原區 0.866ha (周長 495m)，估計可以留置兩頭壯碩牛一個月，直到草量減半，可先期測試未來邊緣公牛調度管理的緩衝策略。至於母、小牛，在 2019 年 8 月已達 8 對，追蹤至冬季的存活與死亡率後，有助估算有無族群數量控制之需要。
2-4. 藉由此研究，將其研究轉換成科普知識，提供國家公園解說教育等素材。	遵照辦理，將持續調查。
2-5. 建議或許可使用 AI 系統進行野化水牛個體辨識。	經現場觀察及自動相機收集之照片，利用軟體分析建檔，牛臉圖譜辨識採用人工智慧系統利用指數判別分析和多尺度描述形成牛臉的高維特徵向量，有機會辨別野外牛隻的面部特徵和親屬關係。(P.9)
3-1.自動相機等器材取得應用資料，分析其生態習性，棲地利用，分布範圍	遵照辦理，將持續調查。

<p>3-2. 本計畫宜將形成草原生態系的主要組成和干擾因子的相互作用納入調查研究，如此方可判斷草原和水牛的關係。</p>	<p>遵照辦理，將持續調查草場/森林棲地的植物群聚與動態變化，NDVI 只是遙測指標之一而已。封閉步道這一年的干擾因子則為牛群啃食之季節壓力，兩者互饋成為循環因果。</p>
<p>4-1. 意外死亡個體是否能使用目前調查結果分析出是哪一個地區個體?</p>	<p>遵照辦理，將持續 DNA 分析。</p>
<p>5-1. 報告書較為瑣碎部分應移至於附錄，個體描述需加以統整。</p>	<p>遵照辦理，頂山、北五指山、石梯嶺等地牛分群現象已單獨製表，列於附錄。</p>
<p>5-2. 報告書內容請依本案工作項目重新整理。</p>	<p>遵照辦理，已修訂。(P.4-5)</p>
<p>5-3. 夏天氣溫較高，水牛時常出來泥浴，建議可導入使用空拍機進行調查。</p>	<p>遵照辦理。</p>
<p>6-1. 建議研究團隊將調查方法、資料進行整合以符合本案目的，並提供經營管理策略。</p>	<p>遵照辦理，已修訂。(P.4-5)</p>
<p>6-2. 透過野化水牛牛隻個體辨識，進一步觀察其行為並清楚的描述。</p>	<p>遵照辦理。補上繫放水牛個體資訊等。(p.14)</p>
<p>6-3. 請提供野化水牛經營管理具體策略，除擎天崗族群外，礮嘴山、頂山、石梯嶺族群去留並提出充分論述加以支持。</p>	<p>遵照辦理，有必要持續進行調查。礮嘴山、頂山、石梯嶺之牛群需要繼續釐清其在當地生態系中所具功能，待族群生物資料完備後再推導各種處置於生態效應。</p>
<p>6-4. 研究團隊所作問卷的表達方法、背景需加以說明。</p>	<p>遵照辦理，補充：石梯嶺至風櫃嘴步道上遭逢之遊客進行訪查，了解其對園區內野化水牛與管理措施之看法與建議... (P.27)</p>

<p>6-5. 請研究團隊提供各地區野化水牛族群相關行動路線與行為模式。</p>	<p>遵照辦理。目前 GPS 追蹤器所標定之五隻個體，只有公牛 3,6 號會脫離草原母牛群，向西探索雍來山地區域。</p>
<p>7-1. 請研究團隊將調查資料整理之後，其架構更能明確表現經營管理之需求。</p>	<p>遵照辦理，已修訂。(P.4-5)</p>
<p>7-2. 後續擎天崗地區可增設避牛樁，牛常活動之水池附近應加設警示標語。</p>	<p>遵照辦理，將擬訂避牛樁與警示標語的建議區段，優先觀察該處之活動重疊區域。(P.29)</p>

## 陽明山國家公園管理處

# 108 年度「陽明山國家公園擎天崗區域野化水牛族群調查」委託辦理案期末會議紀錄

壹、時間：中華民國 108 年 12 月 20 日(星期五)下午 3 時 30 分

貳、地點：本處 2 樓會議室

參、主持人：本處劉處長培東 記錄：潘昱光

肆、出(列)席單位人員：(詳簽到簿)

伍、業務單位報告：略

陸、討論：

一、國立臺灣師範大學黃生教授：

- (一) 植生棲地退化(NDVI)問題需要長時間方可確定，因尚有暖化的效應在干擾。
- (二) 水牛是已經人類馴服多代的家畜，性情平和，友善人類。對臺灣早期的開發有莫大貢獻(耕作，馱獸)。宜從另一個角度審度牠們的角色功能，即：陽明山水牛為臺北地區早期農業社會遺留下來的文化遺產的活例，建議在現有的範圍內，營造以水牛為核心角色的特殊景觀區。
- (三) 現有調查資料顯示 a. 泥浴池(或水塘)，b. 草地(現有草原及潛在的芒草地帶)，c. 鹽磚(火山區一般土壤酸性，需定點補充)為擎天崗、石梯嶺等"牛群-草生地"生態棲地的要素，可否以此等要素建構並規劃適合水牛的棲地模型，以供後日經營的依據。
- (四) 整體而言，水牛是人力的益友，溫馴、忠貞。即使被棄養，亦無野性(王穎專訪資料)，即便極少數牛隻異常，亦可經由本計畫的標記、追蹤調查所得資料獲得初步判斷，甚至族群擴張超限，亦可依李教授所提適當法規做妥善處理。棲地的經營與保育，是讓具有農耕遺產身分的水牛，有個免除恐懼又自然的"家"的經營理念，盼能推動，並可利用教育宣導推廣之。

二、陳主任彥伯：

- (一) 目前逸出野化水牛較為馴化且多為公牛，因感謝有老師配掛之發報器可了解其自何處逸出，推測可能牛王驅趕所造成，後續或許可依李一泓老師所提供之建議加以移出園區。

三、潘技佐昱光：

- (一) 報告書中部分圖建議應提高解析度。
- (二) 報告書中 P. 41 第二段尚未書寫完。

四、華課長予菁：

- (一) 報告書中應完整敘述將如何執行後續長期監測調查。
- (二) 報告書中建議補充：
  1. 各路線不同方向的遊客遇見牛隻之機率等相關結果是否能與經營管理做更具體之建議。
  2. 簡報中未放入之圖片可放入報告中，並置於人牛易衝突熱點區域之經營管理策略項目。
- (三) 野化水牛族群數量多少為佳？族群公母隻數建議為何？
- (四) 報告書中體型、年齡等需加以敘明分級依據另寫法須一致；請以科學期刊方式書寫，減少使用感性字詞。

五、張秘書順發：

- (一) 野化水牛死亡率應為低估，不應以春季 1 例做為死亡因子之推估，敘述建議進行調整。
- (二) 建議綜合人文歷史、地景條件、基因多樣性及問卷分析之結果來論述野化水牛於園區內確有保留之必要性，並結合本處目前所設相關設施，以與後續經營管理有一致性，且能搭配目前本處之作為。
- (三) 建議加入野化水牛之實地分布圖，有關行為模式、移動、分布情形及觀測結果之綜合分析以得出早晚移動位置、出沒熱點與水池相關性等，以及野化水牛動線與目前設施關聯、衝突點之交叉分析。
- (四) 曾有提出使用高頻干擾之可能性，建議後續提供參考。

六、劉處長培東：

- (一) 報告書內容應精準。
- (二) 有關園區內野化水牛移出部分將另案討論。
- (三) 期中報告中回應項目、後續研究調查及簡報內容應放入報告書中。

七、受託單位回應：

- (一) 感謝長官所提各項建議，團隊會遵照辦理，並於成果報告改進呈現。
- (二) 目前團隊已進行讓野化水牛產生忌避之試驗。

柒、結論：

本次期末報告原則通過，請受託單位參考委員及與會者意見納入成果報告俾辦理後續結案相關工作。

捌、散會：下午 5 時。



陽明山國家公園管理處

108 年度「陽明山國家公園擎天崗區域野化水牛族群  
調查」委託辦理案  
期末會議簽到簿

時間：108 年 12 月 20 日（星期五）下午 3 時 30 分

地點：本處 2 樓會議室

主席：本處劉處長培東 劉培東

記錄：潘昱光

出（列）席單位人員：

受託單位： 社團法人中華民國 國家公園學會	職 稱	簽 到 處
中國文化大學	助理教授	李一流
台師大		王彥
		胡正超
出席審查委員	職 稱	簽 到 處
臺北市立動物園 金仕謙園長	園長	
國立臺灣師範大學 黃生教授	教授	黃生
國立臺灣大學森林環境暨 資源學系袁孝維教授	教授	請假

出席機關人員	職 稱	簽 到 處
本處盧副處長淑妃	副處長	
張秘書順發	秘書	張順發
企劃經理課		
環境維護課		
遊憩服務課		
解說教育課	約聘	李振祥
小油坑管理站		
龍鳳谷管理站		
擎天崗管理站	主任	陳齊伯
陽明書屋管理站		
保育研究課	課長	吳子菁
	技佐	潘昱光

(108年12月20日108年度「陽明山國家公園擎天崗區域野化水牛族群調查」委託辦理案期末會議簽到簿)

## 期末報告修正表

期末報告	期末報告修正
審查意見摘要	修正(回應)情形說明
1-1. 植生棲地退化(NDVI)問題需要長時間方可確定。	遵照辦理。
1-2. 水牛為臺北地區早期農業社會遺留下來的文化遺產，建議在現有的範圍內，營造以水牛為核心角色的特殊景觀區。	遵照辦理。水牛的確為生態功能的核心發動者，需要遊憩規劃考慮整體生態系。
1-3. 建議以泥浴池(或水塘)，草地，鹽等棲地要素，建構並規劃適合水牛的棲地模型，以供日後經營的依據	遵照辦理。擎天崗主要草原區為熔岩地形凹陷，可以各小區之基礎測量發展生態模型推導使用。
1-4. 棲地的經營與保育，可讓具有農耕遺產身分的水牛，有個免除恐懼又自然的"家"。	遵照辦理。觀測到森林/灌叢植被在上一世紀已長期成為水牛自然的棲地。
1-5. 建議調查園內礦區內是否有含鹽分之食物，野化水牛是否會有聚集取用之行為?	遵照辦理，各地礦泉露頭可能是牛隻移動的動機，值得細究。
2. 配掛發報器監看逸出牛，外來牛王後續或許可依李一泓老師所提供之建議加以移出園區	遵照辦理。GPS 發報器所費不貲，但關鍵還在於訓練有素的專任人力支援。
3. 報告書中部分圖建議應提高解析度	遵照辦理。圖 10 都已改為 600DPI 輸出。
4-1. 完整敘述將如何執行後續長期監測調查。	遵照辦理。已擴大並詳敘十項建議步驟與具體做法。
4-2. 各路線不同方向的遊客遇見牛隻之機率可更具體。	遵照辦理。
4-3. 野化水牛族群數量多少為佳? 族群公母隻數建議為何?	各地數量反映生物回復條件，見此一生態特性尤須長期監看，將繼續研究。
4-4. 報告書中體型、年齡等需加以敘明分級依據；減少使用感性字詞。	遵照辦理，並列出實測體型、身長數值。
5-1. 野化水牛死亡率應為低估，敘述建議進行調整。	遵照辦理，此一例擎天崗死亡牛隻必然是保守估計，需要更多整全收集資訊之巡山回報。
5-2. 建議綜合人文歷史、地景條件、基因多樣性及問卷分析之結果來論述野化水牛於園區內確有保留之必要性，並結合	遵照辦理。

<p>本處目前所設相關設施，以與後續經營管理有一致性，且能搭配目前本處之作為。</p>	
<p>5-3. 建議加入野化水牛之實地分布圖，以得出早晚移動位置，以及野化水牛動線與目前設施關聯之交叉分析。</p>	<p>遵照辦理。圖 10 有擎天崗草原區的逐日牛隻範圍，同時披露 10 餘處泥浴地、5 處固定水源，可作為觀看水牛熱點。</p>
<p>5-4. 曾有提出使用高頻干擾之可能性，建議後續提供參考。</p>	<p>遵照辦理，將持續改良嘗試。</p>
<p>6-1. 報告書內容應精準。</p>	<p>遵照辦理。</p>
<p>6-2. 有關園區內野化水牛移出部分將另案討論。</p>	<p>遵照辦理。</p>
<p>6-3. 期中報告中回應項目、後續研究內容應放入報告書中。</p>	<p>遵照辦理。</p>