

玉山與塔塔加地區中大型哺乳動物
與生物多樣性之長期監測計畫

Long-term monitoring of larger mammals and biodiversity
at Tatachia and Yushan Area



玉山國家公園管理處

553 南投縣水里鄉中山路一段 515 號

網址：<http://www.ysnp.gov.tw/>

無障礙環境：電子信箱：tmc@ysnp.gov.tw

電話：(049) 2348237

總機：(049) 2773121 (代表)

傳真：(049) 2774846

玉山國家公園叢刊編號：1209

1209

玉山與塔塔加地區中大型哺乳動物與生物多樣性之長期監測計畫

玉山國家公園管理處



玉山國家公園管理處
中華民國 99 年 12 月

玉山與塔塔加地區中大型哺乳動物
與生物多樣性之長期監測計畫

Long-term monitoring of larger mammals
and biodiversity at Tatachia and Yushan Area

受委託者：台灣哺乳動物學會

計畫主持人：姜博仁

研究人員：蔡世超、吳禎祺、林宗億

玉山國家公園管理處

2010年12月8日

目次

表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	IX
Abstract.....	XIII
第一章 緒論.....	1
第一節、緣起與背景	1
第二章 材料與方法.....	3
第一節、研究樣區	3
第二節、調查方法與資料分析	5
1. 自動照相機架設	5
2. 自動錄音機架設	5
3. 生物多樣性監測（指標鳥類與植群）	6
4. 遊客及登山客記錄	8
5. 遊憩時間模式、動物活動模式與分布模式	9
6. 現場見聞記錄	10
7. 水池利用監測	10
8. 動物毛髮陷阱（獸毛陷阱）測試評估	11
第三章 結果與討論.....	13
第一節、自動化監測與現場調查	13
1. 動物監測自動照相機架設	13
2. 動物監測自動錄音機架設	13
3. 生物多樣性監測	14
4. 人員計數監測系統	15

第二節、動物之日活動模式.....	17
第三節、動物生息與分布現況.....	19
1. 中大型哺乳動物與黑長尾雉之分布現況.....	19
2. 海拔分布.....	20
第四節、人為活動與遊憩影響評估.....	23
1. 遊客出現時間模式.....	23
2. 動物活動模式與遊客遊憩時間關係.....	25
第五節、水池監測.....	27
第六節、獸毛陷阱測試.....	29
第七節、未來長期監測之建議.....	31
第四章 結論與建議.....	33
參考文獻.....	87

表次

表 1. 環境變數量測項目表.....	69
表 2. 塔塔加自動照相機樣點架設資訊。.....	70
表 3. 玉山步道沿線自動照相機樣點架設資訊。.....	72
表 4. 2009-2010 塔塔加與玉山地區調查所得之哺乳動物名錄.....	73
表 5. 2009-2010 塔塔加與玉山地區調查所得之鳥類名錄.....	74
表 6. 塔塔加與玉山地區植物調查名錄.....	76
表 7. 2009~2010 以獸徑型自動照相機記錄的動物出現頻度 (OI 值), 其中玉山地區 僅有 2010 年資料.....	82
表 8. 比較山羌、台灣野山羊與水鹿在離步道較近與較遠的地區, 白天活動比例差異	83

圖次

圖 1 調查路線.....	35
圖 2 獸徑型自動照相機監測樣點.....	36
圖 3 水池自動照相機監測樣點.....	37
圖 4 自動錄音機樣點.....	38
圖 5 植群調查樣點.....	39
圖 6 遊客計數系統架設樣點.....	40
圖 7 玉山塔塔加地區台灣獼猴的活動模式 (N=412)	41
圖 8 玉山塔塔加地區山羌的活動模式 (N=812)	41
圖 9 玉山塔塔加地區水鹿的活動模式 (N=351)	42
圖 10 玉山塔塔加地區台灣野山羊的活動模式 (N=119)	42
圖 11 玉山塔塔加地區黃鼠狼的活動模式 (N=131)	43
圖 12 玉山塔塔加地區黃喉貂的活動模式 (N=70)	43
圖 13 玉山塔塔加地區鼬獾的活動模式 (N=136)	44
圖 14 玉山塔塔加地區高山田鼠的活動模式 (N=139)	44
圖 15 玉山塔塔加地區黑長尾雉的活動模式 (N=67)	45
圖 16 塔塔加地區以自動照相機記錄到的台灣黑熊、白鼻心與台灣野豬的地點.....	46
圖 17 玉山塔塔加地區哺乳動物記錄到的海拔範圍.....	47
圖 18 玉山塔塔加地區鳥類記錄到的海拔範圍.....	48
圖 19 錄音調查樣點記錄之繁殖鳥類物種數與海拔之關係，PEARSON 相關係數-0.66， P=0.0001，錄音調查時間為 2010 年 4~7 月。.....	50
圖 20 草食獸（山羌、台灣野山羊與水鹿）啃食壓力與草本層物種數之關係（不顯著）	50
圖 21 草食獸（山羌、台灣野山羊與水鹿）啃食壓力與草本層覆蓋度之關係（不顯著）	51
圖 22 草食獸（山羌、台灣野山羊與水鹿）啃食壓力與灌木層覆蓋度之關係（不顯著）	51

圖 23 草食獸（山羌、台灣野山羊與水鹿）啃食壓力指標與水鹿出現頻度 OI 值之關係	52
圖 24 水鹿出現頻度 OI 值與底層活動之繁殖鳥類物種數關係，相關係數-0.4， $P=0.036$	52
圖 25 孟祿亭登山客出現時間，上山模式（上）、下山模式（中）及不分方向（下，含 人數加權、人數不加權以及 3 分鐘內為 1 筆之 3 種不同算法比較）	53
圖 26 玉山前峰步道登山客出現時間（實線），與附近台灣野山羊（虛線）之出現時間。	54
圖 27 大峭壁前登山客出現時間，上山模式（上）、下山模式（中）及不分方向（下， 含人數加權、人數不加權以及 3 分鐘內為 1 筆之 3 種不同算法比較）	55
圖 28 排雲山莊後水源地附近未到主圓峰叉路口登山客出現時間，上山模式（上）、下 山模式（中）及不分方向（下，含人數加權、人數不加權以及 3 分鐘內為 1 筆之 3 種不同算法比較）	56
圖 29 主圓峰叉路口往主峰方向登山客出現時間，上山模式（上）、下山模式（中）及 不分方向（下，含人數加權、人數不加權以及 3 分鐘內為 1 筆之 3 種不同算法比 較）	57
圖 30 主圓峰叉路口往圓峰方向登山客出現時間，上山模式（上）、下山模式（中）及 不分方向（下，含人數加權、人數不加權以及 3 分鐘內為 1 筆之 3 種不同算法比 較）	58
圖 31 遊客中心往大鐵杉步道遊客出現時間，上山模式（上）、下山模式（中）及不分 方向（下，含人數加權、人數不加權以及 3 分鐘內為 1 筆之 3 種不同算法比較）	59
圖 32 大鐵杉往塔塔加鞍部之公路上遊客出現時間，上山模式（上）、下山模式（中） 及不分方向（下，含人數加權、人數不加權以及 3 分鐘內為 1 筆之 3 種不同算法 比較）	60
圖 33 麟趾山鞍部之公路上遊客出現時間，上山模式（上）、下山模式（中）及不分方 向（下，含人數加權、人數不加權以及 3 分鐘內為 1 筆之 3 種不同算法比較）	61
圖 34 東埔山步道（上）、鹿林山天文台（中）及塔塔加鞍部往麟趾山鞍部步道鐵杉林 附近（下）遊客出現時間（TRAILMASTER 遮斷系統）	62

圖 35 比較離步道較近與離步道較遠的樣點分布圖.....	63
圖 36 水鹿在離步道較遠（實線）與離步道較近（虛線）的水池樣點的活動模式比較	64
圖 37 塔塔加鞍部往麟趾山鞍部中段鐵杉林遊客出現時間與附近水鹿、台灣野山羊出 現時間比較.....	64
圖 38 東埔山步道遊客出現時間與附近水鹿出現時間比較（附近沒有記錄台灣野山羊）	65
圖 39 玉山主峰步道孟祿亭遊客出現時間與附近水鹿、台灣野山羊出現時間比較....	65
圖 40 西峰觀景台前鐵杉林遊客出現時間與附近水鹿、台灣野山羊出現時間比較....	66
圖 41 玉山主峰步道大峭壁前遊客出現時間與附近水鹿、台灣野山羊出現時間比較	66
圖 42 排雲山莊後過主圓峰叉路口往玉山主峰方向遊客出現時間與附近台灣野山羊出 現時間比較.....	67
圖 43 排雲山莊後過主圓峰叉路口往玉山主峰方向遊客出現時間與附近水鹿、台灣野 山羊出現時間比較.....	67
圖 44 塔塔加以及玉山地區有拍到流浪犬與寵物犬活動的地點.....	68

摘要

關鍵詞：自動照相機、自動錄音機、植群調查、生物多樣性監測、遊憩

一、緣起

塔塔加及玉山為玉山國家公園最重要的遊憩區，遊憩壓力與干擾也較多，但有關此區生物資源調查卻相形較少，尤其是中大型哺乳動物的調查研究幾乎缺乏。為規劃塔塔加地區未來野生動物與生態保育之經營管理與監測方式，本計畫擬針對此地區監測調查中大型哺乳動物生態、鳥類多樣性以及植群多樣性，評估遊憩活動與動物生息的關係，作為未來國家公園經營管理與進行長期監測的資訊。

二、方法及過程

研究樣區主要為塔塔加地區與玉山主峰步道沿線，並涵蓋東埔山、鹿林山與圓峰附近。

(1)自動照相機架設與資料分析

使用數位自動照相機來調查中大型哺乳動物與地棲性鳥類之狀況。統計拍到的動物照片，分析其活動模式與出現頻度，評估中大型哺乳動物的分佈狀況。

(2)自動錄音機架設與分析

使用 Sony 及 Olympus 錄音筆在自動照相機樣點進行 24 小時的錄音，錄音資料以人工取樣監聽辨識，記錄出現的物種。

(3)植群多樣性調查

在自動照相機的樣點，使用法瑞學派(Z-M School)的單樣區法(single plot method)，配合 Braun-Blanquet Scale 覆蓋度級數，進行植物種類和相關環境調查。

(4)使用自動照相機與 Trailmaster 遮斷式計數系統，記錄遊客與登山客的出現時間模式，並配合比較動物之活動模式與遊客活動之關係。

三、重要發現

自動照相機、自動錄音機以及現場調查資料總共記錄 19 種哺乳類、60 種鳥類、1 種蛙類以及 176 種植物，包含瀕臨絕種保育類台灣黑熊 (*Ursus thibetanus formosanus*)

1 種、珍貴稀有保育類動物 13 種以及其他應予保育類動物 13 種。自動化監測有日夜工作、標準化以及記錄稀有物種的優點，自動照相機與自動錄音機的結合也幾乎涵蓋了多數的哺乳動物與鳥類，更可配合氣象資料用以長期監測，而避免了不同調查人員的所造成的偏差。

活動模式部分，分析了 8 種哺乳動物與黑長尾雉 (*Syrmaticus mikado*)，發現水鹿 (*Rusa unicolor swinhoii*) 夜行活動比例較高，黃喉貂 (*Martes flavigula chrysospila*) 與黃鼠狼 (*Mustela sibirica taivana*) 活動時間有日夜區隔的現象。而在分布現況比較，3 種偶蹄目動物與 3 種貂科動物的主要出現區塊有區隔的趨勢，其中山羌 (*Muntiacus reevesi micrurus*) 主要分布在塔塔加地區而在玉山步道沿線數量很少，台灣野山羊 (*Capricornis swinhoei*) 的出現頻度則低於山羌與水鹿。本計畫亦分析了各哺乳動物與鳥類在塔塔加與玉山地區發現的海拔範圍，作為監測海拔變化的參考。

草食獸啃食壓力與底層植被多樣性與覆蓋度並沒有相關，但水鹿出現頻度高的地方，在下層活動的繁殖鳥類物種數顯著越少，顯示草食獸的啃食壓力雖尚未對底層植被造成衝擊，但已開始影響下層活動的鳥類多樣性，需進一步監測水鹿對生物多樣性的影響。

人為活動與遊憩監測部分，人員計數系統呈現了塔塔加與玉山步道沿線，不同地點的遊客的出現時間高峰，發現山羌晨昏活動高峰，而塔塔加遊客在晨昏的出現比例卻較低，水鹿則在距離步道近與人為干擾較多的地方，夜行活動比例顯著較高，在離步道較近的地方，台灣野山羊與水鹿的活動時間有避開遊客活動高峰時段的趨勢，而排雲山莊附近水鹿與黃喉貂較高的出現頻度，是否與改建過程中登山客較少有關，亦或是受到人為棄置食物或排泄物的吸引，有必要進行進一步的調查與評估。人為干擾與遊憩活動對動物的影響，有必要做更進一步的調查，以利經營管理。

四、主要建議事項

根據本案調查發現，本案針對塔塔加與玉山地區中大型哺乳動物與生物多樣性監測，提出下列具體建議。以下分別從立即可行的建議、及長期性建議加以列舉。

立即可行之建議：

主辦機關：玉山國家公園管理處

協辦機關：

1. 管制及宣導遊客不要帶寵物（特別是狗）上山以避免傳染疾病給野生動物或

自由活動犬隻或野貓攻擊野生動物的潛在可能。

2. 改善排雲山莊登山客棄置食物與排泄物的處理，以減少對動物之影響。

長期性建議：

主辦機關：玉山國家公園管理處

協辦機關：委託研究單位、中央氣象局、台大實驗林管理處

1. 進行塔塔加和玉山地區的長期生態與生物多樣性監測研究。
2. 進行水鹿等草食獸與黃喉貂等貂科動物在塔塔加與玉山地區的長期監測研究，評估及監測草食獸啃食效應與小型食肉目族群變動與該區生物多樣性的互動關係。
3. 與台大實驗林與中央氣象局合作，配合其長期氣象資料，與塔塔加和玉山地區的長期監測研究資料結合，探討全球氣候變遷與玉山高海拔生態之變化，納入全球氣候變遷研究中的一部分。
4. 持續進行人為干擾及遊憩活動的監測調查，並評估人為活動對塔塔加及玉山地區動物生態的影響，以提早因應對動物可能造成的衝擊。

Abstract

Tatachia and Mt. Yushan is the most important recreation area of Yushan National Park. It has the vulnerable alpine ecosystem threatened by global warming and heavy recreational pressure. In addition, sambar deer (*Rusa unicolor swinhoii*) population seems increasing and may induce increasing browsing and disturbance pressure to the understory biodiversity of the vegetation. However, detailed study of larger mammals at this area is lacking.

We started camera trapping at Tatachia from 2009 April and extended to Mt. Yushan trail in 2010. From 2010, we also conducted vegetation survey and 24-hour recording survey of birds at each camera trap site. In addition, Trailmaster count system using active infrared and camera traps were placed at trails in this area to record the activity and occurrences of tourists and hikers.

Camera traps, remote sound recorders and field surveys documented 19 mammalian species, 60 bird species, 1 frog species, and 176 plant species. Activity patterns of 8 mammals and Mikado pheasant (*Syrmaticus mikado*) were analyzed. Sambar deer (*Rusa unicolor swinhoii*) was significantly more active at night time. Yellow-throated marten (*Martes flavigula chrysospila*) was mostly diurnal, while Siberian weasel (*Mustela sibirica taivana*) was more active at night time. With regards to the distributions of larger mammals, there is a tendency of segregation among 3 herbivores and among 3 mutelids. Reeve's muntjacs (*Muntiacus reevesi*) mainly occurred at Tatachia and seldom occurred at the higher altitude along the Mt. Yushan trail. Formosan serow (*Capricornis swinhoei*) occurred less than Reeve's muntjacs and sambar deer. We summarized the altitude ranges of mammals and birds found in this area for future monitoring of the altitude distribution change possibly due to global warming.

Browsing pressure from 3 herbivores currently does not seem to affect the herbaceous diversity, herbaceous cover, and shrub cover. However, there was a significant negative correlation between the frequency of sambar deer occurrences and the species richness of understory breeding birds. It is necessary to monitor the impacts from the increasing sambar deer population to the biodiversity of understory vegetation.

Monitoring of tourists activity revealed the diel occurrence patterns at various trails. Reeve's muntjacs had higher activity at crepuscular hours while tourists were fewer at these hours. Sambar deer had significantly higher nocturnal activities near trails. Moreover, Formosan serow and sambar deer tended to avoid tourists peak hours at areas closer to trails. Sambar deer and yellow-throated marten has high occurrence rates near the Paiyun cabinet.

It is unknown whether this was related to fewer hikers during the cabinet's reconstruction or animals were attracted by the abandoned food, more minerals from human urines, or more mice near the cabinet. In summary, it is necessary to further monitor and assess the impacts of human activities to these vulnerable larger mammals and establish sound management for human activities and conservation of wildlife.

Key Words: camera traps, continuous recording survey, human activity, biodiversity

第一章 緒論

第一節、緣起與背景

塔塔加地區位於新中橫公路的最高點，因交通便利，區內具有多條登山健行步道，且是攀登台灣最高峰-玉山最主要的登山入口，因此吸引了許多遊客前來塔塔加與玉山遊憩、健行與攀登玉山，使得塔塔加與玉山地區成為玉山國家公園最重要且熱門的遊憩區，同時也對環境造成一定程度干擾與衝擊。

然而有關此區生物資源調查，除與遊客互動較多的台灣獼猴 (*Macaca cyclopis*)、蝶類相以及特定鳥種有較詳細的調查資料與生態研究，以及去年 98 年度在塔塔加地區的初步分布調查之外，鮮少將塔塔加及玉山地區列入生物調查樣區，其他相關的生物資源調查資料相形較少，特別是中大型哺乳動物的生態現況資料更少，還有遊憩行為對中大型哺乳動物之衝擊，更有待進一步調查以評估其影響情形，加上此區易受到全球氣候變遷影響的中高海拔生態環境，如何建立長期的野生動物監測系統，瞭解此區的生態資源，亦是重要的課題之一。(姜博仁等 2009b)。

98 年度於塔塔加地區自動相機的初步調查資料顯示(姜博仁等 2009b)，中大型哺乳動物與鳥類的分布狀況於不同步道之間會有所差異，其中偶蹄目動物的活動可能與人為活動有關。姜博仁等(2009b)發現水鹿 (*Rusa unicolor swinhoii*) 在離公路較遠處偏向日行活動但在公路附近則偏向夜行活動、山羌 (*Muntiacus reevesi micrurus*) 與台灣野山羊 (*Capricornis swinhoei*) 則在莫拉克颱風之後顯著在公路附近出現頻度偏高，而赤腹松鼠 (*Callosciurus erythraeus*) 的海拔分布也可能因人為活動或是全球暖化而往高海拔擴展。另外，水鹿族群逐漸在塔塔加地區擴展，水鹿族群有可能對森林底層的生物多樣性產生衝擊，這些現象都值得針對這些中大型哺乳動物進行進一步的調查，建立長期的監測模式。

自動照相機在台灣已被廣泛利用在森林中大型哺乳動物的調查與研究(裴家騏和姜博仁 2004, Chiang 2007)，能夠在標準化及無人模式下的作業程序下，量化地紀錄中大型哺乳動物的分佈與其他生態資訊。自動錄音機 10 多年前在國外即已經探討在野生動物的調查應用上(Parker 1991)，但受限於類比式卡帶的錄音時間，很少應用在實際

的調查研究上，直到近幾年數位科技的發展，開始有數位錄音調查技術的評估研究 (Haselmayer and Quinn 2000, Acevedo and Villanueva-Rivera 2006, Brandes 2008)，美國康乃爾大學鳥類研究室也將數位錄音技術應用在認定絕種後再發現的世界第二大啄木鳥象牙啄木鳥 (*Campephilus principalis*) 的野地調查，但大量使用在實際的研究上仍是少數。台灣哺乳動物中的松鼠科 (3 種飛鼠與 3 種松鼠) 因樹棲行為較少被自動照相機所記錄，尤其是飛鼠幾乎極少被拍攝到在地面活動。松鼠科動物較容易記錄到鳴叫聲，因此，使用自動錄音機配合自動照相機將能彌補自動照相機不易紀錄到部分中大型哺乳動物種類的限制，而這些種類在經營管理 (如重要狩獵物種的白面鼯鼠 (*Petaurista alborufus*) 與大赤鼯鼠 (*Petaurista philippensis grandis*)) 及生態保育 (如稀有的小鼯鼠 (*Belomys pearsonii kaleensis*) 及黑熊 (*Ursus thibetanus formosanus*)) 上都是極需累積生態資料的物種，除此之外，自動錄音機更能夠對鳥類、蛙類以及部分鳴蟲加以記錄，在台灣有發展的潛力。

面對台灣崎嶇陡峭的山區，野地調查極需自動化的資料收集方式，以節省人力交通與時間成本的方式應用在野生動物的調查與監測之上，並採取標準化的調查方式作為長期監測與比較的基礎資料。塔塔加附近地區有台大實驗林與中央氣象局架設的氣象站網路，加上可及的電力系統，以及易受全球暖化威脅的高海拔生態，使得塔塔加地區成為進行長期監測的絕佳地區。因此，本計劃擬調查玉山與塔塔加地區中大型哺乳動物在不同植被環境中的分布與相對數量，建立玉山與塔塔加地區中大型哺乳動物活動模式、分布與棲地利用概況，以及遊憩對其生態的衝擊，並提供遊憩區健全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、研究樣區

研究樣區主要為東埔山、麟趾山、鹿林山和塔塔加鞍部間的區域以及玉山前峰、西峰、排雲山莊、主峰、北峰和圓峰沿線登山步道。調查路線如圖 1，包括新中橫公路、玉山林道、楠溪林道（到塔塔加鞍部路段）、神木林道、東埔山步道、雙鞍步道、麟趾山步道、鹿林山步道、遊客中心往大鐵杉步道、玉山步道等之沿線周遭以及自行深入森林內部調查。

第二節、調查方法與資料分析

1. 自動照相機架設

預計架設 20 台數位自動照相機調查中大型哺乳動物與地棲性鳥類之狀況。在塔塔加地區架設 8 台、玉山步道沿線架設 12 台。架設環境涵蓋各種植群（含箭竹草原），玉山步道沿線則以海拔分層取樣並涵蓋不同植群類型，海拔範圍每 300m 內至少架設 2 台自動照相機。自動照相機架設擬在空間分布上盡量均勻涵蓋塔塔加地區與玉山步道沿線，以在各步道分段皆有自動照相機架設，了解動物的分布狀況。樣點的選擇亦同時選取距步道或公路不同距離，以評估人為活動與動物生息狀況之關連性。

數位自動照相機使用的是 Cuddeback 的 Capture 及 Expert 兩種型號、Reconyx PC-800、Bushnell Trophy Cam、Bushnell Trophy cam XLT 及 Stealth Cam Prowler HD，這些自動照相機皆使用被動式紅外線感應器，為熱與動作感應的形式，也就是在有感應到動物移動時才會觸發，以內建的 300 萬（Cuddeback 及 Reconyx）、500 萬（Bushnell Trophy Cam）及 800 萬（Bushnell Trophy Cam XLT 及 Stealth Cam Prowler HD）畫素鏡頭拍攝照片或錄製影片，Cuddeback 的相機從感應到動物到拍照的延遲時間大約在 0.4 秒左右，而 Reconyx PC-800 的延遲時間在 0.2 秒內為最快，且可以連續拍攝，幾乎不需等待回復之時間，Cuddeback 則需等待 30 秒（Capture）或更久（Expert 機型）（姜博仁等 2009b）。而 Bushnell 相機從感應到拍攝動物延遲時間約 1.2~1.5 秒，Stealth Cam Prowler HD 則更慢，從感應動物到開始拍攝的間隔約 3 秒，因此 Bushnell 及 Stealth Cam Prowler HD 自動照相機主要為配合泥池、水池以及獸毛陷阱動物逗留時間較長的樣點之監測使用。配合感應器設計，拍攝獸徑動物的數位相機以低高度（約 30-50cm）架設，以 10~20 度略微朝下，水平感應穿越獸徑之動物（姜博仁等 2009b）。

自動照相機原則上每 2~3 月上山更換電池並下載資料，但計畫剛開始時的春季，需較頻繁上山架設新樣點。收回之數位資料將以人工辨識，紀錄物種、出現座標及其他附加屬性資料（如調查人員、氣候、調查方式等 metadata）。

2. 自動錄音機架設

錄音筆主要使用的是 Sony ICD-SX88、ICD-SX900、ICD-SX950、PCM-M10 以及

Olympus LS-10、LS-11，錄音格式 Sony ICD 系列因內建記憶體不足以及本身硬體限制，採用其發展的 LPEC STHQ 格式，頻率響應 80-20000Hz，但這是有壓縮的格式，而 Sony M10 以及 Olympus 錄音筆，則使用 16GB SDHC 記憶卡，以 CD 品質之 16 bit 44.1kHz 的 PCM WAV 無壓縮格式錄音，頻率響應 20-22050Hz，兩種錄音格式的錄音品質以人工監聽辨識都沒有問題，麥克風使用其內建麥克風或是外接 Primo EM100 麥克風，進行至少完整一天 24 小時的錄音，配合監測生物多樣性，錄音時間在春夏季主要的鳥類繁殖季，在每個自動相機樣點進行 1~2 次的錄音調查。因錄音資料龐大，無法人工監聽所有錄音資料，因此錄音資料以人工監聽日出日落後各 15 分鐘加上以日出時間為基點的每小時監聽 2 分鐘，能兼顧調查日夜行性動物，此種監聽方式，24 小時連續錄音僅監聽 76 分鐘（約 5% 的監聽比例），卻能平均記錄到若監聽全部 24 小時所能記錄到物種的 71% (姜博仁等 2009a)，而此種方法，也比傳統調查方式，調查人員於早上到現場進行 6~10 分鐘的圓圈計數法調查鳥類所花的工作量還多，且錄音的取樣監聽時間一致，不會有傳統人工現場調查方式在不同地點的不同時段進行調查所可能造成的偏差，且錄音還能涵蓋夜行性動物之調查，因此在鳥類的物種名錄與群聚調查上，比傳統現場 6~10 分鐘的上午調查更能涵蓋完整的物種，較傳統現場調查方式比較不足的則是不易估算鳥之距離以計算族群密度。

3. 生物多樣性監測（指標鳥類與植群）

(1) 指標鳥類監測：

在 4-7 月春夏天繁殖季鳥類降遷之前，於自動照相機樣點，使用錄音調查法（每一樣點每次調查時連續錄音 24 小時）進行 1~2 次鳥類調查，評估鳥類出現物種與群聚，並與自動照相機記錄的中大型哺乳動物出現狀況進行比較（主要針對水鹿）。

(2) 植群多樣性紀錄：

每處自動照相機樣點進行植群多樣性紀錄，採用楊勝任(2009)配合玉山國家公園東部園區哺乳動物調查計畫，於自動相機樣點使用之植被和環境變數的調查方式，考慮到地形、坡度、坡向及土壤質地、植被層次結構與組成概況等棲地因子。調查方法使用法瑞學派(Z-M School)的單樣區法(single plot method)，以自動相機架設點位為中心設置植群實體樣區(phytocoenose)進行植物種類和相關環境調查與評估，每一個樣區(releve)大小為 20×20 m² 的方形樣區。調查時首先將樣區內的植物組成分成 4 層，即

喬木層(tree layer)、灌木層(shrub layer)、草本層(herb layer)和苔蘚地衣層(moss layer)，並記錄附生植物(epiphyte)、小苗(juvenile)和藤本(liana)覆蓋度。

各層次記錄完整的植物名錄，並且使用 Braun-Blanquet Scale 覆蓋度級數估測各層次物種覆蓋度，覆蓋度等級為：r、數量稀少不足 0.1%或僅單株出現；+、多數植株出現但覆蓋率仍低；1、覆蓋度低於 5%；2m、覆蓋度 5-25%再分為 2a、覆蓋度 5-15%和 2b、覆蓋度 15-25%；3、覆蓋度 25-50%；4、覆蓋度 50-75%；5、覆蓋度 75-100%(Van der maarel 1979)。進行樣區植物調查時，記錄各層次有哪些物種出現，再估算各物種在各層次的覆蓋度，以及估算各層次之覆蓋值之後，立即在現場做檢核。檢核方式即將單一層次的各物種之覆蓋度加總，並比對該層次的覆蓋度估算值，查看兩者間的差異有多少。若各物種加總的覆蓋度小於對該層次的覆蓋度估算值，此即表示有某些物種的覆蓋度低估，或高估該層次的覆蓋度。如此檢核以降低誤差。

在環境變數量測與評估部分，為測試植物社會分布與環境間的相關性，本研究依據 Mucina et al. (2000)擬測量 13 項可能之環境變數（表 1），茲說明如下：

- i. 海拔(Altitude, Alt.): 海拔變化會間接影響降雨、溫度等環境因子。測量方法為使用 Garmin 衛星定位儀所得之高度。
- ii. 地形位置(Topography, Top.): 地形位置的變化影響環境的乾濕性土壤水分、土壤有機物含量等等因子(Tsui et al. 2004)。估測方法為於現場樣區位置，並配合樣區於地圖上的點位做判定。
- iii. 坡度(Slope, Slo.): 坡度影響到生育地太陽的入射角度與土壤排除狀況 (Tsui et al. 2004)。測量方法為使用傾斜儀對最大坡面直接測量，於樣區內測計若干次取其平均值。
- iv. 方位(Asspect, Asp.): 不同方位產生許多局部環境之差異，如溫度、日照、濕度、土壤水分，可解釋大部分植物組成之變化。量測方法為使用羅盤儀直接量測方位角。
- v. 喬木層覆蓋度(Cover of tree layer, C-tree): 指樣區內 6 m 以上木本植物組成的喬木層覆蓋度，森林各層次植物組成的覆蓋度，對生育地林內的微氣候，如溫度、空氣濕度、土壤濕度、光量有所影響。測量方法採直接目測喬木層覆蓋面積佔樣區面積百分比。
- vi. 灌木層覆蓋度(Cover of shrub layer, C-shrub): 指樣區內 0.5 至 6 m 的木本植物組成的灌木層覆蓋度，測量方法採直接目測灌木層覆蓋面積佔樣區面積的百分比。

- vii. 草本層覆蓋度(Cover of herb layer, C-herb)：指樣區內草本植物的覆蓋度，測量方法採直接目測草本層覆蓋面積佔樣區面積的百分比。
- viii. 苔蘚地衣層覆蓋度(Cover of moss layer, C-moss)：指樣區內苔蘚地衣的覆蓋度，測量方法採直接目測苔蘚地衣層覆蓋面積佔樣區面積的百分比。
- ix. 枯枝落葉層覆蓋度(Cover of litter layer, C-litter)：枯枝落葉層測量方法採直接目測地表枯枝落葉覆蓋面積佔樣區面積的百分比。
- x. 岩石覆蓋度(Rock, Roc.)：指從岩石於生育地的比例，可得知土壤母岩目前的化育狀況。測量方法以主觀目測樣區內岩石(直徑>30 cm)於樣區面積上的百分比。
- xi. 喬木層高度(Height of tree layer, H-tree)：指樣區內 6 m 以上木本植物組成喬木層的高度。將直接的影響到植物的水勢能(water potential)。量測方式於各層次以手持式雷射測距儀測量高度若干次取其平均值。
- xii. 灌木層高度(Height of shrub layer, H-shrub)：指樣區內 0.5 至 6 m 的木本植物組成的灌木層高度，測量方式以手持式雷射測距儀測量高度若干次取其平均值。
- xiii. 草本層高度(Height of herb layer, H-herb)：樣區內草本植物的高度，以手持式雷射測距儀測量高度若干次取其平均值。

4. 遊客及登山客記錄

在玉山登山步道沿線與塔塔加地區步道選擇適當地點架設人員計數器估算遊客、登山客或車輛的數量及出現頻度作為遊憩壓力及人為干擾的指標。遊客人員計數器採用 2 種系統，一為 Trailmaster 的遮斷式紅外線計數器 (Goodson & Associates, Inc., Lenexa, Kansas, U.S.A.)，當有人經過並遮斷紅外線時，計數器即自動加 1，但是無法分辨是否上山或是下山，此系統僅能記錄約 1000 次的遮斷事件，因此不適合人數較多的步道，除非購買成本較高之系統；另外一種採用紅外線數位自動照相機，型式為 Bushnell Trophy Cam XLT (Bushnell Outdoor Products, Kansas, U.S.A.)，採用人眼不可見的紅外線閃燈，可以減少對遊客的干擾，而配合 16GB 記憶卡，可以記錄超過上萬次的紀錄，由照片還可以辨認上山或是下山，若是拍到步道上活動的動物，也可以知道是何種動物以及什麼時間在步道上活動。

5. 遊憩時間模式、動物活動模式與分布模式

(1) 動物活動模式：

本研究假設動物在某一時段越活躍，則在該時段被拍攝到的機率越高，因此每個時段某種動物的有效照片張數可以當作該動物在該時段的活動頻度指標，累積全天 24 個小時，每個時段的有效照片張數，則可以說明某種動物的活動模式。每一時段活動量以如下公式(裴家騏和姜博仁 2004)計算：

某時段活動量 = (一物種在某時段有效照片總數 / 該物種全部有效照片數) * 100%

而每一時段的自動相機工作時已經校正為一樣，也就是說，每卷底片的第一個不完整工作天內所拍攝到的相片並不列入活動模式中的有效相片數，採用方法為以每卷底片的最後一張照片的時間為基準，往回推算 24 小時的倍數，將每卷底片第一天不足 24 小時部分所拍到的照片略去不計入活動模式的張數，刪除第 1 天的原因主要是減少第一天架設工作的人為干擾對動物活動時間的可能影響所造成的偏差。而有效照片的定義為：

- (i) 1 個小時以內同 1 隻個體的連拍只視為 1 張有效照片紀錄，只把第 1 張當作有效的活動時間與出現頻度紀錄。
- (ii) 不同個體，即使是同 1 個小時內連拍，也當作不同的有效紀錄。若是 1 張照片內有 2 隻以上不同個體，每隻個體都視做 1 筆獨立的有效紀錄。但是因為台灣獼猴是群居動物，台灣野豬與黃喉貂亦常拍攝到小群活動，因此以群為取樣單位，這 3 種動物 1 小時內連拍的紀錄，即使是不同個體，一率視為同 1 群而只當作 1 筆有效紀錄。

(2) 動物分布模式：

動物出現頻度以如下公式(裴家騏和姜博仁 2004)計算：

$OI = (\text{一物種在該樣點的有效照片數} / \text{該樣點的總工作時數}) * 1000 \text{ 小時}$

台灣野豬、台灣獼猴與黃喉貂的有效照片數皆以群為單位，其他動物則以單隻為單位。自動照相機的拍照頻度可以作為動物相對豐富度的一個指標(Carbone et al. 2001, O'Brien et al. 2003)，因此參考裴家騏和姜博仁(2004)以出現頻度(OI 值)表示相對族群量，進行動物分布現況之初步探討。

(3) 遊憩及其他人為活動之影響：

自動照相機機監測遊客部分，每張照片皆辨識記錄照片內遊客人數、方向(上山、下山或不確定方向)，並記錄拍照時間(即遊客出現之時間)。為評估遊客在該區造成

的人為干擾壓力，遊客出現之時間模式，每張照片皆納入分析，並以照片中拍到的人數進行加權加總，若連續拍攝到同樣登山客的照片，仍然進行加總而這可視為遊客在該地點滯留的時間比較長，因此對該地點的人為干擾仍然持續存在，但實際觀察照片，遊客多是快速通過，因此這樣的加總主要還是記錄到遊客在該地點通過的人數，根據 24 個小時進行整理分析，呈現出遊客在各個時段通過的相對比例。若不辨識是否上山或是下山，亦不辨識該照片中拍到的人數，單純分析該時段是否有遊客經過之照片張數，則較易以電腦自動統計遊客出現時間模式，與前述方法的差別，主要為無法分別分析上山與下山的出現時間模式，並且沒有以照片中人數進行加權。雖然遊客及登山客多為快速經過相機，但是仍偶而有部分遊客會好奇地滯留在相機前或是休息，或是通過速度較慢，若要避免重複計數，另外採用 3 分鐘為單位，在該 3 分鐘內若有拍攝到遊客，不管拍攝到幾筆與拍攝人數，皆視為 1 筆紀錄，然後統計每個小時有拍攝到遊客出現的次數（以 3 分鐘為單位）。結果將比較此 3 種方式的差異。

自動照相機樣點距離步道與公路的距離使用雷射測距儀與 GPS 測量估算以比較公路步道周遭與距離公路步道較遠環境的動物活動模式差異。遊客的數量與出現時間將與動物活動時間進行交叉比較以評估遊憩行為與動物生息的關係。另外，排雲山莊附近於下半年度逐漸加入新自動相機進行監測，以開始記錄排雲山莊附近之動物出現狀況，作為未來評估登山住宿及人為活動對動物生息之影響。

6. 現場見聞記錄

於架設自動相機與錄音機時，同時記錄沿途發現之動物痕跡，包括目擊、鳴叫、排遺、咬痕、拱痕、耙痕等，並紀錄 GPS 座標和海拔。然而，現場調查的見聞記錄並非本計畫主要工作項目，主要目的為補充自動化監測可能沒有記錄到的動物，因此呈現的結果並不能完整代表本區動物名錄與狀況，與自動監測方式的比較亦非全面。

7. 水池利用監測

於樣區內發現之水池與泥池架設自動照相機以長期監測動物（特別是水鹿）對水池利用的情形。

8. 動物毛髮陷阱（獸毛陷阱）測試評估

為建立長期監測模式，擬進行獸毛陷阱的設計與測試。如果能成功擷取毛髮，則能夠進一步應用在保育遺傳與族群估算的研究。

第三章 結果與討論

第一節、自動化監測與現場調查

1. 動物監測自動照相機架設

自動照相機監測動物部分，總計使用了 42 台自動照相機，包括 16 台 Reconyx PC800、10 台 Cuddeback Capture、6 台 Cuddeback Expert、4 台 Bushnell Trophy Cam、2 台 Bushnell Trophy Cam XLT 及 4 台 Stealth Cam Prowler HD。扣除監測獸毛陷阱效果的自動照相機樣點，以塔塔加鞍部登山口做一區別，塔塔加鞍部登山口以下共計架設 23 處自動照相機樣點（圖 2、表 2），塔塔加鞍部登山口以上的玉山步道沿線共計架設 25 處自動照相機樣點（圖 2、表 3），而其中包括了在塔塔加地區的 4 處水池監測的自動照相機樣點（表 2、圖 3），架設樣點數及所使用的自動照相機已經遠超過原本合約預計目標的塔塔加地區架設 8 台、玉山步道沿線架設 12 台。

以今年度資料，自動照相機總共記錄到 19 種野生哺乳類（表 4）與 27 種鳥類（表 5），另外亦拍攝到流浪狗與遊客攜帶的寵物狗在樣區內的塔塔加與玉山步道、公路以及離步道較近的森林內之獸徑活動。以扣除蝙蝠以及鼠科類動物的中大型哺乳動物而言，塔塔加與玉山地區應有的物種自動照相機都有拍攝到，但赤腹松鼠僅於 2009 年有拍攝到，但該樣點於 2010 年並沒有架設自動照相機，因此無法說明赤腹松鼠是否固定出現。而低角度的架設，加上 Reconyx 相機的感應相當敏感而快速，小型哺乳類動物都能感應並且拍攝到，在不使用捕鼠籠器的情形下，也能記錄 3 種小型鼠科動物高山白腹鼠（*Niviventer culturatus*）、台灣森鼠（*Apodemus semotus*）和高山田鼠（*Microtus kikuchii*）及一種鼯形目台灣煙尖鼠（*Episoriculus fumidus*），顯示自動照相機亦可能用來協助調查高山地區的小型哺乳動物，雖然鼯形目亦有拍攝記錄，但拍攝記錄較少，且鼯形目動物因體型小，分類上很難以照片辨識，因此自動照相機仍不適合用來調查鼯形目動物。

2. 動物監測自動錄音機架設

因自動相機樣點分布廣泛，要在繁殖季的每日清晨在樣點進行鳥類無邊界計數法非常困難，平均每日頂多進行 1~3 個樣點，若要完成全部 30~40 個樣點調查，將會

花費非常多的工作時間，特別是玉山步道沿線樣點以及塔塔加部分距離公路較遠的樣點，以及調查時天氣難以掌控，因此指標鳥類的監測方面，使用 Sony ICD-SX88、ICD-SX900、ICD-SX950、M10 以及 Olympus LS-10 錄音機配合自動照相機樣點進行至少 24 小時錄音（樣點如圖 4）。然而，本年度的繁殖季鳥類錄音調查，七月時碰上雨，影響一些地點的調查，因此部分調查資料不如預期理想，但實際監聽的結果，發現仍能記錄到多數的繁殖鳥類。

以取樣監聽的方式，監聽辨識所有 4-7 月的所有錄音調查樣點的錄音資料，總計記錄 3 種哺乳類(表 4)、42 種鳥類(表 5)以及 1 種蛙類艾氏樹蛙(*Chirixalus eiffingeri*)。

3. 生物多樣性監測

結合現場見聞所發現的動物記錄，在塔塔加與玉山地區共記錄 19 種野生哺乳類(表 4)、60 種鳥類(表 5)以及一種蛙類艾氏樹蛙。哺乳動物部分，包括瀕臨絕種保育類動物台灣黑熊 1 種，珍貴稀有保育類動物黃喉貂(*Martes flavigula chrysospila*)、水鹿及台灣野山羊 3 種，其他應予保育類動物台灣獼猴、高山小黃鼠狼(*Mustela nivalis formosana*)、白鼻心(*Paguma larvata taivana*)以及山羌 4 種，共計 8 種保育類哺乳動物。鳥類部分，包括珍貴稀有保育類動物大冠鷲(*Spilornis cheela*)、灰面鵟鷹(*Butastur indicus*)、赤腹鷹(*Accipiter soloensis*)、鳳頭蒼鷹(*Accipiter trivirgatus*)、北雀鷹(*Accipiter nisus*)、台灣松雀鷹(*Accipiter virgatus*)、黑長尾雉(*Syrnaticus mikado*)、灰林鴉(*Strix aluco*)、褐林鴉(*Strix newarensis*)及綠啄木(*Picus canus*) 10 種，其他應予保育類動物深山竹雞(*Arborophila crudigularis*)、繡眼畫眉(*Alcippe morrisonia*)、火冠戴菊鳥(*Regulus goodfellowi*)、黃腹琉璃(*Niltava vivida*)、白尾鳩(*Cinclidium leucurum*)、白眉林鳩(*Erithacus indicus*)、煤山雀(*Parus ater*)、青背山雀(*Parus monticolus*)、紅尾伯勞(*Lanius cristatus*) 9 種，共計 19 種保育類鳥類。

比較自動照相機、自動錄音機及現場見聞記錄，自動照相機在調查中大型哺乳動物與地棲性鳥類最有效率，部分經常到地面活動的鳥類如林鴉類、岩鷓(*Prunella collaris*)也都偶而會拍攝到，比較特別的是水池或積水的樣點偶而會拍到日行性猛禽甚至夜行性貓頭鷹來喝水。自動錄音機則能調查到會鳴叫的哺乳動物和鳥類，最適宜留鳥的調查，而現場見聞有記錄但錄音調查沒有記錄到的，多是極少鳴叫的鳥類、部分候鳥或主要在天空活動的鳥類如燕子類。另外，自動錄音機日夜皆工作，因此可以

多記錄夜行性、稀有物種或不常鳴叫物種如褐林鴉、灰林鴉、虎鶉 (*Turdus dauma*) 等，顯示自動錄音機有其作為調查鳥類群聚的優點。

統計 38 個有調查植群的自動照相機樣點 (圖 5)，總共發現 176 種植物，包括 51 種蕨類、11 種裸子植物、92 種雙子葉植物以及 22 種單子葉植物 (表 6)，調查樣點之植被類型包含天然闊葉林和柳杉人造林交界、松林(二葉松)、松林(二葉松和華山松)、鐵杉林、雲杉林、冷杉林、紅毛杜鵑馬醉木灌叢、圓柏灌叢以及箭竹灌叢等 9 種，這些調查樣點已將塔塔加與玉山地區的植被類型都完整地含括在內。

4. 人員計數監測系統

總計使用 5 組 Trailmaster 遮斷式計數系統以及 5 組 Bushnell Trophy Cam XLT 自動照相機，在 10 個地點 (圖 6) 監測記錄遊客之出現時間。

第二節、動物之日活動模式

以獸徑型自動照相機樣點，統整 2009-2010 年相機資料，分析動物活動模式，得到台灣獼猴如圖 7、山羌如圖 8、水鹿如圖 9、台灣野山羊如圖 10、黃鼠狼如圖 11、黃喉貂如圖 12、鼬獾 (*Melogale moschata subaurantiaca*) 如圖 13、高山田鼠如圖 14 及黑長尾雉如圖 15。

台灣獼猴為日行性，主要高峰在清晨，在中午之後逐漸下降，但與大武山區中低海拔的活動模式在午後會略微提高活動量不同，而在中午的活動量略微增加，並非如大武山區的台灣獼猴在中午趨向休息不移動而在傍晚有另一高峰(裴家騏和姜博仁 2004)。山羌、水鹿與台灣野山羊日夜皆活動，基本上都有晨昏時段活動比較頻繁的趨勢。以早上 6 時到下午 6 時的 12 小時期間為白天，山羌顯著地偏白天活動(白天活動比例 69.2%，卡方適合度檢定， $p < 0.0001$)，台灣野山羊白天活動比例雖較高(52.1%)，但沒有顯著的日夜差異(卡方適合度檢定， $p = 0.65$)，而水鹿顯著偏向夜間活動(日行活動比例 27.1%，卡方適合度檢定， $p < 0.0001$)。鼬獾則為夜行性，與其他地區大致有 3 個活動高峰的情形類似(裴家騏和姜博仁 2004)。黃鼠狼主要則在夜間活動，偶而會在白天活動，黃喉貂則相反，幾乎都在白天活動，僅零星有夜晚活動記錄，黃喉貂與黃鼠狼的活動模式有日夜區隔的現象(卡方獨立性檢定， $p < 0.0001$)，與大武山區的黃喉貂與黃鼠狼的活動模式日夜區隔類似(裴家騏和姜博仁 2004)。而高山田鼠則日夜皆活動。

第三節、動物生息與分布現況

1. 中大型哺乳動物與黑長尾雉之分布現況

由獸徑型自動照相機拍攝照片記錄所計算的動物出現頻度 OI 值如表 7。中大型哺乳動物以山羌的 OI 值最高，水鹿和台灣獼猴次之，台灣野山羊則低於以上三種，與大武山區台灣野山羊出現頻度高於水鹿不同(裴家騏和姜博仁 2004)，而野豬則僅在海拔 2500m 左右(圖 16)有拍攝記錄，野豬在塔塔加地區與玉山地區應該數量極少。食肉目部分總計有 5 種拍攝記錄，主要為鼬獾、黃鼠狼與黃喉貂 3 種，高山小黃鼠狼僅在新中橫有一次目擊紀錄，並於雲杉林配合獸毛陷阱的自動照相機有錄到一段極有可能是小黃鼠狼的影片，但因速度過快且黑白不易辨識，由此結果，塔塔加與玉山地區涵蓋了台灣現生的所有貂科動物(水獺應已絕種)。台灣黑熊則在 8 月 21 日於塔塔加大鐵杉東北方的自動照相機樣點(圖 16)拍攝到一張不甚清楚但是極有可能是台灣黑熊的照片，而東埔山莊接駁車司機也提到 8 月中下旬左右其所接駁的登山客曾表示在玉山步道上看到黑熊，與自動相機拍攝的時間接近，另外今年 5 月份前往玉山調查途中，亦遇到一名外國人提及 10 多年前他曾經在玉山步道上目擊到台灣黑熊，從零星黑熊記錄及沒有發現現場痕跡，目前台灣黑熊在塔塔加與玉山地區應極少出現，偶而出現的個體，可能是主要在周遭楠梓仙溪或是沙里仙溪流域較低海拔的個體。白鼻心與黑熊和野豬一樣，僅在大鐵杉附近往沙里仙流域下切的樣點有 1 筆拍攝記錄(圖 16)，由於白鼻心主要出現在中低海拔(Chiang 2007)，野豬與台灣黑熊在 3000 公尺出現記錄亦相對較少，顯示這三種物種可能都是由沙里仙溪流域海拔較塔塔加地區低的地方零星的往塔塔加區域活動。

若以塔塔加鞍部為界，將塔塔加與玉山兩地區分開計算 OI 值(表 7)，結果發現動物出現頻度 OI 值呈現一定程度的差異，且大致與其海拔分布的喜好相符。山羌與台灣獼猴在塔塔加地區高於玉山區的出現頻度，此也與他們主要分布中低海拔一致(Chiang 2007)。相反地，水鹿、台灣野山羊與黃喉貂則在高海拔的玉山地區出現頻度較高，水鹿與黃喉貂的海拔趨勢亦大致與大武山區所得結果吻合，而台灣野山羊在玉山區有較高出現頻度，可能主要與地形較為陡峭有關(Chiang 2007)。

從各樣點自動照相機的動物 OI 值來觀察，台灣獼猴的分布，應與主要的群體分布有關，可能在玉山西峰山區、塔塔加-沙里仙流域坡面以及神木林道為主要的 3 群，

而在排雲山莊以上很少有台灣獼猴的分布。山羌則主要分佈在塔塔加地區，玉山步道沿線幾乎沒有山羌，僅在西峰觀景台之前的玉山主峰步道沿線往下坡方向的 2 個樣點有零星記錄到一些山羌。水鹿則主要分佈在麟趾山-鹿林山步道附近、大鐵杉往塔塔加鞍部公路段往沙里仙溪下切的坡面、玉山西峰區塊以上包含圓峰附近及北峰往八通關區域，但不包括玉山主峰到圓峰之間的陡峭稜線，雖然以此 3 大區塊為主，但是水鹿基本上為廣佈型，而在遊客中心到排雲檢查哨之間的新中橫沿線很少發現記錄。相反地，遊客中心到排雲檢查哨之間的新中橫沿線很少水鹿，卻是塔塔加地區主要的山羌分布區域，即使在遊客中心後方水塔的箭竹草原，都有一定數量的山羌，而台灣野山羊則在水鹿與山羌出現頻度較少的玉山前峰與圓峰附近陡峭地區有較高的出現頻度，可以看出這 3 種草食獸在分布上有區隔的現象。玉山塔塔加地區的水鹿族群是否持續成長，建議進行長期調查研究與監測，並評估啃食的影響。食肉目部分，雖然 3 種貂科動物在分布上的有些許區隔現象，但仍有重疊，鼬獾主要分佈在塔塔加地區以及玉山西峰區塊，黃喉貂雖然很多地點都有拍攝記錄，但主要在鹿林山與排雲山莊附近出現頻度相當高，而黃鼠狼則分布廣泛。

比較值得注意的是，在排雲山莊附近的水鹿與黃喉貂的出現頻度都相對較玉山塔塔加地區其他區域高，雖然排雲山莊附近的自動相機資料目前主要集中在今年度 9 月-11 月，季節性的因素以及排雲山莊在這段時間因為準備進行整修而人為干擾低是可能造成高出現頻度的因素，但是排雲山莊附近垃圾以及人為棄置食物多可能導致黃喉貂甚至水鹿前來取食人為食物，或者鼠類動物因垃圾增加吸引黃喉貂在附近覓食，而廢棄食物以及廁所的人類排泄物中的鹽分，則也可能是吸引水鹿在附近活動的因素之一。水鹿與黃喉貂的高出現頻度，若與人為棄置食物或排泄物有關，則有必要進一步監測，人為棄置物是否會對野生族群及個體之生理健康狀態有所影響。

2. 海拔分布

統計自動照相機、自動錄音機以及現場見聞記錄，整理各動物的海拔範圍記錄，以發現記錄的最低與最高海拔區間來表示，哺乳類如圖 17，鳥類如圖 18，可以作為監測氣候變遷與動物海拔分布的變化。

哺乳動物部分，比較分佈在中低海拔的物種，赤腹松鼠於 2009 年在塔塔加地區有記錄到自動相機照片與聲音，白鼻心與台灣野豬則最高在 2500m 左右拍攝到照片。台

灣獼猴在玉山海拔分布可以到達將近 3700m，鼬獾最高海拔則在玉山西峰附近的 3500m。山羌主要在 3200m 以下，而主要分佈在塔塔加地區以及玉山步道往溪谷的坡面。台灣野山羊以及水鹿都可以分布到 3800m 甚或更高，但玉山主峰附近為陡峭岩壁，應以台灣野山羊可以分布到接近主峰頂 3952m 為主。鼯形目則在海拔 3800m 左右有拍攝到，但無法辨識，蝙蝠則在 3237m 仍有自動相機拍攝記錄，這些高海拔的小型哺乳類，非常值得進一步捕捉調查其種類。

鳥類部分，比較特殊的紀錄是在海拔 3482m 紀錄到台灣紫嘯鶇（自動相機照片），而今年 5 月於玉山步道大峭壁前亦有聽見其聲音。有不少主要分佈在中低海拔的種類在將近 3000m 都還可以記錄到，除了海拔分布可能有變化提高之外，自動錄音機可以錄到比較遠的鳥類聲音，可能導致在海拔較低的谷地的鳥類聲音，傳到較高海拔的錄音機，但此處卻以錄音機的海拔表示之。但比較自動錄音機調查記錄到的繁殖鳥類物種數（不含燕科）與海拔的關係，在調查海拔範圍 2500m~3952m 內，可以觀察到隨海拔越高，出現的鳥類物種數就越低（圖 19，Pearson 相關係數-0.66， $p=0.0001$ ），與台灣繁殖鳥類物種數與海拔關係的生態趨勢（海拔範圍 2500m~3952m 內）相同（Lee et al. 2004, Koh et al. 2006），顯示錄音調查是一個很好的鳥類監測調查的方式。

3. 草食獸、下層鳥類與植物社會之關係

草食獸（山羌、台灣野山羊與水鹿）的出現頻度以及對底層植被的啃食壓力如果太高，可能造成過度啃食而對底層植被多樣性造成影響，及可能減少底層鳥類繁殖與活動的空間，甚或對底層繁殖鳥類的活動造成干擾。若以草食獸的體重的 0.75 次方（山羌 9kg，台灣野山羊 25kg，水鹿 120kg）與其出現頻度 OI 值（僅使用獸徑型樣點）做加權總和，作為啃食壓力的指標，與地被層物種數、草本覆蓋度以及灌叢覆蓋度比較，可以看出目前的草食獸啃食壓力與地被層物種數（圖 20，相關係數 0.015， $p=0.94$ ）、草本覆蓋度（圖 21，相關係數-0.034， $p=0.85$ ）以及灌叢覆蓋度（圖 22，相關係數-0.025， $p=0.89$ ）都沒有相關。此種啃食壓力指標與水鹿的出現頻度 OI 值高度相關（圖 23，相關係數 0.9， $p<0.0001$ ），而在水鹿 OI 值越高時相關性越明顯，主要為水鹿的體型最大，加上水鹿的體型亦較高大，能夠啃食到更高的植物，因此，底層植物的被啃食壓力，主要還是以水鹿為主。因此，比較水鹿的出現頻度與主要活動在下層的繁殖鳥類物種數關係（扣除遊客中心後方樣點在調查過程中有工程進行而影響鳥類錄音調查及動物出現狀況），發現水鹿出現頻度越高有底層繁殖鳥種數顯著越低的現象（圖 24，

相關係數-0.4, $p=0.036$)，雖然塔塔加與玉山地區的草食獸啃食壓力尚未高到對底層植被造成衝擊，但水鹿的出現，已經開始對底層繁殖鳥類的多樣性開始產生衝擊，加上塔塔加與玉山地區的水鹿族群很有可能正在逐漸增高與擴展中，有必要就水鹿對此區生態環境的衝擊進行長期的監測。

第四節、人為活動與遊憩影響評估

人員計數採用兩種系統進行記錄，一種是紅外線遮斷式的 Trailmaster 來進行記錄，由於該機型只能紀錄 1,000 次，所以目前主要架設在遊客數較少步道上；另一種則採用無閃光燈之紅外線數位自動照相機 Bushnell Trophy Cam XLT 搭配 16G 的記憶卡，可以拍攝到上萬次的照片，目前主要架設在遊客數較多步道上。人員計數上除了 5 組 Trailmaster 用作人員計數器，另外還使用了 6 台 Bushnell Trophy Cam XLT 紅外線閃燈自動照相機作為人員計數使用並可同步監測步道活動的野生動物，其中在玉山步道上，只有玉山前峰步道有架設 1 組 Trail Master 計數器，餘 4 台是架設 Bushnell Trophy Cam XLT 自動照相機；塔塔加附近步道則架設有 4 組 Trailmaster 計數器以及 2 台 Bushnell Trophy Cam XLT 自動照相機（圖 6）。

1. 遊客出現時間模式

分析自動相機記錄的遊客出現時間模式，並進一步分辨方向以及統計照片中的人數，將每一時段的照片記錄到的人數加總，以作為該地點每時段遊客的出現頻度，並作為人為干擾強度的指標，而 Trailmaster 遮斷式系統，則無法判別方向，僅能計算每時段遮斷總數，作為該地點每時段遊客的出現頻度以及人為干擾強度指標，並可以提供解說、遊客與登山客管理的資訊。

玉山步道部分，總計有 6 個主要地段進行登山客的出現時間監測，分別是孟祿亭、玉山前峰步道（架設在往玉山前峰的步道上，並非在往排雲山莊的步道上，此點為 Trailmaster 遮斷式系統）、大峭壁前、排雲山莊後水源地附近、主圓峰叉路口往主峰方向以及主圓峰叉路口往圓峰方向（圖 6），因應排雲山莊改建，玉山主峰步道的登山客監測，以 9 月 1 日開始減少每日可入山登山客數量之前的資料，分析各地點登山客出現時間模式如圖 25~30。可以觀察到整體的上山與下山出現時間，與登玉山的型態大約相符合。

塔塔加步道與公路部分，總計有 8 個地點進行遊客的出現時間監測，使用自動相機監測的有遊客中心往大鐵杉步道上、大鐵杉往塔塔加鞍部之公路及麟趾山鞍部，使用 Trailmaster 遮斷式系統的有東埔山步道、鹿林山天文台、塔塔加鞍部往麟趾山鞍部步道鐵杉林附近以及麟趾山鞍部往鹿林山步道（圖 6），分析結果如圖 31~34，其中麟趾山鞍部往鹿林山步道的計數系統故障，有太多可疑誤判事件，因此不納入分析。

塔塔加地區的遊客，因為交通方便，通常比較沒有登玉山的時間壓力，因此出現型態多符合在早上較晚（通常 10 點左右）才陸續在周遭步道活動，而很少會在傍晚之後在步道上活動，而此亦與塔塔加地區山羌集中在晨昏活動的活動模式，比較沒有衝突。

比較以照片人數加權、單純統計拍照張數而不使用照片人數加權和 3 分鐘內拍到的照片僅視為 1 筆記錄 3 種方式所統計遊客出現時間模式之結果（圖 25、27~33），3 種方式大多能呈現每個地點的出現高峰，但 3 分鐘為單位的計算方式在高峰的呈現上相對比較不凸顯，如排雲山莊之後但是未到主峰圓峰叉路口的監測樣點，該樣點包括了登主峰與往圓峰的登山客，以 3 分鐘為單位的計算方式幾乎無法區隔往玉山的登山客的兩個上下山的高峰，主要是往玉山的登山客多在排雲出發後快速的通過該樣點，而較晚往圓峰的登山客雖然數量較少，但零星通過，因此出現筆數類似，造成無法區別不同程度的人為干擾壓力與高峰時間的不同。綜合比較此 3 種計算方式，若不需要分辨上山與下山的模式，以不加權人數而每張照片皆納入計算的方式，最節省資料整理的人力，且仍能表示出遊客出現時間的高峰，主要是拍到的登山客多是快速通過步道，重複拍攝的比例低，若在樣點選擇上選擇遊客比較不會停下來休息，且把相機掩蔽好避免好奇的遊客滯留，在出現時間模式的分析上，應能達到相當高的精確度且不需耗費太多的人力辨識照片與分析資料，還能拍攝到步道上出現的動物，是一個很好的同時監測遊客與動物的工具。雖然分辨照片中遊客上下山方向，可以更清楚表達遊客的登山時間型態，但若是與附近自動相機拍到的動物活動模式比較，則比較沒有分析上山與下山的必要性，除非自動照相機樣點與有限的人員計數相機距離較遠，需以上山與下山的出現時間加上平均登山客的移動速度去推估其他步道路段自動照相機樣點附近的登山客出現時間，但此種方法僅適用玉山步道，而不適用塔塔加地區，因此塔塔加地區應無考慮方向的必要性。本年度使用的 TrailMaster 系統，有很多可疑而應該不是遊客的遮斷事件，可能是機件故障或是因濃霧或是下雨導致的誤判，但無照片無法確認，加上只能記錄 1,000 次和電力不持久的限制，且成本不會比自動照相機系統便宜，比較起來，因使用自動照相機且以不加權人數的方式統計遊客出現時間型態，相當節省分析的人力與成本，且採用自動照相機做為人員計數使用可拍攝上萬張照片並可同時監測步道上的動物，可以作為步道上遊客人數以及步道上動物活動的有效監測工具。

2. 動物活動模式與遊客遊憩時間關係

將自動照相機樣點區分為離主要步道比較近的樣點與比較遠的樣點（圖 35），比較山羌、台灣野山羊與水鹿 3 種日夜皆活動的大型哺乳動物在白天（6-17 時間的 12 小時）與夜晚的活動比例，並以卡方獨立性檢定比較兩區的差異，結果如表 8。發現山羌與台灣野山羊在兩區並沒有顯著差異，而水鹿則在干擾較少的地區，顯著地比離步道較近干擾較大的地區在白天活動的比例相對較高，若純以塔塔加水池監測樣點來看，比較離步道遠與離步道近的水鹿拍攝記錄，其白天活動比例差異更大（表 8、圖 36），在大鐵杉往塔塔加鞍部路段往沙里仙溪流域下切海拔 200 公尺的水池，水鹿變成主要是在白天活動，相反地，塔塔加附近步道邊的水池，水鹿幾乎都在晚上出現，避開了遊客主要在白天活動的時間。山羌主要分佈在塔塔加地區，在此區可能已長久維持穩定的族群而能逐漸適應人為的活動，加上山羌體型較小，多在茂密的森林底層活動或是箭竹叢裡活動，可能對步道上的人類活動比較不會注意，而在步道上拍攝到的山羌記錄，在白天出現的時間點，基本上都避開了當天步道上遊客的出現。而水鹿相對體型最大最高，且水鹿在塔塔加與玉山的族群可能是近年逐漸擴展，因此可能對人類活動較為敏感。即使距離步道較遠的水鹿日行活動比例較距離步道近的樣點為高，但水鹿在此區的活動仍然多數偏夜行活動，與大武山區幾乎沒有人為干擾的環境偏日行活動有差異，而此分析所比較的離步道較遠干擾較少的樣點，周遭其實仍都有一定的登山活動如往西峰與圓峰的登山客，只是相對主峰線有較少的登山客。

進一步比較步道上遊客出現時間與附近 100 公尺內活動的台灣野山羊與水鹿的出現時間，兩種動物大致上都有避開遊客出現高峰的趨勢（圖 26、37~43），雖然台灣野山羊在距離步道遠的樣點的白天活動比例平均較距離步道近的樣點來得高，但並沒有顯著差異，然而進一步比較在距離步道近的地點的台灣野山羊與該區域遊客出現時間交互比較，與水鹿類似地亦有避開該區遊客出現時間高峰的趨勢，導致沒有統計上顯著差異的原因，主要為部分樣點台灣野山羊錯開遊客出現時間高峰，而在很少遊客活動的白天時段出現（如圖 37、42），加上本區的台灣野山羊數量較少，更導致了統計檢定考驗力（statistical power）變低。雖然塔塔加與玉山地區的山羌活動時間受遊客活動影響程度低，但台灣野山羊與水鹿的日活動時間，應有受遊客活動的影響而避開，尤其是對水鹿的影響程度最為明顯。

第五節、水池監測

水池利用監測部份，在 5 月份所收下來的照片以及影片記錄中顯示水鹿利用水池的情況並不多見，但在 7 月份之後所收下來的照片以及影片卻記錄不少公水鹿在水池中打滾的情形，應與水鹿的發情期有關。而從不同水池地點的照片判斷，有相當數量不同個體的公水鹿利用塔塔加地區附近水池，未來可以藉由拍到公水鹿照片的鹿角辨識不同個體，使用 Mark-Recapture 模式估算塔塔加地區活動的公水鹿數量，若再加上毛髮陷阱或是排遺的 DNA 研究，除了在個體辨識上更精確之外，更能記錄水鹿在塔塔加地區的活動範圍、移動狀況加以分析，並探討道路與遊客對水鹿生態的影響，除了達到監測的目的，更可以提供作為為未遊客在塔塔加地區進行水鹿生態旅遊的基礎資料。

第六節、獸毛陷阱測試

目前測試結果，黃喉貂與黃鼠狼都會進入獸毛陷阱，並且有其中一組有擷取到黃喉貂的毛。因為設計的獸毛陷阱是針對黃喉貂體型，因此黃鼠狼並不會鉤取到毛髮。黃喉貂訪視陷阱的頻度很高，因此針對鉤毛部分設計加以改良的話，應可達到更好的效果，未來可以嘗試使用黏取的方式，應能黏取到較多毛髮。而針對水鹿的獸毛陷阱，目前並未發現有水鹿靠近，因此在吸引物以及設計上，需要另外改良。

第七節、未來長期監測之建議

1. 目前自動照相機已經大約涵蓋塔塔加與玉山的主要地區與各類植被棲地，相機架設最高的海拔高度大約 3800 公尺左右，未來若能再增加一些自動照相機的數量，改用 Reconyx 自動相機作為人員計數系統，將更能涵蓋玉山塔塔加地區的全部地區，配合中央氣象局及台大實驗林架設的諸多氣象站，包括玉山北峰、鹿林山天文台、麟趾山鞍部與塔塔加鞍部的雲杉林等，有長期的氣象資料做輔助，進行台灣最高峰的高海拔生態變化、氣候變遷以及人為活動影響的長期監測。
2. 自動照相機與自動錄音機的自動化監測部分，為了解長期的變化，建議採取同一樣點固定架設的方式，因此最好增加自動照相機的樣點數量，而考量冬天的玉山容易發生積雪的狀況，可能需要將相機的架設高度調高一點或是適時調整架設位置，以期在雪季也能盡量紀錄到中大型哺乳動物的活動行為。
3. 玉山排雲山莊刻正在進行整修改建，這期間玉山的遊客量將會減少許多，趁此機會將可以比照遊客數量的多寡是否對中大型哺乳動物的行為模式有所影響。而排雲山莊附近的棄置食物與人為排泄物對部分動物的影響，亦必要加以監測研究。可以針對排雲山莊周遭的水鹿食性與移動模式、貂科與鼠科動物的族群動態、鳥類群聚與族群存活率等進行詳細的監測研究。
4. 水鹿及貂科動物在塔塔加及玉山地區的族群監測，可以結合水池監測、毛髮陷阱以及排遺 DNA 研究。對於水鹿以及如黃喉貂特別容易引起遊客興趣觀賞的大型哺乳動物，在加以更仔細的調查之後，塔塔加及玉山地區有潛力成為台灣交通最方便而能觀賞到水鹿與黃喉貂的地區。

第四章 結論與建議

1. 調查發現塔塔加與玉山地區高海拔的動物相相當豐富完整，加上水鹿族群數量亦不少，以此區具有玉山國家公園主要遊憩區以及台灣最高峰的指標意義而言，加上易受全球暖化威脅的高海拔生態，以及遊憩壓力影響，建議應在塔塔加以及玉山地區進行長期的生態監測。而本計畫也逐漸規劃完整的自動化監測網路，不同年度逐步增加自動照相機與自動錄音機調查樣點，以及水池的水鹿族群監測，甚至進一步利用獸毛陷阱監測黃喉貂與黃鼠狼族群，將可以建構完整的自動化與族群監測系統，達到標準化的長期監測玉山地區野生動物的目的。
2. 調查期間發現塔塔加沿線步道與玉山步道上皆有流浪狗或寵物狗的蹤跡，甚至進入森林或稍微離開步道活動（圖 43），而在塔塔加步道與玉山步道有拍攝到固定在塔塔加附近活動的同樣幾隻流浪犬，而 5 月上玉山調查的途中，調查人員亦看到這些犬隻跟隨登山客一路到大峭壁，甚至接近排雲山莊，在過排雲山莊往主峰上的步道上也有拍攝到犬隻活動。考量犬隻傳染犬瘟熱給野生動物的危險性，有必要對進入附近敏感地區的犬隻加以管制，或者針對附近經常性出現的犬隻施打疫苗。另外犬隻亦可能會攻擊野生動物特別是鹿科動物(鄭筑云 2003)，應對此區，特別是往玉山主峰的步道上的犬隻加以管制與適度驅離。
3. 調查發現，水鹿族群在塔塔加與玉山地區似乎逐漸擴展，並對森林底層活動的鳥類多樣性產生影響，另外赤腹松鼠在 2500m、紫嘯鸚與鼬獾在 3500m 都有發現較高海拔的記錄，是否因全球氣候變遷影響而逐漸往高海拔擴展，有必要針對這些動物族群加以監測與調查研究，並評估赤腹松鼠與水鹿族群狀況以及可能對森林啃食以及生物多樣性的衝擊。
4. 人為活動、遊憩以及排雲山莊的住宿活動等對動物生息的影響部分，建議持續監測與評估，能兼顧保育、環境教育與自然遊憩之功能。
5. 進行更仔細且完整的調查所獲得的動物分布資訊與自動照相機的照片可以提供作為塔塔加地區各個步道的動物解說資訊，建議未來繼續加強各個步道的動物資源調查，建立不同步道的特色並進而製作步道解說摺頁，提供遊客在玉山主峰之外的健行選擇，增加塔塔加地區遊憩活動的多樣性。

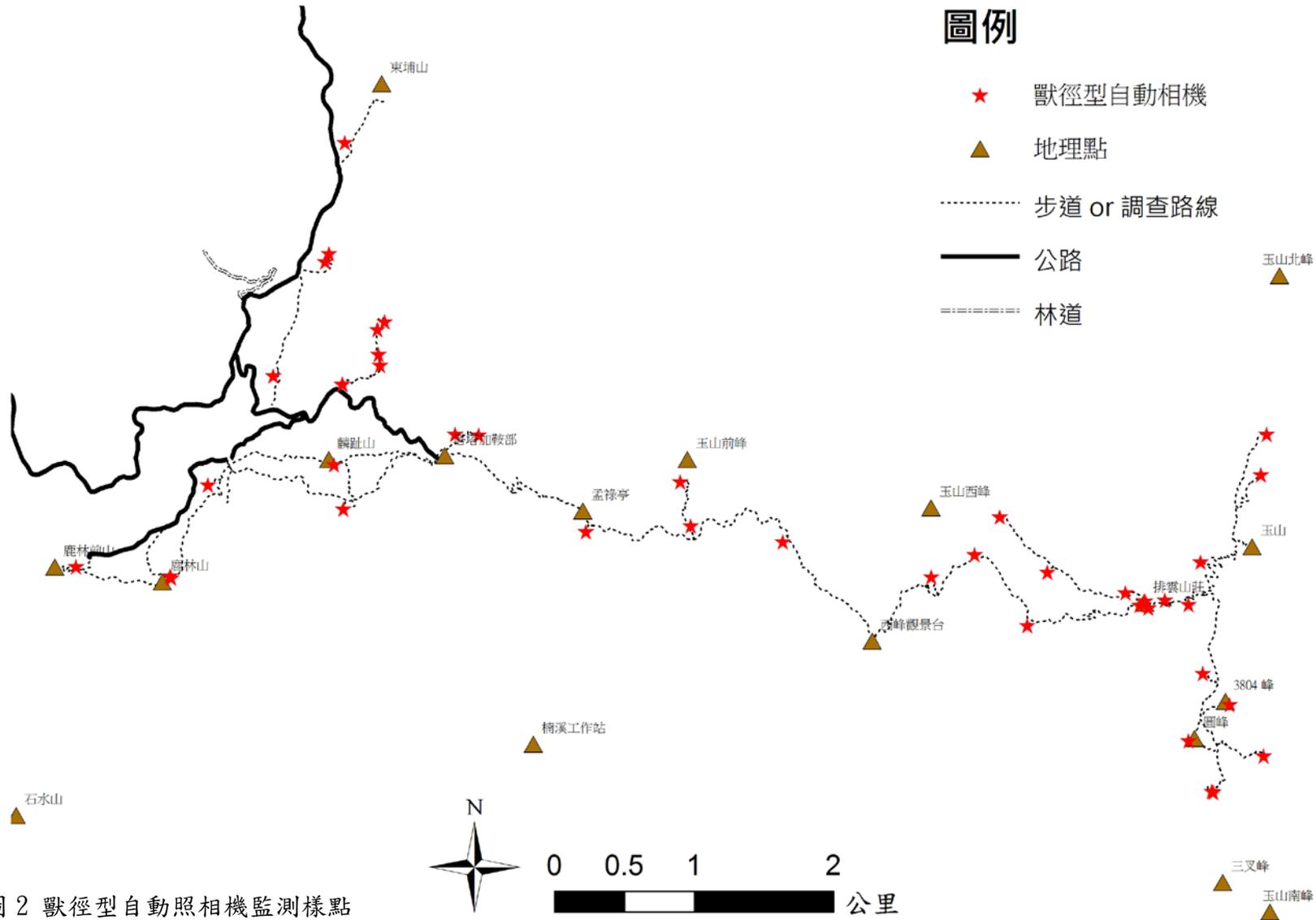


圖 2 獸徑型自動照相機監測樣點

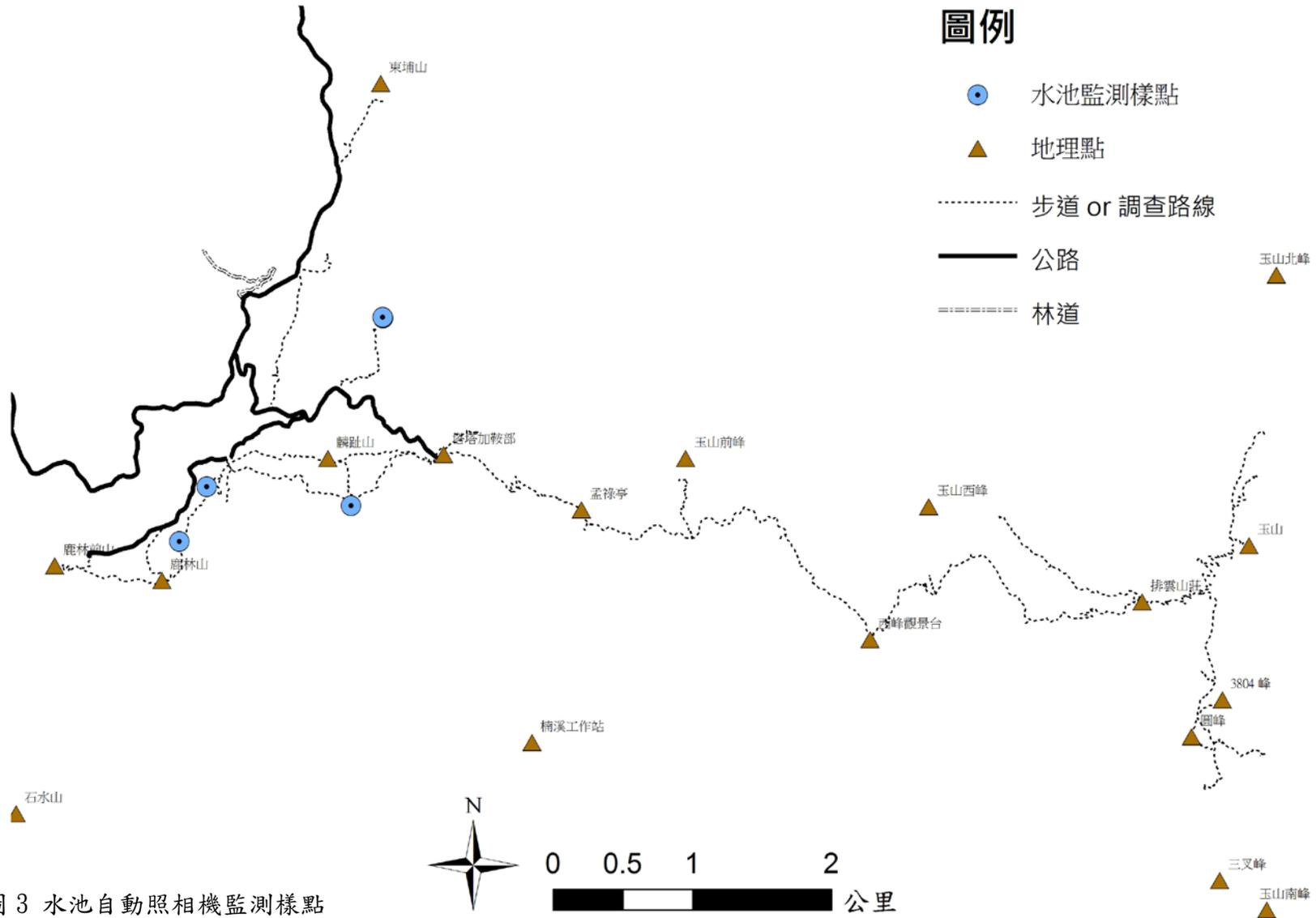


圖 3 水池自動照相機監測樣點

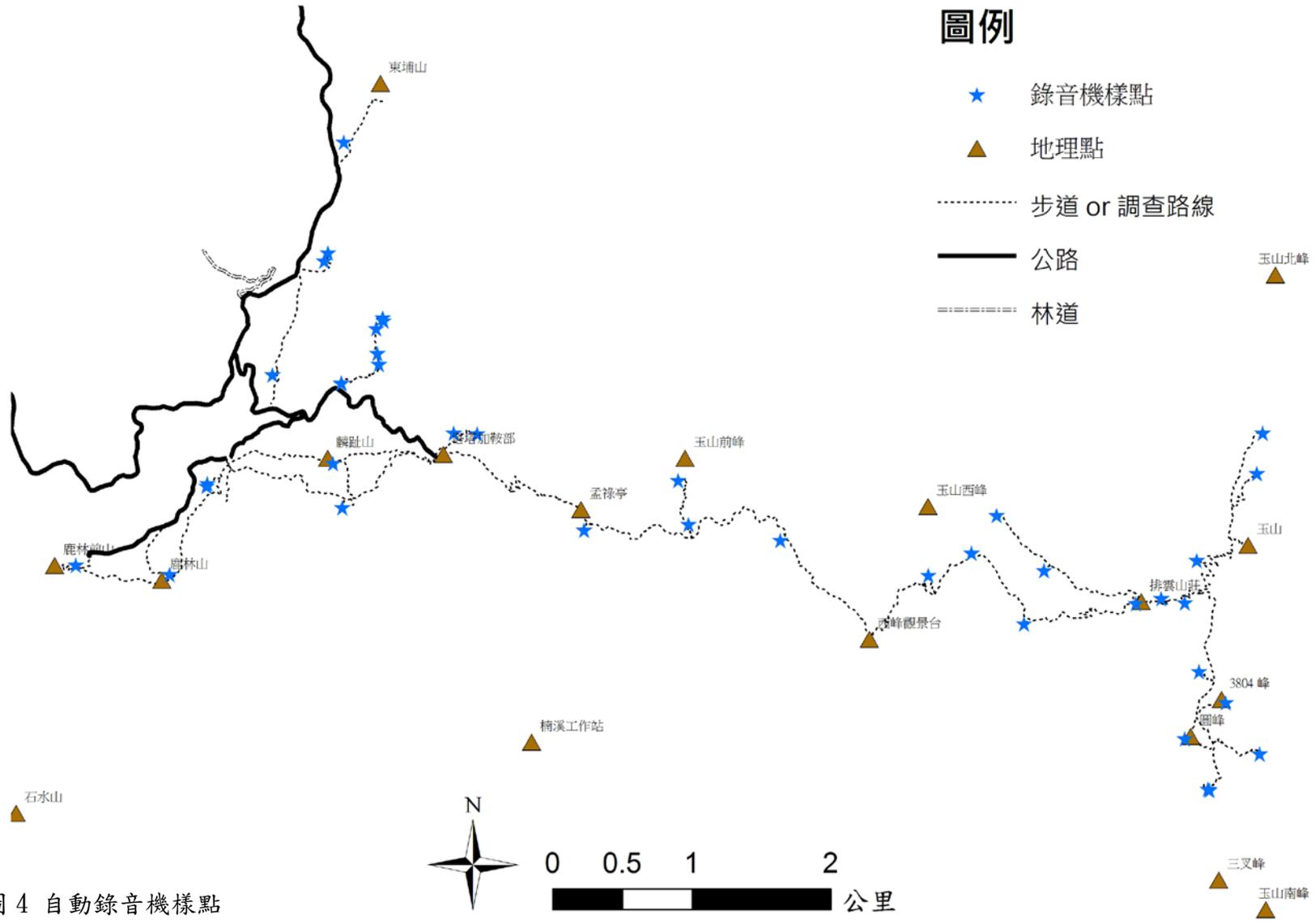


圖 4 自動錄音機樣點

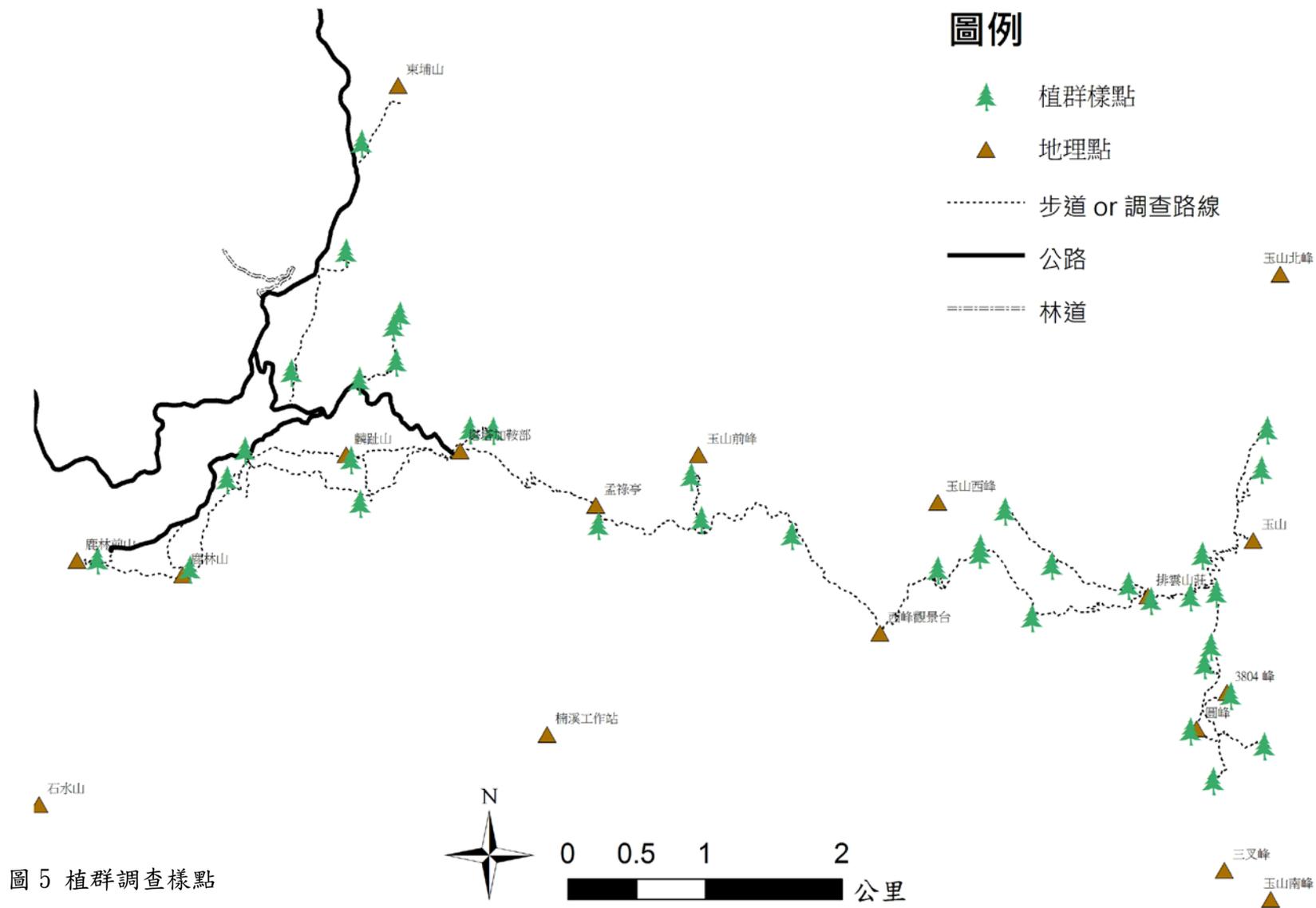


圖 5 植群調查樣點

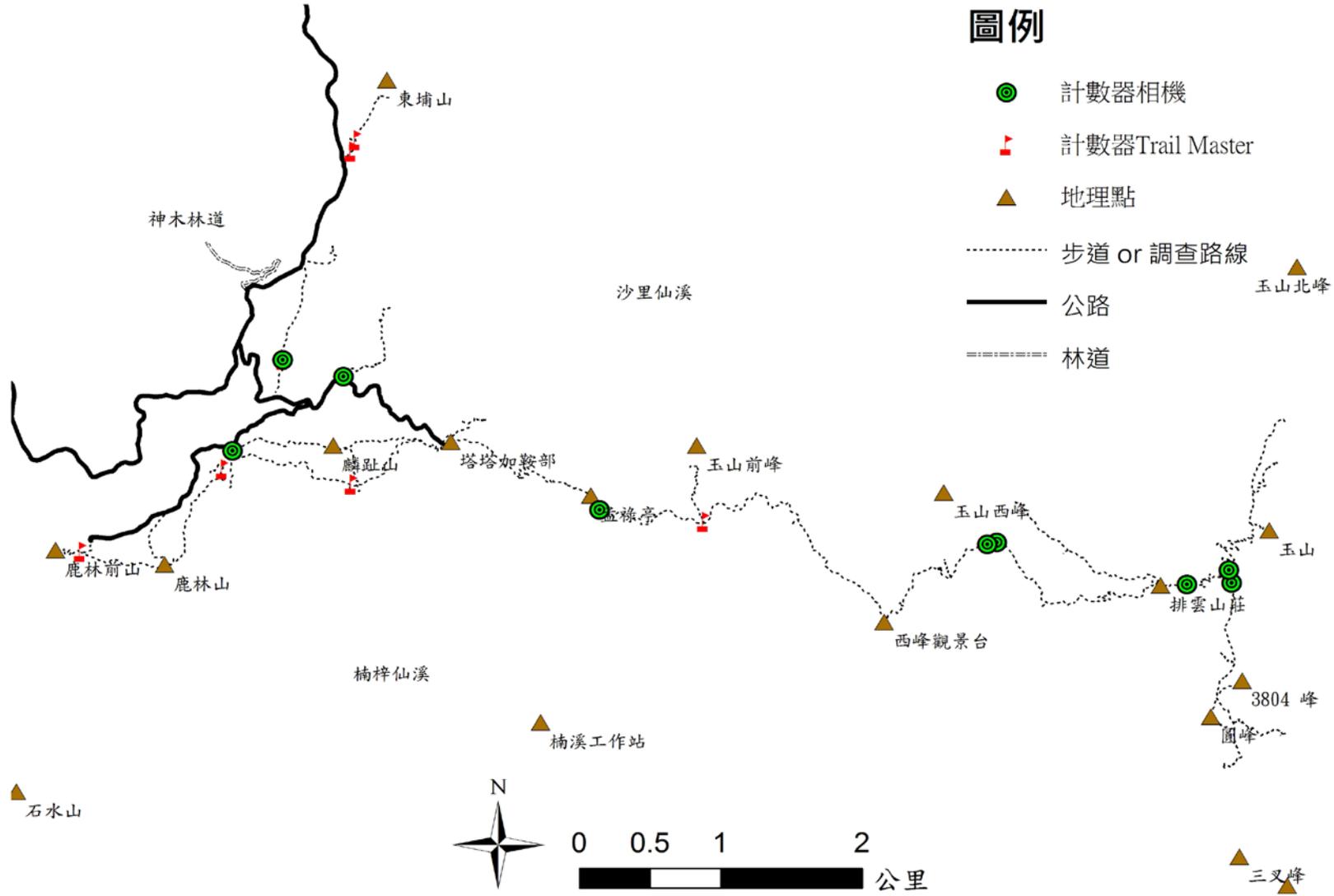


圖 6 遊客計數系統架設樣點

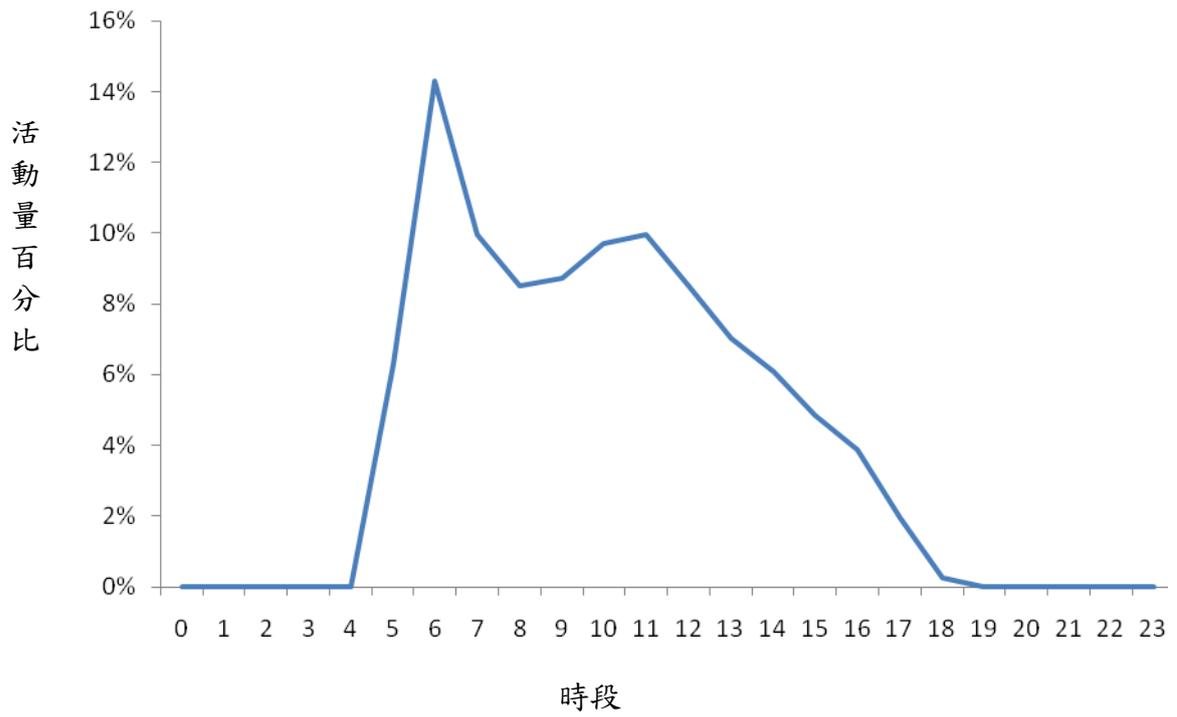


圖 7 玉山塔塔加地區台灣獼猴的活動模式 (n=412)

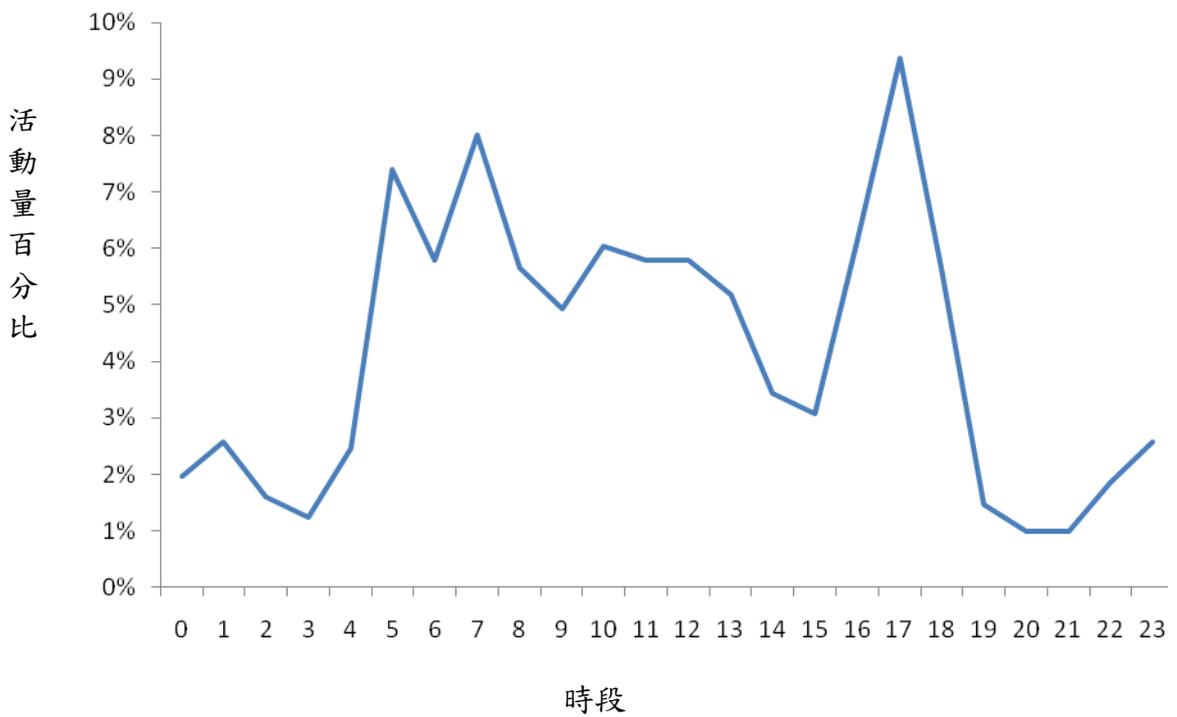


圖 8 玉山塔塔加地區山羌的活動模式 (n=812)

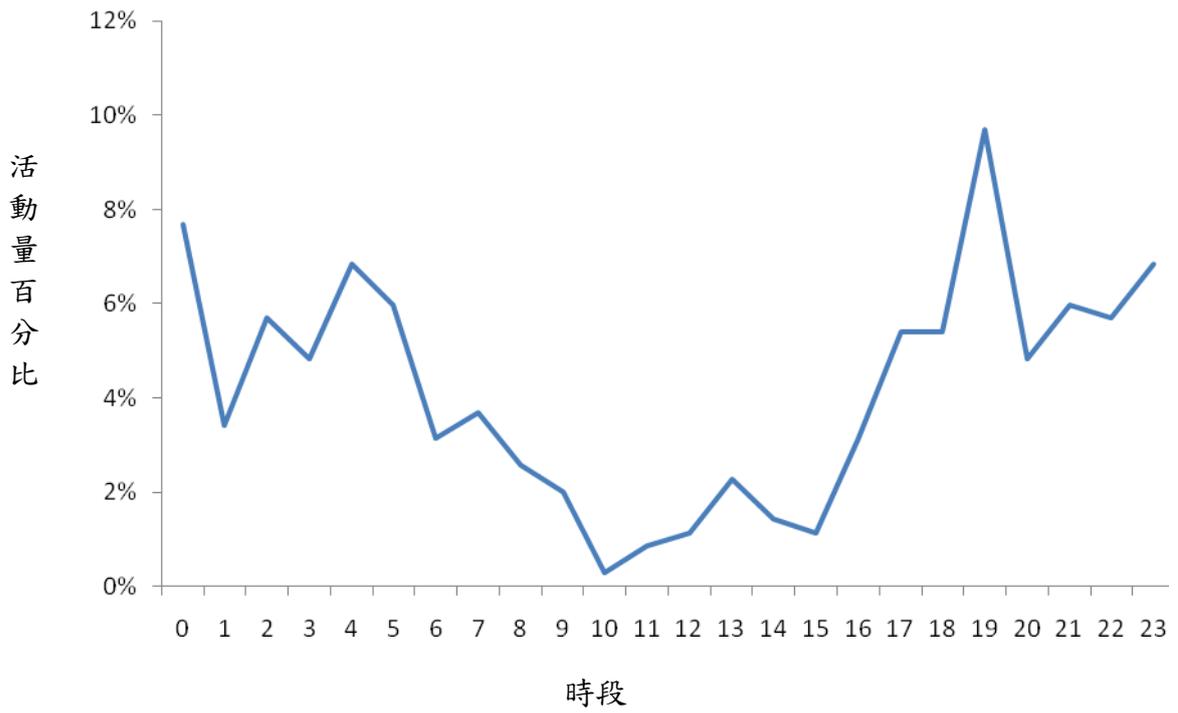


圖 9 玉山塔塔加地區水鹿的活動模式 (n=351)

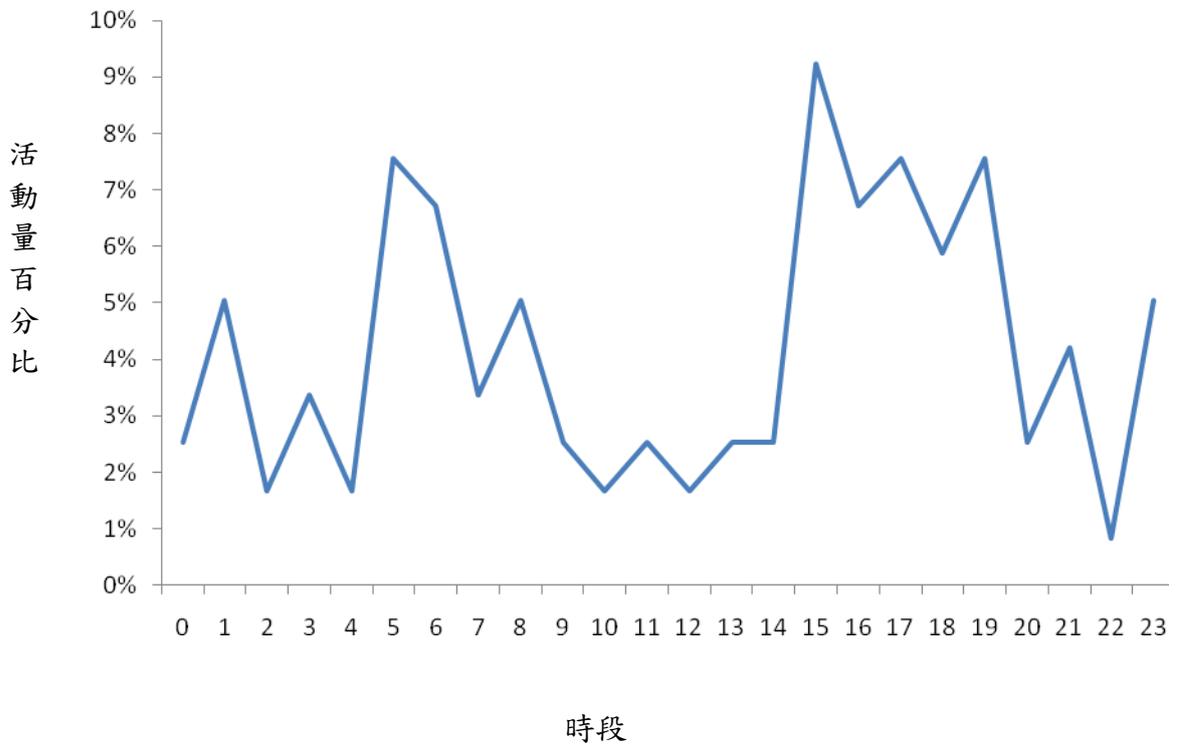


圖 10 玉山塔塔加地區台灣野山羊的活動模式 (n=119)

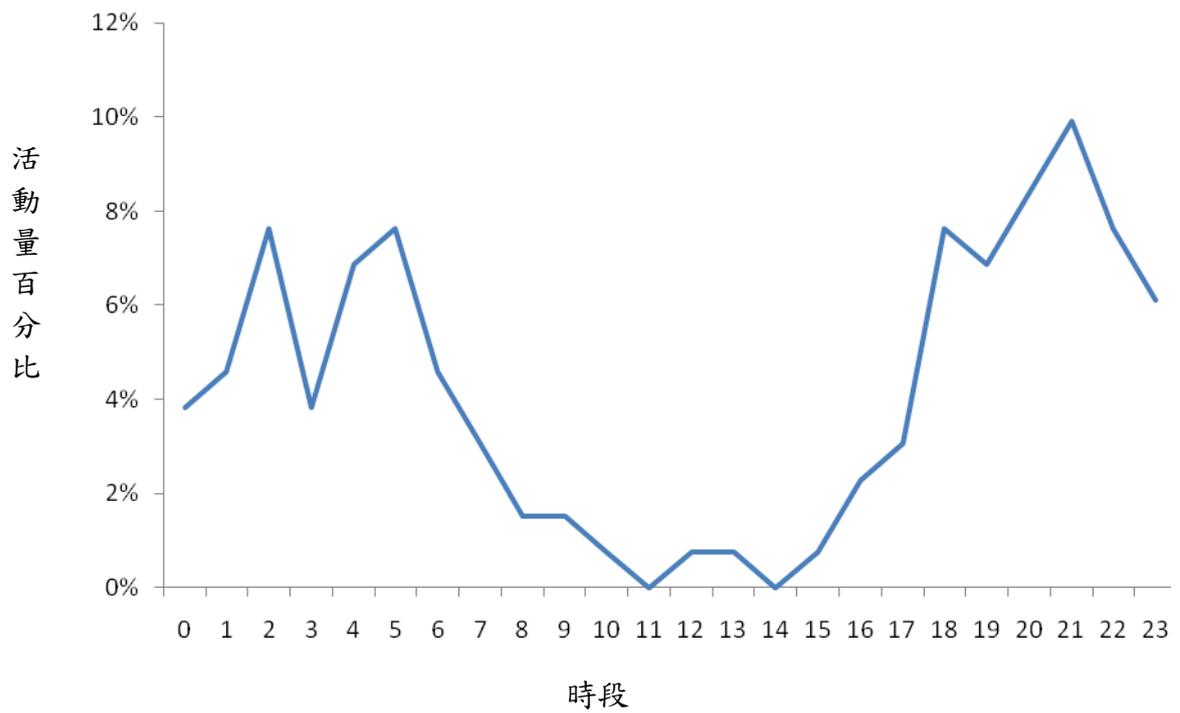


圖 11 玉山塔塔加地區黃鼠狼的活動模式 (n=131)

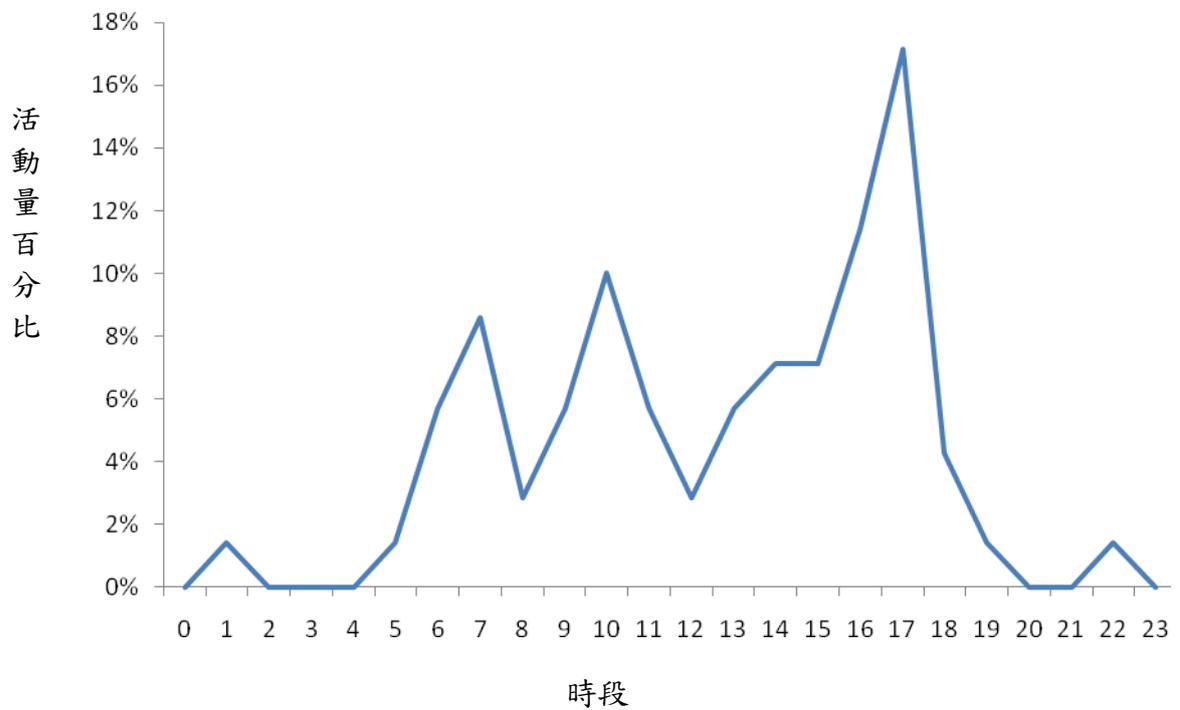


圖 12 玉山塔塔加地區黃喉貂的活動模式 (n=70)

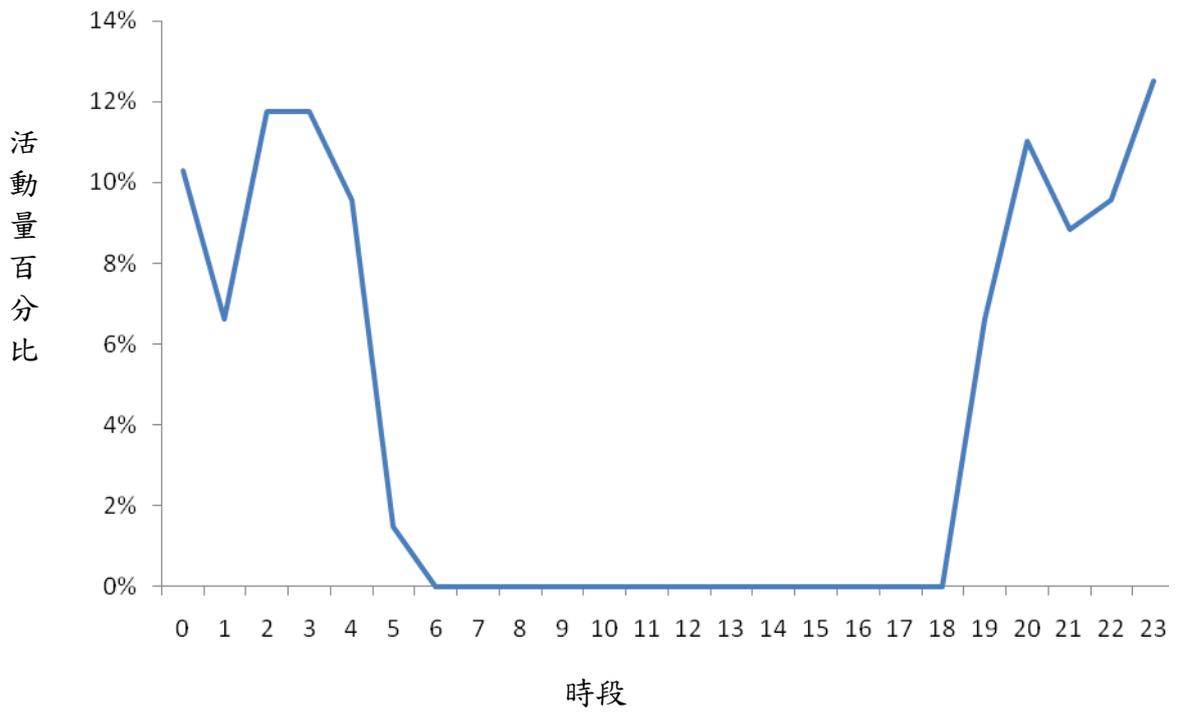


圖 13 玉山塔塔加地區鼯獾的活動模式 (n=136)

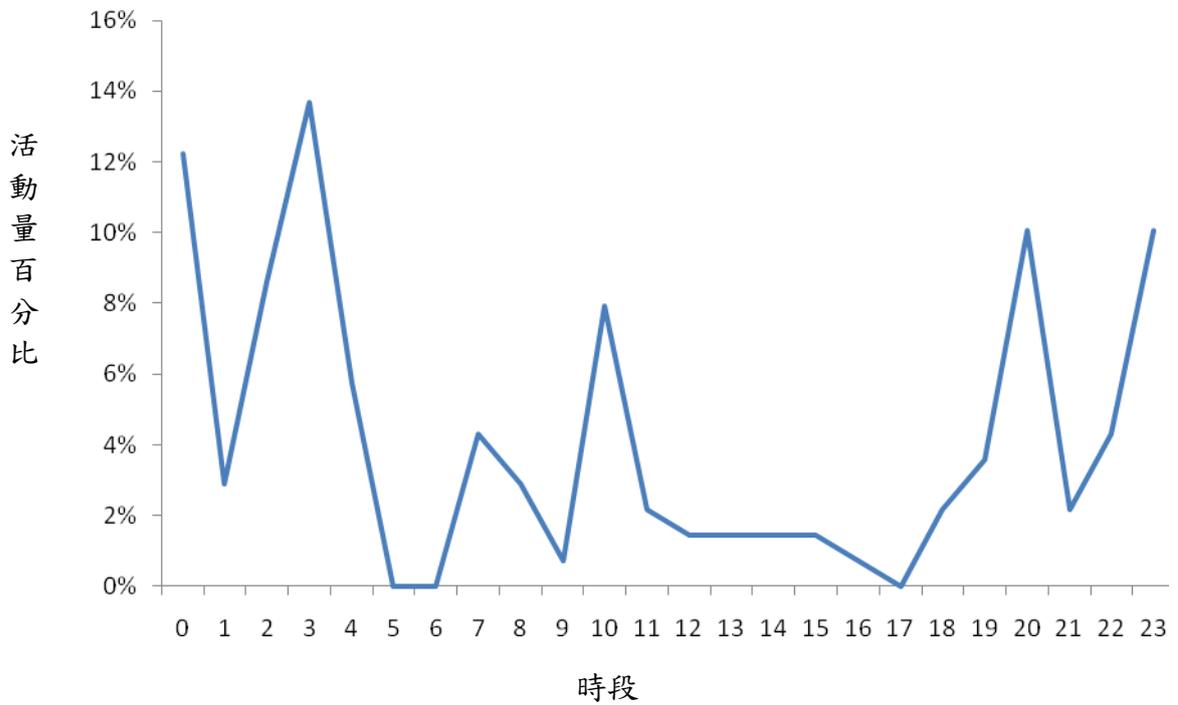


圖 14 玉山塔塔加地區高山田鼠的活動模式 (n=139)

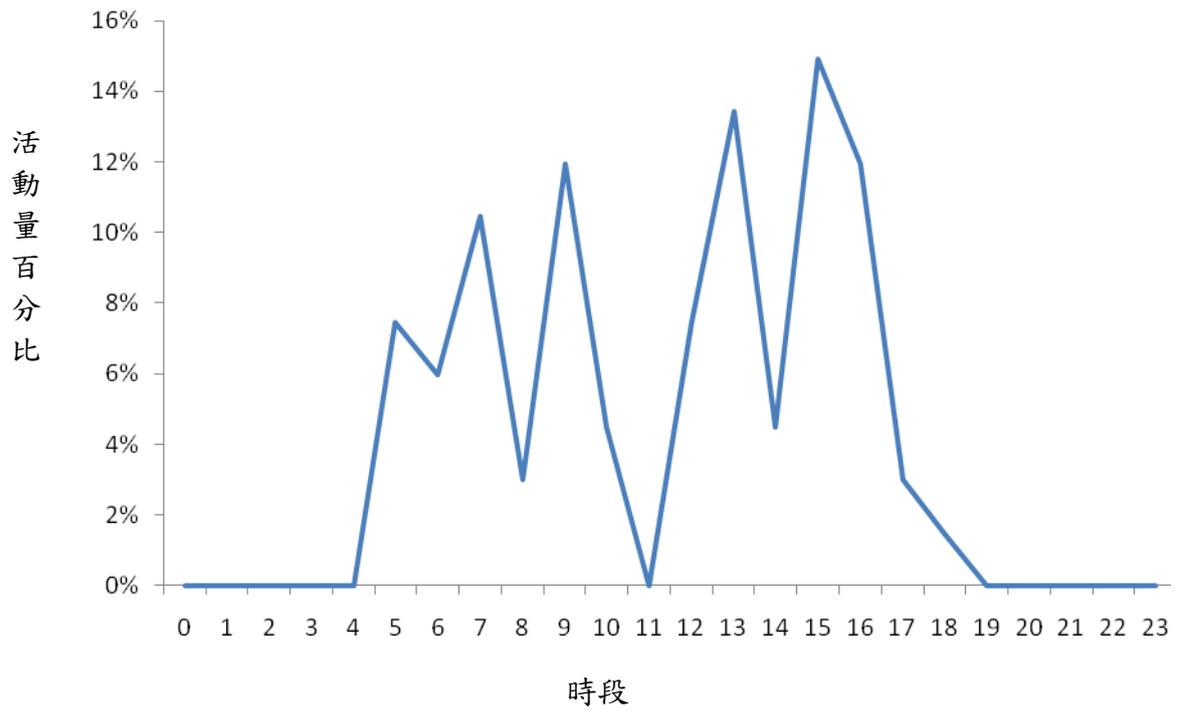


圖 15 玉山塔塔加地區黑長尾雉的活動模式 (n=67)

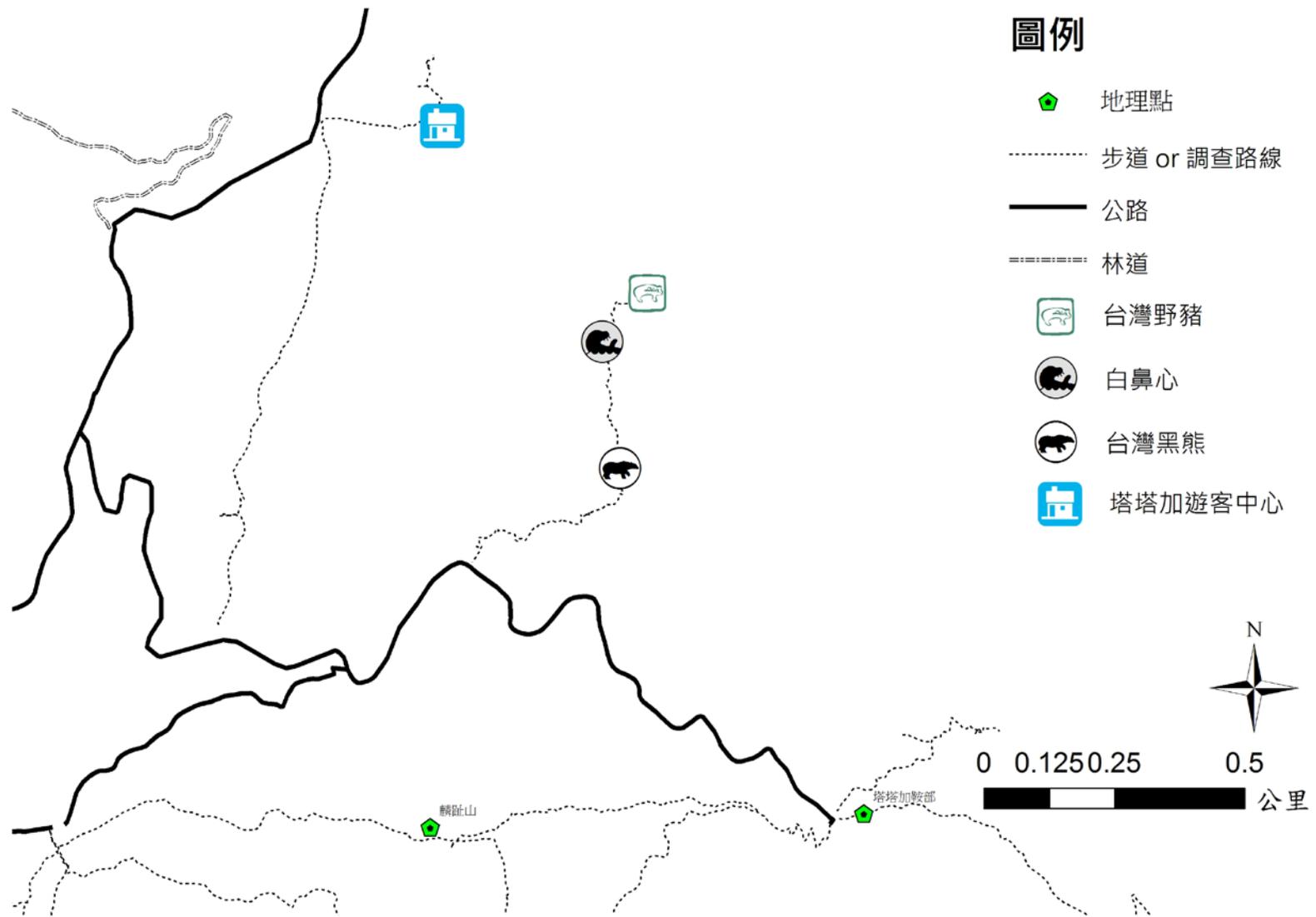


圖 16 塔塔加地區以自動照相機記錄到的台灣黑熊、白鼻心與台灣野豬的地點

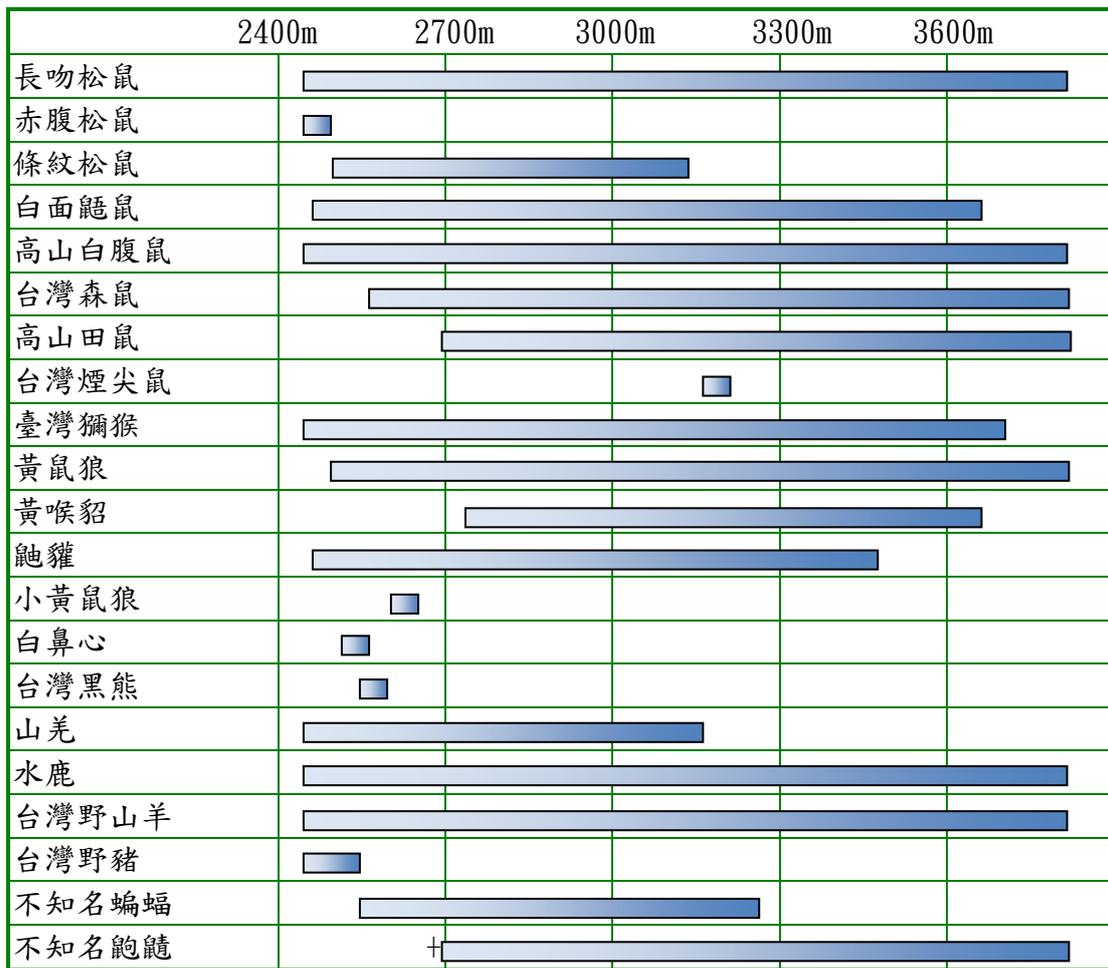


圖 17 玉山塔塔加地區哺乳動物記錄到的海拔範圍

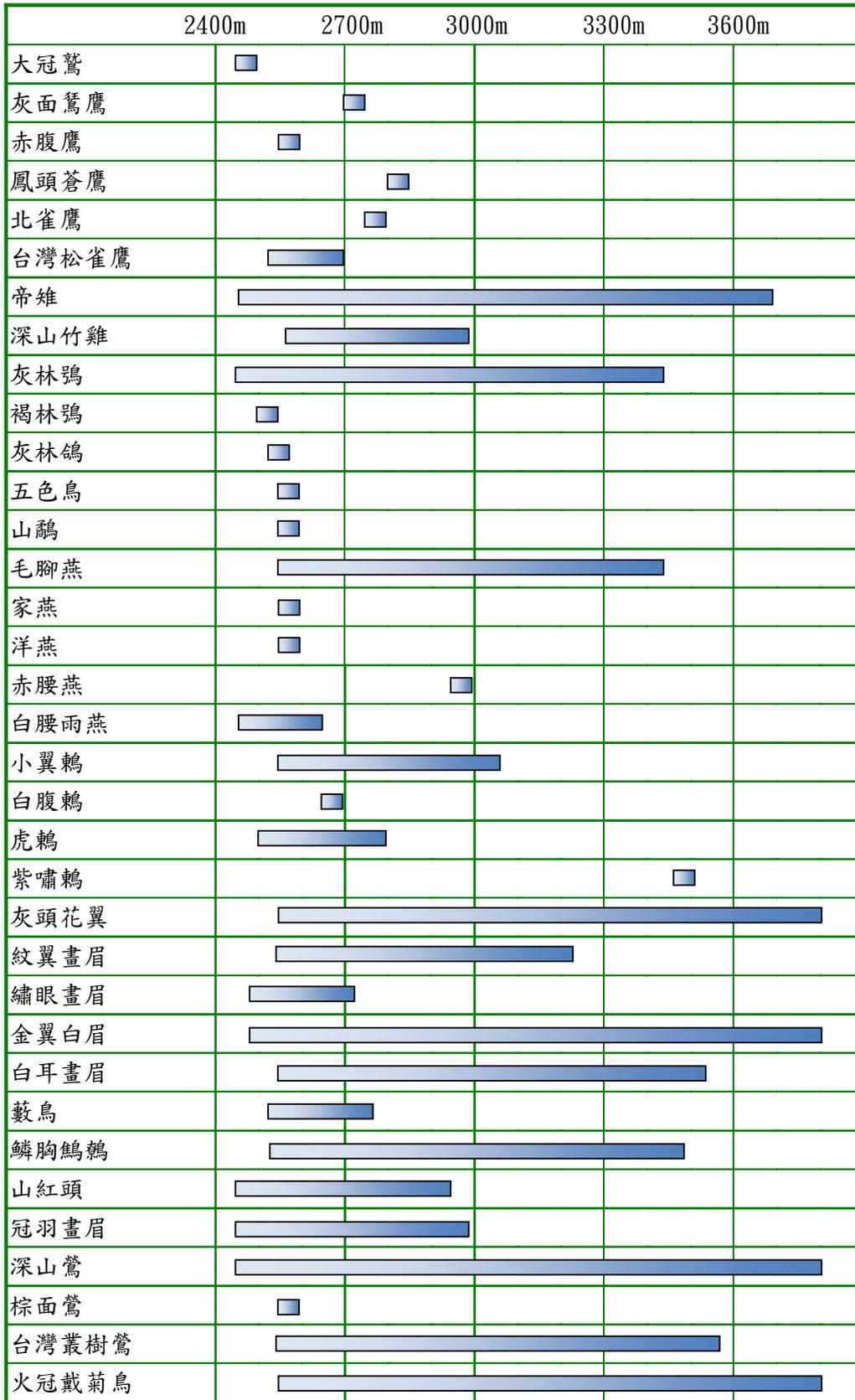


圖 18 玉山塔塔加地區鳥類記錄到的海拔範圍

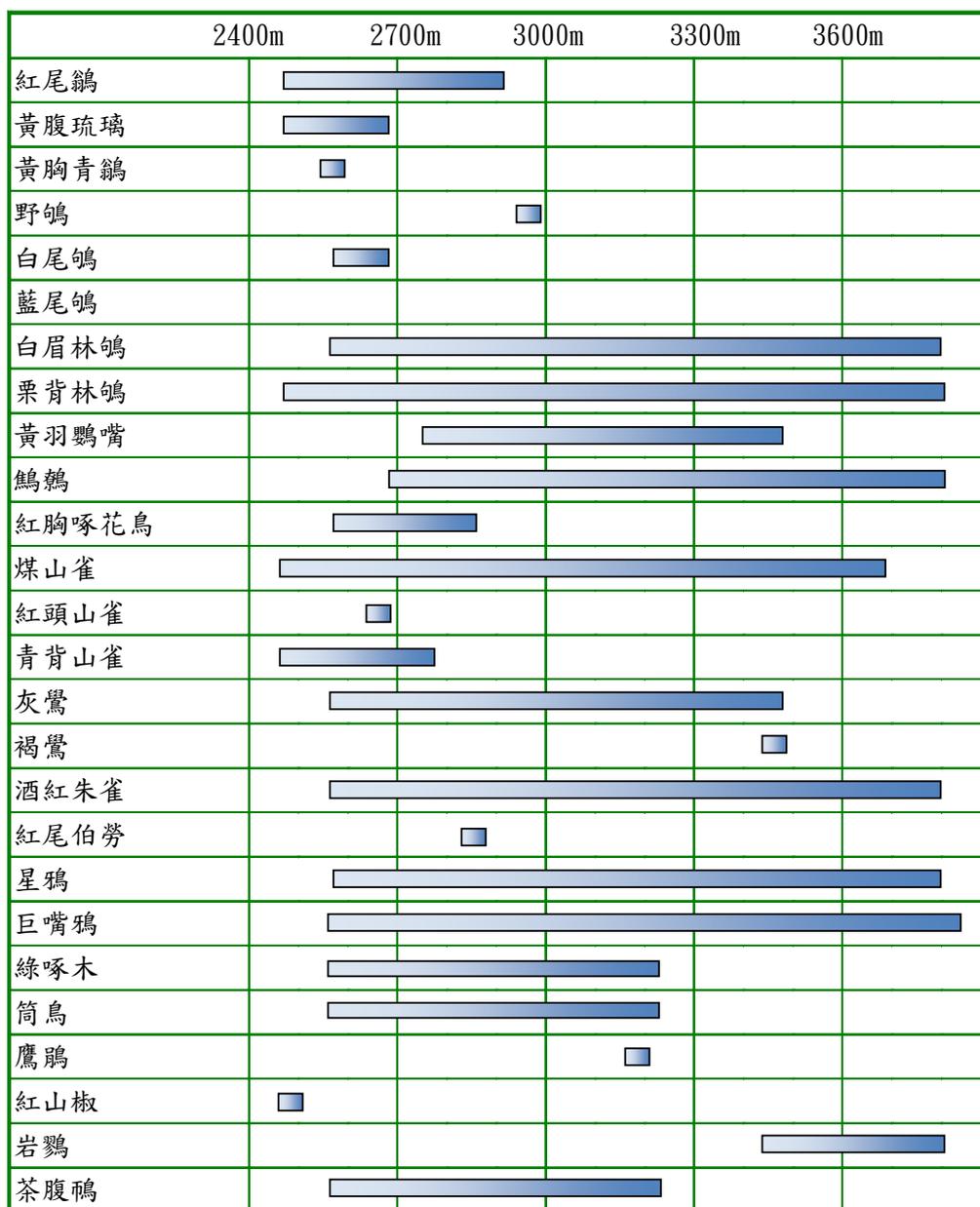


圖 18 (續) 玉山塔塔加地區鳥類記錄到的海拔範圍

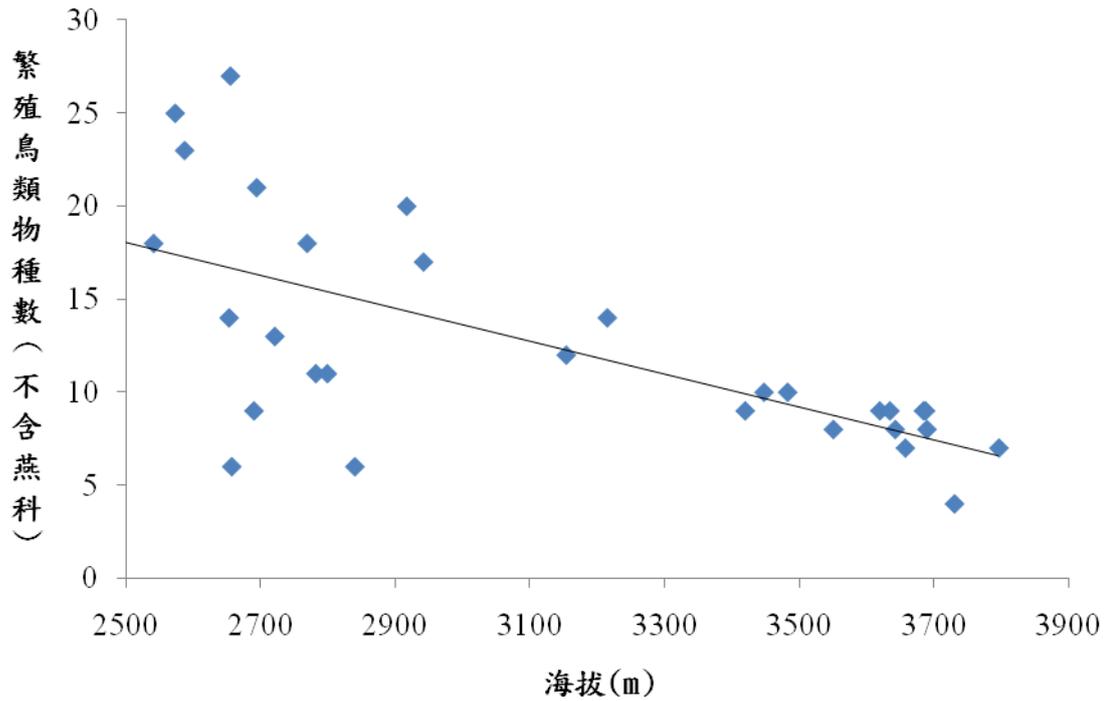


圖 19 錄音調查樣點記錄之繁殖鳥類物種數與海拔之關係，Pearson 相關係數-0.66， $p=0.0001$ ，錄音調查時間為 2010 年 4~7 月。

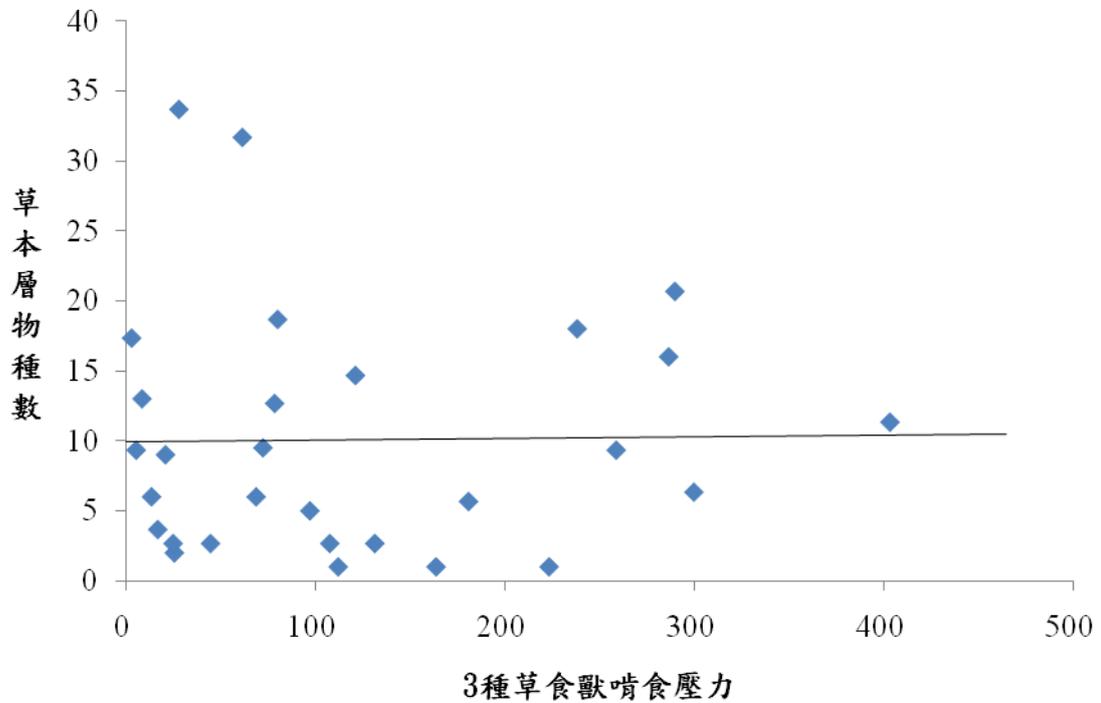


圖 20 草食獸（山羌、台灣野山羊與水鹿）啃食壓力與草本層物種數之關係（不顯著）

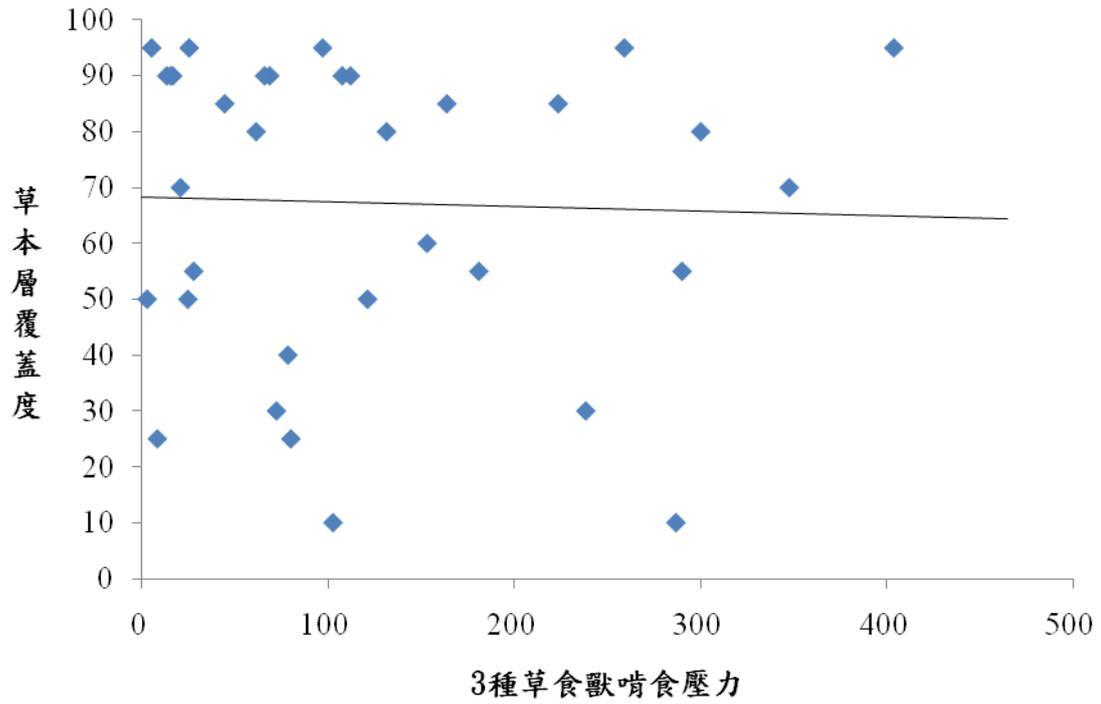


圖 21 草食獸（山羌、台灣野山羊與水鹿）啃食壓力與草本層覆蓋度之關係（不顯著）

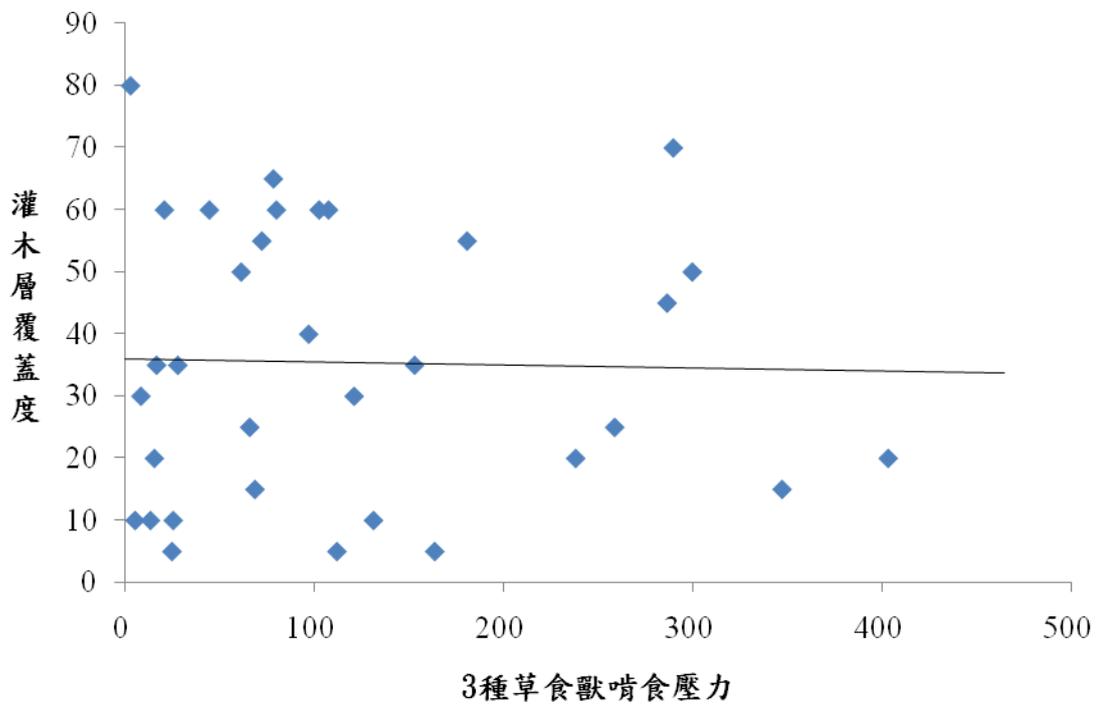


圖 22 草食獸（山羌、台灣野山羊與水鹿）啃食壓力與灌木層覆蓋度之關係（不顯著）

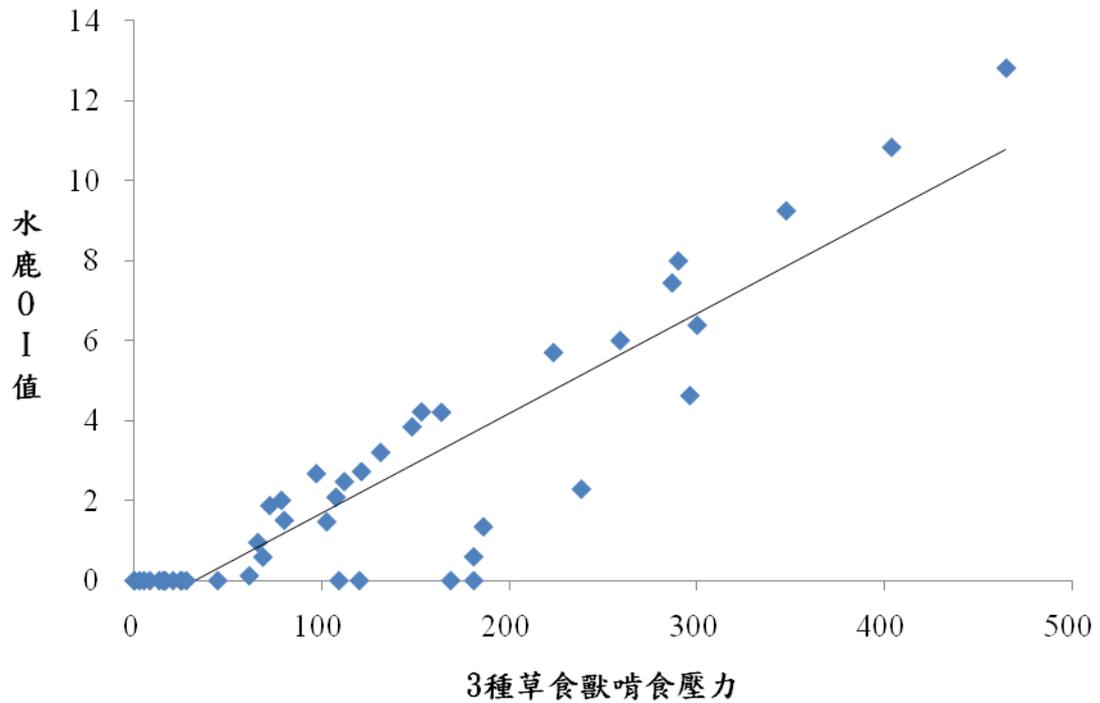


圖 23 草食獸（山羌、台灣野山羊與水鹿）啃食壓力指標與水鹿出現頻度 OI 值之關係

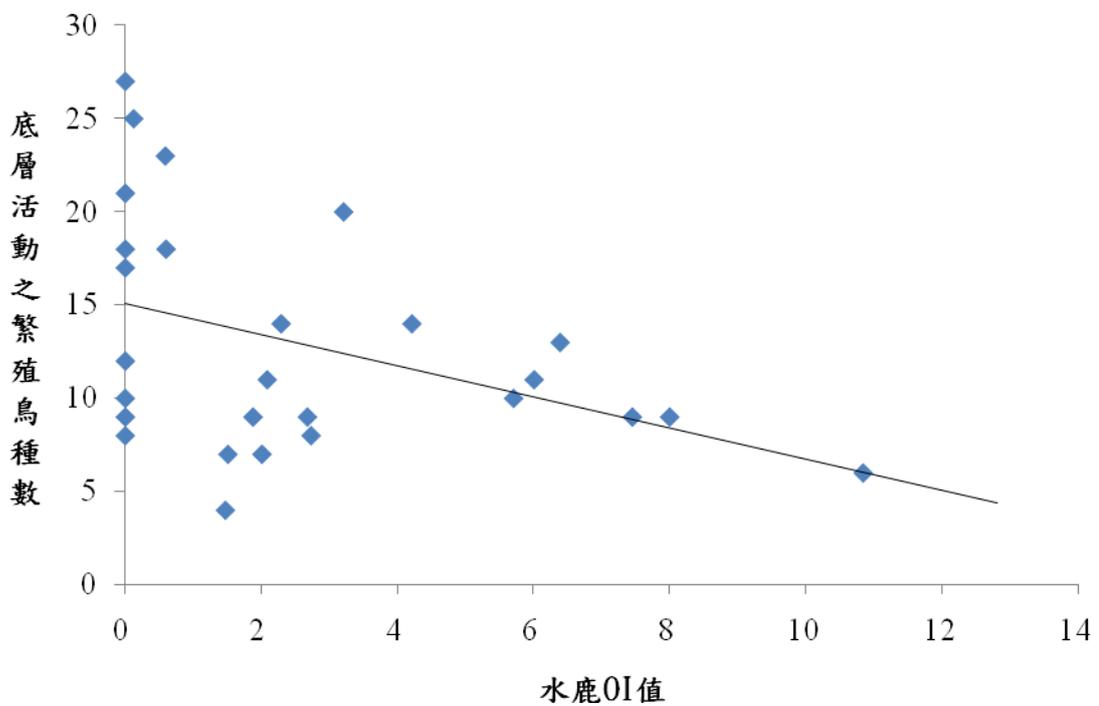


圖 24 水鹿出現頻度 OI 值與底層活動之繁殖鳥類物種數關係，相關係數-0.4， $p=0.036$

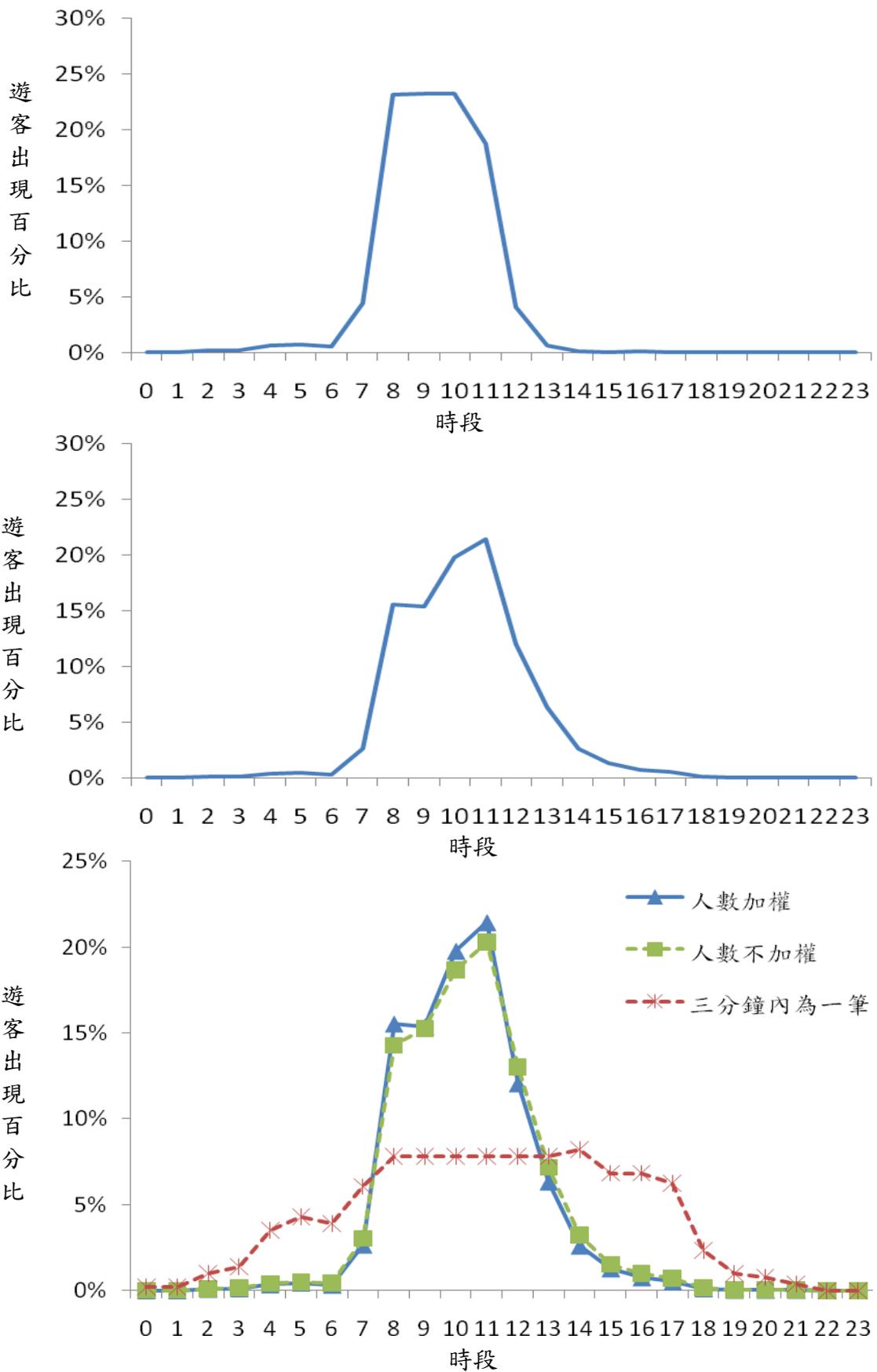


圖 25 孟祿亭登山客出現時間，上山模式（上）、下山模式（中）及不分方向（下，含人數加權、人數不加權以及 3 分鐘內為 1 筆之 3 種不同算法比較）

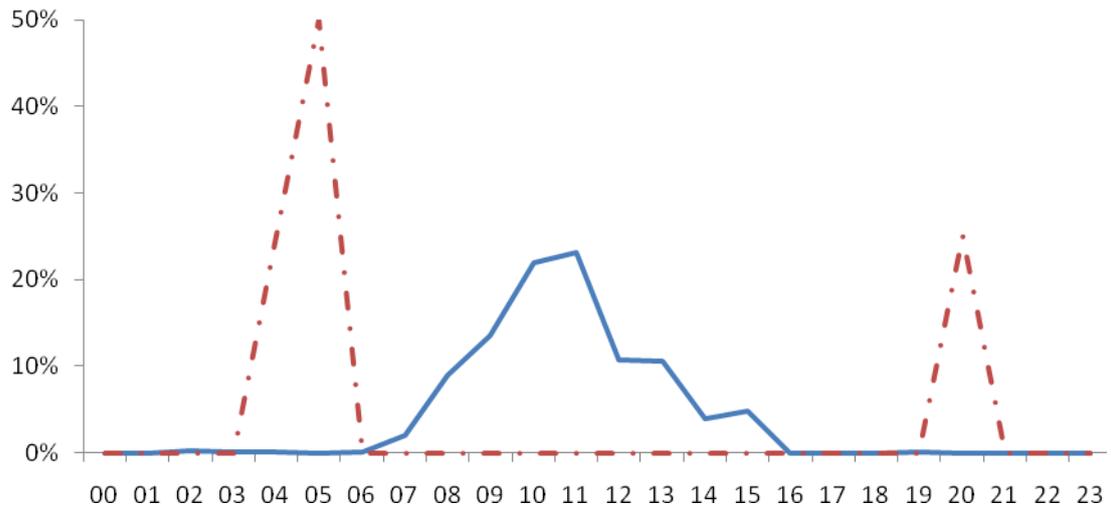


圖 26 玉山前峰步道登山客出現時間(實線),與附近台灣野山羊(虛線)之出現時間。

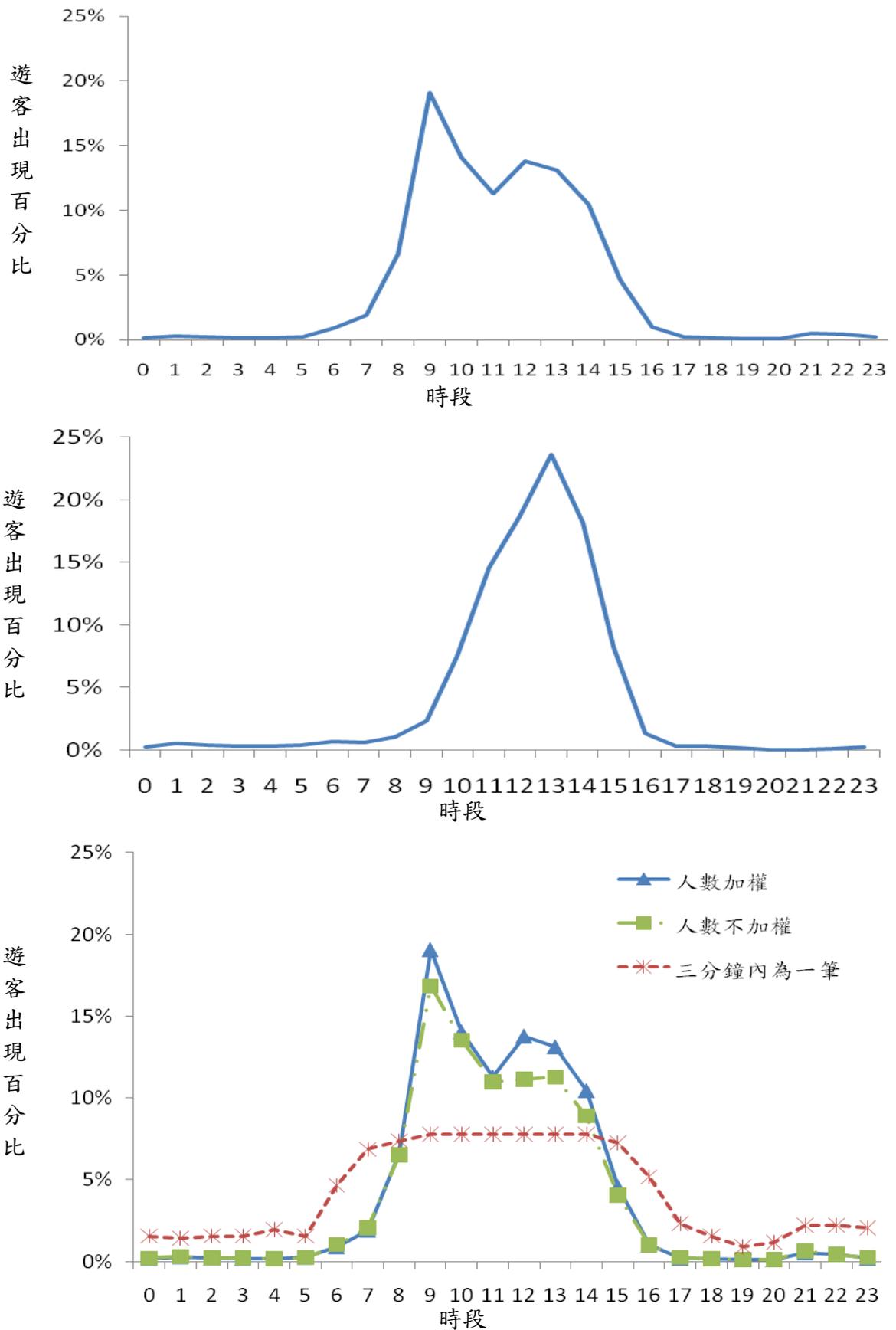


圖 27 大峭壁前登山客出現時間，上山模式（上）、下山模式（中）及不分方向（下，含人數加權、人數不加權以及 3 分鐘內為 1 筆之 3 種不同算法比較）

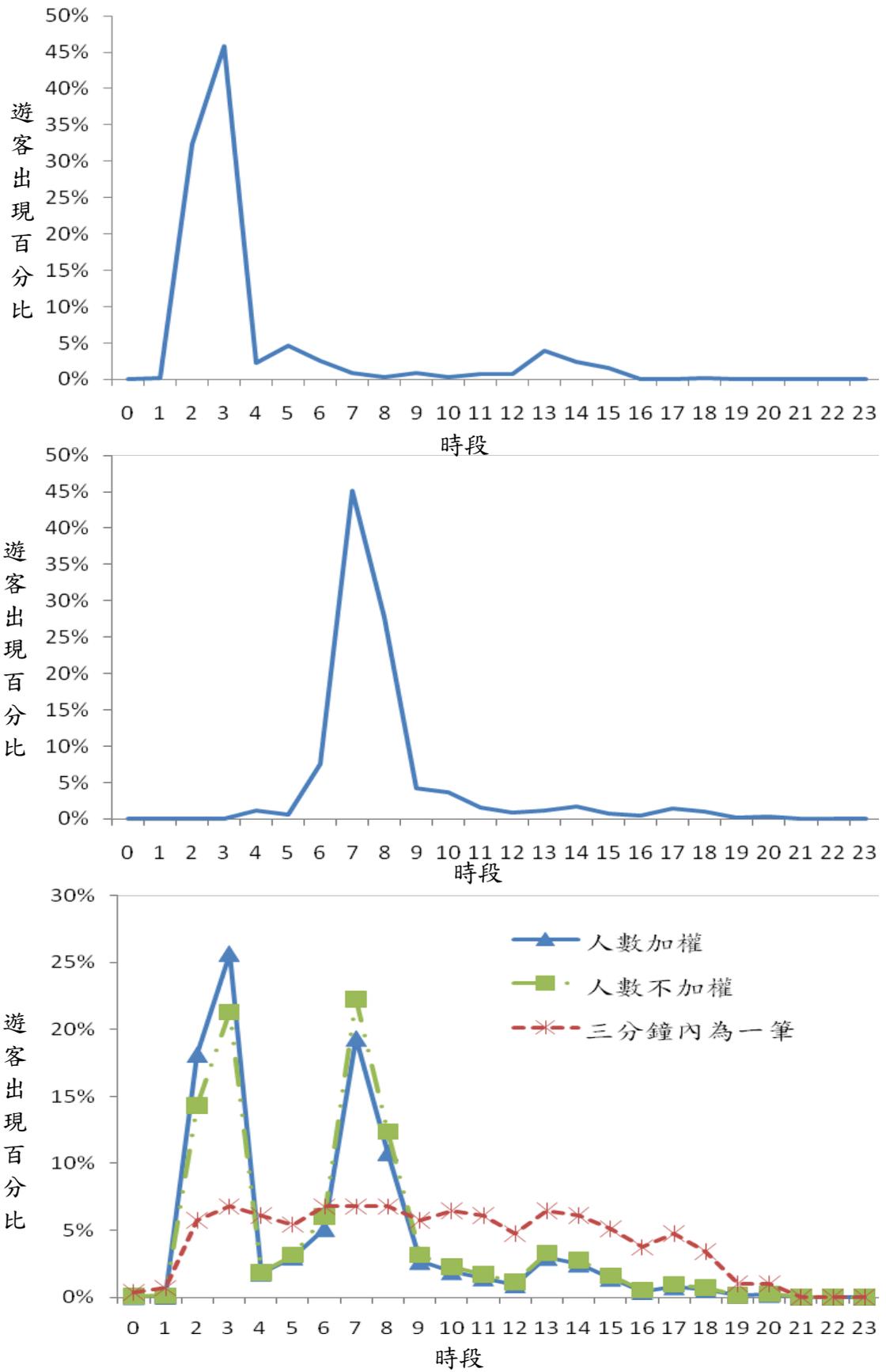


圖 28 排雲山莊後水源地附近未到主圓峰叉路口登山客出現時間，上山模式（上）、下山模式（中）及不分方向（下，含人數加權、人數不加權以及 3 分鐘內為 1 筆之 3 種不同算法比較）

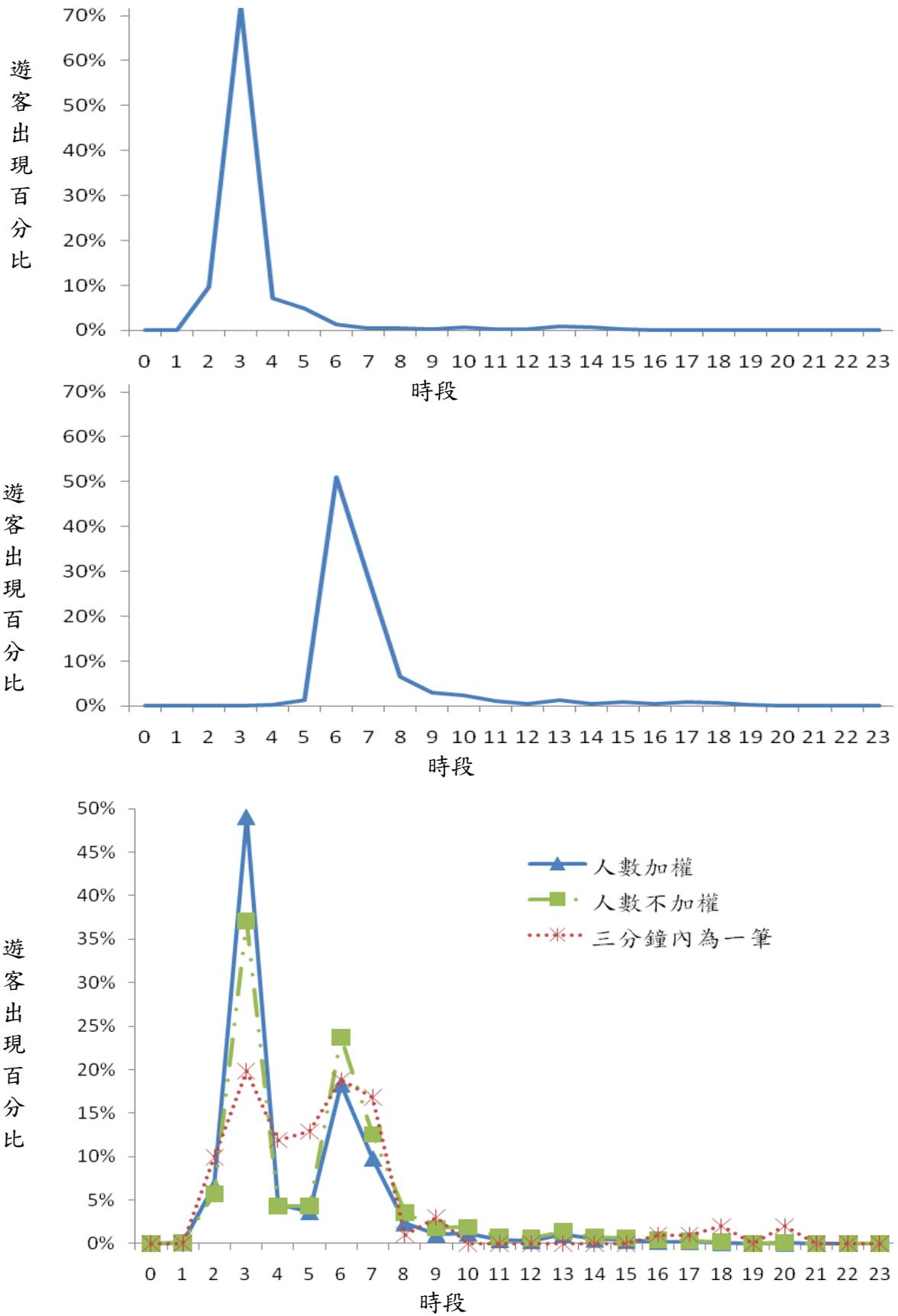


圖 29 主圓峰叉路口往主峰方向登山客出現時間，上山模式（上）、下山模式（中）及不分方向（下，含人數加權、人數不加權以及 3 分鐘內為 1 筆之 3 種不同算法比較）

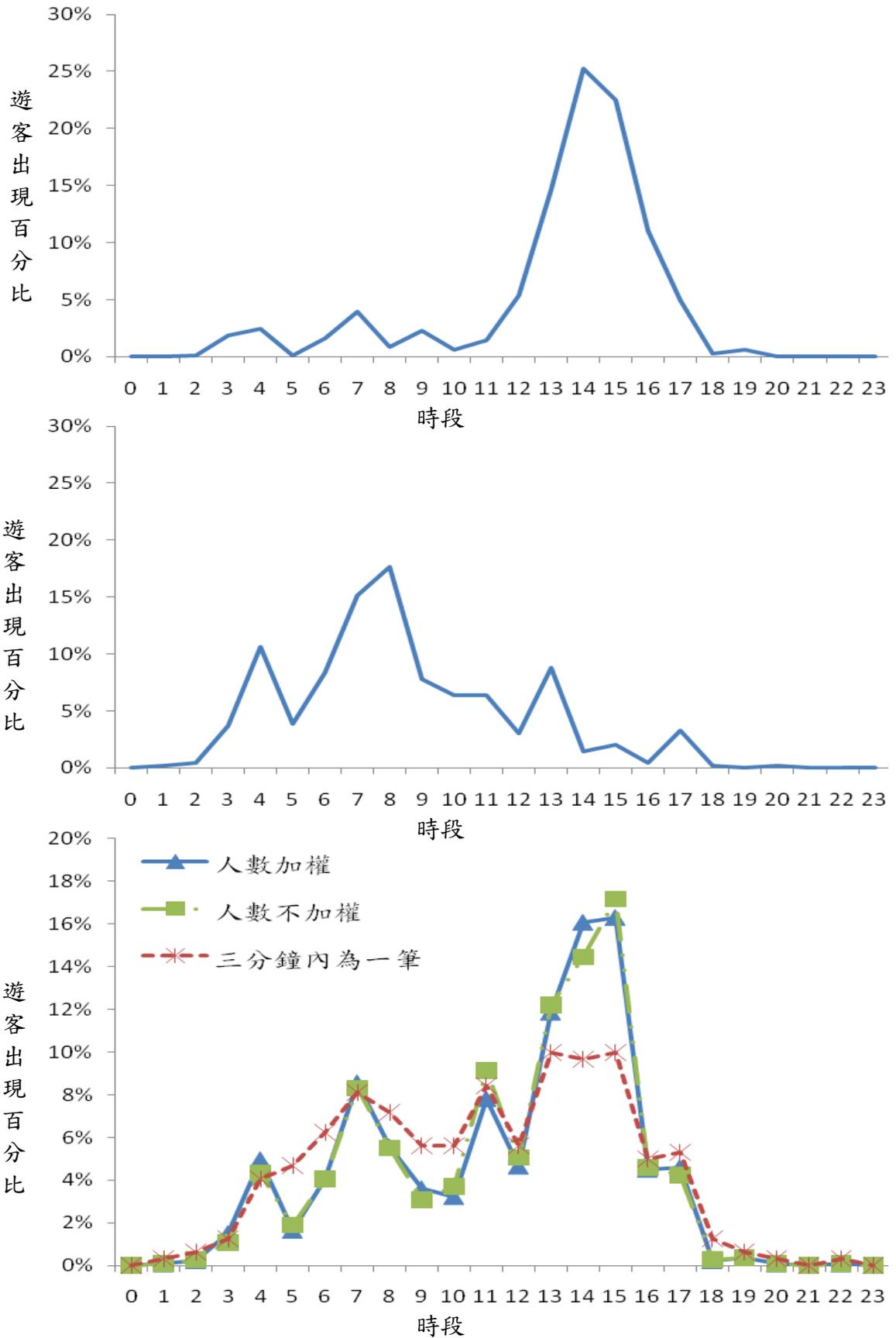


圖 30 主圓峰叉路口往圓峰方向登山客出現時間，上山模式（上）、下山模式（中）及不分方向（下，含人數加權、人數不加權以及3分鐘內為1筆之3種不同算法比較）

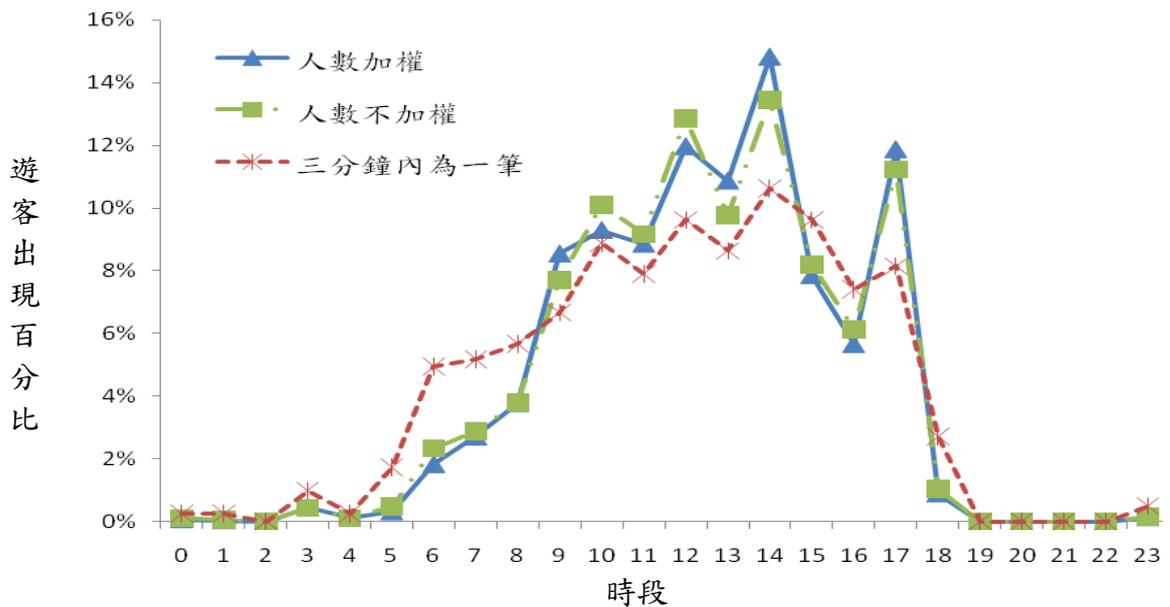
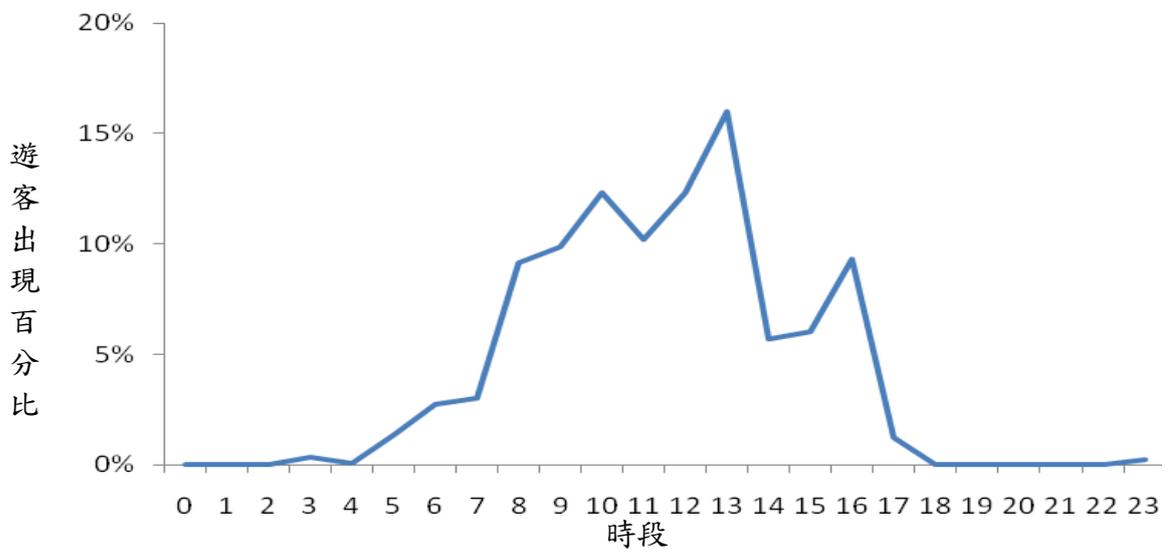
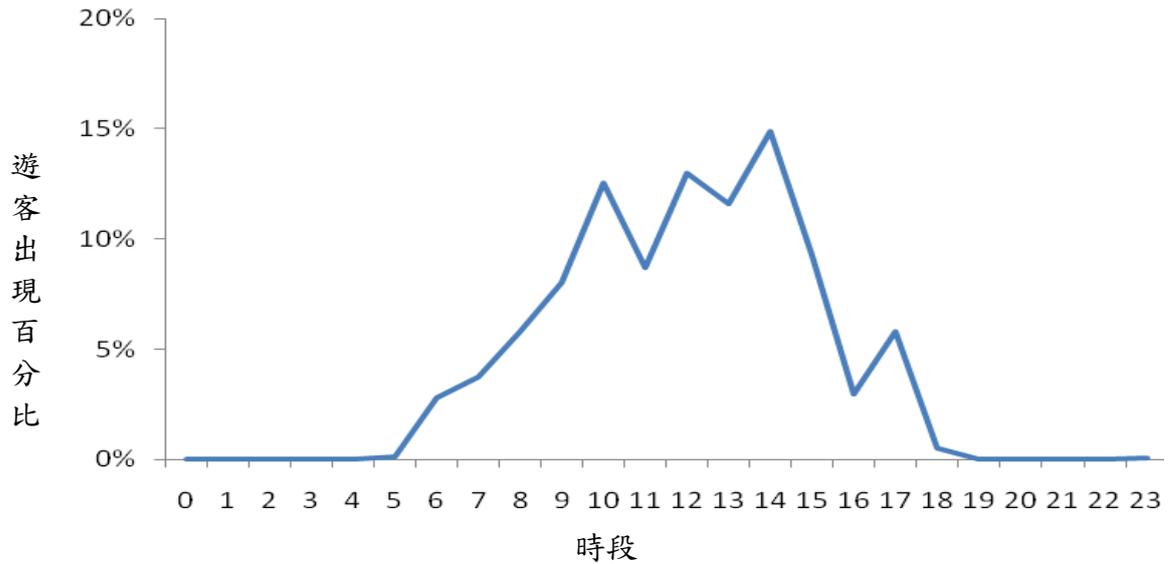


圖 31 遊客中心往大鐵杉步道遊客出現時間，上山模式（上）、下山模式（中）及不分方向（下，含人數加權、人數不加權以及三分鐘內為 1 筆之 3 種不同算法比較）

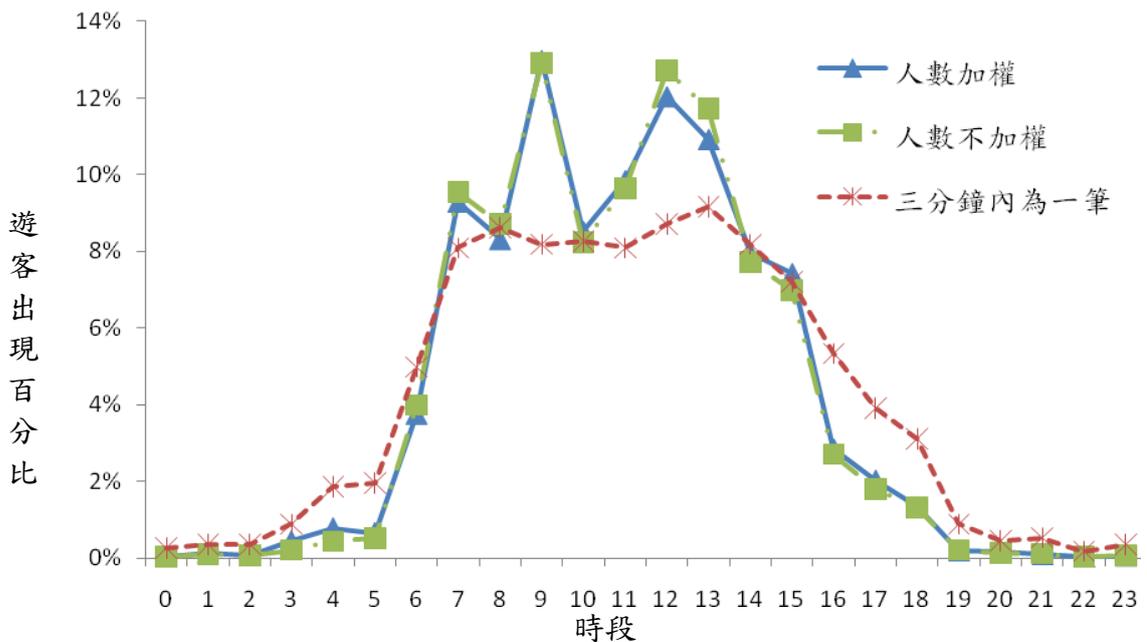
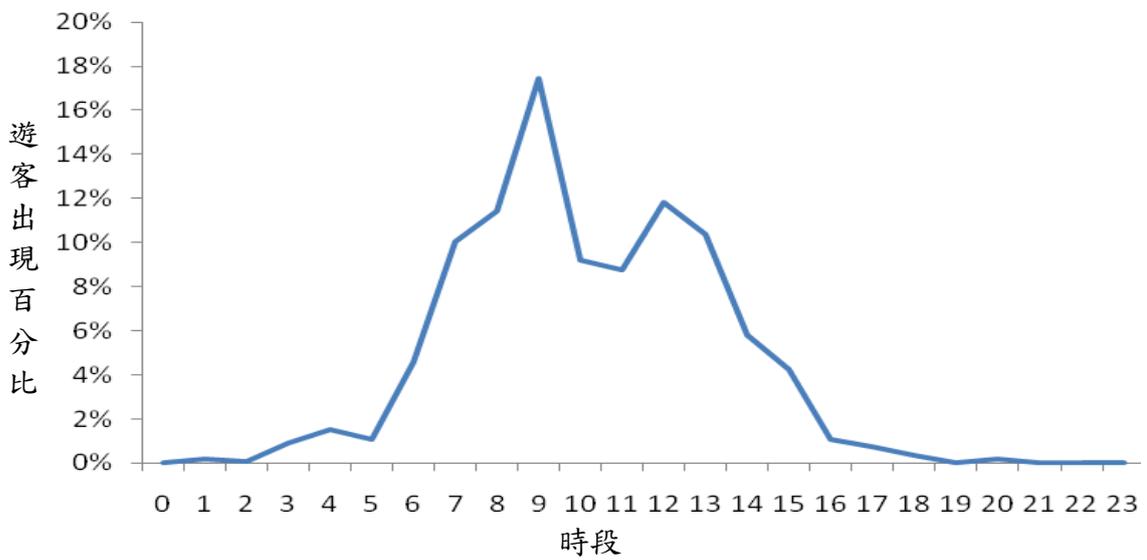
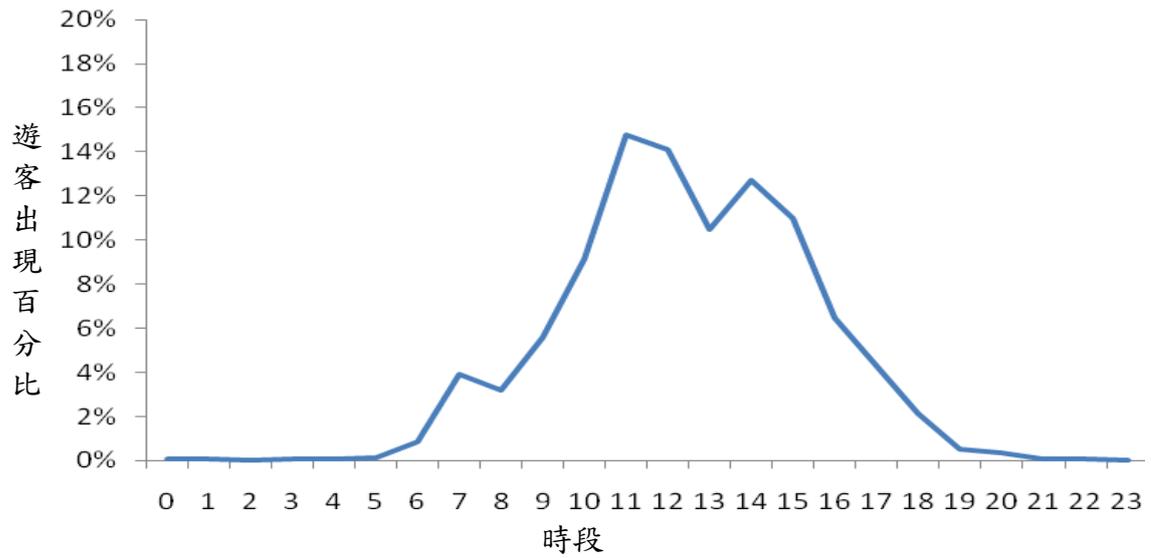


圖 32 大鐵杉往塔塔加鞍部之公路上遊客出現時間，上山模式（上）、下山模式（中）及不分方向（下，含人數加權、人數不加權以及 3 分鐘內為 1 筆之 3 種不同算法比較）

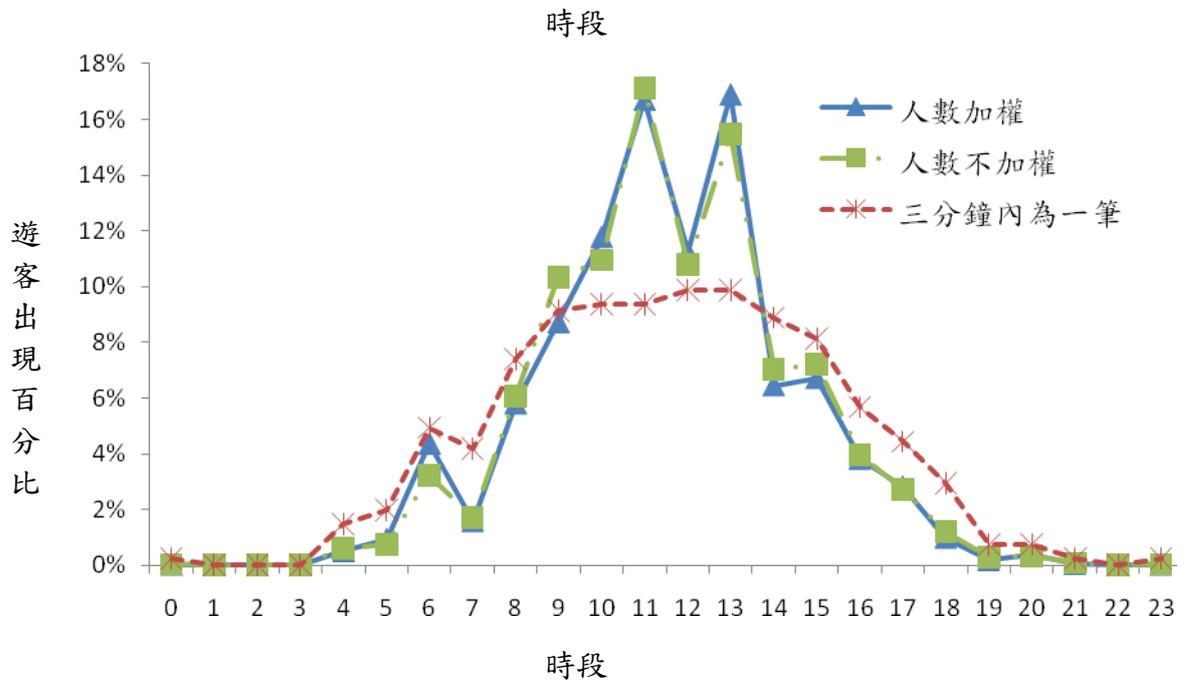
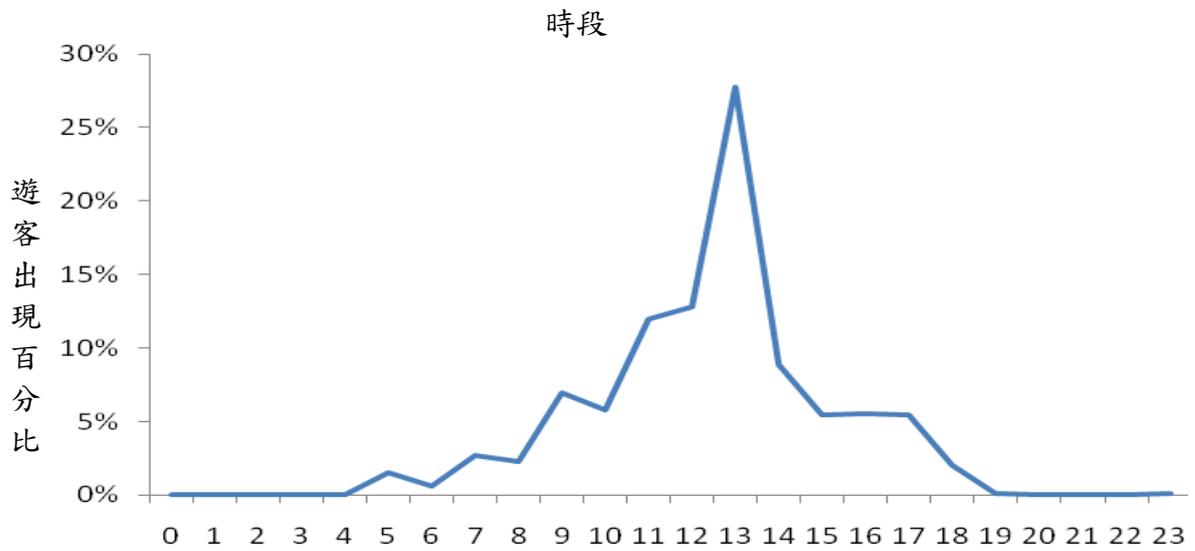
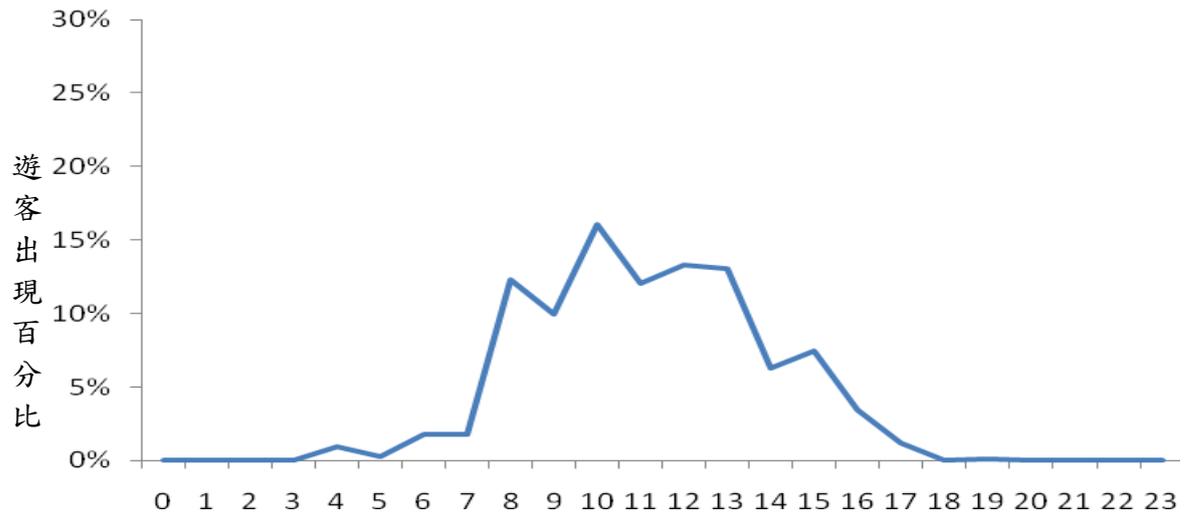


圖 33 麟趾山鞍部之公路上遊客出現時間，上山模式（上）、下山模式（中）及不分方向（下，含人數加權、人數不加權以及 3 分鐘內為 1 筆之 3 種不同算法比較）

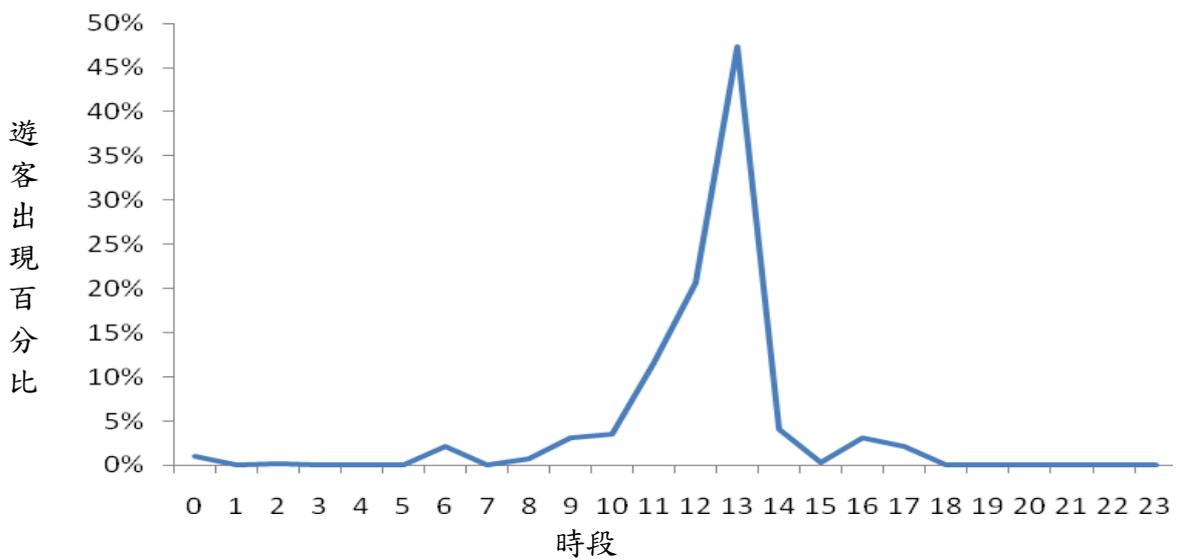
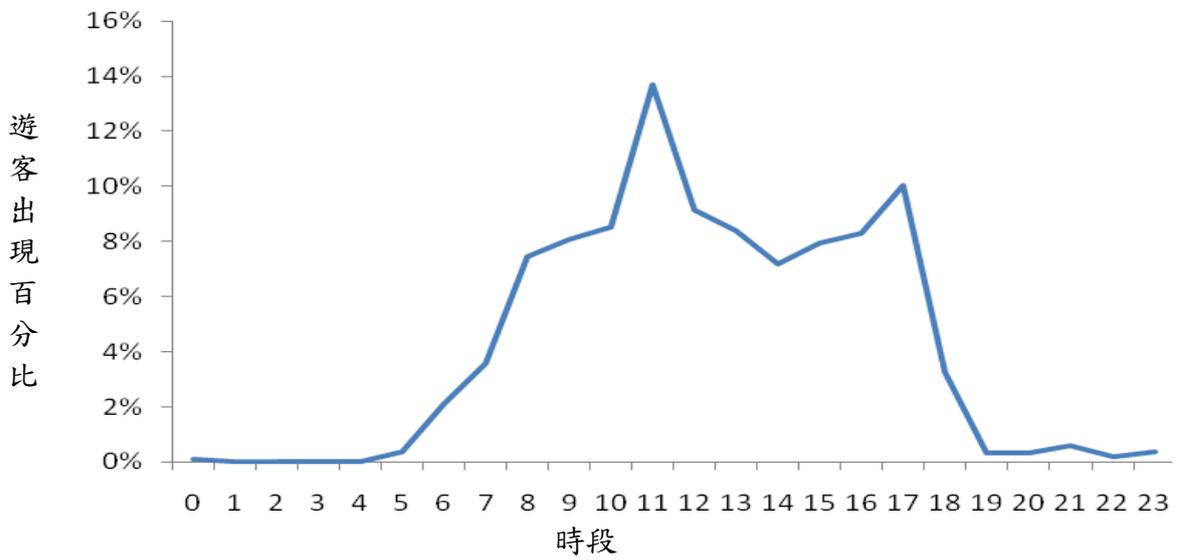
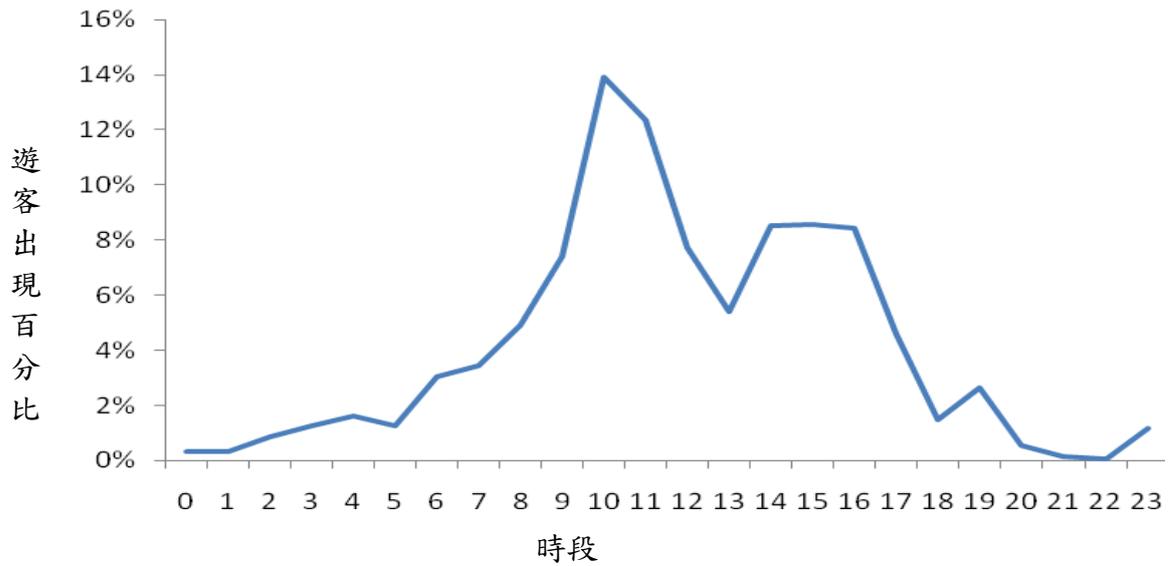


圖 34 東埔山步道 (上)、鹿林山天文台 (中) 及塔塔加鞍部往麟趾山鞍部步道鐵杉林附近 (下) 遊客出現時間 (Trailmaster 遮斷系統)

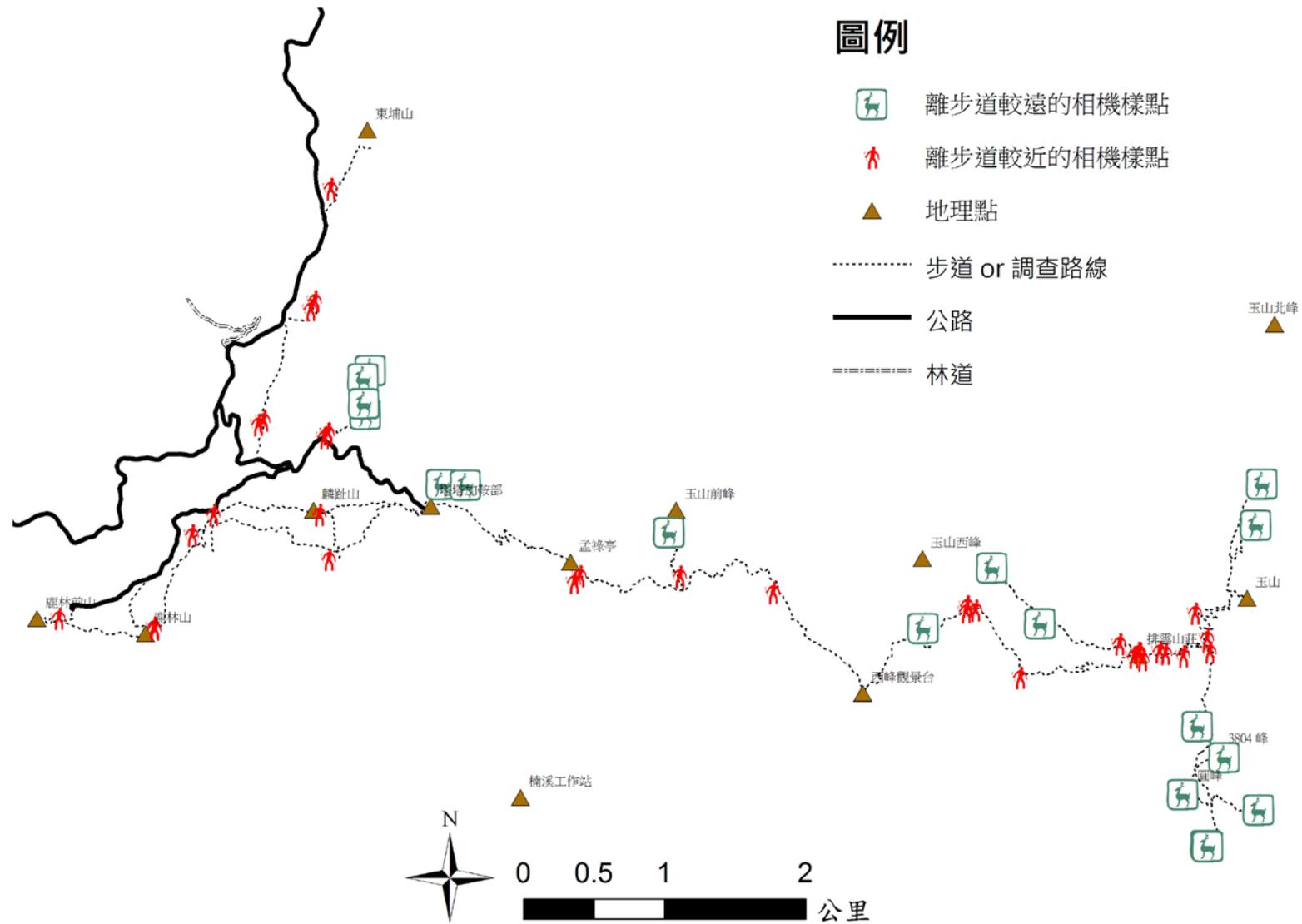


圖 35 比較離步道較近與離步道較遠的樣點分布圖

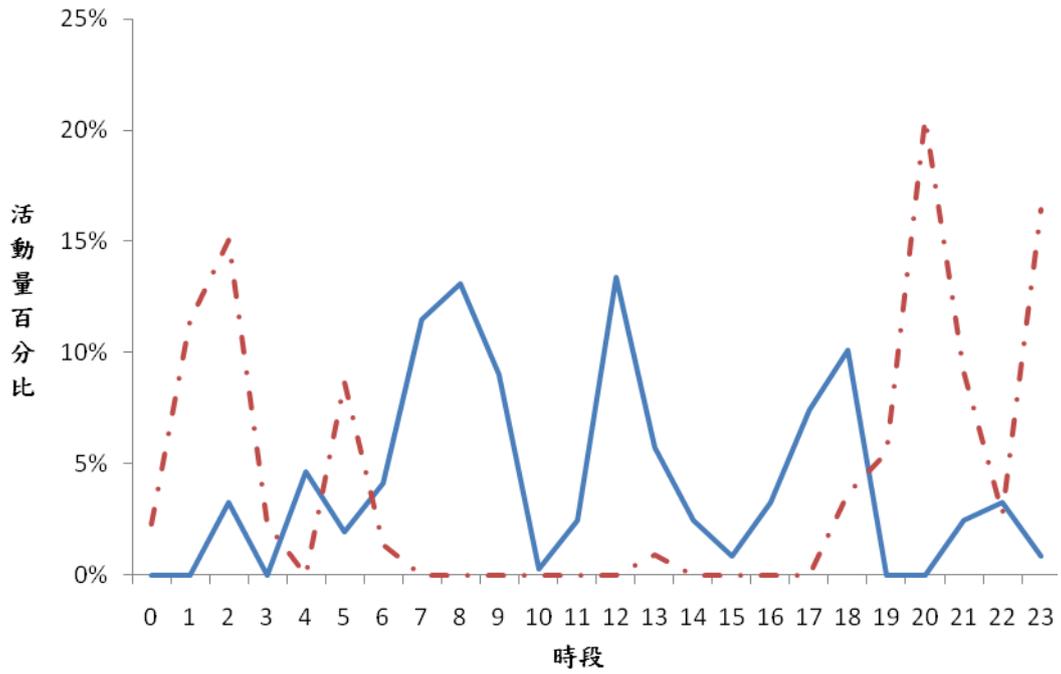


圖 36 水鹿在離步道較遠 (實線) 與離步道較近 (虛線) 的水池樣點的活動模式比較

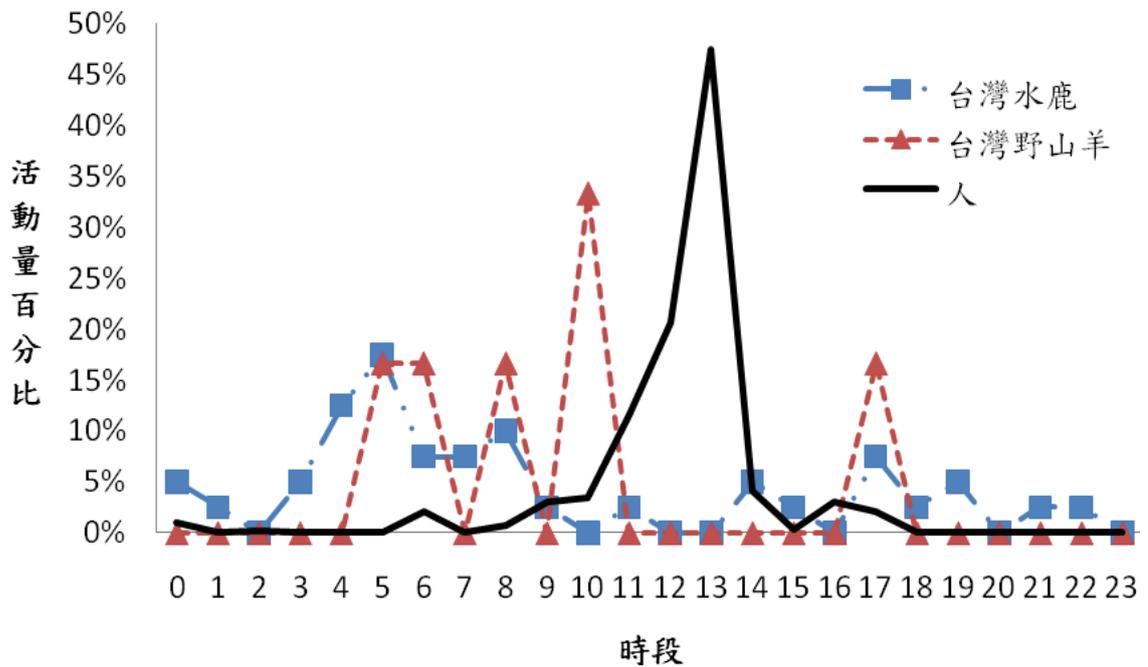


圖 37 塔塔加鞍部往麟趾山鞍部中段鐵杉林遊客出現時間與附近水鹿、台灣野山羊出現時間比較

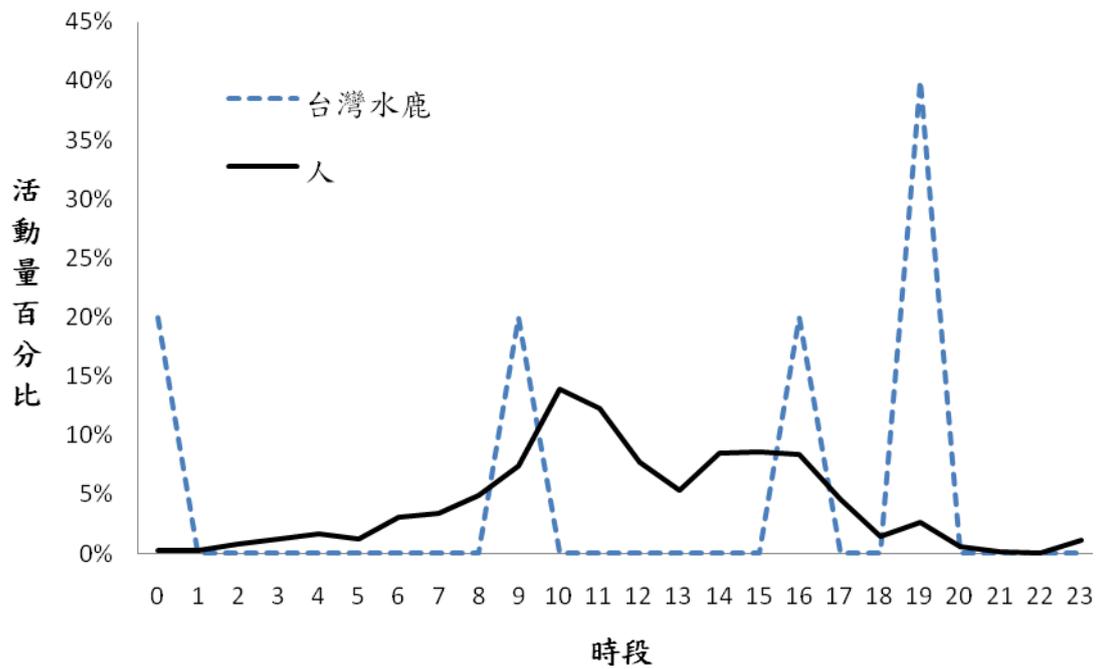


圖 38 東埔山步道遊客出現時間與附近水鹿出現時間比較 (附近沒有記錄台灣野山羊)

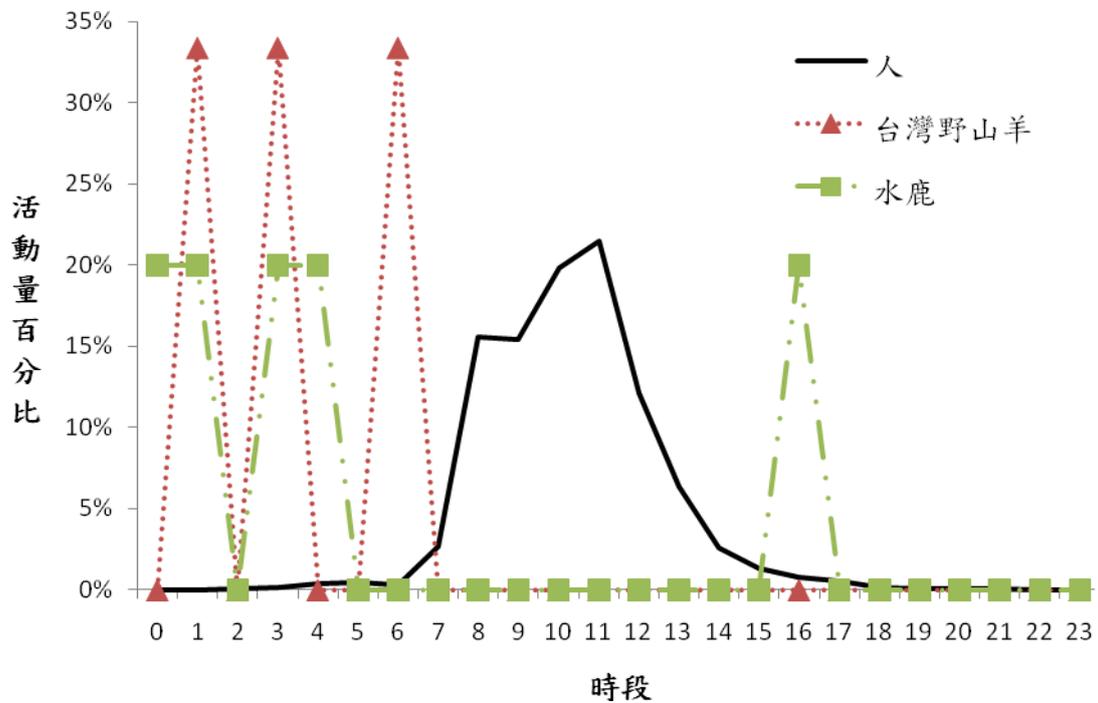


圖 39 玉山主峰步道孟祿亭遊客出現時間與附近水鹿、台灣野山羊出現時間比較

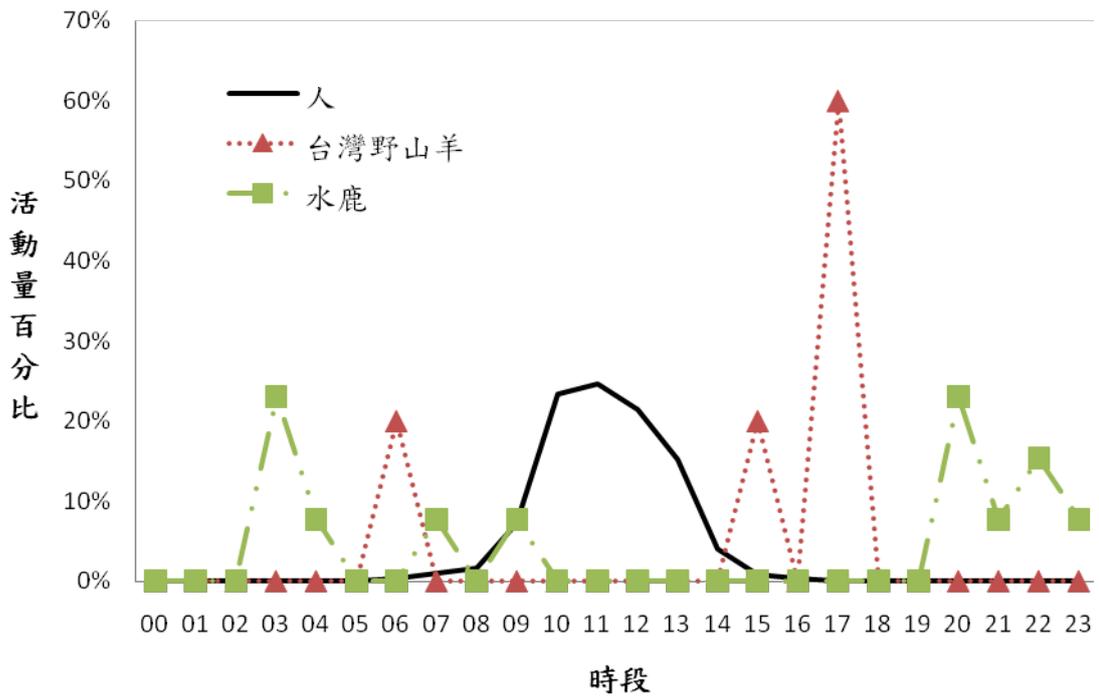


圖 40 西峰觀景台前鐵杉林遊客出現時間與附近水鹿、台灣野山羊出現時間比較

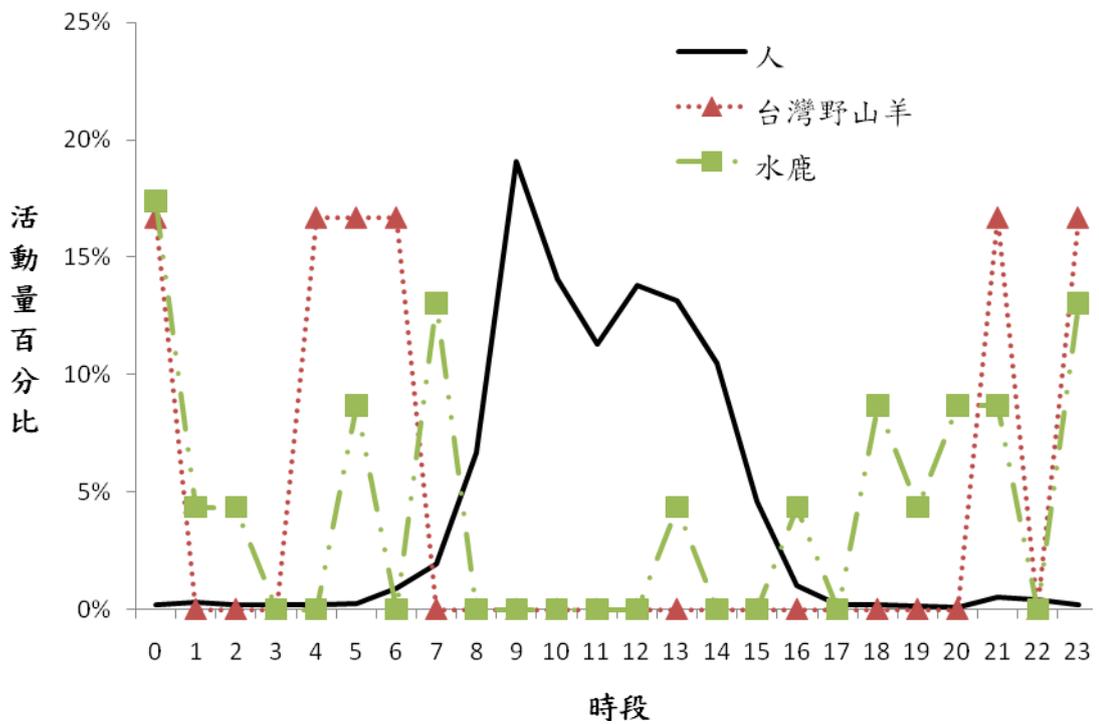


圖 41 玉山主峰步道大峭壁前遊客出現時間與附近水鹿、台灣野山羊出現時間比較

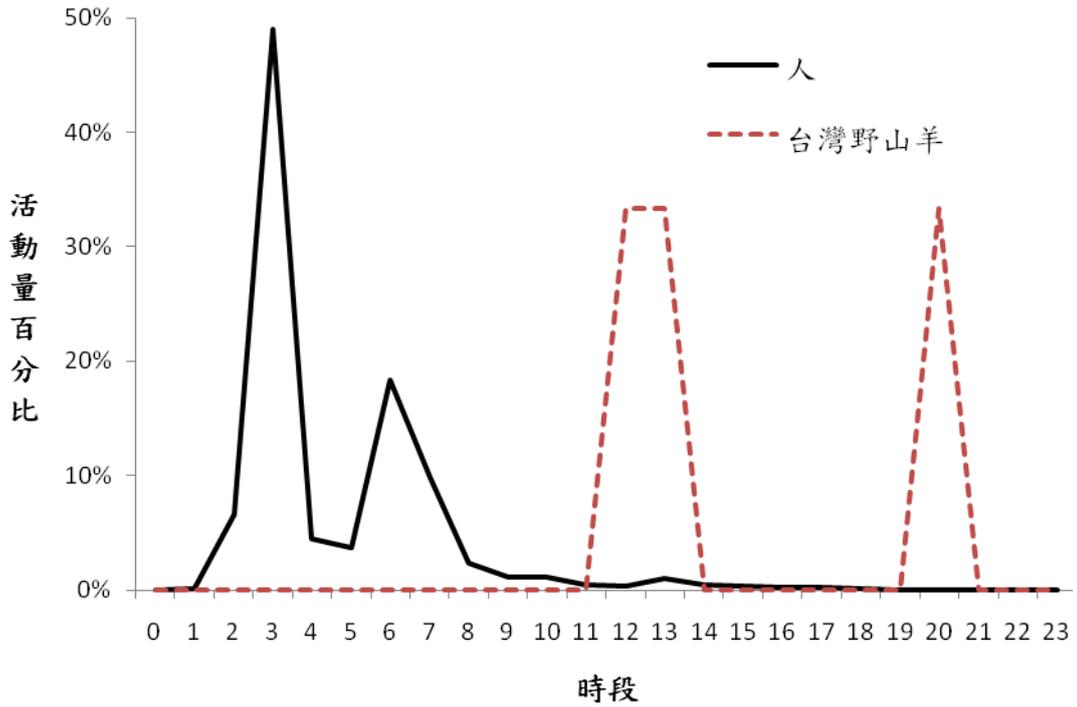


圖 42 排雲山莊後過主圓峰叉路口往玉山主峰方向遊客出現時間與附近台灣野山羊出現時間比較

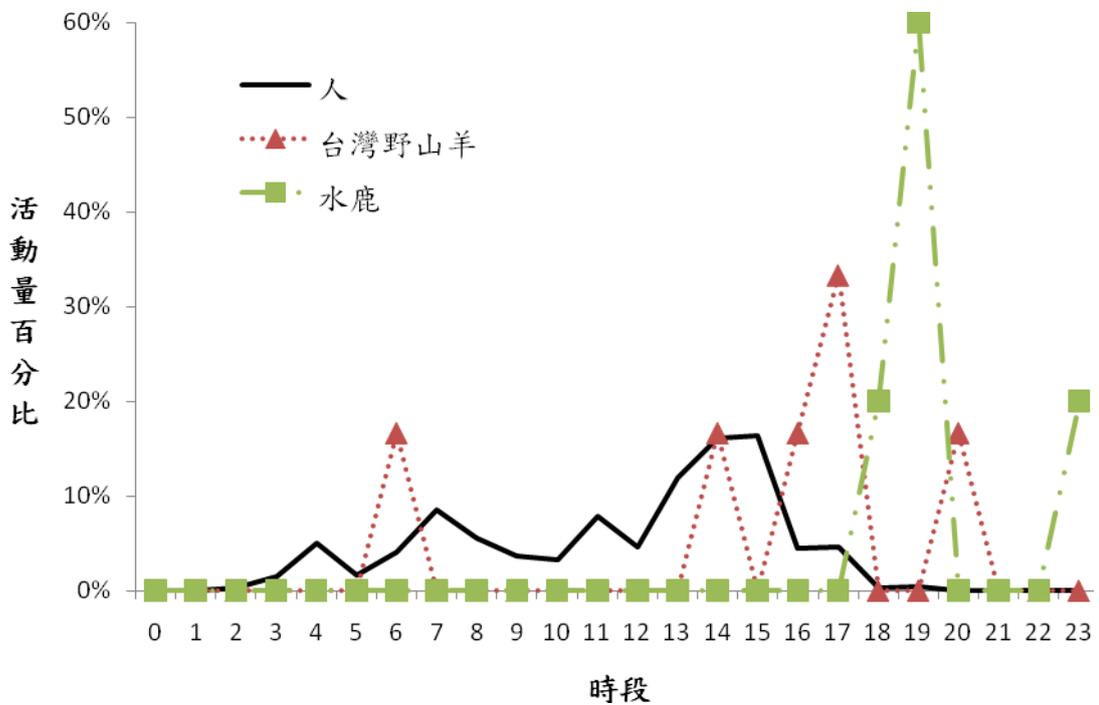


圖 43 排雲山莊後過主圓峰叉路口往玉山主峰方向遊客出現時間與附近水鹿、台灣野山羊出現時間比較

表 1. 環境變數量測項目表

項目	資料類型	單位
地理資料		
1. 地形位置	描述 (並記錄稜線、上坡、中坡、下坡或谷地)	
2. 海拔	實測值	m
3. 方位 (坡向)	實測值	度°
4. 坡度	實測值	度°
植被資料		
各層次覆蓋度		
5. E3 喬木層覆蓋度	估測值	%
6. E2 灌木層層覆蓋度	估測值	%
7. E1 草本層覆蓋度	估測值	%
8. E0 苔蘚地衣層覆蓋度	估測值	%
9. 枯枝落葉層覆蓋度	估測值	%
10. 岩石覆蓋度	估測值	%
各層次高度		
11. E3 喬木層高度	實測值	m
12. E2 灌木層高度	實測值	
E2 b 上位灌木層高度	實測值	m
E2 a 下位灌木層高度	實測值	m
13. E1 層草本層高度	實測值	
E1g 上位草本層高度	實測值	cm
E1a 下位草本層高度	實測值	cm

表 2. 塔塔加自動照相機樣點架設資訊。

地點 編號	架設 日期	結束 日期	橫座標	縱座標	海拔 (m)	植被類型	地點說明	備註
TTK01	2010/7/17	2010/11/19	239133	2599213	2652	天然闊葉 林和柳杉 人造林交 界	東埔山步 道	
TTK02	2009/7/11	2010/5/16	239116	2597493	2693	鐵杉林	大鐵杉附 近	
TTK02-2	2010/5/16	進行中	239113	2597491	2693	鐵杉林	大鐵杉附 近	
TTK03	2009/7/11	進行中	238150	2596775	2781	松林(二葉 松和華山 松)	麟趾山鞍 部	
TTK04	2009/7/11	進行中	239924	2597134	2572	雲杉林	雲杉林	
TTK09	2009/9/24	進行中	239122	2596603	2720	鐵杉林	雙鞍步道	
TTK10	2009/9/24	進行中	237205	2596190	2768	松林(二葉 松)	鹿林山天 文台	
TTK11	2009/11/3	2010/11/6	239020	2598423	2655	松林(二葉 松)	遊客中心 後方	
TTK12	2010/7/13	2010/8/11	237880	2596124	2846	箭竹灌叢	鹿林山山 頂附近	故障
TTK14	2009/11/5	2010/11/22	239054	2596919	2839	箭竹灌叢	麟趾山山 頂	曾泡 水
TTK17-1	2010/4/9	進行中	239412	2597959	2528	鐵杉林	麟趾山東 北稜下切	水池 監測
TTK17-2	2010/2/4	進行中	239409	2597964	2525	鐵杉林	麟趾山東 北稜下切	水池 監測
TTK20	2010/11/2 2	進行中	239418	2597937	2510	鐵杉林	麟趾山東 北稜下切	
TTK21	2009/11/4	進行中	238146	2596754	2774	松林(二葉 松和華山 松)	麟趾山鞍 部水池	水池 監測
TTK23	2010/2/3	進行中	239367	2597880	2540	鐵杉林	麟趾山東 北稜下切	
TTK24	2010/2/3	進行中	239384	2597627	2586	鐵杉林	麟趾山東 北稜下切	

TTK25	2010/2/3	進行中	238619	2689	2689	松林(二葉松和華山松)	遊客中心到大鐵杉步道	
TTK26	2010/4/8	2010/5/22	239184	2596620	2737		雙鞍步道	水池 監測 泡水 故障
TTK29	2010/4/9	2010/6/18	237886	2596110	2853		鹿林山山頂附近	
TTK30	2010/4/9	2010/11/22	240093	2597130	2651	雲杉林	雲杉林	
TTK32	2010/5/22	2010/8/24	238990	2598363	2656		遊客中心後方	
TTK33	2010/9/7	2010/10/31	239373	2597703	2588		麟趾山東北稜下切	
TTK35	2010/9/17	2010/11/19	237949	2596362	2808		麟趾山鞍部	水池 監測

表 3. 玉山步道沿線自動照相機樣點架設資訊。

地點 編號	架設日期	結束日期	TM97_X	TM97_Y	海拔 (m)	植被	地點說明
TTK22	2010/2/2	進行中	240862	2596442	2798	箭竹灌叢	孟祿亭廁所
YST04	2010/5/17	進行中	241538	2596797	3153	鐵杉林	玉山前峰附近
YST05	2010/5/17	進行中	241613	2596483	2941	紅毛杜鵑馬 醉木灌叢	玉山前峰步道 附近
YST06	2010/5/17	2010/7/17	243340	2596120	3237	鐵杉林	玉山西峰南稜
YST07	2010/5/17	進行中	242272	2596370	2916	冷杉林	玉山鐵杉林
YST08	2010/5/18	進行中	243649	2596276	3214	冷杉林	西峰大峭壁附 近
YST10	2010/5/18	進行中	244027	2595772	3224	冷杉林	距排雲山莊 1.5K 處
YST11	2010/5/18	進行中	244170	2596153	3447	冷杉林	玉山西峰步道 附近
YST12	2010/5/18	2010/11/21	245184	2595922	3482	冷杉林	排雲山莊水源
YST13	2010/5/19	進行中	245702	2596847	3619	冷杉林	荖濃溪營地步 道
YST14	2010/5/19	進行中	245269	2596225	3689	圓柏灌叢	玉山主峰西南 稜線
YST15	2010/5/20	進行中	245478	2595210	3796	圓柏灌叢	3804 峰附近
YST16	2010/5/21	進行中	245286	2595430	3657	圓柏灌叢	圓峰氣象站雨 量計下方
YST17	2010/5/19	進行中	245721	2594842	3550	冷杉林	圓峰水源
YST18	2010/5/19	2010/5/20	245349	2594591	3642	圓柏灌叢	圓峰山屋附近
YST18-1	2010/5/20	進行中	245360	2594584	3634	圓柏灌叢	圓峰山屋附近
YST20	2010/5/19	2010/7/15	245183	2594951	3730	圓柏灌叢	圓峰北稜
YST22	2010/7/15	進行中	245745	2597136	3687	冷杉林	玉山北峰步道 附近
YST23	2010/7/16	進行中	243830	2596546	3419	冷杉林	玉山西峰步道 附近
YST24	2010/7/16	進行中	244895	2595896	3394	冷杉林	排雲山莊附近
YST25	2010/9/9	進行中	244832	2595916	3375	冷杉林	排雲山莊附近
YST26	2010/9/9	進行中	245015	2595953	3476	冷杉林	排雲山莊附近
YST27	2010/9/9	進行中	244731	2596006	3458	冷杉林	排雲山莊附近
YST28	2010/11/21	進行中	244873	2595946	3435	冷杉林	排雲山莊後方
YST29	2010/11/20	進行中	244865	2595947	3420	冷杉林	排雲山莊附近

表 4. 2009-2010 塔塔加與玉山地區調查所得之哺乳動物名錄

目	科	中文名	學名	自動 照相機	自動錄 音機	現場 見聞	保育 等級
嚙齒	松鼠	長吻松鼠	<i>Dremomys pernyi owstoni</i>	★	◎	★	
		赤腹松鼠	<i>Callosciurus erythraeus</i>	☆			
		條紋松鼠	<i>Tamipos formosanus</i>	★	◎	★	
		白面鼯鼠	<i>Petaurista alborufus</i>	★	◎	★	
	鼠	高山白腹鼠	<i>Niviventer culturatus</i>	★			
		台灣森鼠	<i>Apodemus semotus</i>	★			
	倉鼠	高山田鼠	<i>Microtus kikuchii</i>	★			
鼯	尖鼠	台灣煙尖鼠	<i>Episoriculus fumidus</i>	★	◎		
靈長	獼猴	臺灣獼猴	<i>Macaca cyclopis</i>	★	◎	★	III
食肉	貂	黃鼠狼	<i>Mustela sibirica taivana</i>	★		★	
		黃喉貂	<i>Martes flavigula chrysoaspila</i>	★		★	II
	鼬獾	<i>Melogale moschata subaurantiaca</i>	★		★		
	小黃鼠狼	<i>Mustela nivalis formosana</i>	★		★	III	
	靈貓	白鼻心	<i>Paguma larvata taivana</i>	★			III
熊	台灣黑熊	<i>Ursus thibetanus formosanus</i>	★			I	
犬		家犬	<i>Canis familiaris</i>	★		★	
偶蹄	鹿	山羌	<i>Muntiacus reevesi micrurus</i>	★		★	III
		水鹿	<i>Rusa unicolor swinhoii</i>	★		★	II
	牛	台灣野山羊	<i>Capricornis swinhoei</i>	★		★	II
	豬	台灣野豬	<i>Sus scrofa taivanus</i>	★			

☆ 2010 年沒記錄，但 2009 年有記錄

◎ 2010 年新增加紀錄（錄音調查僅呈現 2010 年資料）

表 5. 2009-2010 塔塔加與玉山地區調查所得之鳥類名錄

目	科	中文名	學名	自動 照相機	自動錄 音機	現場 見聞	保育 等級			
隼形	鷹	大冠鷹	<i>Spilornis cheela</i>			★	II			
		灰面鷹	<i>Butastur indicus</i>	☆			II			
		赤腹鷹	<i>Accipiter soloensis</i>			☆	II			
		鳳頭蒼鷹	<i>Accipiter trivirgatus</i>	★			II			
		北雀鷹	<i>Accipiter nisus</i>	★			II			
		台灣松雀鷹	<i>Accipiter virgatus</i>	★			II			
雞形	雉	黑長尾雉	<i>Syrnaticus mikado</i>	★		◎	II			
		深山竹雞	<i>Arborophila crudigularis</i>			◎	III			
鴞形	鴞	灰林鴞	<i>Strix aluco</i>			◎	★	II		
		褐林鴞	<i>Strix newarensis</i>	☆				II		
鴿形	鳩	灰林鴿	<i>Columba pulchricollis</i>	★						
鴛形	五色鳥	五色鳥	<i>Megalaima oorti</i>			◎				
鸛形	鸛	山鸛	<i>Scolopax rusticola</i>	★						
		雀形	毛腳燕	<i>Delichon urbica</i>			◎	★		
			家燕	<i>Hirundo rustica</i>				☆		
			洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>				☆		
鸛	鸛	赤腰燕	<i>Hirundo striolata</i>				◎			
		白腰雨燕	<i>Apus pacificus</i>				★			
		小翼鸛	<i>Brachypteryx montana</i>			◎	★			
		白腹鸛	<i>Turdus pallidus</i>	☆						
		虎鸛	<i>Turdus dauma</i>	★						
		紫嘯鸛	<i>Myiophonus insularis</i>	★			★			
		畫眉	畫眉	灰頭花翼	<i>Alcippe cinereiceps</i>	★		◎	★	
				紋翼畫眉	<i>Actinodura morrisoniana</i>	★		◎	☆	
				繡眼畫眉	<i>Alcippe morrisonia</i>			◎	★	III
				金翼白眉	<i>Garrulax morrisonianus</i>	★		◎	★	
				白耳畫眉	<i>Heterophasia auricularis</i>			◎	★	
				藪鳥	<i>Liocichla steerii</i>	★		◎	★	
鱗胸鷓鴣	<i>Pnoepyga pusilla</i>					◎	☆			
山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>					◎	★			
鶯	鶯	冠羽畫眉	<i>Yuhina brunneiceps</i>			◎	★			
		深山鶯	<i>Cettia acanthizoides</i>			◎	★			
		棕面鶯	<i>Abroscopus albogularis</i>			◎				
		台灣叢樹鶯	<i>Bradypterus alishanensis</i>				☆			
戴菊	戴菊	火冠戴菊鳥	<i>Regulus goodfellowi</i>			◎	★	III		
		紅尾鷓	<i>Muscicapa ferruginea</i>			◎	★	III		
		黃腹琉璃	<i>Niltava vivida</i>			◎	★	III		
		黃胸青鷓	<i>Ficedula hyperythra</i>			◎				
		野鷓	<i>Luscinia calliope</i>	★						
		白尾鷓	<i>Cinclidium leucurum</i>			◎		III		
		藍尾鷓	<i>Tarsiger cyanurus</i>	★						
		白眉林鷓	<i>Erithacus indicus</i>	★		◎	★	III		
		栗背林鷓	<i>Erithacus johnstoniae</i>	★		◎	★			
		鸚嘴	鸚嘴	黃羽鸚嘴	<i>Paradoxornis verreauxi</i>			◎	★	
鷓鴣	<i>Troglodytes troglodytes</i>			★		◎	★			

啄花鳥	紅胸啄花鳥	<i>Dicaeum ignipectus</i>		◎		
山雀	煤山雀	<i>Parus ater</i>		◎	★	III
	紅頭山雀	<i>Aegithalos concinnus</i>		◎		
	青背山雀	<i>Parus monticolus</i>	★	◎	★	III
雀	灰鷺	<i>Pyrrhula erythaca</i>	★	◎	★	
	褐鷺	<i>Pyrrhula nipalensis</i>			★	
	酒紅朱雀	<i>Carpodacus vinaceus</i>	★	◎	★	
伯勞	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	★			III
鴉	星鴉	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	★	◎	★	
	巨嘴鴉	<i>Corvus macrorhynchos</i>		◎	★	
啄木鳥	綠啄木	<i>Picus canus</i>		◎	★	II
杜鵑	筒鳥	<i>Cuculus saturatus</i>		◎	★	
	鷹鵑	<i>Cuculus sparverioides</i>		◎		
山椒鳥	紅山椒	<i>Pericrocotus solaris</i>		◎	★	
岩鷓	岩鷓	<i>Prunella collaris</i>	★	◎	★	
鴉	茶腹鴉	<i>Sitta europaea</i>		◎		

☆ 2010 年沒記錄，但 2009 年有記錄

◎ 2010 年新增紀錄（錄音調查僅 2010 年資料）

表 6. 塔塔加與玉山地區植物調查名錄

I. Pteridophyte 蕨類植物

Aspleniaceae 鐵角蕨科	
Asplenium ensiforme Wall. ex Hook. & Grev.	劍葉鐵角蕨
Asplenium trichomanes L.	鐵角蕨
Asplenium viride Hudson	綠柄鐵角蕨
Athyriaceae 蹄蓋蕨科	
Athyrium reflexipinnum Hayata	逆羽蹄蓋蕨
Athyrium tozanense (Hayata) Hayata	蓬萊蹄蓋蕨
Cornopteris fluvialis (Hayata) Tagawa	大葉貞蕨
Gymnocarpium remotepinnatum (Hayata) Ching	細裂羽節蕨
Davalliaceae 骨碎補科	
Araiostegia parvipinnata (Hayata) Copel.	小膜蓋蕨
Dennstaedtiaceae 碗蕨科	
Monachosorum henryi Christ	稀子蕨
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn subsp. wightianum (Wall.) Shieh	巒大蕨
Dryopteridaceae 鱗毛蕨科	
Arachniodes rhomboides (Wall.) Ching	斜方複葉耳蕨
Dryopteris formosana (Christ) C. Chr.	台灣鱗毛蕨
Dryopteris hypophlebia Hayata	深山鱗毛蕨
Dryopteris lepidopoda Hayata	厚葉鱗毛蕨
Dryopteris scottii (Beddome) Ching	史氏鱗毛蕨
Dryopteris serratodentata (Beddome) Hayata	鋸齒葉鱗毛蕨
Dryopteris sparsa (Don) Ktze.	長葉鱗毛蕨
Dryopteris wallichiana (Spr.) Alston & Bonner	瓦氏鱗毛蕨
Peranema cyatheoides Don	柄囊蕨
Polystichum lachenense (Hook.) Bedd.	高山耳蕨
Polystichum neolobatum Nakai	硬葉耳蕨
Polystichum nepalense (Spreng.) C. Chr.	軟骨耳蕨
Polystichum parvipinnulum Tagawa	尖葉耳蕨
Polystichum piceopaleaceum Tagawa	黑鱗耳蕨
Polystichum prionolepis Hayata	鋸葉耳蕨
Polystichum stenophyllum Christ	芽胞耳蕨
Grammitidaceae 禾葉蕨科	
Xiphopteris okuboi (Yatabe) Copel.	梳葉蕨
Hymenophyllaceae 膜蕨科	
Mecodium polyanthos (Sw.) Copel.	細葉路蕨
Lycopodiaceae 石松科	
Lycopodium complanatum L.	地刷子
Lycopodium pseudoclavatum Ching	假石松
Lycopodium obscurum L.	玉柏
Lycopodium quasipolytrichoides Hayata	反捲葉石松
Plagiogyriaceae 瘤足蕨科	
Plagiogyria euphlebia (Kunze) Mett.	華中瘤足蕨

<i>Plagiogyria formosana</i> Nakai	台灣瘤足蕨
<i>Plagiogyria japonica</i> Nakai	華東瘤足蕨
Polypodiaceae 水龍骨科	
<i>Crypsinus quasidivariatus</i> (Hayata) Copel.	玉山蕨
<i>Lepisorus obscurevenulosus</i> (Hayata) Ching	奧瓦葦
<i>Lepisorus pseudoussuriensis</i> Tagawa	擬烏蘇里瓦葦
<i>Lepisorus thunbergianus</i> (Kaulf.) Ching	瓦葦
<i>Microsorium buergerianum</i> (Miq.) Ching	波氏星蕨
<i>Polypodium taiwanianum</i> Hayata	擬水龍骨
<i>Pyrrosia lingua</i> (Thunb.) Farw.	石葦
Pteridaceae 鳳尾蕨科	
<i>Cryptogramma brunoniana</i> Wall. ex Hook. & Grev.	高山珠蕨
<i>Coniogramme intermedia</i> Hieron.	華鳳丫蕨
<i>Onychium contiguum</i> (Wall.) Hope	高山金粉蕨
<i>Pteris dactylina</i> Hook.	掌鳳尾蕨
Schisandraceae 五味子科	
<i>Schisandra arisanensis</i> Hayata	阿里山五味子
Selaginellaceae 卷柏科	
<i>Selaginella remotifolia</i> Spring	疏葉卷柏
<i>Selaginella labordei</i> Hieron. ex Christ	玉山卷柏
<i>Selaginella leptophylla</i> Bak.	膜葉卷柏
Vittariaceae 書帶蕨科	
<i>Vittaria flexuosa</i> Fée	書帶蕨
II. Gymnosperm 裸子植物	
Cupressaceae 柏科	
<i>Chamaecyparis formosensis</i> Matsum.	紅檜
<i>Juniperus formosana</i> Hayata	刺柏
<i>Juniperus squamata</i> Buch.-Ham. apud Lamb.	香青
Pinaceae 松科	
<i>Abies kawakamii</i> (Hayata) Ito	台灣冷杉
<i>Picea morrisonicola</i> Hayata	台灣雲杉
<i>Pinus armandii</i> Franchet var. <i>masteriana</i> Hayata	台灣華山松
<i>Pinus morrisonicola</i> Hayata	台灣五葉松
<i>Pinus taiwanensis</i> Hayata	台灣二葉松
<i>Tsuga chinensis</i> (Franchet) Pritz. ex Diels var. <i>formosana</i> (Hayata) Li & Keng	台灣鐵杉
Taxodiaceae 杉科	
<i>Cryptomeria japonica</i> (L. f.) D. Don	柳杉
<i>Taiwania cryptomerioides</i> Hayata	台灣杉
III. Dicotyledon 雙子葉植物	
Aceraceae 槭樹科	
<i>Acer morrisonense</i> Hayata	台灣紅榨槭
Aquifoliaceae 冬青科	
<i>Ilex goshiensis</i> Hayata	圓葉冬青

Araliaceae 五加科	
Hedera rhombea (Miq.) Bean var. formosana (Nakai) Li	台灣常春藤
Schefflera taiwaniana (Nakai) Kanehira	台灣鵝掌柴
Berberidaceae 小蘗科	
Berberis kawakamii Hayata	台灣小蘗
Berberis morrisonensis Hayata	玉山小蘗
Campanulaceae 桔梗科	
Peracarpa carnosus (Wall.) Hook. f. & Thomson	山桔梗
Caprifoliaceae 忍冬科	
Lonicera kawakamii (Hayata) Masam.	川上氏忍冬
Viburnum betulifolium Batal.	樺葉莢迷
Viburnum parvifolium Hayata	小葉莢迷
Compositae 菊科	
Ainsliaea reflexa Merr. var. nimborum Hand.-Mazz.	玉山鬼督郵
Ainsliaea reflexa Merr.	台灣鬼督郵
Anaphalis nepalensis (Spreng.) Hand.-Mazz.	尼泊爾籟簫
Artemisia oligocarpa Hayata	高山艾
Cirsium arisanense Kitam.	阿里山薊
Leontopodium microphyllum Hayata	玉山薄雪草
Myriactis humilis Merr.	矮菊
Senecio nemorensis L. var. dentatus (Kitam.) H. Koyama	黃菀
Crassulaceae 景天科	
Sedum morrisonense Hayata	玉山佛甲草
Sedum nokoense Yamamoto	能高佛甲草
Cruciferae 十字花科	
Arabis lyrata L. subsp. kamtschatica (Fisch. ex DC.) Hulten	玉山筷子芥
Daphniphyllaceae 虎皮楠科	
Daphniphyllum glaucescens Bl. subsp. oldhamii (Hemsl.) Huang	奧氏虎皮楠
var. oldhamii (Hemsl.) Huang	
Dipsacaceae 續斷科	
Scabiosa lacerifolia Hayata	玉山山蘿蔔
Elaeagnaceae 胡頹子科	
Elaeagnus thunbergii Serv.	鄧氏胡頹子
Ericaceae 杜鵑花科	
Gaultheria itoana Hayata	高山白珠樹
Lyonia ovalifolia (Wall.) Drude	南燭
Pieris taiwanensis Hayata	台灣馬醉木
Rhododendron pseudochrysanthum Hayata	玉山杜鵑
Rhododendron rubropilosum Hayata	紅毛杜鵑
Vaccinium merrillianum Hayata	高山越橘
Fagaceae 殼斗科	
Cyclobalanopsis stenophylloides (Hayata) Kudo & Masam. ex Kudo	狹葉櫟
Gentianaceae 龍膽科	
Gentiana arisanensis Hayata	阿里山龍膽

<i>Gentiana davidii</i> Franch. var. <i>formosana</i> (Hayata) T. N. Ho	台灣龍膽
<i>Gentiana flavomaculata</i> Hayata.	黃斑龍膽
<i>Swertia randaiensis</i> Hayata.	巒大當藥
<i>Tripterospermum lanceolatum</i> (Hayata) Hara ex Satake	玉山肺形草
Geraniaceae 香葉草科	
<i>Geranium hayatanum</i> Ohwi	早田氏香葉草
Gesneriaceae 苦苣苔科	
<i>Lysionotus pauciflorus</i> Maxim.	石吊蘭
Guttiferae 金絲桃科	
<i>Hypericum nagasawai</i> Hayata	玉山金絲桃
Lauraceae 樟科	
<i>Litsea acuminata</i> (Bl.) Kurata	長葉木薑子
<i>Litsea morrisonensis</i> Hayata	玉山木薑子
<i>Neolitsea aciculata</i> (Bl.) Koidz. var. <i>variabilissima</i> (Hayata) J. C. Li	變葉木薑子
<i>Neolitsea acuminatissima</i> (Hayata) Kanehira & Sasaki	高山新木薑子
Melastomataceae 野牡丹科	
<i>Sarcopyramis napalensis</i> Wall. var. <i>bodinieri</i> Lévl.	肉穗野牡丹
Oleaceae 木犀科	
<i>Osmanthus heterophyllus</i> (G. Don) P. S. Green	異葉木犀
Oxalidaceae 酢醬草科	
<i>Oxalis acetocella</i> L. subsp. <i>griffithii</i> (Edgew. & Hook. f.) Hara	山酢漿草
<i>Oxalis acetocella</i> L. subsp. <i>taemoni</i> (Yamamoto) Huang & Huang	大霸尖山酢漿草
Polygonaceae 蓼科	
<i>Polygonum chinense</i> L.	火炭母草
<i>Polygonum runcinatum</i> Buch.-Ham. ex D. Don	玉山蓼
Ranunculaceae 毛茛科	
<i>Clematis montana</i> Buch.-Ham. ex DC.	高山威靈仙
<i>Thalictrum urbaini</i> Hayata	傅氏唐松草
<i>Ranunculus taisanensis</i> Hayata	鹿場毛茛
Rosaceae 薔薇科	
<i>Fragaria hayatai</i> Makino	台灣草莓
<i>Photinia niitakayamensis</i> Hayata	玉山假沙梨
<i>Photinia serratifolia</i> (Desf.) Kalkman	石楠
<i>Potentilla morii</i> Hayata	高山翻白草
<i>Prinsepia scandens</i> Hayata	假皂莢
<i>Rosa sericea</i> Lindl. var. <i>morrisonensis</i> (Hayata) Masam.	玉山薔薇
<i>Rosa transmorrisonensis</i> Hayata	高山薔薇
<i>Rubus croceacanthus</i> Lévl.	虎婆刺
<i>Rubus formosensis</i> Ktze.	台灣懸鉤子
<i>Rubus pectinellus</i> Maxim.	刺萼寒梅
<i>Rubus pungens</i> Camb. var. <i>oldhamii</i> (Miq.) Maxim.	毛刺懸鉤子
<i>Rubus taiouensis</i> Hayata var. <i>aculeatiflorus</i> (Hayata) H. Ohashi & Hsieh	刺萼懸鉤子

Rubiaceae 茜草科	
Galium echinocarpum Hayata	刺果豬殃殃
Galium formosense Ohwi	圓葉豬殃殃
Rubia lanceolata Hayata	金劍草
Salicaceae 楊柳科	
Salix fulvopubescens Hayata	褐毛柳
Saxifragaceae 虎耳草科	
Astilbe longicarpa (Hayata) Hayata	落新婦
Chrysosplenium hebetatum Ohwi	大武貓兒眼睛草
Chrysosplenium lanuginosum Hook. f. & Thoms. var. formosanum (Hayata) Hara	台灣貓兒眼睛草
Hydrangea angustipetala Hayata	狹瓣八仙花
Hydrangea aspera D. Don	高山藤繡球
Hydrangea integrifolia Hayata ex Matsum. & Hayata	大枝掛繡球
Mitella formosana (Hayata) Masam.	台灣噴吶草
Ribes formosanum Hayata	台灣茶藨子
Scrophulariaceae 玄參科	
Ellisiophyllum pinnatum (Wall. ex Benth.) Makino	海螺菊
Hemiphragma heterophyllum Wall.	腰只花
Theaceae 茶科	
Eurya glaberrima Hayata	厚葉柃木
Eurya leptophylla Hayata	薄葉柃木
Trochodendraceae 昆欄樹科	
Trochodendron aralioides Sieb. & Zucc.	雲葉
Umbelliferae 繖形科	
Angelica morrisonicola Hayata	玉山當歸
Conioselinum morrisonense Hayata	玉山彎柱芎
Hydrocotyle setulosa Hayata	阿里山天胡荽
Oreomyrrhis involucrata Hayata	山薰香
Sanicula petagnioides Hayata	五葉山芹菜
Urticaceae 蕁麻科	
Elatostema trilobulatum (Hayata) Yamazaki	裂葉樓梯草
Elatostema villosum Shih & Yang	柔毛樓梯草
Nanocnide japonica Bl.	花點草
Pilea matsudai Yamamoto	細尾冷水麻
Violaceae 堇菜科	
Viola adenothrix Hayata var. tsugitakaensis (Masam.) Wang & Huang	雪山堇菜
Viola biflora L.	雙黃花堇菜
IV. Monocotyledon 單子葉植物	
Cyperaceae 莎草科	
Carex brunnea Thunb.	束草
Carex satzumensis Franch. & Sav.	油薹
Trichophorum subcapitatum (Thwaites & Hook.) D. A. Simpson	玉山針蘭
Gramineae 禾本科	

<i>Agropyron formosanum</i> Honda	台灣鵝觀草
<i>Yushania niitakayamensis</i> (Hayata) Keng f.	玉山箭竹
<i>Agrostis infirma</i> Buse	玉山翦股穎
<i>Poa annua</i> L.	早熟禾
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	曲芒髮草
<i>Festuca ovina</i> L.	羊茅
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) Beauv. var. <i>luzoniense</i> (Hack.) Hara.	呂宋短柄草
Juncaceae 燈心草科	
<i>Luzula taiwaniana</i> Satake	台灣地楊梅
Liliaceae 百合科	
<i>Aletris formosana</i> Hayata	台灣粉條兒菜
<i>Liriope minor</i> (Maxim.) Makino var. <i>angustissima</i> (Ohwi) S. S. Ying	細葉麥門冬
<i>Paris polyphylla</i> Sm. var. <i>stenophylla</i> Franch.	高山七葉一枝花
<i>Smilacina formosana</i> Hayata	台灣鹿藥
<i>Veratrum formosanum</i> Loes.	台灣藜蘆
Orchidaceae 蘭科	
<i>Calanthe arcuata</i> Rolfe	尾唇根節蘭
<i>Platanthera brevicarata</i> Hayata	短距粉蝶蘭
<i>Ponerorchis kiraishiensis</i> (Hay.) Ohwi.	奇萊紅蘭
Smilacaceae 菝契科	
<i>Heterosmilax japonica</i> Kunth	平柄菝契
<i>Smilax lanceifolia</i> Roxb.	台灣土茯苓
<i>Smilax vaginata</i> Decne.	玉山菝契

表 7. 2009~2010 以獸徑型自動照相機記錄的動物出現頻度 (OI 值), 其中玉山地區僅有 2010 年資料

	全部 46 樣點	塔塔加區 24 樣點	玉山區 22 樣點
總相機工作天	6092	3272	2820
臺灣獼猴	2.77	3.53	1.94
山羌	6.39	12.08	0.19
水鹿	2.38	1.41	3.43
台灣野山羊	0.76	0.40	1.15
臺灣野豬	0.01	0.03	0.00
鼬獾	0.60	0.91	0.27
黃喉貂	0.58	0.24	0.95
黃鼠狼	0.78	0.90	0.66
高山小黃鼠狼	*	*	0.00
白鼻心	0.00	0.01	0.00
臺灣黑熊	0.00	0.01	0.00
赤腹松鼠	0.04	0.07	0.00
長吻松鼠	1.15	0.90	1.43
條紋松鼠	0.01	0.00	0.02
白面鼯鼠	0.22	0.24	0.19
高山白腹鼠	1.22	1.61	0.80
臺灣田鼠	0.80	0.05	1.62
臺灣森鼠	0.50	0.25	0.78
臺灣煙尖鼠	0.01	0.00	0.01
黑長尾雉	0.49	0.82	0.14

* 高山小黃鼠狼為獸毛陷阱之自動相機所拍到，獸徑型相機並沒有拍攝記錄。

表 8. 比較山羌、台灣野山羊與水鹿在離步道較近與較遠的地區，白天活動比例差異

物種	距步道近 白天活動百分比	距步道較遠 白天活動百分比	卡方獨立性檢定
山羌	70.50	68.11	P=0.458
台灣野山羊	48.39	54.79	P=0.458
水鹿	20.93	36.69	P=0.001
水鹿（水池樣點）	10.96	68.03	P<0.001

謝誌

本計畫承蒙內政部營建署玉山國家公園管理處提供經費補助及各項行政上的協助，東海大學生命科學系及林良恭教授提供研究上的支持，王穎教授及楊吉宗委員提供寶貴建議，特此感謝。

野外工作辛苦且工作時間長，感謝王詩婷、林連春、梁又仁及楊宗憲的義務協助。自動照相機照片數量繁多，特別感謝潘怡如及楊富強的細心輸入與檢查，陳逸文、藍軍凌、王玉婷、王詩婷、簡榮芸、黃詩怡、張佳莉、劉政昌亦協助輸入及辨識自動照相機的照片。林宗以先生提供水鹿生態寶貴意見，侯惠美小姐協助處理行政上的繁瑣事務，在此一併致謝。

附錄一、期中審查意見

審查意見	委託機構回答
宜說明指標鳥種的界定，建立指標鳥種的目的為何？	已於前言及方法中說明。
宜對本區狗的活動提出具體建議供管理處參考。	於報告書中呈現發現自由活動犬隻的地點，並提出相關處理措施之建議。
水鹿經常利用之水池，如可能或可進行水質監測。	水質測量項目繁多，目前並無水質與水鹿關係之相關生態資訊，加上相關監測設備昂貴，因此目前並無計畫進行水質監測，可於未來經費足夠或瞭解監測目的之後，再評估進行。
遊憩行為之監測未來或可經由管理處的安排，以簡單的問卷方式蒐集有關登山領隊的實際行程報告，以資比較。	登山客的配合度不一定高，但可由管理處在未來委託有問卷採訪及遊憩專業之專家進行。
水鹿之水池監測初步結果：7月比5月多見出現，推測可能與發情有關；需待計畫結束且收集更多資料後再予評估下結論。	此種現象與其他研究相符，目前資料仍不足，待未來有機會收集更多資料後再加以討論。
環境測量項目，其座標及坡向是放在那個項目？宜將項目予以定義說明為妥（如地形、位置、方位之記錄內容不明確）。	依照辦理。
排雲山莊近期內將進行整修，請增加整修前山莊附近監測點之資料，並請保育研究課支援提供自動相機。	依照辦理，並請管理處支援自動相機以及協助解決改建時之調查人員之住宿。

附錄二、期末審查意見

審查意見	委託機構回答
簡報中哺乳動物與其他物種之關係，及遊客與動物活動之關聯已有初步之分析，應納入報告中並進行探討。	依照辦理。
宜就狗及獵補壓力進行更深入之了解。	於報告書中呈現發現自由活動犬隻的地點，並建議相關處理措施，另外已將發現陷阱地點與相關圖片通報管理處。建議管理處加強巡邏與管理，未來視計畫經費，可斟酌加入自由活動犬隻影響監測。
報告中表之文句誤植（圖 36 鳥類...，應為哺乳動物）及圖說之呈現格式皆應修正。	依照辦理。
研究報告詳實，分析及結論建議等都做得很好。	感謝管理處行政支援、審查委員意見以及野外辛苦工作人員。
計畫報告內相關重要的地點，希能補充說明在圖 1 中，以利更多人瞭解。	依照辦理。
報告書中把獼猴歸類為「草食獸」，請修訂之。	依照辦理。
本計畫所調查的動物筆數尚不足以推估出現頻度，建議刪除報告中以 IDW 推估動物的出現頻度圖。	依照辦理。

參考文獻

- Acevedo, M. A., and L. J. Villanueva-Rivera. 2006. Using automated digital recording systems as effective tools for the monitoring of birds and amphibians. *Wildlife Society Bulletin* 34:211-214.
- Brandes, T. S. 2008. Automated sound recording and analysis techniques for bird surveys and conservation. *Bird Conservation International* 18:S163-S173.
- Carbone, C., S. Christie, K. Conforti, T. Coulson, N. Franklin, J. R. Ginsberg, M. Griffiths, J. Holden, K. Kawanishi, M. Kinnaird, R. Laidlaw, A. Lynam, D. W. Macdonald, D. Martyr, C. McDougal, L. Nath, T. O'Brien, J. Seidensticker, D. J. L. Smith, M. Sunquist, R. Tilson, and W. N. W. Shahrudin. 2001. The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. *Animal Conservation* 4:75-79.
- Chiang, P. J. 2007. Ecology and conservation of Formosan clouded leopard, its prey, and other sympatric carnivores in southern Taiwan. Ph.D. dissertation, Virginia Tech, Blacksburg, Virginia, U.S.A.
- Haselmayer, J., and J. S. Quinn. 2000. A comparison of point counts and sound recording as bird survey methods in Amazonian southeast Peru. *Condor* 102:887-893.
- Koh, C. N., P. F. Lee, and S. H. Wu. 2006. Does the distribution of breeding bird species richness in Taiwan follow the mid-domain effect? *Jour. Exp. For. Nat. Taiwan Univ.* 51:108-116.
- Lee, P. F., T. S. Ding, F. H. Hsu, and S. Geng. 2004. Breeding bird species richness in Taiwan: distribution on gradients of elevation, primary productivity and urbanization. *Journal of Biogeography* 31:307-314.
- Mucina, L., J. H. J. Schaminee, and J. S. Rodwell. 2000. Common data standards for recording releves in field survey for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science* 11:769-772.
- O'Brien, T. G., M. F. Kinnaird, and H. T. Wibisono. 2003. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation* 6:131-139.
- Parker, T. A. 1991. On the use of tape-recorders in avifaunal surveys. *Auk* 108:443-444.
- Tsui, C. C., Z. S. Chen, and C. F. Hsieh. 2004. Relationships between soil properties and slope position in a lowland rain forest of southern Taiwan. *Geoderma* 123:131-142.

- Van der maarel, E. 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* 39:97-114.
- 姜博仁, 王建仁, 鄭蕙如, 和朱佑璽. 2009a. 野生動物調查自動錄音技術開發與應用評估. 行政院農業委員會林務局. 98 農科-8.7.3-務-e1.
- 姜博仁, 朱祐璽, 鄭蕙如, 和林宗億. 2009b. 塔塔加地區野生動物自動化監測可行性評估. 玉山國家公園管理處. 玉山國家公園叢刊編號: 1186.
- 楊勝任. 2009. 玉山國家公園東部園區植群生態調查計畫. 內政部營建署玉山國家公園管理處.
- 裴家騏和姜博仁. 2004. 大武山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)。行政院農委會林務局保育研究 92-02 號。行政院農委會林務局.
- 鄭筑云. 2003. 墾丁國家公園內社頂地區自由活動犬隻對台灣梅花鹿 (*Cervus nippon taiouanus*) 的潛在衝擊. 碩士論文, 屏東科技大學, 內埔鄉, 屏東縣, 台灣.