

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

**Monitoring of Large Mammals and Population
of Formosan Sambar Deer along the 2nd Section
of Southern Central Ridge Trail in
Yushan National Park**

受委託者：台灣蝙蝠學會

計畫主持人：李玲玲

協同主持人：林宗以

計畫助理：池文傑

內政部營建署玉山國家公園管理處

中華民國 96 年 12 月

誌 謝

本計劃承蒙玉山國家公園管理處之經費支持，行政院農委會特有生物研究保育中心動物組哺乳類研究室提供研究上與器材之協助。師範大學生命科學系 王穎教授及林務局保育組 方國運組長擔任計劃審查委員並提供寶貴意見。保育課、梅山管理站、林務局台東林管處育樂課、向陽國家森林遊樂區等單位之諸位先生、女士在行政或器材之支援；台大生態演化所野生動物研究室 李筠筠、黃俊嘉、林雅玲等先生、女士協助保險事宜或擔任留守。而野外資料之收集則有賴特有生物研究保育中心動物組 方偉、林斯正、劉嘉顯、山友 池文傑、陳鵬光、林貞好、視群傳播 簡毓群、台大自然保育社 徐嘉紋、彭映淳、葉其蓁、詹雅婷、台大登山社 李奕賢、台大生態演化所 許永暉、東華大學自然資源研究所 何紋靈、南澳金洋村 蔡振光、田寶塗、賴興成等多位先生、學生與山友不辭辛勞全力的協助，方能使得本計劃得以順利完成，特此表達萬分之感謝。

南二段哺乳動物

目次

表次	III
圖次	V
摘要	IX
第一章 前言	1
第二章 材料與方法	3
第一節 研究地區描述	3
第二節 研究方法	7
第三章 結果與討論	15
第四章 結論與建議	57
第一節 結論	57
第二節 建議事項	59
參考書目	61
附錄 期中、期末審查意見與對應處理情形	65

南二段哺乳動物

表 次

表 2-1	玉山國家公園南二段向陽至轆轤山步道沿線 2 公里範圍內土地利用型整併對照表	4
表 2-2	玉山國家公園南二段向陽至轆轤山哺乳動物相各次調查路段表	14
表 2-3	南二段向陽至轆轤山糞堆計數調查各穿越帶基本資料表	14
表 3-1	南二段向陽~轆轤谷步道沿線調查所得各段哺乳動物之見聞與痕跡記錄量及記錄頻度表	47
表 3-2	調查期間所記錄之動物屍骸、性別、成幼、發現地點與時間表	48
表 3-3	玉山國家公園南二段向陽~轆轤山沿線紅外線自動相機樣點基礎資料表	49
表 3-4	玉山國家公園南二段向陽~轆轤山沿線自動相機樣點，各次相機工作時間、平均有效照片數及損壞情形表 .	50
表 3-5	玉山國家公園南二段自動相機記錄之動物種類、記錄樣點比例、有效照片數、動物隻次及平均 OI 值表 . . .	51

表 3-6	玉山國家公園南二段各區段自動相機記錄之動物種類、平均 OI 值及 OI 值標準差表	51
表 3-7	玉山國家公園南二段 3 種植被型及獸徑型與水池型自動相機樣點記錄之哺乳動物的平均 OI 值比較表 .	52
表 3-8	玉山國家公園南二段哺乳動物調查傳統底片型與數位型紅外線自動相機的特色與工作效能比較表 . . .	53
表 3-9	玉山國家公園南二段架設於鄰近地點之傳統底片型與數位型紅外線自動相機的工作狀況比較表 . . .	54
表 3-10	玉山國家公園南二段向陽~轆轤山水鹿糞堆計數各穿越帶調查日期、間隔、糞堆數與水鹿密度指標表 . .	55
表 3-11	玉山國家公園南二段向陽~轆轤山步道沿線各大類土地利用型台灣水鹿平均密度指標表	56
表 3-12	玉山國家公園南二段向陽~轆轤山步道沿線 1 公里緩衝區範圍內，海拔 2500 公尺以上各大類土地利用型面積、有效面積及台灣水鹿密度概估表	56

圖 次

圖 2-1 玉山國家公園南二段向陽至轆轤山哺乳動物相調查分段路線及步道沿線 2 公里範圍內植被分布圖 . . . 5

圖 2-2 玉山國家公園南二段向陽至轆轤山哺乳動物相調查分段路線及步道沿線 2 公里範圍內植被大類分布圖 . . 6

圖 2-3 玉山國家公園南二段向陽至轆轤山哺乳動物相調查分段路線、紅外線自動相機樣站及排遺計數穿越帶位置圖 13

圖 3-1 南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，華南鼬鼠記錄位置圖 31

圖 3-2 南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，黃喉貂記錄位置圖 32

圖 3-3 南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，鼬獾記錄位置圖 33

圖 3-4 南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，台灣黑熊記錄位置圖 34

圖 3-5 南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，台灣獼猴記錄位置圖 35

圖 3-6	南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，野豬 記錄位置圖	36
圖 3-7	南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，山羌 記錄位置圖	37
圖 3-8	南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，台灣 水鹿記錄位置圖	38
圖 3-9	南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，台灣 長鬃山羊記錄位置圖	39
圖 3-10	南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，食蟲 目與啮齒目記錄種類及位置圖	40
圖 3-11	南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，兩生 類記錄種類與位置圖	41
圖 3-12	南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，爬蟲 類記錄種類與位置圖	42
圖 3-13	玉山國家公園南二段向陽~轆轤山地區 95 年 12 月 至 96 年 11 月發現時死亡時間在 1 年以內及以上之台灣水鹿 殘骸位置圖	43

圖 3-14 玉山國家公園南二段向陽~轆轤山地區 95 年 12 月
至 96 年 11 月台灣水鹿活動模式圖 44

圖 3-15 玉山國家公園南二段向陽~轆轤山地區 95 年 12 月
至 96 年 11 月台灣水鹿雄鹿與雌鹿活動模式比較圖 . . . 44

圖 3-16 玉山國家公園南二段向陽~轆轤山地區 95 年 12 月
至 96 年 11 月台灣水鹿雄鹿硬角與茸角個體活動模式比較
圖 45

圖 3-17 玉山國家公園南二段向陽~轆轤山地區 95 年 12 月
至 96 年 11 月台灣水鹿雄鹿硬角與茸角個體數量與比例
圖 45

圖 3-18 95 年 12 月至 96 年 10 月嘉明段及南二段登山人數
統計圖 46

摘 要

關鍵詞: 台灣水鹿、紅外線自動相機、痕跡調查法、糞堆計數法、角週期

一、研究緣起與方法

在許多國家，大型草食獸族群增加而致對生態系產生重大影響的案例相當多。玉山國家公園中央山脈南二段山區的台灣水鹿族群，近年來有增加的跡象，且已對於高山森林及其他動物產生些許影響，為了後續評估與監測其影響程度，乃針對本區域進行相關生物資源調查與建置台灣水鹿族群監測體系。本計劃利用痕跡調查法及紅外線自動相機監測法調查中央山脈南二段向陽至轆轤山沿線的中大型哺乳動物組成、分布、活動模式及棲地利用概況，並以穿越帶糞堆計數法針對本區域步道沿線 1 公里範圍內台灣水鹿的族群密度進行評估並建立監測體系。以健全玉山國家公園生物多樣性保育的基礎資料，作為國家公園經營管理策略的參考。

二、重要發現

本計劃期間共記錄中大型哺乳動物 6 科 9 種，以台灣水鹿在本區域的族群相對密度最高，為本區域最優勢的哺乳動物。穿越帶糞堆計數結果，南二段向陽到轆轤山步道沿線 1 公里範圍內台灣水鹿的族群密度約為 0.77~0.90 隻/公頃，為目前國內台灣水鹿族群密度最高的區域之一。高密度的水鹿族群已經對本區域森林更新產生影響。

透過數位型紅外線自動相機，本研究記錄大量台灣水鹿泥浴打滾的連續鏡頭，發現僅有硬角期的雄鹿會進行泥浴打滾，每次平均持續 3~5 分鐘，有時可長

南二段哺乳動物

達 12~15 分鐘。台灣水鹿雄鹿具有明顯的角週期，約於每年 1~3 月間解角，4~6 月間茸角發育，6~8 月間茸角蛻茸硬化，8~12 月雄鹿幾乎全為硬角，隔年 1 月開始有雄鹿解角，開啟另一個角週期。而本區域台灣水鹿的繁殖期推測為 3~8 月，並以 5~6 月為幼鹿出生高峰。

三、主要建議事項

玉山國家公園南二段向陽至轆轤山沿線區域台灣水鹿族群密度相當高，其對當地森林植被更新、結構及組成已經產生明顯的效應，預測未來影響層面會逐漸擴及其他棲息於森林生態系的動物組成與數量，成為南二段區域高山森林生態系的關鍵性物種。建議管理處或林務局應趕快儘速邀請動、植物相關學者進行現場會勘，選擇 10~20 處的林地進行試驗性圍籬樣區建置，配合水鹿族群密度監測，深入了解高密度台灣水鹿族群對於植物個體、森林更新、組成、結構、其他動物族群、組成及高山森林生態系的影響，並進一步找出水鹿啃食樹皮的原因，以為未來規劃水鹿族群及其棲地經營管理策略之參考。

Abstract

Keyword: Formosan sambar (*Rusa unicolor swinhoii*)、infrared-triggered cameras、tracks and signs survey、pellet-group-count、antler cycle

Cases of overabundant herbivores affecting ecosystems have been reported in many countries. Along the 2nd section of southern Central Ridge Trail in Yushan National Park, increasing population of Formosan sambar (*Rusa unicolor swinhoii*) has impacted forest and other animals in this alpine ecosystem. To evaluate the effect of Formosan sambar, it is important to survey the biological resources in this area and set up a system of monitoring population of Formosan sambar. In this project, tracks and signs of large mammals was surveyed along the hiking trails and infrared-triggered cameras was set up to monitor the presence, distribution, activity pattern and habitat use of large mammals in the areas between Siangyang and Lulu Mountain. Besides, strip transects was established and pellet-group-count was conducted to monitor the population density of Formosan sambar. These results will help supplement the database of biodiversity in Yushan National Park and provide important information in planning of biodiversity conservational strategies in the future.

This study recorded a total of 9 large mammalian species in 6 families in the area between Siangyang and Lulu Mountain. Among these species, Formosan sambar, with a high density 0.77~0.90 sambar / ha estimated from pellet-group-count, was the most dominant species and had a large impact on the regeneration of coniferous saplings in this region.

With the aid of digital infrared-triggered cameras, we recorded a large number of image files about the wallowing behavior of Formosan sambar. In these files, we found only bucks with hard antlers showed wallowing behavior, but not the does or bucks with velvet. The average duration time of wallowing behavior sequence was

南二段哺乳動物

3-5 minutes, but it may last 12-15 minutes. From the data recorded by infrared-triggered cameras, we also found that bucks of Formosan sambar had a seasonal antler cycle, and the breeding season of Formosan sambar was from March to August with a peak in May and June.

The high population density of Formosan sambar had a large impact on the coniferous saplings in these regions. We predict that they will be the potential keystone species in alpine forest ecosystem and will have key effect on the structure, tree species composition and the fauna of the alpine forest ecosystems in the future. We suggest the management authorities continually monitor the long-term population dynamics of Formosan sambar and their effects on the alpine forest ecosystems in this region.

第一章 前言

玉山國家公園海拔 250~3952 m，跨越數個植被帶，孕育出豐富的生物資源，雖然面積僅約佔台灣的 3%，但卻擁有台灣陸域半數以上的生物物種，顯示玉山國家公園在保育台灣生物多樣性的重要地位。而在國家公園生物多樣性保育策略中，有系統地進行生物資源普查並建置長期監測體系，以提供有效的生物多樣性保育規劃與管理，是相當重要且迫切的課題。玉山國家公園管理處近年來積極規劃與推動生物資源普查與監測體系的建置，已分別於國家公園東部園區的拉庫拉庫溪流域（王穎及陳怡君 1993，1994，1995；王穎及黃美秀 1999，2000；王穎及吳煜慧 2001；吳海音 2003；吳海音等 2004；吳海音及吳煜慧 2005；陳怡君等 2002；郭城孟及張和明 1999；曾晴賢及林宗以 1996；曾晴賢等 1997；林良恭等 2003）及西北園區的楠梓仙流域（王穎等 1996；邱少婷及湯凱君 2005；黃美秀及簡熒芸 2004；楊國楨等 2003；楊國楨等 2004；林良恭等 2004）等區域，建置生物資源分布資料及動、植物長期監測體系，對於這些區域生物資源的經營管理與監測提供良好的基礎。然而，對於地處玉山國家公園軸心區域的中央山脈南二段，因高山阻隔不利交通、路途遙遠，相關生物資源調查與監測體系尚待建置。

此外，由先期調查發現本區域中、大型哺乳動物資源相當豐富，其中屬於大型草食獸的台灣水鹿（*Rusa unicolor swinhoii*）近年的族群數量有增加與擴充的趨勢（李玲玲及林宗以 2006），在本區域部分地區已經傳出鐵杉、冷杉等植物遭水鹿大量啃食樹皮致死的情事（林宗以等 2006）。在國外，大型草食獸的族群變化趨勢會對森林的更新、組成與結構產生影響（Gill 1992；William and Waller 1997；Putman and Moore 1998；Wisdom et al. 2006），進而影響到其他動物的組成與族群數量（Côté et al. 2004）。而當牠們的族群數量過多時，甚至會影響到生態系的功能，因而在生態系中經常扮演關鍵性的角色（Oswald and Sinclair 1997；Knapp et al.

南二段哺乳動物

1999；Côté *et al.* 2004)。此外，受到全球暖化的影響，台灣的高山生態系範圍可能會逐漸縮小並產生結構上的變化，亦將對高海拔動物相產生影響。然而，過去對於高海拔動物的分布與調查並不多，缺乏基本資料來評估與因應此區域動物資源的變化（吳海音等 2004）。因此，儘速建立此區域生物資源的組成與分布，並針對台灣水鹿等大型草食獸的族群數量進行評估，藉以建立長期監測體系，除了能作為國家公園整體生物多樣性分布與經營管理策略的重要參考，適時提供因應對策外，更有助於未來了解大型草食獸族群波動對植物社會與其他動物群聚的影響及氣候變遷對高山生態系的影響等議題。

因此，本計畫擬利用沿線痕跡調查法及紅外線自動相機監測法調查中央山脈南二段向陽至轆轤山沿線的中大型哺乳動物組成、分布、活動模式及棲地利用概況，並以事先移除排遺穿越帶糞堆計數法針對本區域台灣水鹿的族群密度進行評估並建立監測體系，所得結果將和其他已調查之高山生態系進行綜合比較，藉以健全玉山國家公園生物多樣性保育的基礎資料，作為國家公園經營管理策略的參考。

第二章 材料與方法

第一節 研究地區描述

本計畫的研究區域主要為南二段山區南段的向陽至轆轤山登山步道沿線兩側 1~2 km 範圍。中央山脈主脊自秀姑巒山之後向南經過大水窟山、南大水窟山、達芬尖山、塔芬山、轆轤山、雲峰、南雙頭山、三叉山、向陽山等山，全程海拔全在 2500 m 以上，最高點為海拔 3860 m 的秀姑巒山，為台灣山岳界習稱的中央山脈南二段區域。整段稜脈呈鋸齒狀縱行，為西部高屏溪上游荖濃溪、拉庫音溪與東部秀姑巒溪上游拉庫拉庫溪、卑南溪上游新武呂溪的分水嶺。此外，沿途自北向南散佈有大水窟池、塔芬池及嘉明湖等小型湖泊。此區域植被帶屬於溫帶針葉林，主要包括有鐵杉林、冷杉林及松類森林等，並有台灣高山少見的大面積玉山箭竹草地與鐵杉林、冷杉林及二葉松為主的松類森林相互鑲嵌的植被景觀。

南段的向陽山至轆轤山區段，位於台東縣海端鄉、高雄縣桃源鄉及花蓮縣卓溪鄉交界處，最高點為海拔 3600 m 的向陽山。此段步道自海拔約 2320 m 的南橫向陽國家森林遊樂區進入山區，經台灣二葉松、紅檜造林、台灣二葉松、台灣鐵杉天然林區域，抵達海拔 2884 m 的向陽山屋，再由此陡上稜線，於向陽大崩壁上方接上稜線後即大致沿著中央山脈主脊而行。沿途經向陽山、向陽北峰、三叉山、嘉明湖後，從三叉山東鞍的支稜下抵海拔 2710 m 的拉庫音溪谷，越溪後再陡上中央山脈主脊，經南雙頭山、雲峰東峰下營地，抵轆轤山。此段步道沿線植被棲地，在雲峰東峰下營地過後約 1 km 處之前，為大面積箭竹草地與鐵杉林、冷杉林鑲嵌的地景，之後到轆轤谷間為一片連綿達 3~4 km 長的二葉松林與台灣二葉松、台灣鐵杉、台灣冷杉的混合林（圖 2-1、2-2、表 2-1）。沿途有向陽山屋、嘉明湖避難小屋、嘉明湖三叉營地、拉庫音溪山屋、雲峰東峰下營地及轆轤谷山屋等宿營地，

南二段哺乳動物

本計畫主要利用此段步道系統並擴及步道周邊 1~2 km 的範圍進行調查。

表 2-1 玉山國家公園南二段向陽山至轆轤山步道沿線 2 km 範圍內土地利用型整併對照表。

林型分類	原始代碼	土地利用類型	備註
天然闊混	50	天闊混	
水體	930	水面（河床.溪流.水庫.池塘）	
其他針葉林	11	冷杉天針	
	12	鐵杉天針	
	13	檜木天針	
	15	雲杉天針	
	19	其他天針	
	30	天針闊混	
	40	天闊純	原始資料有誤，應為其他天針
	111	檜木造林	
	114	台灣杉造林	
	120	人針混	
松類針葉林	130	人針闊混	
	14	松類天針	
草地	112	松類造林	
	600	灌木林	
	611	天然草生地	
	612	箭竹地	
	790	魚塭	原始資料有誤，應為箭竹草地
裸露地	900	裸露地	

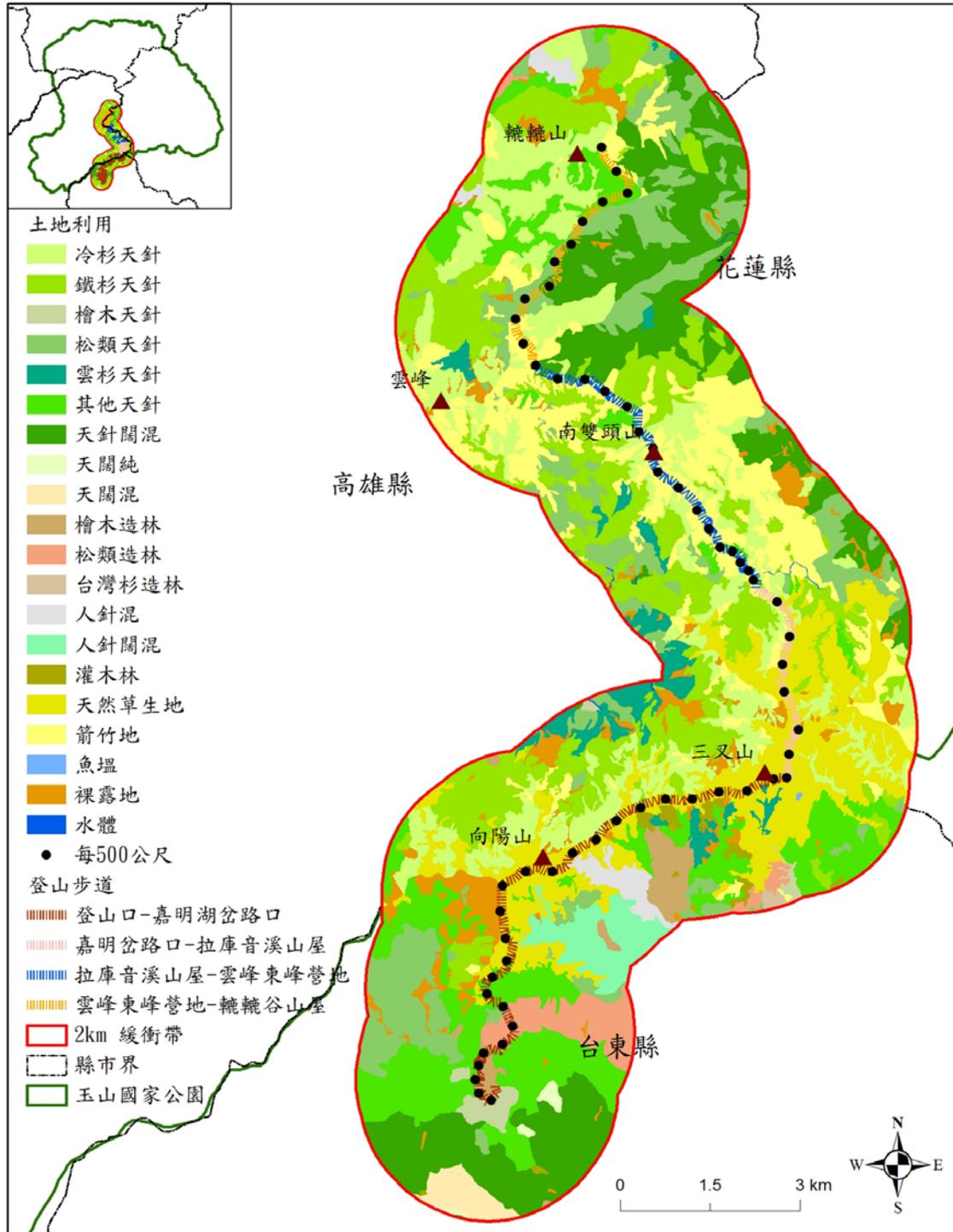


圖 2-1 玉山國家公園南二段向陽至轆轤山哺乳動物相調查分段路線及步道沿線 2 km 範圍內植被分布圖。

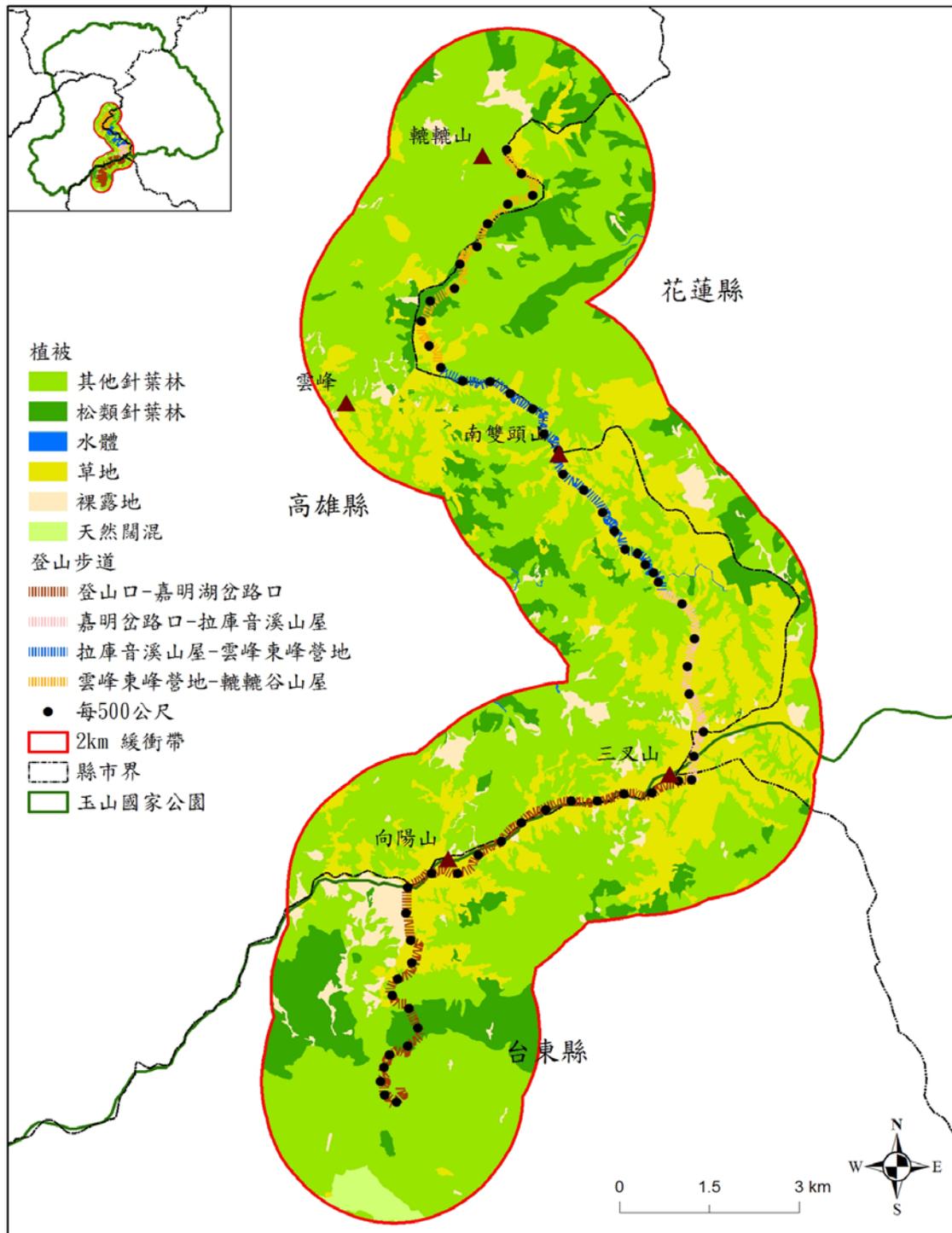


圖 2-2 玉山國家公園南二段向陽至轆轤山哺乳動物相調查分段路線及步道沿線 2km 範圍內植被大類分布圖。(修改自圖 2-1，各植被類型整併對照參見表 2-1。)

第二節 研究方法

本計畫於 95 年 12 月進行樣區棲地及動物相探勘調查，並自 96 年 1 月~11 月間，每兩個月進行調查 1 次，每次至少 14 天，每次 2~4 人，包含計畫的先期調查共計進行 7 次調查，各次調查月份及範圍見表 2-2。

調查重點包括中大型哺乳動物相普查與台灣水鹿族群密度指標之建立與族群估算兩大項，分述於後。

一、中大型哺乳動物相調查

分別利用沿線痕跡調查法及紅外線自動相機監測法調查並分析哺乳動物的群聚組成、活動模式、相對數量、棲地利用概況，並與其他已調查的高山生態系進行比較。調查頻度延續先期調查以每兩個月調查一次為原則。本計畫以食肉目、靈長目及偶蹄目等中大型哺乳類動物為主要調查對象，但調查期間所發現的小獸類及兩生爬蟲類等亦一併記錄，並描述其生態分布狀況。

為比較沿線不同路段與區域動物出現狀況的差異，將本區域分成嘉明段（向陽登山口至嘉明湖岔路口，長度 13 km）、拉庫音段（嘉明湖岔路口至拉庫音溪山屋，長度 4 km）、南雙頭段（拉庫音溪山屋至雲峰東峰下三叉營地，長度 7 km）、轆轤段（雲峰東峰下三叉營地至轆轤谷山屋，長度 4 km）、雲峰支線（雲峰東峰下三叉營地至雲峰頂，長度 4.3km）等 5 個調查路段與區域（圖 2-1、2-2、2-3），其中，雲峰支線的調查資料併入南雙頭段分析。並依據林務局（自登山口到嘉明湖共計 13 km，每 0.5 km 一個里程碑）及玉山國家公園管理處（自嘉明湖岔路口至轆轤谷共計 15.1 km，每 1 km 一個里程碑）所設置的登山里程碑為參考座標，

南二段哺乳動物

將每 0.5 km 劃分為一個小段(圖 2-1、2-2)，記錄各小段所經過的植被棲地大類(箭竹草地、二葉松林、冷杉林、鐵杉林、人造林等)、地形位置(溪谷、上坡面、下坡面、稜線)等，藉以檢視各類動物在這些區域的出現狀況，並比較牠們於步道沿線的微棲地利用狀況。

1.沿線痕跡調查法

沿中央山脈南二段向陽至轆轤山登山步道兩側、拉庫音溪上源谷地、雲峰地區及轆轤谷等地，由研究人員以緩慢步行的方式，分別以目擊、聲音、排遺、足跡、啃食痕、扒痕、拱痕、泥浴打滾痕、屍骸等跡象，蒐集並紀錄哺乳動物痕跡出現地點、GPS 座標(Garmin 60CSX 手持式 GPS，座標系統採用 TW 67 二度分帶座標系統)、海拔高度、出現位置及棲地類型等資料。同時，為了比較上的方便，將目擊與聲音記錄合併成見聞記錄，其他如排遺、足跡等等跡象合併成痕跡記錄來進行分析。

2.紅外線自動相機監測法

於南二段向陽登山口至轆轤山登山步道兩側、拉庫音溪上源谷地、雲峰地區及轆轤谷等地，在冷杉林、鐵杉林、二葉松林及箭竹草地等不同植被型，選擇哺乳類動物獸徑交會處或是水池旁，架設紅外線自動相機進行定點長期監測(圖 2-3)，各樣點每兩個月更換相機電池、底片或記憶卡一次，並以手持式 GPS(Garmin 60CSX)進行定位。利用所得之有效動物隻次(群次)、出現時間及相機運作的工作時等計算動物在各時段的活動頻度及動物在各樣點的出現頻度(Occurrence index, OI 值)，OI 值的計算沿用裴家騏及姜博仁(2004)以如下公式計算：

$$OI = (\text{物種在該樣點的有效照片數} / \text{該樣點的總工作時數}) * 1000 \text{ 小時}$$

其中，相機工作時是指相機開機測試時間與最後一張照片顯示時間的間隔，以小時為計算單位；有效照片是指有攝得動物的照片，但若在半小時內，連續拍得同種動物，且無法區別個體時，將之視為同一筆記錄；而同一張照片若記錄有 1 隻以上的個體或 1 種以上的動物，則每隻個體均視為單一筆記錄。以往的研究發現台灣獼猴 (*Macaca cyclopis*) 為群居性的動物，自動相機記錄成群比例高。因此本研究沿用裴家騏及姜博仁 (2004) 的方式，將台灣獼猴的有效照片數以群次為單位來計算。藉以蒐集本山區之中大型哺乳動物組成、活動模式、相對出現頻度及棲地利用概況。

此外，本研究針對同一台相機點位同一卷底片或記憶卡所攝得之雄性台灣水鹿進行個體辨識，辨識方式主要以雄性個體鹿角發育階段、形狀、大小、是否折損等鹿角形值，配合個體體型大小、耳朵是否破損及破損位置等自然標識特徵進行綜合判斷。同時並記錄個體鹿角發育階段、鹿角分叉情形及被拍攝時的行為，藉以分析台灣水鹿的角周期狀況及不同生活史階段的行為。其中鹿角發育階段分成初茸期、茸角期及硬角期等三個階段。初茸期專指雄性幼鹿角座發育初長角的時期，一般而言，台灣水鹿雄性幼鹿出生約八個月後長出角座，至隔年才會開始長出茸角 (馬春祥及楊錫坤 1996)，本研究將此段期間定義為初茸期；茸角期指 1 齡以上的雄性自個體解角後，茸角開始發育到茸角角質化、茸皮脫落前這段期間。此時的鹿角柔軟不硬，外被一層似天鵝絨的茸皮，有血液充分供應故成長快速，稱之為茸角 (馬春祥及楊錫坤 1996)；硬角期則指 1 齡以上的雄性個體自茸角角質化、茸皮脫落完成至鹿角脫落這段期間。鹿角分叉狀況包括 1 尖、1 又 2 尖、2 又 3 尖及其他特殊變異角型等 4 種狀況；被拍攝時的行為則包括行走、奔跑、覓食、泥浴打滾、磨角、耙地、標識、卡角、嗅聞母鹿會陰部等行為，本研究僅針對泥浴打滾行為進行分析描述。

而所架設的紅外線自動相機分為傳統底片型及利用 CF 卡為記憶裝置的數位型紅外線自動相機，傳統底片型包括有夜間光源為閃光燈的屏科大型(7 台)及上美型(6 台)2 種，數位型包括有以閃光燈為夜間光源的 Cuddeback Expert 第一代 (Cuddeback 1, 2 台)、第二代 (Cuddeback 2, 11 台)，及以紅外線為夜間光源的 Cuddeback No Flash (Cuddeback 3, 2 台) 等 3 種。基於本研究為目前國內少數使用數位紅外線相機進行動物相監測的計畫，為了提供後續研究者與經營管理單位的參考，本研究除了利用各類型相機所獲得的資料，來比較各類型相機架設方式、儲存資料方式、工作時間長短、耗材花費等優劣外，為了消除架設地點及時間上的差異，在有限機台的限制下，選擇 2 處地點，以傳統底片型(上美型)與數位型(Cuddeback 2)相機各 1 台為 1 組，架設於相距 10 m 以內的鄰近地點，來進行比較。

二、台灣水鹿族群密度指標建立

本研究採用事先移除排遺穿越帶糞堆計數法 (Neff 1968, 李玲玲及林宗以 2006)，結合台灣水鹿的排糞率及兩次計數調查間隔天數的轉換，來建立各棲地類型台灣水鹿族群密度指標。

1. 穿越帶劃設

於箭竹草地(11 條)、冷杉林(2 條)、鐵杉林(4 條)、二葉松林(6 條)等主要棲地類型，各劃設長度 100 m，左右各寬 1 m 的穿越帶共計 23 條(表 2-3, 圖 2-3)。每一條穿越帶均沿著一定方位角劃設，於起點及每隔 50 m 的位置以 60~80 cm 長的鋁管固定於地面上，並以黃色標示膠帶纏繞其上進行標記。調查前則利用長營釘固定長 50 m 的黃色尼龍繩，明確標示出中心線位置。

在植被濃密的棲地，僅清除會影響中心線穿越的小型植物或枝條，並將砍下之枝條移出穿越帶外，以不阻礙既有獸徑為原則，以降低干擾的影響。同時，利用手持式 GPS (Garmin 60CSX) 進行定位。

2. 糞堆計數

每次調查人力為 2 至 4 人，分別於穿越帶中心線兩旁緩慢的步行或蹲行，尋覓並記錄位於中心線左右各 1 公尺內的台灣水鹿排遺堆數、排放方式及新鮮等級等資訊，藉以調查並計數穿越帶內每公頃台灣水鹿的糞堆密度（堆/公頃）。計數調查時，將糞粒數小於 15 粒的糞堆視為已經分解不予計數並移除之；遇有緊密靠在一起的糞堆，則依照糞粒的大小、形狀及新鮮等級來區分判定糞堆數量；而對於糞堆幾何中心超出預設取樣寬度者，即使有部分排遺位於取樣寬度內，亦不列入記錄僅進行移除（李玲玲及林宗以 2006）。新鮮等級判定採用李玲玲及林宗以（2006）標準分成 A~E 共 5 個等級。

每一條穿越帶共進行兩次調查，第一次計數並移除穿越帶內的所有台灣水鹿的糞堆，同時紀錄移除日期；間隔約四~六個月後再進行第二次的計數調查（部份穿越帶由於計劃時間的限制，調查間隔約為二個月），第二次調查時藉由比對糞堆分解的試驗，由糞堆的新鮮等級來判斷是否為第一次調查遺漏的糞堆，將這些遺漏的糞堆歸算在第一次未移除前的計數，來避免因第一次調查遺漏所造成的誤差，並依此計算兩次調查穿越帶內台灣水鹿的糞堆密度。

3. 糞堆分解試驗

在箭竹草地、冷杉林、鐵杉林及二葉松林等主要棲地類型各置放 10 堆的

南二段哺乳動物

新鮮水鹿糞堆（每堆糞粒數為 60 顆），進行排遺分解試驗，用以確認調查間隔期間是否有糞堆已經分解，以進行必要之校正。糞堆分解比照糞堆計數調查標準，將糞粒數小於 15 粒者視為已經分解。

4. 族群密度指標

當兩次調查間隔小於糞堆的最低分解天數，各主要棲地類型的水鹿密度指標可透過調查間隔及排糞率的轉換，由下式來求得（Mayle *et al.* 1999）：

$$\text{密度指標} = \text{糞堆密度} / (\text{調查間隔} \times \text{每日的平均排糞率})$$

其中台灣水鹿的平均排糞率沿用李玲玲及林宗以(2006)以每天 13 堆為換算依據。

5. 台灣水鹿族群數量概估

利用地理資訊系統（ESRI ArcMap 9.0），以林務局第三次資源調查之土地利用圖層為基準，先依表 2-1 的歸類將土地利用圖層簡化整併成天然闊葉混合林、松類針葉林、其他針葉林、草地、水體及裸露地，再分別計算樣區內海拔 2500 m 以上各整併之土地利用類型的有效面積，再乘以各棲地類型的水鹿族群密度指標，來獲得本區域步道沿線 1 km 範圍內 2500 m 以上的水鹿族群數量概估及密度估算。基於台灣水鹿極少活動於平均坡度大於 45 度的棲地，各棲地類型的有效面積沿用李玲玲及林宗以（2006）的方式，為扣除平均坡度大於 45 度的網格後所得之面積。此外，由於水鹿排遺鮮少於水體裡或是裸露地出現，因此本研究將此兩種類型的水鹿族群密度指標視為 0 隻/公頃來進行估算。



圖 2-3 玉山國家公園南二段向陽至轆轤山哺乳動物相調查分段路線、紅外線自動相機樣站及排遺計數穿越帶位置圖。

南二段哺乳動物

表 2-2 玉山國家公園南二段向陽至轆轤山哺乳動物相各次調查路段表。+表示該月份該路段有調查，-表示無調查。

路段	2006.12	2007.1	2007.3	2007.5	2007.7	2007.9	2007.11
嘉明段	+	+	+	+	+	+	+
拉庫音段	+	+	+	+	+	+	+
南雙頭段	+	-	+	+	+	+	+
轆轤段	-	-	+	+	+	+	+
雲峰支線	+	-	-	-	-	-	+

表 2-3 南二段向陽至轆轤山糞堆計數調查各穿越帶基本資料表。

編號	所屬樣區	起點 X 座標	起點 Y 座標	海拔 (m)	穿越帶 角度	穿越帶 長度	地形 位置	植被 類型
GMm1	嘉明	247756	2574508	3308m	330 度	100m	上坡面	箭竹草地
GMm2	嘉明	251405	2577091	3371m	100 度	100m	上坡面	箭竹草地
GMm3	嘉明	252643	2577655	3364m	290 度	100m	下坡面	箭竹草地
GMm4	嘉明	252894	2576951	3270m	10 度	100m	下坡面	箭竹草地
GMm5	嘉明	249463	2575217	3096m	300 度	100m	上坡面	箭竹草地
LKm1	拉庫音	252877	2580687	2740m	70 度	100m	谷地	箭竹草地
LKm2	拉庫音	253878	2580459	2886m	80 度	100m	谷地	箭竹草地
LKm3	拉庫音	252469	2578879	3351m	60 度	100m	上坡面	箭竹草地
NSTm1	南雙頭	251030	2581661	3103m	110 度	100m	上坡面	箭竹草地
NSTm2	南雙頭	250845	2582074	3206m	160 度	100m	上坡面	箭竹草地
NSTm3	南雙頭	250076	2583417	3142m	260 度	100m	上坡面	箭竹草地
GMp1	嘉明	249537	2575092	3094m	290 度	100m	上坡面	松林
GMp2	嘉明	252983	2576749	3183m	270 度	100m	下坡面	松林
LLp1	轆轤	249393	2587241	2930m	30 度	100m	下坡面	松林
LLp2	轆轤	248712	2585803	2983m	250 度	100m	上坡面	松林
LLp3	轆轤	250058*	2587274*	2976m*	270 度	100m	上坡面	松林
LLp4	轆轤	248984	2586310	2967m	100 度	100m	上坡面	松林
GMf1	嘉明	250728	2577145	3177m	190 度	100m	上坡面	冷杉林
LKf1	拉庫音	251778	2581122	2733m	110 度	100m	下坡面	鐵杉林
LKf2	拉庫音	251681	2580593	2760m	220 度	100m	下坡面	鐵杉林
LKf3	拉庫音	252939	2580544	2757m	230 度	100m	下坡面	鐵杉林
NSTf1	南雙頭	248035	2584308	3318m	220 度	100m	上坡面	冷杉林
LLf1	轆轤	249161	2587157	2888m	170 度	100m	下坡面	鐵杉林

*第 3 站座標

第三章 結果與討論

一、中大型哺乳動物相

本研究調查期間共記錄到食肉目(Carnivora)熊科(Ursidae)的台灣黑熊(*Ursus thibetanus formosanus*)、貂科(Mustelidae)的華南鼬鼠(*Mustela sibirica taivana*)、黃喉貂(*Martes flavigula chrysospila*)、鼬獾(*Melogale moschata subaurantiaca*)、靈長目(Primates)獼猴科(Cercopithecidae)的台灣獼猴(*Macaca cyclopis*)、偶蹄目(Artiodactyla)豬科(Suidae)的野豬(*Sus scrofa taivanus*)、鹿科(Cervidae)的山羌(*Muntiacus reevesi micrurus*)、台灣水鹿(*Rusa unicolor swinhoii*)及牛科(Bovidae)的台灣長鬃山羊(*Capricornis swinhoei*)等中大型哺乳動物共9種，其中除了台灣黑熊僅有1筆紅外線自動相機的記錄外，其餘8種於步道沿線調查及紅外線自動相機皆有記錄(圖3-1~3-9)。此外，亦記錄有齧形目(Soricomorpha)尖鼠科(Soricidae)的台灣長尾鼯(*Episoriculus fumidus*)、齧齒目(Rodentia)鼠科(Muridae)的高山田鼠(*Microtus kikuchii*)、高山白腹鼠(*Niviventer culturatus*)、台灣森鼠(*Apodemus semotus*)、松鼠科(Sciuridae)的長吻松鼠(*Dremomys pernyi owstoni*)、條紋松鼠(*Tamiops maritimus*)、白面鼯鼠(*Petaurista alborufus lena*)等中小型哺乳動物共7種(圖3-10)，有尾目(Caudata)山椒魚科(Hynobiidae)的阿里山山椒魚(*Hynobius arisanensis*)、無尾目(Anura)赤蛙科(Ranidae)的梭德氏赤蛙(*Rana sauteri*)等2種兩生類(圖3-11)，及有鱗目(Squamata)腹蛇科(Viperidae)的菊池氏龜殼花(*Trimeresurus gracilis*)、石龍子科(Scincidae)的台灣蜓蜥(*Sphenomorphus taiwanensis*)等2種爬蟲類(圖3-12)，其中除了高山白腹鼠於自動相機曾經記錄外，其他皆為步道沿線調查所記錄。

1.沿線痕跡調查結果

調查期間於步道沿線調查共記錄到 847 筆 15 種哺乳動物，包括 161 筆 14 種動物的目擊與聲音記錄、686 筆 8 種的痕跡記錄，其中以排遺及足跡兩種痕跡記錄最為常見。在 8 種中大型哺乳動物中，以台灣水鹿的記錄筆數 459 筆最多，華南鼬鼠 152 筆、鼬獾 93 筆、台灣獼猴 45 筆、黃喉貂 35 筆、台灣長鬃山羊 32 筆次之，同時，此 6 種動物在各區段皆有出現記錄，屬於本地區分布普遍的物種。其中，台灣水鹿的痕跡在嘉明段記錄最多(以足跡記錄為主)，遠大於其他三個路段。但由於此路段步道路寬較其餘三區段步道寬 2~3 倍，動物經過時留下足跡的機率相對增高，使得本區段步道動物足跡的記錄遠高於其他三個區段。因此，雖然本區段的台灣水鹿痕跡數量遠大於其他三個區段，由於部分痕跡種類如足跡產生與被發現的機率亦大於其他三個區段，因此這樣的結果在未經校正前，將無法直接反映到相對數量上的差異。而由拉庫音段台灣水鹿每公里的見聞記錄及紅外線相機的平均 OI 值遠高於其他區段，我們認為拉庫音段為本區域台灣水鹿相對密度最高的區段。

而華南鼬鼠記錄以排遺為主，並以拉庫音段記錄最多，於嘉明段的向陽山屋與嘉明湖避難小屋及轆轤段的轆轤山屋共有 4 筆目擊記錄；鼬獾痕跡以排遺為主，並以南雙頭段記錄最多，絕大部分出現在開闊箭竹草地步道上；台灣獼猴、台灣長鬃山羊及黃喉貂則以嘉明段有較多的記錄。其中，台灣獼猴均記錄於林下或林地邊緣，台灣長鬃山羊記錄於陡峭地形附近及溪谷兩旁，黃喉貂則於 96 年 12 月在嘉明湖避難小屋外曾經目擊 2 隻前來喝水並翻找食餘的個體。山羌及野豬記錄總筆數均少於 10 筆，其中，山羌於轆轤段沒有記錄，野豬則於南雙頭段沒有記錄（表 3-1），此兩者的記錄筆數遠低於其他 6 種中大型哺乳類。而沿線記錄的 6 種中小型哺乳類記錄筆數皆不多，大多記錄於有較多森林的嘉明段。

此外，研究人員於步道沿線調查及離開步道前往進行穿越帶糞堆計數途中所涵蓋的區域，總共記錄有 18 隻 2 種的動物屍骸。我們依發現屍骸時的屍況、角況、牙齒成長及磨損狀況判斷死亡時間、性別、年齡及死亡原因。其中死亡原因檢視，先依個體白齒磨損程度判定是否為自然老死個體，若有啃咬痕跡，則進一步鑑定是遭捕殺的個體或是死亡後遭吃食的痕跡。當頸部或脊椎等部位有明顯啃咬痕跡、屍骸散布範圍較遠、或是僅餘頭部連接部分皮毛的狀況則視為遭捕殺的個體，其餘判定為死後遭吃食之個體。結果發現所有個體均為自然死亡或是遭動物捕殺，包括台灣水鹿雄鹿 7 隻、雌鹿 6 隻、不詳性別的成鹿 2 隻、幼鹿 2 隻及山羌雄鹿 1 隻（圖 3-13、表 3-2）。7 隻雄鹿有 2 隻於茸角期死亡，其中 1 隻骨骸遭大量啃咬，疑似遭動物捕食；另 1 隻死因不明，但牙齒磨損程度大，老死的可能性大；5 隻於硬角期死亡，其中 1 隻死因不明，3 隻白齒磨損嚴重，應為老死個體，另 1 隻鹿角有折斷的痕跡及脊椎骨、腿骨等有被啃咬的跡象，白齒磨損程度較低，可能是卡角受傷而被黃喉貂等中小型食肉目捕食的個體。2 隻幼鹿的年齡由牙齒成長狀況研判均在 1~2 個月之內，研判應為今年 5~6 月出生的幼鹿，且在出生不久即被黃喉貂等食肉目捕食。6 隻雌鹿中，1 隻為亞成個體，屍骸散佈較廣，且有多處被啃咬的痕跡，應為遭食肉目捕殺的個體；3 隻白齒磨損程度嚴重，齒冠低，應為老死個體；其餘 2 隻死因不明。山羌屍骸年代久遠，無法判定死亡原因。

另由發現屍骸時的狀況，在調查期間一年內死亡的台灣水鹿個體共有 8 隻，包括有 4 隻雄性成鹿、1 隻雌性成鹿、1 隻雌性亞成鹿及 2 隻幼鹿。這些一年內死亡的個體 3 隻為自然老死個體，4 隻為被食肉目動物捕殺的機率大，均可歸類為自然因素死亡的個體。其中，除了雌性成鹿發現於轆轤谷、1 隻雄性成鹿死於嘉明湖附近外，其餘 6 隻皆位於拉庫音溪上源谷地。而由穿越帶糞堆計數調查，顯示本區域台灣水鹿的族群密度相當高，明顯高於玉里野生

南二段哺乳動物

動物保護區相同海拔區域的族群密度(表 3-12)。同時本區域目前的狩獵壓力極低，調查期間僅於本區域發現過 3 處過往狩獵宿營的遺跡，除了其中 1 處的痕跡約在 2 年內外，其餘均年代久遠。這些因素都可以解釋為何本區域較其他區域容易發現自然因素死亡的台灣水鹿。而本區域地處台灣南端，嚴冬期間並不長，在調查期間亦未發現有營養不良體態消瘦的水鹿個體，顯示食草資源尚為充足，因此發現的死亡個體大多為牙齒磨損程度高的老死個體或是被捕殺的幼鹿及亞成鹿。然而，本區域目前台灣水鹿的族群密度已經很高，如果持續成長，是否會如國外鹿群因族群密度過高導致食草資源不足，而發生族群大量死亡、懷孕母鹿變少、幼鹿加入量降低、遭天敵捕食的量增加或是部分族群擴散移往鄰近密度較低及原本已經消失的地區，形成 source-sink 的動態族群等密度相關效應的現象，均是經營管理上重要的課題。

2. 紅外線自動相機結果

研究期間總計於研究區域架設傳統底片型紅外線自動相機 13 台(14 個樣點)、數位紅外線自動相機 15 台，共計 29 個相機樣點，包括 24 個獸徑型樣點、4 個水鹿打滾池樣點及 1 個岩壁滲水樣點(表 3-3)。植被棲地類型包括冷杉林(n=10)、鐵杉林(n=10)、二葉松林(n=7)及箭竹草地(n=2)，海拔範圍 2690~3375 m。運作回收的相機樣點計有 28 個樣點(傳統型 13, 數位型 15)，扣除相機故障、未顯示時間及相機工作時不及 72 小時的底片，共計回收 56 卷有效底片及 39 張 CF 卡。各樣點總工作時範圍 156.9~6490.7 小時，有效動物數範圍 1~277 隻次，總計工作時 71924.7 小時，有效動物總計為 1761 隻次。其中，傳統型相機總工作時為 28429.5 小時，有效動物總數為 665 隻次，數位型相機總工作時為 43495.2 小時，有效動物總數為 1096 隻次(表 3-3、3-4)。

紅外線相機總計記錄 10 種哺乳類動物及 4 種鳥類，其中台灣黑熊、栗背

林鴿於傳統型樣點未記錄，高山白腹鼠及虎鶉等 2 種小型脊椎動物未於數位型樣點記錄。所記錄的 9 種中大型哺乳動物中，台灣水鹿於各樣點均有記錄，有效隻次達 1444 隻次，平均 OI 值高達 17.50 (SD=14.29, n=28)，遠大於其他 8 種，不僅為本區域分布最普遍及相對數量最多的中大型哺乳類動物，平均 OI 值亦為目前國內曾使用紅外線自動相機調查的區域中最高的 (平均 OI 值 0 ~ 7.5, 裴家騏及姜博仁 2004)，顯見本區域為國內少數台灣水鹿高密度分布的區域。4 個區段中台灣水鹿的平均 OI 值以拉庫音段最高，達 23.54 (SD=16.43, n=13)，其中傳統型樣點與數位型樣點的平均 OI 值分別為 19.6 (SD=15.3, n=5) 及 26.0 (SD=17.7, n=8)，均遠高於其他區段；台灣獼猴於 68% 的樣點出現，有效動物群次 106 群次，平均 OI 值 1.44 (SD=1.51, n=28) 次高，並以嘉明段的平均 OI 值最高，高於雪霸國家公園大鹿林道至大霸尖山區域 (海拔 1600~3100 m) 的平均 OI 值 (0.35) (裴家騏 2004)，而與大武山地區高海拔鐵杉林帶 (海拔 2500~3100 m) 所得的平均 OI 值 (1.49) 相近 (裴家騏及姜博仁 2004)；野豬及鼬獾於 32% 的樣點出現，平均 OI 值分別為 0.47 (SD=0.87, n=28) 及 0.58 (SD=1.49, n=28)，野豬與大武山地區高海拔鐵杉林帶所得的平均 OI 值 (0.34, 以群次為計數單位) 相近，鼬獾 (1.31) 則較低 (裴家騏及姜博仁 2004)。其餘 5 種平均 OI 值在 0.01~0.36 間，並以台灣黑熊記錄樣點數與平均 OI 值最低，僅於 96 年 7 月 23 日早上在海拔 2731m 拉庫音溪旁鐵杉林下的水鹿泥浴打滾池附近有一次拍攝記錄，推測應為過境本區域的個體；黃喉貂次低，於拉庫音溪旁的鐵杉林及轆轤谷附近的二葉松林共 3 個樣點各有一次的拍攝記錄，活動時間均為白天 (表 3-5、3-6)。

南二段地區冷杉林、鐵杉林及二葉松林等三種主要植被類型的中大型哺乳動物群聚，以鐵杉林所記錄的種數最多，9 種中大型哺乳動物均有記錄 (表 3-7)。其中，台灣水鹿在鐵杉林的平均 OI 值高於其他兩種林型，此結果和龔

堆計數所得結果一致，顯示本區域鐵杉林的水鹿相對密度高於其他兩種林型，和玉里野生動物保護區高海拔區域二葉松林台灣水鹿族群密度較鐵杉林及冷杉林為高有所不同（李玲玲及林宗以 2006）。比較本區域與玉里野生動物保護區的地景結構，顯示本區域有較大面積的箭竹草地與溫帶針葉林鑲嵌的類型（59.6%），而鐵杉林比起其他兩種林型，在鄰近高山溪流源頭谷地有較大面積的分布；相對地，玉里野生動物保護區在鄰近溪谷源頭谷地的周邊則以二葉松林為主。由於台灣水鹿對於森林與草地交接類型的利用比例顯著高於其他地景類型（李玲玲及林宗以 2006），因此，這樣的差異可能是源自於台灣水鹿在棲地利用上的差異與地景結構組成的差異所致。

另外，如果比較單純獸徑型樣點與水池-獸徑樣點的結果，可以發現台灣水鹿對於水池-獸徑樣點的利用程度高於單純獸徑型樣點，這主要跟雄鹿於硬角期會大量使用水池進行泥浴打滾標示有關。本研究期間於水池-獸徑樣點拍攝到大量台灣水鹿雄鹿泥浴打滾的連續行為，為國內首次詳細記錄台灣水鹿泥浴打滾的行為。透過這些記錄我們發現僅有硬角期的雄鹿有泥浴打滾的行為，而且絕大部分為 1 齡以上的雄性成鹿或亞成鹿，1 齡左右剛長出角座的雄性幼鹿雖然也有少數泥浴打滾的行為被記錄，但行為系列的複雜程度較小且打滾的時間較成鹿短。而研究期間從未記錄雌性個體或是茸角期的雄性個體進行泥浴打滾，顯示這種行為為硬角期的雄鹿所特有。同一個泥浴打滾池會有許多不同的雄鹿前來利用，曾記錄到 15 隻不同個體的雄鹿使用同一個泥浴打滾池。

通常雄鹿在到達泥浴打滾池時，有的會先行嗅聞打滾池附近的氣味，包括一些其他個體在樹幹、箭竹等植物體上的腺體標示及泥浴打滾時於水池或周遭土壤所遺留的氣味。有些個體在嗅聞後會以腳及角耙地，之後再進入打滾池打滾，可能有耙除其他個體所留下的氣味並分泌蹄間腺體於土壤中的作

用。打滾前及打滾中雄鹿會將尿液灑在自己身上或是水池中，並且不時側頭塗抹眶下腺體，混合尿液與腺體於泥水中，再以快速側身、踢腿的動作進行打滾，期間有時會站立重複以角或腳耙地、塗抹眶下腺體於鄰近的箭竹或是樹幹上，甚至以後腳站立將腺體標示後於高處，再進入水池打滾。通常每次泥浴打滾、標示等行為系列約 3~5 分鐘，有些個體會長達 12~15 分鐘，打滾完的雄鹿通常會滿身沾滿泥巴，並將身上沾滿氣味的泥巴塗抹在附近的樹幹上，而完成整個泥浴打滾標示的行為系列。此種雄鹿於硬角期間特有的行為主要和雄鹿向其他雄鹿宣示領域及吸引雌鹿有關，而由此種行為僅發生於硬角期的雄鹿也間接說明台灣水鹿角週期與其求偶、交配等生殖活動的密切關聯。

3.不同類型紅外線相機比較

我們以南二段地區所架設的不同類型相機樣點工作狀況，來比較 2 種傳統底片型及 3 種不同型號的數位紅外線自動相機的特色、差異與工作表現(表 3-8)。在各類工作表現上，2 種傳統底片型受限於 ISO 400 底片張數，最大拍攝張數僅達 36 張，而數位型可達 212 張；平均工作時與最大工作時以 Cuddeback2 最久，屏科大型最短，兩者時間差異將近 4 倍；平均空拍率若扣除機器故障所造成的不正常連續空拍，以 Cuddeback1 最少，屏科大型較高；而已記錄體型最小的物種，受到架設角度及架設高度的影響，傾斜架設的傳統底片型較水平架設的數位型容易記錄到體型較小的動物，若要以 Cuddeback 數位型相機拍攝中小型食肉目或齧齒目等動物，則水平架設高度不能超過 50 cm，最好在 30 cm 即可，且必須略為向下傾斜。整體而言，數位紅外線自動相機在最大拍攝張數、平均工作時、平均空拍率及平均連拍率上均優於傳統底片型相機，對於一些經常於同一地點緩慢或長時間活動的動物個體，將不

致發生於短時間內將底片耗盡而無法工作的情事，同時在後續耗材與資料保存等花費上也低於傳統底片型相機。加上數位型相機具有可錄影的功能，可以用以分析動物的行為系列，這更是傳統型相機所無法相比的。以在同一地點需時 3~5 分鐘的水鹿泥浴打滾行為為例，傳統型相機僅有機會記錄到一次不完整的泥浴打滾系列（李玲玲及林宗以 2006），但數位型則可記錄數十次甚至上百次的泥浴打滾行為系列。

然而，對於體型較小及活動速度較高的物種，傳統底片型表現較佳，這可能是受到架設角度的影響，未來可以嘗試以 45 度傾斜架設的方式來進行比較。而在架設地點限制上，傳統底片型無法架設於開闊草地、水體附近，或覆蓋度不足陰影變化太大的場所，因為這些地點會造成大量的連續空拍，而使相機無法發揮該有的工作效能。然而，本研究在空曠草地、水池架設的數位型相機，雖然空拍率會稍微提高，但由於記憶裝置容量大且電力持久，仍然可以有效地進行監測，這將使得動物棲地利用的研究可以更加完善。因此，數位型相機除了仍舊無法有效解決遭竊的問題外（雖然有機殼防盜鎖及密碼鎖定功能等設計），已經有效地降低野外架設的限制，相信未來將逐漸取代傳統型相機成為動物長期監測的主流。

而兩組架設於鄰近地點的傳統型（上美型）-數位型相機(Cuddyback 2)工作狀況比較如表 3-9 所示，結果亦如全區之比較，傳統型除了記錄之動物種數、體型最小之動物等項目優於數位型外，數位型相機整體工作表現均優於傳統型相機。然而前者可以藉由調整架設方式及高度來克服，這在全區其他數位相機也已經證明只要調整架設高度或利用自然傾斜的植物體來架設，數位型所能記錄的物種及體型大小能有效克服（表 3-8）。除此之外，目前國外市面上已經有針對此一問題進行改良的數位紅外線自動相機機種上市，採用的方式為以 5 道平面放射狀感應光束的方式，藉由提早啟動相機的方式來增

加感應速率，並可設定快速連拍 1~3 張的功能，以增加對活動速度較快物種的拍攝效果，這些快速進展都將使得數位型紅外線相機的功能與利用性更加強大，將是未來進行偏遠山區長期動物監測的利器。

二、台灣水鹿的活動模式、角週期與繁殖

我們取研究期間紅外線自動相機有效動物數最多的台灣水鹿來進行活動模式及雄鹿鹿角週期的分析，並描述幼鹿出現的月份。結果顯示 95 年 12 月~96 年 11 月間本山區台灣水鹿 (n=1444) 的活動模式呈現雙峰型，4~7 時及 16~18 時活動量高於每小時的平均活動量，並在 5 時及 18 時達到活動最高峰，為顯著的日夜偏晨昏活動的動物，且日夜活動量的比例極為相近 (日間 50.6%；夜晚 49.4%) (圖 3-14)。而雄鹿與雌鹿的活動模式亦呈現類似的模式 (圖 3-15)，但在白天活動的比例上，雄鹿為 51.7%，雌鹿為 48.6%。與裴家騏及姜博仁(2004)所描述的大武山區與雙鬼湖地區台灣水鹿 (n=192) 活動模式相類似，同樣都是日夜活動比例相近但偏晨昏活動的動物。此外，本研究發現雄鹿全年白天活動的比例略高於雌鹿，與大武山區所記錄的雌鹿略高於雄鹿稍微不同，但無顯著差異。同時，大武山區與雙鬼湖地區台灣水鹿的活動模式呈現多峰型，且整體白天活動的比例略高於本研究，是否為棲地地景結構差異 (連續性森林及森林與草地鑲嵌的地景差異) 所造成或是該研究用來分析的樣本數 (n=192) 尚不足所致，需進一步研究。

而硬角期與茸角期雄鹿在被拍攝的次數上有顯著的差別，自動相機記錄的雄鹿個體次數，硬角期 (n=379) 遠高於茸角期 (n=99) (圖 3-16)。同時，雄鹿在茸角期日間活動比例 (41.4%) 較硬角期 (54.6%) 來得低 (圖 3-16)，推測茸角期雄鹿，由於體內血清睪固酮含量降低 (王俊強等 2004)，使得活動力降低，可能因此有縮小活動範圍的趨勢，並藉由增加夜間活動的比例，來降低茸角發育期

南二段哺乳動物

所可能招致的傷害。而硬角期雄鹿，體內血清睪固酮含量維持在一個高的水平，活動力大增（王俊強等 2004），基於求偶交配的需求，藉由增加活動量與活動範圍，來提高繁殖交配的機率。

另外，我們利用各相機樣點所拍攝的雄鹿有效照片，記錄個體的鹿角狀態是屬於硬角期或是茸角期，來分析本地區台灣水鹿雄鹿的角週期變化。為了降低同一月份重複個體所造成的誤判，我們先進行樣點內的雄鹿個體辨識，扣除同一樣點內同一月份重複出現的個體後，再以所得的雄鹿個體作為分析雄鹿角週期變化的依據。結果發現 95 年 12 月~96 年 11 月間各月份硬角（ $n=219$ ）與茸角（ $n=75$ ）個體的比例分布圖（ $n=294$ ）如圖 3-14 所示，95 年 12 月所有個體的鹿角均為硬角，96 年 1 月起開始有雄鹿解角，進入茸角發育期，3 月份超過 65% 的雄鹿均已解角，4、5 月則全為茸角的個體，6 月開始有剛蛻茸的硬角雄鹿出現，至 7 月硬角的個體數已經超過 60%，8 月 95% 的個體為硬角，9~11 月則全為硬角的個體。顯示南二段地區台灣水鹿雄鹿角週期有較明顯的季節性變化，不同於水鹿印度亞種每個月均有解角的雄鹿（Mishra and Wemmer 1987）。而王俊強等（2004）對於圈養狀態之台灣水鹿雄鹿角週期的觀察，亦顯示台灣水鹿的鹿角狀態有明顯的季節性週期，於每年的 2~3 月間解角，5~6 月間完成蛻茸，時程和本研究於南二段所得的結果類似但略為提早，可能是海拔上的差異所致。而該研究亦指出雄鹿角週期變化跟雄鹿體內血清中睪固酮含量及精液產量與品質有密切關連，由野外雄性水鹿於硬角期間有高頻度的泥浴打滾標示行為，推測野外台灣水鹿的精液產量與品質亦和角週期有密切相關。

在幼鹿出生月份分析上，自動相機總計有 24 筆母鹿帶幼鹿活動的記錄，記錄月份分別為 5 月、6 月各 1 筆、7 月 9 筆、8 月 6 筆、9、10 月各 3 筆，11 月 1 筆。由幼鹿體型大小推斷應為 3~8 月出生的個體，並以 5 月中~6 月間為幼鹿繁殖的高峰。此外，7 月於拉庫音溪谷地另發現 2 隻被捕食的幼鹿，依現場遺留屍骸及牙齒

成長狀況判斷，應為今年 5~6 月出生的幼鹿。綜合以上的觀察，目前的記錄顯示 3~8 月為本山區幼鹿出生的月份，並以 5~6 月為繁殖高峰，回推母鹿受孕的高峰為 9~10 月間。王俊強（2004）指出圈養下台灣水鹿雄鹿血清內的睪固酮含量於 10 月達到最高峰，精液量及品質於 9 月達到最高峰，為台灣水鹿交配的高峰期，和本研究所得到的推論相符合。比較文獻的野外幼鹿記錄，裴家騏及姜博仁（2004）在太麻里河流域分別於 3 月及 7 月有 2 筆幼鹿拍攝記錄，3 月有 1 筆接近生產時間的懷孕母鹿遭盜獵記錄；李玲玲及林宗以（2004）於南三段山區曾於 6 月下旬目擊剛出生約 1 星期的幼鹿。這些觀察結果均和本研究所記錄的幼鹿時間相符合，顯示 3~6 月很有可能是台灣水鹿主要的繁殖期間。

三、遊憩與狩獵壓力

由於本區域為國內著名的登山步道，加上近年來在政府積極推動國民觀光遊憩品質的前提下，林務局於 94 年在此地修建向陽山屋及嘉明湖避難小屋，並將通往嘉明湖的步道從原有的 0.5 m 寬擴寬至 1~1.5 m，使得嘉明湖近兩年來的遊客量大增。依據林務局台東林管處所做的統計，95 年進入此山區的遊客高達 7630 人，單日最高遊客量為 407 人。而至 96 年 11 月 8 日止，進入嘉明湖登山健行的遊客量已達 7297 人，單日最高遊客量為 269 人，遊客總人數高於 95 年同期間，由此可見此地相關遊憩壓力頗大。而嘉明湖至轆轤谷則為中央山脈南二段縱走路線南段，屬於玉山國家公園生態保護區的範圍，依玉山國家公園管理處入園申請人數統計，96 年 1 月~10 月間總計有 342 隊 1684 人進入此山區遊憩登山，由於南二段隊伍亦會經過嘉明湖地區，因此總計 96 年 1 月~10 月間嘉明湖地區遊客量共 8621 人，約為嘉明湖至轆轤谷的 5 倍（圖 3-18）。

而本區域早期在嘉明湖、拉庫音溪地區，甚至遠至雲峰山塊均有狩獵的跡象，

南二段哺乳動物

這可由研究期間在這些區域曾發現 4 處過往狩獵宿營地遺跡獲得證實。近年來由相關痕跡缺乏或極少，顯示本區域的狩獵壓力已經消退，大部分地區均已多年無狩獵跡象，僅有極少部分痕跡顯示為 2~3 年內的狩獵宿營遺跡（位於拉庫音溪山屋對岸的鐵杉林下），依時程推測比對，應為部分山區工程進行時工人的盜獵痕跡。加上近年來山區工程均以直升機運送材料，並有部分山區工程曾傳出將盜獵物混雜於工程廢棄物中，由直升機運出的傳聞。因此，對於本區域的狩獵壓力的掌控，尤其是深入山區的生態保護區，應該著重在山區工程進行時加強督導監督，以防止短時間大量盜獵情事發生。

綜合遊憩壓力與狩獵跡象的觀察，說明本區域目前的人為干擾主要來自登山客的遊憩壓力，管理單位未來可以針對此一干擾因子，以本研究所收集的基礎資料為基準，進行遊憩量或遊客行為對本地區動物與生態系的影響研究與監測。

四、台灣水鹿族群密度指標建立

本研究期間共計劃設 23 條穿越帶（圖 2-3），包括箭竹草地 11 條，松類針葉林 6 條及冷杉、鐵杉林等其他針葉林 6 條（表 2-3）。第一次調查各穿越帶內台灣水鹿的糞堆數量為 14~472 堆，變異相當大。數量最高的穿越帶為鄰近嘉明湖的箭竹草地穿越帶，其次為位於拉庫音溪寬平溪谷的箭竹草地穿越帶；最低的穿越帶為位於三叉山腰箭竹草原中間遠離森林區塊的穿越帶（表 3-10）。各穿越帶兩次調查間隔時間為 48~209 天，移除排遺後複查所得的台灣水鹿糞堆數量為 5~119 堆，依此計算獲得各穿越帶台灣水鹿族群密度指標為 0.09~3.30 隻/公頃，雖然變異大但大部分穿越帶密度指標相當高。箭竹草地、松類針葉林、冷杉、鐵杉等其他針葉林等三種植被大類的台灣水鹿族群的平均密度指標分別為 0.92、1.21、1.88 隻/公頃，以冷杉、鐵杉等其他針葉林的族群密度指標最高（表 3-11）。

檢視本研究穿越帶除了少部分位於距離步道 1~2 km 緩衝區範圍內外，大部分穿越帶均位於距離步道 1 km 的緩衝區範圍內，海拔高度均在 2500 m 以上。因此，本研究在進行本區域步道沿線台灣水鹿族群密度與數量概估時，以距離步道 1 km 範圍內海拔 2500 m 以上的各大植被類型所佔的面積為計算基準來進行估算。同時，受限於人力、研究時程、研究範圍內地景結構與地形等因素，本計劃大部分森林穿越帶的位置均位於鄰近森林與草地交接帶的範圍內，而依照李玲玲及林宗以（2006）於玉里野生動物保護區的取樣結果，這樣的區塊為台灣水鹿糞堆密度最高的區域，顯著高於遠離森林與草地交接帶的連續性森林區塊。因此，若直接採用這些森林穿越帶糞堆計數所得之密度指標來計算族群數量，勢必會造成明顯高估而產生誤導。基於以上因素，本研究乃參考李玲玲及林宗以（2006）在玉里野生動物保護區所採用的棲地類別區分方式，以地景結構做為主要的分層依據，將鄰近森林與草地邊緣 100 m 範圍內的緩衝區塊定義為邊緣類型，視為獨立的棲地類型。同時，參考玉里野生動物保護區各地景類別的台灣水鹿密度指標，邊緣類型較距離邊緣 100 m 以外的連續性森林、近草森林及草地類型約多 2~4 倍的標準，做為族群密度指標校正的依據。以此標準計算得三種連續類型的平均族群密度指標分別為箭竹草地邊緣 0.47~0.94 隻/公頃；松類針葉林邊緣 0.30~0.61 隻/公頃；冷杉、鐵杉等其他針葉林邊緣 0.23~0.46 隻/公頃。

而三種棲地大類邊緣類型與連續類型所佔的有效面積，以 Arc Map9.0 軟體，以林務局第三次森林資源調查土地利用圖層及 20 m*20 m DTM 高程圖為底圖，先沿步道取 1 km 的緩衝區後，再沿草地與森林交接線劃設 100 m 緩衝區視為邊緣型棲地大類的範圍，最後再扣除平均坡度大於 45 度的陡峭地後所得的各類型有效面積如表 3-12 所示。其中以邊緣型箭竹草地的有效面積最大約佔有效總面積的 32.1%，其次為連續型其他針葉林 26.5%、邊緣型其他針葉林 24.1%，而邊緣型有效總面積（59.6%）亦大於連續型的有效總面積（40.4%）。將所得之各類型有效面

南二段哺乳動物

積乘以各大類的族群密度指標，推估南二段向陽至轆轤山距離步道 1 km 緩衝區域海拔 2500 m 以上的台灣水鹿族群平均密度為 0.77~0.90 隻/公頃。

比較玉里野生動物保護區所估算台灣水鹿的族群密度，全區海拔 900~3443 m 範圍內的族群密度約為 0.11 隻/公頃（李玲玲及林宗以 2006），而若以該區高海拔穿越帶的族群密度指標來概估，該區 2500 m 以上的族群密度約為 0.20 隻/公頃。而本區段步道沿線 1 km 緩衝區範圍所推估之族群密度約為 0.77~0.90 隻/公頃，顯示本區段台灣水鹿的族群密度遠高於玉里野生動物保護區高海拔區域。而本區域紅外線相機樣點台灣水鹿的平均 OI 值高達 17.50（傳統型 16.37 / 數位型 18.63），即使僅計算獸徑型之傳統底片型紅外線自動相機的平均 OI 值亦高達 16.37，為目前為止國內曾經使用紅外線自動相機進行動物群聚調查的地點中平均 OI 值最高的區域，顯示此區域可能是目前台灣山區水鹿族群密度最高的區域之一。同時台灣水鹿對於本區域的植被個體、森林結構與更新的影響程度，包括台灣鐵杉、台灣冷杉、台灣華山松、台灣雲杉等冠層樹種被啃食樹皮或磨角的死亡比例，或玉山圓柏、刺柏、玉山假沙梨、苗栗冬青、小葉雲南冬青、厚葉柃木、紅毛杜鵑、樺葉莢蒾等森林灌木層樹種因被啃食樹葉、樹皮或磨角而死亡的比例，以及玉山箭竹等草本層被啃食的狀況與覆蓋度變化等，根據特有生物研究保育中心在此區域的研究結果（林宗以以及劉建男 未發表資料）亦可看出較玉里野生動物保護區及其他高海拔區域來得嚴重。對於本區域鐵杉林、冷杉林的幼樹更新及森林與草地面積的推移已經有明顯影響，說明本區域台灣水鹿的啃食壓力頗大。Tilghman(1989) 利用圍籬試驗針對 5 個不同密度的白尾鹿群對植被影響進行了 5 年的研究，發現白尾鹿喜歡啃食的植種豐富度及幼苗歧異度隨白尾鹿密度增加而減少。同時，當白尾鹿密度低於 15.5 隻/平方公里時，對森林植被更新影響輕微，但密度超過 15.5 隻/平方公里時影響程度變得顯著，說明當大型鹿科動物族群密度超過一個閾值，可能就會對當地植被產生顯著的影響。因此，由本區域植被遭啃食的狀況，推測本區域台灣水鹿的族群密度已經超過某一個閾值，屬於高密度的區域。

而由研究期間在本區域內發現的死亡個體數略小於幼鹿的數量（自動相機資料）；同時研究期間所目擊或拍攝的水鹿個體體態均無特別消瘦的情形；訪查林務局向陽國家森林遊樂區人員，指出近年南橫公路附近已經可以重新發現台灣水鹿的蹤跡，並有穿越道路的個體被目擊，這是以往此一地區所沒有的現象，說明本區域的水鹿有往外擴張的趨勢，由這些資訊推估本區域的水鹿族群仍舊處於增加的趨勢。同時對於這些鄰近國家公園的南橫地區而言，南二段區域的水鹿族群可能對這些地區提供了一個重要的補充來源，而在保育上形成一個 source-sink 的族群動態系統。這樣的結果一方面說明玉山國家公園成立二十幾年來相關的動物保育措施確實收到具體的成效，然而另一方面，台灣水鹿族群的持續增加，確實對本區域植被社會組成、結構及高山森林生態系已經逐漸產生明顯的改變與影響。

在有限人力與時間的限制下，雖然本研究穿越帶數量過少（取樣面積比例過小，造成代表性不足，變異過大）、部份穿越帶調查間隔不一且較短（可能因累積量未趨穩定而高估或低估）及部分地景類別未取樣或是樣本數太少（會因此造成高估或低估），使得目前所獲得的各大類棲地水鹿族群密度指標在各穿越帶間變異很大，雖然經過適當的調整，但僅能反映本區域為水鹿高密度區域，並無法代表本區域台灣水鹿的確切密度，管理單位在使用此一結果應該要更加保守。然而，此種方式所獲得的密度指標及族群概估雖然尚無法真正代表此地台灣水鹿的確實數量，但卻提供一項值得信賴的族群數量指標基準，若在本研究所建立的基礎下，增加各棲地類型的取樣數量（特別是遠離森林與草地交接帶的連續性森林的穿越帶樣本數）並於相同季節及相同間隔進行取樣，將可達到掌握台灣水鹿在此種不同地景類別與植被棲地等複雜環境因子交錯下較為精確的族群密度指標，並藉由持續多年的調查監測，掌握族群動態發展趨勢及影響因子，再配合對本區域植被社會、其他共域動物族群與群聚及森林生態系的研究結果進行整合評估，將可以

南二段哺乳動物

提供管理單位對於此區域生態系經營與保育策略調整上的依據。



圖 3-1 南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，華南鮎鼠記錄位置圖。



圖 3-2 南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，黃喉貂記錄位置圖。



圖 3-3 南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，麝獾記錄位置圖。

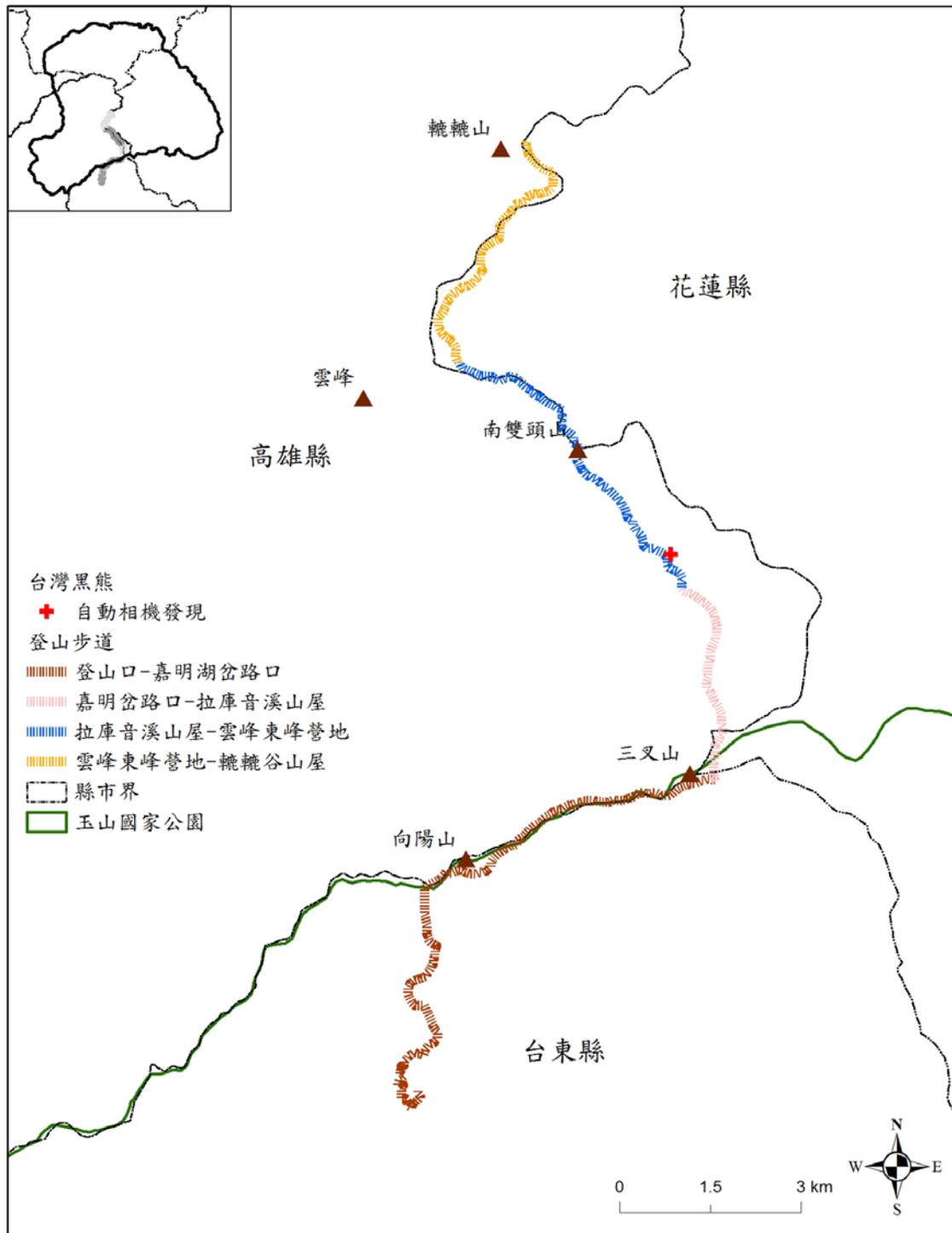


圖 3-4 南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，台灣黑熊記錄位置圖。



圖 3-5 南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，台灣獼猴記錄位置圖。



圖 3-6 南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，野豬記錄位置圖。

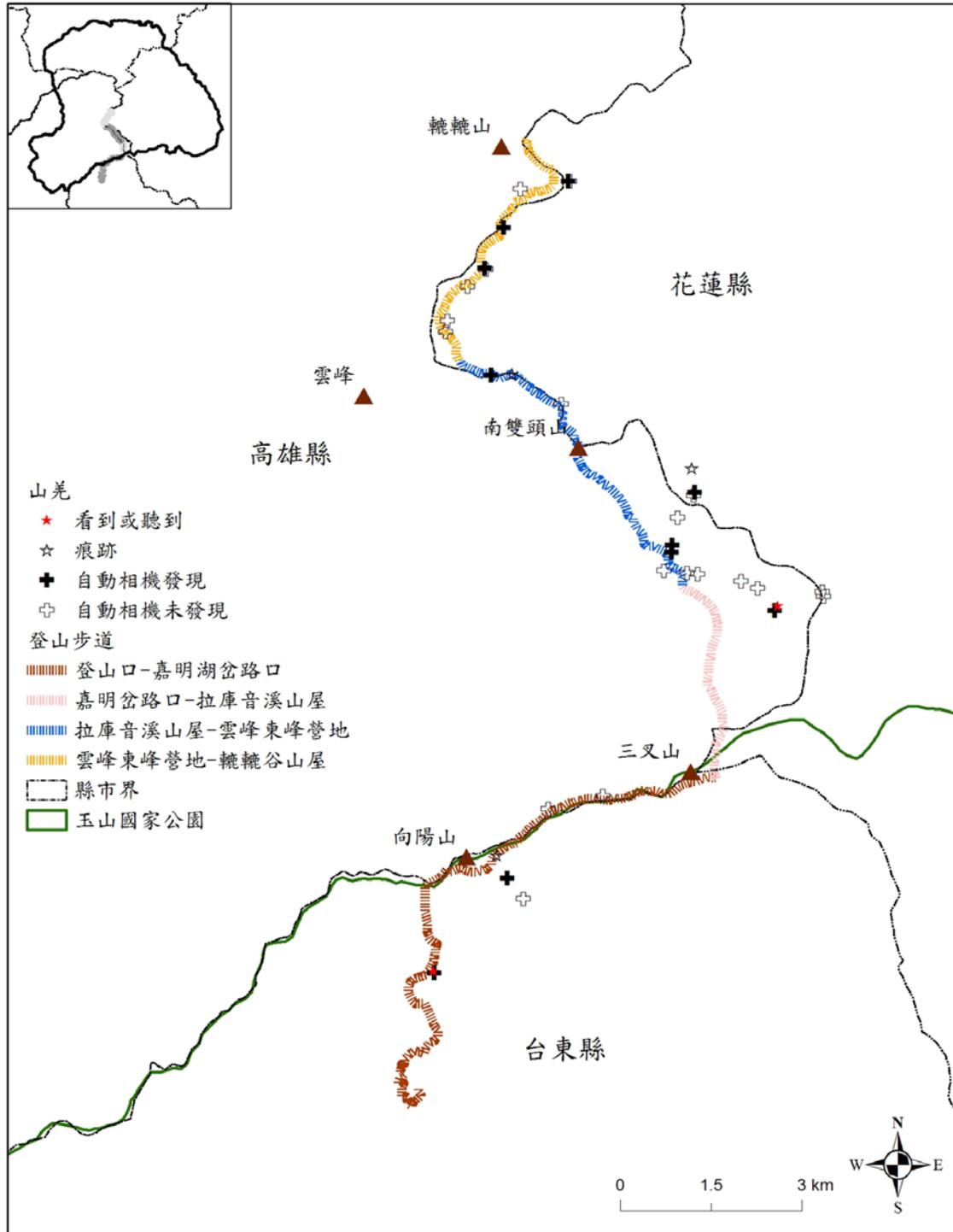


圖 3-7 南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，山羌記錄位置圖。

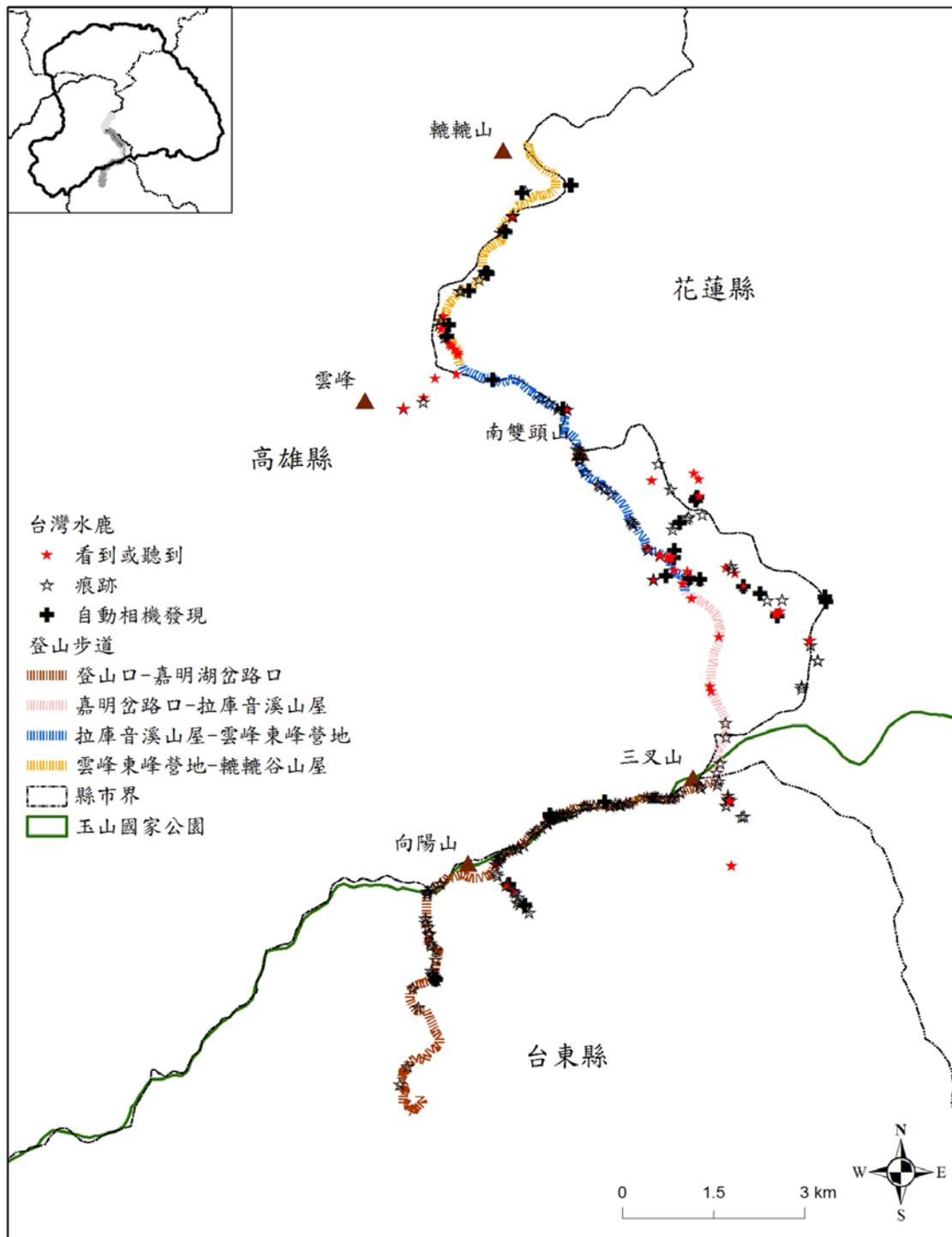


圖 3-8 南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，台灣水鹿記錄位置圖。



圖 3-9 南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，台灣長鬃山羊記錄位置圖。

南二段哺乳動物



圖 3-10 南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，食蟲目與齧齒目記錄種類及位置圖。



圖 3-11 南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，兩生類記錄種類與位置圖。



圖 3-12 南二段向陽~轆轤山步道沿線哺乳動物調查，爬蟲類記錄種類與位置圖。



圖 3-13 玉山國家公園南二段向陽~轆轤山地區 95 年 12 月至 96 年 11 月發現時死亡時間在 1 年以內及以上之台灣水鹿殘骸位置圖。

南二段哺乳動物

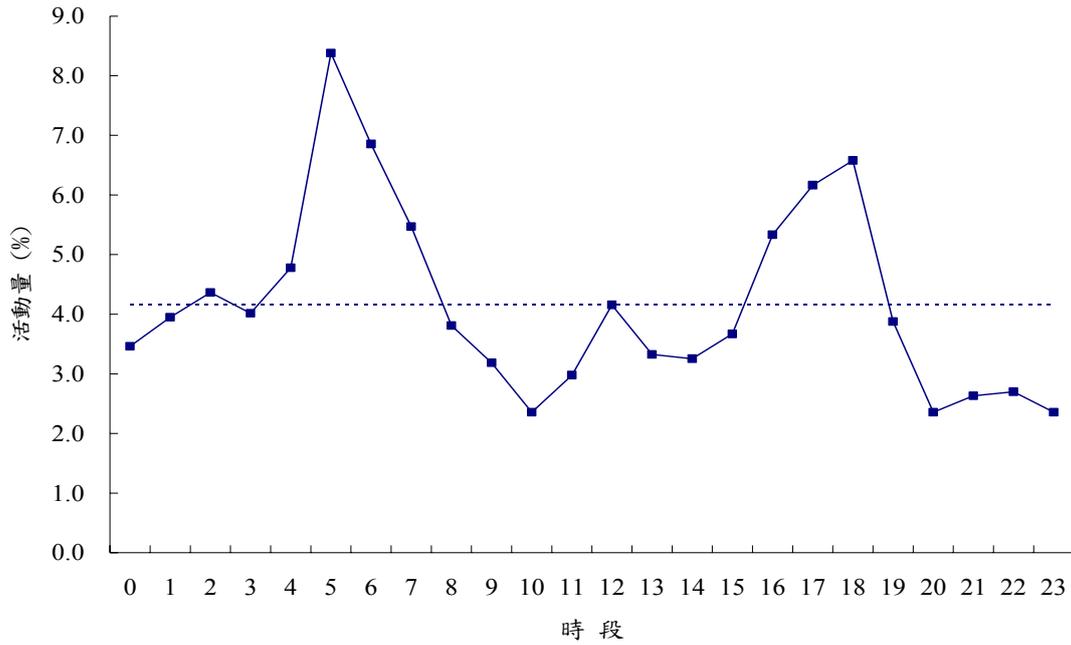


圖 3-14 玉山國家公園南二段向陽~轆轤山地區 95 年 12 月至 96 年 11 月台灣水鹿活動模式圖 (n=1444)。虛線為每個時段平均活動量的預期值。

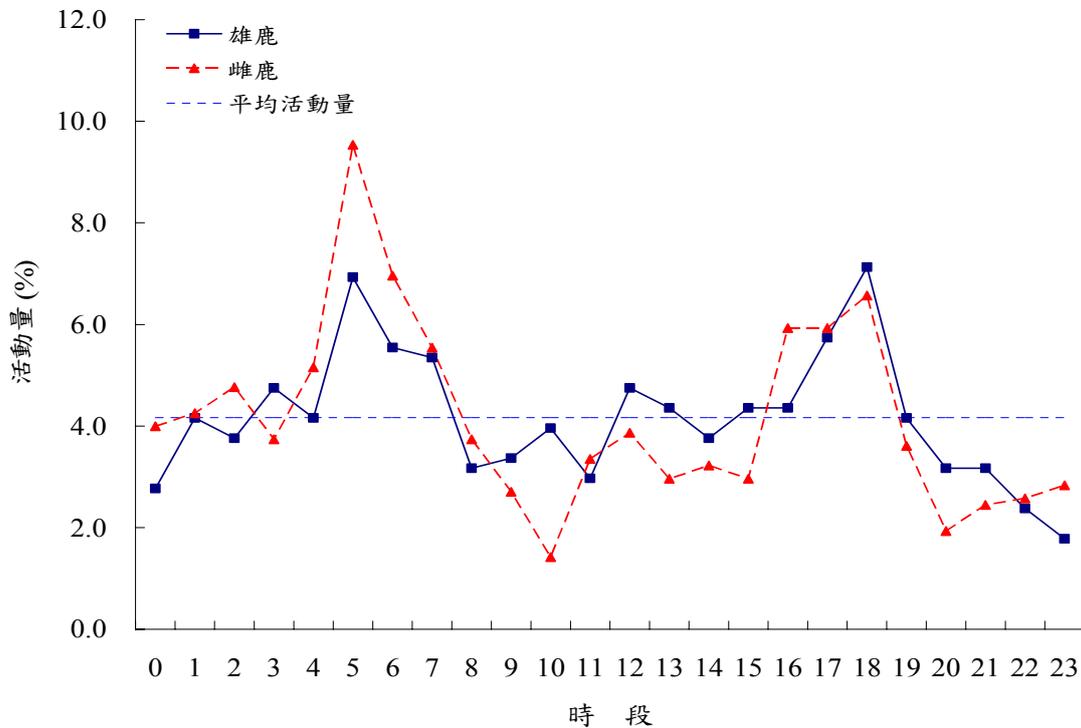


圖 3-15 玉山國家公園南二段向陽~轆轤山地區 95 年 12 月至 96 年 11 月台灣水鹿雄鹿 (n=505) 與雌鹿 (n=776) 活動模式比較圖。虛線為每個時段平均活動量的預期值。

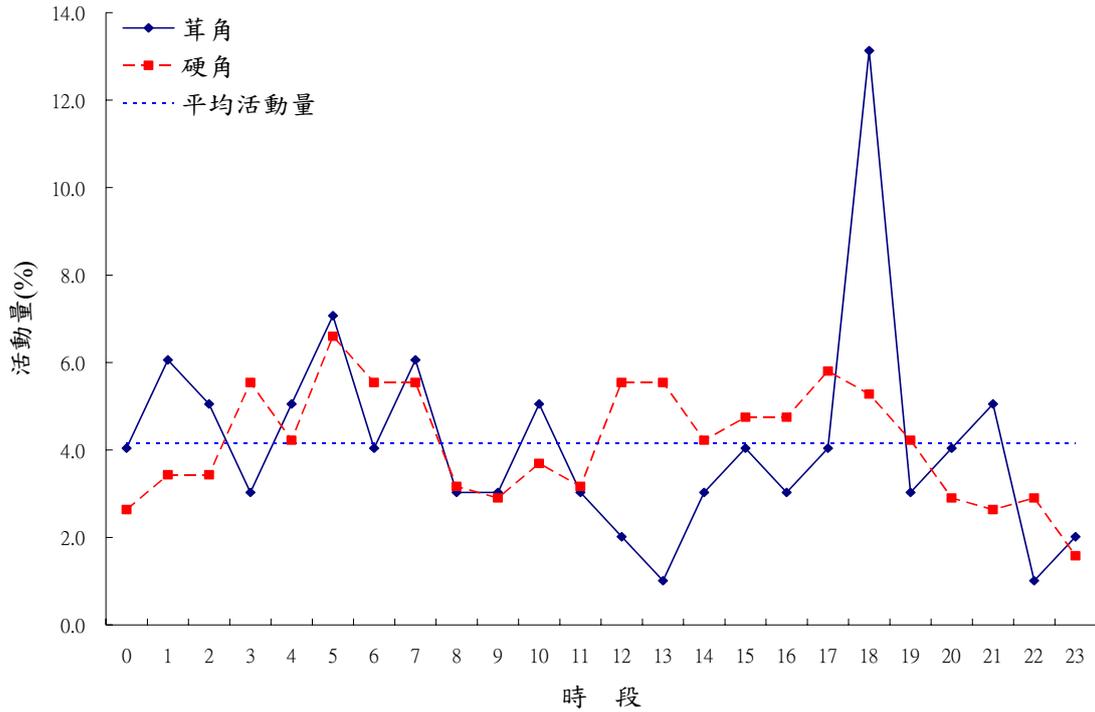


圖 3-16 玉山國家公園南二段向陽~轆轤山地區 95 年 12 月至 96 年 11 月台灣水鹿雄鹿硬角 (n=379) 與茸角 (n=99) 個體活動模式比較圖。虛線為每個時段平均活動量的預期值。

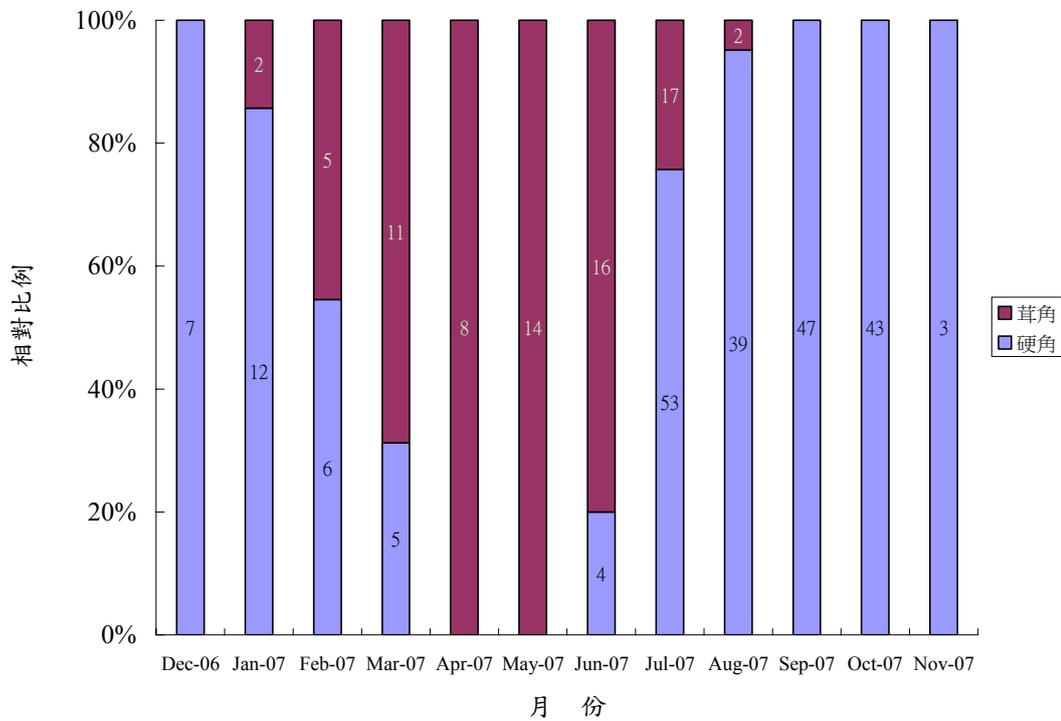


圖 3-17 玉山國家公園南二段向陽~轆轤山地區 95 年 12 月至 96 年 11 月台灣水鹿雄鹿硬角與茸角個體數量與比例圖 (n=294)。

南二段哺乳動物

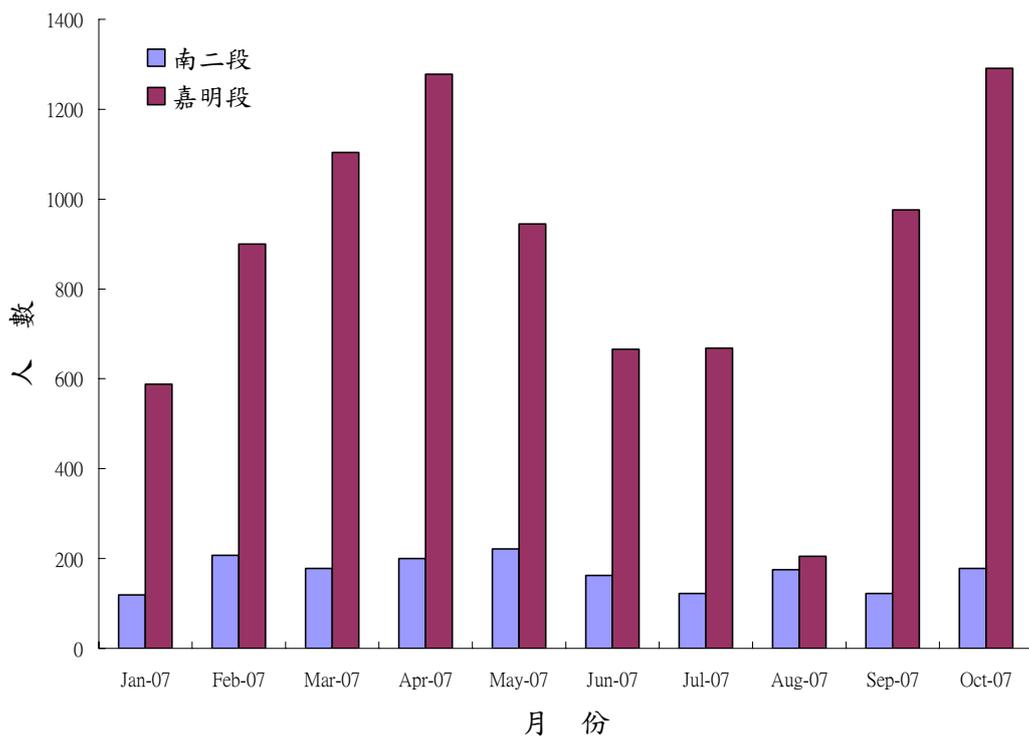


圖 3-18 95 年 12 月至 96 年 10 月嘉明段及南二段登山人數統計圖。(資料來源：台東林管處、玉山國家公園管理處)。

表 3-1 南二段向陽~轆轤谷步道沿線各區段哺乳動物之見聞與痕跡記錄量及頻度（見聞/痕跡/記錄頻度）表。其中 n 為該路段調查次數，各路段動物記錄頻度=該路段記錄該動物的調查次數/該路段總調查次數。

物種	嘉明段 (n=7)	拉庫音段 (n=7)	南雙頭段 (n=6)	轆轤段 (n=5)	小計
黃喉貂	2 / 11 / 86%	0 / 12 / 71%	0 / 6 / 50%	0 / 4 / 40%	2 / 33
華南鼬鼠	3 / 33 / 100%	0 / 54 / 100%	0 / 35 / 100%	1 / 26 / 100%	4 / 148
鼬獾	0 / 5 / 29%	0 / 30 / 86%	0 / 46 / 100%	0 / 12 / 80%	0 / 93
台灣獼猴	11 / 7 / 86%	0 / 5 / 71%	1 / 16 / 50%	0 / 5 / 20%	12 / 33
山羌	1 / 1 / 29%	1 / 1 / 29%	0 / 1 / 17%	0 / 0 / 0%	2 / 3
台灣水鹿	37 / 190 / 100%	54 / 57 / 100%	22 / 73 / 83%	6 / 20 / 100%	119 / 340
台灣長鬃山羊	3 / 21 / 86%	1 / 0 / 14%	0 / 1 / 17%	0 / 6 / 40%	4 / 28
野豬	0 / 1 / 14 %	2 / 3 / 43%	0 / 0 / 0%	0 / 3 / 40%	2 / 7
長吻松鼠	1 / 0 / 14%	0 / 0 / 0%	0 / 0 / 0%	0 / 0 / 0%	1 / 0
條紋松鼠	1 / 0 / 14%	1 / 0 / 14%	0 / 0 / 0%	0 / 0 / 0%	2 / 0
白面鼯鼠	3 / 0 / 29%	0 / 0 / 0%	0 / 0 / 17%	0 / 0 / 0%	3 / 0
高山白腹鼠	0 / 0 / 0%	5 / 0 / 14%	0 / 0 / 0%	0 / 0 / 0%	5 / 0
高山田鼠	1 / 0 / 14%	0 / 0 / 0%	0 / 0 / 0%	0 / 0 / 0%	1 / 0
台灣森鼠	0 / 0 / 0%	2 / 0 / 14%	0 / 0 / 0%	0 / 0 / 0%	2 / 0
台灣長尾鼯	1 / 0 / 14%	1 / 0 / 14%	0 / 0 / 0%	0 / 0 / 0%	2 / 0
小計	64 / 269	67 / 162	23 / 179	7 / 76	161 / 686

南二段哺乳動物

表 3-2 調查期間所記錄之動物屍骸、性別、成幼、發現地點與時間表

物種	性別/ 成幼	地點	棲地	發現月份	推估死亡時間	死亡原因
台灣水鹿	♂ / 成	三叉山腰	箭竹草坡	95.12	95.8~95.10	老死
台灣水鹿	♂ / 成	拉庫音溪	溪流中	95.12	不明	不明
台灣水鹿	♂ / 成	拉庫音溪	鐵杉林	95.12	不詳年份 3~6 月 (茸角)	不明
台灣水鹿	♂ / 成	拉庫音溪	箭竹谷地	95.12	不明	老死
台灣水鹿	♀ / 成	拉庫音溪	箭竹谷地	95.12	不明	不明
山羌	♂ / 成	拉庫音溪	箭竹草坡	96.1	不明	不明
台灣水鹿	♀ / 成	轆轤谷	鐵杉林乾溪溝上	96.3	95.3~95.12	老死
台灣水鹿	不詳 / 成	拉庫音溪	箭竹谷地	96.3	不明	不明
台灣水鹿	不詳 / 成	拉庫音溪	鐵杉林近溪谷	96.5	不明	不明
台灣水鹿	♀ / 成	拉庫音溪	箭竹谷地	96.5	不明	老死
台灣水鹿	不詳 / 幼	拉庫音溪	箭竹谷地	96.7	96.5~96.6	被捕食
台灣水鹿	不詳 / 幼	拉庫音溪	箭竹谷地	96.7	96.6	被捕食
台灣水鹿	♂ / 成	拉庫音溪	鐵杉林緣	96.7	96.3~96.6 (茸角)	疑似被捕食
台灣水鹿	♂ / 成	拉庫音溪	箭竹草坡	96.7	96.1~96.3	卡角傷亡或被捕食
台灣水鹿	♂ / 成	三叉山腰	箭竹草坡	96.9	96.8	老死
台灣水鹿	♀ / 亞成	拉庫音溪	箭竹谷地	96.9	96.8	被捕食
台灣水鹿	♀ / 成	拉庫音溪	鐵杉林近溪谷	96.11	不明	不明
台灣水鹿	♀ / 成	拉庫音溪	鐵杉林近溪谷	96.11	不明	不明

表 3-3 玉山國家公園南二段向陽~轆轤谷沿線紅外線自動相機樣點基礎資料表。

相機點	海拔 (m)	類型	棲地	相機 種類	架設 月份	工作時 (hr)	有效 動物數
嘉明 1	3130	獸徑	冷杉林	傳統	95.12	2733.7	78
嘉明 2	3258	獸徑	冷杉林	傳統	95.12	942.5	9
嘉明 3	3137	獸徑	冷杉林	傳統	96.1	769.8	29
嘉明 4	3375	獸徑	冷杉林	傳統	96.3	2066.3	13
嘉明 5	3281	獸徑	冷杉林	數位	96.7	2783.5	9
拉庫音 1	2731	獸徑	鐵杉林	數位	95.12	3858.6	212
拉庫音 2	2721	獸徑	鐵杉林	傳統	95.12	156.9	2
拉庫音 3	2769	獸徑	鐵杉林	數位	95.12	5785.4	174
拉庫音 4	2731	打滾池、獸徑	鐵杉林	數位	95.12	6490.7	277
拉庫音 5	2766	獸徑	鐵杉林	傳統	95.12	1700.3	99
拉庫音 6	2878	獸徑	鐵杉林	傳統	96.1	1538.9	55
拉庫音 7	2897	獸徑	鐵杉林	傳統	96.1	1846.0	28
拉庫音 8	2815	打滾池、獸徑	冷杉林	數位	96.2	4947.0	175
拉庫音 9	2782	獸徑	鐵杉林	傳統	96.2	2834.9	55
拉庫音 10	2897	打滾池、獸徑	箭竹草地	數位	96.5	2110.0	78
拉庫音 11	2909	打滾池、獸徑	箭竹草地	數位	96.7	1723.2	15
拉庫音 12	2690	岩壁滲水、獸徑	鐵杉林	數位	96.7	2735.5	28
拉庫音 13	2839	獸徑	二葉松林	數位	96.7	935.5	3
南雙頭 1	3165	獸徑	冷杉林	數位	96.5	78.7	1
雲峰 1	3053	獸徑	冷杉林	數位	96.7	2620.6	7
雲峰 2	3179	獸徑	冷杉林	傳統	96.3	2969.6	37
雲峰 3	3184	獸徑	冷杉林	數位	96.5	0.0	0
轆轤 1	2933	獸徑	鐵杉林	傳統	96.3	3726.7	49
轆轤 2	2958	獸徑	二葉松林	傳統	96.3	2342.7	53
轆轤 3	2950	獸徑	二葉松林	傳統	96.3	2527.7	107
轆轤 4	3009	獸徑	二葉松林	傳統	96.3	2273.6	51
轆轤 5	2989	獸徑	二葉松林	數位	96.5	4071.7	18
轆轤 6	3088	獸徑	二葉松林	數位	596.7	2613.1	23
轆轤 7	2958	獸徑	二葉松林	數位	96.7	2741.9	76
小 計				數位(n=14)		43495.2	1096
小 計				傳統(n=14)		28429.5	665
總 計(n=28)						71924.7	1761

南二段哺乳動物

表 3-4 玉山國家公園南二段向陽~轆轤谷沿線紅外線自動相機樣點，各次相機工作時間、平均有效照片數及損壞情形表。

相機點	95.12	96.1	96.3	96.5	96.7	96.9	平均 工作時	平均 有效 照片數
嘉明 1	397.8	444.1	722.8	421.6	346.8	400.6	455.6	12.7
嘉明 2	258.1	349.7	工時過短	334.7	無時間	遭竊撤點	314.2	2.2
嘉明 3	-	260.5	工時過短	231.5	277.8	故障	256.6	5.6
嘉明 4	-	-	89.2	894.4	833.8	248.9	516.6	3.3
嘉明 5	-	-	-	-	1513.2	1270.3	1391.8	4.5
拉庫音 1	1055.7	1224.7	83.0	810.6	684.5	故障撤點	771.7	39.6
拉庫音 2	156.9	工時過短	故障撤點	-	-	-	156.9	1.0
拉庫音 3	1053.9	1230.1	228.6	1295.2	824.3	1153.4	964.3	26.8
拉庫音 4	942.8	1126.9	1490.4	1326.6	1466.7	接觸不良	1270.7	49.8
拉庫音 5	331.1	364.6	430.9	無時間	211.7	362.0	340.1	19.8
拉庫音 6	-	295.9	350.0	191.2	344.9	356.9	307.8	10.8
拉庫音 7	-	362.1	355.7	383.6	357.0	387.5	369.2	5.0
拉庫音 8	-	1178.5	檔案損壞	1295.6	1514.9	958.0	1236.8	38.3
拉庫音 9	-	478.2	284.0	1028.3	522.7	521.8	567.0	10.0
拉庫音 10	-	-	-	1300.7	549.5	259.9	703.4	21.3
拉庫音 11	-	-	-	-	1723.2	拆回除濕	1723.2	14.0
拉庫音 12	-	-	-	-	1502.5	1232.9	1367.7	13.5
拉庫音 13	-	-	-	-	935.5	撤點	935.5	3.0
南雙頭 1	-	-	-	工時過短	78.7	架設過高	78.7	1.0
雲峰 1	-	-	-	-	1343.3	1277.3	1310.3	3.5
雲峰 2	-	-	1125.0	1180.7	352.1	311.8	742.4	8.5
雲峰 3	-	-	-	-	疑似故障	撤點	-	-
轆轤 1	-	-	1147.2	1109.1	823.9	646.5	931.7	12.3
轆轤 2	-	-	700.4	256.9	587.9	797.5	585.7	13.0
轆轤 3	-	-	641.9	819.6	535.3	530.9	631.9	26.5
轆轤 4	-	-	787.7	829.0	無時間	656.9	757.9	14.0
轆轤 5	-	-	-	1493.4	1456.8	1121.6	1357.3	6.0
轆轤 6	-	-	-	-	1385.6	1227.5	1306.6	11.0
轆轤 7	-	-	-	-	1464.3	1277.6	1371.0	36.5
傳統小計	1143.9	2555.1	6634.8	7680.6	5193.9	5221.3	507.7	10.7
數位小計	3052.4	4760.2	1802.0	7522.1	16443.0	9778.5	1111.7	24.4
總計	4196.3	7315.3	8436.8	15202.7	21636.9	14999.8	755.7	16.0

表 3-5 玉山國家公園南二段紅外線自動相機 (n=28) 記錄之動物種類、記錄樣點比例、有效照片數量、有效動物隻次及樣點平均 OI 值表。

物種	紀錄樣點數 (比例)	有效照片數 (傳統/數位)	有效動物隻次 (傳統/數位)	平均 OI 值 (傳統/數位)
台灣黑熊	1 (3.6%)	1 (0 / 1)	1 (0 / 1)	0.01 (0.00 / 0.01)
黃喉貂	3 (10.7%)	2 (1 / 1)	3 (2 / 1)	0.04 (0.06 / 0.01)
華南鼬鼠	9 (32.1%)	24 (20 / 4)	25 (21 / 4)	0.28 (0.51 / 0.04)
鼬獾	9 (32.1%)	42 (36 / 6)	43 (37 / 6)	0.58 (1.08 / 0.08)
台灣獼猴	19 (67.9%)	106 (71 / 35)	106 (71 / 35)	1.44 (2.29 / 0.59)
山羌	10 (35.7%)	16 (8 / 8)	16 (8 / 8)	0.24 (0.29 / 0.18)
台灣水鹿	28 (100%)	1339 (424 / 915)	1444 (437 / 1007)	17.50 (16.37 / 18.63)
台灣長鬃山羊	12 (42.9%)	32 (10 / 22)	33 (10 / 23)	0.36 (0.36 / 0.35)
野豬	9 (32.1%)	25 (19 / 6)	28 (20 / 8)	0.47 (0.79 / 0.15)
高山白腹鼠	2 (7.1%)	5 (5 / 0)	5 (5 / 0)	0.07 (0.14 / 0.00)
紫嘯鸚	3 (10.7%)	8 (7 / 1)	8 (7 / 1)	0.15 (0.27 / 0.03)
虎鸚	3 (10.7%)	14 (14 / 0)	14 (14 / 0)	0.48 (0.95 / 0.00)
栗背林鴿	1 (3.6%)	1 (0 / 1)	1 (0 / 1)	0.01 (0.00 / 0.03)
金翼白眉	8 (28.6%)	28 (27 / 1)	34 (33 / 1)	0.47 (0.91 / 0.03)

表 3-6 玉山國家公園南二段各區段紅外線自動相機記錄之動物種類平均 OI 值及標準差表。

物種	嘉明段 (n=5)	拉庫音段 (n=13)	南雙頭段 (n=3)	轆轤段 (n=7)	全段 (n=28)
台灣黑熊	0.00 (0.00)	0.01 (0.04)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.01 (0.03)
黃喉貂	0.00 (0.00)	0.01 (0.04)	0.00 (0.00)	0.12 (0.32)	0.04 (0.16)
華南鼬鼠	0.15 (0.33)	0.15 (0.28)	0.11 (0.19)	0.68 (0.96)	0.28 (0.56)
鼬獾	0.63 (0.97)	0.32 (0.67)	0.24 (0.21)	1.19 (2.81)	0.58 (1.49)
台灣獼猴	1.86 (1.45)	1.39 (1.64)	0.69 (0.88)	1.54 (1.65)	1.44 (1.51)
山羌	0.36 (0.50)	0.17 (0.34)	0.11 (0.19)	0.32 (0.58)	0.24 (0.42)
台灣水鹿	11.04 (12.56)	23.54 (16.43)	7.10 (5.59)	15.37 (9.52)	17.50 (14.29)
台灣長鬃山羊	0.15 (0.20)	0.57 (0.87)	0.22 (0.39)	0.16 (0.29)	0.36 (0.64)
野豬	0.42 (0.95)	0.53 (0.97)	0.00 (0.00)	0.59 (0.89)	0.47 (0.87)
高山白腹鼠	0.29 (0.65)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.06 (0.16)	0.07 (0.29)
紫嘯鸚	0.00 (0.00)	0.30 (0.98)	0.00 (0.00)	0.04 (0.10)	0.15 (0.67)
虎鸚	0.22 (0.49)	0.94 (2.30)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.48 (1.61)
栗背林鴿	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.13 (0.22)	0.00 (0.00)	0.01 (0.07)
金翼白眉	1.94 (3.45)	0.03 (0.10)	0.67 (1.17)	0.14 (0.24)	0.47 (1.55)

南二段哺乳動物

表 3-7 玉山國家公園南二段 3 種植被林型、獸徑型及水池型紅外線自動相機記錄之哺乳動物種類平均 OI 值比較表。

物種	冷杉林 (n=9)	鐵杉林 (n=10)	二葉松林 (n=6)	獸徑型 (n=24)	水池型 (n=4)
台灣黑熊	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04
黃喉貂	0.00	0.02	0.14	0.04	0.04
華南鼬鼠	0.12	0.46	0.35	0.30	0.15
鼬獾	0.43	0.49	1.25	0.65	0.19
台灣獼猴	1.37	2.01	1.21	1.59	0.53
山羌	0.28	0.13	0.38	0.23	0.26
台灣水鹿	12.25	23.06	17.04	15.56	29.17
台灣長鬃山羊	0.18	0.72	0.19	0.36	0.32
野豬	0.24	0.60	0.68	0.51	0.24
高山白腹鼠	0.16	0.00	0.07	0.08	0.00

表 3-8 玉山國家公園南二段哺乳動物調查傳統底片型與數位型紅外線自動相機的特色與工作效能比較表。

相機廠牌	上美型	屏科大型	Cuddeback1	Cuddeback2	Cuddeback3
相機數量	6	7	2	15	2
紀錄方式	傳統底片	傳統底片	CF 卡	CF 卡	CF 卡
夜間拍攝	閃光燈	閃光燈	閃光燈	閃光燈	紅外線夜視
感應器電源	4 號鹼性電池 4 顆	4 號鹼性電池 4 顆	1 號鹼性電池 4 顆	1 號鹼性電池 4 顆	1 號鹼性電池 4 顆
相機電源	CR-123A	CR-123A	同感應器	同感應器	同感應器
錄影	否	否	白天 10~60 秒	白天 10~60 秒	全天 10~60 秒
架設角度	30~45 度	30~45 度	約 15 度	接近水平	接近水平
架設高度	1.5~2m	1.5~2m	1.2~1.5m	0.3~1m	約 0.5m
估計最大感應距離	2~3m	2~3m	6~8m	10~15m	10~15m
回收底片或 CF 卡數	24	31	8	17	9
最大工作時	1180.7	722.8	1295.2	1723.2	1514.9
平均工作時	649.8	336.2	1034.8	1342.4	1206.9
最大拍攝張數	36	36	205	212	142
平均拍攝張數	29.4	25.1	76.8	37.4	51.3
平均有效張數	14.0	10.1	44.9	20.1	32.4
平均空拍率 ¹ (%)	19.5	23.6	21.3(0.7*)	9.6	10.6
平均連拍率 ² (%)	22.4	16.5	4.0	12.7	12.0
OI 值最高之動物	台灣水鹿	台灣水鹿	台灣水鹿	台灣水鹿	台灣水鹿
已記錄體型最小之物種	高山白腹鼠	高山白腹鼠	台灣獼猴	栗背林鴿	華南鼬鼠

* 扣除機器問題所造成之不正常連續空拍後的平均空拍張數。

1：空拍率 = (空拍張數/拍攝張數)*100%

2：連拍率 = (無效之連拍照片張數/拍攝張數)*100%

南二段哺乳動物

表 3-9 玉山國家公園南二段哺乳動物調查架設於鄰近地點之傳統底片型與數位型紅外線自動相機的工作狀況比較表。

相機廠牌	上美型	Cuddeback2
相機數量	2	2
紀錄方式	傳統底片	CF 卡
夜間拍攝	閃光燈	閃光燈
錄影	否	白天，15 秒
架設角度	30~45 度	接近水平
架設高度	1.5~2m	50cm
估計最大感應距離	2~3m	10~15
回收底片或 CF 卡數	3	3
最大工作時	797.5	1464.3
平均工作時	680.8	1287.8
最大拍攝張數	36	62
平均拍攝張數	36	46
平均有效張數	18	29.3
平均空拍率 ¹ (%)	13.0	5.2
平均連拍率 ² (%)	22.4	16.5
記錄動物種數	7	4
OI 值最高之動物	台灣水鹿	台灣水鹿
記錄體型最小之物種	高山白腹鼠	山羌

表 3-10 玉山國家公園南二段向陽~轆轤山步道沿線台灣水鹿糞堆計數各穿越帶調查日期、間隔、糞堆數與水鹿密度指標表。

穿越帶 編號	所屬 樣區	建立 月份	複查 月份	複查 間隔	第一次 糞堆數	複查 糞堆數	密度指標 (隻/公頃)
GMm1	嘉明	95.12	96.7	209	143	32	0.58
GMm2	嘉明	95.12	96.7	207	124	69	1.28
GMm3	嘉明	95.12	96.7	208	14	5	0.09
GMm4	嘉明	96.5	96.11	177	472	119	2.59
GMm5	嘉明	96.3	96.9	182	161	31	0.66
LKm1	拉庫音	96.1	96.7	165	355	65	1.52
LKm2	拉庫音	96.5	96.11	178	67	48	1.04
LKm3	拉庫音	96.9	96.11	53	26	9	0.65
NSTm1	南雙頭	95.12	96.7	207	74	15	0.28
NSTm2	南雙頭	95.12	96.7	207	73	20	0.37
NSTm3	南雙頭	95.12	96.7	208	183	55	1.02
GMp1	嘉明	96.5	96.11	177	270	39	0.85
GMp2	嘉明	96.5	96.11	176	120	34	0.74
LLp1	轆轤	96.3	96.9	180	142	33	0.71
LLp2	轆轤	96.7	96.11	115	120	64	2.14
LLp3	轆轤	96.9	96.11	53	156	13	0.94
LLp4	轆轤	96.9	96.11	53	71	26	1.89
GMf1	嘉明	96.9	96.11	53	94	32	2.32
LKf1	拉庫音	96.9	96.11	54	56	33	2.35
LKf2	拉庫音	96.9	96.11	49	84	42	3.30
LKf3	拉庫音	96.9	96.11	48	29	10	0.80
NSTf1	南雙頭	96.9	96.11	56	17	11	0.76
LLf1	轆轤	96.9	96.11	54	69	25	1.78

南二段哺乳動物

表 3-11 玉山國家公園南二段向陽~轆轤山步道沿線各大類土地利用型台灣水鹿平均密度指標（隻/公頃）表。估算方法為事先移除排遺穿越帶糞堆計數法，台灣水鹿的排糞率為 13 堆/日。

植被類型	穿越帶數量	平均密度	標準差	密度範圍
其他針葉林	6	1.88	0.99	0.76~3.30
松類針葉林	6	1.21	0.63	0.71~2.14
箭竹草地	11	0.92	0.70	0.09~2.59

表 3-12 玉山國家公園南二段向陽~轆轤山步道沿線 1 公里緩衝區範圍內，海拔 2500 公尺以上各大類土地利用型面積、有效面積（公頃）及台灣水鹿密度（隻/公頃）概估表。有效面積為扣除平均坡度大於 45 度的網格後所得之面積。

土地利用類型	原有面積	有效面積	邊緣型	連續型
			有效面積	有效面積
水體	1.71	1.71	1.71	0
其他針葉林	2465.20	2099.81	998.39	1101.41
松類針葉林	361.89	336.72	93.43	243.29
箭竹草地	1598.68	1563.09	1330.49	232.59
裸露地	188.82	149.34	51.25	98.09
總計	4616.30	4150.67	2475.28	1675.39
台灣水鹿 密度概估			0.77~0.90	

第四章 結論與建議

第一節 結論

一、南二段中大型哺乳動物群聚

本計劃期間共計記錄中大型哺乳動物 6 科 9 種，其中以台灣水鹿在本區域的相對密度最高，不論沿線見聞次數、痕跡跡象數量及紅外線相機樣點的平均 OI 值均遠高於其他 8 種中大型哺乳動物，為本區域最優勢的中大型哺乳動物物種。

二、台灣水鹿泥浴打滾行為、角週期與繁殖期

本調查為目前國內少數使用數位型紅外線自動相機進行動物監測的計劃，也是首次使用此工具於台灣高海拔山區動物監測的計劃。透過數位紅外線相機的協助，本研究記錄大量台灣水鹿出現與泥浴打滾的行為，為國內研究首次詳細描述與分析泥浴打滾行為序列、發生時間的計劃。結果顯示僅有硬角期的雄鹿有泥浴打滾行為，每次平均持續時間為 3~5 分鐘，有時可長達 12~15 分鐘，推測該行為具有向其他雄鹿宣示領域及吸引母鹿的雙重功能。此外，本區域的台灣水鹿雄鹿的鹿角狀態具有明顯的角週期，約於每年 1~3 月間解角，4~6 月間茸角發育，6 月中下旬開始有雄鹿茸角蛻茸硬化，8 月之後幾乎所有雄鹿全為硬角，一直到隔年 1 月開始有雄鹿解角，而完成一個角週期。而由母鹿帶幼鹿活動的鏡頭及幼鹿體型大小推測 3~8 月為本區域台灣水鹿的繁殖期，並以 5~6 月為高峰。

三、台灣水鹿族群密度估算

由穿越帶糞堆計數結果，並利用玉里野生動物保護區相似海拔環境各地景類

南二段哺乳動物

型間族群密度指標的差異進行適度校正調整後，概估本區域台灣水鹿的族群密度約為 0.77~0.90 隻/公頃，族群密度相當高，可能為目前國內台灣水鹿族群密度最高的區域之一。且由研究期間記錄的死亡量、幼鹿加入量、個體健康狀態、鄰近區域水鹿族群狀況，推測本區域台灣水鹿族群仍然呈現上升的趨勢。

第二節 建議事項

建議一

(建議主題)：中長期建議

主辦機關：玉山國家公園管理處

協辦機關：太魯閣國家公園管理處、雪霸國家公園管理處、林務局

本研究發現玉山國家公園南二段向陽到轆轤山區域中大型哺乳動物資源相當豐富，尤其是台灣水鹿的族群數量更是豐富，且其族群呈現成長的趨勢。對於台灣水鹿族群數量的掌握與監測，攸關本區域森林結構組成、更新與其他依賴森林棲地為生之動物的族群動態，管理處應該在本計劃所建立的良好基礎下，持續規劃台灣水鹿族群動態及其對生態系的影響等長期監測研究，並以維持高山森林生態系生物多樣性為目標，來經營此地的動物族群與群聚，所獲得的相關經驗亦可提供其他高山型國家公園及野生動物保護區參考。

建議二

(建議主題)：立即可行建議及中長期建議

主辦機關：玉山、太魯閣、雪霸等高山型國家公園管理處

協辦機關：林務局

數位型紅外線相機具有電池工作時間長、記憶容量大、耗材花費較低、具備短程錄影功能、架設地點限制小等優點，經由本研究實際野外試驗發現適合使用在偏遠山區動物相的長期監測。建議各高山型國家公園及林務單位應逐年採購並於各主要生態保護區建置永久監測樣點，所獲得之動物照片或動物行為影像除可用於監測與分析族群動態外，亦可做為國家公園解說教育的良好素材。長期可於國家公園遊客中心或是重要山屋，結合無線傳輸系統建置小型即時動物監測體

南二段哺乳動物

系，同時提供動物監測與解說功能。

建議三

(建議主題)：中長期建議

主辦機關：玉山國家公園管理處、林務局

玉山國家公園南二段區域台灣水鹿族群密度相當高，其對當地森林植被更新、結構及組成已經產生明顯的效應，預測未來影響層面可能會逐漸擴及其他棲息於森林生態系的動物組成與數量，並逐漸成為南二段區域高山森林生態系的關鍵性物種。由於目前不論族群密度指標或是啃食壓力均以拉庫音溪源頭谷地附近最大，相關效應明顯易見。建議管理處及林務單位應儘快邀請動、植物相關學者進行現場會勘，選擇 10~20 處的林地進行試驗性圍籬樣區建置，配合水鹿族群密度監測，深入了解高密度台灣水鹿族群對於植物個體、森林更新、組成、結構、其他動物族群、組成及高山森林生態系的影響，並進一步找出水鹿啃食樹皮的原因，以為未來水鹿族群與棲地經營管理之參考。另一方面，也可以藉此向民眾解說草食獸族群動態與棲息環境間的互動關係，提供未來生態系經營的重要依據。

參考書目

- Côté, S. D., Rooney T. P., Tremblay J. P., Dussault C., and Waller D. M. 2004. Ecological impacts of deer overabundance. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 35: 113-147.
- Gill, R. M. A. 1992. A review of damage by mammals in North Temperate forests: 1. Deer. *Forestry* 65:145-169.
- Knapp, A. K., Blair, J. M., Briggs, J. M., Collins, S. L., Hartnett, D. C., Johnson, L. C. and Towne, E. G. 1999. The keystone role of bison in north American tallgrass prairie- Bison increase habitat heterogeneity and alter a broad array of plant, community, and ecosystem processes. *BioScience* 49: 39-50.
- Mayle, B. A., Peace, A. J., and Gill, R. M. A. 1999. *How Many Deer? A Field Guide to Estimating Deer Population Size*. Forestry Commission, Edinburgh.
- Mishra H. R. and Wemmer C. 1987. The comparative breeding ecology of four cervids in Royal Chitwan National Park. Pp259-271, In *Biology and management of the Cervidae*. Washington: Smithsonian Institute.
- Neff, D. J. 1968. The pellet-group count technique for big game trend, census, and distribution: a review. *Journal of Wildlife Management* 32: 597-614.
- Oswald J. S. and Sinclair A. R. E. 1997. Rethinking the role of deer in forest ecosystem dynamics. In *The science of overabundance: deer ecology and population management*. Smithsonian Institution Press, Washington, Pp. 201-223.
- Putman R. J. and Moore N. P. 1998. Impact of deer in lowland Britain on agriculture, forestry and conservation habitats. *Mammal Review* 28(4): 141-164.
- Tilghman, N. G. 1989 Impacts of white-tailed deer on forest regeneration inNorthwestern Pennsylvania. *J. Wildlife Mgmt* 53,524-532
- William S. A. and Waller D. M. 1997. Deer populations and the widespread failure of hemlock regeneration in northern forests. In *The science of overabundance: deer ecology and population management*. Smithsonian Institution Press, Washington, Pp. 280-297.
- Wisdom M. J., Vavra M., Boyd J. M., Hemstrom M. A., Ager A. A., and Johnson B. K. 2006. Understanding ungulate herbivory-episodic disturbance effects on vegetation dynamics: knowledge gaps and management needs. *Wildlife Society Bulletin* 34(2): 283-292.
- 王俊強、林武霆、陳俊吉、楊錫坤。2004。牡台灣水鹿生殖功能之一年內變化。中國畜牧學會會誌 33(1):45-56。
- 王穎、陳怡君。1993。玉山國家公園瓦拉米地區中大型野生哺乳動物之棲地、習性及族群動態調查（一）。內政部營建署玉山國家公園管理處。35 頁。
- 王穎、陳怡君。1994。玉山國家公園瓦拉米地區中大型野生哺乳動物之棲地、習

南二段哺乳動物

- 性及族群動態調查(二)。內政部營建署玉山國家公園管理處。42頁。
- 王穎、陳怡君。1995。玉山國家公園瓦拉米地區中大型野生哺乳動物之棲地、習性及族群動態調查(三)。內政部營建署玉山國家公園管理處。47頁。
- 王穎、陳怡君、賴慶昌。1996。玉山國家公園楠梓仙溪地區野生動物族群動態調查與監測模式之建立。內政部營建署玉山國家公園管理處。42頁。
- 王穎、黃美秀。1999。玉山國家公園台灣黑熊之生態及人熊關係之研究(一)。內政部營建署玉山國家公園管理處。50頁。
- 王穎、黃美秀。2000。玉山國家公園台灣黑熊之生態及人熊關係之研究(二)。內政部營建署玉山國家公園管理處。64頁。
- 王穎、吳煜慧。2001。玉山國家公園台灣黑熊之生態及人熊關係之研究(三)。內政部營建署玉山國家公園管理處。
- 李玲玲、林宗以。2004。台灣水鹿的食性暨玉里野生動物保護區水鹿族群生態研究(二)。行政院農業委員會林務局保育研究系列第92-3號。50頁。
- 李玲玲、林宗以。2006。台灣水鹿的食性暨玉里野生動物保護區水鹿族群生態研究(三)。行政院農業委員會林務局保育研究系列第93-2號。64頁。
- 林宗以、楊國楨、李玲玲。2006。台灣水鹿啃食樹皮行為對高海拔森林影響初探。2006動物行為與生態暨中國生物學會聯合學術年會論文集。第148頁。
- 林良恭、陳家鴻、呂孟栖、周政翰、張育誠、陳佑哲、賴佳青。2003。玉山國家公園食蟲目遺傳多樣性研究及蝙蝠現況調查計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。50頁。
- 林良恭、徐昭龍、周政翰、王豫煌、朱巧雯、袁守立、張育誠、陳佑哲。2004。玉山國家公園西北園區蝙蝠調查計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。40頁。
- 吳海音。2003。玉山國家公園東部園區大型哺乳動物監測計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。81頁。
- 吳海音、吳煜慧、吳世鴻。2004。玉山國家公園東部園區中大型哺乳動物監測計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。100頁。
- 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。內政部營建署太魯閣國家公園管理處。66頁。
- 吳海音、吳煜慧。2005。玉山國家公園東部園區台灣黑熊及偶蹄目動物群聚研究。內政部營建署玉山國家公園管理處。68頁。
- 邱少婷、湯凱君。2005。玉山國家公園楠溪流域上游地區闊葉林永久樣區設

- 置及調查計畫〈二〉。內政部營建署玉山國家公園管理處。99 頁。
- 馬春祥、楊錫坤。1996。養鹿學。國立編譯館。244 頁。
- 陳怡君、吳海音、吳煜慧。2002。玉山國家公園大分至南安地區野生哺乳動物之相對豐富度調查。內政部營建署玉山國家公園管理處。29 頁。
- 黃美秀、簡熒芸。2004。玉山國家公園楠梓仙溪地區中大型哺乳動物之族群監測。內政部營建署玉山國家公園管理處，69 頁。
- 郭城孟、張和明。1999。玉山國家公園瓦拉米地區生態資源與經營管理之研究。內政部營建署玉山國家公園管理處。92 頁。
- 曾晴賢、林宗以。1996。玉山國家公園拉庫拉庫溪水生生物相調查。內政部營建署玉山國家公園管理處。72 頁。
- 曾晴賢、林宗以、蕭仁傑。1997。玉山國家公園拉庫拉庫溪水生生物相調查(二)。內政部營建署玉山國家公園管理處。122 頁。
- 楊國楨、陳欣一、吳樂天、黃江綸、王雅麗、張又敏。2003。玉山國家公園楠溪流域上游地區闊葉林永久樣區設置及調查計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。161 頁。
- 楊國楨、陳玉峰、鍾丁茂。2004。玉山國家公園楠梓仙溪林道生態資源與經營管理之研究。內政部營建署玉山國家公園管理處。84 頁。
- 裴家騏、姜博仁。2004。大武山自然保留區及其周邊地區雲豹及其他中大型動物之現況與保育研究(三)。行政院農委會林務局保育研究 92-2 號。159 頁。

南二段哺乳動物

附錄 期中審查意見與對應處理情形

委員意見	回應情形
本研究人為干擾及遊憩壓力如何，宜有說明。	期末報告已對此部分提出說明。
本研究發現多處水鹿屍骸，此現象與環境的關連如何？	期末報告已對此部分提出說明。
二類型不同相機效率的比較是否有將時空或設置地點之差異納入考量，以確實了解其優劣，俾利於往後監測時之選擇。	遵照委員建議，並已在期末報告對此部分提出分析說明。
水鹿屍骸處與鹿隻排遺的關連如何。	期末報告已對此部分提出說明。
穿越帶之劃設建議補充冷杉、鐵杉之樣線，以利族群估算。	遵照委員建議，並已劃設調查完成，納入族群估算依據。
山羊及水鹿棲地之棲地類型是否不同？	由沿線調查及紅外線自動相機資料顯示兩者在棲地利用有重疊現象，但沿線調查的見聞資料顯示山羊於陡峭地形附近出現的機率較大。
水鹿茸角期與人工飼養之水鹿是否相同？	期末報告已對此部分提出說明。
本區水鹿初步估算族群密度很高，對森林生態可能影響請提出說明及對未來管理之建議	期末報告已對此部分提出說明。
本報告所列之座標請註明座標系統，植被類型請列表說明整併類別。	遵照辦理，已於期末報告提出說明。

附錄 期末審查意見與對應處理情形

委員意見	回應情形
<p>糞堆調查間隔有 2~6 個月的差異，其對族群的估算有無差異；對族群的估算其變異性如何？</p>	<p>結案報告已對此部分提出說明，見 p29。</p>
<p>對水鹿之調查結果數量最高，是否係對本種特別重視所造成的結果，宜說明之。</p>	<p>本研究並未特別針對台灣水鹿來選擇調查路線與自動相機樣點，而台灣水鹿在各類調查方法中被記錄的頻度均為最高，即使僅計算獸徑型之傳統底片型相機樣點的平均 OI 值亦是如此，說明台灣水鹿確為本區域數量最多的物種。</p>
<p>沿途適合山羊棲息的地點如何，宜有說明。</p>	<p>已在結案報告對此部分提出說明，見 p16。</p>
<p>本研究結果山羌數量最低，其與林下植被的豐富度及密度的關係如何？如有，宜說明之。</p>	<p>調查範圍屬於高海拔地區，林下植種歧異度與豐度均較中低海拔為低，可能是本區山羌密度較低的原因之一。但本計劃並未針對林下植被覆蓋度、密度等進行測量，並無法提供兩者的關聯資訊。</p>
<p>鹿隻死亡因素與被天敵捕食因果關係的判別，宜有說明。</p>	<p>已在結案報告對此部分提出說明，見 p17。</p>
<p>解角與茸角生長與公鹿體型有無關聯，如有，宜說明之。</p>	<p>本研究主要依照角況、角型及耳朵破損狀況判識個體，此方式不易判識解角個體與之前個體之關係，無法提供此一分析。在國外年齡較大的雄鹿有提早解角的現象，台灣水鹿是否有此現象須進一步研究。</p>
<p>水鹿對植被的影響如何應說明之。</p>	<p>結案報告已對此部分提出說明，見 p28-29。</p>
<p>本區應長期監測或以自動相機來進行之，請提出建議。</p>	<p>結案報告已對此部分提出說明，見 p59-60。</p>

委員意見	回應情形
<p>本區之水鹿族群是否增加，宜有量化的說明，包括其他附近地區目前水鹿的數量及其與本區可能的關係。</p>	<p>本計劃為本區域第一次進行水鹿族群估算，之前及其他附近地區並無相關資訊可供比對，因此無法提供量化說明。本研究是以幼鹿數量、死亡量、鹿隻體態及訪查資料等綜合推測本區水鹿族群仍然處在擴張狀態（見 p29），管理單位可持續進行後續監測以獲得更加詳細的量化資訊。</p>
<p>本區之遊客活動如何，其與水鹿的關係及對行為的影響，如有，宜有說明。自動相機的結果是否可反應其差異。</p>	<p>本區遊客量見結案報告 p25-26 及圖 3-18。而遊客活動對水鹿及其行為的影響，本計劃並未針對此一目標進行資料收集。而自動相機在遊客量大的嘉明段為了避免遊客影響，均離步道甚遠，無法去辨識比較遊客活動對其行為的影響。</p>
<p>本區之獵捕壓力如何，如有，宜說明之。</p>	<p>結案報告已對此部分提出說明，見 p26。</p>
<p>水鹿對植群啃食行為可能導致形成二葉松純林，在棲地經營上是否造成影響。</p>	<p>依照特有生物保育中心的研究（林宗以及劉建男未發表資料），水鹿選擇性啃食效應可能凸顯台灣二葉松的競爭優勢，管理單位宜依照本研究之建議（p59-60），設置圍離樣區進行試驗研究，持續監測並留意在暖化的趨勢下，對三千公尺以上的森林社會產生的效應，以適時因應。</p>
<p>水鹿數量達 0.50~0.75 隻/ha，且族群呈成長現象，對此有無經營管理上的建議。</p>	<p>結案報告已對此部分提出說明，見 p59-60。</p>
<p>是否以鹿角的狀況與水鹿年齡關係比較其變異。</p>	<p>本研究僅能判別 1~3 齡的個體，2 叉 3 尖的成體雄鹿會因個體棲地品質在角況上有所變異，在判斷確切年齡有其困難，因此無法去看鹿角狀況與年齡的關係。然而在國外年齡較大的雄鹿有提早解角的現象，台灣水鹿是否有此現象須進一步研究。</p>
<p>請提出此區長期監測設置地點及監測方式的具體建議。</p>	<p>結案報告已對此部分提出說明，見 p59-60。</p>



南二段向陽到轆轤山有大面積溫帶針葉林與箭竹草地鑲嵌的地景。



南二段山區冬季會有 1~2 星期短暫的積雪期。圖為雲峰山塊。



數位型紅外線自動相機可架設於開闊箭竹草地。以水平方式架設。



架設於鐵杉林內獸徑交會處的傳統底片型相機。架設傾斜角度約 30 度。



動物排遺是沿線痕跡調查最常記錄的痕跡種類，圖為野豬排遺。



雪地是最容易觀察動物足跡的場所，圖為水鹿腳印，副蹄印清晰可見。



糞堆計數箭竹草地穿越帶劃設情形。



穿越帶糞堆計數調查作業情形。

南二段哺乳動物



水鹿是南二段密度最高的中大型哺乳動物。圖為初茸期的1齡公鹿。



南二段的台灣水鹿雄鹿角週期有明顯季節性。圖為茸角期公鹿。



本研究證實只有硬角期雄水鹿才有泥浴打滾行為。雌鹿沒有此行為。



3~8月為南二段台灣水鹿繁殖期，並以5~6月為幼鹿出生的高峰期。



紅外線相機所拍攝之台灣長鬃山羊，為日夜皆活動的草食獸。



黃喉貂經常2~3隻一起活動覓食，偶而會在山屋附近翻找廚餘。



南二段高密度的水鹿族群已經對鐵杉林的更新產生影響。



持續監測水鹿密度及其對棲地的影響，有助於本區域生物多樣性的維持。