

太魯閣國家公園高山生態系--台灣水鹿 棲地使用之研究（二）

太魯閣國家公園管理處委託研究報告

中華民國九十八年十二月

PG 9802-0310

098301020400G1001

太魯閣國家公園高山生態系--台灣水鹿 棲地使用之研究（二）

受委託者：中華民國國家公園學會

研究主持人：王穎

研究助理：顏士清、林子揚、張郁琦、賴冠榮

太魯閣國家公園管理處委託研究報告

中華民國 98 年 12 月

目次

目次.....	I
表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	VII
Abstract.....	IX
第一章 前言.....	1
第二章 材料與方法.....	3
第一節 研究地區.....	3
第二節 研究方法.....	3
第三章 結果.....	17
第四章 討論.....	37
第五章 建議事項.....	45
附錄一 期中簡報會議紀錄.....	47
附錄二 期末簡報會議紀錄.....	51
附錄三 志工培訓課程.....	55
參考書目.....	57

表次

表 2-1	太魯閣國家公園水鹿調查樣線之分布概況.....	14
表 2-2	太魯閣國家公園紅外線自動相機架設地點及環境.....	14
表 3-1	太魯閣國家公園樣線 Q 哺乳動物痕跡數量之分布.....	22
表 3-2	太魯閣國家公園樣線 R 哺乳動物痕跡數量之分布.....	23
表 3-3	太魯閣國家公園樣線 S 哺乳動物痕跡數量之分布.....	23
表 3-4	太魯閣國家公園樣線 T 哺乳動物痕跡數量之分布.....	23
表 3-5	太魯閣國家公園樣線 Q、R、S、T 哺乳動物排遺相對數量比較(次數/公里).....	24
表 3-6	太魯閣國家公園樣線 Q、R、S、T 與哺乳動物痕跡直接遭遇(目擊、叫聲、屍骸)相對數量比較(次數/公里).....	24
表 3-7	太魯閣國家公園自動相機拍攝動物次數與頻度(OI 值).....	25
表 3-8	太魯閣國家公園不同環境水鹿痕跡相對數量之比較.....	26
表 3-9	以微衛星標記分析三個野生臺灣水鹿血液樣本得到的在三個基因座上對偶基因數、基因型數、個體間基因型相似度.....	26
表 3-10	野生水鹿形值資料.....	26

圖次

圖 2-1 太魯閣國家公園調查樣線分布圖.....	15
圖 2-2 太魯閣國家公園紅外線自動相機架設位置圖.....	15
圖 3-1 太魯閣國家公園穿越線調查水鹿痕跡分布圖.....	27
圖 3-2 太魯閣國家公園穿越線調查山羊痕跡分布圖.....	27
圖 3-3 太魯閣國家公園穿越線調查山羌痕跡分布圖.....	28
圖 3-4 太魯閣國家公園穿越線調查獼猴痕跡分布圖.....	28
圖 3-5 太魯閣國家公園穿越線調查山豬痕跡分布圖.....	29
圖 3-6 太魯閣國家公園穿越線調查黃鼠狼痕跡分布圖.....	29
圖 3-7 太魯閣國家公園穿越線調查黃喉貂痕跡分布圖.....	30
圖 3-8 太魯閣國家公園穿越線調查黑熊痕跡分布圖.....	30
圖 3-9a 太魯閣國家公園水鹿分布預測圖(超過 16 個模式預測有分布)	31
圖 3-9b 太魯閣國家公園水鹿分布預測圖(超過 11 個模式預測有分布)	31
圖 3-9c 太魯閣國家公園水鹿分布預測圖(超過 6 個模式預測有分布)	32
圖 3-10 太魯閣國家公園水鹿分布圖.....	32
圖 3-11 奇萊與磐石山區台灣水鹿活動模式.....	33
圖 3-12 奇萊與磐石山區台灣山羊活動模式.....	33
圖 3-13 奇萊與磐石山區台灣山羌活動模式.....	34
圖 3-14 奇萊與磐石山區，自動相機拍攝到水鹿 OI 值之月變化.....	34
圖 3-15 利用粒線體 D-loop 區域序列差異，繪出太魯閣野生臺灣水鹿與高雄種畜 場、NCBI 上圈養水鹿序列親緣關係之樹狀圖.....	35
圖 3-16 水鹿 CL2、CL5 追蹤定位點示意圖.....	36
圖 4-1 太魯閣國家公園穿越線調查各樣線水鹿排遺相對數量(次/公里)	43

摘要

關鍵詞：水鹿、分布預測模式、棲地使用、人為干擾、發報器

一. 研究緣起

了解動物的分布與對棲地環境的使用方式，為進行保育與經營管理工作的重要關鍵。台灣水鹿為台灣特有亞種，但目前對水鹿之深入研究仍極少，因此本研究以太魯閣國家公園為研究地區，深入探討水鹿在此區的分布情形與相對豐度，評估奇萊與磐石山區之水鹿數量，建立其分布預測模式，並記錄人為干擾之情形，並捕捉野生水鹿進行追蹤以了解其棲地使用情形。

二. 研究方法及過程

本研究延續 2008 年的研究成果，增設樣線進行穿越線調查以瞭解太魯閣國家公園內水鹿分布情形與相對豐度，並配合紅外線自動相機，分析其對棲息環境之利用情形。再利用地理資訊系統與遺傳演算法(genetic algorithm for rule-set prediction)分析影響水鹿分布之環境因子，建立水鹿棲地預測模式。同時評估狩獵壓力對水鹿分布的影響，作為經營管理之參考。並萃取水鹿排遺上之 DNA 進行分析作個體辨識，推估奇萊與磐石山區水鹿最低族群量，及利用紅外線自動相機的水鹿拍攝頻度與其他地區之研究比較，推算奇萊與磐石山區水鹿可能族群量。另捕捉 5 隻野生水鹿，設置發報器進行追蹤定位，以了解其棲地使用方式。

三. 重要發現與建議

結合前一年度之穿越線調查結果顯示，除合歡山區及東部低海拔地區外，園區內多數地區都具有水鹿分布，奇萊與磐石山區、南湖山區、凱金舊社地區為水鹿相對豐度較高的區域，而箭竹草坡(排遺 5.02 次/公里)是其較常出現的環境。棲地分布預測模式則顯示合歡山區之環境可能適合水鹿生存，為未來水鹿族群擴散的潛在區域，而中橫公路沿線水鹿出現機率較低。本年度穿越線調查之四條樣線皆發現狩獵痕跡，對狩獵活動的管理與生態旅遊的推動是亟需進行的。

目前已利用血液樣本找出可供個體辨識與遺傳分析的微衛星標記，未來將進一步利用排遺樣本進行嘗試，以協助族群數量估算。另利用自動相機之資料與南

二段地區相比較，粗估奇萊與磐石山區水鹿密度為 0.40-0.47 隻/公頃。

本年度成功捕捉到 5 隻水鹿並設置發報器，雄鹿平均體重為 119.5 kg，雌鹿平均體重為 69 kg，其中兩個發報器已經脫落，另三個目前持續追蹤當中，建議未來需持續研究並增加樣本數，以獲得更完整之研究成果。

根據本年度研究結果，我們建議太魯閣國家公園管理處加強狩獵行為之管制，並持續推動生態旅遊，讓居民共同守護自然資源。並以 GPS 項圈對水鹿進行更深入之棲地使用研究，以加強對本種之保育研究，未來則可進一步研究台灣水鹿之族群遺傳結構。

Abstract

Key words: sambar deer, predictive habitat model, habitat use, human disturbance, transmitter

We studied the distribution, relative abundance, population size, human disturbance, and habitat use of Formosan sambar deer (*Rusa unicolor swinhoii*) in Taroko National Park in 2009. Line transects and scouting cameras were used to study the distribution, relative abundance, and habitat use of sambar deer. Geographical information system and genetic algorithm for rule-set prediction (GARP) were applied to the study of importance of environmental factors and to establish a predictive habitat model. Besides, the effect of human disturbance on the distribution of sambar deer was also documented to set up the basis of future management plan. Population density were estimated by microsatellite marker of fecal DNA and occurrence index of scouting camera. Furthermore, we also captured sambar deer and tagged with transmitters to track their spatial use. The results showed that Sambar deer distributed in most of the Taroko Park except Mt. Hehuan and low altitude area in the east part. The highest density of sambar deer's fecal dropping was found in arrow bamboo grassland habitat (5.02 number/km) through line transect study. We established a reliable ecological niche model and generated 3 predictive habitat maps by different thresholds. The maps suggested that Little Cilai and Mt. Hehuan are potential sites for sambar deer to disperse or for future reintroduction. The central cross island highway may be a barrier which obstructs the connection of sambar deer populations. After estimating the effects of human disturbance, we suggested that the hunting should be controlled and ecotourism should be set into action. We have already design the primers of sambar's mitochondria DNA and microsatellite DNA by blood sample, and we can successfully extract both kinds of DNA from blood sample. By analyzing the genotypes of microsatellite DNA, we can identify different individuals. It will be applied for population size estimating in the future. After comparing the occurrence index between Mt. Cilai and 2nd section of Sounthern Central Ridge Trail, we roughly estimated the deer population density of Mt. Cilai was 0.40-0.47 number/ha. Finally, we captured 5 sambar deer, and tracked 3 of them. The mean weight of stags was 119.5 kg (n=3), and that of hinds was 69 kg (n=2).

第一章 前言

水鹿(sambar deer, *Rusa unicolor*)廣泛分布在南亞及東亞地區，包括中國、印度、斯里蘭卡、尼泊爾、中南半島、印尼、海南島、馬來西亞、婆羅洲及台灣等地，此外亦被引進至紐西蘭、澳洲、美國、南非等國家。近三十年來，由於狩獵及棲地破碎化的影響，水鹿數量在其除台灣之外的原產國家中已大量減少，儘管其分布仍廣泛，但各個族群之水鹿數量往往很少，常面臨區域性的滅絕危險(Timmins et al. 2008.)。

台灣水鹿(Formosan sambar deer, *R. u. swinhoii*)屬於水鹿七個亞種之一，僅分布於台灣，過去受狩獵及棲地破壞之影響導致數量大量減少，但約在 1990 年代後，由於法律對本種之保護，禁止對本種之狩獵、伐木業的停止、鹿茸價格下跌等因素，台灣水鹿數量漸漸成長(Timmins et al. 2008.)。台灣水鹿族群經過此大量減少又重新擴增的過程中，王等(1999, 2000, 2003)調查顯示台灣水鹿分布以中央山脈及其周圍為主，輔以民間登山記錄目擊水鹿情形，指出以北三段至南二段的高海拔地區為目前所知水鹿分布之熱點。但這些研究受人力、取樣方式等限制，只能提供較粗略的台灣水鹿分布狀況，其詳細分布狀況在許多未調查地區仍屬未知。針對以往太魯閣國家公園境內之調查結果顯示，在中央尖溪、南湖山區、奇萊東稜磐石山區等地具有較多的台灣水鹿族群(呂，1983；吳等，2004；王等，2008)，但在許多不易到達之地區仍缺乏台灣水鹿的調查資料。

保育工作的落實與經營管理政策的決定，常需仰賴對物種分布範圍的正確了解(Boitani et al. 2008)，而生物對棲地的選擇與利用方式會影響其分布情形。影響哺乳動物棲地使用可能有多種因素，例如生理或代謝需求、性別、體型、食物質與量、掠食者、交配制度或人類干擾等(Clutton-Brock 1989; Harestad and Bunnell 1979; Van Dyke and Klein 1996)，也可能受到各種環境因子所影響，例如：植被密度、植被類型、樹冠層遮蔽度、坡度、海拔、坡向、與道路距離、與水源距離等(Ager et al. 2003)，因此動物對空間的使用情形，能夠呈現動物為因應各種不同

的變化而產生的最佳生存策略(Luccarini et al. 2006)。台灣山區地形險峻，野生動物的調查相當困難，尤其受到狩獵及棲地破碎化的影響，水鹿多分布於中高海拔地區(王等，2004a)，其對棲地使用的方式可能與國外低海拔地區的水鹿(Flynn et al. 1990)不同。近年來，學界發展出多種生態區位模式(Ecological niche modeling)，評估各種環境因子對物種棲地選擇的影響，建立物種棲地選擇模式後，便可藉由環境因子來評估各地區該物種出現的可能性，即得到該物種合適棲地分布圖，再配合實地調查記錄，就能得到正確性更高的物種實際分布圖。

此外，野生動物族群數量的評估，也是制訂保育與經營管理策略的重要資訊。目前隨著分子生物學的快速發展，於動物排遺、毛髮採集細胞分析其微衛星體(microsatellite)DNA 序列，可以有效辨識不同個體並得知該動物族群之最低數量，且能再配合捉放法統計模式估算可能數量(Triant et al. 2005)，此方法有助於監測行蹤隱密、數量少或不易捕獲之動物，並且不會對動物造成任何傷害(McCarthy et al. 2008)，也可能有助於在台灣險峻的山區環境下使用。

前一年度研究已對太魯閣國家公園境內水鹿分布情形、相對數量、人為干擾壓力、水鹿棲地使用方式與棲地選擇模式進行評估與了解，但因人力與時間不足之故尚有闕漏，本計畫擬延續前一年度成果，增加調查範圍，以補足更完整的研究資料。並進一步捕捉野生水鹿裝設發報器進行追蹤，及利用自動相機與分子生物技術估算奇萊與磐石山區水鹿族群數量，再與台灣其他地區之水鹿研究成果進行比較，作為國家公園未來經營管理的依據。

第二章 材料與方法

第一節 研究地區

太魯閣國家公園位於花蓮、臺中及南投三縣境內，其範圍以立霧溪流域、中部東西橫貫公路沿線及其外圍山區為主，包括合歡山區、奇萊連峰(中央山脈北三段北段)、南湖中央尖山區(中央山脈北一段)、中央山脈北二段、陶塞溪流域、清水山及三棧溪流域等，面積共約 92,000 ha。海拔高度從海平面到 3742 m，溫度隨海拔高度上升而遞減，園內海拔 1,000 m 處之年均溫為 17.5℃，主要在中橫公路天祥以東一帶；海拔 2,000 m 處年均溫為 12.5℃，主要在慈恩以東；接近中央山脈主稜之海拔 3000 m 以上高山地區，其年均溫則為 7.7℃，冬季一、二月間溫度常在 0℃ 以下。園內年雨量在 2,000 mm 以上，夏季多雨，冬季較乾。植物相隨海拔上升，大致依常綠闊葉林、針闊葉混合林、高山針葉林、玉山箭竹矮灌叢等類群次序變化，常綠闊葉林植物組成十分複雜，主要以樟科及殼斗科植物較為優勢，針葉林則以雲杉、鐵杉、冷杉、二葉松等為主，針闊葉混合林則兼有常綠闊葉林及針葉林之植物，而玉山箭竹矮灌叢除玉山箭竹為優勢種外，亦常有圓柏及杜鵑花科植物(楊及徐，2004)。

第二節 研究方法

一、水鹿空間分布與相對豐度

(一) 穿越線調查

去年度研究(王等，2008)在太魯閣國家公園內劃設 16 條樣線(樣線 A-P)(圖 2-1)，本年度穿越線調查選擇太魯閣國家公園之中低海拔地區進行，以補足王等(2008)研究所未調查之區域，再依現場道路、地形狀況訂定樣線。穿越線調查過程中遇到任何一種水鹿的痕跡均予以記錄，將痕跡分為三種類型，第一種為直接遭遇記錄，包括目擊、叫聲和屍骸，第二種為排遺，此為一種與動物實際數量有

正相關的動物痕跡，第三種則為質性特徵，包括腳印、磨痕、食痕等，此類痕跡多無法反應動物數量，但可有效幫助偵測動物之存在與否。以每單位距離發現的水鹿遭遇記錄與排遺為單位（王等，2004b），做為太魯閣國家公園境內水鹿相對族群豐度的評估。並以掌上型全球定位系統（GPS）定出痕跡座標位置，將定位資料以電腦建檔，並在 GIS 作業平台進行水鹿分布位置點的建檔。

本年度研究目前設置 4 條樣線(樣線 Q、R、S、T)各進行一次調查，樣線 Q 由碧綠神木經卡拉寶至凱金舊社及立霧溪中游，長度約 6.8 km(表 2-1，圖 2-1)；樣線 R 由蓮花池進入，經西喀拉罕溪上鍛鍊山與砂山，再經由和平林道由朝瞰山、祖輪山下山，長度約 13.7 km；樣線 S 為清水大山登山步道，長度約 9.1 km；樣線 T 則沿三棧北溪溯溪而上，長度約 2.4 km。

(二) 遺傳演算法與水鹿分布預測模式

我們使用遺傳演算法軟體 desktop GARP(genetic algorithm for rule-set prediction)預測台灣水鹿的可能分布位置，GARP 將物種已知出現的座標點與該位置之各種環境因子進行一連串的演算，使用 atomic rules、range rules、negated range rules、logistic regression 四種規則進行選擇、修正、合併、或拒絕，最後計算出一個適合該物種生存的環境狀態模式，亦即其生態區位模式。此法已成功運用在許多研究上(e.g. Illoldi-Rangel et al. 2004; Munguia et al. 2008)，即使在樣本數較小時亦有可信賴之預測結果(Stockwell and Peterson 2002)。

利用 ArcGIS 9.2 將太魯閣國家公園劃分為 100×100 m 的網格，使用穿越線調查獲得之 181 筆定位資料與網格中之七種環境因子進行運算，GARP 軟體隨機挑取 50% 的定位資料用來建立模式，另外 50% 的定位資料則用來測試該模式，環境因子包括：(1) 海拔：此因子可能影響氣溫、太陽輻射、植被類型等多種環境因子；(2) 坡度：此因子可能與動物對環境的偏好有關，李等(2006)指出台灣水鹿偏好坡度較平緩的地形；(3) 坡向：不同坡向之太陽輻射、濕度、溫度、受風程度等都可能有所不同；(4) 規整差植生指標(normalized difference vegetation

index, NDVI)：此因子與綠色植物密度有關，因此可反映出食物資源的豐富度或是植被類型的不同，張(2008)指出 NDVI 值與台灣水鹿的分布顯著相關；(5) 土地利用型：李等(2006)指出台灣水鹿偏好鐵杉、冷杉林、松類森林及其與草原交界等棲地類型。本研究將環境分為 11 種類型，包括針葉林、闊葉林、針闊混淆林、松類純林、箭竹與草生地、竹林、裸露地、水域、人類建設、耕作地、其他，反映出代表各種不同的棲地類型；(6) 與道路距離：離道路越近的地區越容易受到人類的干擾，可能會影響野生動物的分布與數量；(7) 與水源距離：本因子與動物的生理需求甚至社會行為有關，李等(2006)與王等(2008)均指出接近溪流處台灣水鹿族群相對密度較高。

由於 GARP 運算方式是讓各種規則隨機發展，而每次運算用來建立模式的資料也是隨機的，因此每次運算得到的結果與正確性都可能會不同，為得到最可靠的結果，我們使用 GARP 運算建立 400 個模式，再從中選取 20 個最佳的模式多個模式結合得到的結果會較單一模式更值得信賴(Anderson et al. 2003; Ortiz-Martínez et al. 2008)。模式的選取依照 Anderson et al.(2003)提出的方法，先挑選漏判誤差(omission error)最低的 40 個模式，再從中挑選 20 個誤判誤差(commission error)較低的 20 個模式，將這 20 個模式產生的預測圖堆疊成一複合預測圖。由於每個模式製造的預測圖會顯示各個網格被預測為 1(有台灣水鹿)或 0(無台灣水鹿)，將 20 個預測圖堆疊後，每個網格預測台灣水鹿出現的可能性則為 0 至 20。最後我們以不同的門檻標準，呈現 3 張太魯閣國家公園水鹿分布預測圖：(1) 顯示超過 16 個模式預測有台灣水鹿之地點，(2) 顯示超過 11 個模式預測有台灣水鹿之地點，(3)顯示超過 6 個模式預測有台灣水鹿之地點。

繪製出太魯閣國家公園台灣水鹿分布預測圖後，我們參考本研究野外調查之結果，並比對過去太魯閣國家公園境內之調查文獻，以分布預測圖為藍本加以修改，繪製成太魯閣國家公園台灣水鹿實際分布圖。

二、水鹿棲地利用與活動模式

(一) 不同環境類型水鹿痕跡相對數量

合併本年度穿越線調查結果與前一年度(王等, 2008)研究資料, 將樣線上之環境分為箭竹草坡、針葉林、針闊葉混淆林、闊葉林、溪流五種, 以各種環境下發現水鹿痕跡(直接遭遇、排遺)的數量除以該環境之里程數, 得到各環境之水鹿痕跡相對數量, 推估水鹿較常出現的棲息環境。

(二) 紅外線自動相機

紅外線自動相機為近年來國內外用以監測野生動物族群的工具, 具有取代調查人力、全天候長時間連續工作、對動物干擾少、資料分析容易等優點(裴及姜, 2002; 王等, 2004b)。為彌補人力調查的時間限制, 本研究亦架設自動相機, 以加強對動物分布情況的監測。並計算各動物被拍攝的 OI 值(Occurrence Index), 以比較各動物出現頻度。OI 值計算公式如下:

$$OI = (\text{該物種出現次數} \times 1000) / \text{相機工作時數}$$

水鹿常被認為是棲息於森林的動物, 其對環境的選擇傾向於森林(Aung et al. 2001; Ngampongsai 1987), 在台灣高海拔山區則偏向選擇森林和草原的交界帶(李等, 2006)。然而水鹿亦有繁殖和覓食等需求, 森林或許並不能完全提供水鹿完成生活史的各项需求, 例如太魯閣國家公園境內磐石山區的水鹿亦會在高地草原進行覓食、社交、泥浴等活動(郭, 2005), 因此本研究在森林、森林草原交界、草原三種棲地類型架設自動相機, 比較水鹿在各棲地類型的活動情形。

本研究目前共設置 8 台紅外線自動相機, 其中 4 台在奇萊山區(相機己、庚、辛、寅)(表 2-2、圖 2-2), 4 台在磐石山區(相機壬、癸、子、丑)。其中相機辛、壬、癸架設環境為森林靠近箭竹草坡處, 相機己、子、寅位在森林中, 相機庚、丑則在箭竹草坡靠近森林邊緣, 以 Kruskal Wallis test 比較不同環境下拍到水鹿的 OI 值是否有顯著差異。

相機己、辛、壬、癸為傳統底片式相機，相機子、丑、寅則為數位相機，相機庚初架設時為底片式相機，於 2009 年 3 月更換成數位式相機。為比較使用不同種類的相機是否會造成拍攝結果之誤差，我們將拍攝到水鹿的相機分為底片與數位兩組，以 Mann-Whitney Test 檢測兩組拍攝到之水鹿 OI 值是否不同。

為了解本區水鹿之日活動模式，以一小時為單位，分析水鹿於各時段被拍攝到的次數，了解其活動時間。此外，本研究亦拍到較多山羌與山羊之照片，也進行此分析。

為了解不同季節在奇萊與磐石山區水鹿相對豐度的變化，以月份為單位，比較不同月份拍攝到之水鹿 OI 值。

三、人為干擾之影響

為了解狩獵情況，對樣線附近居民及登山客進行訪查，再配合穿越線調查，記錄狩獵行為及陷阱、營火、獵寮等狩獵痕跡，了解具有狩獵壓力之地點，提供對狩獵管理之參考。

四、奇萊與磐石山區水鹿族群數量估算

(一) DNA 個體辨識法

1. 樣本之採集與保存

野生臺灣水鹿為保育類動物，且在其棲地範圍內不易被人類所目擊，要收集血液、組織或毛髮等活體樣本在技術上更有困難。野生水鹿的排遺是較易被發現之樣品，因此採集水鹿排遺將是最優先用來取得野生水鹿DNA樣本之方法：在國家公園或自然保護區類型的樣區內，將穿越線法沿採集路線發現之排遺，以外表初步判定是水鹿排遺後，取排遺放入含70%酒精採集瓶中。另一種野生水鹿的樣本來源為樣區中發現的動物屍骸：盜獵遭沒收之水鹿樣本，其經由國家公園轉寄至國立自然科學博物館收藏之剩餘骨骸、皮毛等可抽取DNA的組織樣本。同時亦獲得由畜試所高雄種畜繁殖場提供之圈養臺灣水鹿族遺傳樣本（包括組織、

血液、骨骼與糞便) 作為DNA萃取與純化實驗之正控制組。

2. DNA 萃取純化

(1) 排遺樣本中細胞核 DNA 之萃取

排遺樣本保存於含70%酒精的15ml 離心管，抽取 DNA 時，震盪均勻後離心5分鐘，去除上清液。加入含 Tris-Cl、SDS、CaCl₂ 之 buffer 和 protease K 震盪均勻後，於55℃乾浴槽反應1至2小時，再離心5分鐘，取600 µl 上清液到2 ml 離心管中，以 Phenol、chloroform、isoamylalcohol(25:24:1)配製的萃取液進行兩次萃取。後以體積兩倍量之絕對酒精於-20℃下沉澱 DNA，12000 rpm 下離心10分鐘，去上清液，以70%酒精清洗後，溶出 DNA，於-20℃貯存。

(2) 血液樣本中粒線體 DNA 萃取

使用 QIAamp DNA Mini Kit(QAIGEN, USA)，參照套組所附說明書進行操作。將血樣室溫下離心15分鐘，取部分上層液至新的離心管，再在室溫下離心10分鐘，取部分上清液。預先加 protease K 至1.5 ml 離心管，再加入上清液，隨即加入 AL buffer，震盪混合均勻後，56℃乾浴作用15分鐘，加入100%酒精，震盪混合均勻然後離心沉澱，分兩次加至 QIAamp column，在室溫離心1分鐘，倒掉濾出液，加 AW1 至 column，室溫離心1分鐘，倒掉濾出液，加 AW2 至 column，室溫離心五分鐘，倒掉濾出液，再在室溫離心兩分鐘，去除殘留酒精。將 column 移至新的1.5 ml 離心管內，加入50℃去離子水於 column 中央，靜置2分鐘，室溫離心1分鐘後，將含有純化 DNA 之溶液收集，並於4℃貯存。利用1.0%瓊脂於 TBE buffer 中電泳分析。再利用溴化乙啶(EtBr 10mg/ml)確定 DNA 品質。將剩餘 DNA 溶液保存於-20℃冰箱中。

(3) 血液樣本中細胞核 DNA 萃取

取血樣離心15分鐘後，將3 mL 血樣移至15ml 離心管，加入含 protease K 之 Cell lysis solution 室溫下反應10分鐘後，去除上清液，加入 Nuclei Lysis Solution 均勻混合，使白血球懸浮，再加入 RNase A 反應15分鐘。待反應液回溫至室溫後，加入 Protein precipitation solution 震盪均勻，離心10分鐘後取上清液至新的

15 mL 離心管，加入 isopropanol 於4°C 下離心1分鐘，去除上清液，加入70% EtOH 使沉澱物充分懸浮，再將溶液移至新的1.5mL 離心管，室溫下離心5分鐘後，去除上清液並風乾，待風乾完畢後，加入去離子水，溶解 DNA，將 DNA 溶液保存於-20°C 冰箱中。

(4) 組織樣本中細胞核 DNA 萃取

取出保存於70%酒精的組織樣本(小於1mm)至1.5 ml 離心管，加入 protease K(20mg/ml)震盪均勻後，置於56°C 乾浴槽反應，隔夜取出，確定組織塊狀物完全溶解後，加入 RNase A(10mg/ml)，震盪均勻後，加入 AL buffer 與100%酒精，震盪均勻後以 silica 吸附管柱(column)，於室溫離心1分鐘後去除濾出液，再加入 Wash 1 buffer，於室溫離心1分鐘後去除濾出液，再加入 Wash 2 buffer，於室溫離心1分鐘後去除濾出液。最後在室溫下於管柱中心加入 Elute buffer，室溫靜置1分鐘後，同樣在室溫離心1分鐘後將含有純化 DNA 之溶液收集，並於4°C 貯存。利用1.0%瓊脂於 TBE buffer 中電泳分析。再利用溴化乙啶(EtBr 10mg/ml)確定 DNA 品質。將剩餘 DNA 溶液保存於-20°C 冰箱中。

3. 粒線體控制區域(control region)DNA 序列增幅與定序

(1) 粒線體控制區域標記引子設計

針對粒線體 DNA 中，屬於非編碼區域的 D-loop 區域序列進行增幅。此 D-loop 區域位於臺灣水鹿粒線體 DNA 中第 15425 鹼基到 16519 鹼基，參考 Randi et al.(2001)為鹿科動物粒線體 D-loop 區域所設計引子 L-Pro 5'-CGTCAGTCTCACCATCAACCCCCAAAGC-3' 和 H-Phe 5'-GGGAGA CTCATCTAGGCATTTTCAGTG-3'，並根據 NCBI 上提供的圈養臺灣水鹿粒線體序列進行修改後，得到 PCR 反應所需之粒線體 D-loop 區域 F1 和粒線體 D-loop 區域 R1 單股核苷酸引子序列。此外，針對自糞便、骨頭中抽取的 genomic DNA/mitochondrial DNA，因糞便、骨頭中的 DNA 片段較易斷裂成小片段，為了避免無法順利增幅 D-loop 區域全長，需另行設計將 D-loop 區域分成 200~400bp 大小片段進行 PCR 反應的分組引子。先利用 NCBI Gene Bank 上的臺灣水鹿粒線

體 DNA 序列與實驗室已進行定序的高雄種畜場 15 頭臺灣水鹿的 D-loop 區域 序列進行比對後，再根據其序列結構，選擇非位於 D-loop 區域序列 tandem repeat 中的序列設計了七組引子。

(2) 以聚合酶連鎖反應(polymerase chain reaction)大量增幅粒線體控制區域和 Cytochrome b 基因

PCR 反應時，將含有 10x PCR buffer (50mM KCl, 10 mM Tris-HCl pH 8.3)、dNTP mix(即分別含有 200mM dATP、dCTP、dGTP、dTTP)、所需增幅序列用的一對引子、前步驟所萃取模板 DNA、以及聚合酶(5 unit/ μ l)和補足反應體積用去離子水於 PCR 反應管中充分混勻後，將反應管放入 PCR 儀器 (Peltier Thermal Cycler PTC-200)進行 PCR 反應，其反應條件如下:經 94°C 加熱 5 分鐘後，以 94°C 變性(denature)30 秒，55~63°C 煉合(annealing)30 秒，68°C 延伸(extension)80 秒做為一個循環，共進行 27-29 個循環後，於 68°C 再延伸 10 分鐘使反應完全後，降溫至 4°C 保存。取部分 PCR 產物，利用 1.0%瓊脂於 TBE buffer 中電泳約 40 分鐘後，將瓊脂凝膠放入含 10 μ l 溴化乙啶(EtBr 10mg/ml)之 200 ml 去離子水中，水平搖盪 15 分鐘，後將膠片移至 200ml 蒸餾水，脫去多餘的溴化乙啶。再以 UV 照射瓊脂凝膠，以其電泳條帶構型確定增幅產物 DNA 品質後，保存剩餘增幅產物 DNA 溶液於 -20°C 冰箱中。

(3) DNA 定序與序列分析

將 PCR 產物利用 PCR-MTM™ 套組將未鍵解之 dNTP、引子純化後，進行 DNA 定序反應，得到 D-loop 區域的完整序列。將所有序列一併以 .seq 檔案儲存，以 MegAlign、DNASP、MEGA4 等軟體進行序列比對、計算單一核苷酸多型性、單型(haplotype)多型性與遺傳距離、繪製親緣圖等分析工作後。

4. 微衛星標記引子設計、DNA 增幅與分析

(1) 微衛星標記引子設計

本研究擬使用 16 對位於偶蹄動物目體染色體基因座序列上的微衛星標記引子，其中 BL42、BMC1009、BM203、BM3628、BM4107、BM6438、BM6506、

BM888、BOVIRBP、CSSM019、CSSM043、ETH225、IDVGA29、RM188、TGLA53 等 15 對引子是為牛科動物的染色體設計(Talbo *et al.*, 1996; Bishop *et al.*, 1994; Tamate, *et al.*, 2000), Cervid14 是為白尾鹿(*Odocoileus virginianus*)的染色體設計(DeWoody *et al.*, 1995)。所有的引子都是參考自過去發表的微衛星標記分析研究，且都已在鹿科動物的研究中被成功做為分子標記使用(Tamate *et al.*, 2000)。

(2) 微衛星標記 DNA 序列增幅、分析

PCR 反應時，將含有 10x PCR buffer (50 mM KCl, 10 mM Tris-HCl pH 8.3)、dNTP mix(即分別含有 200 mM dATP、dCTP、dGTP、dTTP)、增幅序列用的一對含螢光引子、前步驟所萃取模板 DNA、以及聚合酶(5 unit/ μ l)和補足反應體積用去離子水於 PCR 96孔反應盤充分混勻後，將反應盤放入 PCR 儀器 (Peltier Thermal Cycler PTC-200)進行 PCR 反應，其反應條件如下:經94°C 加熱5分鐘後，以94°C 變性(denature)30秒，48~53°C 煉合(annealing)30秒，68°C 延伸(extension)45秒做為一個循環，共進行39個循環後，於68°C 再延伸10分鐘使反應完全，待降溫至4°C 後，將 DNA 溶液置於-20°C 冰箱中保存。

增幅後 PCR 產物，以自動定序儀(Sequence ABI 370)進行毛細管電泳，並測定增幅片段的螢光量，再以軟體計算出增幅片段長度。經肉眼校正得到正確的增幅片段長度後，以 Excel 軟體，根據各標記增幅片段長度，進行樣本各個標記基因型間相似度的計算，以辨識個體。

5. 水鹿族群數量估算

排遺樣本經微衛星標記分析後所得的基因型相似度百分比，可用來辨識不同個體，進而得到該採樣區內水鹿的最低數量。進一步可藉不同次採集所辨識的個體，進行捉放法估算。

(二) 以自動相機 OI 值推估水鹿族群密度

李等(2007)在南二段山區之調查利用穿越帶糞堆估算，對此區之水鹿族群密度進行一較準確之評估，另據 Silveira *et al.*(2003)研究指出，自動相機所拍攝之

動物照片頻度(OI 值)與動物族群數量呈現明顯正相關。因此本研究擬利用奇萊山區架設相機之 OI 值與李等(2007)所架設相機 OI 值進行比較，以 OI 值之比例與該區估算之水鹿族群密度來粗估本區之水鹿族群密度。

五、野生水鹿之捕捉與追蹤

(一) 捕捉方法與工作流程

本研究對野生水鹿之捕捉工作，於中華民國 98 年 6 月 15 日，經林務局農授林務字第 0980135902 號函 98 育利 026 公文許可，同時亦向太魯閣國家公園管理處申請採集許可證。

本研究於 2009 年 7 月在磐石西峰驚嘆號池進行第一次野生水鹿捕捉工作，成功捕捉 3 雄 1 雌共 4 隻水鹿，捕捉過程由獸醫師全程監控水鹿生理狀況，未造成水鹿之傷亡。其中 2 隻雄鹿設置 Tellus 4D GPS 發報器，另外 1 雄 1 雌則設置 ATS M-2610 無線電發報器。又於 2009 年 12 月第二次進行捕捉，本次成功捕捉 1 隻雌鹿，設置 Tellus 4D GPS 發報器。

捕捉時先選擇適當地形架設長約 20 m 高約 1.8 m 的圍網，在網前放置誘餌吸引水鹿前來舔食，待水鹿進入圍網中，研究人員靠近驅趕使其撞上圍網受縛，再由獸醫師以吹箭注射麻醉藥，麻醉藥使用 Xylazine HCl 1.2 mg/kg 及 Ketamine HCl 2.0 mg/kg 混合劑量，等待約 5 分鐘水鹿安靜不再掙扎後，研究人員再上前壓制，並解開網子及網綁四肢確保人員安全。接著注射抗緊迫藥物 dexamethasone 5 ml，防止水鹿過度緊迫，再以 TScale DR-300 電子吊秤測定重量，秤重後抽取 10 cc 血液(帶回實驗室進行 DNA 分析與肺結核檢測)，再設置項圈發報器，之後測量水鹿之頸圍、肩高、體長，同時注射辨識晶片。最後靜脈注射解劑 Yohimbine 0.12-0.175 mg/kg，解開繩索原地釋放。從動物受縛於圍網至釋放，平均花費時間約 28 分鐘。

(二) 追蹤與定位

本研究採用 GPS 與無線電兩種項圈發報器，GPS 項圈設定為每一小時定位一次，研究人員於 2009 年 7 月及 9 月利用 Tellus RCD-04 UHF 接收器下載兩個 GPS 項圈之定位資料。

無線電項圈發報器則需使用三角定位法進行定位，研究人員分成兩組，手持 Com-spec R-1000 手持接收器及 Yagi 天線、H 型天線，於制高點接收項圈之 VHF 訊號，記錄訊號之方位角，回到實驗室後再以 ArcGIS 9.2 繪製定位點並進行後續分析。2009 年 7 月、9 月、12 月均前往磐石山區進行追蹤定位，扣除進出樣區之時間(3-4 天)，每次上山可進行 2-5 個工作天的定位工作。

表 2-1 太魯閣國家公園水鹿調查樣線之分布概況

樣線	地點	起點座標	終點座標	長度 (km)	林相環境
Q	凱金舊社	291159 2674701	292951 2671487	6.8	闊葉林及溪流
R	朝瞰山	300482 2679251	306047 2683115	13.7	闊葉林、松林、溪流
S	清水大山	313361 2673080	314666 2681547	9.1	闊葉林
T	三棧北溪	310736 2667309	308950 2668054	2.4	闊葉林、溪流

表 2-2 太魯閣國家公園紅外線自動相機架設地點及環境

編號	鄰近地標	座標	海拔 (m)	環境	相機種類	設置 日期
相機 己	成功山屋	281303 2668009	2810	針闊葉混淆林	底片	97.07.24
相機 庚	奇萊山屋	282532 2667093	3256	草原邊緣靠近 針葉林	底片、數位	97.09.05
相機 辛	奇萊主山	281783 2665967	3326	針葉林邊緣靠 近草原	底片	97.07.24
相機 壬	磐石西峰	285333 2667339	3289	針葉林邊緣靠 近草原	底片	97.07.25
相機 癸	磐石中峰	287338 2666724	3166	針葉林邊緣靠 近草原	底片	97.09.06
相機 子	磐石中峰	287566 2666725	3144	針葉林	數位	98.03.11
相機 丑	磐石西雙 水池	286137 2667024	3258	草原邊緣靠近 針葉林	數位	98.03.11
相機 寅	奇萊池山	282924 2666048	3357	針葉林	數位	98.03.10

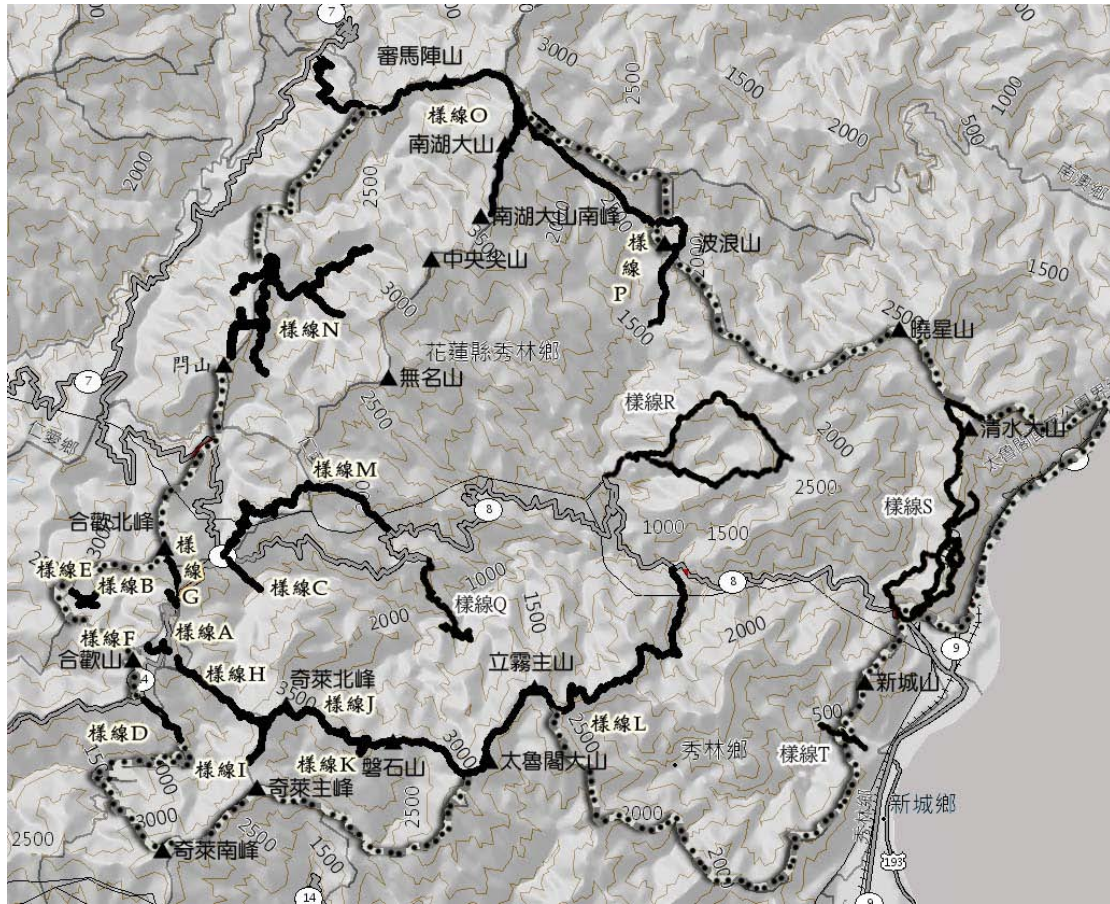


圖 2-1 太魯閣國家公園調查樣線分布圖



圖 2-2 太魯閣國家公園紅外線自動相機架設位置圖

第三章 結果

一、水鹿空間分布與相對豐度

(一) 穿越線調查結果

樣線 Q 共發現 33 處水鹿排遺及 12 處水鹿腳印(表 3-1)，並有 6 處水鹿啃食疏果海桐樹皮痕跡。本區水鹿分布最靠近公路的記錄是在拳背山北方 350 m 發現的水鹿排遺，此處與公路直線距離約 3 km。此外山羊痕跡數量豐富($n=110$)，包括 3 次目擊與 7 次叫聲，也觀察到山羌($n=25$)、山豬($n=13$)、獼猴($n=14$)等動物痕跡。

樣線 R 在祖輪山周圍 500 m 內及西喀拉罕河流域共發現 6 處水鹿排遺、3 處水鹿腳印及 9 處水鹿磨痕(表 3-2)，往北至朝瞰山、和平林道則未再發現水鹿痕跡，但山羊痕跡($n=621$)及山羌痕跡($n=382$)則極為豐富，也記錄到山豬($n=36$)、獼猴($n=42$)、黃喉貂($n=7$)等動物痕跡。

樣線 S 未發現水鹿痕跡，以山羊痕跡較多($n=14$)(表 3-3)。樣線 T 也未發現水鹿痕跡，僅記錄 7 處獼猴痕跡及 1 處山羌痕跡(表 3-4)。

以排遺比較不同區域水鹿相對豐度顯示，樣線 Q 的水鹿豐度(4.85 次/公里)明顯高於樣線 R(0.44 次/公里)(表 3-5)，而樣線 S、T 則未發現水鹿。以直接遭遇的相對次數比較各物種之豐度則顯示(表 3-6)，山羌(2.53 次/公里)為相對豐度最高之物種，山羊(0.53 次/公里)、獼猴(0.25 次/公里)則次之。

整合前一年度資料顯示(王等，2008)，太魯閣國家公園除遊憩壓力較大的合歡山區及東部低海拔地區外，大多數的地區都具有水鹿族群分布(圖 3-1)。山羊(圖 3-2)、山羌(圖 3-3)、獼猴(圖 3-4)為太魯閣國家公園內廣泛分布的物種。山豬也是廣泛分布的物種(圖 3-5)，數量雖然較少，但從中低海拔的清水山區至高海拔的奇萊山區都有發現其痕跡。

(二) 遺傳演算法與水鹿分布預測模式

經過 GARP 的運算，我們最終選取了 20 個模式進行分析，其漏判率為 0%-0.33%，誤判率為 35.0%-47.9%。分布預測圖分為三個等級，門檻最高級顯示南湖山區、奇萊與磐石山區、陶塞溪流域為最適合水鹿生存的區域(圖 3-9a)，門檻中級除前述區域範圍之延伸外，也顯示蓮花池附近山區、耳無溪流域、合歡東峰、北峰適合水鹿生存(圖 3-9b)，門檻最低級區域範圍更大，並顯示三棧溪源頭的山區也可能有水鹿分布(圖 3-9c)。三張預測圖均顯示中橫公路沿線可能不適合水鹿生存，因此中橫公路可能形成一條障礙阻礙了太魯閣國家公園南北水鹿族群之交流。以分布預測圖可推測適合水鹿棲息且可能有水鹿棲息的地點，若一地區被推測為合適棲地但實際卻未分布(如合歡北峰、小奇萊等區域)，可能是曾受其他因素所影響以致無水鹿分布，這些地區可能是未來水鹿族群擴散的地區，亦可作為重新引入水鹿的評估地點。

依照分布預測圖與實地探勘結果，我們繪製太魯閣國家公園水鹿分布圖(圖 3-10)供作參考。

二、水鹿棲地利用與活動模式

(一) 不同環境類型水鹿痕跡相對數量

比較穿越線調查中不同環境下之水鹿痕跡相對數量顯示，在視野開闊的箭竹草坡(1.25 次/公里)與溪流環境(0.23 次/公里)較容易直接遭遇水鹿(目擊、叫聲與屍骸)(表 3-8)，若以排遺來比較，仍以草坡最多(5.02 次/公里)，闊葉林(1.69 次/公里)與溪流(0.74 次/公里)則次之。

(二) 紅外線自動相機拍攝結果

本年度共於奇萊與磐石山區架設 8 個自動相機站，結合前一年度資料，相機總工作時數達 19780 hr。

除相機已外，各台相機均拍攝到台灣水鹿，其拍攝張數範圍為 2-85 張，總拍攝張數為 164 張(表 3-7)，奇萊、磐石整體水鹿 OI 值為 9.05。除水鹿外，山羌

($n=57$, $OI=3.15$)與山羊($n=38$, $OI=2.10$)是本區較豐富的物種，此外尚有獼猴($n=20$, $OI=1.10$)、黃鼠狼($n=20$, $OI=1.10$)、白面鼯鼠($n=14$, $OI=0.77$)等中大型哺乳動物。另外亦拍攝到 3 張山豬($OI=0.17$)及 10 張鼬獾($OI=0.55$)，在海拔超過 3200 m 的地區是較少見的。

164 張水鹿照片中，有 121 張是在草原靠近森林邊緣的環境所拍攝，29 張在森林中靠近草原邊緣的環境拍攝，另 14 張是在森林環境中拍攝，但三種環境所拍攝到之 OI 值並無顯著差異(Kruskal Wallis test, $P=0.165$)。

底片式相機與數位式相機拍攝之水鹿 OI 值無顯著差異(Mann-Whitney test, $p=0.149$)。

分析各時段所拍攝到水鹿的照片數量，顯示水鹿為日夜皆活動但以晨昏(6 時、18 時)為其活動高峰(圖 3-11)。此外我們亦分析資料量較多的山羊與山羌活動模式，發現山羊活動高峰在日間(8 時、12 時、17 時)，但夜間仍有少數活動(圖 3-12)，而山羌也偏向在日間活動，夜間除 0 時外，19 時至 2 時活動量均很低(圖 3-13)。

分析 3 月至 11 月拍攝到之水鹿 OI 值變化，發現 5、6、7、8 月之 OI 值均超過 10，而 3、4、9、10、11 月均低於 5(圖 3-14)，顯示奇萊與磐石高海拔地區的水鹿數量，可能依季節不同而有變化。

三、人為干擾之影響

樣線 Q 由碧綠神木至卡拉寶農場沿路上有多處生火痕跡及 2 處簡易獵寮，但無法判定是否為獵人使用。在卡拉寶農場發現兩處獸夾，下至立霧溪前亦發現三塊動物頭骨與下顎骨，無法判定為自然死亡或遭獵殺之個體。立霧溪南岸地區未再發現狩獵痕跡，且動物較不畏人，研究人員目擊之山羊及山羌遇人僅緩步離去，而非快速逃離，顯示此區目前狩獵壓力可能較小。但據農場工人表示，仍有部分工人閒暇時會下到溪谷打獵。

樣線 R 在祖輪山與朝瞰山沿線發現 4 處生火痕跡及 1 處獵寮，但無法判定是否為獵人所使用，西喀拉罕溪及鍛鍊山一帶則發現 4 處獵寮，其中一處獵寮旁石頭上還殘留大片血跡，此區應仍時有獵人活動。

樣線 S 上發現 2 處獵寮，並聽到一聲槍響，此外目擊一隻鼬獾遭鐵夾陷阱捕獲尚未死亡，可見此區也存在一定的狩獵壓力。

樣線 T 上發現一處蝦籠，沿路有多處用途為蝦籠內食餌的魚骨殘骸，未發現其他狩獵痕跡，此區對野生動物之利用可能以水中生物為主。但據當地巡山員表示，巡山員會不定期巡查此區並拆除蝦籠，偶爾會發現吊腳陷阱，夜間也常有獵人在附近山區活動

四、奇萊山區水鹿族群數量估算

(一) DNA 個體辨識法

1. 水鹿樣本個體採集

自 2009 年 1 月至 2009 年 9 月，於台灣各地收集野生臺灣水鹿樣本，共收集到 42 個排遺樣本，3 個血液樣本。野生臺灣水鹿排遺樣本與血液樣本採樣地點包含太魯閣國家公園奇萊、磐石、陶塞、西喀拉罕溪等地區和花蓮玉里等地區。另收集了 20 個來自高雄種畜場的養殖臺灣水鹿血液樣本，與一個來自南投縣人和村的養殖臺灣水鹿新鮮皮肉組織樣本，做為野生臺灣水鹿樣本 DNA 萃取、純化與 PCR 實驗之正控制組。

2. D-loop 區域序列的分析結果

本研究進行預備試驗，自高雄種畜繁殖場取得 20 隻在圈養臺灣水鹿血樣，經萃取並純化出粒線體 DNA 和核 DNA 後，以針對臺灣水鹿粒線體 D-loop 區域全長序列設計 PCR 全長引子與分組引子進行粒線體 D-loop 區域全長序列增幅測試與 DNA 序列分析。確認引子可成功進行 D-loop 區域片段 PCR 增幅與定序後。再從七個野生臺灣水鹿排遺樣本中萃取核 DNA，以全長引子增幅成功得到其中四個樣本粒線體 D-loop 區域全長序列後，與高雄種畜場在圈養臺灣水鹿、NCBI

上提供圈養臺灣水鹿序列族群序列一起比對分析，並計算遺傳距離後會繪製親緣樹(圖 3-15)。結果顯示太魯閣野生臺灣水鹿與高雄種畜場在圈養水鹿、NCBI 在圈養水鹿序列親緣樹上有分群，遺傳距離為 0.00287。

3. 微衛星標記的個體辨識

排遺樣本 DNA 中含較多 PCR 抑制物，因此選擇先使用野生臺灣水鹿的血液樣本(來自奇萊山區)，對 16 個微衛星標記進行 PCR 測試與毛細管電泳分析。分析結果顯示在使用的 16 個標記中 ETH225、CSSM043、與 BMC1009 三個標記在不同樣本間有不同基因型(表 3-9)。

(二) 以自動相機 OI 值推估水鹿族群密度

目前在奇萊山區與磐石山區架設的相機總工作時數為 18123 hr(含前一年度資料)，共拍攝到 147 張水鹿照片，OI 值為 9.05。李等 (2007)評估南二段海拔 2500m 以上的地區水鹿族群密度約 0.77-0.90 隻/公頃，該區自動相機平均 OI 值為 17.50，為本區 OI 值的 1.93 倍，因此可粗略推估本區水鹿族群密度為 0.40-0.47 隻/公頃。

五、野生水鹿之捕捉與追蹤

(一) 野生水鹿之形值測量

共捕捉 3 隻雄鹿 2 隻雌鹿進行形質測量，雄鹿平均體重為 119.5 kg、平均體長 137.7 cm、平均肩高 93.3 cm、平均頸圍 70.0 cm，雌鹿平均體重為 69 kg、平均體長 129 cm、平均肩高 80 cm、平均頸圍 42.5 cm(表 3-10)。

(二) 血液檢測

目前已完成三份血液樣本之肺結核檢測，結果均屬陰性。

(三) 追蹤定位結果

2009 年 7 月所使用的兩個 GPS 發報器因材質強度不足，於水鹿釋放後 1-2 日內便斷裂脫落，於 2009 年 9 月在森林中找回，因工作時間太短，其記載之資料無法進行分析。之後於 2009 年 12 月重新將其中一個 GPS 項圈安裝至野生水

鹿身上，其追蹤資料須待明年再收取。

兩個無線電發報器目前仍在持續追蹤當中，已進行 7 個工作天的資料收集，分別得到 7、8 個有效定位點，因資料數量及持續時間尚不足，未能分析其活動範圍及遷移情形，僅能初步了解其移動情形(圖 3-16)。

表 3-1 太魯閣國家公園樣線 Q 哺乳動物痕跡數量之分布

動物	目擊	叫聲	排遺	腳印	拱痕	食痕	磨痕	屍骸	休息處所	合計
水鹿			33	12		6				51
山羊	3	7	61	36			2	1		110
山羌	2	11	5	2			4	1		25
山豬			6		5			1	1	13
獼猴		1	10	3						14
松鼠						1				1
赤腹松鼠	3									3
條紋松鼠	1									1
黃鼠狼			1							1
白面鼯鼠		1								1
大赤鼯鼠		1								1
合計	9	21	83	41	5	1	6	3	1	169

表 3-2 太魯閣國家公園樣線 R 哺乳動物痕跡數量之分布

動物	目擊	叫聲	排遺	腳印	拱痕	食痕	磨痕	屍骸	休息處所	合計
水鹿			6	3			9			18
山羊	2	2	539	58			19	1		621
山羌	8	56	267	41			8	2		382
山豬			11	2	19			1	3	36
獼猴	5	1	32	3		1				42
黃鼠狼				1						1
黃喉貂			7							7
白面鼯鼠	1	3								4
大赤鼯鼠		2								2
合計	16	64	856	105	19	1	27	4	3	1095

表 3-3 太魯閣國家公園樣線 S 哺乳動物痕跡數量之分布

動物	目擊	叫聲	排遺	腳印	拱痕	食痕	磨痕	屍骸	休息處所	合計
山羊		1	13							14
山羌		1								1
山豬			2							2
獼猴			2							2
鼯獾	1									1
合計	1	2	17							20

表 3-4 太魯閣國家公園樣線 T 哺乳動物痕跡數量之分布

動物	目擊	叫聲	排遺	腳印	拱痕	食痕	磨痕	屍骸	休息處所	合計
山羌				1						1
獼猴			6					1		7
合計			6					1		7

表 3-5 太魯閣國家公園樣線 Q、R、S、T 哺乳動物排遺相對數量比較(次數/公里)

動物	Q	R	S	T	合計
水鹿	4.85	0.44			1.22
山羊	8.97	39.34	1.43		19.16
山羌	0.74	19.49		0.42	8.53
山豬	0.88	0.8	0.22		0.59
獼猴	1.47	2.34	0.22	2.5	1.56
黃鼠狼	0.15				0.03
黃喉貂		0.51			0.22
合計	12.21	62.48	1.87	2.92	30.09

表 3-6 太魯閣國家公園樣線 Q、R、S、T 與哺乳動物痕跡直接遭遇(目擊、叫聲、屍骸)相對數量比較(次數/公里)

動物	Q	R	S	T	合計
山羊	1.61	0.36	0.11		0.53
山羌	2.06	4.82	0.11		2.53
山豬	0.15	0.07			0.06
台灣獼猴	0.15	0.44		0.42	0.25
松鼠	0.15	0.44		0.42	0.25
赤腹松鼠	0.44				0.09
條紋松鼠	0.15				0.03
白面鼯鼠	0.15	0.29			0.16
大赤鼯鼠	0.15	0.15			0.09
鼯獾			0.11		0.03
合計	4.85	6.13	0.33	0.42	3.78

表 3-7 太魯閣國家公園自動相機拍攝動物次數與頻度(OI 值)

		己	庚	辛	壬	癸	子	丑	寅	合計
水鹿	有效隻數		40	4	15	5	5	86	9	164
	OI 值		10.78	1.18	5.30	2.91	6.83	26.77	14.24	9.05
山羊	有效隻數	7	1	11	3	2	1	13		38
	OI 值	3.69	0.27	3.25	1.06	1.16	1.37	4.05		2.10
山羌	有效隻數	25	3	6	14	5	3	1		57
	OI 值	13.16	0.81	1.77	4.95	2.91	4.10	0.31		3.15
山豬	有效隻數		1	1				1		3
	OI 值		0.27	0.30				0.31		0.17
獼猴	有效隻數	2			6	8	2	2		20
	OI 值	1.05			2.12	4.65	2.73	0.62		1.10
鼬獾	有效隻數			8	2					10
	OI 值			2.36	0.71					0.55
黃鼠狼	有效隻數	5		8	6	1				20
	OI 值	2.63		2.36	2.12	0.58				1.10
白面鼯鼠	有效隻數			14						14
	OI 值			4.14						0.77
鼠類	有效隻數	7		4	5	7				23
	OI 值	3.69		1.18	1.77	4.07				1.27
鳥類	有效隻數	17		12	4	4				37
	OI 值	8.95		3.55	1.41	2.32				2.04
松鼠	有效隻數			2						2
	OI 值			0.59						0.11
張數										
合計		66	45	70	55	32	12	103	9	392
工作時數		1899	3712	3383	2831	1721	732	3213	632	18123

表 3-8 太魯閣國家公園不同環境水鹿痕跡相對數量之比較(次/公里)

環境	里程 (km)	目擊	叫聲	排遺	腳印	食痕	磨痕	屍骸	休息 處所	合計
草坡	51.8	1.04	0.19	5.02	2.93		0.23	0.02	0.06	9.52
針葉林	50.7	0.02		0.26	0.18		0.02		0.02	0.49
闊葉林	27.8			1.69	0.4	0.22	0.32			2.63
針闊葉 混淆林	50.1				0.06	0.08	0.12		0.02	0.28
溪流	27.1	0.15	0.04	0.74	1.66		0.22	0.04		2.85
合計	207.5	0.28	0.05	1.64	1.06	0.05	0.16	0.01	0.02	3.28

表 3-9 以微衛星標記分析三個野生臺灣水鹿血液樣本得到的在三個
基因座上對偶基因數、基因型數、個體間基因型相似度

基因座	對偶基因	基因型	基因型相似度(%)		
			CL01-02	CL01-03	CL02-03
ETH225	2	2	50	100	50
CSSM043	2	2	100	0	0
BMC1009	2	2	50	100	50
平均	1.25	1.19	93.75	93.75	87.5

表 3-10 野生水鹿形質資料

編號	性別	無線電 頻率	晶片號 碼	體重 (kg)	體長 (cm)	肩高 (cm)	頸圍 (cm)
CL1	雄	165.400	2529		150	100	65
CL3	雄	165.100	2445	119	123	90	72
CL5	雄	165.282	2441	120	140	90	73
CL2	雌	165.221	2447	54.5	120	80	40
CL4	雌	165.100		83	138	80	45

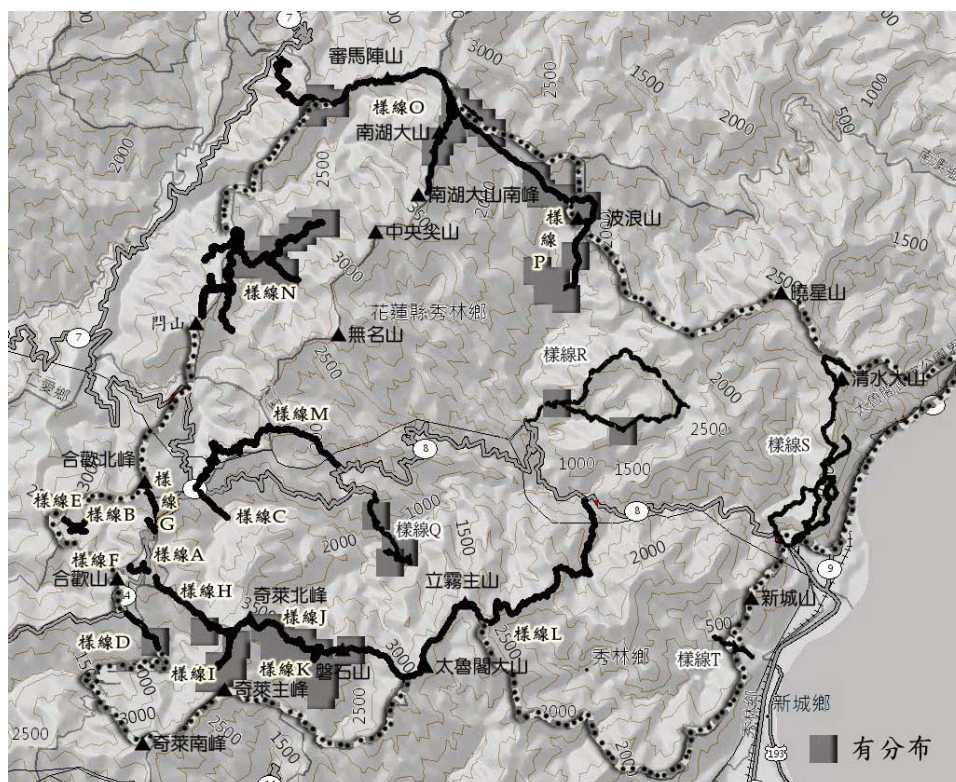


圖 3-1 太魯閣國家公園穿越線調查水鹿痕跡分布圖

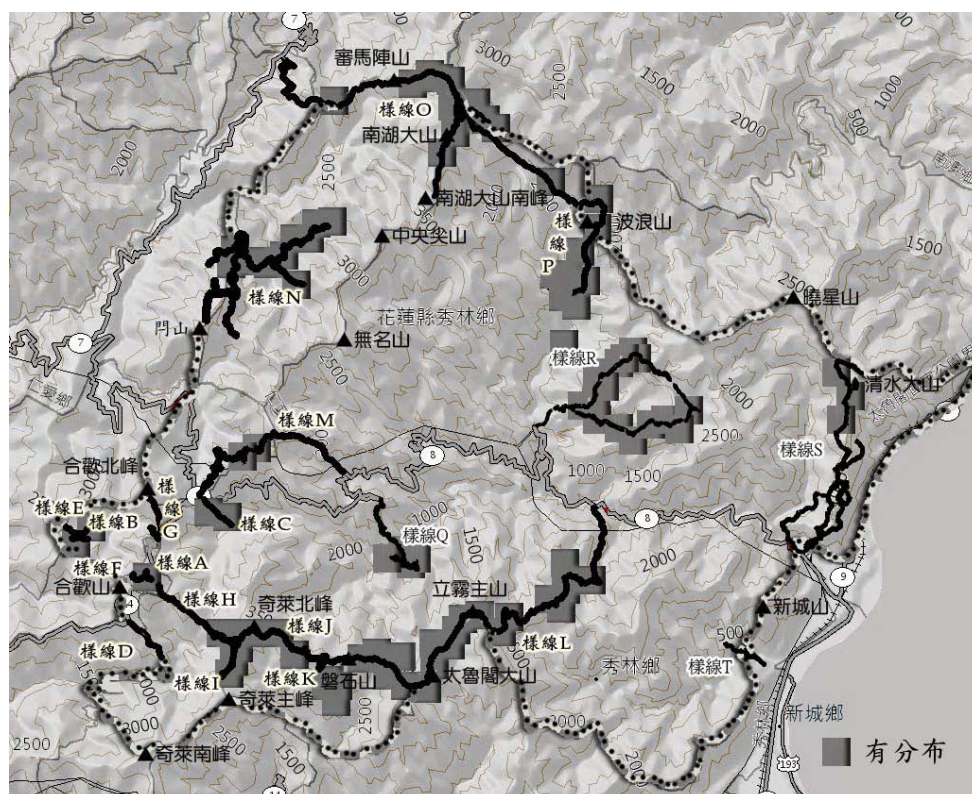


圖 3-2 太魯閣國家公園穿越線調查山羊痕跡分布圖

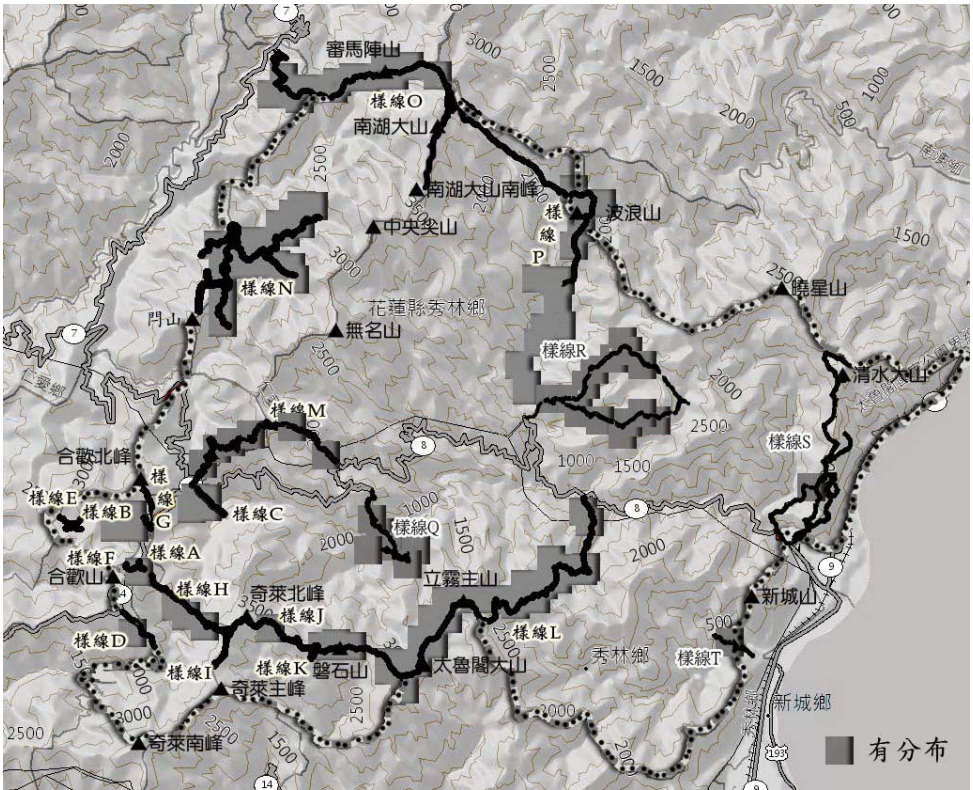


圖 3-3 太魯閣國家公園穿越線調查山羌痕跡分布圖

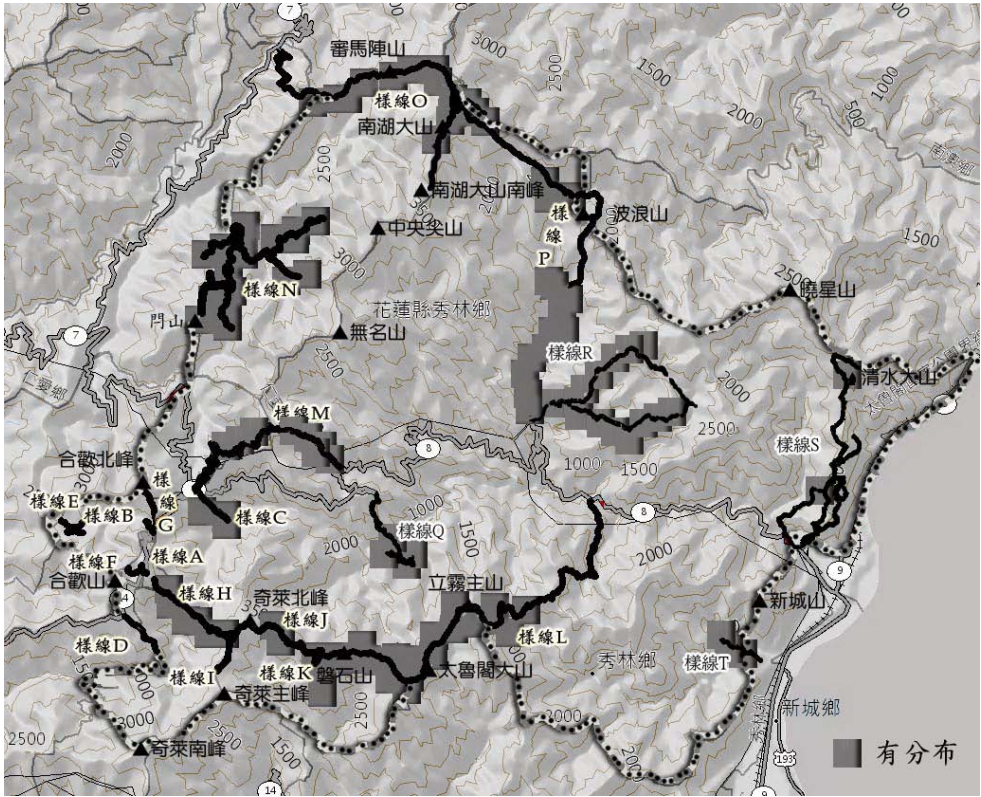


圖 3-4 太魯閣國家公園穿越線調查獼猴痕跡分布圖

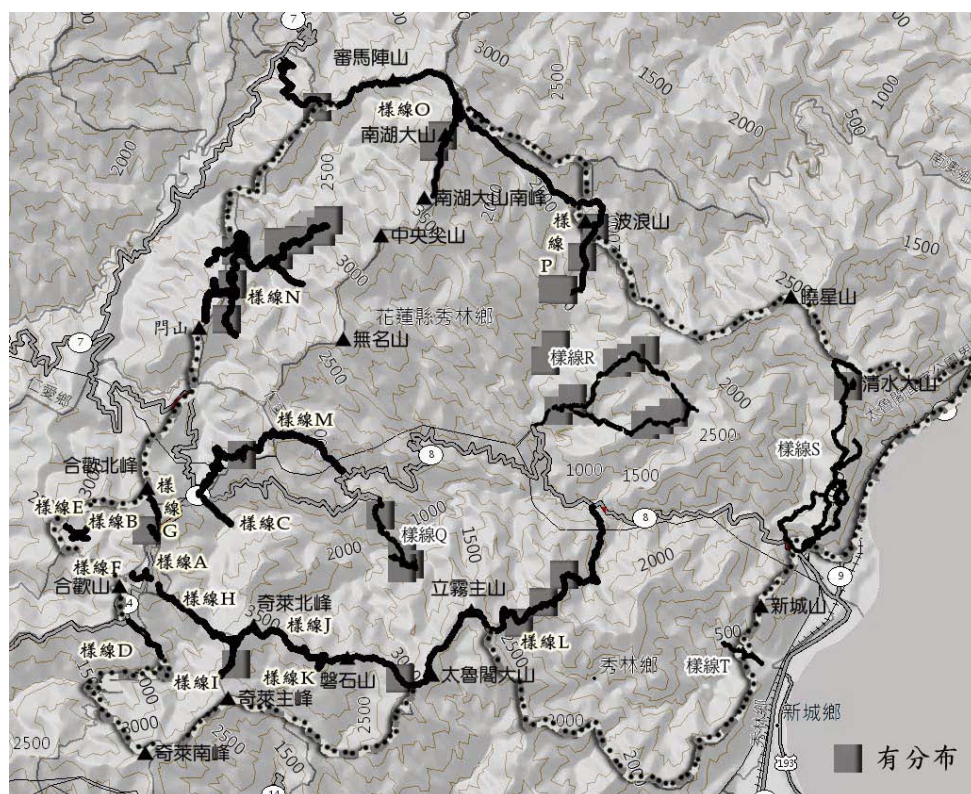


圖 3-5 太魯閣國家公園穿越線調查山豬痕跡分布圖

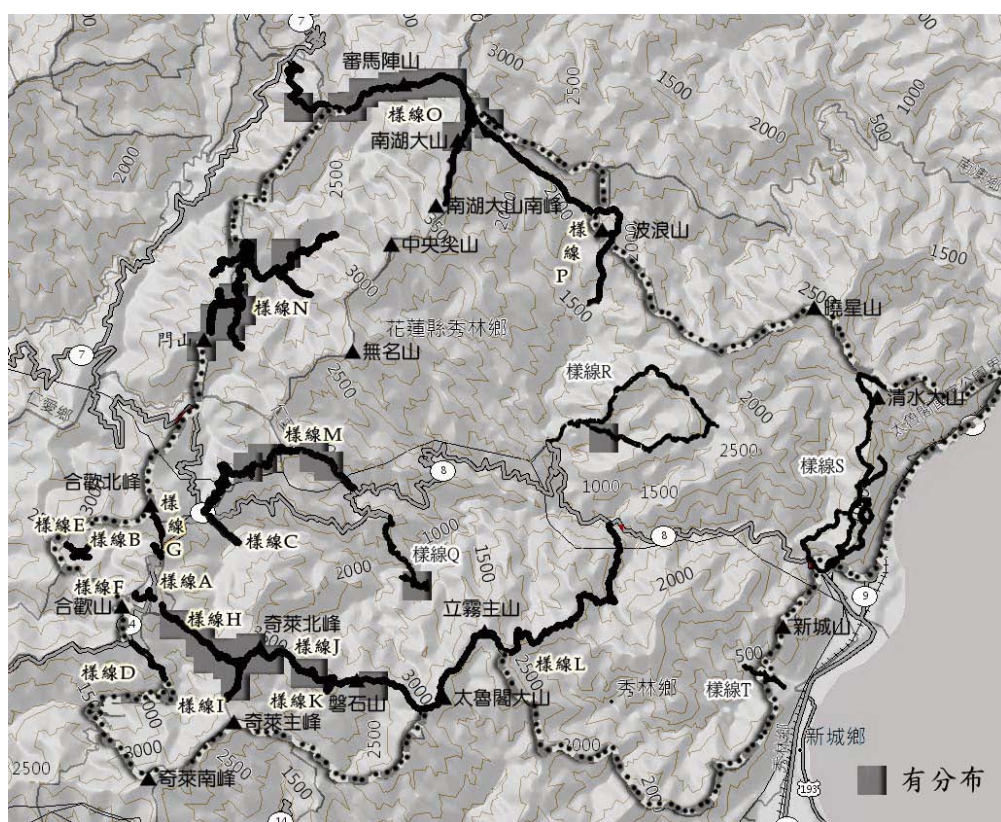


圖 3-6 太魯閣國家公園穿越線調查黃鼠狼痕跡分布圖

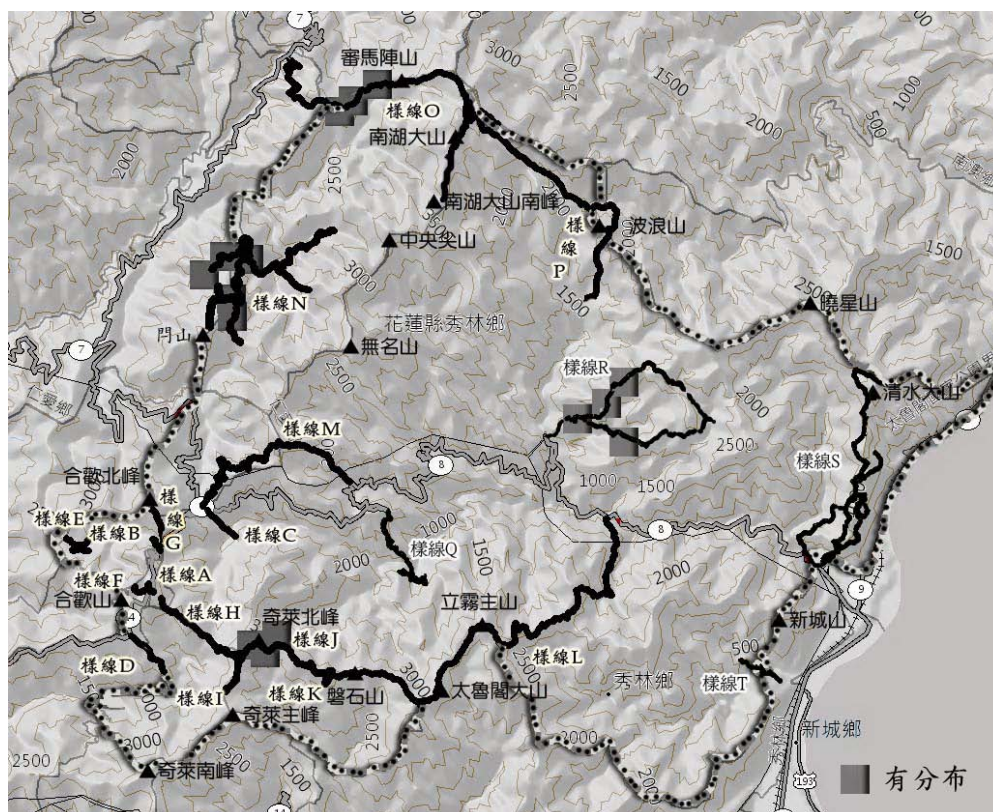


圖 3-7 太魯閣國家公園穿越線調查黃喉貂痕跡分布圖

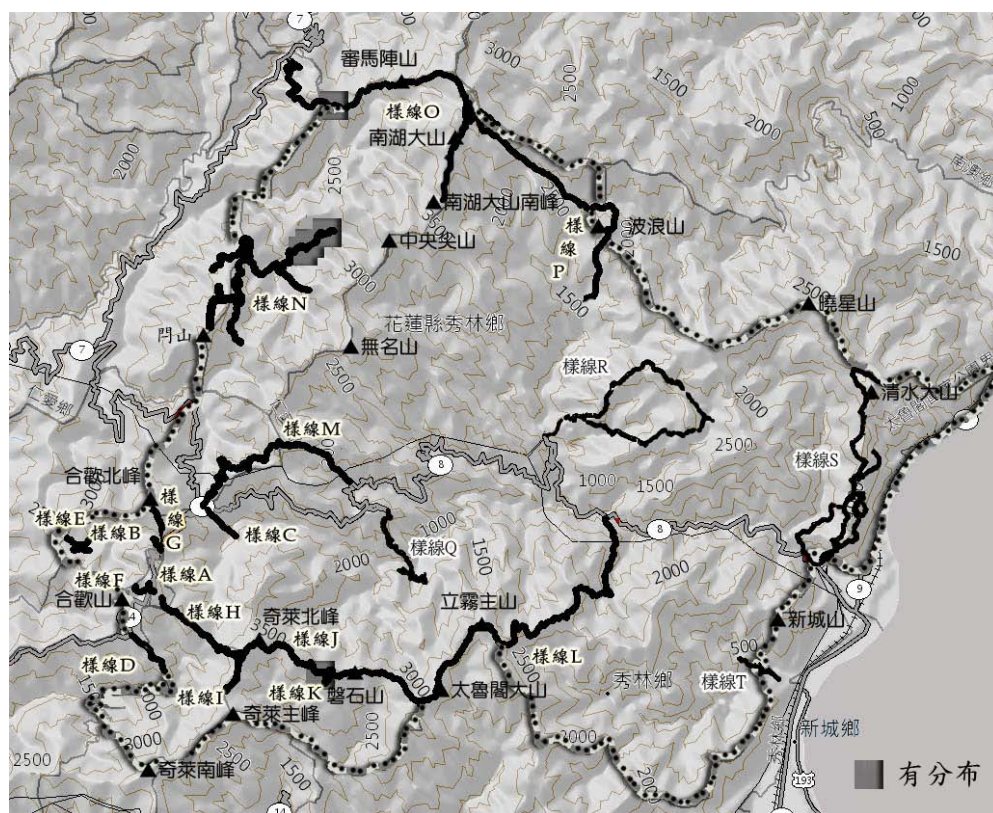


圖 3-8 太魯閣國家公園穿越線調查黑熊痕跡分布圖



圖 3-9a 太魯閣國家公園水鹿分布預測圖(超過 16 個模式預測有分布)

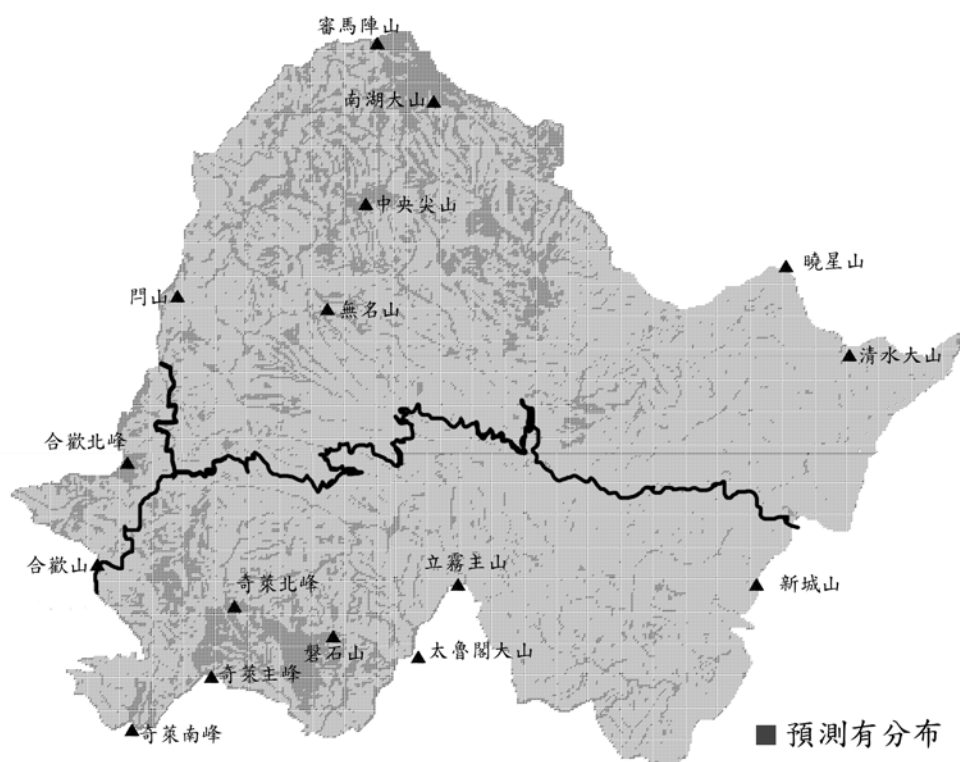


圖 3-9b 太魯閣國家公園水鹿分布預測圖(超過 11 個模式預測有分布)



圖 3-9c 太魯閣國家公園水鹿分布預測圖(超過 6 個模式預測有分布)

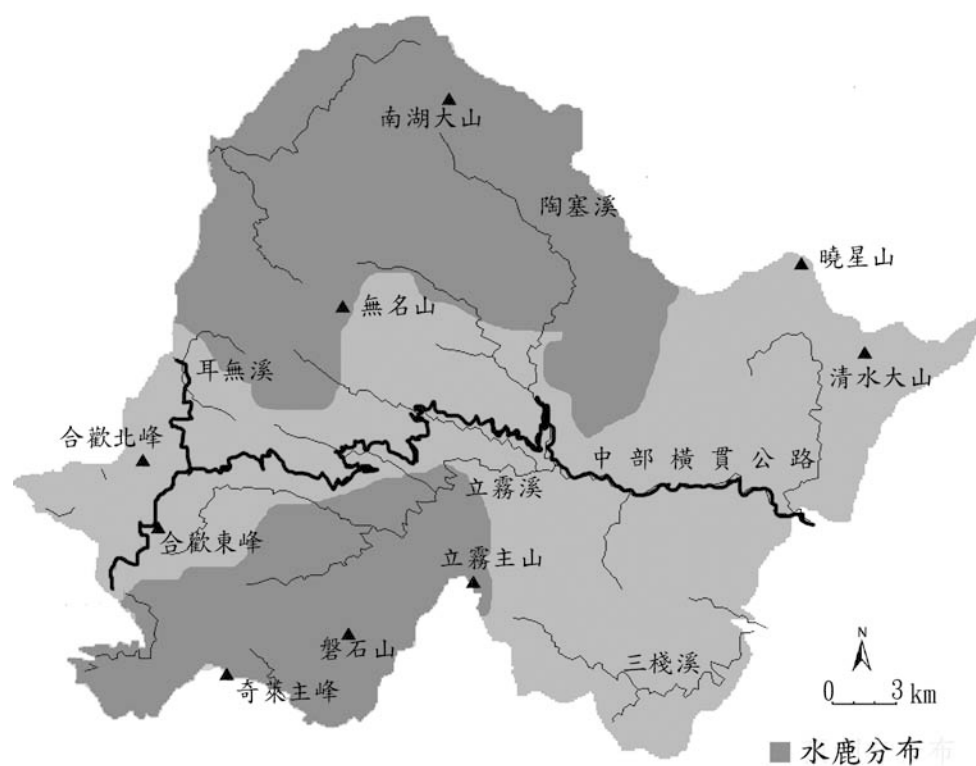


圖 3-10 太魯閣國家公園水鹿分布圖

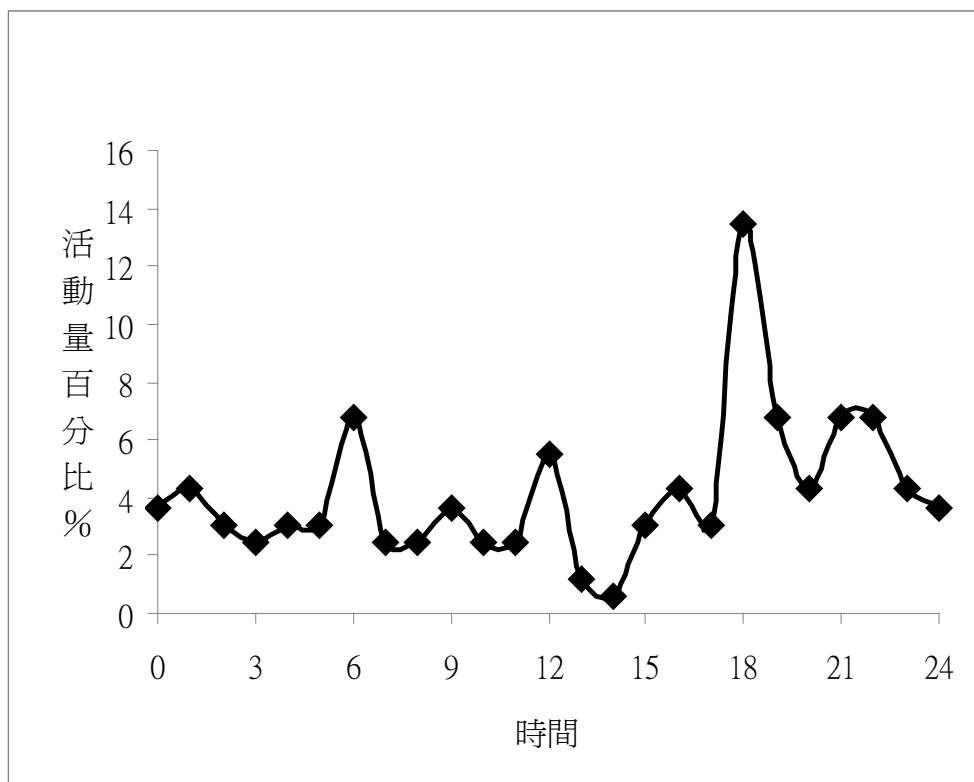


圖 3-11 奇萊與磐石山區台灣水鹿活動模式

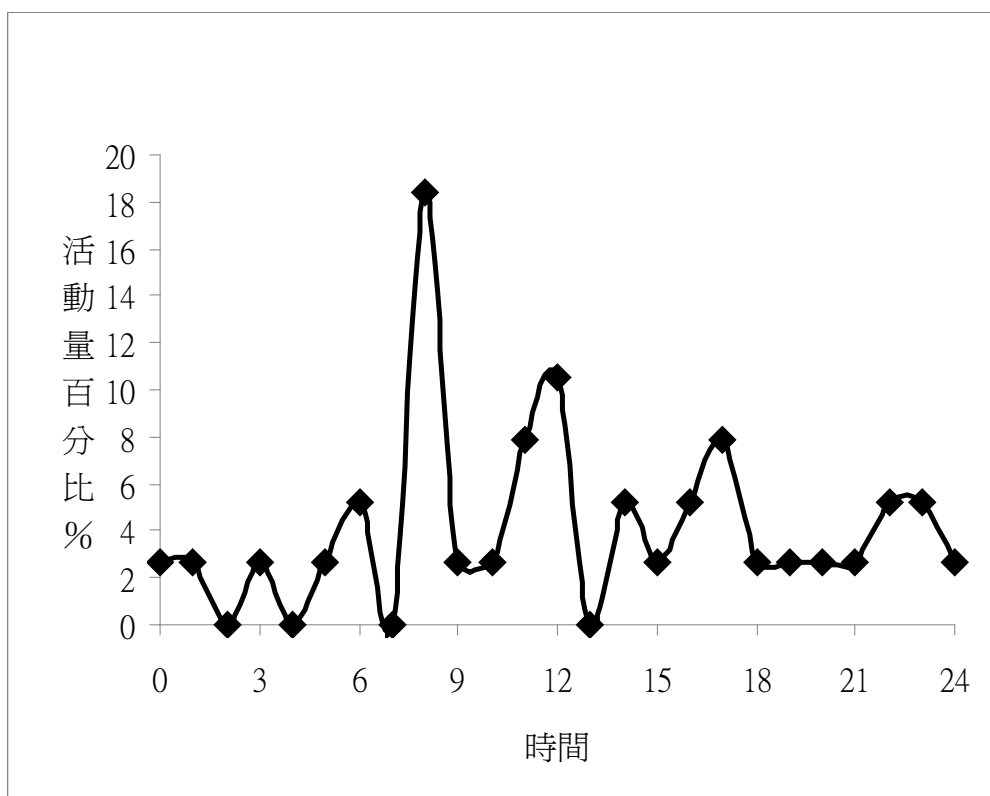


圖 3-12 奇萊與磐石山區山羊活動模式

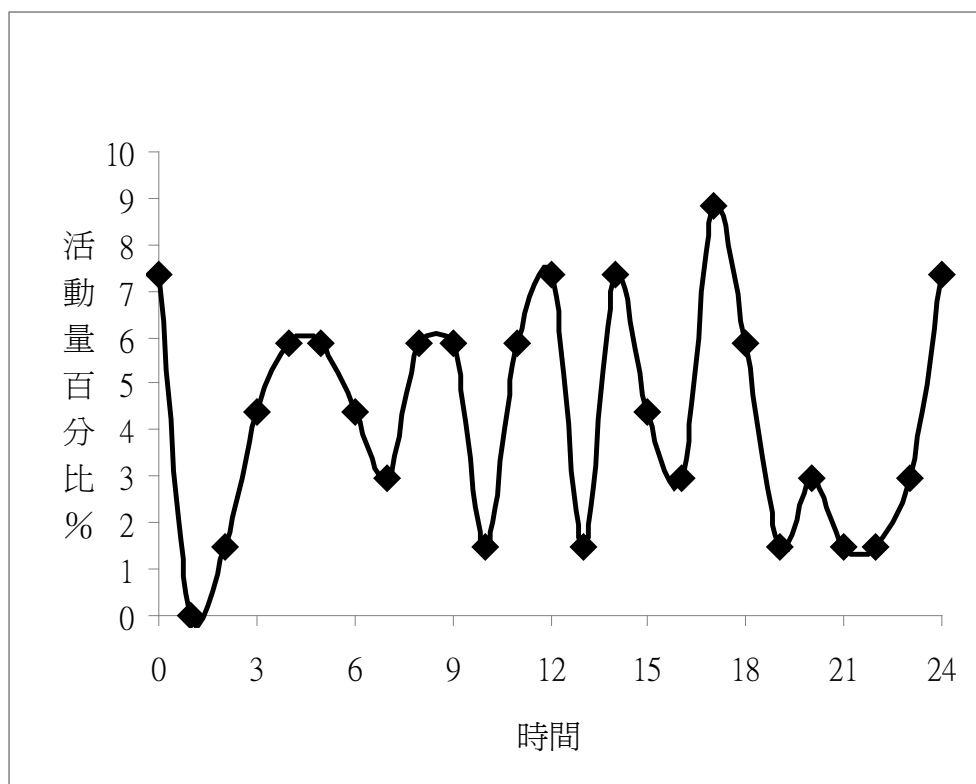


圖 3-13 奇萊與磐石山區山羌活動模式

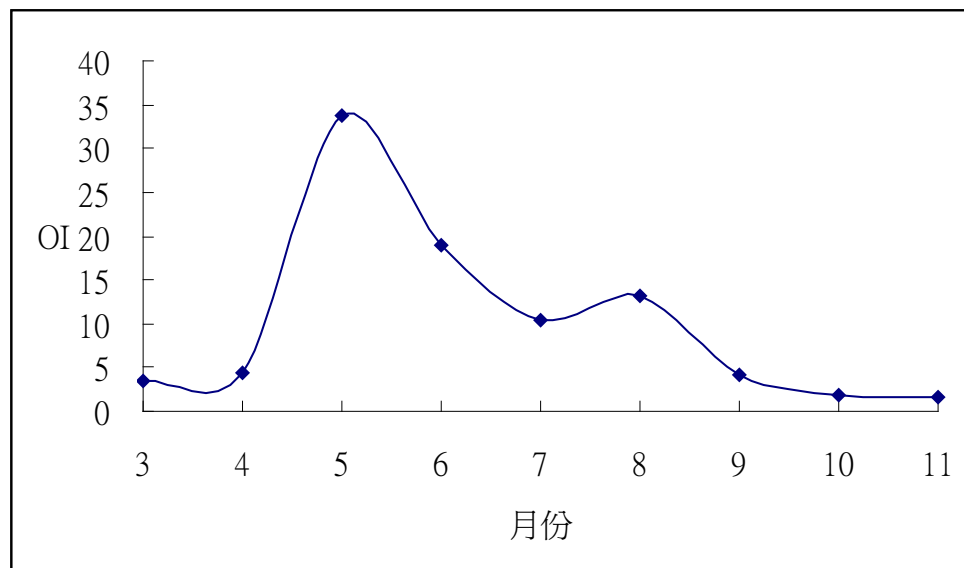


圖 3-14 奇萊與磐石山區，自動相機拍攝到水鹿 OI 值之月變化

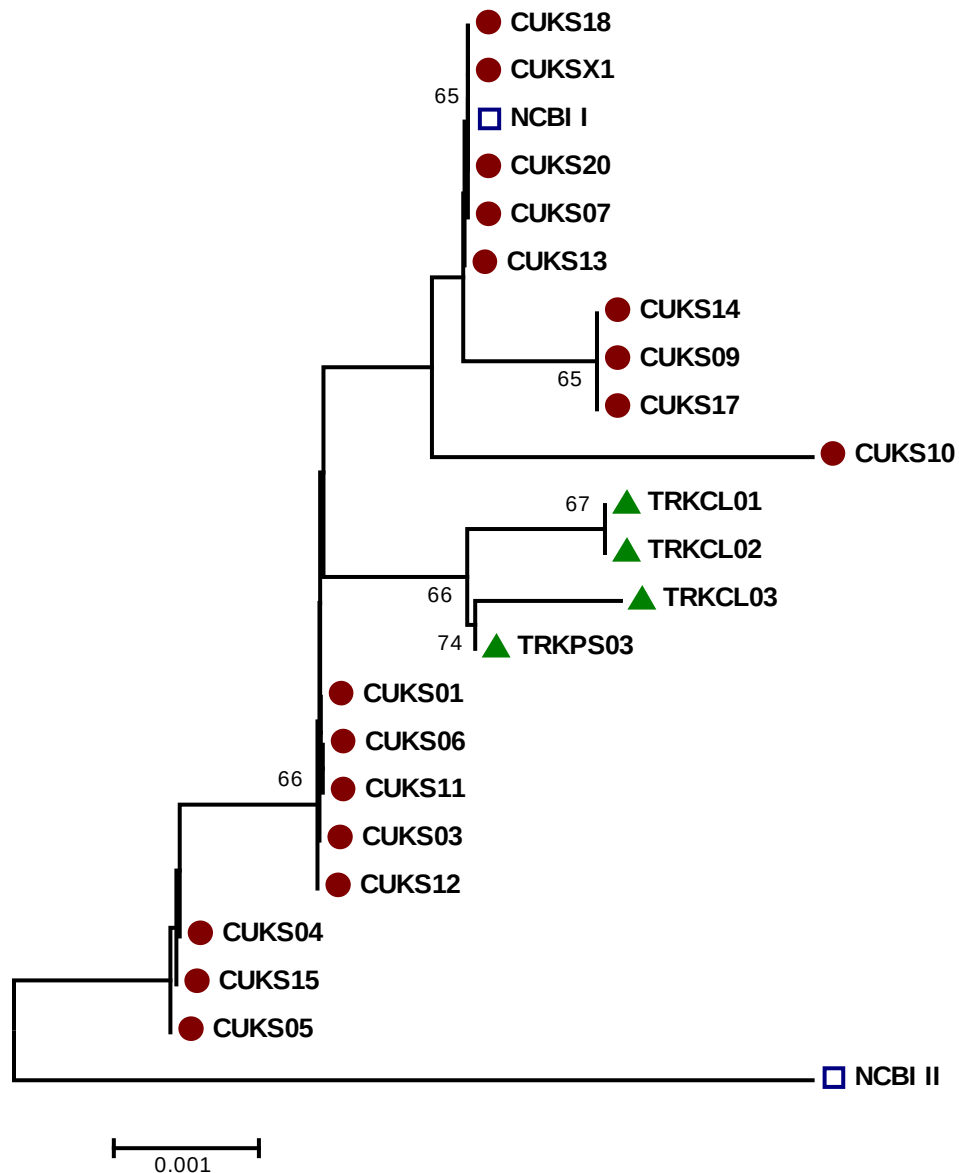


圖 3-15 利用粒線體 D-loop 區域序列差異，繪出太魯閣野生臺灣水鹿 (TRKCL01-03)與高雄種畜場在圈養水鹿(CUKS)、NCBI 上圈養水鹿序列親緣關係之樹狀圖，結果顯示太魯閣野生臺灣水鹿雖與圈養水鹿在親緣樹上有分群，遺傳距離為 0.00287，顯示野生與圈養臺灣水鹿族群間有相當遺傳距離。

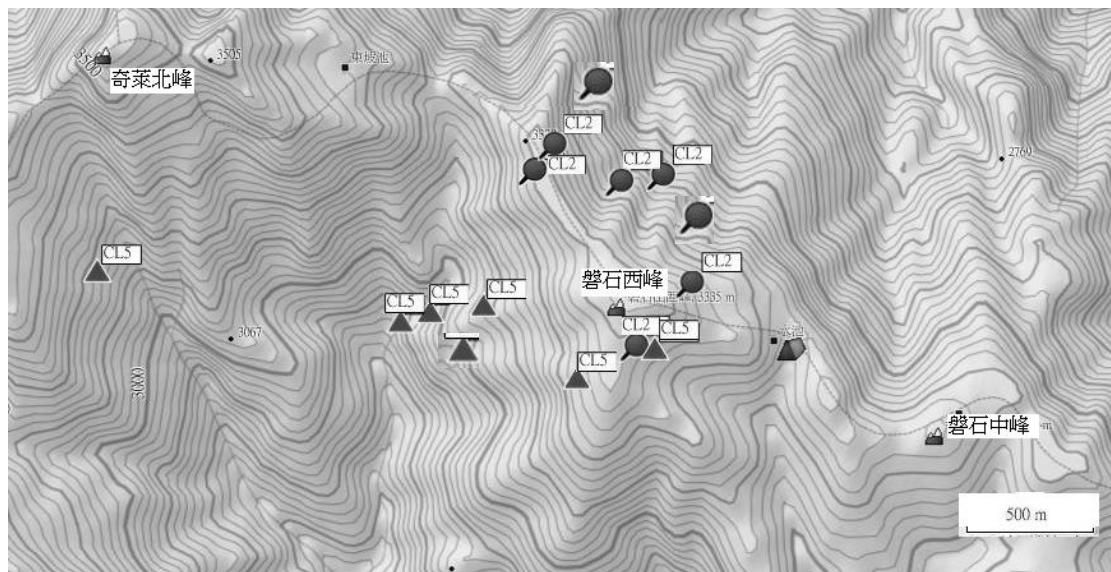


圖 3-16 水鹿 CL2、CL5 追蹤定位點示意圖

第四章 討論

一、水鹿空間分布與相對豐度

(一) 穿越線調查

本年度新增的 4 條樣線位在太魯閣國家公園中部及東部，結果顯示東部靠近低海拔地區的樣線 S、T 未發現水鹿痕跡，而靠近中部的樣線 Q、R 有發現水鹿。水鹿分布可能受海拔、東部低海拔地區開發較早、人口較多等原因導致東部低海拔地區無水鹿，但確切原因難以證實。

樣線 Q 在立霧溪中游兩岸發現水鹿痕跡，南岸凱金舊社與磐石山區接壤且罕有人跡，為一連續而未被公路、村落分割的山區，可視為一塊大面積的水鹿棲地

樣線 R 山羊(n=621)及山羌痕跡(n=382)極多，顯示此區環境狀況佳且人為干擾壓力為動物所能負荷，但水鹿痕跡相對較少，是否有物種間競爭的情形，或是物種對海拔或其他環境因子偏好的影響，有待進一步研究瞭解。

樣線 S 清水山區未發現水鹿痕跡，與林等(2006)在清水山區之調查結果相同。

樣線 T 三棧北溪上游地區峽谷深潭多，不利水鹿活動，而三棧南溪假日時遊客眾多，水鹿出現的可能性也較小，未來可往論外山、東豬股山稜線上探，此區人跡較少，或許仍有機會發現水鹿蹤跡。

不同林相環境會令直接遭遇動物的機會有很大的變動，以排遺比較動物相對數量是較可靠的方法，但本研究限於時間與人力，未劃設穿越帶進行地毯式搜索，而是以穿越線記錄路徑上之排遺，此法調查速度較快，能夠在有限的時間、人力下調查更多地區，但可能受步道寬度、地表植被密度影響，導致研究人員能夠偵測的樣線有效寬度不一致，而造成誤差較大的比較結果，但其結果仍足以作為參考。以排遺比較太魯閣國家公園各地區水鹿相對數量顯示(圖 4-1)，磐石山

區(樣線 J、K)太魯閣內水鹿相對豐度最高的地區，此外奇萊山區(樣線 I)、南湖山區(樣線 O)、凱金舊社一帶(樣線 Q)也都有較多的水鹿族群分布。

與丹大野生動物重要棲息環境比較，太魯閣國家公園內水鹿的直接遭遇相對次數為 0.33 次/公里，排遺相對數量為 1.64 次/公里(表 3-8)，丹大三分所地區(直接遭遇 0.29 次/公里，排遺 0.81 次/公里)(王等，2005)、光復林道(直接遭遇 0.03 次/公里，排遺 0.15 次/公里)(王等，2006)、萬榮林道與七彩湖(直接遭遇 0 次/公里，排遺 0.09 次/公里)，本區的水鹿相對豐度較丹大野生動物重要棲息環境高。欲再比較其他保護區，因國內各研究團隊資料處理方式未能統一，需以自動相機 OI 值進行比較。

(二) 遺傳演算法與水鹿分布預測

圖 3-9a 為門檻最高之分布預測圖，顯示南湖山區、奇萊與磐石山區、陶塞溪流域具有較大面積適合水鹿生存，其中前兩者亦是過去研究調查顯示及一般民眾較熟知之水鹿常出沒地區，因此圖 3-9a 顯示之地區可能為最適合水鹿生存的區域，再比較王等(2008)之調查結果，這些地區也是水鹿相對豐度較高的地區。圖 3-9b 為門檻次高之分布預測圖，顯示了更多水鹿可能生存的地區，依本研究穿越線調查結果，圖 3-9b 顯示的地點更貼近水鹿實際分布的情形。圖 3-9c 則顯示將近一半的太魯閣國家公園均可能適合水鹿生存，這個結果可能較接近水鹿在未受干擾下最佳的分布狀態。

在水鹿分布預測圖中(圖 3-9)，合歡北峰一帶及小奇萊至黑水塘山屋之間被預測為水鹿可能分布之地點，但根據穿越線調查結果兩處均未發現水鹿蹤跡，這兩個地區雖然環境適合，但可能因過去的狩獵或者受到鄰近的合歡山區遊憩壓力所影響，以致水鹿未能重新回到這些地區，具有潛力成為未來水鹿族群擴散或重新人為引入的區域。而鄰近中橫公路的地區可能因人為干擾較大，大多較不適合水鹿生存。

動物的移動不會受人類劃設的界線所侷限，因此緊鄰國家公園的外圍區域也

應納入保育考量。本研究指出的幾個水鹿重要棲地中，奇萊山區南方有丹大野生動物重要棲息環境延續進行保護，南湖山區北方則有棲蘭野生動物重要棲息環境，但在南湖山區的東側及陶塞溪的北側，即和平南溪流域及闊闊庫溪流域，其環境位置緊鄰太魯閣國家公園內之水鹿熱點，環境亦較原始且不易抵達，可能擁有豐富的動物資源，但目前未受到任何生態保護區所保護，未來應調查此區生態資源及狩獵狀況，再視調查結果擬定保護策略。

本研究樣區與李等(2007)研究之南二段樣區相較，均為高海拔地區，植被組成類似，也都具有一定的遊憩壓力與相對較少的狩獵壓力，南二段的水鹿族群目前有增加並往公路方向擴散的趨勢，在太魯閣國家公園未來可持續監測小奇萊至黑水塘山屋之間的草坡，了解水鹿是否有往此區擴散的情形，合歡北峰一帶因鄰近山區目前未發現水鹿分布，水鹿族群要擴散至此的難度較高。

二、水鹿棲地利用與分布預測

(一) 不同環境類型水鹿痕跡相對數量

穿越線調查過程直接遭遇水鹿的相對次數以箭竹草坡(1.23 次/公里)與溪流環境(0.19 次/公里)最高，這可能與這兩種環境視野開闊有關，森林中視野較窄，且因植被較密，研究人員容易發出聲響驚嚇到動物，因此較不適合以直接遭遇的相對次數來評估水鹿在不同環境的相對數量或偏好。

以排遺比較不同環境下水鹿相對數量顯示，以草坡發現排遺的機率最高(5.02 次/公里)(表 3-8)，在其他環境則相差不遠，僅在針闊葉混淆林未偵測到水鹿排遺。顯示草坡為水鹿較常出現的環境，但森林亦可提供水鹿躲避、休息的環境，溪流或水池也可供應其生理需求。

(二) 紅外線自動相機

目前除五台底片式紅外線自動相機外(相機己、辛、壬、癸、卯)，又有四台數位式紅外線自動相機(相機庚、子、丑、寅)，因為沒有底片的限制，能夠累積

更長的工作時數。此外數位式紅外線自動相機較不受日光的影響，能夠架設在沒有遮蔭的地點，可用來比較不同棲地類型水鹿出現情形。結果顯示雖然架在草原棲地上的數位相機拍到較多的照片(n=120)，但其工作時數也相對較長，不同棲地環境下水鹿 OI 值並無顯著差異，森林與草原均為水鹿生存所必須使用之環境。

奇萊、磐石山區目前整體拍攝到水鹿之 OI 值為 9.05，2005 年至 2007 年丹大地區架設之自動相機拍攝到水鹿 OI 值分別為 2.35、1.50、3.04(王等, 2005；王, 2006；王等, 2007)，本區水鹿相對豐度較高。2002 年大武山區之水鹿 OI 值在低、中、高海拔分別為 0.77、1.40、1.87(裴等, 2002)，瓦拉米、抱崖地區水鹿 OI 值為 7.92(吳及姚, 2008)，水鹿相對豐度可能低於本區。而南二段地區(OI = 17.50)(李等, 2007)則高於本區。

本區水鹿活動模式大致為日夜均活動但晨昏雙峰型，與李等(2007)之研究結果相似，但與裴及姜(2004)所發現之多峰型較不相同，是否因海拔差異、狩獵壓力等因素導致活動模式的不同，值得未來進一步研究。

OI 值之月變化顯示，春末(5 月)與夏季(6、7、8 月)之 OI 值明顯較高，郭(2005)則發現磐石山區之水鹿目擊率以夏、秋兩季明顯高於春、冬兩季，這可能代表此區的水鹿會隨季節進行遷移，可望待持續追蹤定位後解密。

三、人為干擾之影響

訪查與穿越線調查結果顯示樣線 Q、R、S、T 均有狩獵情形，合併前一年度調查結果發現，太魯閣國家公園境內中低海拔地區多半都存在狩獵壓力，僅高海拔地區未發現狩獵痕跡，對於狩獵活動的管制與對當地居民的教育宣導仍有必要施行，而輔導居民辦理生態旅遊也要持續推動，並推動在更多地區，以增進居民之認同，並化解狩獵壓力。

四、奇萊山區水鹿族群數量估算

(一) DNA 個體辨識法

1. 各類型樣本之 DNA 萃取與定序可能性

本計畫中採集了血液、排遺、組織等三種類型的野生臺灣水鹿樣本，已完成組織樣本、血液樣本與其中七個排遺樣本的分析。根據樣本中 DNA 萃取與 D-loop 區域序列定序的成功率，組織樣本的 DNA 品質與定序成功率較高，血液次之，排遺樣本 DNA 萃取與定序的成功率則極低。導致此結果的可能原因是排遺樣本在野外曝露時間長，且取樣後無法即時分析，造成 DNA 碎裂的現象。且糞便中萃取出 DNA，其 PCR 抑制物含量與血液、組織樣本相比也較高，使排遺樣本萃取的 DNA 無法順利以 PCR 增幅擬定序分析片段，也使 DNA 定序成功率降低。然而，排遺是最易取得的野生臺灣水鹿樣本，且較不易造成動物的緊迫。因此增加分析樣本數，並改良排遺樣本 DNA 萃取的方法使 DNA 中 PCR 抑制物減少，以提高排遺樣本的 PCR 增幅與定序成功率，應是未來對臺灣水鹿族群進行 DNA 序列分析的首要進行項目。

2. 臺灣水鹿粒線體 D-loop 區域遺傳結構分析

將四個定序成功的野生臺灣水鹿樣本粒線體 D-loop 區域全長序列與高雄種畜場在圈養臺灣水鹿族群序列一起比對分析，根據粒線體 D-loop 區域序列分析結果，太魯閣野生臺灣水鹿與高雄種畜場在圈養水鹿序列間的差異使其在親緣樹上分群，遺傳距離為 0.00287，顯示野生與圈養臺灣水鹿族群間有相當遺傳距離，而來自磐石的樣本(TRKPS03)與其他三個來自奇萊山區的樣本(TRKCL01、TRKCL02、TRKCL03)在序列上差異產則較不明顯而被分在親緣樹上同一群。因地區內野生臺灣水鹿的粒線體 D-loop 區域序列外，可能還必須再增加使用粒線體 Cytochrome b 序列、微衛星標記等其他遺傳分子標記，以求得到更完整的臺灣水鹿族群的遺傳資料。

3. 微衛星標記的個體辨識

分析結果顯示，在使用的 16 個標記中 ETH225、CSSM043、與 BMC1009 三個標記在三個野生臺灣水鹿樣本的基因座上有不同基因型。而根據此基因型相似度百分比，可成功辨識出此三個樣本來自三個不同個體。其他 13 個標記的分

析結果，雖然在三個樣本間各基因座上皆為同一基因型，無法對這三個樣本進行個體辨識，但這次分析僅使用三個血液樣本，未來還需增加其他樣本的分析，確認這 13 個標記是否也在其他野生臺灣水鹿個體間上基因型相似度亦為 100%，或擁有不同的基因型可做為個體辨識依據。因此之後的樣本分析，仍然應先以 16 個標記共同進行分析，並計算總合的基因型相似度，進行個體辨識，再藉由比較各個基因座上不同個體間的基因型豐富度，選擇較適合作為臺灣水鹿專用的個體辨識微衛星標記。

(二) 以自動相機 OI 值推估水鹿族群密度

李等(2007)研究中提到其穿越帶數量略少，對於估算之族群量可能造成偏差，而李等(2006)在玉里野生動物保護區雖對水鹿族群密度作一較準確的估算，但自動相機相關資料則不足，因此目前國內研究尚無足夠資料能建立水鹿族群量與自動相機 OI 值之回歸模型。本研究利用自動相機 OI 值與李等(2007)研究結果相比較，推算奇萊及磐石山區水鹿族群密度約 0.40-0.47 隻/公頃，但由於仍缺乏足夠資料建立回歸模型，此密度值僅可為參考用。

五、野生水鹿之捕捉與追蹤

(一) 野生水鹿之形值測量

目前國內亟缺乏野生水鹿之形值資料，因此關於其體型、體重眾說紛紜。可信度較高之資料為崛川(1931)發表之資料，其詳細描述了一隻雄性個體的各部位長度，而體重資料則多由養鹿場得來，雄性約 150 kg，雌性約 80 kg(楊錫坤，私人通訊)。本研究提供最新之野生水鹿形值資料，顯示其體重輕於養鹿場個體，可能與食物資源與生活環境有關。另根據研究人員經驗，丹大地區中海拔之野生水鹿體型目測可能大於本區野生水鹿，野生水鹿之體型可能受海拔與棲地環境影響而變化，未來可收集丹大地區之資料進行比較，以更全面了解野生台灣水鹿之形值資料。

(二) 追蹤定位結果

GPS 項圈因材質問題，很快便斷裂脫落，我們不知是因產品瑕疵或因水鹿力量過強之故造成此現象，但建議未來購買項圈時，應指定使用強化材質，以避免類似情形再次發生。

由於奇萊與磐石山區路途遙遠，僅往返便耗時三至四日，而高山氣候多變，惡劣氣候下工作會導致人員安全堪慮，若水鹿移動過遠，研究人員欲長距離移動找尋更佳之定位位置亦有困難，以致 VHF 項圈目前追蹤結果不如預期，建議未來應全面使用 GPS 項圈進行研究。

雖然目前限於時間尚未收集到足夠之資料進行分析，但本計畫已經在水鹿之追蹤與棲地使用的研究起了一個良好的開端，未來應持續朝此方向深入研究。

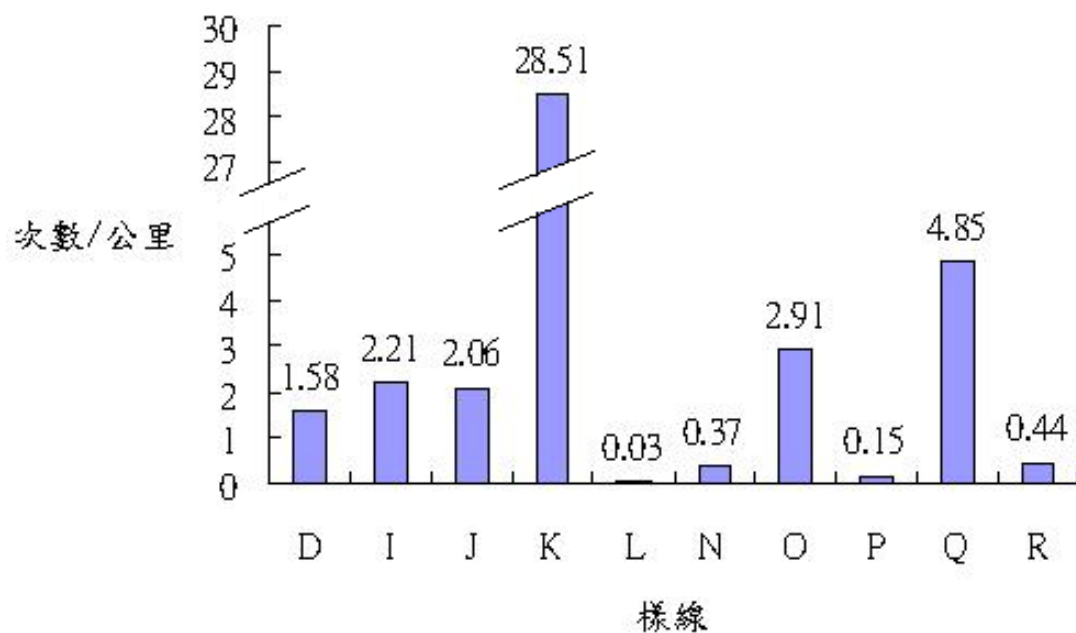


圖 4-1 太魯閣國家公園穿越線調查各樣線水鹿排遺相對數量

(次/公里)

第五章 建議事項

建議一

狩獵行為之管制與生態旅遊的推動：立即可行建議

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

協辦機關：無

狩獵壓力為影響水鹿分布之重要因子，建議太魯閣國家公園管理處與警察機關合作，加強對狩獵行為之控管。太魯閣國家公園管理處目前已對部分地區推動生態旅遊，未來可選擇狩獵壓力較高的地點優先輔導居民發展生態旅遊，讓居民共同守護自然資源，並可從中獲得適當之報酬。

建議二

以 GPS 項圈對水鹿進行更深入之棲地使用研究：立即可行建議

主辦機關：太魯閣國家公園管理處、台灣師範大學生命科學系

協辦機關：無

本年度已成功捕捉野生水鹿設置 GPS 項圈做為前期測試，利用 GPS 技術對水鹿進行追蹤，可了解水鹿的棲地選擇、不同季節中水鹿活動範圍的大小變化、不同性別間的差異與重疊情形，並了解高山地區的水鹿是否會受冬季氣候影響進行遷徙以及避冬地區的位置。未來應增加樣本數並持續進行研究，以得到完整的研究成果。

建議三

研究水鹿族群遺傳結構：中長程建議

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

協辦機關：無

本研究嘗試利用水鹿排遺萃取 DNA 進行遺傳結構分析與族群估算，目前已成功建立相關技術，未來可專案進行後續研究。

附錄一 期中簡報會議紀錄

副本 **已電子交換**

檔 號：

保存年限：

太魯閣國家公園管理處 函

機關地址：97253花蓮縣秀林鄉富世村富世291號
聯絡人：鄧月娥
聯絡電話：03-8621100-702
電子郵件：tsou@taroko.gov.tw
傳真：03-8621435

受文者：保育研究課

發文日期：中華民國98年6月30日

發文字號：太保字第0980012359號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：普通

附件：期中簡報紀錄1份

主旨：檢送本處98年度辦理之「太魯閣國家公園高山生態系—台灣水鹿棲地使用之研究（二）」期中簡報紀錄1份，請 查照。

正本：內政部營建署、中華民國國家公園學會（計畫主持人：王穎教授）、本處各課室站

副本：王穎教授、本處保育研究課

處長 游登良

太魯閣國家公園管理處 98 年度委託研究計畫

「太魯閣國家公園高山生態系—台灣水鹿棲地使用之研究(二)」期中簡報 紀錄

時 間：98 年 6 月 16 日(星期二)下午 2 時	
地 點：本處會議室	
主 席：游處長登良	
記 錄：鄒月娥	
報告人：王 穎	
出席	簽 到 處
許秘書英文	許英文
解說課	黃志強
企劃課	夏士清
環境維護課	簡天偉
遊憩服務課	林忠邦
保育課	陳俊山 高仰 林佩蓉 張玉蓮 柯泉
	周恩琪 李安
布洛灣管理站	
合歡山管理站	
蘇花管理站	高曉芬
臺灣師範大學	陳怡君 顏士清

報告：(略)

討論：

林忠杉課長：

有關狩獵壓力的部份，本處各課站必要時可會同警察隊共同巡查，以減輕狩獵壓力。

高琇瑩約聘解說員：

以丹大地區之研究為例，狩獵之誘因來源為何？

王穎教授：

大致可歸納如下：

1. 傳統之獵人因長年在山區活動，居住在山區，已習慣並喜歡此活動。
2. 年輕人閒暇無事，上山打獵。
3. 失業或其他生計因素。

輔導之方式即針對此方向來宣導改善，朝生態旅遊發展，化解其市場需求，以減輕狩獵壓力，並尊重其原有之生活方式。

朱何宗技正：

本研究計畫之一項目標為族群量之估算，在研究方法中提到 DNA 及 OI 值之估算。惟自動相機架設之數量不多，是否會再增加相機之數量？

王穎教授：

1. DNA 的部份，與台大獸醫系的朱有田老師研究室合作，目前仍持續進行中。
2. 目前現有之相機均全部使用，但仍有遺失。將考慮儘可能再增加架設之相機數量。
3. 今年度將嘗試捕捉水鹿進行無線電發報器之安裝，以進行追蹤。若可順利，預計應可對後續相關研究有極大之助益。

結論：

1. 水鹿與山羊之生態習性不同，活動領域應也有所不同，可作為架設相機之參考。
2. 有關加強巡查，減輕狩獵壓力的部份，請本處相關課站繼續加強辦理。
3. 本案期中簡報內容審核通過，並請依合約辦理後續研究與作業。

附錄二 期末簡報會議紀錄

副本

檔 號：

保存年限：

太魯閣國家公園管理處 函

機關地址：97253花蓮縣秀林鄉富世村富世291號

聯絡人：鄧月娥

聯絡電話：03-8621100-702

電子郵件：tsou@taroko.gov.tw

傳真：03-8621435

受文者：保育研究課

發文日期：中華民國98年12月22日

發文字號：太保字第0980014882號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：普通

附件：期末簡報紀錄1份

主旨：檢送本處98年度辦理之「太魯閣國家公園高山生態系—台灣水鹿棲地使用之研究（二）」期末簡報紀錄1份，請 查照。

正本：中華民國國家公園學會（計畫主持人：王穎教授）、許秘書英文、本處各課室站

副本：王穎教授、本處保育研究課

處長 游堂良

太魯閣國家公園管理處 98 年度委託研究計畫

「太魯閣國家公園高山生態系—台灣水鹿棲地使用之研究(二)」期末簡報 紀錄

時 間：98 年 12 月 15 日(星期二)上午 9 時

地 點：本處會議室

主 席：游處長登良 許英文

記 錄：鄒月娥

報告人：王毅

出席	簽 到 處
許秘書英文	許英文
解說課	黃志強
企劃課	李佩芳
環境維護課	李瑞婷
遊憩服務課	林忠作
保育課	陳俊山 朱何泉 林展興 林用喜 閻恩聰
	陳昭君 顏士清 廖錫銓
東華大學	何淑文

報告：(略)

討論：

黃志強課長：

請問 GPS 項圈與無線電項圈之經費差距？

顏士清：

GPS 項圈單價大約 10 萬元，無線電項圈大約 3 萬元，但 GPS 項圈可收到大約 10 倍的資料。

朱何宗技正：

本研究已將水鹿固定 GPS 項圈，若進一步調查應會有更進一步之收穫。請問是否有那些未來方向之建議？

王穎教授：

1. 目前已將 1 隻雌鹿固定 GPS 項圈，若未來再繼續多固定幾隻，則應可以有更多的比較資料。
2. GPS 項圈之研究是一大突破，如能持續進行調查，應可對水鹿之分布及其他生態等資料極有助益。
3. 若能有 10 隻以上之資料則更佳。

蔡瑞烽技士：

請問 GPS 項圈之使用年限。

王穎教授：

正常大約 5 年，但仍可能有其他不確定因素會影響其使用年限。

陳俊山課長：

請問在園區內水鹿之數量估算為何？

王穎教授：

奇萊山區大約每公頃 0.4 隻，至於其他地區則尚無法有較充足之調查資料可估算。

結論：

1. 感謝受託單位協助進行現場調查及資料分析，提供管理處相關政策施行之參考。

2. 與會人員之意見請受託單位納入參考。並請依合約規定，增補相關內容，完成報告書定稿事宜。
3. 本期末簡報內容審核通過，並請依合約期程辦理結案事宜。

附錄三 志工培訓課程

副本

檔 號：

保存年限：

太魯閣國家公園管理處 函

機關地址：97253花蓮縣秀林鄉富世村富世291號

聯絡人：鄒月娥

聯絡電話：03-8621100-702

電子郵件：tsou@taroko.gov.tw

傳真：03-8621435

受文者：保育研究課

發文日期：中華民國98年11月11日

發文字號：太保字第0980014150號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：普通

附件：

主旨：本處委託 貴學會辦理之「太魯閣國家公園高山生態系—台灣水鹿棲地使用之研究（二）」，及「代表性生態系經營管理—農業用地回收後生態復育計畫第一期」志工培訓課程業已圓滿完成，研習成果錄案辦理，並請依合約進度積極進行。請 查照。

正本：中華民國國家公園學會

副本：王穎教授、陳怡君老師、本處保育研究課

處長 游堂良

參考書目

- Ager, A., Johnson, B., Kern, J., Kie, J., 2003. Daily and seasonal movements and habitat use by female rocky mountain elk and mule deer. *Journal of Mammalogy* 84, 1076-1088.
- Anderson, R.P., Lew, D., Peterson, A.T., 2003. Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling* 162, 211-232.
- Aung, M., McShea, W.J., Htung, S., Than, A., Soe, T.M., Monfort, S., Wemmer, C., 2001. Ecology and Social Organization of a Tropical Deer (*Cervus eldi thamin*). *Journal of Mammalogy* 82, 836-847.
- Bancroft, D.R., Pemberton, J.M., King, P., 1995. Extensive protein and microsatellite variability in an isolated, cyclic ungulate population. *Heredity* 74, 326-336.
- Bishop, M.D., Kappes, S.M., Keele, J.W., Stone, R.T., Sunden, S., Hawkins, G.A., Toldo, S.S., Fries, R., Grosz, M.D., Yoo, J., Beattie, C.W., 1994. A Genetic Linkage Map for Cattle. *Genetics* 136, 619-639.
- Boitani, L., Sinibaldi, I., Corsi, F., Biase, A.D., Carranza, I.d.I., Ravagli, M., Reggiani, G., Rondinini, C., Trapanese, P., 2008. Distribution of medium- to large-sized African mammals based on habitat suitability models *Biodiversity and Conservation* 17, 605-621.
- Clutton-Brock, T., 1989. Review lecture: mammalian mating systems. *Proceedings of the Royal Society of London* 236, 339-372.
- DeWoody, J.A., Honeycutt, R.L., Skow, L.C., 1995. Microsatellite Markers in White-Tailed Deer. *The Journal of Heredity* 86, 317-318.
- Flynn, L.B., Shea, S.M., Lewis, J.C., Marchinton, R.L., 1990. Ecology of sambar deer on St. Vincent National Wildlife Refuge, Florida. Part III: Population statistics, health, and habitat use. *Bulletin of Tall Timbers Research Station* 25, 63-107.
- Harestad, A.S., Bunnell, F.L., 1979. Home Range and Body Weight--A Reevaluation. *Ecology* 60, 389-402.
- Illoldi-Rangel, P., Sanchez-Cordero, V., Townsend Peterson, A., 2004. Predicting Distributions of Mexican Mammals Using Ecological Niche Modeling. *Journal of Mammalogy* 85, 658-662.
- Luccarini, S., Mauri, L., Ciuti, S., Lamberti, P., Apollonio, M., 2006. Red deer (*Cervus elaphus*) spatial use in the Italian Alps: home range patterns, seasonal migrations, and effects of snow and winter feeding *Ethology Ecology & Evolution* 18, 127-145.
- McCarthy, K.P., Fuller, T.K., Ming, M., McCarthy, T.M., Waits, L., Jumabaev, K., 2008. Assessing Estimators of Snow Leopard Abundance. *Journal of Wildlife*

- Management 72, 1826-1833.
- Munguia, M., Townsend, A., Victor, P., Sanchez-Cordero, 2008. Dispersal limitation and geographical distributions of mammal species. *Journal of Biogeography* 35, 1879-1887.
- Ngampongsai, C., 1987. Habitat use by the sambar (*Cervus unicolor*) in Thailand: A case study for Khao-Yai National Park. . 289-298.
- Ortiz-Martínez, T., Rico-Gray, V., Martínez-Meyer, E., 2008. Predicted and verified distributions of *Ateles geoffroyi* and *Alouatta palliata* in Oaxaca, Mexico. *Primates* 49, 186-194.
- Randi, E., Mucci, N., Claro-Hergueta, F., Ccedil, Oise, Bonnet, A., Eacute, lie, Douzery, E.J.P., 2001. A mitochondrial DNA control region phylogeny of the Cervinae: speciation in *Cervus* and implications for conservation. *Animal Conservation* 4, 1-11.
- Silveira, L., Jacomo, A.T.A., Diniz-Filho, J.A.F., 2003. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation* 114, 351-355.
- Stockwell, D.R.B., Peterson, A.T., 2002. Effects of sample size on accuracy of species distribution models *Ecological Modelling* 148, 1-13.
- Talbot, J., Haigh, J., Plante, Y., 1996. A parentage evaluation test in North American Elk (*Wapiti*) using microsatellites of ovine and bovine origin. *Animal Genetics* 27, 117-119.
- Tamate, H.B., Okada, A., Minami, M., Ohnishi, N., Higuchi, H., Takatsuki, S., 2000. Genetic Variations Revealed by Microsatellite Markers in a Small Population of the Sika Deer (*Cervus nippon*) on Kinkazan Island, Northern Japan. *Zoological Science* 17, 47-53.
- Timmins, R.J., Steinmetz, R., Sagar Baral, H., Samba Kumar, N., Duckworth, J.W., Anwarul Islam, M., Gimán, B., S., H., Lynam, A.J., Fellowes, J., Chan, B.P.L., Evans, T., 2008. *Rusa unicolor*. In: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species.
- Triant, D.A., Pace, R.M., Stine, M., 2005. Abundance, genetic diversity and conservation of Louisiana black bears (*Ursus americanus luteolus*) as detected through noninvasive sampling *Conservation Genetics* 5, 647-659.
- Van Dyke, F., Klein, W.C., 1996. Response of Elk to Installation of Oil Wells. *Journal of Mammalogy* 77, 1028-1041.
- 王穎、王佳琪、郭正彥、吳幸如、陳順其、蔡佳淳。2002。台灣中大型保育類草食動物現況之調查（四）。行政院農業委員會。30 頁。
- 王穎、王佳琪、郭正彥、蔡佳淳、方志仁。2004。丹大地區野生動物重要棲息環境分區規劃及動物監測（第二年）。行政院農委會林務局。52 頁。

- 王穎、王佳琪、蔡佳淳、郭正彥。2005。丹大地區野生動物重要棲息環境動物監測及原住民狩獵利用之調查。行政院農委會林務局保育系列 93-27 號。38 頁。
- 王穎、林玉珮、陳相伶。2007。丹大地區中大型野生動物監測及原住民狩獵利用形式之探討(第三年)。行政院農委會林務局九十六年度科技計畫研究報告。49 頁。
- 王穎、郭正彥、王佳琪、陳怡君。2004a。臺灣水鹿的現況及展望。『第五次野生動物研究與調查方法』研討會論文集。151-167 頁。
- 王穎、陳怡君、王佳琪。2000。台灣中大型保育類草食動物現況之調查(二)。行政院農委會。28 頁。
- 王穎、陳怡君。1999。台灣中大型保育類草食動物現況之調查。行政院農委會。27 頁。
- 王穎、顏士清、廖家宏、葉建緯。2008。太魯閣國家公園高山生態系-台灣水鹿棲地使用之研究。太魯閣國家公園管理處委託研究報告。52 頁。
- 王穎。2006。丹大地區中大型野生動物監測及原住民狩獵利用形式之探討(第一年)。行政院農委會林務局。
- 吳海音、吳世鴻、吳煜慧。2004。太魯閣國家公園高山地區動物資源基礎調查。太魯閣國家公園管理處委託研究報告。66 頁。
- 吳海音、姚中翎。2008。玉山國家公園東部園區南安至抱崖哺乳動物監測及與人類活動的關係。玉山國家公園管理處委託研究報告。70 頁。
- 呂光洋。1983。太魯閣國家公園動物生態資源調查。內政部營建署太魯閣國家公園管理處七十二年度研究報告。17 頁。
- 李玲玲、林宗以、池文傑。2007。玉山國家公園南二段地區中大型哺乳動物調查暨台灣水鹿族群監測計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。
- 李玲玲、林宗以、蔡振光。2006。台灣水鹿食性暨玉里野生動物保護區水鹿族群生態研究(三)。行政院農委會林務局。64 頁。
- 林曜松、蘇霏靄、陳德治、李承恩、余義群、李名偉。2006。太魯閣國家公園清水山區動物資源之調查。內政部營建署太魯閣國家公園管理處委託研究報告。86 頁。
- 堀川安市。1931。台灣哺乳動物圖說。水產出版社。109 頁。
- 張慧玲。2008。應用地理資訊系統預測玉山國家公園台灣水鹿之空間分布。國立嘉義大學森林暨自然資源研究所碩士論文。72 頁。
- 郭正彥。2005。磐石山區高地草原台灣水鹿之日間行為。國立台灣師範大學生物學系碩士論文。72 頁。
- 楊遠波、徐國士。2004。太魯閣國家公園高山地區植物資源基礎調查之研究。內政部營建署太魯閣國家公園管理處。89 頁。
- 裴家騏、姜博仁。2002。大武山區自然保留區和周邊地區雲豹及其他中大型哺乳動物之現況與保育研究(一)。行政院農業委員會林務局研究系列 90-6 號。

62 頁。

裴家騏、姜博仁。2004。大武山區自然保留區和周邊地區雲豹及其他中大型哺乳動物之現況與保育研究（三）。行政院農業委員會林務局研究系列 92-2 號。159 頁。

太魯閣國家公園98年度委託研究計畫

太魯閣國家公園高山生態系 台灣水鹿棲地使用之研究（二）

王 穎、顏士清、林子揚、張郁琦、賴冠榮

中華民國國家公園學會

國立台灣師範大學生命科學系

壹、前言

偶蹄目 (Artiodactyla)

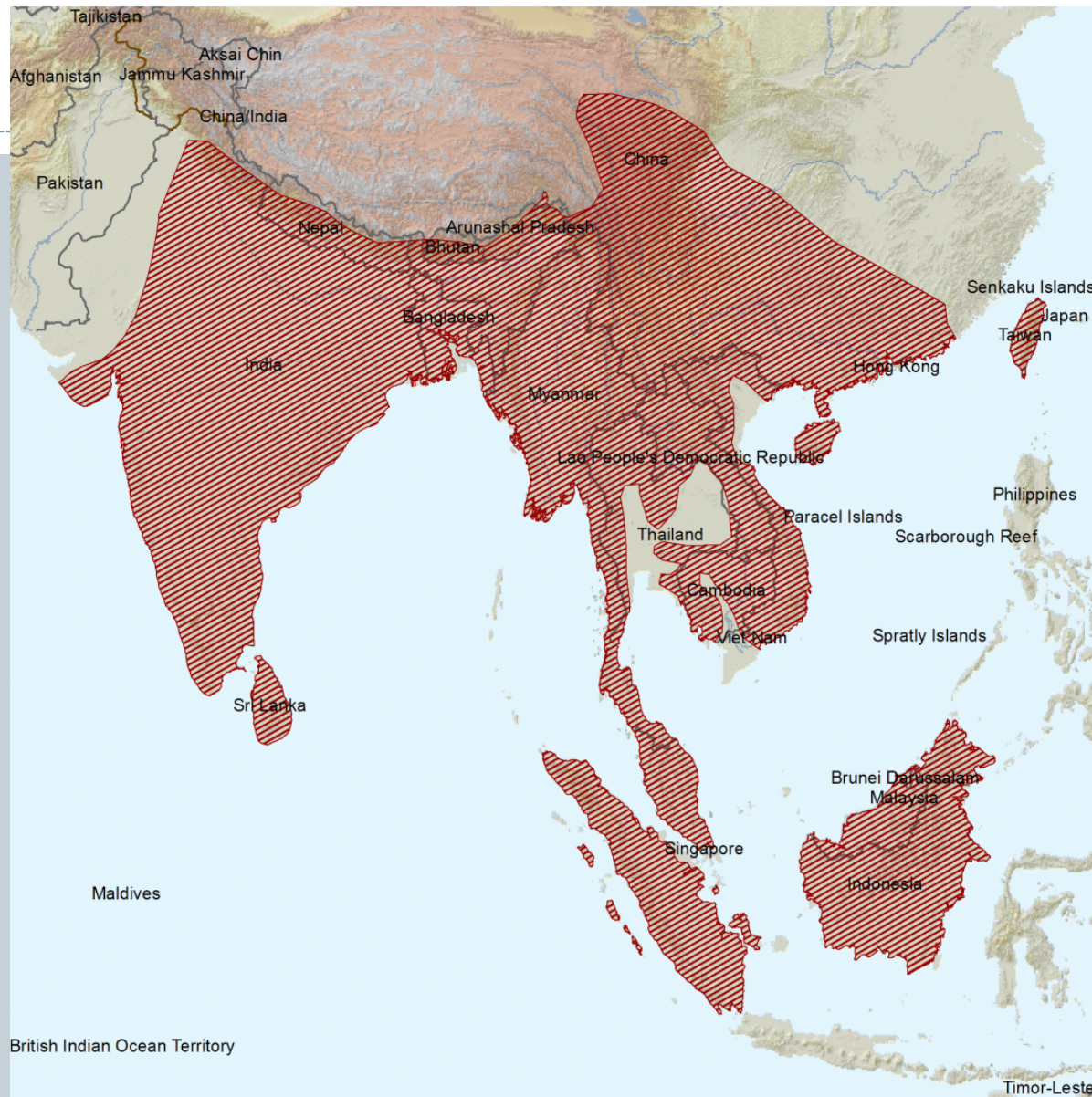
[反芻類Ruminant]

- 鹿科 (Cervidae)
- 鹿屬 (*Rusa*)
- *Rusa unicolor*

共七個亞種，IUCN紅皮書列為易危物種(VU)

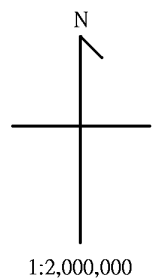
台灣水鹿 (*Rusa unicolor swinhoii*) 台灣特有亞種



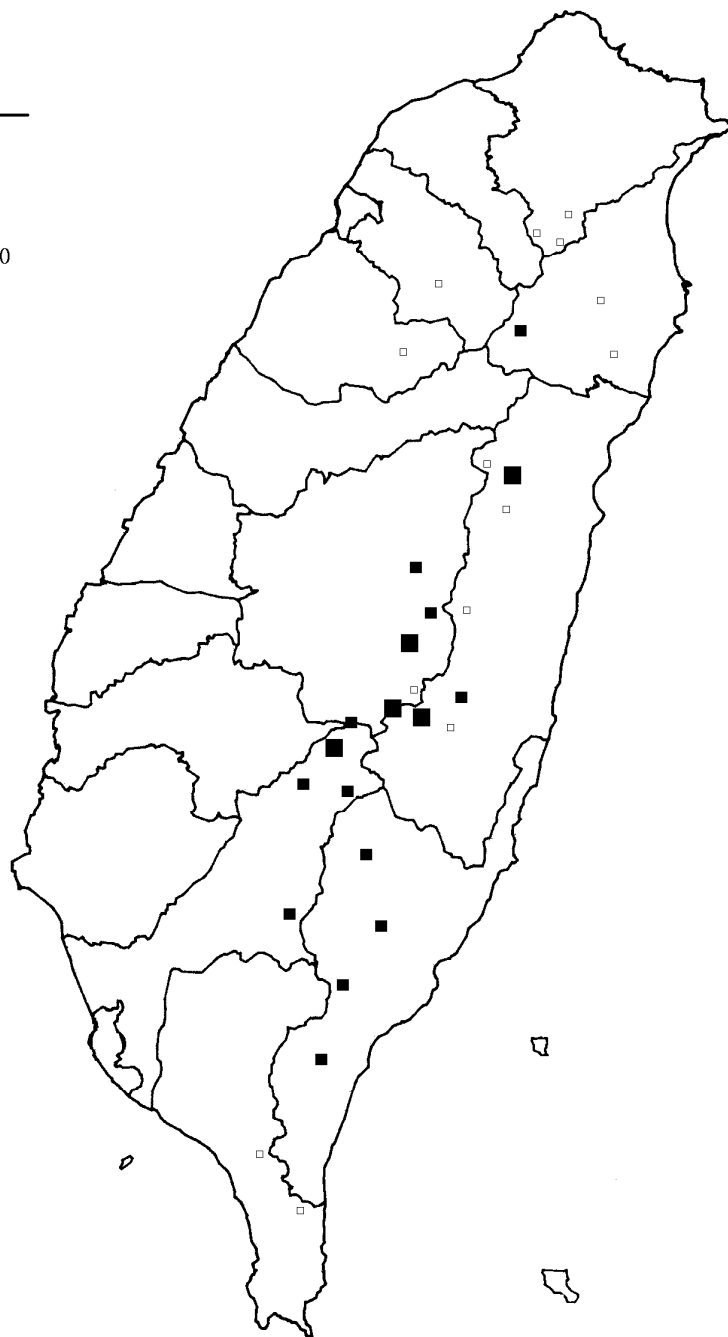


南亞、東南亞為水鹿主要分布地區，亦被引進至紐、澳、美國等地，水鹿相關研究主要針對引進至美國的族群，在水鹿原產國的研究目前仍很少。

。



□ 調查地點
■ 水鹿



水鹿全台分布 調查

1998-2002

全臺灣林道調查
(王等、2002)

壹、前言

目前國內對水鹿之族群狀況與棲地使用了解仍十分缺乏

行政院農委會特有生物研究保育中心
Endemic Species Research Institute, COA

台灣野生動物資料庫查詢系統

現在位置：物種查詢列表 > 物種詳細資料

Welcome to Taiwan Wildlife database! 從2007年2月起，共有 67279 人造訪本站 GIS查詢功能 首頁

回列表

物種分布地圖



調查資料共 5 筆

物種照片



物種基本資料

物種名稱	台灣水鹿	<i>Rusa unicolor swinhoei</i>
類別	哺乳類	Mammal
門名	脊椎動物門	
綱名	哺乳綱	
目名	偶蹄目	Artiodactyla
科名	鹿科	Cervidae
屬名		<i>Rusa</i>
保育等級	珍貴稀有	Rare
特有性	臺灣特有亞種	

外型描述

頭軀幹長約 178 公分，尾長約 15 公分，雄鹿肩高可達 1.2 公尺，雌鹿稍小約 80 公分。冬季體色為黑褐色，頭耳為黃褐色。夏季體色較淡，為黃褐色。眼睛下面具眼下線，於生氣或興奮時會張開。雄鹿有叉角，一歲時不分枝，二歲後始分枝，每一支鹿角最後形成三尖二叉，鹿角每年會脫落重長。

生態習性

清晨與黃昏是其活動高峰，多分布於中、高海拔之原始闊葉林中，通常活動於高山水源地或近溪流草原地。群居性，但公鹿喜單獨行動。嗅覺敏銳，動作敏捷。草食性，以樹葉及嫩草為主食。

棲地分布

高海拔山區。

<http://twd.tesri.gov.tw/twd97/SpeciesDetail.asp?id=MACe0203>

目標



延續前一年度研究

1. 了解太魯閣國家公園境內水鹿的空間分布與相對豐度
2. 了解水鹿棲地利用方式，探討水鹿群聚與環境關係
3. 水鹿棲地預測模式之建立
4. 評估狩獵壓力

本年度新增研究

5. 估算奇萊與磐石山區水鹿數量
6. 以發報器追蹤水鹿移動與空間使用

材料與方法 — 水鹿空間分布與相對豐度

穿越線調查

1. 直接遭遇：目擊、叫聲、屍骸
2. 排遺
3. 其他質性特徵：腳印、磨痕、食痕等



材料與方法—水鹿空間分布與相對豐度

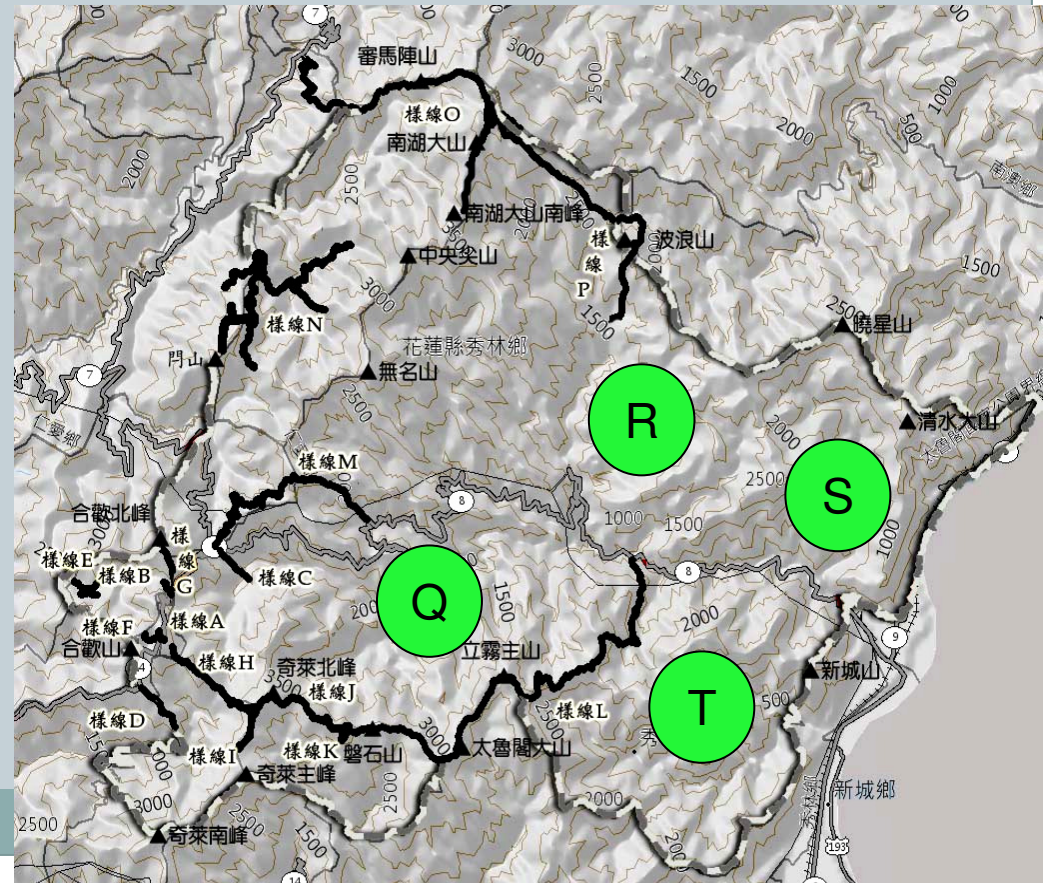
計算每單位距離發現痕跡的次數，以比較各地區相對豐度。

Q: 碧綠神木下凱金舊社

R: 西喀拉溪、朝暎山

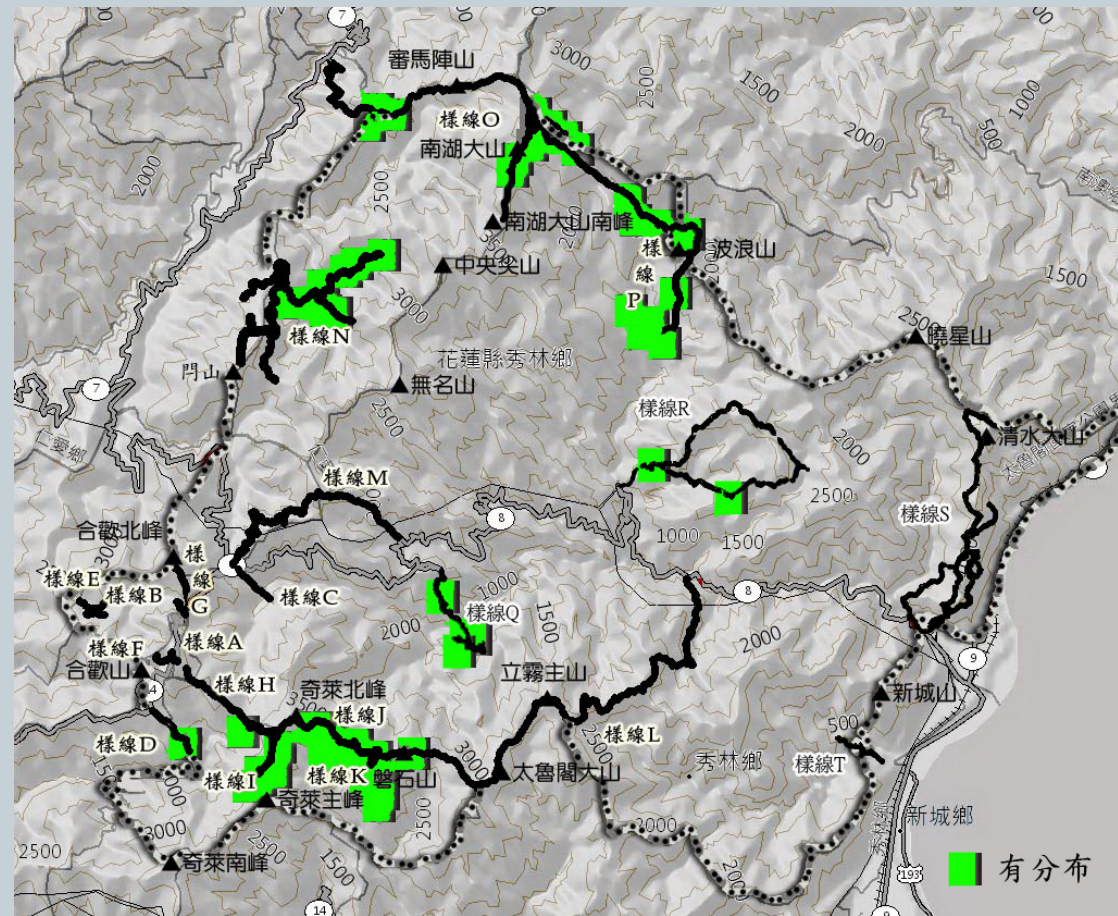
S: 清水大山

T: 三棧北溪



結果—水鹿空間分布與相對豐度

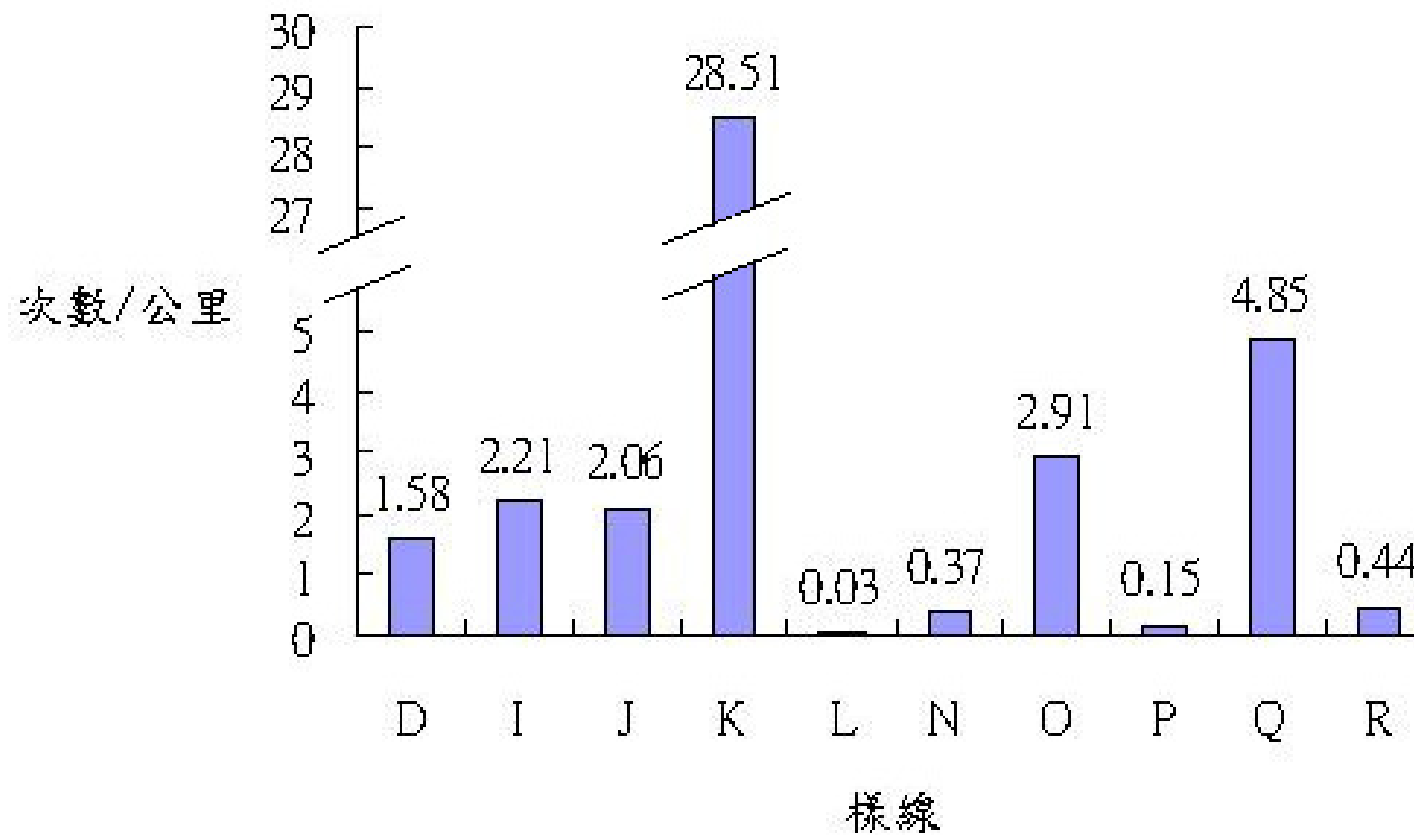
太魯閣國家公園穿越線調查水鹿痕跡分布圖



除合歡山區及東部低海拔地區外，其他地區多數都有發現水鹿

結果一水鹿空間分布與相對豐度

太魯閣國家公園各樣線排遺相對數量比較圖

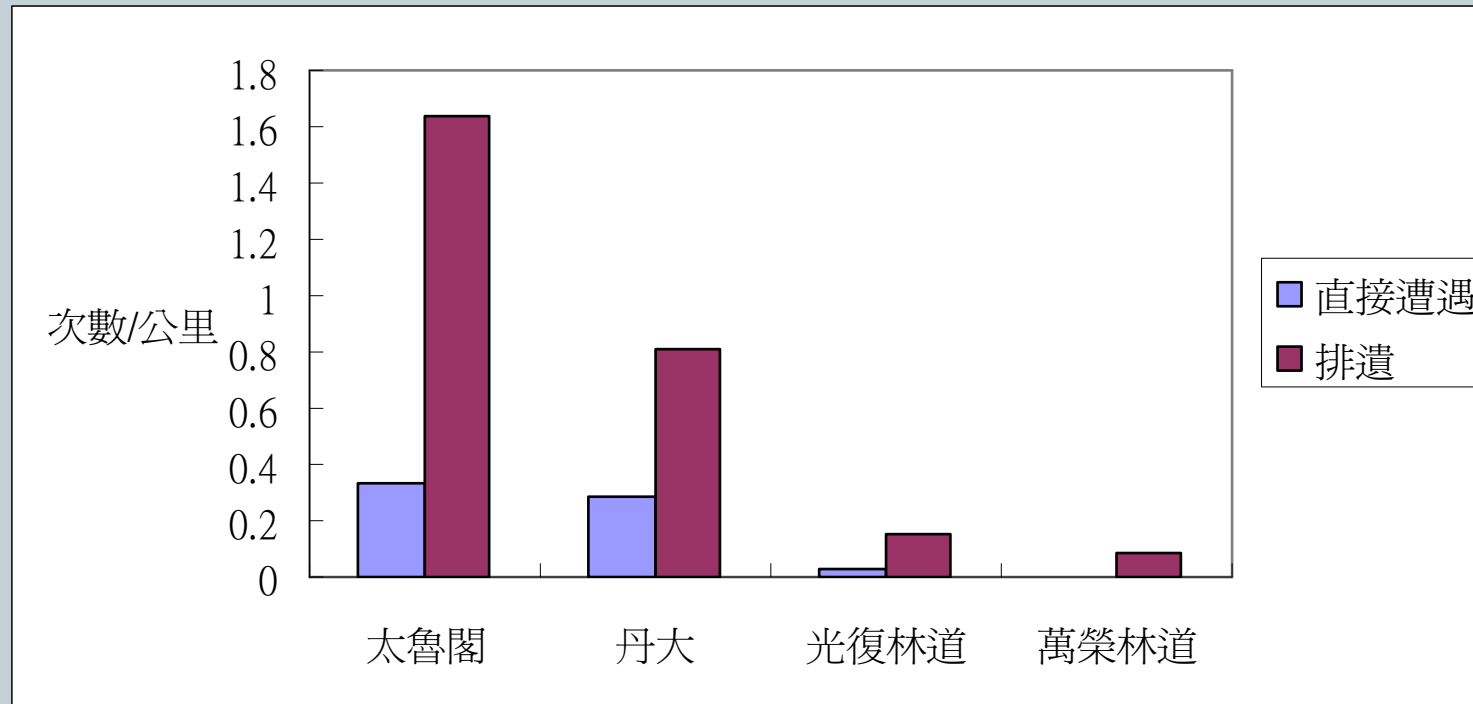


水鹿族群相對密度以奇萊區、磐石山、南湖山、凱金舊社等地區較高

討論—水鹿空間分布與相對豐度



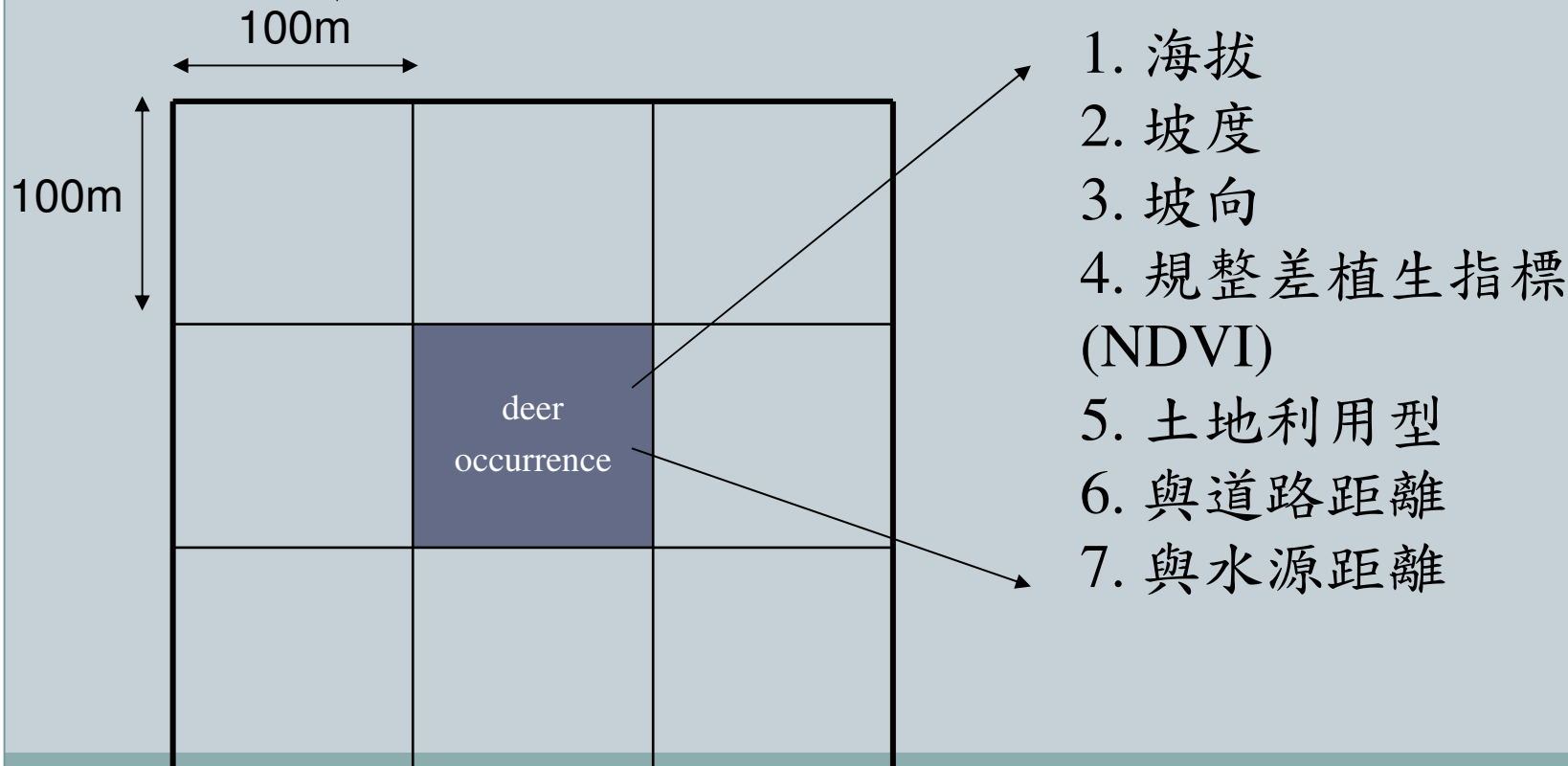
比較太魯閣國家公園與其他地區水鹿相對數量



材料與方法—水鹿空間分布與相對豐度



- 目前共獲得185個水鹿痕跡的定位點，使用ArcGIS 9.1與遺傳演算法GARP計算水鹿出現與該地環境因子之關聯，建構水鹿分布預測模式



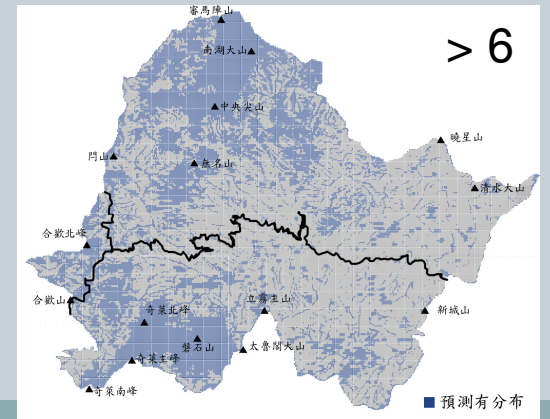
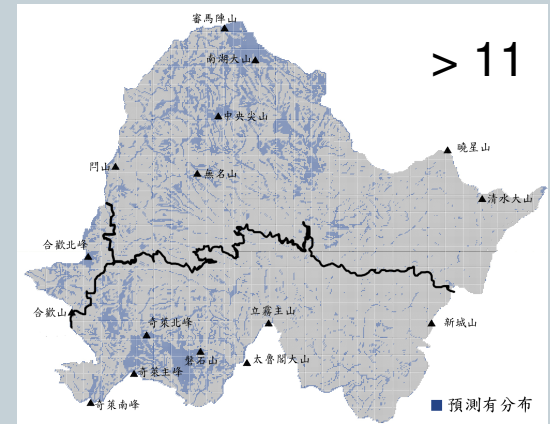
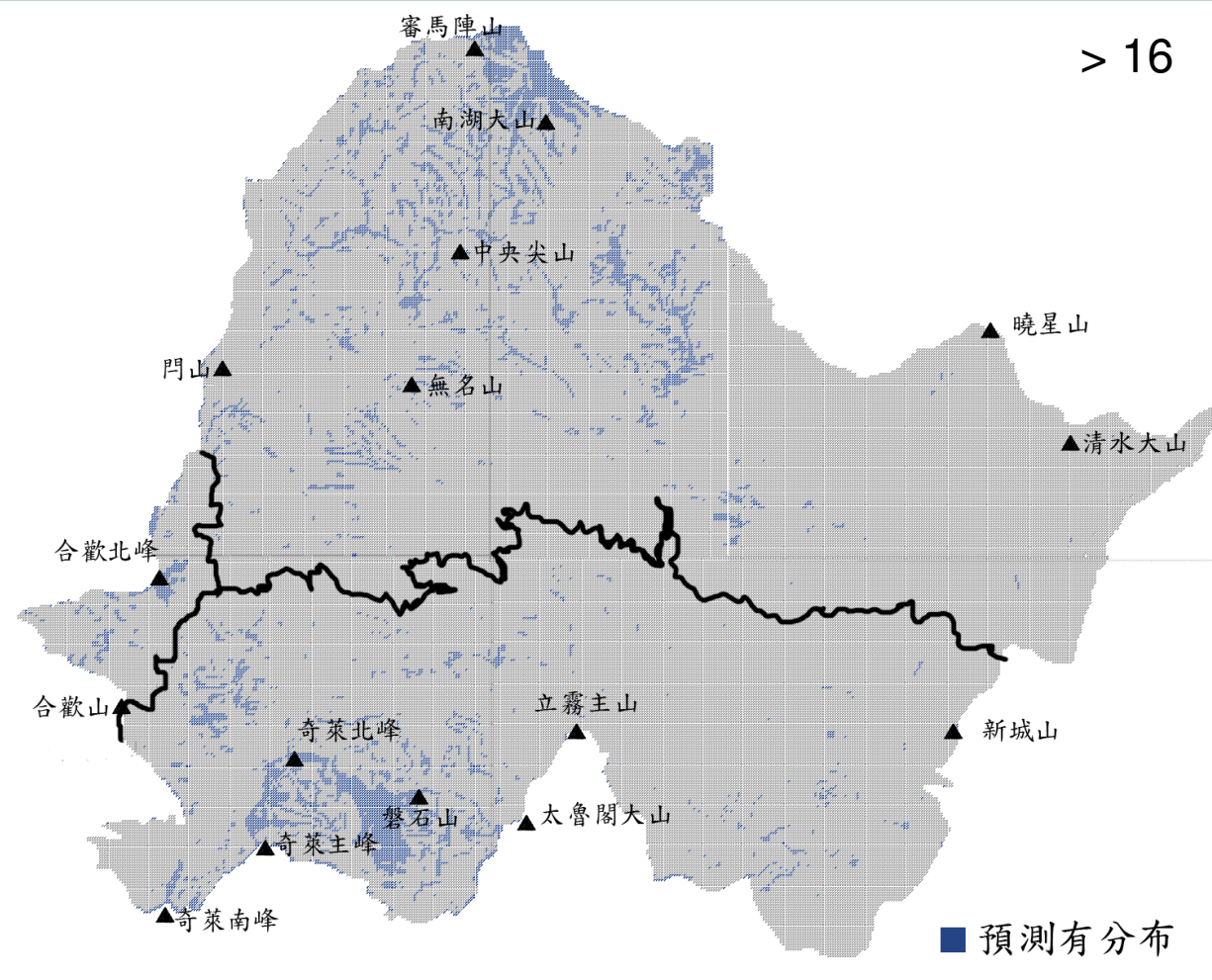
材料與方法 — 水鹿空間分布與相對豐度



- GARP共執行400次運算，計算其漏判率(omission error)與誤判率(commission error)，挑選20個最佳的預測模式進行堆疊
- 以三個不同門檻製作三張水鹿棲地預測圖
 門檻最高：超過16個模式預測有水鹿出現的地點
 門檻次級：超過11個模式預測有水鹿出現的地點
 門檻最低：超過6個模式預測有水鹿出現的地點

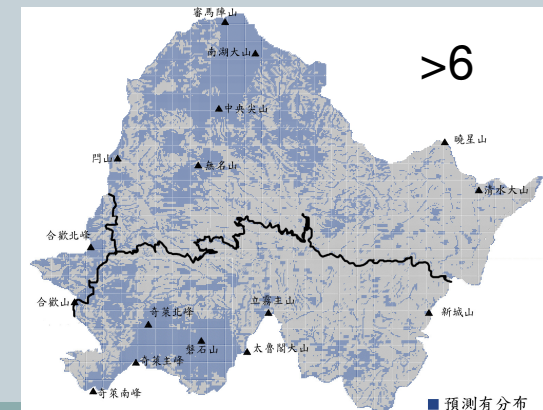
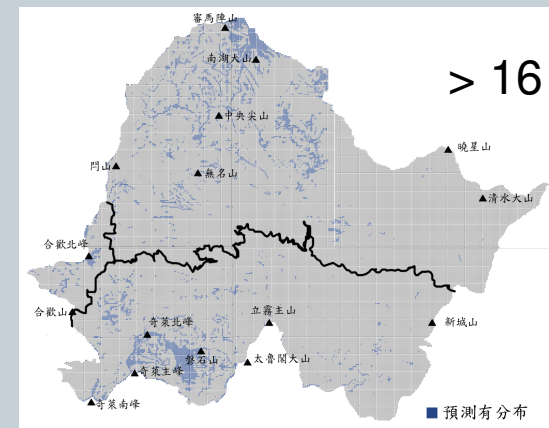
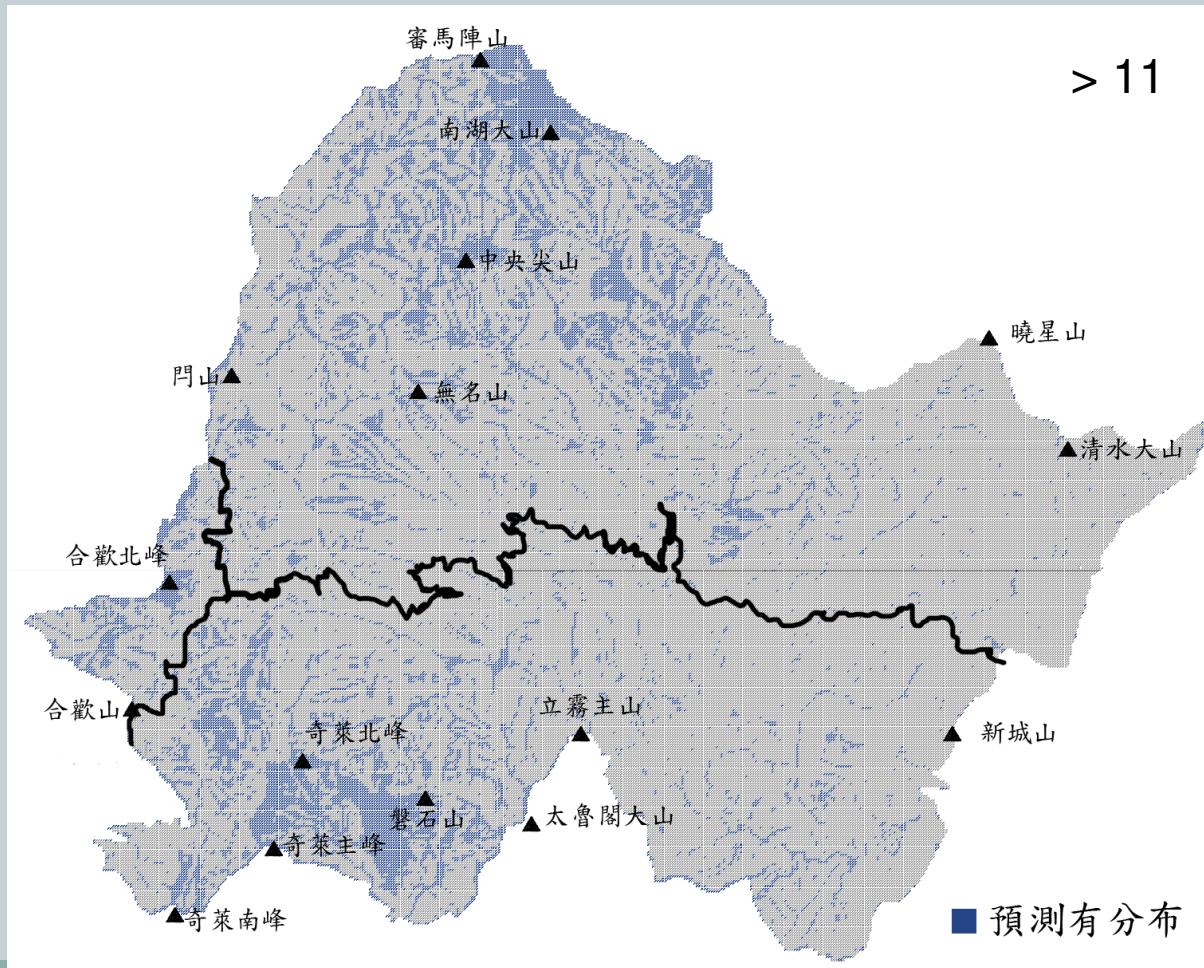
結果—水鹿空間分布與相對豐度

太魯閣國家公園水鹿分布預測圖，超過16個模式預測有分布



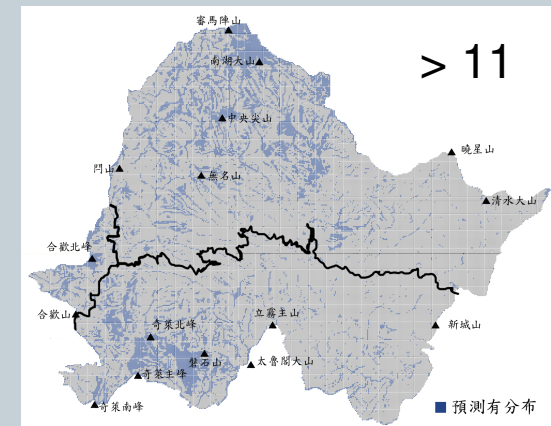
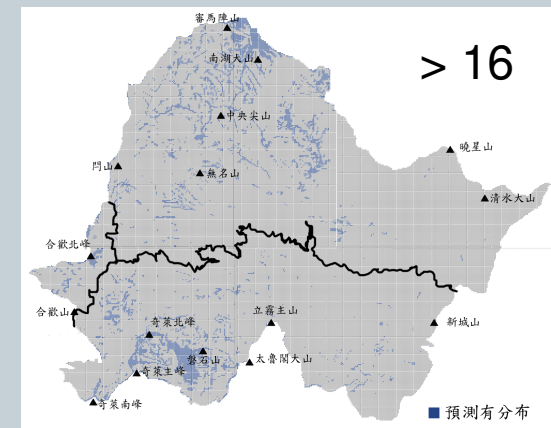
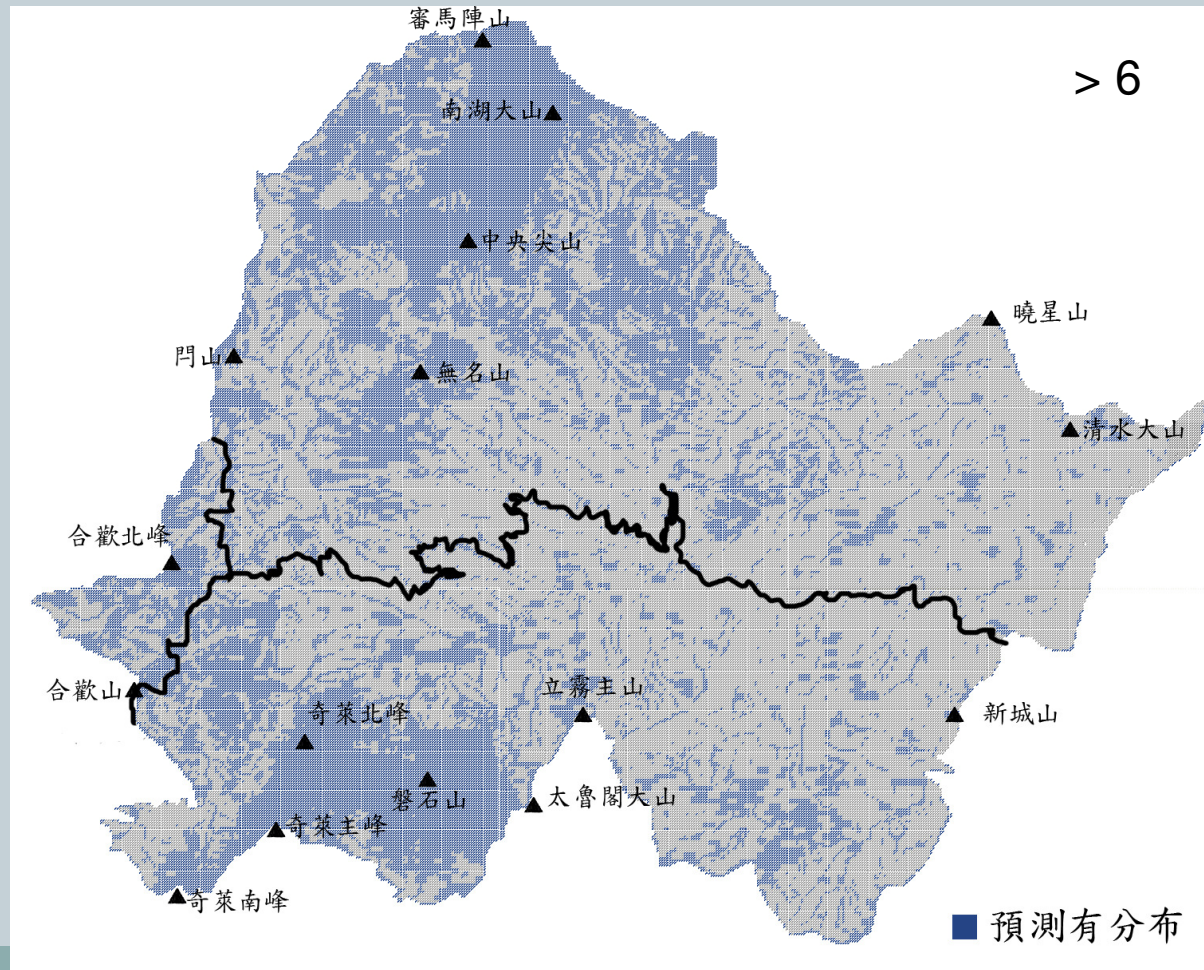
結果—水鹿空間分布與相對豐度

太魯閣國家公園水鹿分布預測圖，超過11個模式預測有分布



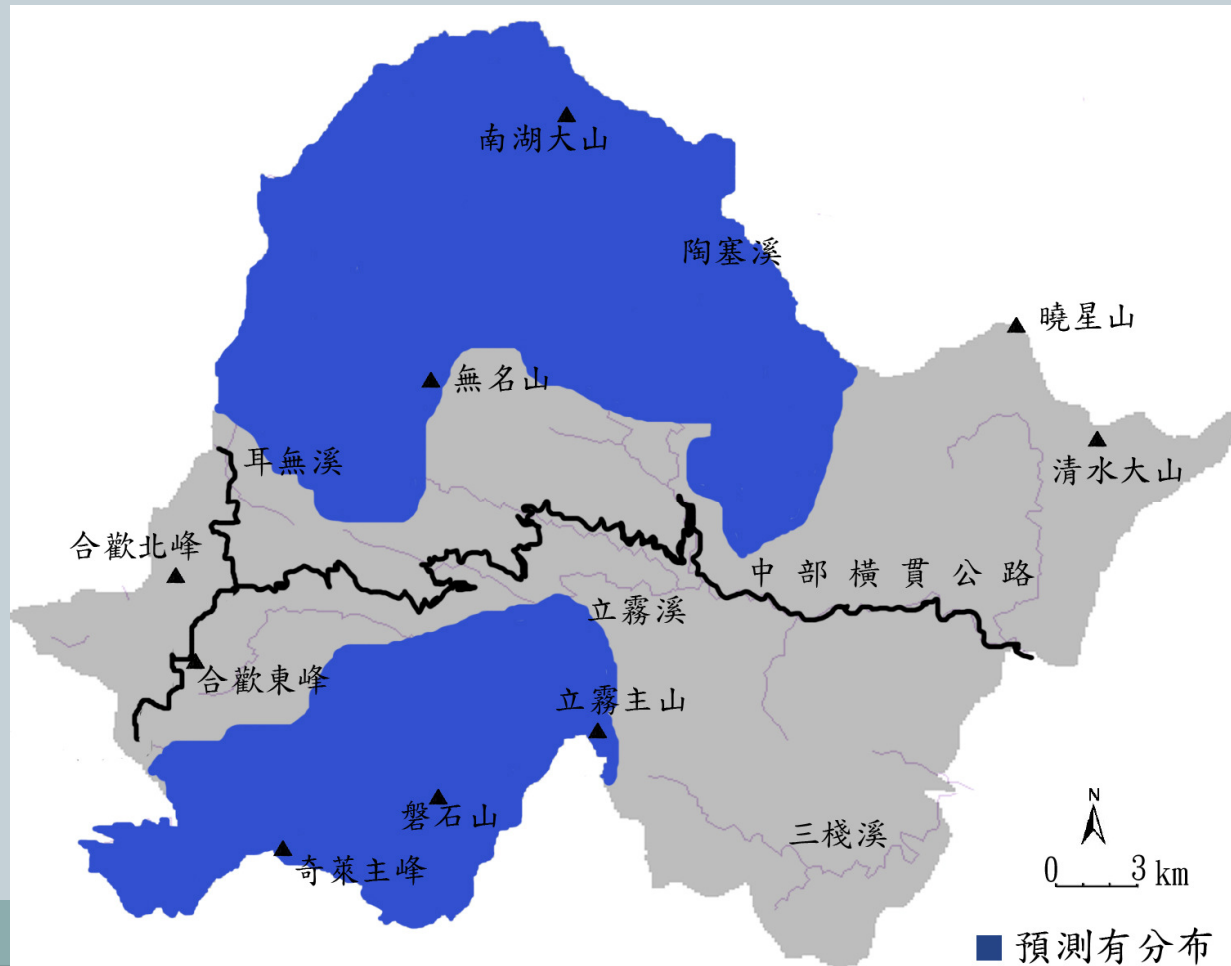
結果—水鹿空間分布與相對豐度

太魯閣國家公園水鹿分布預測圖，超過6個模式預測有分布

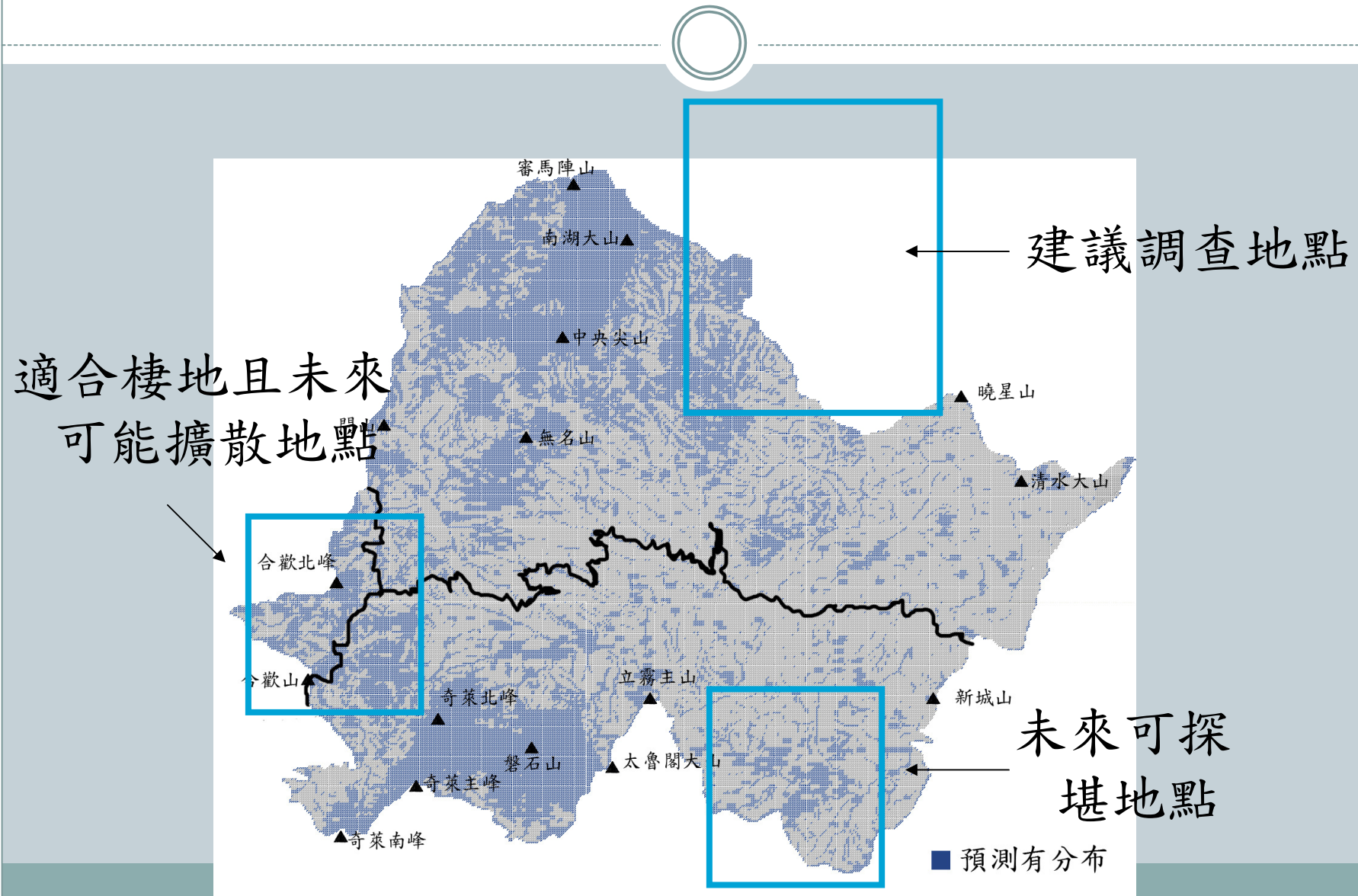


結果一水鹿空間分布與相對豐度

太魯閣國家公園水鹿分布圖



討論—水鹿空間分布與相對豐度

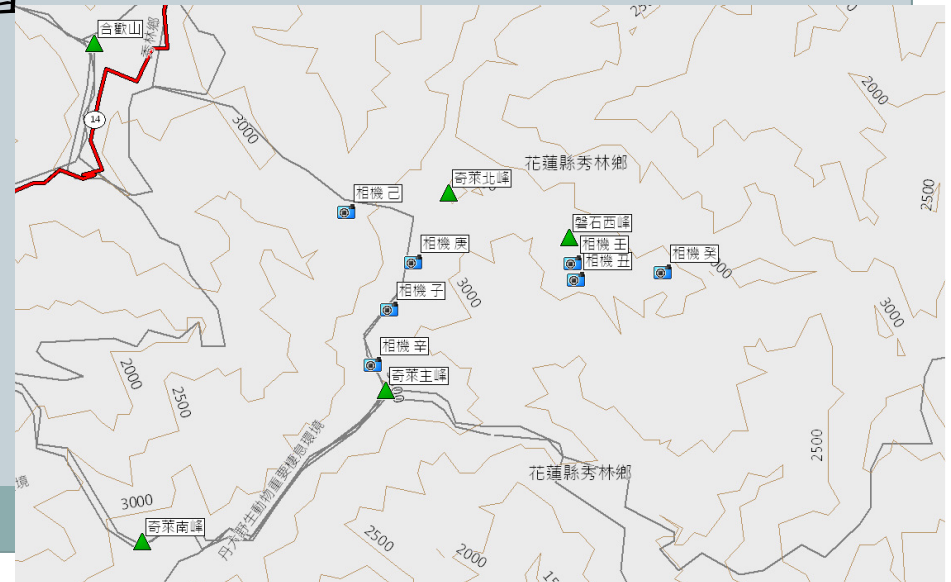


材料與方法－水鹿棲地利用與活動模式

穿越線調查：分成草原、溪流、針葉林、針闊葉混淆林、闊葉林五種環境，比較水鹿在不同環境出現的頻度

紅外線自動相機：架設8台，奇萊與磐石各4台。分別在森林、森林靠近箭竹草坡處、箭竹草坡靠近森林邊緣三種環境，計算並比較OI值

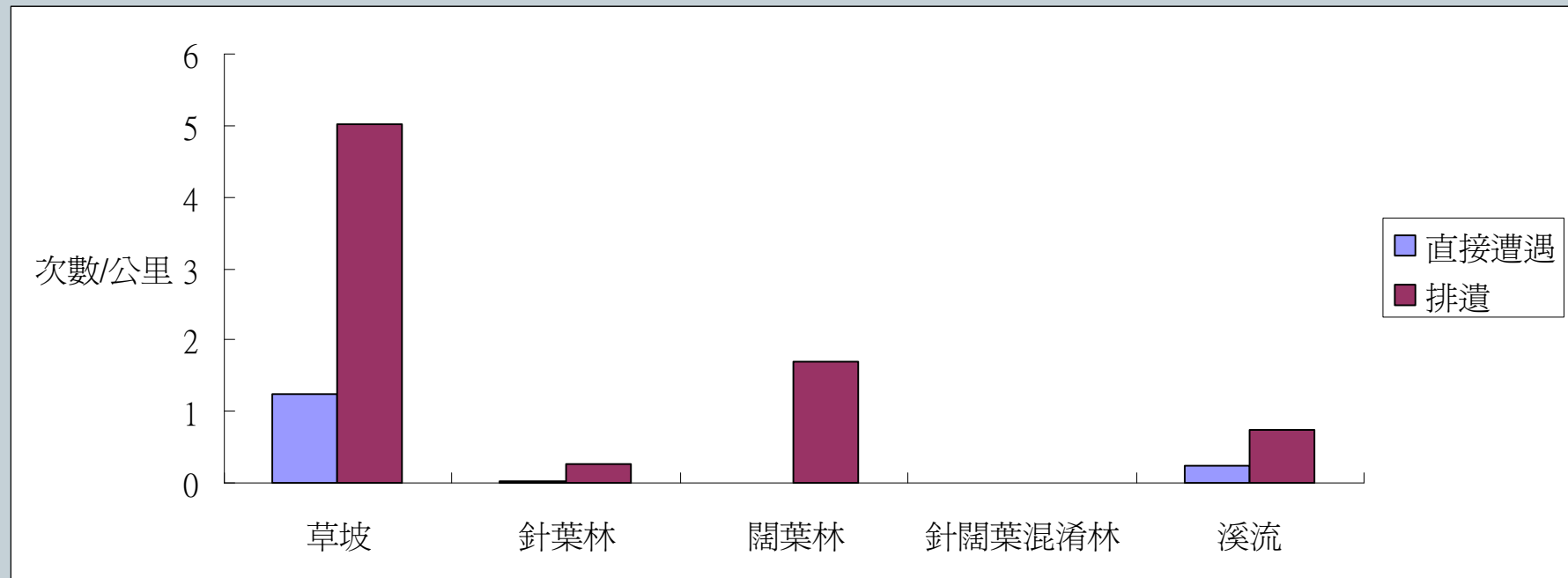
$$OI = \frac{\text{有效照片數} \times 1000}{\text{工作時數}}$$



結果一水鹿棲地利用與活動模式



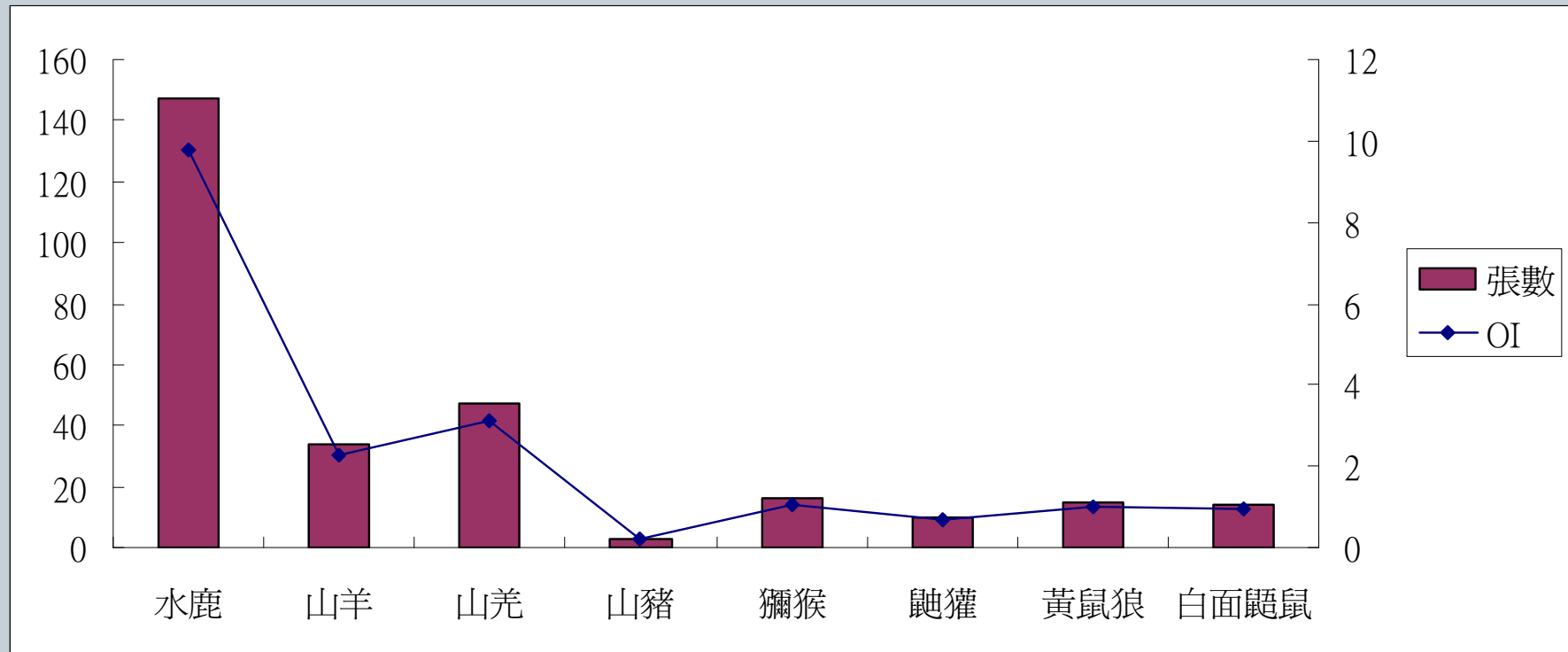
不同環境類型水鹿痕跡出現頻度



結果一水鹿棲地利用與活動模式



自動相機拍攝到各種動物之張數及OI值



結果—水鹿棲地利用與活動模式



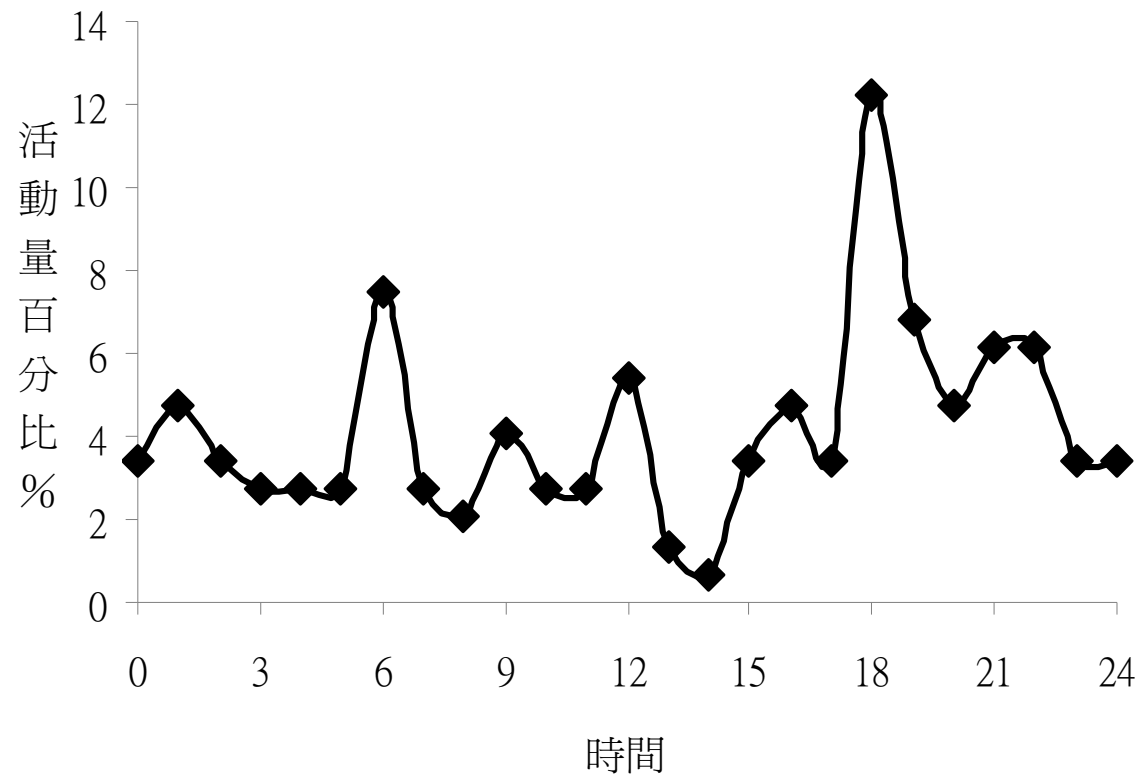
- 三種環境所拍攝到之OI值並無顯著差異(Kruskal Wallis test, $P=0.165$)。
- 底片式相機與數位式相機拍攝之水鹿OI值無顯著差異(Mann-Whitney test, $p=0.149$)



結果一水鹿棲地利用與活動模式



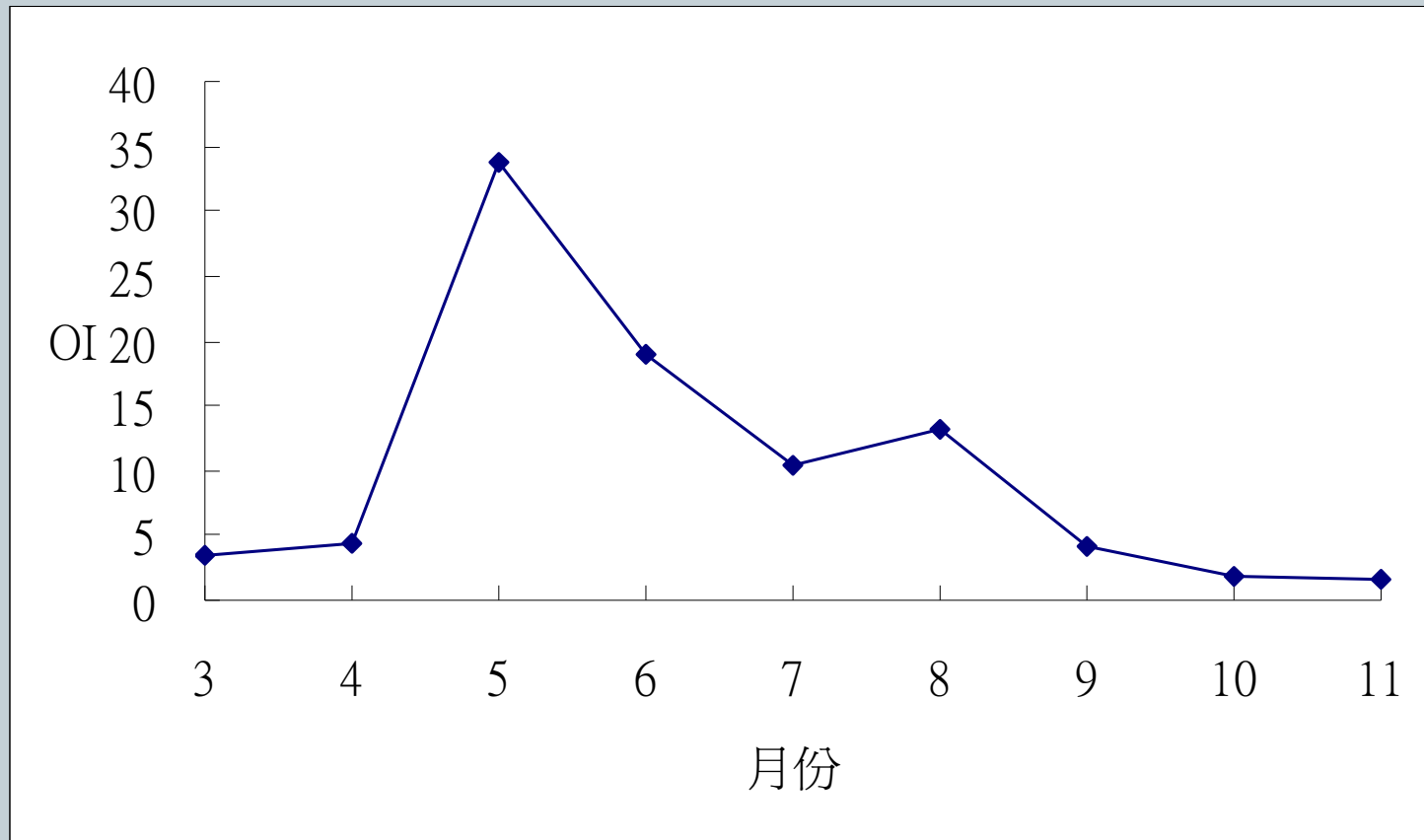
- 奇萊與磐石山區水鹿活動模式



結果一水鹿棲地利用與活動模式



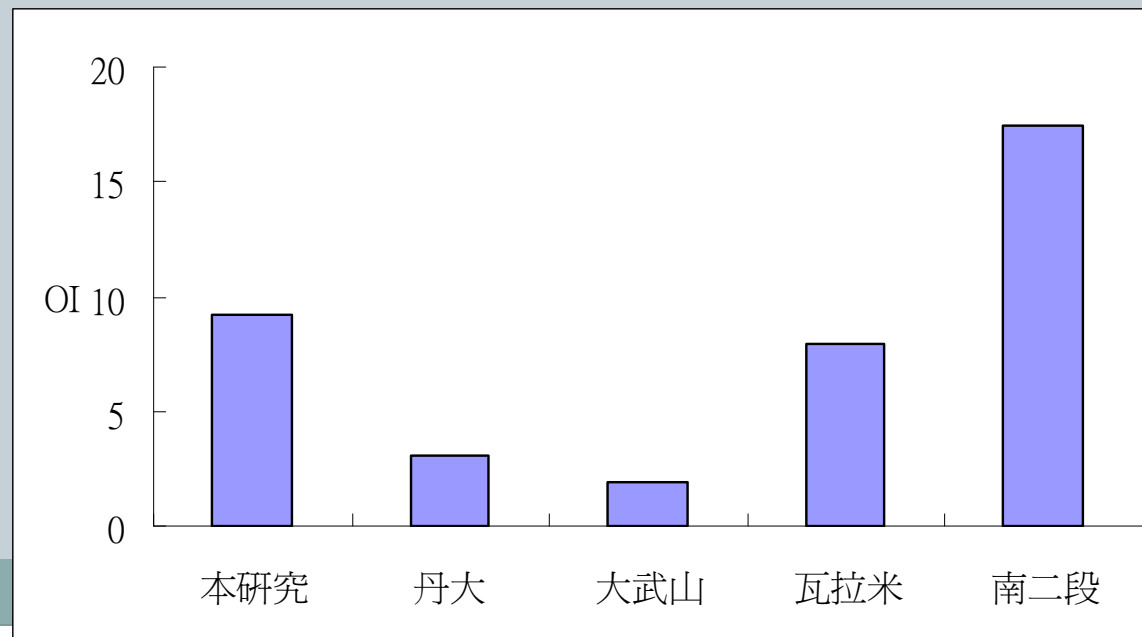
- 奇萊與磐石山區水鹿OI值月變化



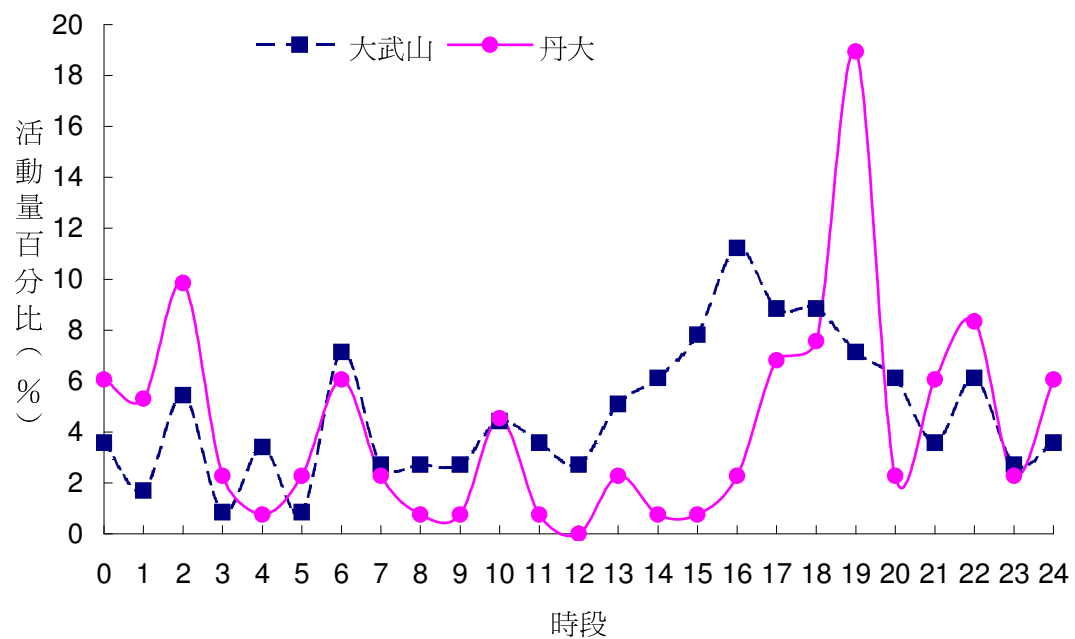
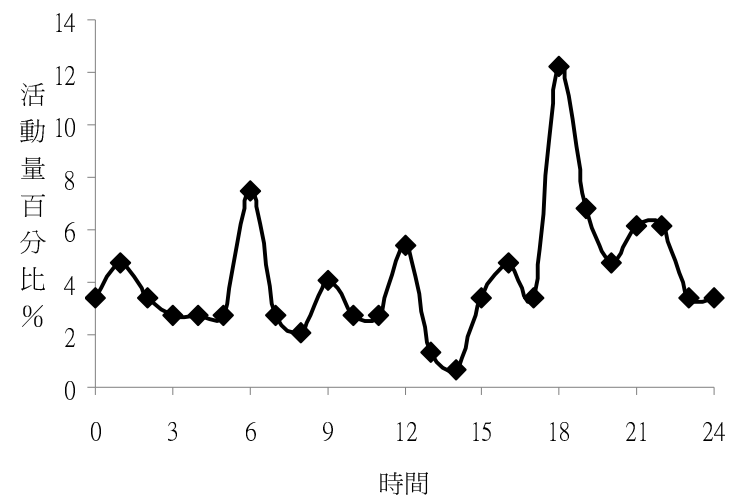
討論—水鹿棲地利用與活動模式



- 森林與草原均為水鹿生存所必須使用之環境
- 數位相機工作時數明顯較長，能得到更多照片資料，但不會影響OI值



討論－水鹿棲地利用與活動模式



(王等，2004。裴及姜，2002)

討論—水鹿棲地利用與活動模式

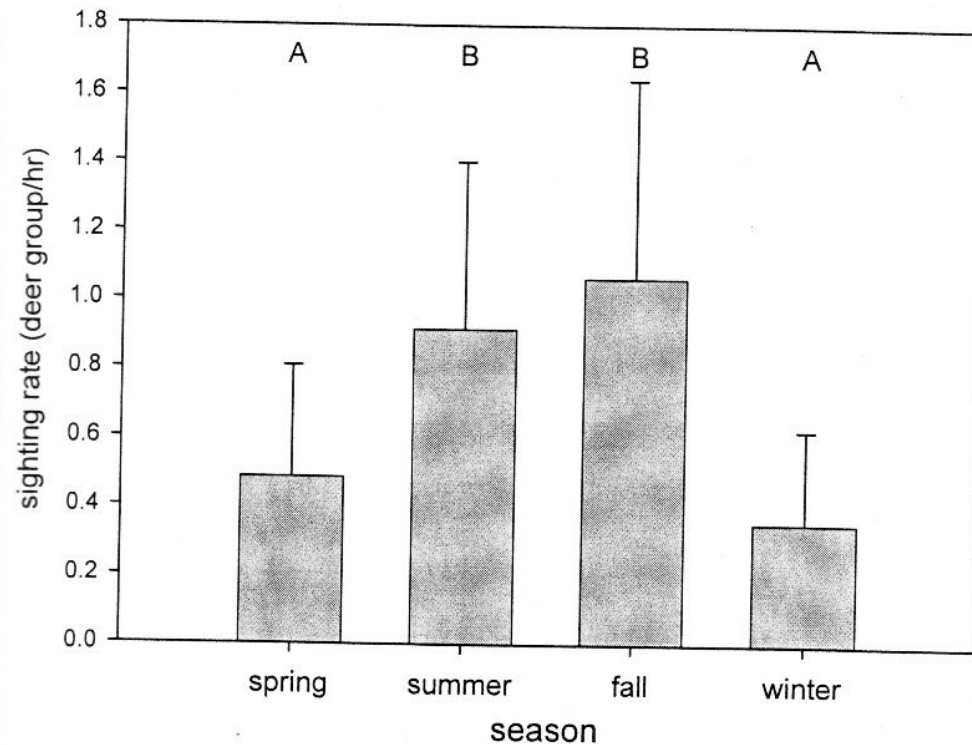
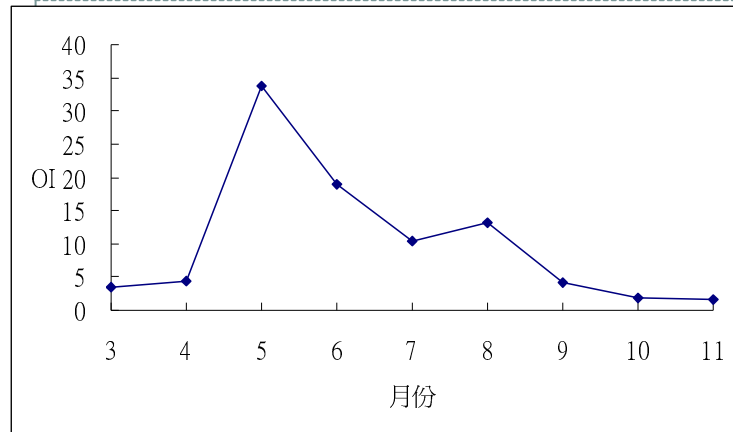


圖 4. 磐石山區高地草原台灣水鹿目擊率（每小時目擊水鹿群數）之季節變化。上方英文字母相同者表示彼此無顯著差異，字母不同者為彼此有顯著差異（郭，2005）

材料與方法－野生水鹿之捕捉與追蹤



材料與方法—野生水鹿之捕捉與追蹤

操作流程



1. 麻醉
2. 綑綁四肢、解開網子
3. 注射抗緊迫藥物
dexamethasone
4. 秤重
5. 抽取10cc血液
6. 設置項圈發報器
7. 測量頸圍、肩高、體長
8. 注射辨識晶片
9. 注射解劑Yohimbine
10. 解開繩索原地釋放

材料與方法－野生水鹿之捕捉與追蹤



- GPS項圈每小時定位一次，以Tellus RCD-04 UHF接收器下載定位資料
- 無線電項圈以三角定位法定位，於制高點接收項圈之VHF訊號，記錄訊號之方位角，再以ArcGIS 9.2繪製定位點並進行後續分析。



結果－野生水鹿之捕捉與追蹤

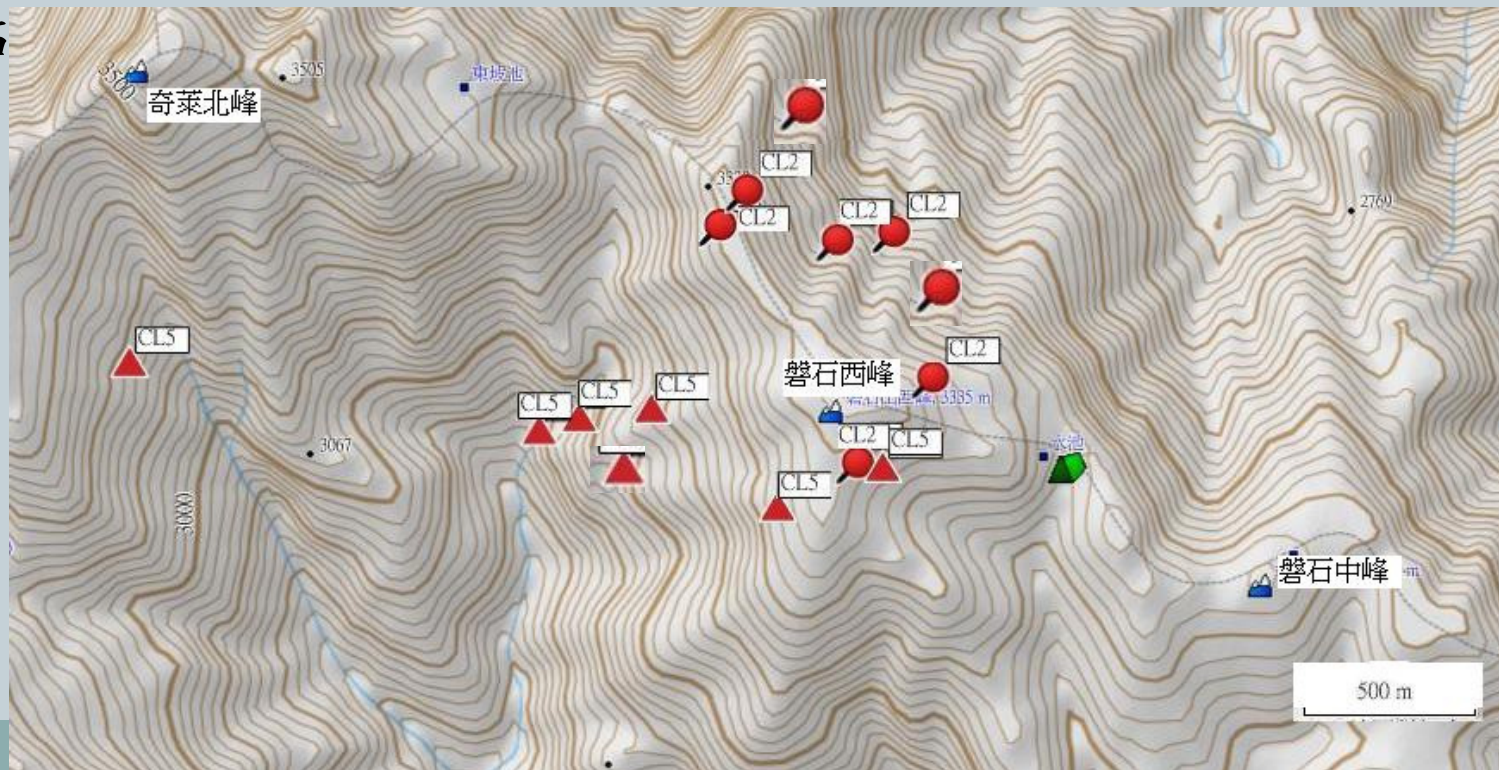


- 2009年7月捕捉3隻雄鹿1隻雌鹿
- 2009年12月捕捉1隻雌鹿

編號	性別	無線電 頻率	晶片號 碼	體重 (kg)	體長 (cm)	肩高 (cm)	頸圍 (cm)
CL1	雄	165.400	2529		150	100	65
CL3	雄	165.100	2445	119	123	90	72
CL5	雄	165.282	2441	120	140	90	73
CL2	雌	165.221	2447	54.5	120	80	40
CL4	雌	165.100		83	138	80	45

結果－野生水鹿之捕捉與追蹤

- 7月使用之GPS項圈斷裂脫落，9月拾回，12月重新安裝其中一個。因此尚無足夠資料進行分析
- 無線電項圈共執行7個工作天，分別得到7、8個有效定位點



討論－野生水鹿之捕捉與追蹤



- 過去水鹿體重資料則多由養鹿場得來，雄性約150kg，雌性約80kg。本研究提供最新之野生水鹿形值資料，顯示其體重輕於養鹿場個體，可能與食物資源與生活環境有關
- 樣區遙遠氣候條件不佳，且水鹿活動範圍大，無線電追蹤困難度極高，建議未來全面使用GPS項圈，並擴大樣本數進行研究
- 項圈追蹤資料可進行多種研究分析，例如：
 1. 活動模式
 2. 棲地選擇模式
 3. 季節性遷徙
 4. 移動距離、活動範圍的變化
 5. 群聚關係、婚配制度
 6. 數量估算
 7. 不同物種間之棲地競爭

