

太魯閣國家公園高山生態系--台灣水鹿 棲地使用之研究（一）

太魯閣國家公園管理處委託研究報告

中華民國九十七年十二月

PG9701-0446

097301020400G1002

太魯閣國家公園高山生態系--台灣水鹿 棲地使用之研究（一）

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、廖家宏、葉建緯

太魯閣國家公園管理處委託研究報告

中華民國 97 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
第一節 文獻回顧.....	1
第二節 預期目標.....	3
第二章 材料與方法.....	5
第一節 研究地區.....	5
第二節 研究方法.....	6
第三章 結果.....	13
第四章 討論.....	35
第五章 建議事項.....	41
附錄一 期中報告問題及建議之回覆.....	43
附錄二 期中報告會議記錄.....	45
附錄三 期末報告會議記錄.....	47
參考書目.....	49

表次

表 2-1	太魯閣國家公園水鹿調查樣線之分布概況.....	10
表 2-2	太魯閣國家公園紅外線自動相機架設地點及環境.....	11
表 3-1	太魯閣國家公園樣線 A、B 哺乳動物痕跡數量之分布.....	18
表 3-2	太魯閣國家公園樣線 C 哺乳動物痕跡數量之分布.....	18
表 3-3	太魯閣國家公園樣線 D 哺乳動物痕跡數量之分布.....	18
表 3-4	太魯閣國家公園樣線 E 哺乳動物痕跡數量之分布.....	19
表 3-5	太魯閣國家公園樣線 G 哺乳動物痕跡數量之分布.....	19
表 3-6	太魯閣國家公園樣線 H 哺乳動物痕跡數量之分布.....	19
表 3-7	太魯閣國家公園樣線 I 哺乳動物痕跡數量之分布.....	20
表 3-8	太魯閣國家公園樣線 J 哺乳動物痕跡數量之分布.....	20
表 3-9	太魯閣國家公園樣線 K 哺乳動物痕跡數量之分布.....	20
表 3-10	太魯閣國家公園樣線 L 哺乳動物痕跡數量之分布.....	21
表 3-11	太魯閣國家公園樣線 M 哺乳動物痕跡數量之分布.....	21
表 3-12	太魯閣國家公園樣線 N 哺乳動物痕跡數量之分布.....	22
表 3-13	太魯閣國家公園樣線 O 哺乳動物痕跡數量之分布.....	22
表 3-14	太魯閣國家公園樣線 P 哺乳動物痕跡數量之分布.....	23
表 3-15	太魯閣國家公園各樣線哺乳動物痕跡相對數量比較.....	23
表 3-16	太魯閣國家公園自動相機拍攝動物次數與頻度(OI 值).....	24
表 3-17	太魯閣國家公園不同環境水鹿痕跡相對數量之比較.....	24
表 3-18	太魯閣國家公園奇萊與磐石山區歷年申請入園人數表.....	25

圖次

圖 2-1 太魯閣國家公園調查樣線分布圖.....	12
圖 2-2 太魯閣國家公園紅外線自動相機架設位置圖.....	12
圖 3-1 太魯閣國家公園穿越線調查水鹿痕跡分布圖.....	25
圖 3-2 太魯閣國家公園穿越線調查山羊痕跡分布圖.....	26
圖 3-3 太魯閣國家公園穿越線調查山羌痕跡分布圖.....	27
圖 3-4 太魯閣國家公園穿越線調查山豬痕跡分布圖.....	28
圖 3-5 太魯閣國家公園穿越線調查獼猴痕跡分布圖.....	29
圖 3-6 太魯閣國家公園穿越線調查黃鼠狼痕跡分布圖.....	30
圖 3-7 太魯閣國家公園穿越線調查黃喉貂痕跡分布圖.....	31
圖 3-8 太魯閣國家公園穿越線調查黑熊痕跡分布圖.....	32
圖 3-9 太魯閣國家公園穿越線調查中大型哺乳動物相對痕跡數量.....	32
圖 3-10 太魯閣國家公園自動相機拍攝水鹿出現頻度.....	33
圖 3-11 太魯閣國家公園自動相機拍攝山羌出現頻度.....	33
圖 3-12 太魯閣國家公園水鹿分布預測圖.....	34

摘要

關鍵詞：水鹿、分布、棲地使用、棲地預測模式、人為干擾

一. 研究緣起

了解動物對其棲地環境的使用方式，為進行保育工作的重要關鍵。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、相對豐度、棲地環境的偏好、環境因子與棲地選擇之關聯、及人為干擾對其分布與行為的影響。

二. 研究方法及過程

本研究於 2008 年在太魯閣國家公園進行，以穿越線調查普查園區內水鹿分布情形與相對數量，並配合紅外線自動相機，分析其對棲息環境之偏好，再利用地理資訊系統與基因演算法(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，另外並評估人為干擾對水鹿分布與行為之影響，作為未來經營管理之參考。

三. 重要發現與建議

在南湖山區及其鄰近山區、耳無溪流域、奇萊山區與磐石山區均有穩定水鹿族群，合歡山區則除瀧奧山一帶外並未發現水鹿。水鹿痕跡密度於草坡與溪流環境最高(9.52 次/公里、3.32 次/公里)，而草坡與針葉林交界的地區也是水鹿經常使用的環境，GARP 運算結果顯示 NDVI 值(normalized difference vegetation index，植生指標)、與道路距離、土地利用型、坡度四個因子所架構的預測模式可產生可靠的水鹿分布預測圖，小奇萊至黑水塘山屋一帶是未來水鹿擴散的可能區域，也可作為人為重新引入的候選地點。評估狩獵壓力與遊憩壓力結果推測水鹿主要分布在狩獵壓力低的地區，而遊憩壓力可能影響了水鹿對人類之行為反應，但對水鹿分布之影響不如狩獵壓力之重。

因目前調查區域未能涵蓋到太魯閣國家公園全境，且自動相機之架設數量與工作時數尚嫌不足，建議未來可繼續至未調查區域進行調查，增設自動相機探討

水鹿對環境的選擇情形，此外並可利用 GPS 項圈深入研究水鹿之棲地使用、活動範圍、與季節性遷徙情形，以對水鹿之生態習性有更完整之了解，作為未來國家公園經營管理的依據。

Abstract

Keywords: sambar deer, distribution, habitat use, predictive habitat model, human disturbance

We studied the distribution, relative abundance, habitat preference, the relationship between environmental factors and habitat selection, and human disturbance of Formosan sambar deer (*Cervus unicolor swinhoei*) in Taroko National Park in 2008. Line transects and scouting cameras were used to study the distribution, relative abundance, and habitat preference 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 and behavior of sambar deer were also documented to set up the basis of future management plan. The results showed that Sambar deer distributed mainly in Mt. Nanhu, Erwu river basin, Mt. Chilai, Mt. Panshih, and Mt. Longao. The two highest densities of signs of sambar deer were found in arrow bamboo grassland (9.52number/km) and riverbank (3.32number/km) habitat through line transect study. In addition, the ecotone between arrow bamboo grassland and coniferous forest was also a preferred habitat through camera survey. A reliable predictive habitat model could be generated by these factors including normalized difference vegetation index (NDVI), distance to road, land use types, and slope through GARP. The model predicted that Little Chilai is a potential site for sambar deer to disperse or for future reintroduction. After estimating the effects of human disturbance, we suggested that the tourism pressure may affect the sambar deer's behavior, and the hunting pressure affect the sambar deer's distribution. To extend our study area and to gather in depth information on sambar deer's behavior and habitat use for better and future management plan, we suggest setting more scouting cameras and using GPS collars to study deer's behavior, habitat use, home range, and movement.

第一章 前言

第一節 文獻回顧

水鹿 (samabr deer, *Cervus unicolor*) 在分類上屬偶蹄目 (Artiodactyla) 鹿科 (Cervidae) 鹿屬 (*Cervus*) 的反芻類 (ruminant) 哺乳動物。早期依形態特徵和地理分布將之細分為16個亞種 (Whitehead, 1972)，後來又有研究者依照染色體特徵和外表型態將其區分為5個亞種 (Groves & Grubb, 1987)，然而無論如何區分亞種的分類地位，分布於台灣的水鹿 (*Cervus unicolor swinhoei*) 皆屬於台灣特有亞種。水鹿廣泛分布於生物地理分區中的東洋區 (oriental region)，包括亞洲大陸的印度半島、中南半島各國和中國東南部，以及島嶼型的斯里蘭卡、菲律賓、南洋群島、婆羅洲、印尼、海南島和台灣等東南亞各國。本種的印度亞種 (*C. u. niger*) 曾被引進澳洲、紐西蘭 (Whitehead, 1972) 和美國 (Lewis *et al.*, 1990) 等地圈養或野放，目前族群狀況穩定。

目前對其他水鹿亞種的基本習性 (盛等, 1992; Geist, 1998; Schaller, 1967)、區域分布現況 (Ohtaishi & Gao, 1990; Khan, 1995)、食性 (Shea, 1986; Shea *et al.*, 1990; Padmalal *et al.*, 2003)、棲地利用方式 (Ngampongsai, 1987; Flynn *et al.*, 1990; Porwal *et al.*, 1996)、生態區位 (Bagchi *et al.*, 2003)、社群數量和結構 (de Silva, 1999; Khan *et al.*, 1995)、族群密度 (Khan *et al.*, 1996; Mercey & Jayaraman, 1999; Jathanna *et al.*, 2003)、磨樹影響 (Khan *et al.*, 1994)、嗅覺溝通 (Mary & Balakrishnan, 1984)、鹿角週期 (Acharjyo, 1983; Mishra & Wemmer, 1987; Shea *et al.*, 1990) 等基礎生態資料已有初步瞭解，但其中許多研究是針對引進至美國的水鹿 (e.g. Shea, 1986; Flynn *et al.*, 1990; Shea *et al.*, 1990)，在水鹿原產國的研究仍然極少，相對於歐美各國對溫帶鹿種 (例如白尾鹿 *Odocoileus virginianus* 和紅鹿 *C. ephalus*) 的深入研究，科學界對於源自熱帶地區的水鹿生態瞭解仍屬有限。以台灣水鹿而言，目前對圈養個體所進行的研究，多是生理學方面的研究，例如東海大學畜牧系針對野外復育的需求，對圈養台灣水鹿生理學

及營養學進行探討（楊及姜，1989）；野外的研究則除族群估算（于等，1989；李及林，2004）、食性（李及林，2003）、自動相機推估之活動模式（王等，2003；王等，2004a；裴及姜，2002）、日間行為（郭，2005）之外，多限於地區性的分布調查（例如：于等，1989；王等，2003b）。

水鹿是東南亞地區體型最大的鹿科動物（Schaller, 1967），台灣水鹿可能因島嶼矮化（island dwarf：Geist, 1998），體型較在亞洲大陸生存的亞種為小（盛等，1992），但仍是台灣野外現存體型最大的哺乳動物之一。台灣水鹿通常以晨昏為主要活動時間（王等，2003；王等，2004a；裴及姜，2002），水鹿經常單獨行動，雌鹿與幼鹿也常會組成2－4隻的小社群，偶爾也有雄鹿的單身漢群（李及林，2003；郭，2005），社群的組成也可能與季節有關，例如每年9－11月發情期常可看到雄鹿與雌鹿共同行動（李及林，2003）。前人研究顯示國外低海拔地區野生水鹿的年活動範圍雄鹿為460 ha，雌鹿為200 ha，而季活動範圍除春季超過100 ha外，其餘三季多在100 ha以內（Flynn, *et al.* 1990），中、高海拔地區為台灣水鹿主要的棲地環境，其對棲地使用的方式與策略可能與低海拔地區有所不同，對此尚待進一步研究。

林及林（1983）認為狩獵壓力和棲息地的破壞，使得中大型哺乳動物的分布越來越侷限在高山地區，目前水鹿基礎生態的研究仍嫌不足，而台灣山區地形險峻，山區野生動物的調查相當困難，可能增加經營管理此一野生動物資源的難度。近年在太魯閣國家公園所進行之研究計畫中，僅有部分動物相調查收集到水鹿分布資料（e.g. 吳等，2004；裴，2000），但除郭（2005）對水鹿之日間行為進行詳細觀察外，尚未有其他更深入之研究。因此本計畫目的為普查太魯閣國家公園境內水鹿分布情形與相對數量，並深入探討其棲地使用偏好，嘗試建立水鹿的棲地預測模式，並選定奇萊山區與磐石區進行深入研究，了解不同人為干擾壓力是否會影響水鹿的行為與棲地選擇，作為未來經營管理的依據。

第二節 預期目標

1. 了解太魯閣國家公園水鹿分布與相對族群豐度。
2. 了解太魯閣國家公園水鹿棲地利用方式。
3. 預測太魯閣國家公園水鹿分布情形。
4. 進行太魯閣國家公園水鹿復育棲地評估。
5. 了解太魯閣國家公園水鹿所受之人為干擾壓力。

第二章 材料與方法

第一節 研究地區

太魯閣國家公園座落於花蓮、臺中及南投三縣。其範圍以立霧溪峽谷、中部橫貫公路沿線及其周圍山區為主，包括合歡群峰、奇萊連峰、奇萊東稜、南湖中央尖山連峰、清水斷崖、立霧溪流域及三棧溪流域等地區，總面積約 920 平方公里。本研究於太魯閣全區進行研究調查，其中以合歡山區、奇萊連峰、磐石山區為重點調查區域，進行長期之監測：

壹、合歡山區

合歡山區位於太魯閣國家公園西方邊際，為中央山脈北段向西轉折為 C 型山稜，擁有合歡主峰、東峰、北合歡山、西合歡山和石門山等百岳名山，又有中部橫貫公路霧社支線南北貫穿，車流交通頻繁，為一般遊客進行觀光遊憩和輕裝健行的地區。當地森林主要構成之樹種為冷杉，林線以上的植物概為玉山箭竹為主的草本及灌叢植物，形成大面積的穩定高地草原。

貳、奇萊連峰

奇萊連峰從合歡山區松雪樓登山口進入，途經黑水塘，來到位於濁水溪上源的成功山屋，向東往上攀升至稜線即為奇萊連峰主稜，為中央山脈北段典型的南北縱貫走向。奇萊連峰位於太魯閣國家公園西南方邊際，擁有奇萊主山、奇萊南峰、奇萊北峰百岳名山，以及著名的卡羅樓斷崖等。主要森林構成樹種為冷杉，超越林線以上的植物概為玉山箭竹為主的高地植物，並有裸露的天然崩塌地。

參、磐石山區

經奇萊連峰之路線上攀至奇萊北峰後繼續往東前進，抵達磐石西峰、磐石中峰、磐石山等地，稱為磐石山區，續往東則可至太魯閣大山、立霧主山等百岳名山，岳界稱作奇萊東稜，路途遙遠難行，為較高難度之登山路線。磐石山區主要森林構成樹種為冷杉，並鑲嵌台灣二葉松和高山杜鵑等木本植物，超越森林邊線

以上的植物概為玉山箭竹為主的高地植物，和合歡山區的植群組成相似，形成穩定的大面積高地草原。

第二節 研究方法

壹、水鹿空間分布與相對豐度

一、穿越線調查

穿越線調查選擇腹地較廣、具有水源等水鹿可能分布的地點，依現場道路、地形狀況訂定樣線。穿越線調查過程，目擊水鹿或遇到任何一種水鹿的痕跡（排遺、足跡、磨痕、食痕、鹿角、屍體）均予以記錄，以每單位距離發現的水鹿痕跡次數為單位（王等，2004a），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。

本研究在合歡山區設置 7 條樣線(樣線 A、B、C、D、E、F、G)，長度由 0.7 至 2.9 km 不等(表 2-1、圖 2-1)，樣線 A 由合歡山莊旁進入往合歡溪上源一帶，樣線 B 由特有生物中心高海拔試驗站後方下切至合歡溪，樣線 A、B 因環境相似、位置相近合併分析，樣線 C 為屏風山登山步道，樣線 D 為瀧奧山登山路線，樣線 E 由華岡進入沿合歡溪行進，樣線 F 在合歡尖山往合歡主峰之路徑上，樣線 G 為合歡北峰登山路線下碧池。樣線 A、C 於 3、4、6 月各進行一次調查，樣線 B、D 於 4、6、8 月各進行一次調查，樣線 E、F 於 3 月進行一次調查，樣線 G 於 8 月進行一次調查；奇萊山區設置 2 條樣線，其中樣線 H 為松雪樓登山口至奇萊主稜的登山路徑，長度約 5.7 km，樣線 I 為奇萊主稜上之登山路徑，由奇萊主山登山口至奇萊北峰，長度約 3.5 km，此兩條樣線於 6、7、9、10 月各進行一次調查；磐石山區設置樣線 J 及樣線 K，樣線 J 為奇萊北峰至磐石山的登山路徑，長度約 7.3 km，於 6、7、9、10 月各進行一次調查，樣線 K 為磐石中峰往南至甜

甜園谷地路線，鮮有登山客行走，長度約 3.2 km，於 9、10 月各進行一次調查；奇萊東稜設置樣線 L，由磐石山起沿奇萊東稜登山路徑到中橫岳王亭止，長度約 28.0 km；畢祿羊頭連峰設置樣線 M，為畢羊縱走登山路徑，長度約 14.3 km，於 8 月進行一次調查；北二段設置樣線 N，由 730 林道進入分別往門山、遠多志山、耳無溪及米米拉喜溪等地，長度約 24.1 km，於 8 月進行一次調查；於北一段設置樣線 O，沿北一段登山路徑行至南湖南峰及陶塞峰折返，長度約 22.3 km，於 8 月進行一次調查；於大濁水南溪設置樣線 P，為經波浪山溯大濁水南溪登南湖南峰路線，長度約 13.2 km，於 7 月進行一次調查。除以上樣線外，亦利用另一進行中之研究計畫“陶塞河流域中大型哺乳動物族群監測模式研究”所獲得之陶塞河流域穿越線調查資料進行分析。

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，2004a）。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），因此本研究擬在森林、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分布的情形。目前因器材功能問題尚無法應用於草原環境，因此目前先以森林、森林草原交界兩種環境進行比較。

本研究目前共設置 10 台傳統紅外線自動相機，其中 5 台在合歡山區樣線 A、B、C、D 上(表 2-2、圖 2-2)，3 台在奇萊山區樣線 G、H 上，2 台在磐石山區樣線 I 上。其中相機甲、庚、辛、壬、癸環境為針葉林靠近箭竹草坡處，相機乙、丙、丁、戊、己則位在森林中。

貳、水鹿棲地利用與分布預測

將穿越線調查各樣線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，推估水鹿可能喜好的棲息環境。

將穿越線調查到之水鹿及其他大型哺乳動物定位資料輸入地理資訊系統軟體 ArcGIS 9.2 建檔，使用 1 ha 的網格，分析各定位點之環境因子，探討環境因子與水鹿分布的關係。環境因子共有 7 個，分別為：海拔、坡度、坡向、植生指標 (normalized difference vegetation index, NDVI)、土地利用型、與最近道路距離、與最近水源距離，其中海拔、坡度、坡向可由數值地形模型(digital terrain model)分析得到，植生指標由衛星拍攝之影像進行分析，其值在-1 至+1 間，值越大代表該地點綠色植物數量越多，土地利用型將環境分為 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，與道路距離及與水源距離則利用 ArcGIS 軟體進行計算。

利用軟體 Desktop GARP 進行基因演算法(genetic algorithm for rule-set prediction)之運算，分析 185 筆水鹿痕跡之定位資料及上述七項環境因子之關聯，建構太魯閣國家公園水鹿分布預測圖。

以特異度(Specificity)和 Kappa 值評估預測模式的正確性：

$$\text{Specificity} = \frac{A}{A+C}$$

$$\text{Kappa} = \frac{(A+B+C+D)*(A+D) - [(A+B)*(A+C)+(C+D)*(B+D)]}{(A+B+C+D)^2 - [(A+B)*(A+C)+(C+D)*(B+D)]}$$

A 為預測有出現且實際有出現，B 為預測有出現但實際未出現(false negatives)，C 為預測未出現但實際有出現(false positives)，D 為預測未出現且實際亦未出現。Specificity 值越高代表模式對實際出現地點之預測正確性越高，Kappa 值超過 0.75 表示模式預測能力極高，0.40-0.75 代表預測能力佳，小於 0.40 代表預測能力很差(Landis and Koch, 1977)

參、人為干擾之影響

本研究將人為干擾分為狩獵壓力與遊憩壓力兩部分。為了解當地狩獵情況，對在當地工作之居民進行訪查，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，並探討其狩獵方式與壓力大小，提供對狩獵管制與未來經營管理的參考。

為了解遊客對動物造成的影響以及目擊水鹿的情形，收集登山記錄以及奇萊、磐石山區申請入園人數相關資料，了解遊客目擊水鹿的位置分布、各區遊憩壓力大小、及遊客行為對動物造成的影響。

在調查過程記錄目擊水鹿與研究人員之最近距離，以 t-test 比較奇萊與磐石兩區水鹿對人類適應程度之差異，為避免目測距離之誤差，亦將距離分為 3 個等級進行比較，等級 1 為 0 – 10 m，表示水鹿極不畏人，等級 2 為 11 – 30 m，表示水鹿會對人類保持一定的警戒與距離，等級 3 為 > 30 m，表示水鹿遇到人類便遠遠避開。

樣線 I、J、K 位置相近環境亦類似，但樣線 I 為熱門登山路線，登山人數多，樣線 J 雖為傳統登山路線但登山人數相對較少，而樣線 K 為少有人跡之處，因此比較此三樣線痕跡相對數量，以了解不同遊憩壓力是否會影響水鹿的族群密度。

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
A ^a	合歡溪上游	277157 2671241	277706 2671467	0.7	箭竹草坡、針葉林
B ^a	合歡溪上游	277513 2673376	277934 2673765	0.9	箭竹草坡、針葉林
C	屏風山步道	280782 2675242	282248 2673949	2.9	針闊葉混淆林
D	瀧奧山步道	276889 2668752	278542 2667472	2.4	箭竹草坡、針葉林
E	華岡合歡溪 步道	273427 2673794	274622 2673193	2.0	溪流，針闊葉混淆 林
F	近合歡主峰	277747 2671178	276996 2671350	1.1	箭竹草坡
G	合歡北峰	278428 2673523	277838 2675312	1.5	箭竹草坡、針葉林
H	松雪樓至奇 萊主稜	278378 2670726	282358 2667403	5.7	箭竹草坡、針葉 林、杜鵑林
I	奇萊主稜	281782 2665967	283170 2668373	3.5	箭竹草坡
J	磐石山區	283170 2668373	288625 2666878	7.3	箭竹草坡、針葉林
K	甜甜圈谷地	286799 2666890	287108 2666866	3.2	箭竹草坡、針葉 林、溪流
L	奇萊東稜	288625 2666878	301436 2674897	28.0	針葉林、箭竹、針 闊混淆林
M	畢祿羊頭	280539 2675506	288232 2676873	14.3	針葉林、箭竹、針 闊混淆林
N	北二段	280935 2687451	287252 2689692	24.1	箭竹、針闊混淆 林、闊葉林、溪流
O	北一段	284877 2698616	293451 2693968	22.3	針葉林、箭竹、針 闊混淆林
P	大濁水南溪	299368 2685824	294008 2695534	13.2	闊葉林、溪流

a 樣線 A、B 因環境與位置相近合併分析

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	樣線及 鄰近地標	座標	海拔 (m)	林相	環境、地形	設置 日期
相機甲	樣線 A 合歡主峰	277706 2671467	3099	箭竹、針葉林	小溪溝邊、 陡坡	3/19
相機乙	樣線 B 合歡溪	277934 2673765	2859	杜鵑、箭竹、 針葉林	溪流邊、陡坡	4/22
相機丙	樣線 C 屏風山步 道	282249 2673949	1969	針闊葉混淆 林	近登山步 道、緩坡	4/23
相機丁	樣線 D 瀧奧山	278542 2667473	2744	箭竹、針葉林	由步道下切 150m、緩坡	4/24
相機戊	樣線 D 咖啡池	278210 2667529	2811	箭竹、針葉林	近登山步 道、平緩	8/14
相機己	樣線 G 成功山屋	281303 2668009	2810	針闊葉混淆 林	沿溪下 300 m、溪岸平台	7/24
相機庚	樣線 H 奇萊山屋	282532 2667093	3256	箭竹、針葉林	山屋下切 250m、緩坡	9/5
相機辛	樣線 H 奇萊主山	281783 2665967	3326	箭竹、針葉林	由步道下切 30m、陡坡	7/24
相機壬	樣線 I 磐石西峰	285333 2667339	3289	箭竹、針葉林	驚嘆池下切 100m、緩坡	7/25
相機癸	樣線 I 磐石中峰	287554 2666707	3151	箭竹、針葉林	近登山步 道、平緩	9/6

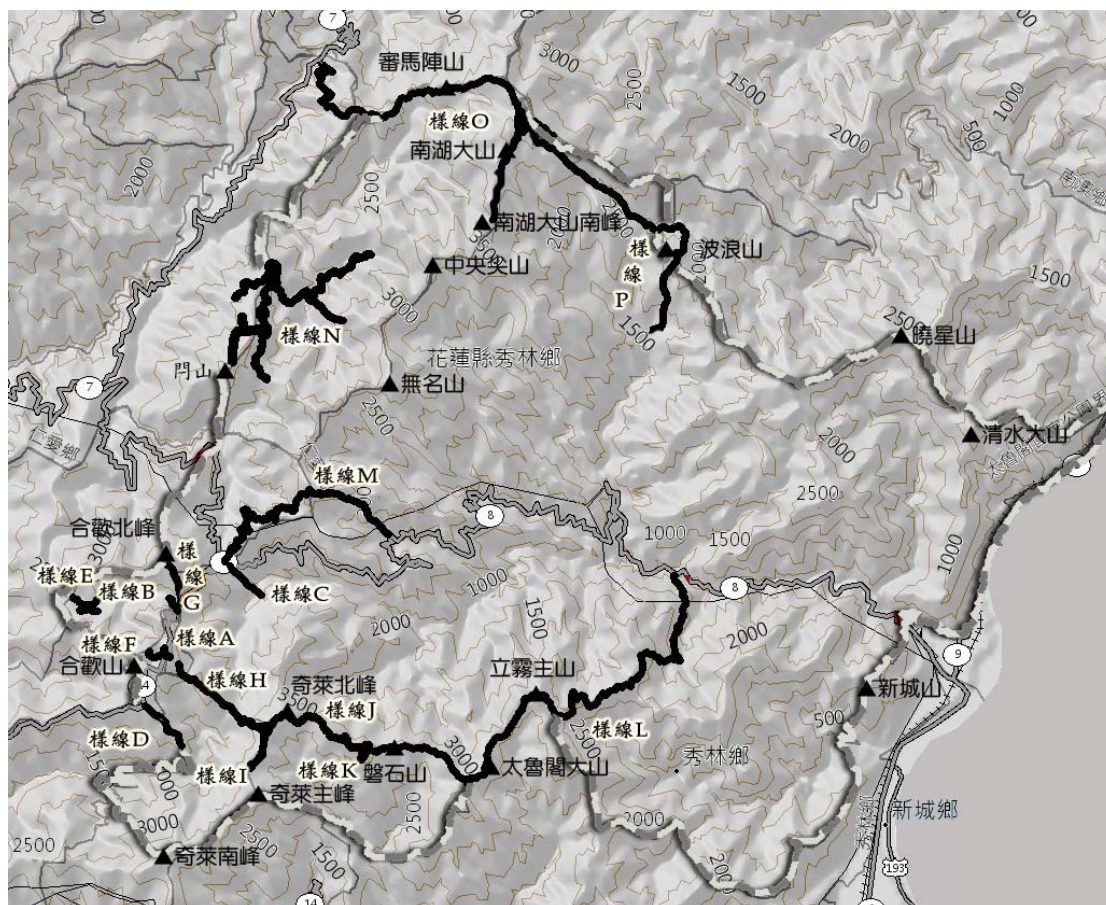


圖 2-1 太魯閣國家公園調查樣線分布圖



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

壹、水鹿空間分布與相對豐度

一. 穿越線調查結果

目前在合歡山區共劃設 7 條樣線 A、B、C、D、E、F、G(表 2-1、圖 2-1)。結果顯示樣線 A、B 以山羌痕跡的數量較高，記錄到山羌排遺($n=5$)與腳印($n=2$)，亦發現山羊及山豬痕跡各 1 次，但沒有任何水鹿蹤跡(表 3-1)；樣線 C 上亦無水鹿的記錄，以山羊痕跡最多($n=18$)，山羌痕跡次之($n=10$)，另有獼猴($n=5$)及山豬($n=1$)之痕跡，該區具有大量裸子植物，亦記錄到松鼠啃食過後的松果以及疑似松鼠於樹洞內儲藏食物的痕跡($n=3$)(表 3-2)；樣線 D 為合歡山區唯一發現水鹿的地方，共發現 11 處水鹿排遺及 1 處磨痕，也發現水鹿臥於箭竹叢中形成一較平坦的休息處所，山羌則是本區發現痕跡數量最多的動物($n=29$)(表 3-3)；樣線 E 上，則發現有山羊($n=6$)及獼猴($n=1$)活動的痕跡 (表 3-4)；樣線 F 上未發現任何動物痕跡；樣線 G 上發現 1 處黃鼠狼排遺 (表 3-5)。

奇萊山區的樣線 H 調查結果發現 3 處水鹿腳印，均位於成功山屋附近溪流邊，此區動物痕跡以山羊最多，共記錄 36 處痕跡包括目擊 2 隻個體，此外亦有不少黃鼠狼排遺($n=27$)，由登山口至成功一號堡之間痕跡較少，成功一號堡過後往奇萊北峰的路上發現大量山羊排遺(表 3-6)；樣線 I 共記錄 125 處水鹿痕跡，其中包括目擊水鹿 9 隻次，地點在奇萊山屋及靠近奇萊主山登山口一帶箭竹草坡上，另外亦發現不少山羊痕跡($n=30$)(表 3-7)。

磐石山區的樣線 J 調查結果共記錄到 110 處水鹿痕跡，其中包括目擊水鹿 39 隻次 (表 3-8)，磐石西峰前驚嘆號水池營地固定常有水鹿活動，此外則有獼猴 ($n=21$)、黃鼠狼($n=15$)等痕跡；樣線 K 上共記錄 162 處水鹿痕跡，其中包括目擊水鹿 5 隻次 (表 3-9)，地點均在靠近溪流或水池的箭竹草坡上。

其他地區則進行了樣線 L、M、N、O、P，樣線 L 發現 1 處水鹿排遺，地點靠近磐石山區，其他動物痕跡以獼猴($n = 77$)、山羌($n = 75$)、山羊($n = 41$)較多(表 3-10)；樣線 M 未發現任何水鹿痕跡，動物痕跡以獼猴($n = 24$)及山羌($n = 12$)最多(表 3-11)；樣線 N 共發現 45 處水鹿痕跡，絕大多數($n = 42$)均在耳無溪及米米拉喜溪的河岸上發現，此外有較多的山羌($n = 143$)、獼猴($n = 65$)、山羊($n = 42$)痕跡被記錄(表 3-12)；樣線 O 共記錄 106 處水鹿痕跡，此外以山羊($n = 98$)、山羌($n = 55$)、獼猴($n = 42$)較多(表 3-13)；樣線 P 共記錄 9 筆水鹿痕跡，其中包括 4 筆目擊記錄，動物痕跡則以山羊較多($n = 14$)(表 3-14)。

以單位里程發現水鹿痕跡的數量推測水鹿分布(圖 3-1)與相對數量，結果顯示水鹿存在於合歡山區，但侷限瀧奧山一帶(1.8 次/公里)(表 3-15)，此處為較不受人為干擾並靠近奇萊山區的區域。在奇萊山區的調查，成功山屋有少量水鹿痕跡(0.1 次/公里)，可能是奇萊山區水鹿分布最靠近公路的地點，奇萊主稜上則發現密度較高之水鹿痕跡(8.3 次/公里)，顯示此區應有穩定水鹿族群。在磐石山區的調查，樣線 J 亦有密度較高之水鹿痕跡(7.0 次/公里)，在驚嘆號池及月形池均有水鹿經常出沒，而偏離傳統登山路線的樣線 K 為本研究水鹿密度最高的地區(34.5 次/公里)。樣線 N(1.7 次/公里)、樣線 O(4.8 次/公里)與樣線 P(0.7 次/公里)也應有穩定之水鹿族群存在。

調查結果顯示山羌(圖 3-2)、山羊(圖 3-3)與獼猴(圖 3-4)為太魯閣國家公園分布較廣的物種，山豬主要分布在中海拔山區(圖 3-5)，黃鼠狼主要分布在高海拔山區(圖 3-6)，另外亦調查到較稀有之黃喉貂(圖 3-7)與黑熊(圖 3-8)痕跡。

將所有樣線之調查結果合併後比較各中大型哺乳動物之相對豐度，結果顯示太魯閣國家公園境內水鹿之相對豐度最高(6.6 次/公里)(圖 3-9)，此外相對豐度較高的是山羌(1.9 次/公里)、山羊(1.6 次/公里)、獼猴(1.2 次/公里)。

二. 紅外線自動相機拍攝結果

合歡山區共有 5 台相機甲、乙、丙、丁、戊(表 2-2、圖 2-2)，相機甲工作時數為 521 時，未記錄到中大型哺乳動物(表 3-16)；相機乙未拍攝到動物照片；相機丙工作時數為 465 時，拍攝到中大型哺乳類山羊 1 張($OI = 2.15$)、山羌 9 張($OI = 19.35$)、獼猴 3 張($OI = 6.45$)；相機丁未拍攝到任何照片；相機戊工作時數 373 時，拍攝到中大型哺乳類山羌 7 張($OI = 18.77$)、獼猴 1 張($OI = 2.68$)、鼬獾 1 張($OI = 2.68$)；此區 5 台相機均未拍攝到水鹿。奇萊山區共有 3 台相機己、庚、辛，相機己工作 641 時，拍攝到山羌 6 張($OI = 9.36$)、山羊 3 張($OI = 4.68$)、黃鼠狼 3 張($OI = 4.68$)；相機庚工作 375 時，拍攝到 5 張水鹿($OI = 13.33$)與 2 張山羌($OI = 5.33$)；相機辛工作 742 時，拍攝到 2 張水鹿($OI = 2.70$)、4 張山羊($OI = 5.39$)、2 張山羌($OI = 2.70$)、2 張白面鼬鼠($OI = 2.70$)及 1 張山豬($OI = 1.35$)。磐石山區共有 2 台相機壬、癸，相機壬工作 424 時，拍攝到 1 張水鹿($OI = 2.36$)與 1 張黃鼠狼($OI = 2.36$)；相機癸工作 845 時，拍攝到水鹿 5 張($OI = 5.92$)，另有獼猴 3 張($OI = 3.55$)、山羌 1 張($OI = 1.18$)、黃鼠狼 1 張($OI = 1.18$)

分析各時段所拍攝到的水鹿($n = 13$)及山羌($n = 27$)照片數量，水鹿在 18 - 19 時活動頻度最高($n = 6$)(圖 3-10)，22 - 8 時亦時有活動，而 9 - 15 時的日間時段均未發現水鹿活動。山羌則明顯在晨昏有兩個活動高峰(圖 3-11)，10 - 13 時正午前亦偶有活動

貳、水鹿棲地利用

比較穿越線調查中不同環境下之水鹿痕跡相對數量顯示，箭竹草坡的水鹿痕跡相對數量最高(9.52 次/公里)(表 3-17)，且因視野開闊，目擊率亦最高(1.04 次/公里)，溪流環境之痕跡相對數量則次之(3.32 次/公里)，針葉林(0.49 次/公里)與針闊葉混淆林(0.32 次/公里)再次之，闊葉林則最低(0.19 次/公里)，顯示水鹿經常利用箭竹草坡與溪流環境。

架設之 10 台相機中有 4 台拍攝到水鹿，分別是相機庚、辛、壬、癸，架設地點之環境均為針葉林靠近箭竹草坡處，顯示針葉林與草坡交界處為水鹿常使用之棲地環境。

GARP 運算結果顯示 NDVI 值(植生指標)、與道路距離、土地利用型、坡度四個因子所架構的模式正確性最高，其 specificity 為 0.75，Kappa 值為 0.67，此模式顯示水鹿偏好棲息環境為 1.NDVI 值高，2.與道路距離較遠，3.針葉林、箭竹草生地最佳，針闊葉混淆林次之，4.坡度較緩之地點(圖 3-12)，分布預測圖顯示太魯閣國家公園北部(北一段鄰近山區及北二段西部山區)及西南部(奇萊、磐石山區)有較大的範圍適合水鹿生存，而中橫公路沿線大多為不適合水鹿生存之地點，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，這些地區可以作為重新引入水鹿的評估地點。

叁、人為干擾之影響

關於穿越線調查所發現之狩獵痕跡，在屏風山發現一處廢棄獵寮及三處生火痕跡，並於廢棄獵寮附近發現三處已損壞的吊腳陷阱，顯示此處可能仍有狩獵壓力。對當地工作人員訪查得知，屏風山一帶的確常有人進去設置陷阱，巡山員定期會進入屏風山步道及觀雲山莊後方步道拆除陷阱，此外華崗往合歡溪一帶亦常有人進行狩獵活動。在北二段發現三處獵寮，並在耳無溪營地前發現一處陷阱，陷阱旁有完整的山羌白骨，而在 730 林道上亦發現白面鼫鼠屍體一具，頭上有彈孔，顯示北二段仍時有狩獵行為發生。

在北一段訪問一名常在此區工作的研究人員及一名時常在南湖山區活動的登山愛好者，其中一人表示此區仍時有狩獵行為，遠離步道可發現許多鐵夾陷阱，另一人則表示先前常目擊動物出沒，但在 2008 年 6、7 月間該區進行步道里程碑整修工程後，感到動物數量減少很多，懷疑 6、7 月這段時間可能有大量的

狩獵活動發生。

2005 年至今奇萊山區與磐石山區登山記錄共 59 篇，有 16 篇記錄中提及目擊水鹿，共 18 次目擊記錄，其中有 3 次在奇萊主峰附近目擊，1 次在奇萊山屋附近目擊，5 次在月形池目擊，6 次在磐石西峰附近目擊，3 次在磐石中峰附近目擊，此結果顯示月型池及磐石西峰、中峰一帶目前常有水鹿出沒，且記錄中提到水鹿頗不畏人，甚至同行流浪狗對其吠叫其亦無躲避動作，代表此區應久無狩獵壓力；而奇萊主峰與北峰稜線附近亦有水鹿分布，但記錄中未提到水鹿之行為。

根據太魯閣國家公園入園申請資料統計，由 2005 年 9 月至 2008 年 6 月申請進入奇萊主北線人次為 12,609 人，申請進入奇萊東稜線人次則為 1,106 人(表 3-18)，且奇萊東稜線於 2007 年 9 月已封閉，據登山記錄僅少數人進入，至 2008 年 11 月才正式開放，奇萊山區(樣線 I)之登山客人數為磐石山區(樣線 J)10 倍以上，遊憩壓力明顯較大；但登山客人數增加可能間接降低了狩獵壓力，此區目前未調查到狩獵痕跡，當地居民於訪查時亦表示目前無人進入奇萊山區狩獵。

以 t-test 比較奇萊($n = 8$)與磐石($n = 41$)兩區水鹿與人之最靠近距離，結果顯示兩區水鹿與人類最近距離未達顯著差異($p = 0.058$)，但若以等級區分再使用 t-test 比較，奇萊之最近距離顯著遠於磐石之最近距離($p < 0.001$)。

比較樣線 I(遊憩壓力較大)、J 樣線(遊憩壓力較小)、樣線 K(遊憩壓力極小)之水鹿相對數量，樣線 I(8.3 次/公里)與樣線 J(7.0 次/公里)痕跡相對數量相近，但樣線 J($n = 39$)之水鹿實際目擊數量高出樣線 I($n = 9$)許多，而樣線 K 之水鹿痕跡相對數量高於前兩處(34.5 次/公里)，目擊數量則為 5 次。

表 3-1 太魯閣國家公園樣線 A、B 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						1
山羌			5	2						7
山豬			1							1
黃鼠狼				1						1
合計			6	4						10

表 3-2 太魯閣國家公園樣線 C 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			11	4		2	1			18
山羌		6	3	1						10
山豬				1						1
獼猴		1	1			3				5
松鼠						3 ^a				3
合計		7	15	6		8	1			36

a: 其中一處疑似松鼠之儲食處

表 3-3 太魯閣國家公園樣線 D 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			12				1		1	14
山羌		3	25	1						29
山豬					7					7
獼猴			1			1				2
鼠類	1					5				6
合計	1	3	38	1	7	6	1	0	1	58

表 3-4 太魯閣國家公園樣線 E 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	摩痕	屍骸	休息處所	合計
山羊			1	4			1			6
獼猴				1						1
合計			1	5			1			7

表 3-5 太魯閣國家公園樣線 G 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	摩痕	屍骸	休息處所	合計
黃鼠狼			1							1
合計			1							1

表 3-6 太魯閣國家公園樣線 H 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	摩痕	屍骸	休息處所	合計
水鹿				3						3
山羊	2		30	4						36
山羌		2	6	1						9
山豬					1					1
獼猴			5			1				6
鼠類			13							13
黃鼠狼			27							27
白面鼯鼠		4								4
合計	2	6	81	5	1	1				99

表 3-7 太魯閣國家公園樣線 I 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	摩痕	屍骸	休息處所	合計
水鹿	9	1	33	79			3			125
山羊			16	14						30
鼠類	1									1
黃鼠狼	1		10							11
合計	11	1	59	93			3			167

表 3-8 太魯閣國家公園樣線 J 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	摩痕	屍骸	休息處所	合計
水鹿	39	7	14	45			5			110
山羊			1	2			1			4
山羌		1	1							2
獼猴			5			16				21
黃鼠狼			15							15
黃喉貂		2								2
黑熊		1								1
合計	39	11	36	47	0	16	6	0	0	155

表 3-9 太魯閣國家公園樣線 K 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	摩痕	屍骸	休息處所	合計
水鹿	5	2	134	19			1	1		162
山羊			2	3						5
獼猴	1		2							3
合計	6	2	138	22			1	1		170

表 3-10 太魯閣國家公園樣線 L 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	摩痕	屍骸	休息處所	合計
水鹿			1							1
山羊			39	1			1			41
山羌	4	14	44	12			1			75
山豬				2	11					13
獼猴		1	28			48				77
鼠類			1							1
黃鼠狼			2							2
黑熊			1							1
白面鼯鼠		2								2
合計	4	17	116	15	11	48	2	0	0	213

表 3-11 太魯閣國家公園樣線 M 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	摩痕	屍骸	休息處所	合計
山羊				3			2			5
山羌		9					3			12
山豬			1		1					2
獼猴			11			13				24
松鼠			1							1
鼠類			1							1
黃鼠狼			5							5
合計		9	19	3	1	13	5	0	0	50

表 3-12 太魯閣國家公園樣線 N 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	摩痕	屍骸	休息處所	合計
水鹿			10	22		5	8			45
山羊	1	1	15	24			1			42
山羌	3	21	86	27			3	3		143
山豬			2	5	4					11
獼猴	7	1	53	2		2				65
松鼠						8				8
鼠類			5							5
黃鼠狼			33							33
黃喉貂			11							11
黑熊				3			2			5
白面鼯鼠		3								3
大赤鼯鼠		1								1
合計	11	27	215	83	4	15	14	3	0	372

表 3-13 太魯閣國家公園樣線 O 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	摩痕	屍骸	休息處所	合計
水鹿	2		65	30			5			102
山羊		1	77	13			7			98
山羌		40	1	13		1				55
山豬			3		7					10
獼猴	9	9	23			1				42
黃鼠狼	5		22	1						28
黃喉貂	1		2							3
黑熊			1				1			2
白面鼯鼠	1		1							2
合計	18	50	195	57	7	2	13	0	0	342

表 3-14 太魯閣國家公園樣線 P 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	摩痕	屍骸	休息處所	合計
水鹿	4	1	2	1				1		9
山羊	3		9	1				1		14
山羌	4	4								8
山豬					1					1
獼猴		1	1					1		3
合計	11	6	12	2	1	0	0	3	0	35

表 3-15 太魯閣國家公園各樣線哺乳動物痕跡相對數量比較(次數/公里)

動物	AB	C	D	E	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
水鹿			1.8			0.1	8.3	7.0	34.5	0.1		1.7	4.8	0.7
山羊	0.2	2.1		3.0		1.7	2.0	0.3	1.0	1.5	0.3	1.6	4.4	1.1
山羌	1.5	1.1	3.8			0.4		0.1		2.7	0.8	5.3	2.5	0.6
山豬	0.2	0.1	0.9			0.1				0.5	0.1	0.4	0.4	0.2
獼猴		0.6	0.3	0.5		0.3		1.3	0.6	2.8	1.7	2.4	1.9	0.2
松鼠		0.2									0.1	0.3		
鼠類			0.8			0.6	0.1			0.1	0.1	0.2		
黃鼠狼	0.2				0.7	1.3	0.7	1.0		0.1	0.3	1.2	1.3	
黃喉貂								0.1				0.4	0.1	
黑熊								0.1		0.1		0.2	0.1	
白面鼯鼠						0.2				0.1		0.1	0.1	
大赤鼯鼠												0.1		
合計	2.1	4.1	7.6	3.5	0.7	4.7	11.1	9.9	36.1	8.0	3.4	13.9	15.6	2.8

表 3-16 太魯閣國家公園自動相機拍攝動物次數與頻度(OI 值)

相機	甲	丙	戊	己	庚	辛	壬	癸
水鹿 有效隻數					5	2	1	5
OI 值					13.33	2.70	2.36	5.92
山羊 有效隻數		1		3		4		
OI 值		2.15		4.68		5.39		
山羌 有效隻數		9	7	6	2	2		1
OI 值		19.35	18.77	9.36	5.33	2.70		1.18
山豬 有效隻數						1		
OI 值						1.35		
獼猴 有效隻數		3	1					3
OI 值		6.45	2.68					3.55
鼬獾 有效隻數			1					
OI 值			2.68					
黃鼠 有效隻數				3			1	1
狼 OI 值				4.68			2.36	1.18
白面 有效隻數						2		
鼫鼠 OI 值						2.70		
鼠類 有效隻數	1	3		1			5	
OI 值	1.78	6.45		1.56			11.79	
鳥類 有效隻數	3	7	1	7		2	2	1
OI 值	5.76	15.05	2.68	9.36		2.70	4.72	1.18

表 3-17 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	10.6			0.09	0.09					0.19
針闊葉 混淆林	44				0.07	0.09	0.14		0.02	0.32
溪流	18.4	0.22	0.05	0.98	1.68		0.33	0.05		3.32
合計	175.5	0.34	0.06	1.66	1.12	0.02	0.14	0.01	0.03	3.39

表 3-18 太魯閣國家公園奇萊與磐石山區歷年申請入園人數表

年份	奇萊主北 (人次)	奇萊東稜 ^a (人次)
2005 ^b	1979	194
2006	4699	638
2007	3971	274
2008 ^c	1960	0
合計	12609	1106

a: 奇萊東稜登山路線需經過磐石山區

b: 資料為 9 月份至 12 月份

c: 資料為 1 月份至 6 月份

(資料來源 太魯閣國家公園管理處)

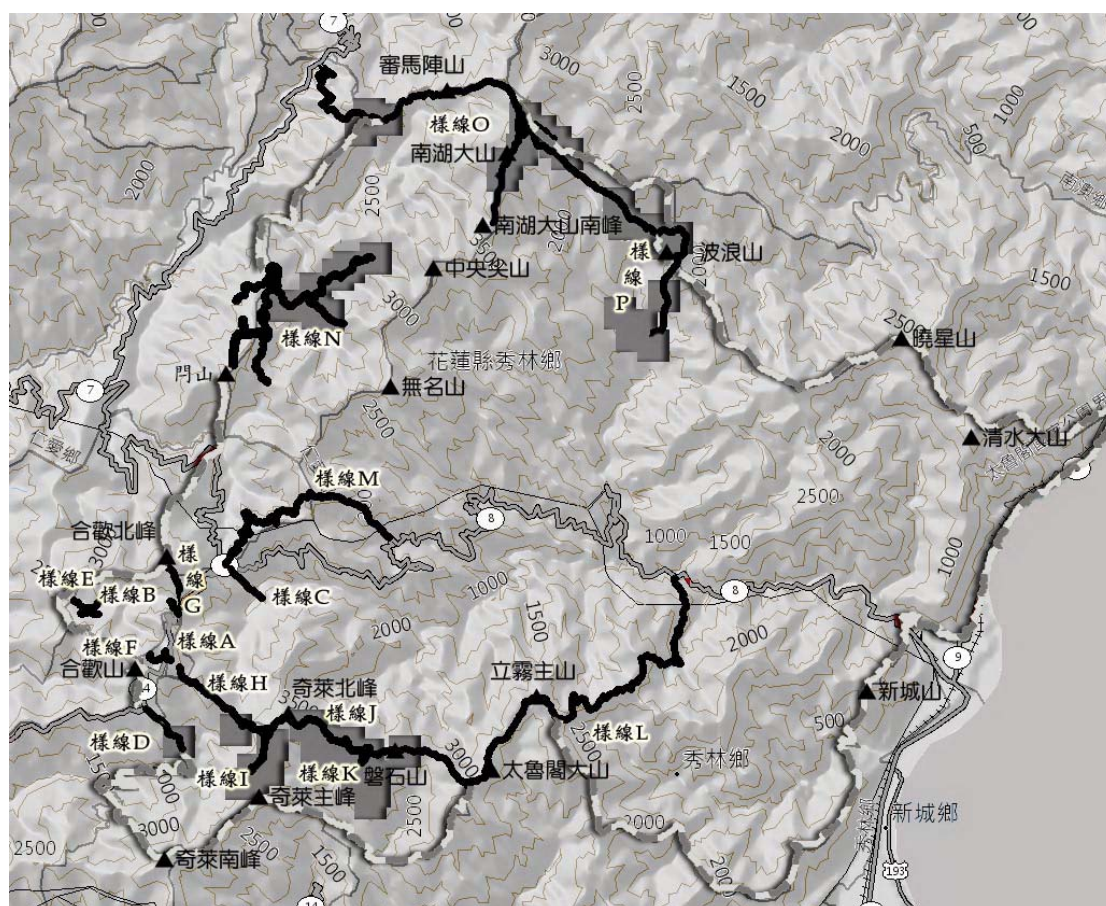


圖 3-1 太魯閣國家公園穿越線調查水鹿痕跡分布圖

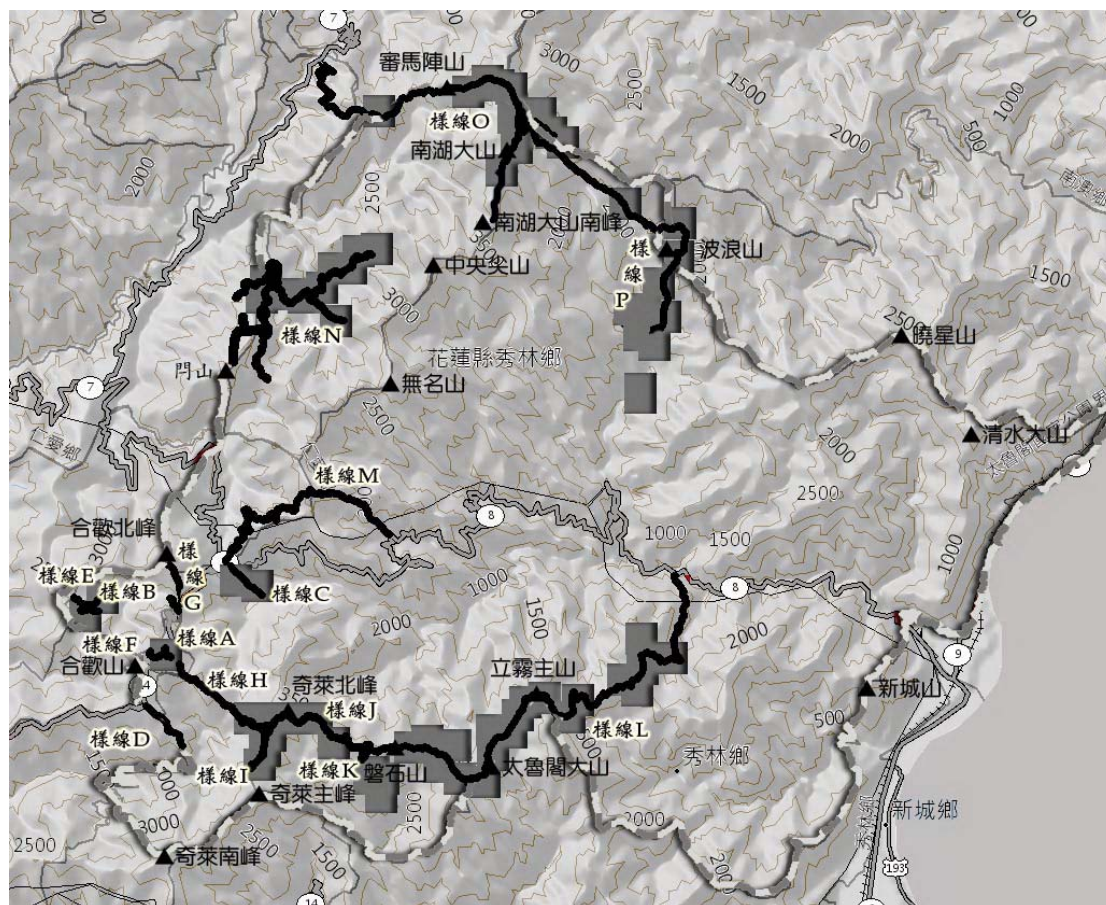


圖 3-2 太魯閣國家公園穿越線調查山羊痕跡分布圖

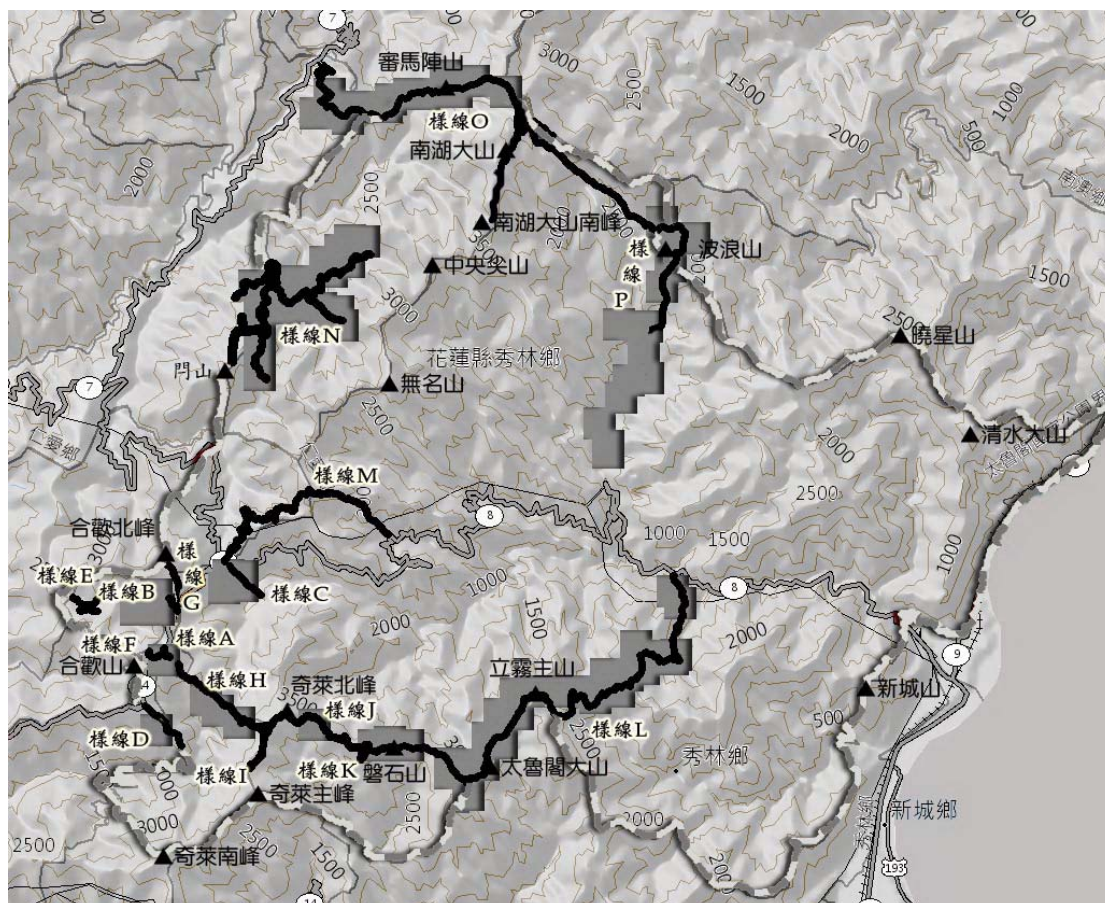


圖 3-3 太魯閣國家公園穿越線調查山羌痕跡分布圖

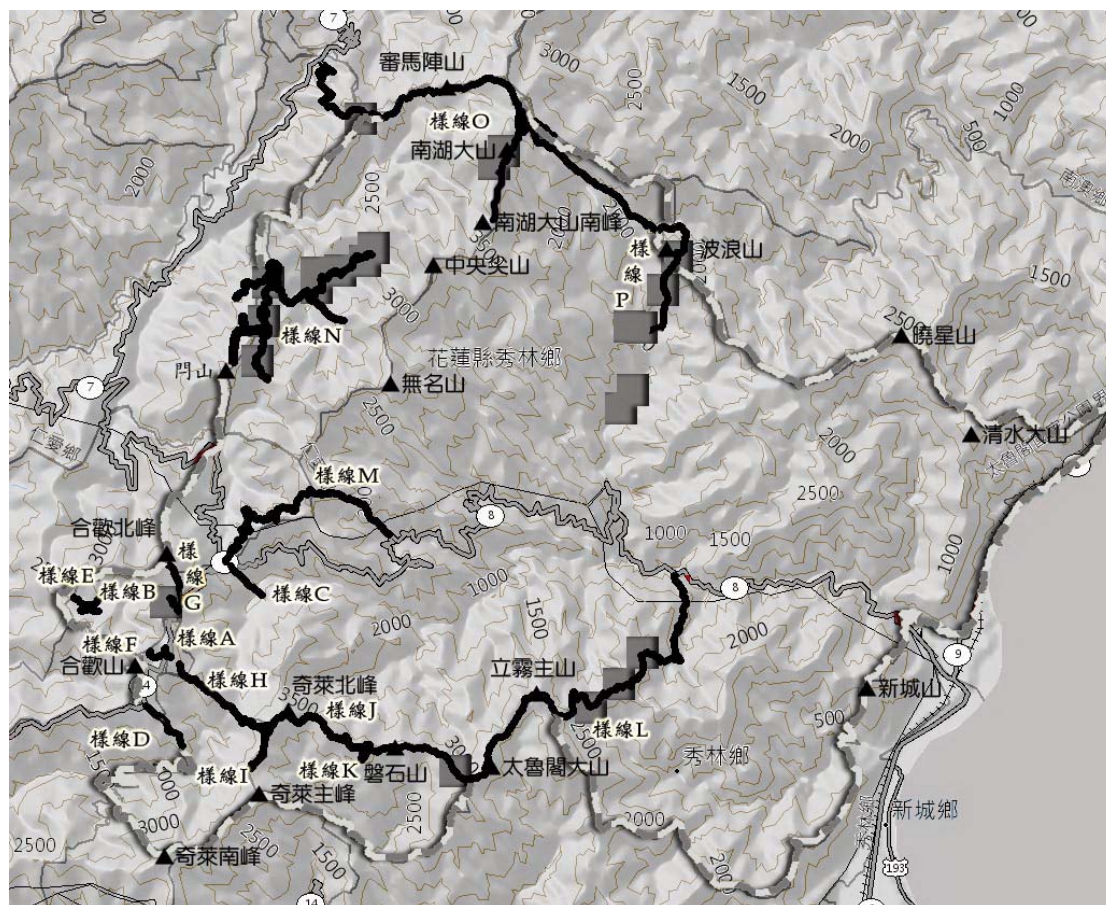


圖 3-4 太魯閣國家公園穿越線調查山豬痕跡分布圖

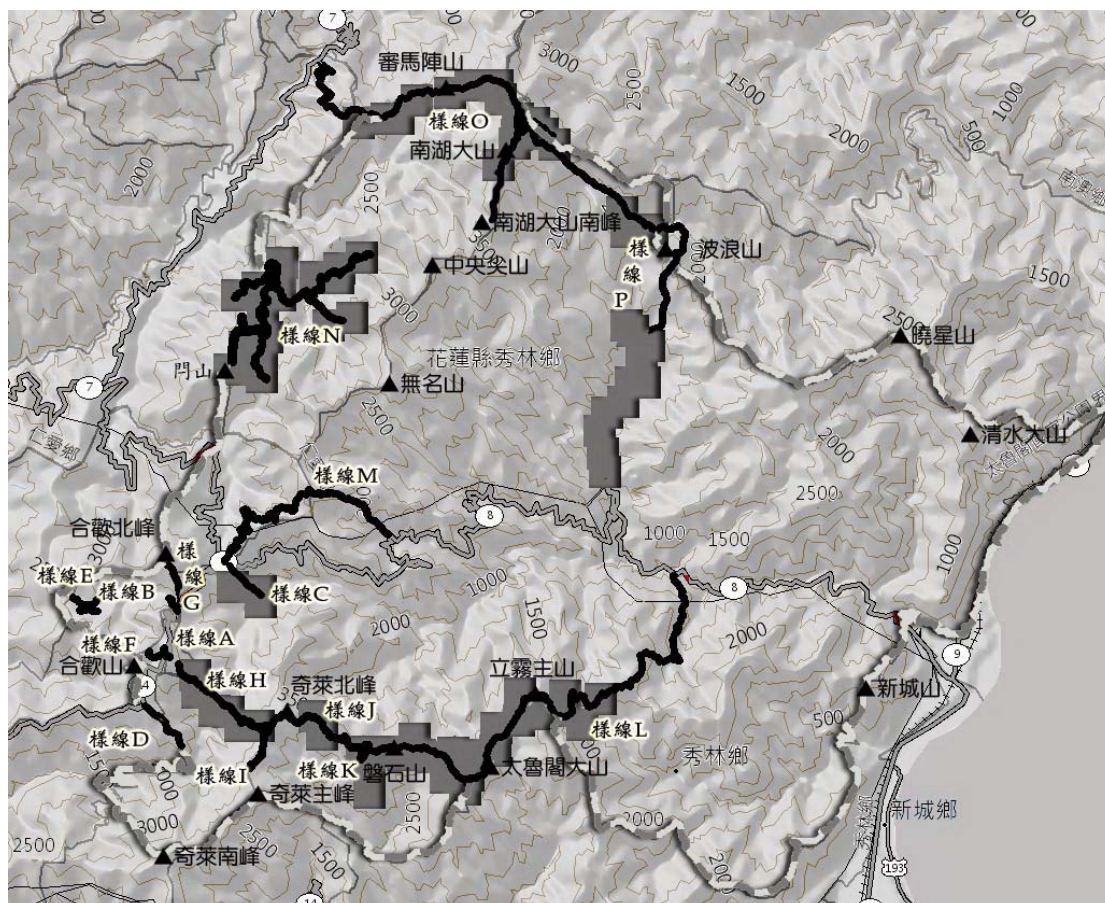


圖 3-5 太魯閣國家公園穿越線調查獼猴痕跡分布圖

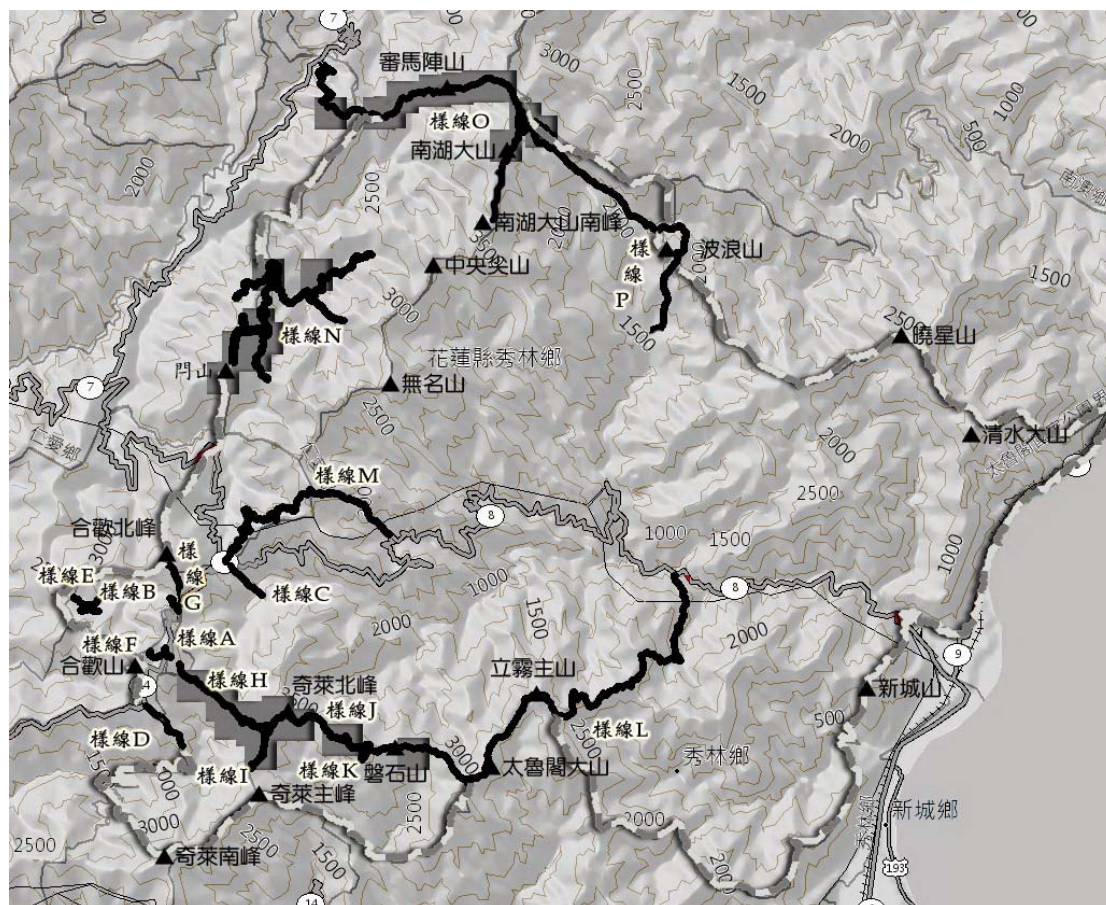


圖 3-6 太魯閣國家公園穿越線調查黃鼠狼痕跡分布圖

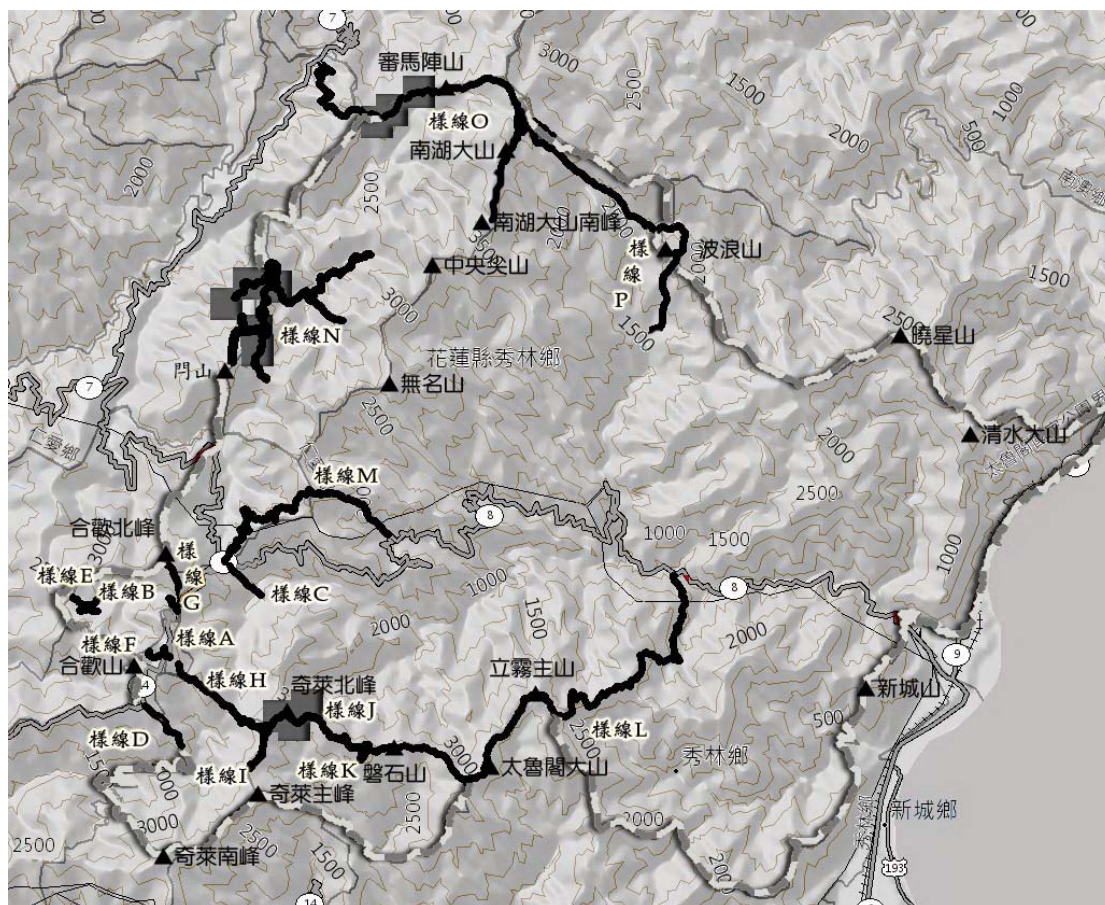


圖 3-7 太魯閣國家公園穿越線調查黃喉貂痕跡分布圖

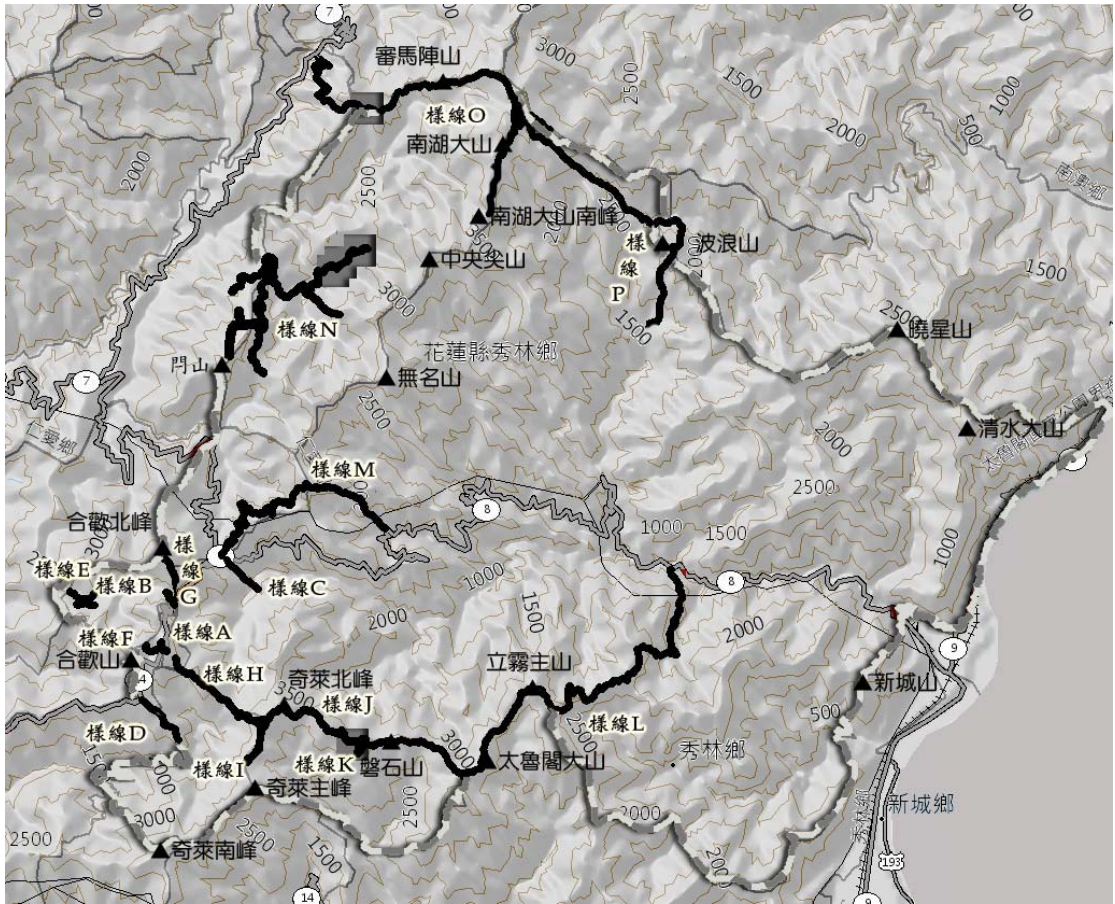


圖 3-8 太魯閣國家公園穿越線調查黑熊痕跡分布圖

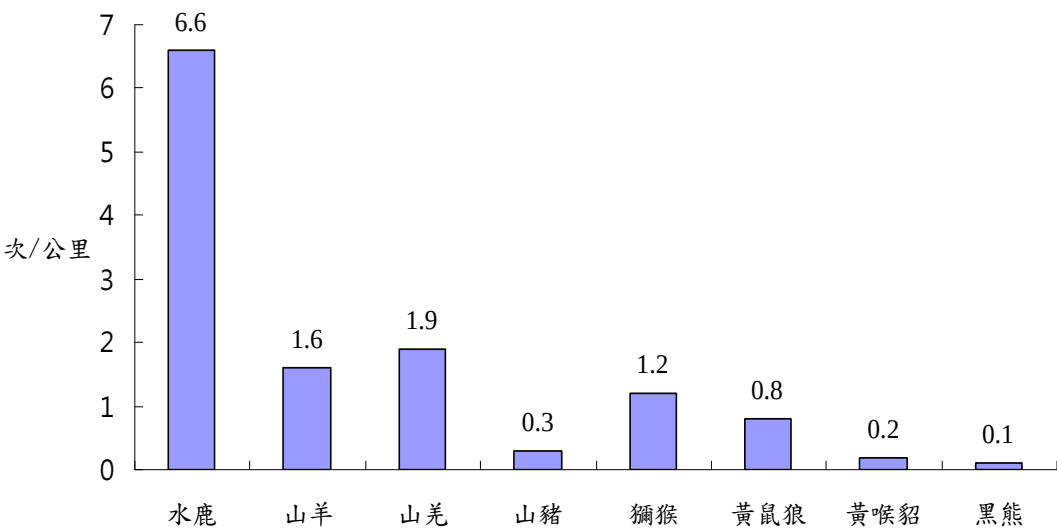


圖 3-9 太魯閣國家公園穿越線調查中大型哺乳動物相對痕跡數量

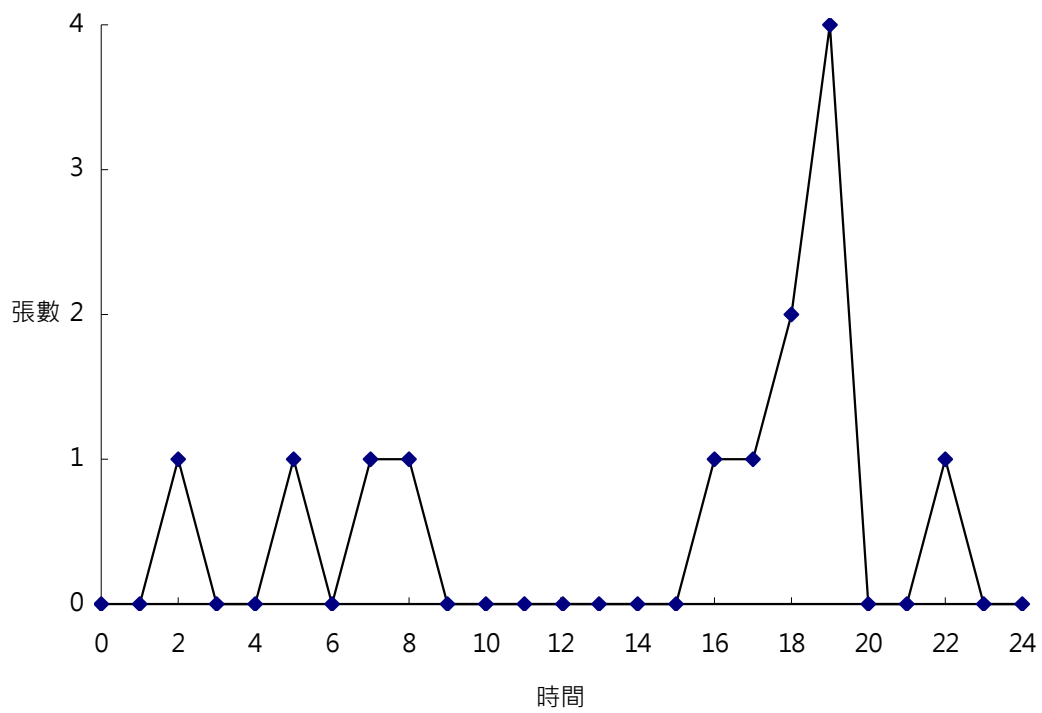


圖 3-10 太魯閣國家公園自動相機拍攝水鹿出現頻度

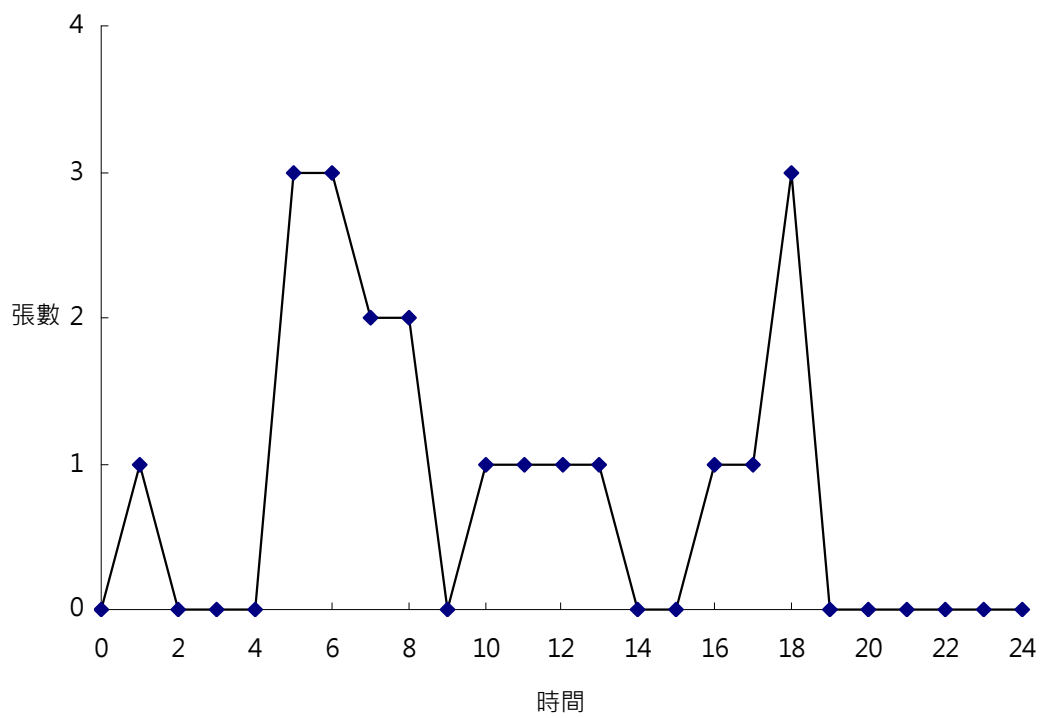


圖 3-11 太魯閣國家公園自動相機拍攝山羌出現頻度

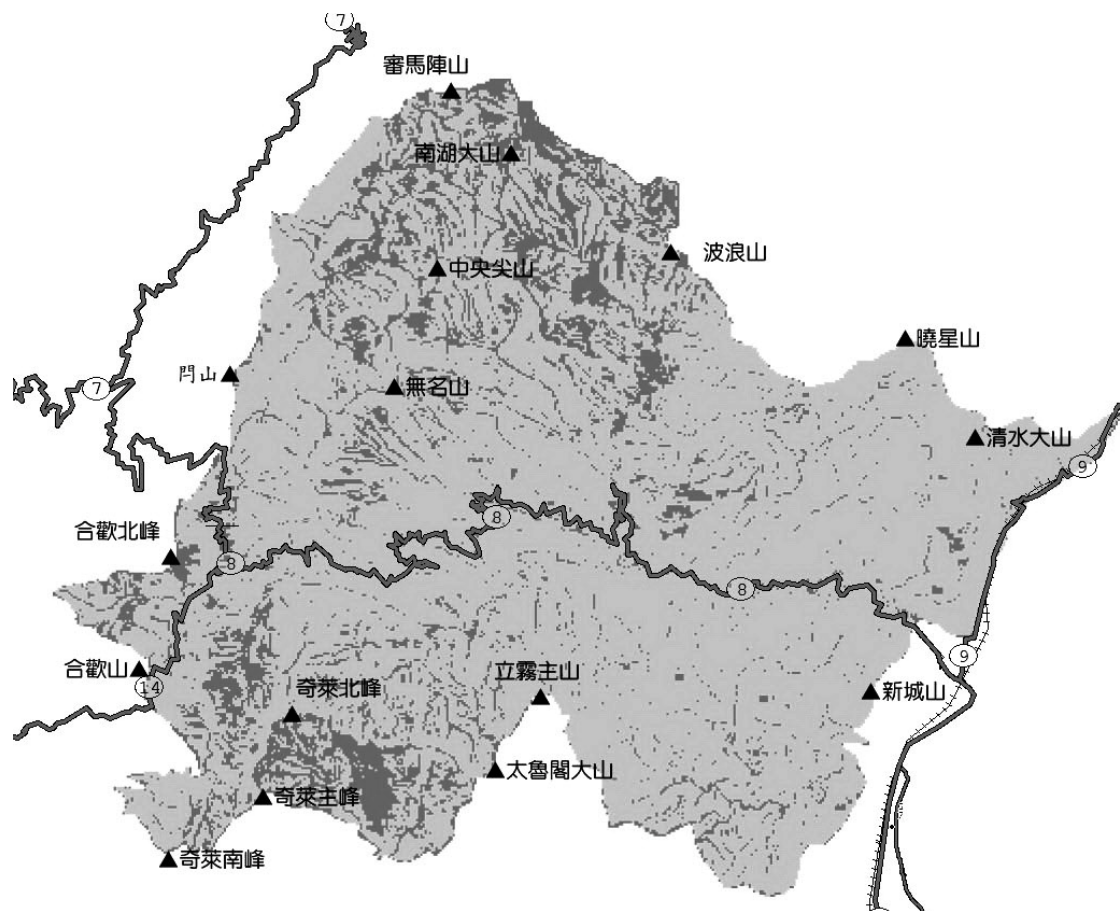


圖 3-12 太魯閣國家公園水鹿分布預測圖

第四章 討論

壹、水鹿空間分布與相對豐度

穿越線調查結果顯示合歡山區的水鹿僅出現在樣線 D(瀧奧山)一帶，此處沿線森林以松類為主，發現痕跡處則為冷杉與箭竹交錯處，根據李等(2006)對中、高海拔地區水鹿的研究指出，水鹿對森林的偏好為松類、鐵杉、冷杉林高於櫟類森林，若為森林與草原交錯處，則對松類偏好大於鐵杉、冷杉林，瀧奧山一帶的森林具有許多松類樹木，可能是水鹿分布在此區其中一個原因；此外，此區與奇萊山區接壤，可能屬於同一個水鹿族群。

奇萊山區樣線 H 由成功一號堡往奇萊北峰的路上山羊豐度較高，但也在成功山屋南方 300 m 發現水鹿痕跡，為奇萊山區已知水鹿分布地點中最靠近中橫公路者，訪問常進入此區的登山客亦表示曾在成功山屋附近目擊水鹿，證實此處水鹿的存在，但其相對數量較奇萊主稜與磐石山區少(0.1 次/公里)。樣線 I 水鹿豐度很高(8.3 次/公里)，山羊亦多(2 次/公里)，其他物種相對較少，研究人員 3 次夜宿於奇萊山屋，其中 2 次夜間在山屋旁草坡上目擊水鹿，另 1 次天氣不佳，但亦有聽到水鹿警戒叫聲，顯示此地點水鹿數量穩定，而在奇萊主峰登山口一帶目擊 1 次水鹿，離開步道架設相機時亦見到大量水鹿排遺、腳印，因不在樣線上而未予以記錄，但顯示此區水鹿數量穩定。

樣線 J(7.0 次/公里)與樣線 K(34.5 次/公里)均有很豐富的水鹿痕跡，根據過去的登山記錄與研究人員的觀察(郭正彥，私人通訊)，此區過去即有很穩定的水鹿族群分布。水鹿常於夜間前往驚嘆號水池活動，本研究因常於此處紮營，可能使得樣線 J 之水鹿目擊數量($n = 39$)明顯高於樣線 K($n = 5$)。樣線 L 僅在靠近樣線 K 的地區發現水鹿排遺，之後均未發現水鹿痕跡，而樣線 N(1.7 次/公里)、O(4.8 次/公里)、P(0.7 次/公里)均顯示具有一定的水鹿族群數量存在；樣線 M 則未發現到水鹿在此分布，與吳等(2004)調查結果相同。

穿越線調查結果顯示水鹿為太魯閣國家公園內相對豐度最高的中大型哺乳動物(6.6 次/公里)(圖 3-9)，與其他地區相較，例如：丹大三分所地區(1.63 次/公里)(王等，2005)、西林林道(1.01 次/公里)(王等，2006)、光復林道(0.79 次/公里)(王等，2006)、能高越嶺道東段(0.31 次/公里)(王等，2007)，本區的水鹿相對豐度亦較其他地區高。但與本區其他中大型哺乳動物比較時，因本研究之樣線選擇以水鹿可能出現的地點為主，且在奇萊、磐石山區等水鹿相對豐度較高的地區進行了較多次的調查，可能讓結果產生誤差，令水鹿的相對痕跡數量遠高於本區其他物種，此結果可供作參考，尚需進行更多地點之調查後方能獲得更正確的太魯閣國家公園中大型哺乳動物相對數量情形。

因 9 月連續颱風之故，本研究不及至太魯閣國家公園東半部中低海拔地區進行實地調查，由水鹿分布預測圖(圖 3-12)預測這些地點大多無水鹿分布，林等(2005)於砂卡礑、白楊步道、洛韶、慈恩、布洛灣五地進行調查，林等(2006)於清水山區進行調查，張等(2004)於三棧溪流域進行調查，均未發現水鹿痕跡，與預測結果相符。另外在蓮花池東方有一較大面積的山區被評估為適合水鹿棲息，未來可至此區進行穿越線調查驗證。

奇萊山屋附近的相機庚為水鹿 OI 值最高之處($OI = 13.33$)(表 3-16)，該處亦有數筆目擊記錄，顯示此處目前常有水鹿出沒，相機癸的水鹿 OI 值次之($OI = 5.92$)，而相機辛與相機壬的水鹿 OI 值($OI = 2.70$ 、 2.36)低於前兩處，但相機辛附近有 4 筆水鹿目擊記錄，相機壬靠近驚嘆號水池，附近亦有大量水鹿目擊記錄，因此 OI 值較低可能是由於相機架設地點不佳或是相機故障所影響。

過去三年(2005 - 2007)於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)，與相機庚、辛、壬、癸相比較，顯示奇萊與磐石山區水鹿相對數量應不低於丹大地區，但低於南二段地區($OI = 17.50$)(李等，2007)。但因本研究目前相機拍攝時數較短，OI 值僅可供作

參考，待未來拍攝時數增加後才能確認本區水鹿 OI 值是否的確高於其他地區(姜等，2007)。

自動相機於合歡山區拍攝結果未如預期，蓋因傳統紅外線自動相機架設地點侷限於遮蔽度較高之地點，而合歡山區各樣線除樣線 C 外，多半為箭竹草坡與針葉林混合的環境，環境較開闊因此不易尋得優良架設地點，未來類似環境應改用新型數位自動相機以改善拍攝成果。目前由於國外訂購與運送之問題，以致新型數位自動相機未能及時應用於本研究，未來待購入後將進一步在草原環境架設自動相機，並利用數位自動相機之錄影功能，比較水鹿在不同環境下行為的差異。

活動模式顯示水鹿在黃昏及入夜時活動最頻繁，夜間亦會活動，而日間活動較少，此結果與王等(2003)在丹大地區研究結果相似，然尚待未來樣本數增加後才能更支持此結論。而山羌在晨昏有兩個活動高峰，日間亦有活動，夜間則較少活動，此結果與陳(2001)研究指出山羌為晨昏偏日行性之結果相符。

貳、棲地利用

雖然穿越線調查顯示水鹿痕跡相對數量以箭竹草坡(9.52 次/公里)與溪流環境(3.32 次/公里)最高，但不能完全代表水鹿不偏好森林環境，因為草坡邊緣多伴隨有針葉林存在，而溪流周圍亦多有森林存在，森林可提供水鹿躲避、休息的環境，調查過程目擊之水鹿亦常位於草坡與針葉林交界處，因此針葉林或其他森林應該也是水鹿經常使用之棲地，但相對數量可能以針葉林(0.49 次/公里)高於針闊葉混淆林(0.32 次/公里)，針闊葉混淆林又高於闊葉林(0.19 次/公里)。

架設之相機中拍攝到水鹿的 4 台都位於針葉林靠近箭竹草坡處，顯示針葉林與草坡交界處為水鹿常使用之棲地環境，與前段推論相符。其他位於森林中的相機均未拍攝到水鹿，但無法斷定是因水鹿不偏好森林環境所致，未來可在 4 台拍攝到水鹿相機之森林中，深入林中架設相機，比較同一地區之森林深處與森林草坡交界的拍攝情形是否有所差異，方能確認是否這兩種環境的差別是否影響水鹿棲地選擇。

GARP 運算結果顯示 NDVI 值、與道路距離、土地利用型、坡度四個因子影響水鹿的棲地選擇，與張(2008)在玉山國家公園對水鹿所做之研究不完全相同，該研究顯示海拔、坡向、土地利用型、NDVI 值、距道路距離與水鹿之分布顯著相關，該研究多出海拔、坡向兩項，本研究多出坡度一項。本研究發現海拔 1000 m 左右的陶塞溪及超過 3000m 的南湖、奇萊山區均有水鹿分布，因此海拔對水鹿分布影響不大，另外李等(2006)認為水鹿偏好坡度平緩環境，亦與本研究結果相符。此外，雖然與溪流距離在兩項研究均為不顯著因子，但據觀察磐石山區之水鹿常在水池附近活動，而這些水池無法於地圖上表現也難以一一定位進行分析，因此水源仍可能為水鹿選擇棲地的因子之一。

在水鹿分布預測圖中，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。

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。

叁、狩獵與遊憩概況

訪查與穿越線調查結果顯示合歡山區具有輕微狩獵壓力，奇萊、磐石山區未發現有狩獵壓力，但仍須繼續監測，以保護此區水鹿之種群，而南湖山區、730 林道、耳無溪一帶仍有狩獵活動在進行，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。

林及林(1983)認為狩獵壓力和棲息地的破壞，使得哺乳動物的分布越來越侷限在高山地區，中大型哺乳動物更是符合此趨勢。本研究顯示，中海拔的陶塞溪、大濁水南溪、耳無溪等地區仍有水鹿分布，這些地區距離人類村落較遠，干擾相對減少，顯示中海拔未受到破壞的棲地適合水鹿生存，但前提是要降低狩獵壓力。

李等(2007)研究指出，嘉明湖地區 2006 年及 2007 年遊客人數均超過 7,000 人次，但此區的水鹿密度高於其他遊客人數較少的樣區；奇萊山區 2006 年及 2007 年入園人數約為 4,700 與 4,000 人次，較嘉明湖少，推測此區水鹿尚能承載此遊憩壓力，其他影響水鹿分布的因子可能佔有更重要的地位；磐石山區在 2006 年及 2007 年入園人數分別約為 600 人次與 300 人次，封閉逾年後 2008 年 11 月方才開放，遊憩壓力對此區影響應不大。

據研究人員過去之觀察，嘉明湖地區水鹿之警戒距離(fly distance)約 10 – 15m，一旦靠近水鹿低於此距離，水鹿會發出警戒聲或緩步遠離，並不會有奔跑逃離等較激烈的躲避行為；另有登山記錄顯示嘉明湖之水鹿甚至會靠近人類索取食物。而研究人員過去於磐石山區之觀察發現此區水鹿之警戒距離最短可在 3 m 以內，而奇萊山區之水鹿警戒距離約為 20 – 30 m。這兩個地區都具有一定遊憩量，但只有極小或無狩獵壓力，水鹿之行為表現與其他具狩獵壓力但少遊憩量之地區(e.g. 丹大地區)相較顯得很不畏人。因此推測若能在一地區長期杜絕狩獵，即使該地有人類活動，水鹿仍可在此生活。未來若欲在合歡山區進行水鹿復育，杜絕狩獵行為是極重要的任務。

奇萊山區(樣線 I)與磐石山區(樣線 J)水鹿相對數量相近，但比較奇萊與磐石水鹿與人最接近之距離，接近但未達顯著差異($p = 0.058$)，若以等級區分則有顯著差異($p < 0.001$)，顯示目前兩區的遊憩壓力未對其生存、分布造成太大影響，但可能造成其對人類的反應行為改變，當遊客愈多，素質良莠不齊的可能性愈高，對動物的干擾可能也愈大。

第五章 建議事項

建議一

對尚未調查之地區進行水鹿分布與相對豐度之調查：立即可行建議

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

本研究對太魯閣國家公園境內之水鹿分布與相對豐度進行調查，但受時間限制尚有許多地點不及前往調查，未來可參考本研究之水鹿分布預測圖，前往其他地點進行調查。水鹿分布預測圖顯示蓮花池鄰近山區可能具有水鹿分布，未來此區可優先前往勘查。另外清水山區、合歡越嶺古道、三棧溪流域等地雖預測為無水鹿分布，但亦可前往調查，以補完太魯閣全境之穿越線調查。

建議二

利用自動相機評估水鹿對不同環境之利用情形：立即可行建議

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

關於棲地環境偏好，本研究已有初步評估，但樣本數仍嫌不足。未來可進一步先以針葉林為主，於森林深處、森林草原交界處、草原架設自動相機，比較水鹿在不同環境的相對數量、活動時間，並利用數位自動相機之錄影功能比較不同環境下行為之差異。

建議三

狩獵行為之管制：立即可行建議

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

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。

建議四

以 GPS 項圈對水鹿進行更深入之棲地使用研究：中長程建議

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

以動物痕跡評估動物之棲地使用情形，可能受不同環境發現痕跡之難度不同，研究人員個人觀察能力不同，隊員組成、人數不同，而令穿越線調查結果產生誤差，更好的方法是於動物身上設置發報器，得知其確切的活動時間地點。

未來欲進行深入研究，可於水鹿身上設置 GPS 項圈，此項圈可設定時間間隔，每日數次以 GPS 定位，此法相較舊式 VHF 項圈具有節省人力、定位誤差極小、資料數量多、涵蓋各時段等優點。項圈並同時具有遙控自動脫落裝置與 VHF 裝置，除了可藉由遙控使項圈自動脫落而取得資料外，也可以用接受器接收 VHF 訊號直接獲得定位資料，減少項圈回收的困難。

利用 GPS 技術對水鹿進行追蹤，可了解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。若水鹿的確存在中低海拔的避冬地區，可進一步比較冬夏棲地環境之差異，並拓展樣區至陶塞河流域等中海拔山區，以比較不同海拔之水鹿族群空間使用的異同。

附錄一 期中報告問題及建議之回覆

問題一：可用 GIS 做各種不同類型的圖層，如人為開發地區範圍、地形、未開發區、植群類型、道路系統、水鹿分布點等，來預測水鹿可能之分布，並分析水鹿棲地之利用。

回答：已進行並呈現於報告書中。

問題二：能否監測水鹿對日夜間活動以及渡冬遷移地點？

回答：目前進行之研究方法尚無法解決這些問題，未來希望能夠在水鹿身上設置發報器，收集更多資料進一步解決此難題。

問題三：水鹿分布擴散之限制因子，是否與地形、狩獵、遊憩與開發等有關？

回答：已針對此問題進行討論並呈現於報告書中。

問題四：水鹿 DNA 建檔之效益如何，及比較不同地區種群之 DNA 是否有差異。

回答：目前正在籌畫相關事宜，另行申請計畫進行。

問題五：昆陽鄰近太魯閣國家公園界線，有可能遭受附近部落之獵捕壓力，未來可請昆陽派出所看守狩獵情形。

回答：昆陽派出所已經撤哨，目前未發現該區有狩獵跡象，若未來有發現狩獵跡象需聯絡翠峰派出所。

問題六：希望能提供水鹿調查之相關原始資料。

回答：將提供水鹿及其他動物定位資料予太管處建檔利用。

問題七：可否改裝自動相機之儲電裝置，延長電池時間(太陽能配合充電電池)？

回答：目前正購入之數位自動相機電量可維持 2 到 3 個月，已十分足夠。

問題八：於水鹿計畫報告中加入陶塞溪調查資料。

回答：各種動物分布圖及預測模式均有利用陶塞溪調查資料協助進行。

問題九：收集磐石山區植群與地形資料。

回答：已有研究建立相關資料，本研究亦利用這些資料進行棲地選擇分析。

問題十：今年計畫的目標應先掌握可能有水鹿分布之地區，普查太魯閣國家公園
水鹿族群分布範圍。

回答：已經進行並呈現於報告中。

問題十一：利用水鹿普查結果，提出水鹿於各地區之分布多寡、棲地利用類型、
不同地區之族群活動範圍有否重疊。

回答：已經進行並呈現於報告中。

問題十二：穿越線調查發現之水鹿排遺採回供 DNA 資料庫使用。

回答：正進行中，未來將另行申請計畫進行後續研究。

問題十三：是否考慮無線電發報器與衛星定位發報器之使用？

回答：受限於經費與人力，本年度未能進行相關研究，此為下一年度的目標。

問題十四：訪查鄰近部落如銅門、富世村、梅園竹村、梨山、霧社、廬山等地。

回答：本研究室過去在銅門已有許多訪查資料，梅園竹村之訪查亦已進行並呈現
在陶塞溪計畫報告中，另有訪查登山客及在合歡山區工作者，限於人力尚
未至梨山、霧社、廬山訪查。

附錄二 期中報告會議記錄

太魯閣國家公園管理處 97 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」

期中簡報會議紀錄

一、時間：97 年 7 月 8 日上午 09 時 30 分

二、地點：本處會議室

三、主持人：林處長永發

記錄：朱何宗

四、報告人：王穎教授

五、出席人員

游副處長登良	游登良
張祕書登文	
企劃經理課	李孔芳
解說教育課	黃志強 劉偉倫 高鴻興
遊憩服務課	林忠邦
環境維護課	蔡瑞輝
保育研究課	陳俊山 鄧月娥
綠水管理站	董清波
布洛灣管理站	
合歡山管理站	
蘇花管理站	
康華小學	何淑麗

六、 討論：(略)

七、 結論：

- (一) 本年度計畫期將園區內所有可能有水鹿分佈的區域進行一次普查，以了解目前園區內水鹿的分佈狀況，未來再針對族群狀況、生活史等議題調查研究。
- (二) 期末報告請受託單位利用地理資訊系統（GIS）分析水鹿出現與否與人為開發、環境因子之關連性。
- (三) 請受託單位於研究結束後將調查定位資料送交本處參考。
- (四) 本期中簡報審查通過，准予備查。請受託單位依合約規定備妥相關資料請領第二期款。

附錄三 期末報告會議記錄

太魯閣國家公園管理處 97 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」

期末簡報會議紀錄

一、時間：97 年 12 月 1 日上午 09 時 30 分

二、地點：本處會議室

三、主持人：許處長文龍

記錄：朱何宗

四、報告人：王穎教授

五、出席人員

游副處長登良	
許祕書英文	許英文
企劃經理課	李佩芳
解說教育課	黃志強
遊憩服務課	林思軒
環境維護課	何文昆
保育研究課	陳俊少 鄒月娥
綠水管理站	黃清波
布洛灣管理站	
合歡山管理站	
蘇花管理站	孫百祥
社團法人中華民國 國花野保護協會	花蓮分會執行祕書 楊承玉

五、討論：(略)

七、結論：

- (五) 本案已將園區內可能有水鹿分佈的區域進行一次調查，並了解目前園區內水鹿的分佈狀況。建議未來建立水鹿族群數量推估模式，以供經營管理參考。
- (六) 請受託單位於研究結束後將調查定位資料送交本處參考。
- (七) 期末報告撰寫格式請依內政部委託研究作業規定辦理。
- (八) 本期末簡報審查通過，准予備查。請受託單位依會議結論修正書面報告，並登錄國科會網站。俟完成驗收後，依合約規定備妥相關資料請領第三期款。

參考書目

- Acharjyo, L. N. 1983. Observations on aspects of antler casting in captive sambar deer. *In* Brown, R. D. (ed.), *Antler Development in Cervidae*. Caesar Kleberg Wildl. Res. Inst., Kingsville, TX. Pp. 23-27.
- Aung, M., W. J. McShea, S. Htung, A. Than, T. M. Soe, S. Monfort, and C. Wemmer. 2001. Ecology and social organization of a tropical deer (*Cervus eldi thamin*). *J. Mamm.* 82:836-847.
- Bagchi, S., S. P. Goyal, and K. Sankar. 2003. Niche relationships of an ungulate assemblage in a dry tropical forest. *J. Mamm.* 84:981-988.
- De Silva, M. 1999. Group size, sex ratio and seasonality of the sambar (*Cervus unicolor*) of the Yala Protected Area Complex, Sri Lanka. *Journal of South Asian Natural History* 4:19-28.
- Fielitz, U. 2003. Satellite Telemetry in Wildlife Research Yesterday-Today-Tomorrow. *Methoden Feldökologischer Säugetierforschung*, 45-54.
- Flynn, L. B., S. M. Shea, J. C. Lewis, and R. L. Marchinton. 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.
- Geist, V. 1998. *Deer of the world: Their evolution, behavior, and ecology*. Stockpole Books, Pennsylvania, 420pp.
- Groves, C. P. and P. Grubb. 1987. Relationships of living *Cervidae*. *In* Wallmo, O. C. (ed.), *Biology and management of the Cervidae*. Smithsonian Institute, Washington. Pp. 21-59.
- Jathanna, D., K. U. Karanth, and A. J. T. Johnsingh. 2003. Estimation of large herbivore densities in the tropical forests of southern India using distance sampling. *J. Zool.* 261:285-290.
- Khan, J. A. 1995. Conservation and management of Gir Lion Sanctuary and National Park, Gujarat, India. *Biol. Conserv.* 73:183-188.
- Khan, J. A., R. Chellam, and A. J. T. Johnsingh. 1995. Group size and age-sex composition of three major ungulate species in Gir Lion Sanctuaty, Gujarat, India. *J. Bombay Nat. Hist. Soc.* 92:295-302.
- Khan, J. A., R. Chellam, W. A. Rodgers, and A. J. T. Johnsingh. 1996. Ungulate densities and biomass in the tropical dry deciduous forests of Gir, Gujarat, India. *Journal of Tropical Ecology* 12:149-162.
- Khan, J. A., W. A. Rodgers, A. J. T. Johnsingh, and P. K. Mathur. 1994. Tree and shrub mortality and debarking by sambar *Cervus unicolor* (Kerr) in Gir after a

- drought in Gujarat, India. *Biol. Conserv.* 68:149-154.
- Landis J. R. and G. G. Koch. 1997 An application of hierarchical Kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics* 33:363-374.
- Lewis, J. C., L. B. Flynn, R. L. Marchinton, S. M. Shea, and E. M. Marchinton. 1990. Ecology of sambar deer on St. Vincent National Wildlife Refuge, Florida. Part I: Introduction, study area description, and literature review. *Bulletin of Tall Timbers Research Station* 25:1-12.
- Mary E., and M. Balakrishnan. 1984. A study on olfactory communication signals in sambar deer, *Cervus unicolor*. *Proc. Indiana Acad. Sci.* 93:71-76.
- Mercey; K. A., and K. Jayaraman. 1999. Predicting the variation in detection function in line transect sampling through random parameter model. *Environmental and Ecological Statistics* 6:341-350.
- Ngampongsai, C. 1987. Habitat use by the sambar (*Cervus unicolor*) in Thailand: a case study for Khao-Yai National Park. In Wemmer, C. M. (ed.), *Biology and management of the Cervidae*. Smithsonian Institution, Washington. Pp. 289-298.
- Ohtaishi, N., and YaoTing Gao. 1990. A review of the distribution of all species of deer (Tragulidae, Moschidae and Cervidae) in China. *Mammal Rev.* 20:125-144.
- Padmalal, U., S. Takatsuki, and P. Jayasekara. 2003. Food habits of sambar *Cervus unicolor* at the Horton Plains National Park, Sri Lanka. *Ecol. Res.* 18:775-782.
- Porwal, M. C., P. S. Roy, and V. Chellamuthu. 1996. Wildlife habitat analysis for 'sambar' (*Cervus unicolor*) in Kanha National Park using remote sensing. *Int. J. Remote Sens.* 17: 2683-2697.
- Schaller, G. B. 1967. *The deer and the tiger- a study of wildlife in India*. University of Chicago Press, Chicago, pp134-148.
- Shea, S. M. 1986. *The ecology of sambar deer: social behavior, movement ecology, and food habitats*. M. S. Theses. University of Georgia, Athens, Georgia, USA. 117 pp.
- Shea, S. M., L. B. Flynn, R. L. Marchinton, and J. C. Lewis. 1990. Ecology of sambar deer on St. Vincent National Wildlife Refuge, Florida. Part II: Social behavior, movement ecology, and food habits. *Bulletin of Tall Timbers Research Station* 25:13-62.
- Shea, S. M., L. B. Flynn, R. L. Marchinton, and J. C. Lewis. 1990. Ecology of sambar deer on St. Vincent National Wildlife Refuge, Florida. Part II: Social behavior, movement ecology, and food habitats. *Bulletin of Tall Timbers Research Station* 25:13-62.
- Whitehead, G. K. 1972. *Deer of the world*. Constable, London. Pp.103-110.
- 于名振、林良恭、陳彥君、侯人榮。1989。玉山國家公園東埔區哺乳類動物調查

- 報告(二)。內政部營建署玉山國家公園管理處。29 頁。
- 王穎、王佳琪、郭正彥、方志仁。2003a。丹大地區野生動物重要棲息環境分區規劃及動物監測(第一年)。行政院農委會林務局。62 頁。
- 王穎、王佳琪、郭正彥、蔡佳淳、方志仁。2004a。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。2004b。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、黃怡君、高林助。1989。台灣梅花鹿復育研討會專輯。內政部營建署墾丁國家公園管理處保育研究報告第 63 號。
- 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。
- 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。
- 李玲玲、林宗以。2003。台灣水鹿的食性研究。行政院農委會林務局。68 頁。
- 李玲玲、林宗以。2004。台灣水鹿食性暨玉里野生動物保護區水鹿族群生態研究(二)。行政院農委會林務局。50 頁。
- 林俊義、林良恭。1983。臺灣哺乳類的動物地理初探。省立博物館科學年刊 26: 53-62。
- 林曜松、蘇霸靄、盧堅富、莊鈴川、吳書平、陳德治、李承恩、黃雅倫、江集鯉、郭祺筠、陳妙嫻、余義群、左承偉、蘇逸峰、林韋如、范怡均、李名偉。2005。太魯閣國家公園中低海拔地區動物資源動態調查研究及資料庫建立。內政部營建署太魯閣國家公園管理處委託研究報告。94 頁。
- 林曜松、蘇霸靄、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。
- 姜博仁、裴家騏、潘怡如。2007。自動相機研究在台灣標準化之淺見。野生動物保育彙報及通訊11(2):2-12。
- 張永州、林在田、蕭士揚、簡純青。2004。太魯閣國家公園三棧溪流域動物族群估測及監測模式之建立。內政部營建署太魯閣國家公園管理處委託研究報告。29

頁。

盛和林、李文軍、馬逸清、徐宏發、張恩迪、Chapman、Ohtaishi。1992。中國鹿類動物。華東師範大學出版社。174-180 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。

陳怡君。2001。瓦拉米地區台灣山羌之活動習性。國立台灣師範大學生物學系博士論文。121 頁。

楊錫坤、姜樹興。1989。玉山國家公園梅山水鹿復育研究（生理與營養學基本資料的建立）。內政部營建署玉山國家公園管理處。60 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。2000。太魯閣國家公園野生動物普查計畫－哺乳類動物。內政部營建署太魯閣國家公園管理處與國立屏東科技大學野生動物保育學系合作研究案。10 頁。