

玉山國家公園塔塔加地區臺灣水鹿與遊客活動相關性

受委託單位：國立屏東科技大學

研究主持人：翁國精

研究人員：吳立越、沈祥仁、徐世佳、蘇怡德、張硯宇、

周庭安、杜宜庭

研究期程：中華民國 109 年 1 月至 109 年 12 月

研究經費：新臺幣九十一萬八千元

玉山國家公園管理處 委託辦理

中華民國 109 年 12 月

（本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見）

目錄

目錄-----	I
圖、表目錄-----	III
附錄-----	V
摘要-----	VI
Abstract-----	VII
一、前言-----	1
二、工作項目-----	5
三、研究方法-----	7
(一)、樣區選擇-----	7
(二)、紅外線自動照相機之架設-----	7
(三)、監測項目與指標計算-----	9
(四)、水鹿捕捉-----	10
(五)、水鹿出現機率與人為活動之相關性-----	10
(六)、資料分析-----	12
四、結果與討論-----	14
(一)、水鹿及遊客在塔塔加地區的相對豐度 (OI ₃) -----	19
(二)、比較遊客熱區與否兩類型地區，遊客及水鹿出現頻度的相關 性-----	22
(三)、比較水鹿出現頻度與遊客熱區距離的相關性-----	27
(四)、塔塔加地區水鹿及遊客的活動模式-----	29
(五)、比較遊客熱區與否兩類型地區，遊客及水鹿活動模式的相關 性-----	34

(六)、比較水鹿活動模式與遊客熱區距離的相關性-----	34
(七)、一般化線性模式分析水鹿出現頻度之影響因子-----	34
(八)、其他野生動物監測結果-----	38
(九)、捕捉水鹿的設計與備案-----	41
1、場地勘查與前期測試-----	41
2、陷阱設計及架設地點-----	42
3、捕捉過程及成效-----	46
4、陷阱改良及變更測試地點-----	51
(十)、水鹿出現機率與人為活動的關係-----	57
五、結論與建議-----	63
六、參考文獻-----	65

圖、表目錄

圖 1、人類活動對於野生動物負面影響的概念模型-----	2
圖 2、研究計畫調查樣區地圖-----	8
圖 3、塔塔加地區自動照相機分布情形及類別-----	16
圖 4、塔塔加地區神木林道拍攝到的持槍獵人-----	17
圖 5、塔塔加地區動物監測資料相關社群貼文-----	18
圖 6、塔塔加地區水鹿在各點位的 OI_3 -----	20
圖 7、塔塔加地區遊客在各點位的 OI_3 -----	21
圖 8、遊客熱區與非遊客熱區水鹿及遊客每月 OI_3 比較-----	24
圖 9、2020 年 2-9 月遊客熱區與非熱區水鹿逐月 OI_3 之關係圖-----	25
圖 10、遊客熱區與非熱區之水鹿及遊客出現頻度(OI_3)-----	26
圖 11、距離遊客熱點(大鐵杉)遠近與水鹿出現頻度(OI_3)之關係-----	27
圖 12、三種與遊客熱點(大鐵杉)之距離等級的水鹿及遊客出現頻度(OI_3) 的比較-----	28
圖 13、遊客及水鹿在塔塔加地區每小時的活動模式-----	29
圖 14、遊客熱區與非遊客熱區遊客與水鹿的活動模式-----	30
圖 15、三種與遊客熱區距離等級之遊客與水鹿的活動模式比較-----	31
圖 16、人為活動稀少之高海拔地區臺灣水鹿活動模式之比較-----	33
圖 17、水鹿與遊客活動模式相關係數與遊客熱區距離之關係-----	36
圖 18、塔塔加地區各物種在各點位的 OI_3 -----	39
圖 19、架設在塔塔加地區黑森林步道之尼龍軟網陷阱-----	44
圖 20、採行的捕捉流程圖-----	45
圖 21、黑森林步道之尼龍軟網陷阱位置-----	48
圖 22、架設於黑森林步道的尼龍網式陷阱-----	49

圖 23、M01 死亡之現場影像紀錄-----	50
圖 24、架設於楠溪林道的籠式觸發陷阱-----	53
圖 25、楠梓仙溪林道沿線之籠式觸發陷阱位置-----	54
圖 26、進入楠溪陷阱的臺灣水鹿-----	55
圖 27、可辨識標記的臺灣水鹿個體-----	56
圖 28-1、黑森林步道附近水鹿捕捉地點之水鹿出現情況與距離人為活動天數之分布-----	60
圖 28-2、黑森林步道附近水鹿捕捉地點之水鹿出現情況與距離水鹿上次出現天數之分布-----	60
圖 29、水鹿出現機率與距離上次人為活動天數之關係-----	61
圖 30、在當天有人為活動的情況下，水鹿出現機率與距離上次水鹿出現天數之關係-----	62
表 1、塔塔加地區監測水鹿及遊客的 23 台相機基本資訊-----	15
表 2、一般化線性模式評估水鹿出現頻度之影響因子參數估計結果----	37
表 3、黑森林步道附近捕捉地點水鹿出現與否與當天是否有人為活動之頻度分配表-----	59
表 4、黑森林步道附近捕捉地點水鹿出現機率與距離上次水鹿出現天數及距離上次人為活動天數之邏輯迴歸分析-----	59

附錄

附錄 1、塔塔加地區內拍攝到的遊客及水鹿照片-----	67
附錄 2、塔塔加地區自動照相機監測到的其他物種-----	68
附件 1、期中審查報告評審委員意見回覆-----	69
附件 2、期末審查報告評審委員意見回覆-----	76

摘要

近年來臺灣水鹿在高海拔地區的數量日益增加，高山型國家公園遊客數量也不斷上升，兩者的接觸機會頻繁，在動物與人類的生態、健康、安全管理上形成新的挑戰。而遊客在國家公園內的活動對於野生動物行為的影響，是經營管理上亟需重視的問題。本計畫以自動相機監測塔塔加地區遊客與水鹿的活動，並比較其出現頻度、活動模式與空間分布；並嘗試捕捉台灣水鹿，以建立日後水鹿生態學調查技術。研究結果顯示(1) 水鹿活動地點明顯避開遊客活動區域，距離遊客熱區越遠，水鹿的出現頻度越高；(2) 水鹿的日活動週期亦避開遊客的活動高峰，在距離遊客熱區越近的區域，水鹿越偏向在夜間活動，反之則偏向終日活動，顯示水鹿日間會避開遊客熱區；(3) 每個月的遊客量變化與當月的水鹿出現頻度沒有顯著相關，這可能是因為水鹿的日活動週期與分布空間都已避開遊客，因此遊客數量的變化並沒有明顯影響水鹿。本計畫的捕捉經驗亦顯示塔塔加地區水鹿對於人類活動極為敏感，在捕捉地點有人類活動的 33 天當中，僅 2 天晚上有水鹿出現；而沒有人類活動的 141 天當中，有 81 天晚上有水鹿出現。綜合以上結果，本研究認為塔塔加地區水鹿對人類活動極為敏感，因此人類與水鹿接觸的機率極低，暫時沒有疾病、安全、健康上的顧慮。然而隨著遊客與水鹿數量的同步成長，以及遊客對動物友善的情況持續之下，水鹿未來仍有可能逐漸適應遊客的存在而降低對人類的警戒，使得兩者的接觸風險提高。本研究建議未來應以衛星追蹤研究塔塔加水鹿在鄰近公路的區域之移動行為，以評估水鹿可能造成的交通安全風險。

Abstract

The abundance of Formosan sambar has increased in alpine areas in recent years. Number of tourists at alpine national parks also increases continuously. Opportunities of contacts between sambar and tourists bring new challenges to the ecology, health, and safety management for human and animals. The impact of tourist activities in national parks on wildlife behavior is an important topic in management. This project monitored activity of human and Formosan sambar in the Tataga area using camera traps and compared their frequency of appearance, activity pattern and spatial distribution. This project also tried to capture sambar for future ecology studies. Results shows that 1) sambar avoided tourists in its spatial distribution. Frequency of appearance was higher at locations further from tourist hot zone. 2) Sambar also avoided tourists in its daily activity pattern. Sambar tended to be active during the night in areas closer to tourist hot zone. 3) Monthly tourist numbers was not correlated with monthly abundance of sambar. This was likely because sambar avoided tourists in its daily activity spatially and temporally. Sambar did not need to adjust its spatial distribution according to the number of tourists. The capture experience of this project also showed that sambar was highly sensitive to human activity. Among the 33 days in which human activity was recorded at the capture site, sambar appeared only in two nights. Among the 141 days in which human did not present at the capture site, sambar appeared in 81 nights. Therefore, we argue that sambar in the Tataga area is sensitive to human activities. Probability of contact between sambar and tourists is low. Currently there is no concern about safety and health of sambar and tourists. However, with continuous growing of the number of sambar and tourists, and also with friendly attitude of tourists toward sambar, it is possible that sambar may get used to tourists and finally contacts between human and animal may happen. Future research could use GPS telemetry to study the movement of sambar adjacent to roads and to evaluate possible traffic risks caused by sambar.

一、前言

臺灣水鹿(*Rusa unicolor swinhoii*，以下簡稱水鹿)族群近年在許多地區的數量與分布都明顯增長的情況。水鹿雖為原生特有亞種，但在族群呈現高密度的情況下，其啃食樹皮的習性可能會造成森林植被的破壞、樹木死亡，進而導致地景、生態多樣性的破壞。而在遊客較密集的地區，這樣的情況可能會更加嚴重。臺灣在 90 年代時就曾經因為遊客的餵食使得赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)族群密度上升，造成柳杉林被啃食環狀剝皮而死亡。除了森林的破壞，與遊客較多的接觸也可能造成野生動物行為的改變，例如伴隨遊客而來的廚餘、垃圾等帶來衛生問題，也吸引野生動物取食人類食物。因此，遊客在國家公園內的活動對於野生動物行為的影響，是經營管理上亟需重視的問題。

需要注意的是，人類活動對於野生動物的影響可以分為多個層次。依據 Knight & Cole (1995)的概念，人類的遊憩活動對野生動物的干擾包括對動物活動的干擾 (disruption of activity)，棲地改變 (habitat alteration)，及直接接觸 (direct contact) 三大類 (圖 1)。而動物對這些干擾的立即反應包括行為變化、生理變化、受傷或死亡等三種。而這些動物的反應長期而言會間接造成個體的行為變化、活動力變化、生產力變化、死亡等情況。而上述個體層次的影響可能又間接造成族群豐度、分布、結構改變。最後，群聚 (community) 的物種組成和物種間的交互作用可能受到影響。

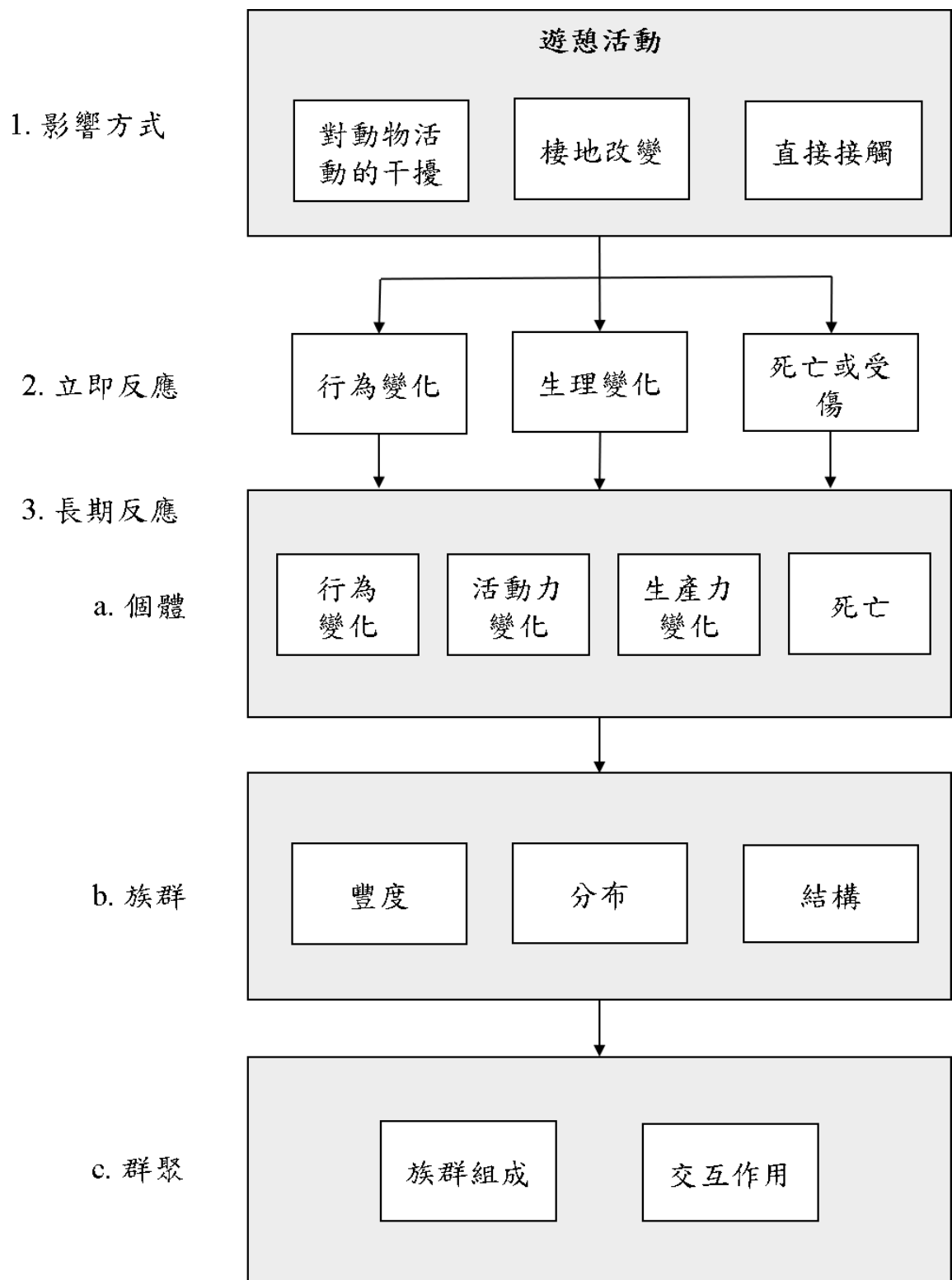


圖 1、人類活動對於野生動物負面影響的概念模型。改繪自 Knight & Cole (1995)

就保育的目的而言，族群、物種及群聚的存續能力才是需要關注的層次。然而，族群或族群以上的變化情況需要長期的監測與研究才能顯現，短期（數年內）的研究只能觀察到動物對人類活動的立即反應，長期而言這些反應是否影響族群或族群以上階層的改變，難以在短期的研究中得到結論。因此，本研究設定的水鹿與遊客活動的相關性，關注的是水鹿對遊客活動短時間內變化的反應。例如，如果水鹿的豐度指標、分布、活動模式等會隨著每月的遊客人次而改變，表示水鹿對遊客的人次變化有立即的反應。至於水鹿的這些反應是否會影響個體的生存及繁殖，進而影響族群的豐度，則有待未來長期研究才能得知。

除了遊客活動之外，環境因子也是影響動物活動的因素之一。塔塔加地區為遊憩區與一般管制區之交界地帶，亦是鄰近生態保護區及石水山等水鹿豐度相當高之區域，水鹿所面臨的環境錯綜複雜。Yen et al.(2019)以衛星追蹤的方式針對太魯閣國家公園磐石山區的水鹿族群棲地選擇做研究，提出了水鹿的棲地選擇模型，顯示水鹿偏好檜木林、松類針葉林、鐵冷杉林及灌叢，並發現公鹿在熱季（五至十月）的活動範圍最大，約 1.4 平方公里，冷季（十一月至四月）時雌雄兩性的活動範圍大致皆為 0.7 平方公里。相對於塔塔加地區而言，磐石山區遊客稀少，水鹿之行為可視為不受人為干擾的自然狀態。因此，本研究套用 Yen et al. (2019)的模型，預測水鹿在塔塔加地區的分布，並與遊客活動共同當作統計模型之自變數，以評估環境（模型預測結果）與遊客兩者與水鹿活動的相關性。

由於動物可能因季節、性別、年齡、生活史階段等因素而改變其活動時間及地點。例如，族群在面臨季節變化時可能有遷移行為，雌雄同群的現象可能因為繁殖季而變得更頻繁，人類的活動可能改變野生動物的活動模式。例如歐亞野豬在越靠近人類部落時，會逐漸從日行性改變成夜行性，

可能是因為要提升入侵農地的成功率。因此，探討野生動物與遊客活動之關係需要長時間的持續觀察與大量的樣本數，以衛星追蹤為最恰當的研究工具。本研究將初步嘗試捕捉水鹿，以做為衛星追蹤之可行性評估，為未來進行水鹿移動模式與遊客活動關聯性研究建立基礎資料。

綜合以上所述，本研究將以玉山國家公園塔塔加地區及其周邊區域為研究樣區，同步監測水鹿與遊客活動，及嘗試捕捉並標記水鹿，以瞭解遊客與水鹿的活動時間與區域是否有顯著相關，並據此提供未來研究與經營管理建議，以因應水鹿與遊客之間可能的相互影響。

二、工作項目

(一) 透過自動照相機監測水鹿於塔塔加地區活動之個體或群體數，與遊客活動行為之互動關係，藉由自動照相機累積臺灣水鹿相關生態行為影片、照片等作為解說素材。

(1) 提供塔塔加地區臺灣水鹿生態行為短片至少 5 則

(2) 提供塔塔加地區臺灣水鹿生態照片至少 100 張以上

(二) 在樣區內篩選兩種類型的子樣區，分別為遊客熱區以及非遊客熱區的樣線，並以紅外線自動照相機調查遊客與水鹿之活動模式與相對豐富度。分析水鹿與遊客活動模式、分布地點、出現頻度之相關性。

(1) 比較遊客熱區與非熱區兩類型地區，遊客活動模式與水鹿活動模式的相關性。

(2) 比較遊客熱區與非熱區兩類型地區，遊客出現頻度與水鹿出現頻度之相關性。

(3) 比較水鹿之出現頻度與遊客熱區距離遠近的相關性。

(4) 比較水鹿之活動模式與遊客熱區距離遠近的相關性。

(5) 監測調查資訊以 Darwin Core 核心資料建立且至少含括物種名稱、數量、經度坐標、緯度坐標、調查日期、調查者及調查方法。

(6) 提供玉山國家公園管理處相關經營管理及防治對策。

(7) 提供臺灣水鹿與遊客活動相關性之新聞稿至少 1 則。

(三) 嘗試於塔塔加地區捕捉追蹤並標記臺灣水鹿至少 2 隻，透過自動

照相機記錄追蹤有標記之個體，紀錄其移動模式以及活動區與遊客主要遊憩活動區關係。

(四) 提供解說教育用文稿並張貼於玉山國家公園管理處官網或公開社群網站(如臉書粉絲專頁、Instagram 等)至少 2 則，字數 100~200 字以內可搭配短片或照片說明臺灣水鹿對遊客活動之反應，及人類與野生動物互動之注意事項。

(五) 協助審查 109 年度玉山國家公園管理處臺灣水鹿相關之保育宣導文宣、出版品等文稿內容。

三、研究方法

本計畫以紅外線自動照相機(BTC-8A, Browning trail cameras, USA)調查遊客人次、出現頻度與活動模式，以及臺灣水鹿之相對豐富度與活動模式。

(一) 樣區選擇

本計畫預期遊客活動對水鹿之影響隨著與遊客熱區距離增減而有所改變，因此本計畫將樣區分為(1)遊客熱區，包括(a)玉山林道，亦即大鐵杉、麟趾山、雙鞍步道及鹿林山登山口之間；(2)非遊客熱區，包括(a)楠溪林道，亦即玉山登山口至玉山國家公園管理處楠梓仙溪保育研究站之間；(b)鹿林山天文台步道，亦即鹿林山天文台至石水山之間。(c)新中橫台 21 線，亦即排雲登山服務中心、東埔山莊至塔塔加夫妻神木之間。本計畫於這些樣區（圖 2）選擇合適地點架設自動照相機，以評估遊客的活動量、活動模式與水鹿之相對豐富度、活動模式。

(二) 紅外線自動照相機之架設

每個樣區之紅外線自動照相機兩台之間距離至少 150 公尺，相機排列不成直線，而實際架設時會依現場狀況與獸徑之分布作調整。新中橫省道、玉山林道、楠溪林道、鹿林天文台步道總共架設約 23 台相機（見結果與討論）。遊客活動熱區之監測以登山口及步道終點篩選適合地點，以能反映實際活動狀況及不被遊客發現為原則。自動照相機資料每 1-2 個月收集一次。

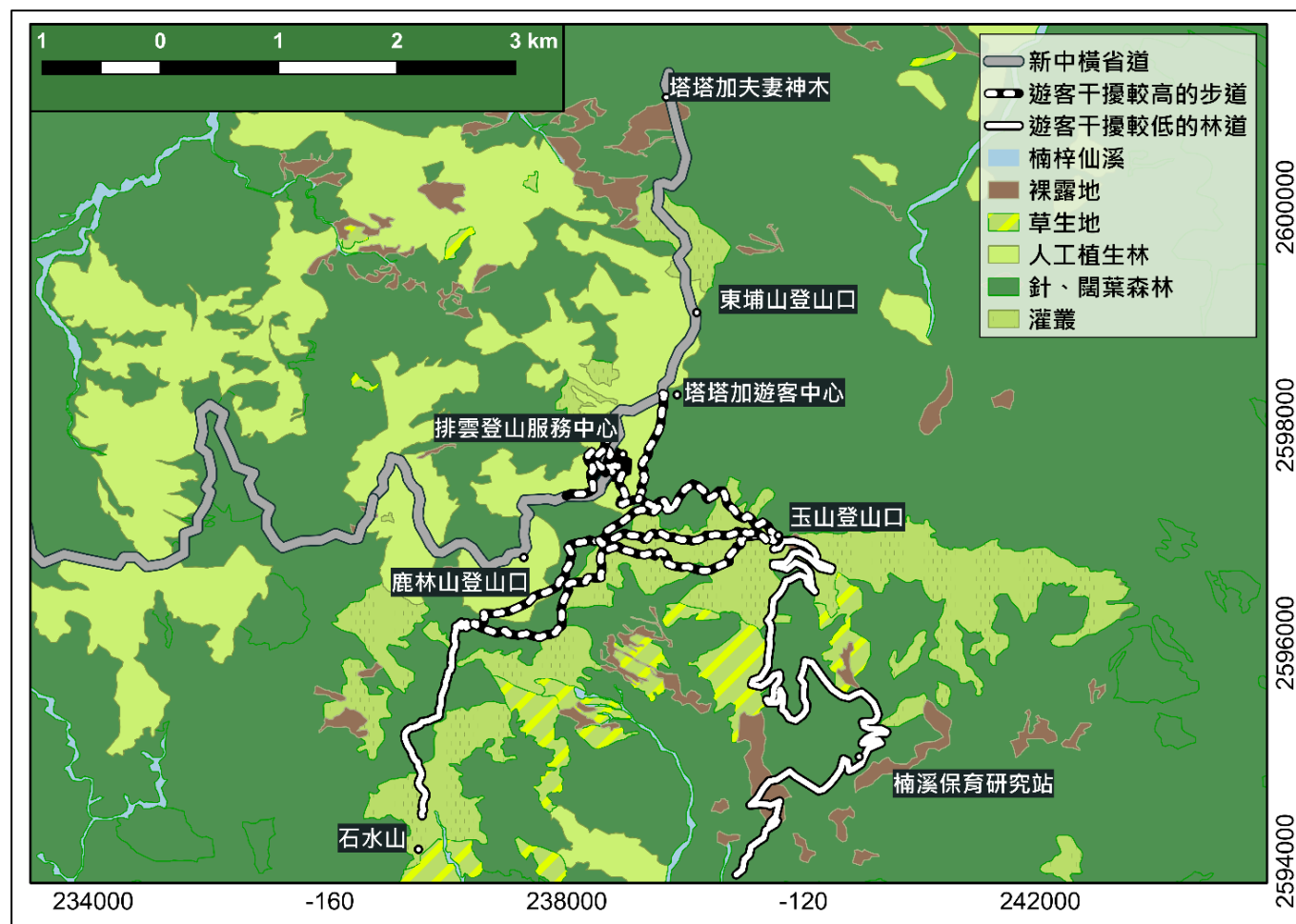


圖 2、研究計畫調查樣區地圖

(三) 監測項目與指標計算

本計畫以兩項指標評估水鹿與遊客活動程度的相關性，分別為相對豐富度指標及活動模式。相對豐富度指標參考古馥宇(2018)的研究成果所建議的指標 $OI_3(2hr)$ ，即修正國內調查普遍使用的物種出現指數(occurrence index, OI)(裴家騏、姜博仁，2002)，其計算方式為：(一物種在某相機樣點的有效照片數/該樣點的總工作時數) x 1000 小時；而有效照片之定義為：(1)自第一張動物照片起 2 小時內所有同物種的照片皆不計算，超過 2 小時之後的第一張同物種照片計算為第二張有效照片，並由此張照片起 2 小時內的所有同物種照片皆不計算，依此類推；(2)不分辨個體，亦不計算同一張照片內之個體數。此指標除了與絕對族群量估計值相關係數達 0.786 (原始定義之 OI 值為 0.748)，其變異係數(coefficient of variation)為 0.391，低於原始 OI 之 0.409。

活動模式以每小時動物之相對活動機率表示。假設共有 n 台相機，第 i 台相機在第 j 小時拍到目標物種之天數為 y_{ij} (不計算照片數)。則第 j 小時的活動相對機率為

$$P_j = \frac{\sum_{i=1}^n y_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{24} y_{ij}}$$

其中 i 為相機編號， j 為小時 (0-24)， y 為拍到目標物種的天數。

例如編號 1 的相機在監測期間有 5 天在上午 8 點 (8:00-9:00) 拍到目標物種，則 $y_{1,8} = 5$ ；編號 2 的相機在監測期間有 7 天在上午 8 點拍到目標物種，則 $y_{2,8} = 7$ ；則兩台相機合計在上午 8 點拍到目標物種的天數為 $y_{8,8} = 12$ ，依此方式計算每一小時的 y 值。若所有相機在上午 8 點拍到目標物種的總天數為 70，即 $y_{8,8} = 70$ ，且所有相機在所有時段拍到目標物種的總天數為 500 (亦即 $y_{..} = 500$)，則該物種在早上 8 點的相對活動機率 P_8

為 $70/500=0.14$ 。此計算方式使得動物在一天內每個小時的活動機率總和為 1。遊客的活動模式亦比照此定義計算。

遊客活動則以三項指標呈現，亦即遊客出現頻度、遊客活動模式及與遊客活動熱區的距離。其中遊客出現頻度利用步道起點至終點間的適當地點架設紅外線自動照相機以進行監測，調查單位為小時，計算每小時被相機拍攝到的遊客人次，遊客活動模式的計算方式與動物活動模式相同。

（四）水鹿捕捉

由於本計畫的水鹿捕捉屬於嘗試性質，因此並非以特定之方法執行，而是先以顏士清(2013)使用之方法捕捉，再依據實際捕捉狀況調整或改變方法。因此，本計畫將嘗試捕捉之過程與捕捉方法的改進情形置於「結果與討論」一節。

（五）水鹿出現機率與人為活動之相關性

由於本計畫截至期末報告期限為止並未捕獲水鹿，且正式捕捉期間水鹿幾乎從未進入陷阱（見「結果與討論」一節）。因此為了檢驗水鹿出現機率是否與人為活動相關，本計畫利用黑森林捕捉樣點的水鹿出現狀況與人為活動紀錄做檢驗。本計畫將每日水鹿出現與否定義為一個二項式變數，亦即將每日水鹿活動區分為「有」和「沒有」兩種狀況。本計畫預期人為活動會影響水鹿出現機率（無論為正面或負面的影響），此影響隨著與上次人為活動之天數越長，影響程度越低。另外，根據黑森林捕捉樣點的自動相機記錄，水鹿出現時間有集中的趨勢，也就是當水鹿出現時，水鹿會連續多天出現於樣區，當水鹿不再出現時，也會連續多天不出現。因此，

本研究預期距離上次水鹿出現的時間越近，水鹿出現的機率越高，但是當距離上次水鹿出現的時間逐漸延長，水鹿出現的機率會再度上升。因此在本計畫採用的模型當中，影響水鹿出現機率(P)的因子（自變數）有兩種，即「距離上次人為活動之天數 H」以及「距離上次水鹿出現之天數 D」，其中「距離上次人為活動之天數」與水鹿出現之機率成線性關係，而「距離上次水鹿出現之天數」與水鹿出現之機率成非線性關係。本研究以邏輯迴歸檢驗水鹿出現機率與上述兩個因子是否有顯著之關係。雖然水鹿出現機率可能受到環境因子的影響，但是黑森林捕捉樣點的監測時間集中於 7-9 月，同屬於夏季期間，本研究認為同一季節內人為活動對水鹿出現的影響應大於環境因子。承上所述，本研究建立下列之邏輯迴歸模型。

$$\text{logit}(P) = H + D + D^2$$

其中人為活動並無強度上的區別，水鹿出現也沒有頻度的區別。本研究以 SAS 9.4 的 LOGISTIC 程序分析上述的邏輯迴歸。

本研究另外以卡方分析檢驗水鹿出現與否與當天是否有人為活動之間是否相關。

（六）資料分析

本研究分析以下項目，以評估遊客活動對水鹿等中大型哺乳動物的影響。

1. 比較遊客熱區與非熱區兩類型地區，遊客活動模式與水鹿活動模式的相關性

比較兩組樣線遊客活動模式與水鹿活動模式，計算兩者之間的相關係數（Pearson's correlation coefficient）。

2. 比較遊客熱區與非熱區兩類型地區，遊客出現頻度與水鹿出現頻度之相關性

統計每月遊客出現頻度與水鹿出現頻度，並計算兩者之相關係數。

3. 比較水鹿之出現頻度與遊客熱區距離遠近的相關性

將各相機之水鹿的 OI_3 值與各相機與遊客熱區之距離做線性迴歸分析，以瞭解 OI_3 值是否隨遊客熱區距離的增減而改變。

4. 比較水鹿之活動模式與遊客熱區距離遠近的相關性

將步道上各相機與主要遊客熱區之距離區分為數個級距，包括小於 1000 公尺、1000-1500 公尺、大於 1500 公尺等，並比較每個等級內水鹿的活動模式是否一致。

5. 一般化線性模式探討影響水鹿出現頻度的可能因子。

由於水鹿活動亦受到環境的影響，本計畫依據 Yen et al. (2019) 的水鹿棲地選擇模型，收集可能影響水鹿利用機率之環境因子，包括植群類型、海拔、坡度、濕度（坡向）、日照強度等，與遊客活動指標（包括遊客出

現頻度、與遊客熱區距離，見「監測項目與指標計算」一節）一同列為自變數，並以一般化線性模式(*generalized liner model*)分析自變數與水鹿出現頻度之相關性，以評估環境因子與遊客活動對水鹿出現頻度之相對重要性。

四、結果與討論

本研究在塔塔加地區共架設 23 台相機(表 1)，並依架設區域成兩種類型，第一種為「遊客熱區」，包含監測遊客($n=5$)及監測水鹿($n=5$)的相機，且監測遊客及監測水鹿的相機為兩兩一組，如圖 3 的 A、B、C、D、E 等五組，目的在於觀測同一樣點遊客及水鹿出現頻度的相關性。另一種為「非遊客熱區」，含監測水鹿的相機 13 台。其中「非遊客熱區」的相機以大鐵杉為圓心，依照相機與大鐵杉的距離，共劃分成小於 1000 m、1000-1500 m 以及大於 1500 m 三種級距，目的在觀測水鹿的出現頻度是否與距離遊客熱區遠近有關。

本研究 23 台相機截至 2020 年 10 月 6 日為止，總監測時數達 6,702 個小時，拍攝相片為 454,969 張相片，有效照片數共 7508 張。除分析物種之出現頻度及活動模式外，也針對樣區內出現的持槍獵人做紀錄(圖 4)，並提供 12 則水鹿生態短片及監測期間全數照片，及 2 則塔塔加地區社群貼文(圖 5)。

表 1、塔塔加地區監測水鹿及遊客的 23 台相機基本資訊。相機名稱中相同的英文字母代表兩台相機為同一組。座標系統為 TWD97。 *B01 原架設日期為 2020/02/07，但隨後遭偷竊，2020/05/20 才重新架設完畢。

相機名稱	地點描述	監測目標	遊客熱區	與熱區距離	X	Y	開始監測日期
A01	塔塔加遊客中心(客)	遊客	是	<1000m	238641	2597485	2020/02/07
A02	塔塔加遊客中心(鹿)	水鹿	是	<1000m	238772	2598091	2020/02/06
B01*	鹿林山(客)	遊客	是	1000-1500m	237785	2596413	2020/05/20
B02	鹿林山(鹿)	水鹿	是	1000-1500m	237790	2596403	2020/02/07
C01	黑森林(客)	遊客	是	<1000m	238723	2596819	2020/02/07
C02	黑森林(鹿)	水鹿	是	<1000m	238586	2596799	2020/02/07
D01	大鐵杉(客)	遊客	是	<1000m	238855	2597284	2020/02/07
D02	大鐵杉(鹿)	水鹿	是	<1000m	238909	2597285	2020/02/07
E01	麟趾山(客)	遊客	是	<1000m	238430	2596987	2020/02/07
E02	麟趾山(鹿)	水鹿	是	<1000m	238493	2596971	2020/02/07
DP01	箭竹林 (東埔 01)	水鹿	否	1000-1500m	239032	2598467	2020/02/07
DP02	基地台 (東埔 02)	水鹿	否	1000-1500m	238993	2598364	2020/02/06
DP03	東埔山 (東埔 03)	水鹿	否	>1500m	239109	2598891	2020/02/06
NS01	(楠溪)玉山登山口 (楠溪 01)	水鹿	否	<1000m	239237	2596557	2020/02/06
NS02	楠溪 1.5K (楠溪 02)	水鹿	否	1000-1500m	239725	2596618	2020/02/07
SM01	神木林道	水鹿	否	1000-1500m	238437	2598233	2020/02/06
SS01	石水山 01	水鹿	否	1000-1500m	237045	2596006	2020/02/07
SS02	石水山 02	水鹿	否	>1500m	237020	2595881	2020/02/07
SS03	石水山 03	水鹿	否	>1500m	236783	2594423	2020/01/04
SS04	石水山 04	水鹿	否	>1500m	236771	2594631	2020/01/01
SS05	石水山 05	水鹿	否	>1500m	236744	2594822	2020/01/02
SS06	石水山 06	水鹿	否	>1500m	236744	2594822	2020/01/02
SS07	石水山 07	水鹿	否	>1500m	236744	2594822	2020/01/02

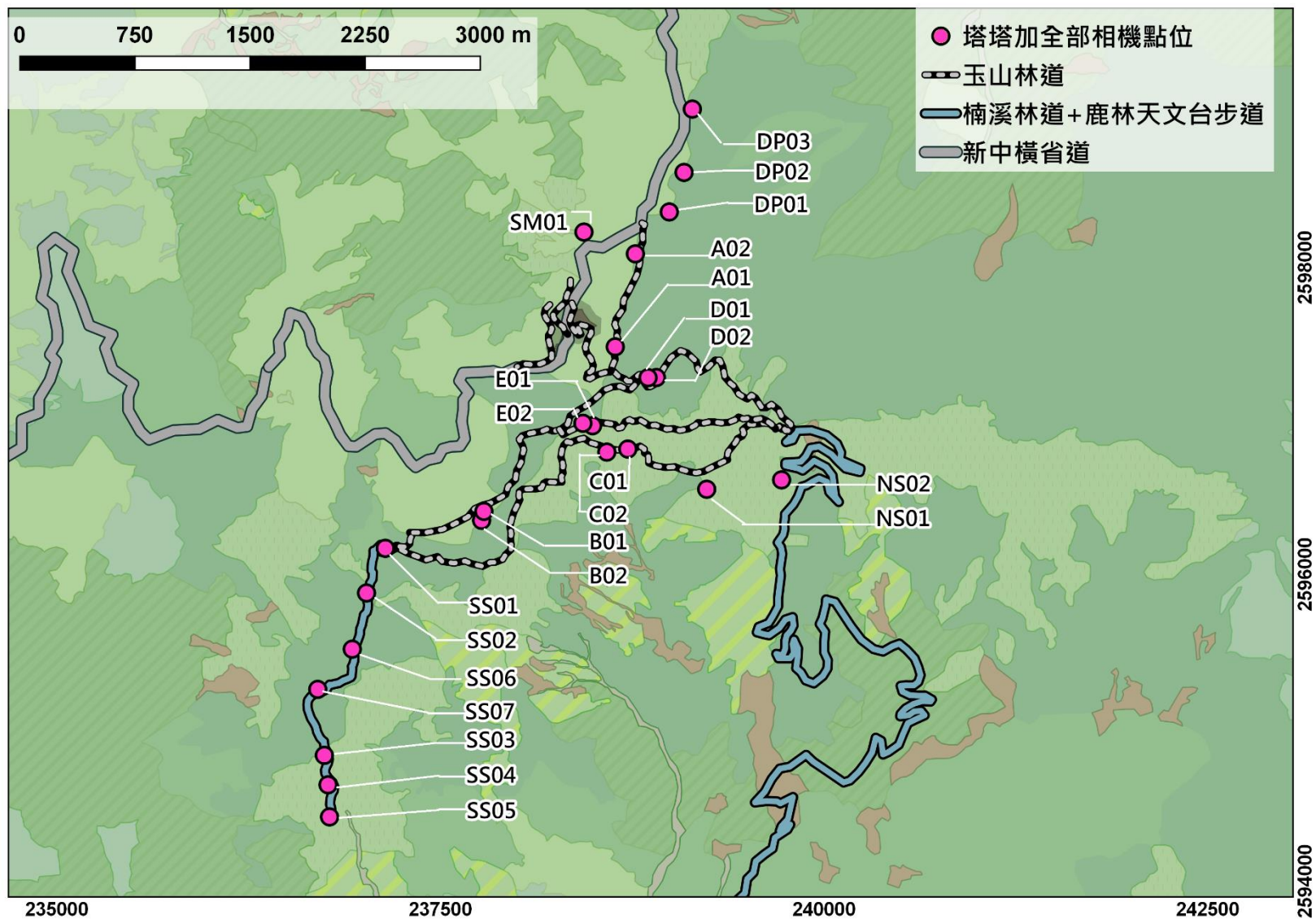


圖 3、塔塔加地區自動照相機分布情形及類別，其中，A、B、C、D、E 為遊客熱區之分組，尾數 01 架設在步道監測遊客；尾數 02 則架設在避開遊客步道的獸徑監測水鹿，其他則為非遊客熱區之分組，尾數為架設順序的流水號。



圖 4、塔塔加地區神木林道拍攝到的持槍獵人(臉部經模糊處理)

(a)

玉山國家公園 · 4月9日 · 🌙

在陣陣寒風習習吹來，四季軌道步入孟春時，2月是高山花木褪盡黃衫，玉山杜鵑蟄伏待發的季節，也是冬候鳥蒼鷹橫跨遷徙時節，懷著生存勇氣，挑戰自然殘酷。是趟未知的冒險艱辛漫漫，多少日夜折磨競速風險與生命折損。鞍部是航行中繼站稍作歇息片刻，啟程赴冬之驛站。

❤️ 影像提供：國立屏東科技大學野生動物保育研究所翁國精教授
 ❤️ 影像日期：2020年2月24日上午6點左右
 ❤️ 影像主角：蒼鷹(Accipiter gentilis)

🗣️ 小編愛說話：
 蒼鷹為迷鳥及冬候鳥。嘴爪彎曲銳利，以小型動物為食。來臺度冬的候鳥出現於中高海拔的開闊林地。主要食物為鼠類、小鳥、昆蟲。曾在陽明山國家公園、墾丁國家公園、金門國家公園、東沙環礁國家公園被發現及紀錄。

此影像係由國立屏東科技大學野保所翁國精教授及其研究團隊監測調查玉山園區內臺灣水鹿移動與遊客活動相關性計畫，透過紅外線自動照相機監測野生動物生活習性，研究團隊回收影像資料時發現稀有冬候鳥蒼鷹在塔塔加地區，經查找玉管處歷年研究調查清冊資料，該物種未曾在園區內出現，可算是第一次記錄到蒼鷹，亦為園區生物多樣性增添色彩。雖說拍攝距離關係，讓影像帶點朦朧美，但保持適當社交距離，欣賞鷹姿煥發也是不錯的選擇。😊

🌟 蒼鷹(Accipiter gentilis)小百科：
 身長：47~59 cm
 翼展：106~131 cm
 分布：廣布於整個北半球各大洲北部。
 少數族群會向南度冬，東北亞及日本本州以北的部分族群會至華南、日本四國以南度冬。
 在臺灣為稀有的冬候鳥，以往度冬的紀錄並不多，通常在中高海拔山區（海拔1,300至2,300公尺），包括宜蘭縣鴛鴦湖、臺中思源、武陵農場、福壽山農場等處。每年春季過境期在臺北縣觀音山有多次紀錄。
 (資料來源:臺灣國家公園生物多樣性資料庫、臺灣生命大百科、臺灣猛禽研究會)

431 2則留言 · 7次分享 · 2,672次瀏覽

(b)

【關於臺灣水鹿雄性打鬥】

雄性臺灣角周期與繁殖周期有密切關聯，推估野外臺灣水鹿族群可能開始出現發情行為(包含打鬥、雌雄同群、交配)的時間約在9~12 月左右。由於雄性臺灣在非繁殖季通常為單獨活動，只有在繁殖季的時候會聚集並有打鬥行為，推測雄性臺灣水鹿打鬥行為之原因可能與爭取母鹿的交配權有關。



圖 5、塔塔加地區動物監測資料相關社群貼文。(a)張貼於玉山國家公園專業之社群貼文；(b)社群貼文之原稿。

(一) 水鹿及遊客在塔塔加地區的相對豐度(OI_3)

由於相機 NS01 鄰近預計捕捉的地點，考量到陷阱的架設及誘餌設置會影響水鹿的出現頻度，與其他地區相機進行比較時會產生混淆效應，因此在呈現塔塔加地區水鹿的 OI_3 分布圖時，將 NS01 刪除，另外 SS04 因 8 月時損壞，8 月僅紀錄到 1 周的資料，因此 SS04 的 8 月份資料不納入 OI_3 的計算，僅用於活動模式的分析。

結果顯示，所有 23 台相機中每一台都有拍到水鹿出沒。遊客熱區的水鹿的 OI_3 以玉山林道往鹿林山方向(B01、B02) 以及麟趾山(E02)較高；非遊客熱區則在往石水山的步道(SS03、SS04、SS07、SS02)較高(圖 6)，其中 SS02、SS03、SS04、SS07 距離本研究設定的遊客熱區皆為 1,500m 以上，有可能是因遠離遊客熱區而較少遊客干擾，因此水鹿出現頻度較高。拍攝到遊客的相機共有 9 台(圖 7)，分別是 A01、B01、C01、D01、E01、SM01、SS02、SS03 及 SS07，遊客的 OI_3 在塔塔加地區前四名依序為塔塔加遊客中心(A01)、黑森林步道(C01)、鹿林山步道(B01)，及大鐵杉(D01)。比較圖 6 與圖 7，可以發現遊客的活動非常集中，而水鹿雖為廣泛分布，但在遠離遊客熱區的樣點出現機率較高。

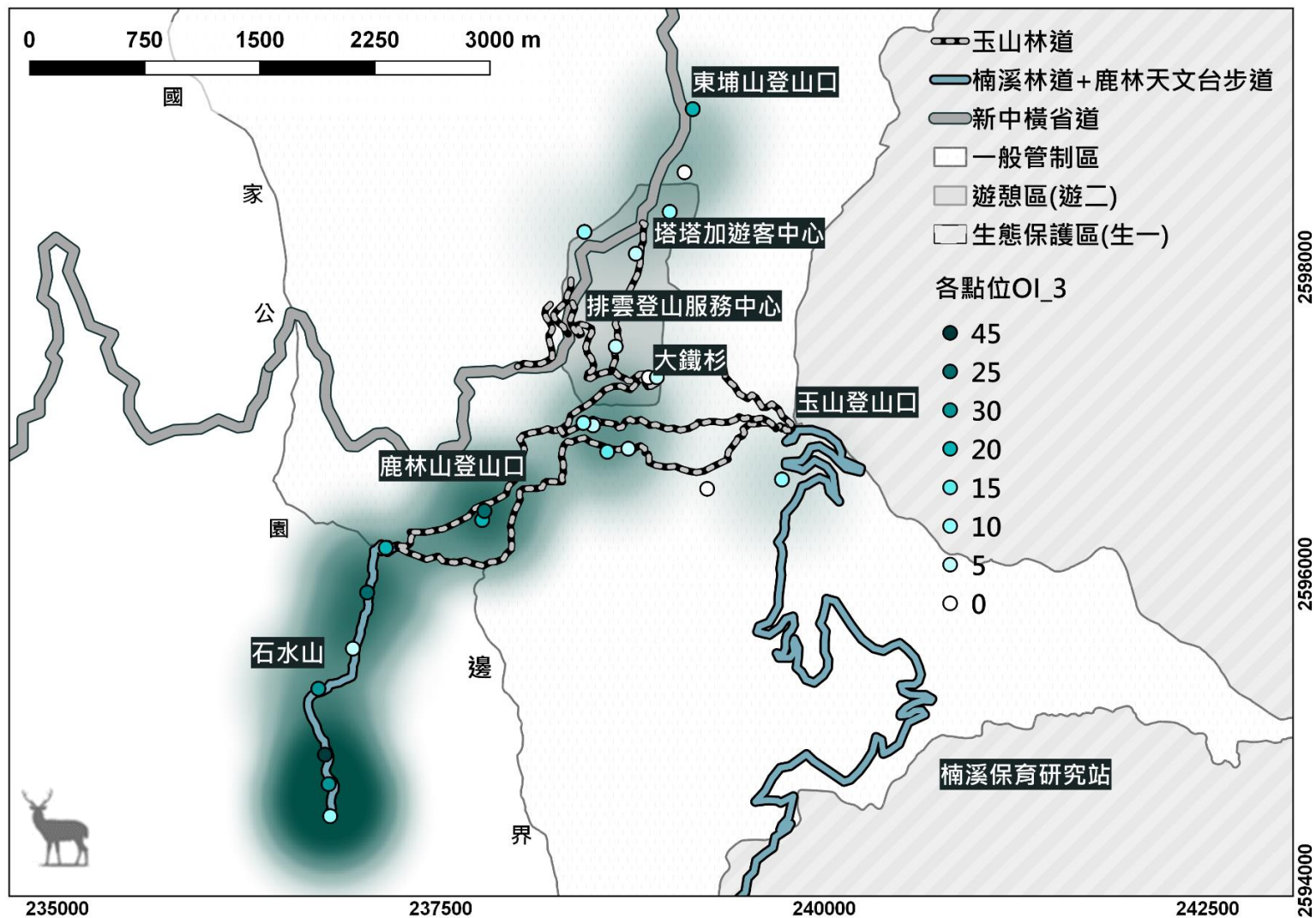


圖 6、塔塔加地區水鹿在各點位的 OI₃，點的顏色呈現數值高低，深色代表該點水鹿 OI₃ 高；反之則少。色塊則是根據各樣點監測到水鹿的出現頻度製作的熱區圖，顏色越深代表該地區記錄到水鹿的機率越高。底圖為第三次通盤檢討之範圍，斜線為生態保護區、淺色階為一般管制區而深色階為遊憩區。

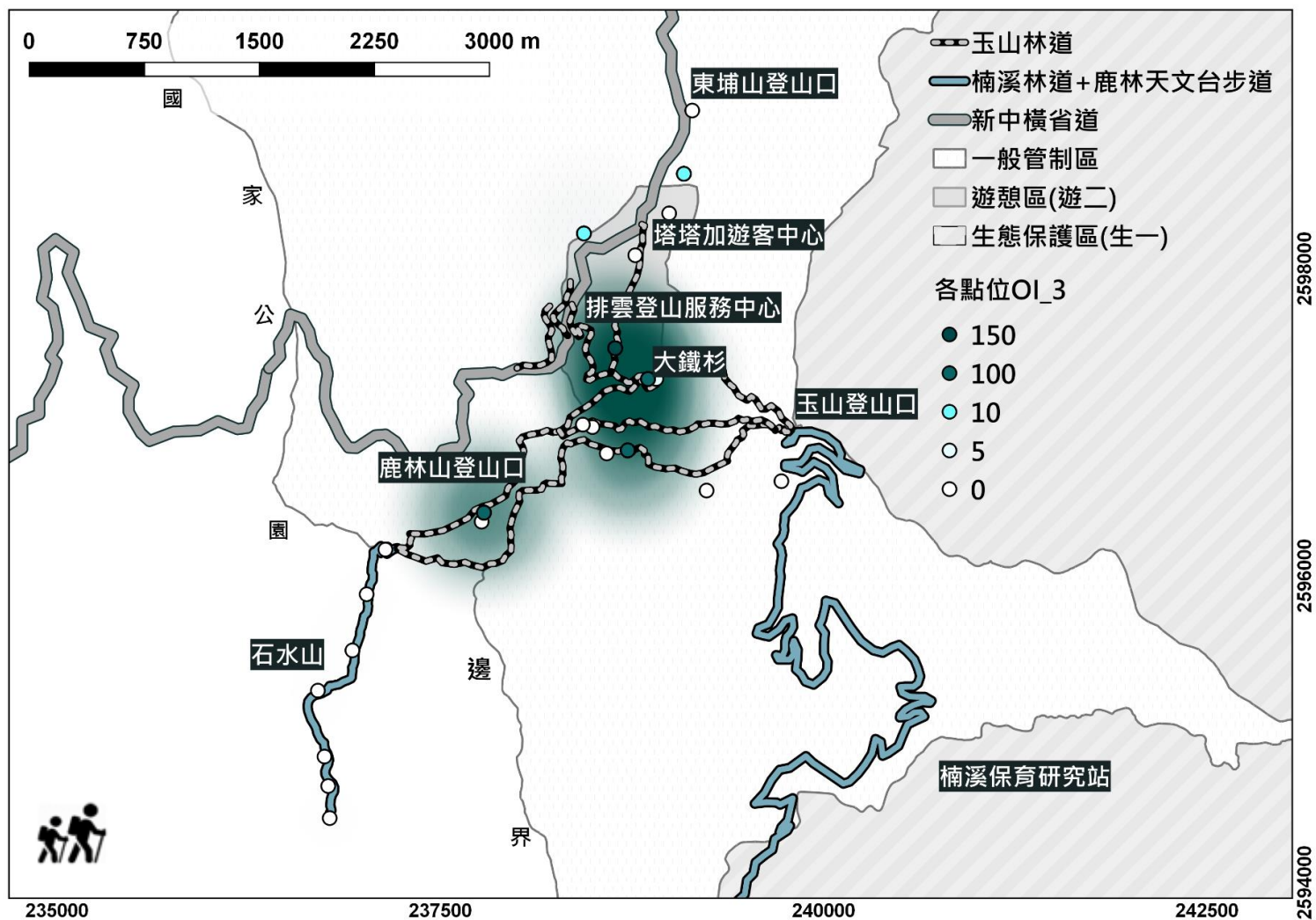


圖 7、塔塔加地區遊客在各點位的 OI₃，點的顏色呈現數值高低，深色代表該點遊客 OI₃ 高；反之則少。色塊則是根據各樣點監測到遊客的出現頻度製作的熱區圖，顏色越深代表該地區記錄到遊客的機率越高。底圖為第三次通盤檢討之範圍，斜線為生態保護區、淺色階為一般管制區而深色階為遊憩區。

(二) 比較遊客熱區與否兩類型地區，遊客及水鹿出現頻度的相關性

為了探討遊客量是否與水鹿的出現頻度相關，本計畫計算遊客熱區與非熱區內每月的遊客量與水鹿出現頻度的相關係數，其中遊客與水鹿之出現頻度皆採用自動相機之監測結果，並以 OI_3 表示。截至 10 月為止，遊客熱區內水鹿及遊客逐月的出現頻度沒有顯著相關 ($r=0.349$, $P=0.154$ ，圖 8a)，而非遊客熱區內，水鹿及遊客每月的出現頻度之間有接近顯著的負相關性 ($r=-0.408$, $P=0.074$ ，圖 8b)。從上述結果看來，塔塔加地區的每月水鹿出現頻度似乎不受當月的遊客量影響。但若分析遊客熱區內的遊客量與非遊客熱區的水鹿出現頻度，則可發現兩者呈高度的正相關 ($r=0.804$, $P<0.001$ ，圖 8c)，亦即當遊客熱區的遊客增加時，水鹿在非熱區的出現頻度就會上升，似乎暗示著水鹿在遊客量增加時會往非熱區移動。為了檢驗水鹿是否會在兩區之間移動，本計畫比較遊客熱區與非熱區水鹿的每月出現頻度，結果顯示兩區的水鹿出現頻度有接近顯著的正相關性 ($r=0.622$, $P=0.073$ ，圖 9)，顯示兩區的水鹿出現頻度變化在時間上一致，亦即水鹿並不會隨著遊客量的增減而在兩區之間移動。

本計畫推測水鹿出現頻度不會隨遊客量改變的原因可能是(1)每年六至八月左右為塔塔加地區幼鹿(出生三個月內之個體)發生的高峰(劉茗玥，曹昱彥 2020)，此後幼鹿即與母鹿共同活動，而六月至十月期間恰好為遊客較多的月份，可能幼鹿與母鹿傾向避開人類活動而多位在非遊客熱區活動，因此造成旅遊旺季在非遊客熱區水鹿出現頻度較高的現象。(2)非遊客熱區之遊客出現頻度極低，圖 8b 在四、五月的遊客量高峰是因神木林道施工而有較高的人為活動，而其他月份幾乎沒有遊客，因此造成水鹿出現頻度與遊客量接近顯著的負相關。(3)水

鹿的主要空間分布範圍及每日活動時間上已經與遊客有明顯區隔（見結果與討論之其他節），因此除了育幼中的母子對之外，並不需要隨著遊客量而在空間上避開人為活動。

若將各月份的出現頻度合併，水鹿的出現頻度在非遊客熱區大於遊客熱區(ANOVA, $F=2.24$, $P=0.15$ ，圖 10 a)，遊客則在遊客熱區內的出現頻度遠高於非遊客熱區($F=88.91$, $P<0.001$ ，圖 10 b)，顯示遊客的活動區域非常集中。上述結果顯示水鹿的活動區域與遊客在空間上有相當程度的區隔。

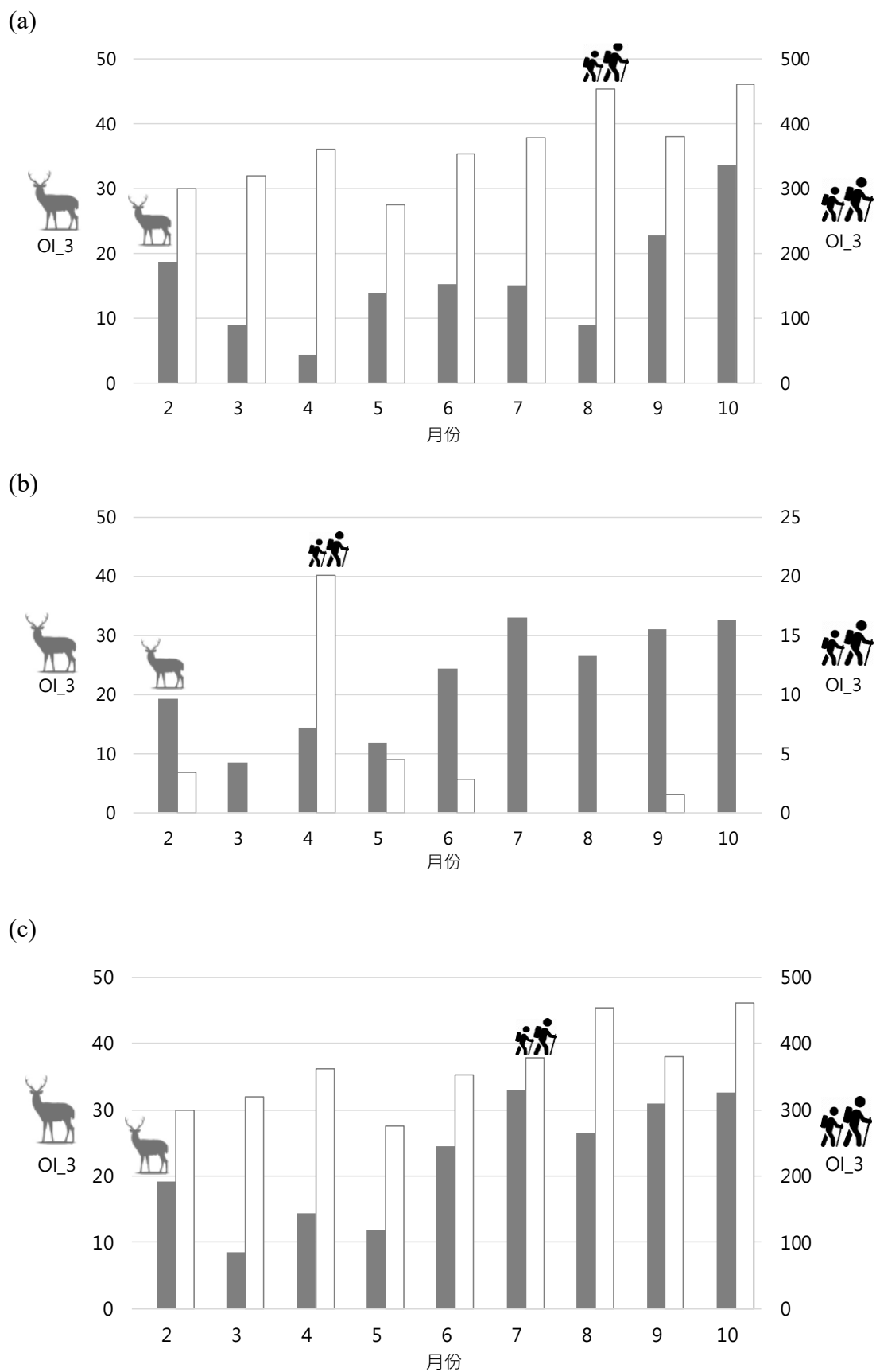


圖 8、遊客熱區與非遊客熱區水鹿及遊客每月 OI₃ 之比較。(a)遊客熱區，(b)非遊客熱區，(c)遊客熱區的遊客 OI₃ 與非遊客熱區的水鹿 OI₃。

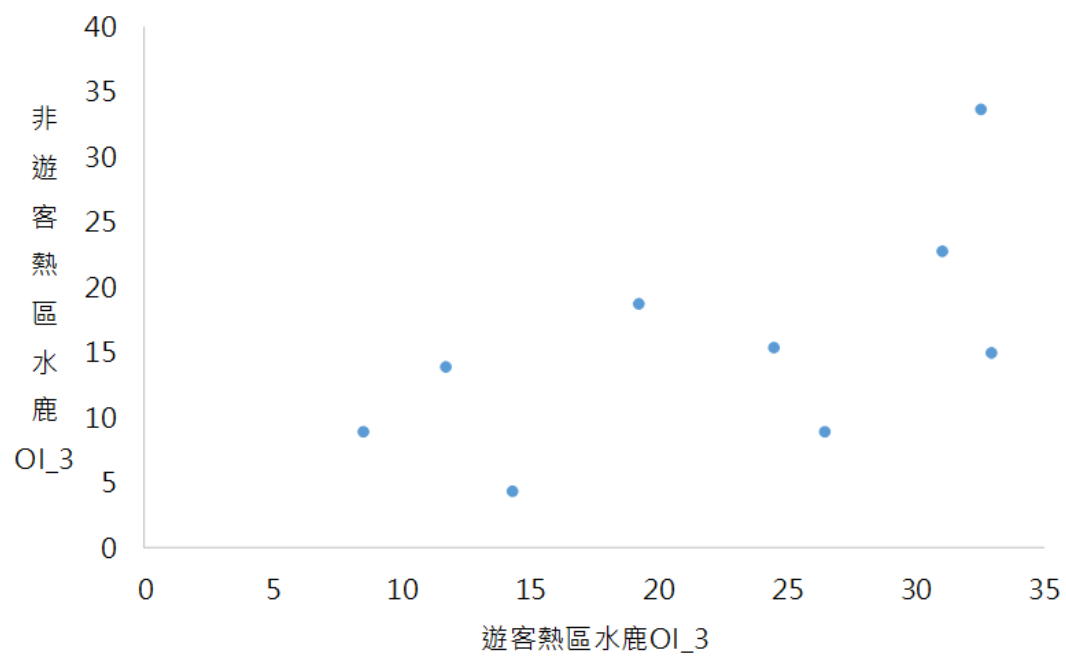
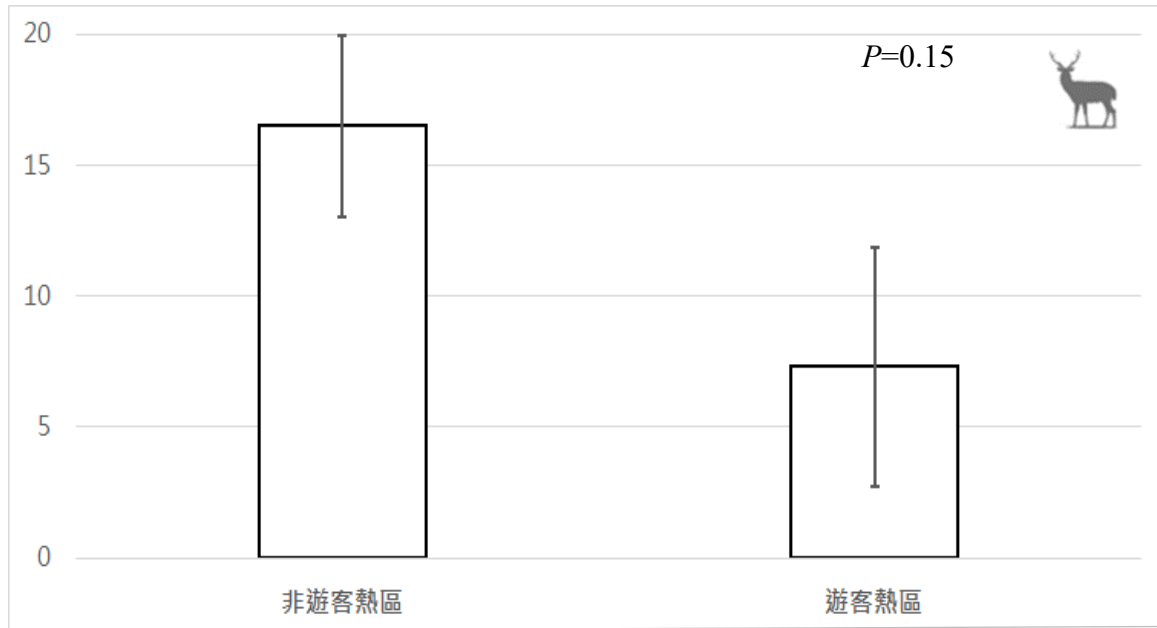


圖 9、2020 年 2-9 月遊客熱區與非熱區水鹿逐月 OI_3 之關係圖。

(a)



(b)

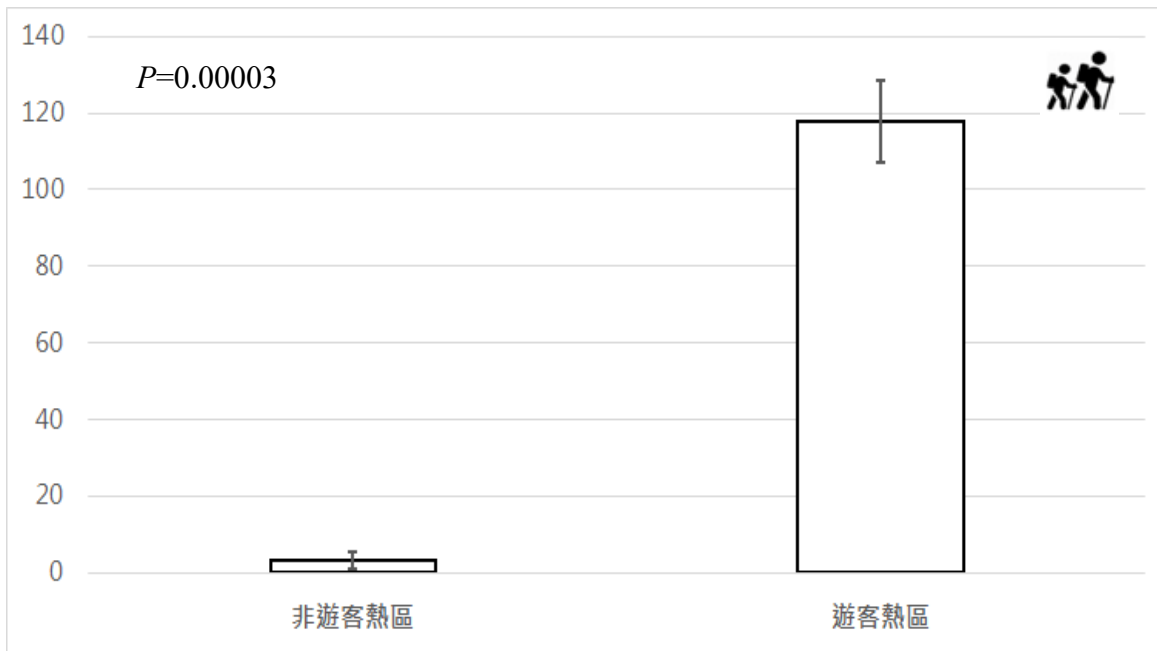


圖 10、遊客熱區與非熱區之水鹿及遊客出現頻度(OI_3)。(a)水鹿在遊客熱區與非遊客熱區的出現頻度，(b)遊客在遊客熱區與非遊客熱區的出現頻度。誤差線為標準誤。

(三) 比較水鹿出現頻度與遊客熱區距離的相關性

由於相機 NS01 為本研究預計捕捉水鹿地點，誘餌的設置會影響水鹿出現頻度，因此本項目已排除 NS01。以水鹿出現頻度對遊客熱區中心點（大鐵杉）的距離做線性迴歸，結果顯示水鹿的出現頻度與遊客熱區距離有顯著的相關性（ $r=0.623$, $P=0.002$ ，圖 11），亦即距離大鐵杉愈遠，水鹿的出現頻度愈高。若將各距離分組，並比較水鹿出現頻度與遊客出現頻度（圖 12），亦顯示水鹿在距離遊客熱區最遠的組別(>1500 m)其出現頻度最高，次高為<1000 m 及 1000-1500 m；遊客則幾乎只在距離大鐵杉 1500 m 以內的地區活動。

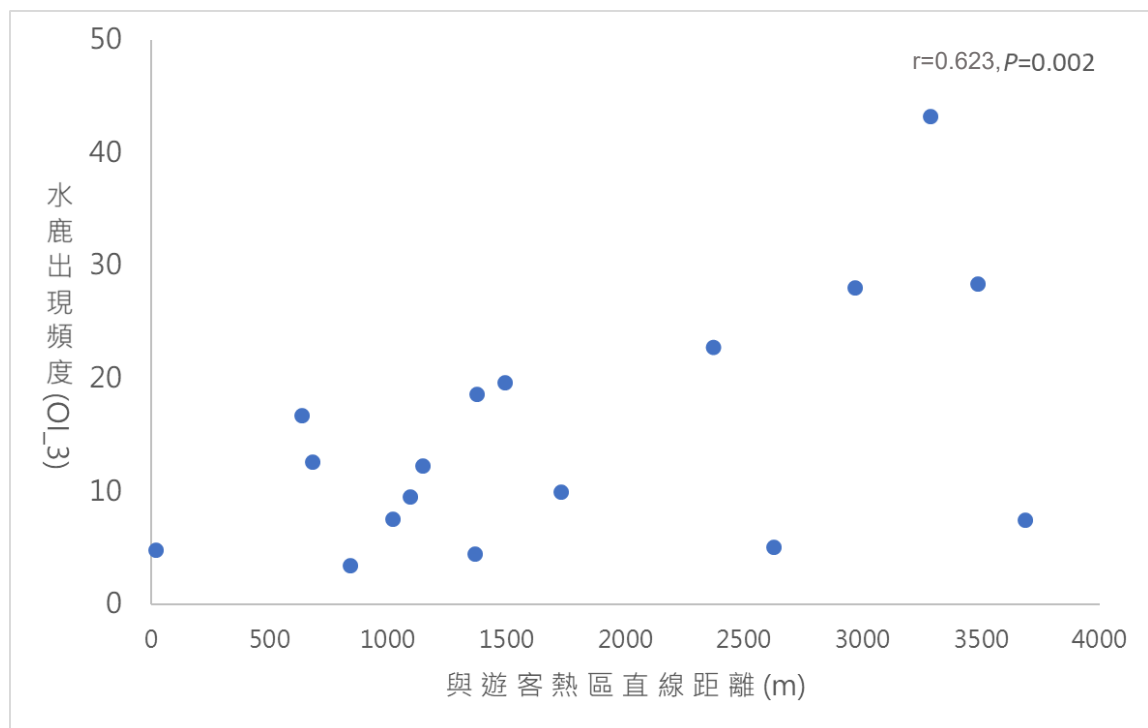
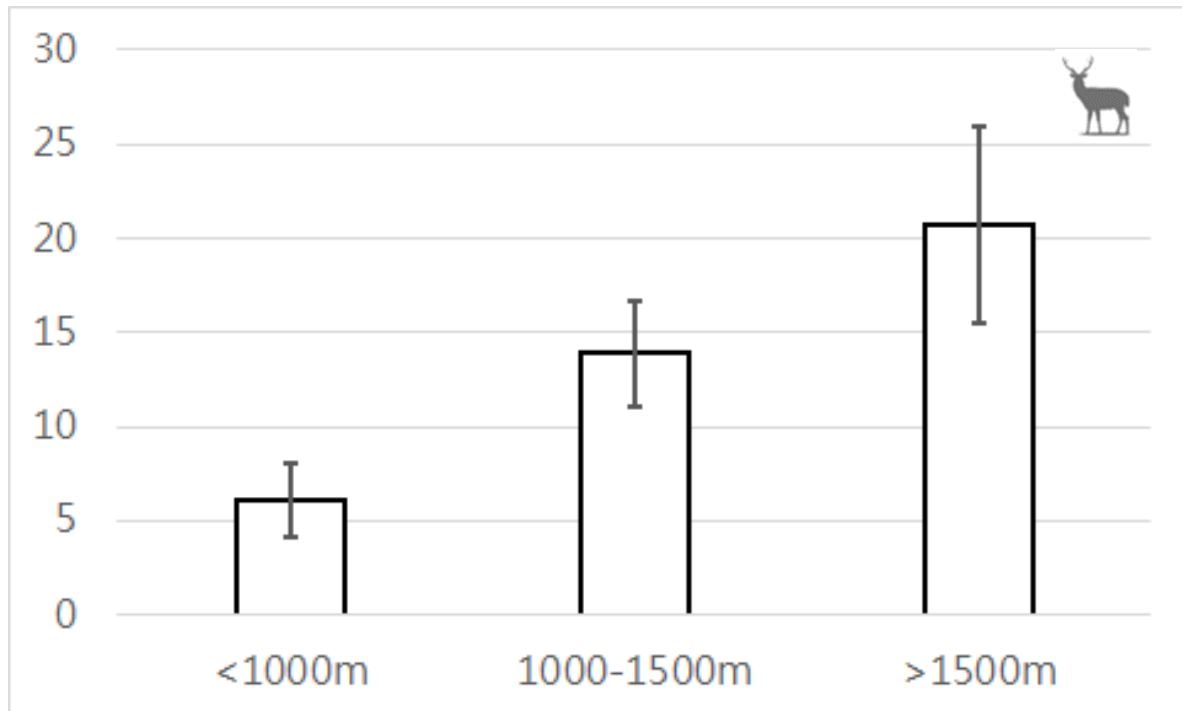


圖 11、距離遊客熱點(大鐵杉)遠近與水鹿出現頻度(OI_3)之關係。

(a)



(b)

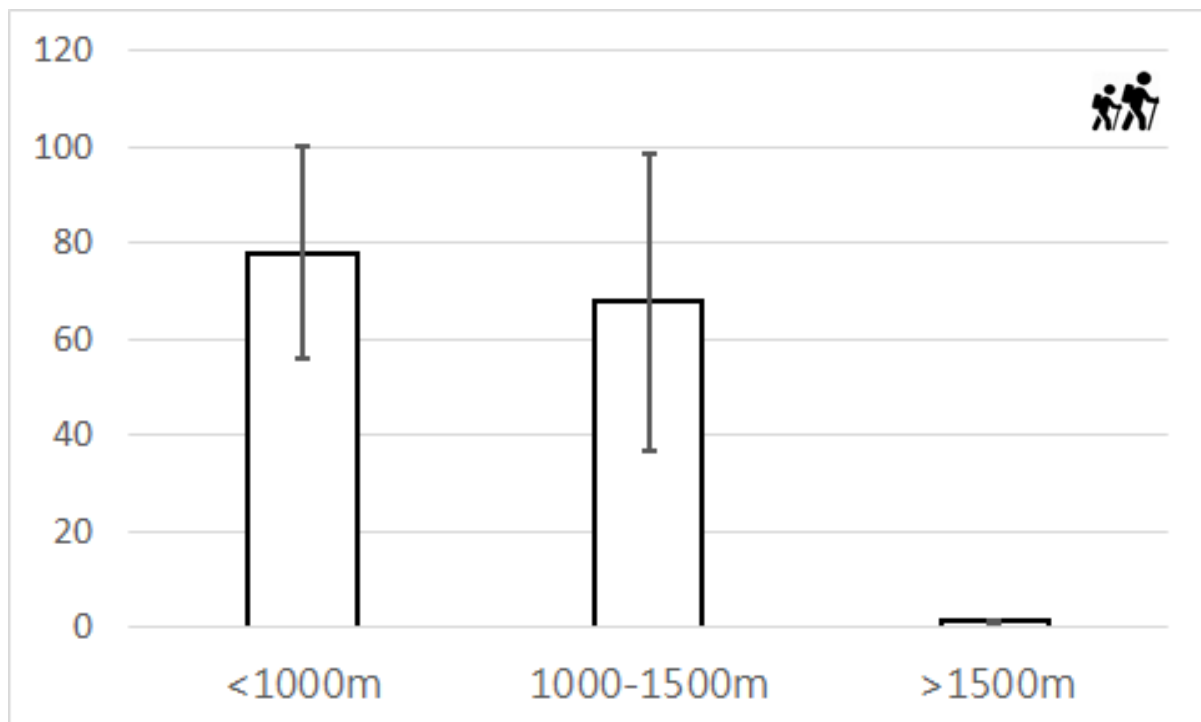


圖 12、三種與遊客熱點（大鐵杉）之距離等級的水鹿及遊客出現頻度(OI_3)的比較。

(a)水鹿出現頻度，(b)遊客出現頻度。誤差線為標準誤。

(四) 塔塔加地區水鹿及遊客的活動模式

以全部相機的資料來分析，遊客的活動時間從清晨 5 點至傍晚 19 點，最高峰出現在中午 11-12 點，呈現單一波峰的型態(圖 13)。若區分遊客熱區與非熱區，則熱區內的遊客活動模式與總平均相似，但熱區外的遊客活動模式則較不規則(圖 14a)。若以大鐵杉為中心，則距離大鐵杉 1000 m 內、1000-1500 m 的遊客活動模式與總平均相似(圖 15a)，距離大鐵杉 1500 m 以上的區域遊客活動較為零星，可能為遊客的樣本數太低造成，但依舊在中午為高峰(圖 15a)。

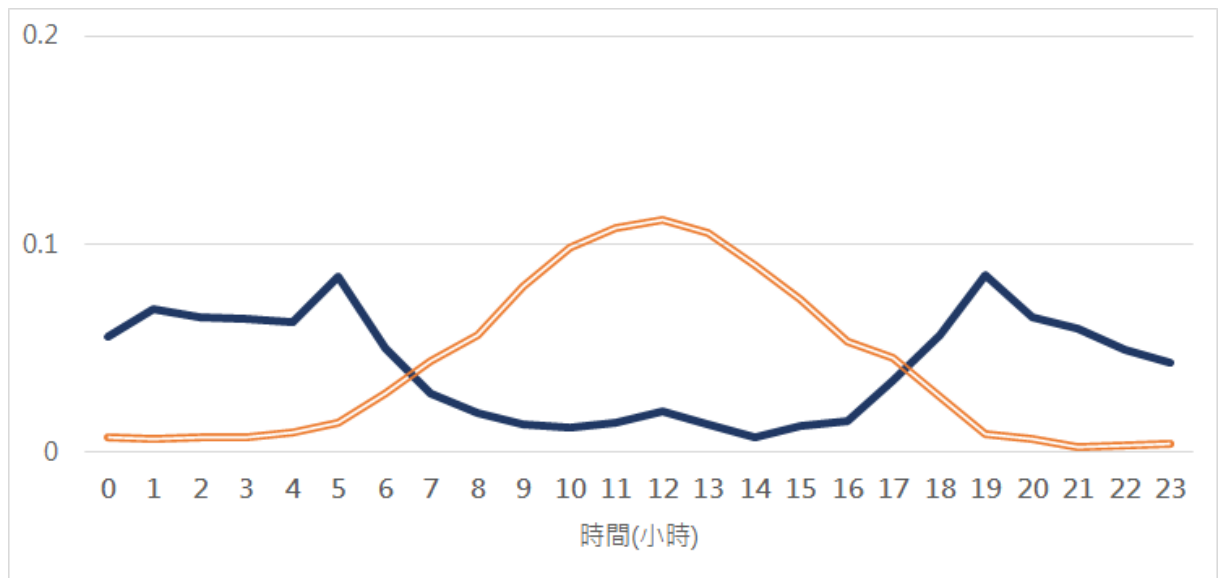
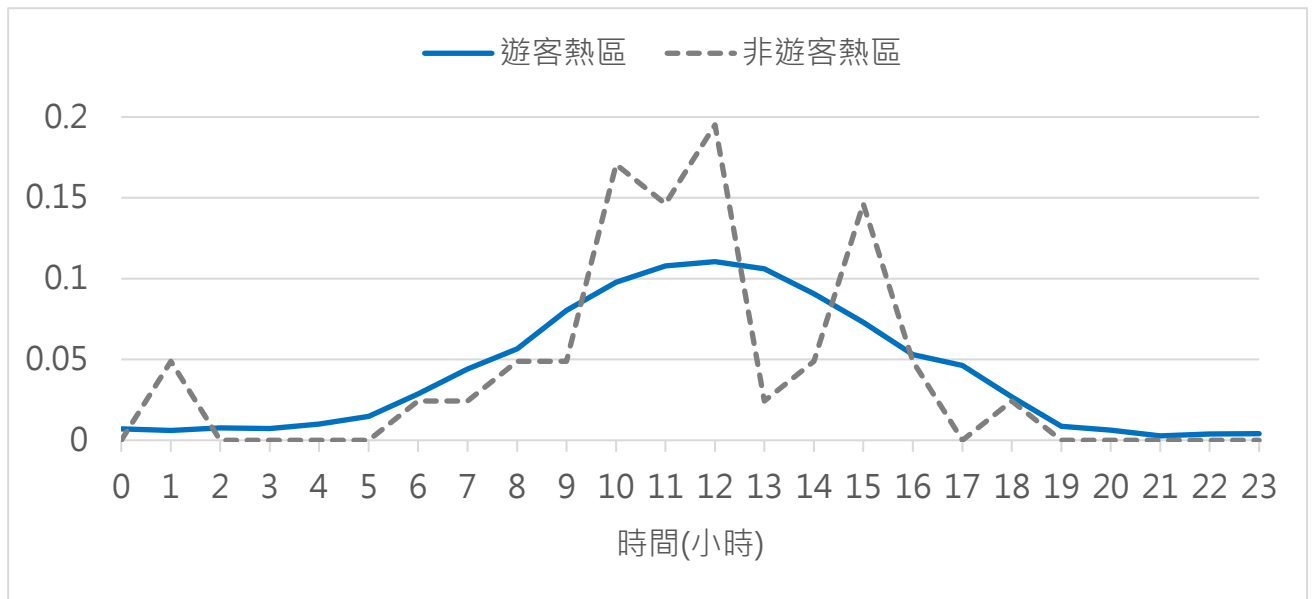


圖 13、遊客及水鹿在塔塔加地區每小時的活動模式。縱軸為相對活動比率、橫軸為每整點，實線為水鹿的活動模式，空心線則為遊客的活動模式。

(a)



(b)

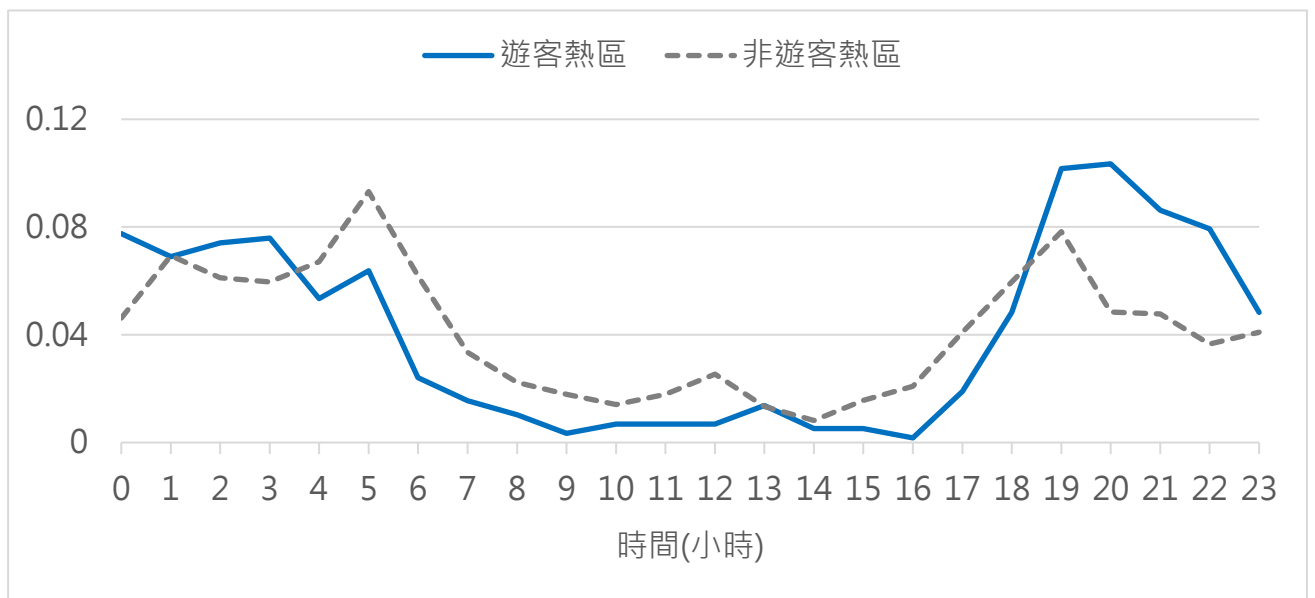
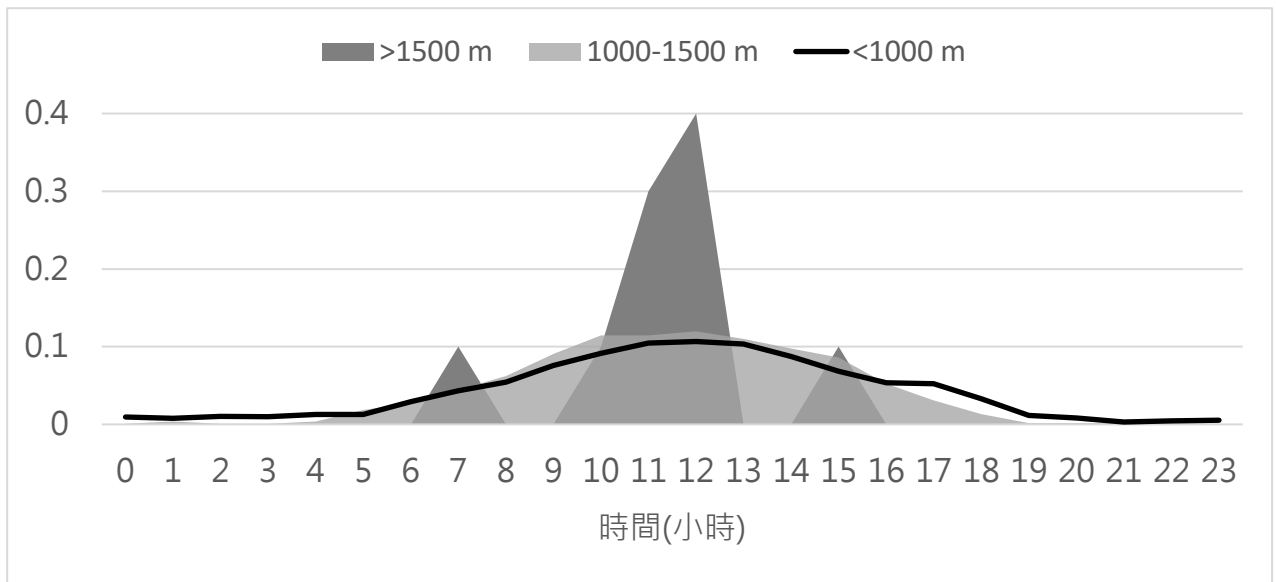


圖 14、遊客熱區與非遊客熱區遊客與水鹿的活動模式。(a) 遊客活動模式，(b)水鹿活動模式。縱軸為相對活動比率、橫軸為每整點。

(a)



(b)

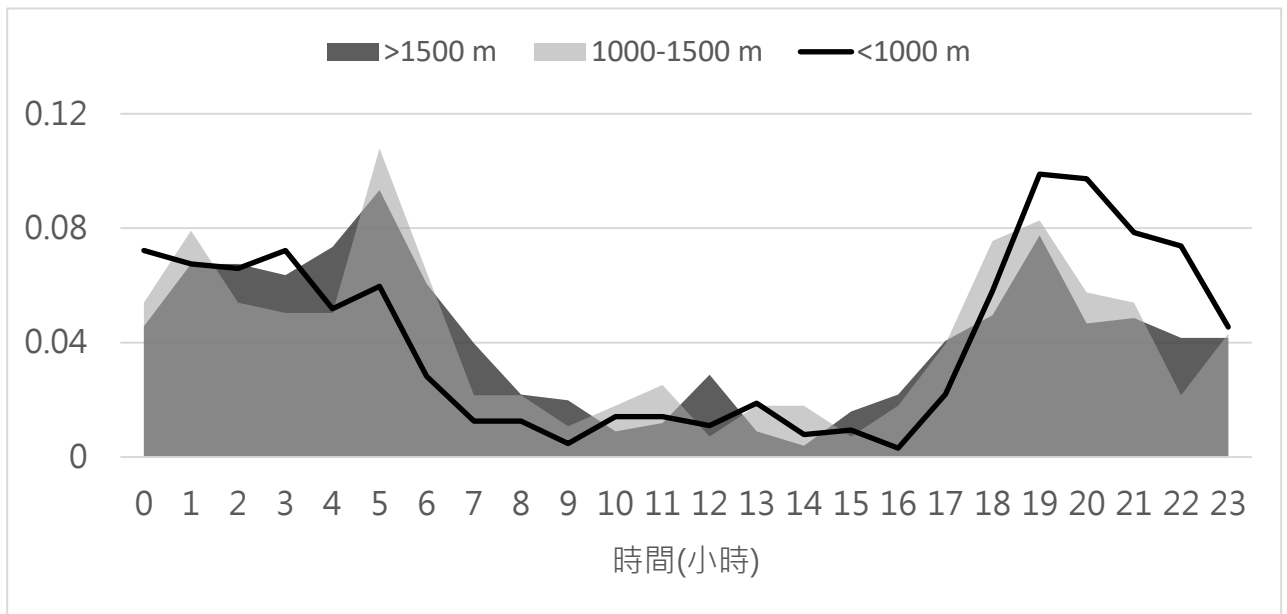


圖 15、三種與遊客熱區距離等級之遊客與水鹿的活動模式比較。(a)遊客活動模式，(b)水鹿活動模式。縱軸為相對活動比率、橫軸為每整點。

塔塔加地區水鹿的活動模式則偏向夜行性，主要活動高峰為下午 18 點至隔日清晨 5 點之間，日間的活動頻度極低，比例為 0.296(圖 13)，與遊客的活動模式呈現顯著負相關(圖 13, $r = -0.867$, $P < 0.001$)。過去在人為活動稀少的高海拔地區的研究皆顯示水鹿有高比例的日間活動，如南二段水鹿的日間活動比例約為 0.57 (圖 16a, 李玲玲、林宗以 2007)、奇萊山區以衛星追蹤水鹿的統計結果發現日間活動比例約為 0.54 (圖 16b, 王穎 2010)、磐石山區的水鹿日間活動比例約為 0.62(圖 16c, 廖昱銓 2013)、南湖石洞獵寮的水鹿日間活動比例則約為 0.38 (圖 16d, 翁國精 2018)。因此，水鹿在極少人為干擾的情況下應屬於終日活動，且平均而言日夜活動比例大致相等。本計畫推測塔塔加地區的水鹿偏向夜間出沒極可能是躲避日間遊客活動的結果。

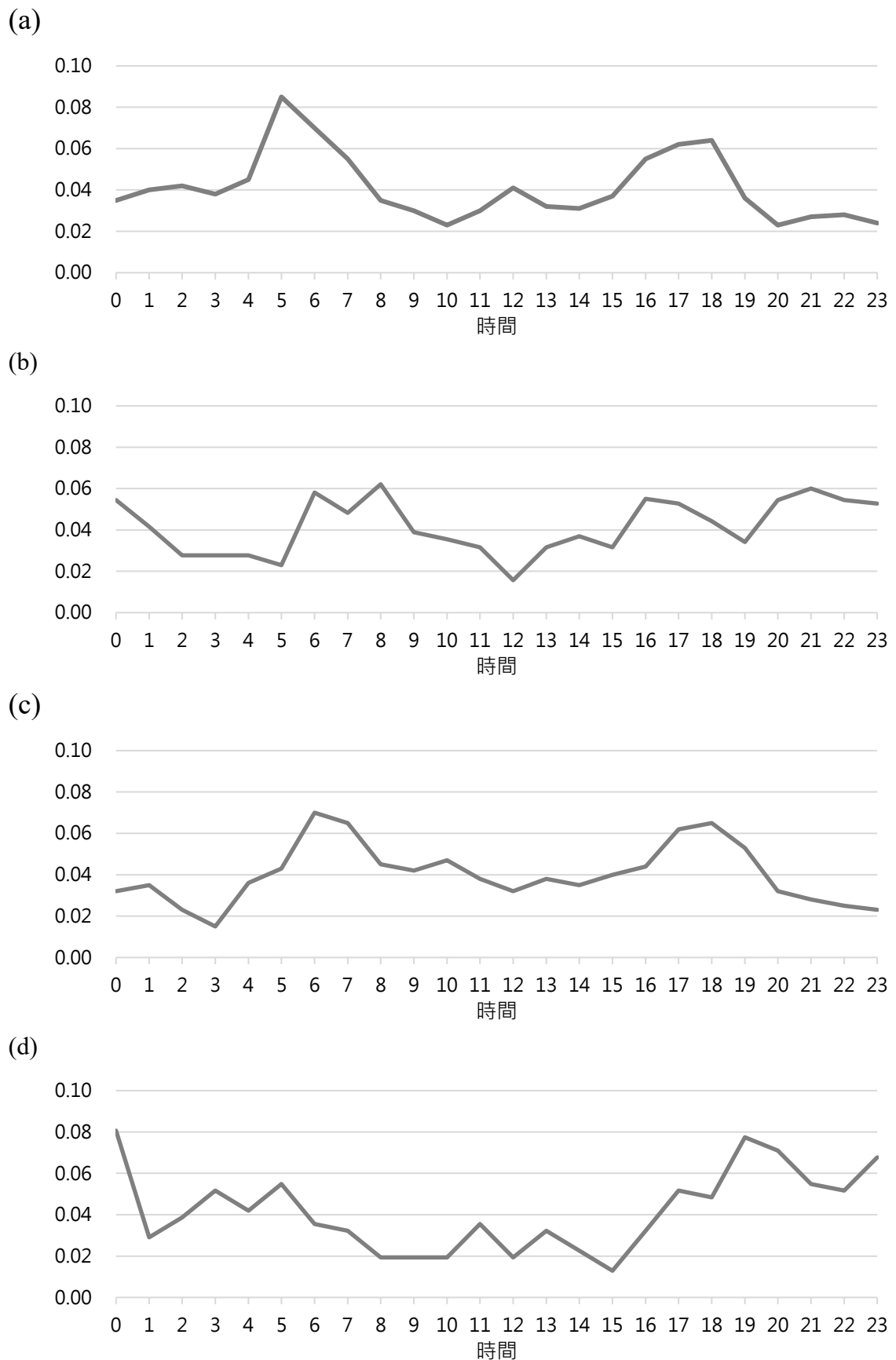


圖 16、人為活動稀少之高海拔地區臺灣水鹿活動模式之比較。(a)南二段 (李玲玲, 林宗以 2007), (b)奇萊山區 (王穎 2010), (c)磐石山區 (廖昱銓 2013), (d)南湖石洞獵寮 (翁國精 2018)。縱軸為活動比例, 橫軸為時間(小時)。

(五) 比較遊客熱區與否兩類型地區，遊客及水鹿活動模式的相關性

若區分遊客熱區與非熱區，則熱區內的水鹿活動模式更偏向夜行性，日間活動（06 點至 18 點）比例為 0.128，傍晚 18 至 22 點及夜間 0 點至 5 點為兩個明顯的活動高峰(圖 14b)；在非熱區內夜間活動的頻度相對平均，18 至 19 點及清晨 5 至 6 點有較明顯的高峰，日間的活動比例為 0.256，為遊客熱區的兩倍以上(圖 14b)。遊客熱區內水鹿與遊客的活動模式呈現顯著負相關($r=-0.85, P<0.001$)，非遊客熱區內水鹿與遊客的活動模式亦呈現顯著的負相關，但相關係數較低($r=-0.57, P<0.001$)。

(六) 比較水鹿活動模式與遊客熱區距離的相關性

若以距離區分，則距離大鐵杉 1000-1500 m 範圍內，及大於 1500m 的水鹿活動有明顯的晨昏兩個高峰，分別為清晨 5 點及夜晚 19 點(圖 15b)。比較三種距離水鹿在日間（06 點至 18 點）的活動比例，與大鐵杉距離大於 1500m 為 0.333，1000-1500m 為 0.345，皆高於 1000m 的日間活動比率 0.217。且距離遊客熱區越近，水鹿與遊客活動的負相關越明顯(圖 17)。這些結果顯示水鹿的活動有避開遊客的現象，大部分水鹿對於遊客仍有戒心。

(七) 一般化線性模式分析水鹿出現頻度之影響因子

依據 Yen et al. (2019)，影響水鹿出現的環境因子包括海拔、坡度、坡向（濕度）、日照、及植被（地表覆蓋），本研究將這些因子納入一般化線性模式中，分析水鹿出現頻度與這些因子之相關性。但由於本研究樣區海拔變化僅約 100 m，且坡向一致，日照強度亦一致，因此排除此三項環境

因子，僅採用坡度及植被兩項環境因子。另外，本研究將相機與遊客熱區中心點（大鐵杉）的距離，及相機拍攝之遊客出現頻度兩項遊客因子納入模型中。分析結果顯示遊客出現頻度及植被對於水鹿出現頻度沒有顯著的影响，坡度與遊客熱區中心點的距離則有非常顯著的影响（ P 值分別為 $P=0.036$, $P<0.0001$ ，表 2），兩者皆與水鹿出現頻度成正相關，但坡度與水鹿出現頻度的相關係數為 0.414，遊客熱區中心點距離則為 0.690。

綜合上述之結果，本研究得到下列幾項結論：(1) 鹿活動地點傾向避開遊客活動區域，雖大鐵杉附近有少數個體活動，但大致上而言距離遊客熱區越遠，水鹿的出現頻度越高；(2) 除了活動地點避開遊客，水鹿的活動時間亦避開遊客的活動時間，因此在距離遊客熱區越近的區域，水鹿越偏向在夜間活動，距離遊客熱區越遠，水鹿越偏向終日活動；然而此結論並不表示遊客熱區附近的水鹿為夜行性，而是其日間活動避開遊客熱區，因此未被相機捕獲，夜間才會進入遊客熱區活動；(3) 遊客的活動區域十分集中，在空間上沒有漸進變化的現象，因此水鹿活動的時間和地點避開遊客熱區後，遊客出現頻度對水鹿出現頻度的影响並不明顯，僅有在遊客熱區的遊客數量多時，非遊客熱區的水鹿出現頻度也較高。

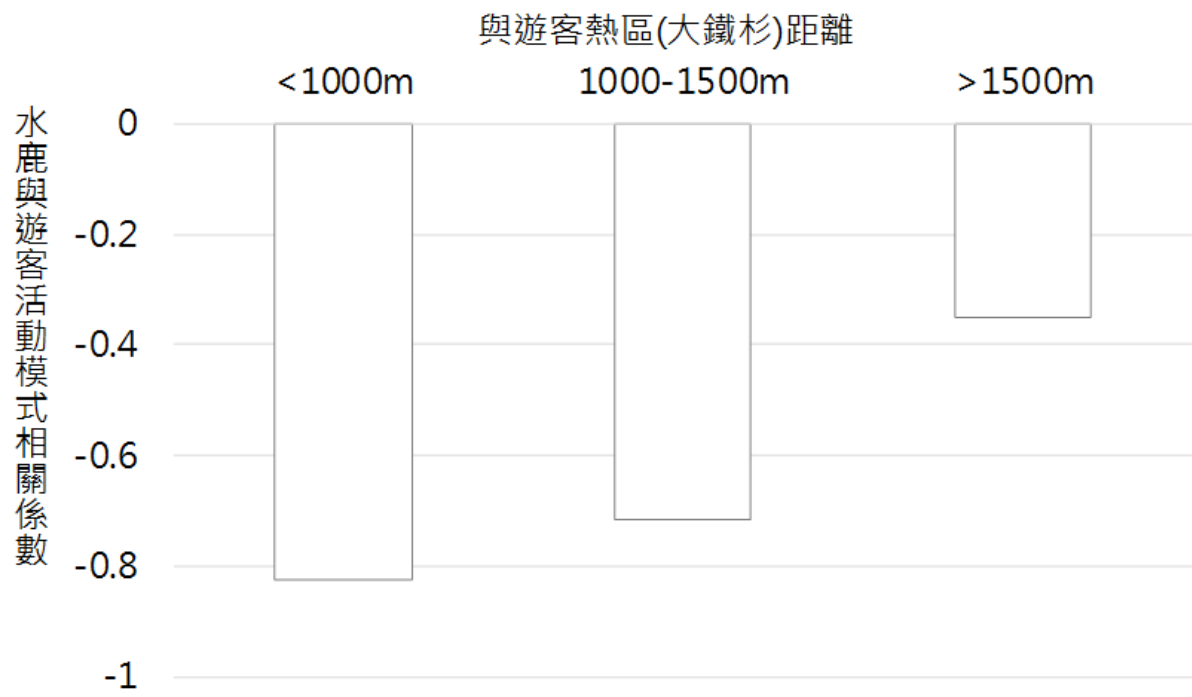


圖 17、水鹿與遊客活動模式相關係數與遊客熱區距離之關係。

表 2、一般化線性模式評估水鹿出現頻度之影響因子參數估計結果。

參數	類別	DF	估計值	標準誤	Wald 95% Confidence Limits		Wald Chi-Square	P value
截距		1	-7.5348	4.9034	-17.1453	2.0757	2.36	0.1244
遊客 OI_3		1	-0.0018	0.0178	-0.0367	0.0331	0.01	0.9183
與熱區距離		1	0.0086	0.0018	0.0050	0.0122	21.87	<.0001
坡度		1	0.0420	0.0201	0.0027	0.0814	4.38	0.0364
植被	灌叢	1	7.8120	5.3915	-2.7552	18.3792	2.10	0.1474
	針葉林	1	-4.6132	6.1487	-16.6645	7.4381	0.56	0.4531
	針闊葉混合林	1	-0.6063	8.9516	-18.1511	16.9385	0.00	0.9460
	人工林	0	0	0	0	0	.	

(八) 其他野生動物監測結果

除水鹿及遊客外，本研究亦在塔塔加地區紀錄到共 23 種原生野生動物，其中哺乳類 12 種，依有效照片數排序分別為山羌(1718)、臺灣獼猴(602)、嚙齒目鼠科(160)、鼬獾(119)、臺灣野山羊(82)、黃喉貂(48)、臺灣野豬(20)、黃鼠狼(13)、翼手目(9)、赤腹松鼠(6)及黑熊(2)，2 筆黑熊紀錄分別為石水山及黑森林遊客步道上；鳥類 11 種，分別為臺灣噪眉(66)、黑長尾雉(19)、冠羽畫眉(16)、繡眼畫眉(16)、藍腹鷗(10)、虎鶯(7)、栗背林鶯(2)、紅頭山雀(1)及蒼鷹(1)。因相機架設僅以水鹿為監測目標，因此其他物種之出現頻度及分布不見得可以反映真實情況。

除水鹿之外，本研究亦繪製了有效照片數較高的數種哺乳類出現熱區分佈圖(圖 18)，其中山羌熱區在東埔山附近以及石水山步道前段；臺灣獼猴則聚集在石水山步道中後段；臺灣野山羊的熱區較沒有連續性，東埔山、塔塔加鞍部、石水山都有其蹤跡；而黃喉貂則從塔塔加鞍部到石水山中段皆有紀錄到其活動。研究人員亦數次在石水山及鹿林天文步道目擊脖子繫著發報器的黃喉貂。

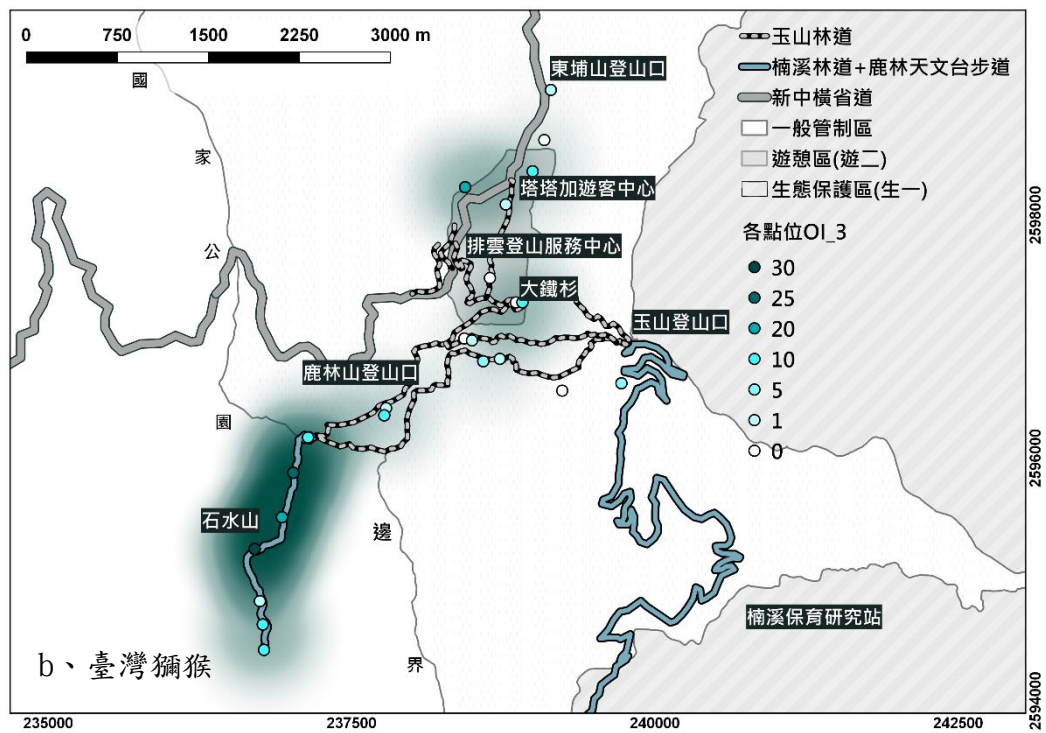
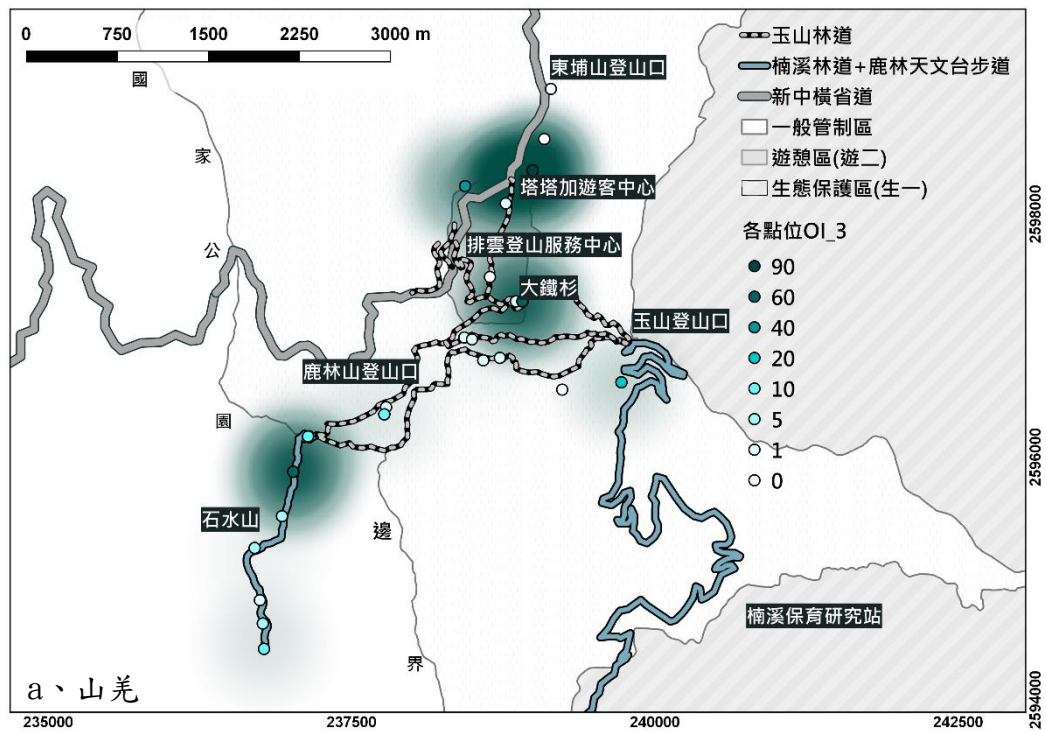
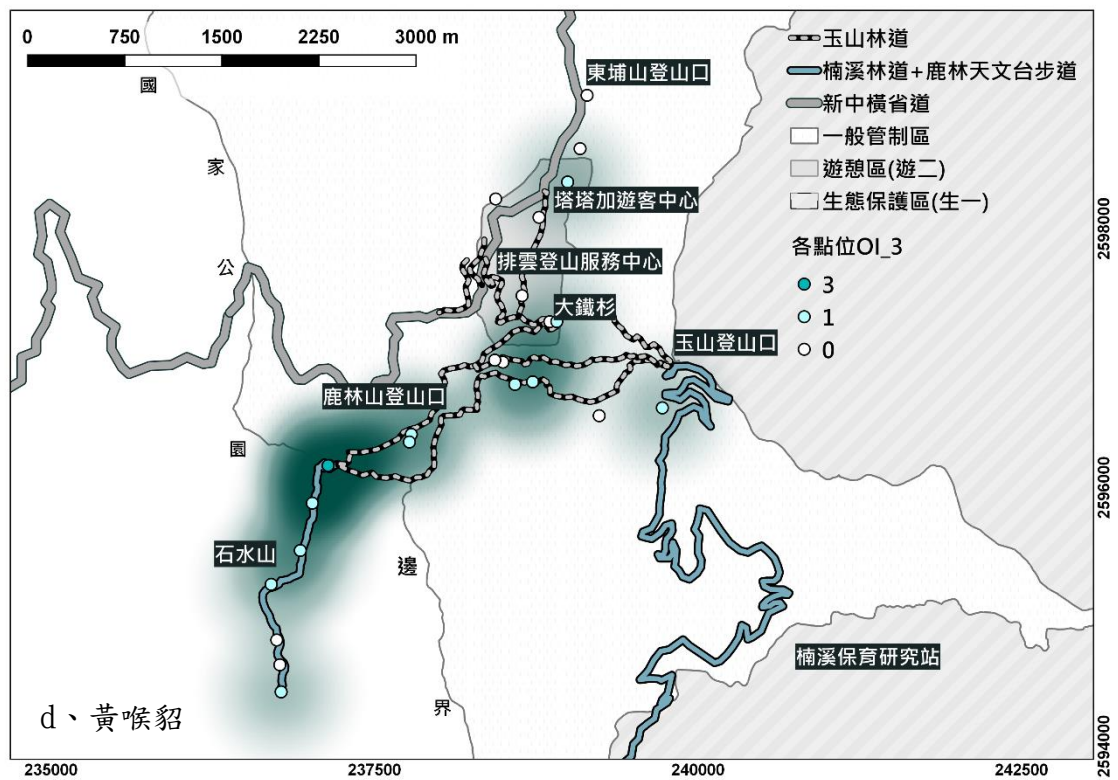
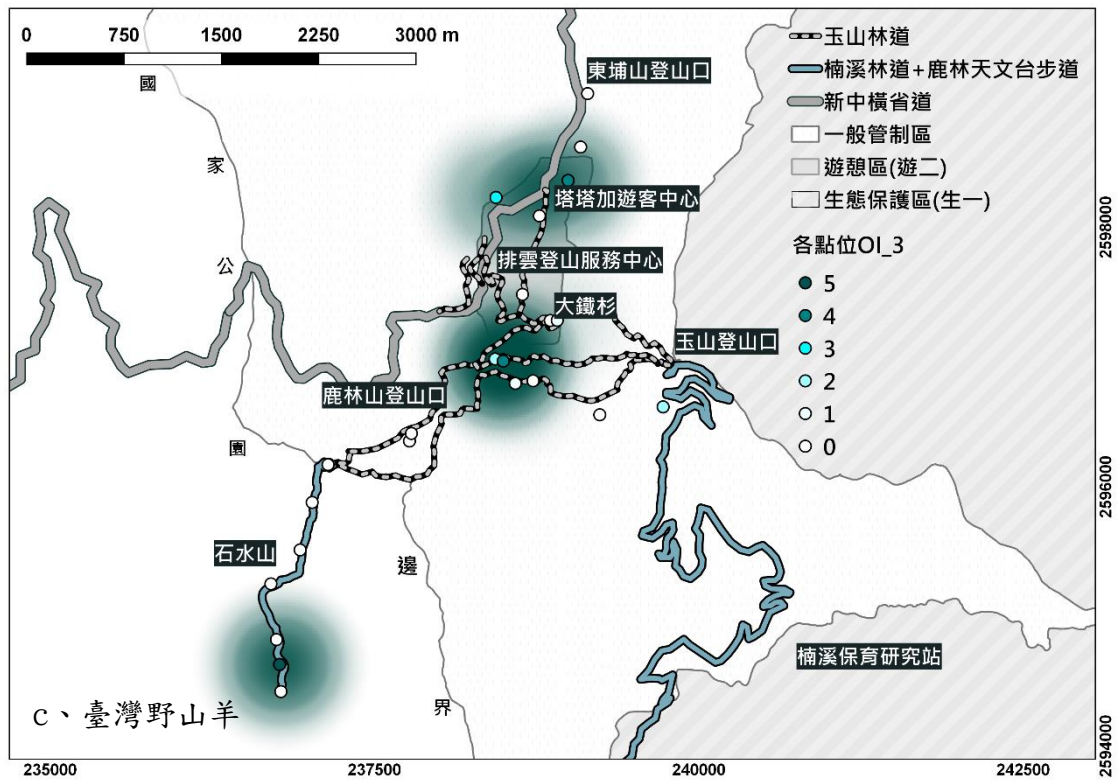


圖 18、塔塔加地區各物種在各點位的 OI₃，點的顏色呈現數值高低，深色代表該點遊客 OI₃ 高；反之則少。色塊則是根據各樣點監測到該物種的出現頻度製作的熱區圖，顏色越深代表該地區記錄到該物種的機率越高。底圖為玉山國家公園第三次通盤檢討之計畫分區，斜線為生態保護區，白色區域為一般管制區，淺色區域為遊憩區。



續圖 18、塔塔加地區各物種在各點位的 OI₃，點的颜色呈現數值高低，深色代表該點遊客 OI₃ 高；反之則少。色塊則是根據各樣點監測到該物種的出現頻度製作的熱區圖，顏色越深代表該地區記錄到該物種的機率越高。底圖為玉山國家公園第三次通盤檢討之計畫分區，斜線為生態保護區，白色區域為一般管制區，淺色區域為遊憩區。

(九) 捕捉水鹿的設計與備案

本計畫選擇捕捉水鹿方法有兩項最主要的原則，一為降低水鹿捕捉過程承受之風險、二為提升捕獲率。為確保能在此兩原則都能有最高的達成率，本研究與經驗豐富的專家學者、獵人、獸醫討論捕捉計畫。自 2 月至 4 月，本計畫於相機架設過程即探勘及評估多個捕捉地點。為了讓網具陷阱具有足夠的腹地架設，以及操作過程的安全考量，捕捉地點選擇必須滿足以下四個條件：(1)開闊草生地、(2)平坦、(3)遠離遊客活動區域、(4)有穩定水鹿活動等。研究人員以等高線圖作為依據，尋找塔塔加地區較合適的地點，並且再請教專業獸醫師等人建議後，選擇在黑森林步道附近之草坡，及楠溪林道沿線進行捕捉。架設前，依照專家的意見選擇及改良陷阱、檢討並重新設計陷阱，最後至現場架設局部陷阱以利水鹿適應。但由於人力之限制，本計畫前期先於黑森林步道附近嘗試捕捉，10 月後再移至楠溪林道嘗試捕捉。

截至 2020 年 10 月 31 日為止，本研究共架設兩種共 3 組陷阱於塔塔加及楠溪林道沿線地區，並於 9 月 10 日捕捉到一頭亞成體雄性水鹿(該個體於隔日死亡，未標定野放)。以下敘述專家討論及測試過程、兩種陷阱的設計、捕捉過程及成效。

1. 場地勘查與前期測試

首次勘查及測試於 4 月份進行，前測目標為了解預定陷阱位置水鹿對人類及陷阱設施的警戒程度及反應，進而調整捕捉策略。研究人員於 4 月 29 日尚未架設陷阱時，在距離預定陷阱位置約 20 公尺處躲藏於掩蔽帳中，觀察水鹿對於掩蔽帳及研究人員的警戒距離。觀測時間從下午 15:30

到隔日上午 07:30，每半小時以熱像儀及夜視鏡目視觀測。測試結果發現研究人員觀測期間並未目擊到水鹿至預定陷阱位置活動，僅在凌晨 02:20、凌晨 04:35 分紀錄到水鹿鳴叫聲，後續幾次測試亦未能在預定捕捉地點近距離觀察到水鹿出沒，顯示塔塔加地區水鹿對研究人員需要超過 20 公尺的警戒距離。

瞭解水鹿的警戒性之後，研究人員於 4 月 30 日及 5 月 6 日分別與國立台北大學通識教育中心顏士清老師及國立屏東科技大學生物科技系博士生梁又仁進行討論。討論結果專家建議根據以下兩點進行改良：一為研究人員加強隱蔽埋伏，改通訊式自動照相機或監視系統做遠端監控；二為在入口處設置門來阻擋水鹿逃脫陷阱。

2. 陷阱設計及架設地點

本計畫前後期分別採用兩種類型陷阱捕捉水鹿，第一種為尼龍材質軟網陷阱，該陷阱設計由研究人員於 3 月拜訪顏士清老師，請教於磐石山區捕捉水鹿所採用的網具，並依塔塔加情況及前測結果改良。顏士清採用的陷阱支柱為就地取材的樹幹或樹枝，但本研究不考慮就地取材，因此以 PVC 管加裝在金屬管上做為支柱(圖 19)。網具在架設時須保持略為下垂，但最低點要高於水鹿，網具底部應有一段長度垂放於地面，以避免下方有空隙。整體架設以”口”字形為原則(圖 19b)，再依現場狀況去調整網具形狀及網子的高度等(因地形可能會起伏)。

陷阱中放置誘餌(礦物鹽或人類尿液等)吸引水鹿入網。研究人員以網路即時通訊相機(4G-SC 動物監測器,隆盈科技,Taiwan)監測圍網陷阱的狀況，待確定捕捉目標入網後，利用水鹿發現威脅來源會往反方向逃跑的習性，將目標驅趕至撞網。網具則以單點連結的方式支撐在網柱上，目的

在於受水鹿衝撞時容易脫落。當網具脫落後會墜落到水鹿身上並將其纏繞而限制行動，研究人員壓制水鹿四肢輔以童軍繩綁定活結進行固定，以黑色遮光布蓋住其雙眼避免光線刺激促使其緊迫，再由獸醫師以吹箭或麻醉槍進行麻醉。每次捕捉結束後會撤除圍網陷阱直到下次捕捉，避免期間誤捕非目標個體或其他物種。捕捉時間為傍晚至午夜，以符合水鹿活動時間及避免遊客可能的干擾。

研究人員在 2020 年 4 月 23 日於國立屏東科技大學校園進行陷阱的第一次架設測試，目的在於觀察架網後的結構穩定性及高度的調整。測試後發現，經過改良的鐵管及 PVC 管複合網柱能順利撐起漁網並保持結構的穩定；2020 年 5 月 6 日於相同地點進行第二次測試，目標則是模擬捕捉及故障排除，架設時網柱保持 2.5-3 公尺為間距，並讓研究人員模擬鹿隻衝撞。結果發現尼龍網經過衝撞能順利墜網並能順利捕獲目標。

研究人員於 2020 年 5 月 5 日與國立屏東科技大學野生動物保育研究所陳貞志副教授、獸醫學系獸醫師章愛梅，及本研究聘用之獸醫師杜宜庭進行捕捉水鹿流程討論(圖 20)。

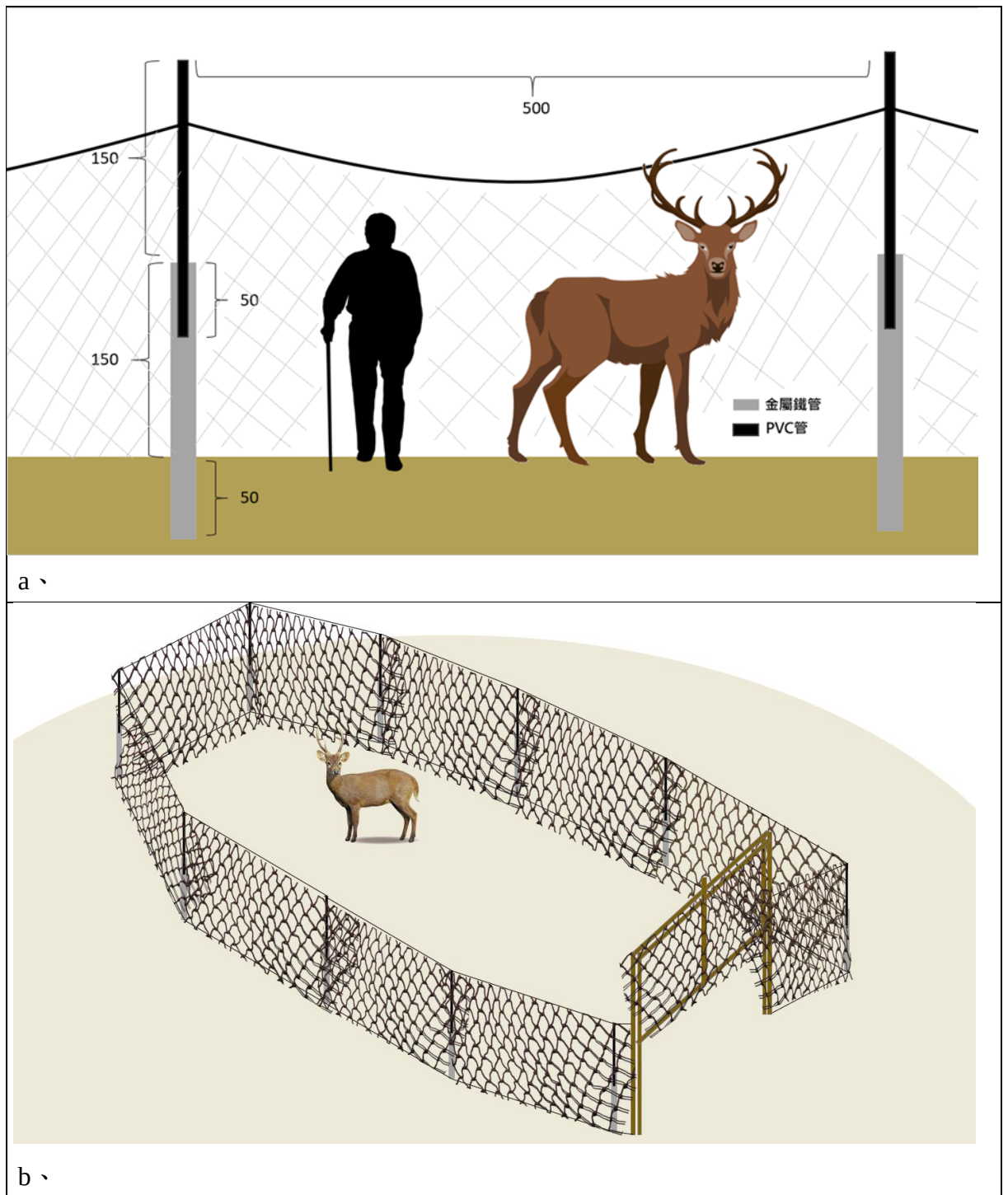


圖 19、6 月 29 日至 9 月 10 日架設在塔塔加地區黑森林步道之尼龍軟網陷阱，
(a)為細部結構及支柱的組合方式，數字單位為公分；(b)陷阱整體的外觀。

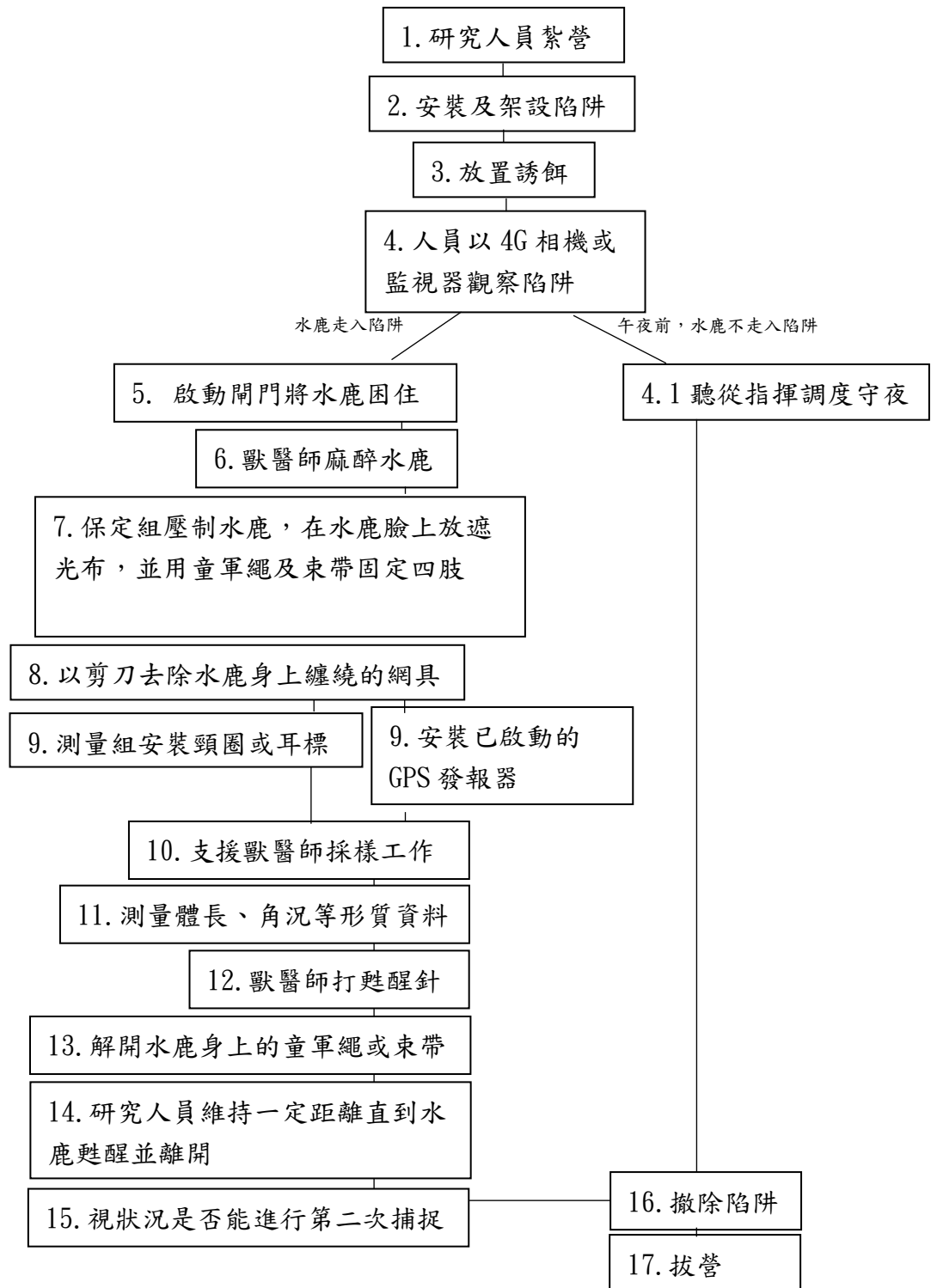


圖 20、採行的捕捉流程

3. 捕捉過程及成效

為了讓水鹿逐漸適應陷阱的存在，本計畫在 6 月 2 日先於黑森林步道預定捕捉地點（圖 21）設立鋁質支柱，並以食鹽、尿液為誘餌，吸引水鹿進入預定的陷阱範圍內。確定水鹿適應並出現在支柱附近之後，於 6 月 3 日再架設尼龍軟網（圖 22）。尼龍軟網架設完畢前，於 6 月 4 日 23 點 54 分時第一隻成年母鹿踏進架設中的陷阱，其後中 6 月 5 日、6 月 6 日、6 月 11 日晚間皆有少量鹿隻靠近，顯示馴餌有一定的成效。尼龍軟網陷阱於 6 月 29 日架設完畢，7 月 10 日增設電動遙控門，7 月 30 日時電動遙控門因惡劣天候損壞，後改為手動拉門。截至 9 月 10 日為止，研究人員共在尼龍材質網陷阱進行了總計 13 次的夜間捕捉。9 月 8 日凌晨兩點，在人員不在現場且陷阱未運作的情況下，一頭亞成體的雄性水鹿(以下以 M01 代稱)進入陷阱，並將固定於地面和支柱的網子拔起而遭纏繞。但因及時通報自動照相機短少，研究人員未能在第一時間趕到現場，於水鹿中網後 40 小時，9 月 9 日傍晚 16 點時發現 M01 已死亡(圖 23)。9 月 9 日晚上研究人員請獸醫至現場進行解剖，並紀錄該 M01 的基礎形質資料。

M01 性別為雄性，身長為 164 cm、頸圍 40 cm、胸高 107 cm、角長 6 cm，角間隔 8 cm，體重 57.5 kg，牙齒沒有明顯磨損。經獸醫解剖後發現其氣管內有氣泡，死因判斷為窒息死亡。自動照相機資料顯示該個體於 9 月 8 日凌晨 02:02 撞擊陷阱並纏繞，此前未監測到明顯驚嚇刺激，M01 於 13:46 失去呼吸聲。解剖後與塔塔加管理站人員討論，決定將 M01 屍體移置陷阱外 10 m 處，並以自動照相機紀錄其屍體在塔塔加地區野生動物的利用狀況。9 月 11 日拍攝到數隻臺灣野豬靠近 M01 屍體，但未有取食行為，9 月 17 日研究人員至現場發現屍體依然完整未被利用，9 月 22 日晚間發現數隻雌性成年水鹿啃食其骨骼，24 日時已啃食殆盡。研究團

隊於 9 月 30 日前函文嘉義縣政府，完成保育類動物利用死亡通報。



圖 21、架設在 6 月 29 日至 9 月 10 日架設在塔塔加地區黑森林步道之尼龍軟網陷阱位置。

(a)



b. 陷阱外觀



圖 22、架設於黑森林步道的尼龍網式陷阱。(a)架設中的陷阱，(b)陷阱外觀。



圖 23、M01 死亡之現場影像紀錄。

4. 陷阱改良及變更測試地點

9 月 14 日研究團隊於國立屏東科技大學進行黑森林尼龍軟網陷阱檢討會議，並針對陷阱設施及人員配置兩方面進行檢討。會後決議將陷阱改為籠式觸發陷阱，且尼龍軟網改萬能網或菱形網，以防止水鹿撞網纏網後可能造成的傷亡。為避免捕捉行為對黑森林地區水鹿的持續干擾，將捕捉地點改至楠溪林道沿線。

陷阱尺寸以可容納單隻成年水鹿身長為基準，架設在水鹿獸徑上，陷阱中放置以 1.5L 牛奶瓶改裝之餵食器放置礦物鹽作誘餌(圖 24)，並在其中設置觸發引信。當水鹿舔食餵食器時，會觸動連結至入口處的彈簧門，將水鹿困於陷阱中。研究人員事先會在彈簧門上安裝 VHF 甚高頻電波發射器，彈簧門啟動後發射器會發射出訊號通報不遠處等候的研究人員。為避免其他物種誤觸陷阱，將餵食器及觸發引信設置在至少 1.2m 高，防止山羊、山羌等較矮小的偶蹄目動物觸發。為避免水鹿被捕獲的水鹿緊迫，研究人員在設置彈簧門觸發時關閉但不會鎖死，讓水鹿可自行從陷阱內脫困。

9 月 28 日研究團隊於楠溪林道篩選捕捉地點並馴餌，至 10 月 14 日為止共架設兩處陷阱(圖 25)。考量到同時期國立屏東科技大學野生動物保育研究所黃美秀老師亦有架設黑熊捕捉陷阱，為避免互相干擾，經協調後水鹿陷阱與黑熊陷阱皆有 400m 以上之距離。至本計畫結束為止，共紀錄到 3 次(10 月 17 日、10 月 18 日及 11 月 1 日)水鹿進入陷阱取食誘餌，而 11 月 8 日及 11 月 15 日晚間分別捕獲 1 隻成年母鹿及 1 對水鹿母子，個體皆在捕獲後數小時內自行脫困(圖 26)。

進入到陷阱的個體，不管有無觸發陷阱，研究人員皆會紀錄個體外觀特徵(傷痕、角況等)作為標記，以利後續自動照相機監測時辨識追蹤，來釐清個體在棲地的活動情形。

目前研究人員可辨識並標記的個體共有 3 隻雄性個體，分別為 M01、M02 及 M03，其中 M01 為亞成雄性，於 4 月 29 日於黑森林步道之陷阱首次進行辨識標記，8 月後個體隨著母鹿密集出現，個體於 9 月 8 日同地點死亡；M02 為亞成雄性，特徵為獨眼(右眼異常萎縮)，其首次辨識於 10 月 1 日於楠溪林道陷阱外，10 月 18 日進入陷阱但未觸發(圖 27)，11 月 8 日陷阱捕獲母鹿後 M02 未再出現；M03 為成年雄性，其特徵為三尖兩叉，其首次記錄為 9 月 27 日，之後於 10 月 1 日、10 月 26 日在陷阱外皆有記錄到該個體，11 月 15 日陷阱捕獲一對水鹿母子時，M03 曾試圖靠近受困個體(圖 26b)。觀察結果發現，相同個體的雄性水鹿不會重覆出現在複數的陷阱內，顯示雄性水鹿可能對活動範圍內覓食點具有一定的忠誠度。

(a)



(b)



圖 24、架設於楠溪林道的籠式觸發陷阱。(a)陷阱外觀及彈簧門，(b)觸發陷阱彈簧門的引信及餵食器

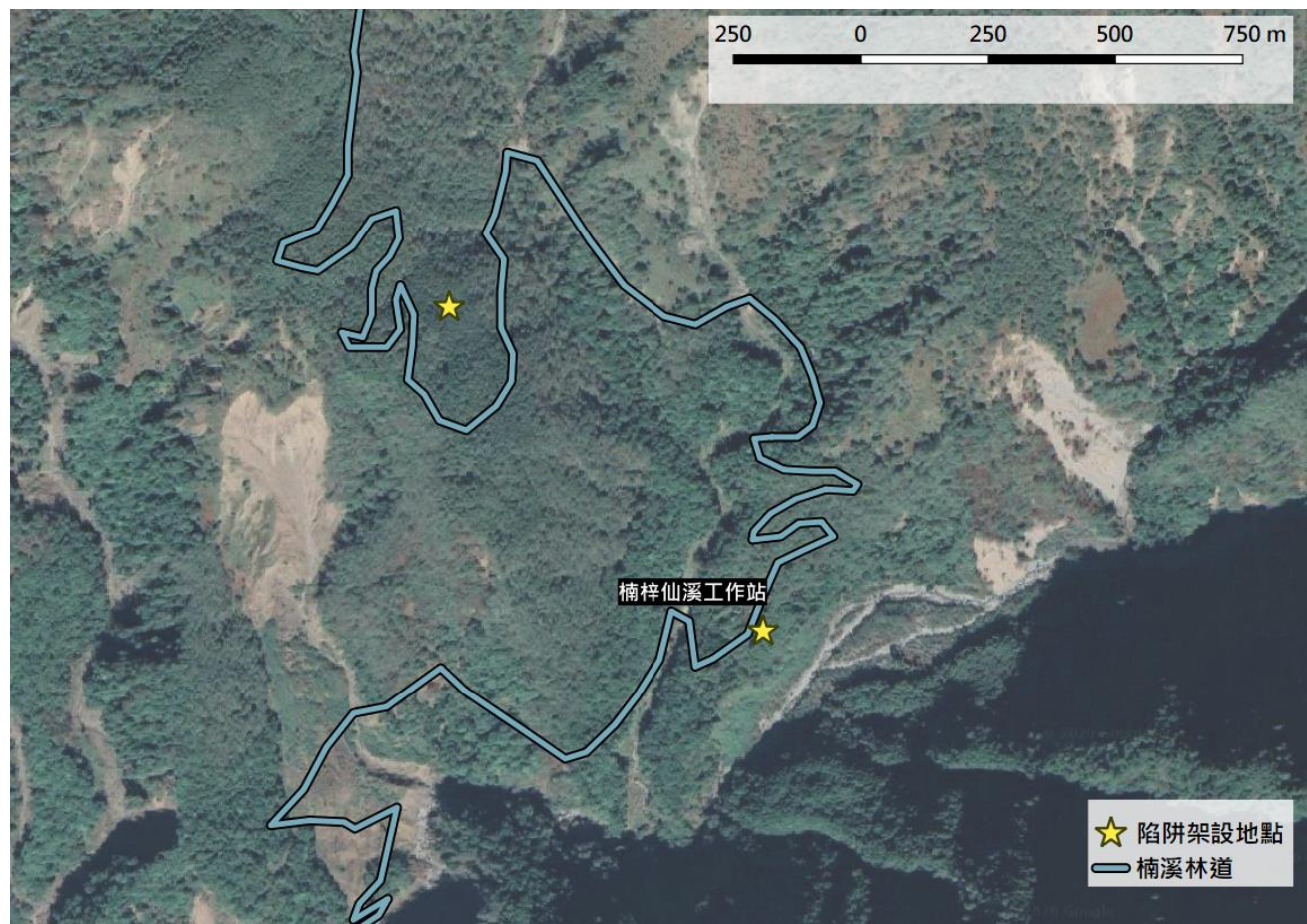


圖 25、10 月 14 日架設至楠梓仙溪林道沿線之籠式觸發陷阱。

(a)



(b)



圖 26、楠溪陷阱捕獲的臺灣水鹿。(a)於 2020/10/17 進入陷阱並被捕獲的臺灣水鹿，(b)於 2020/11/15 進入陷阱並被捕獲的臺灣水鹿母子。所有個體皆在數小時後自行脫困。

(a)



(b)



圖 27、可辨識標記的臺灣水鹿個體。(a)於 2020/10/2 靠近陷阱的臺灣水鹿(M02)，
(b)於 2020/10/18 進入陷阱但未被捕獲的 M02。

(十) 水鹿出現機率與人為活動的關係

本研究在黑森林捕捉樣點總共監測 174 天，共記錄到 33 次(天)的人為活動，包含相機架設、相機調整、器材搬運、各階段的陷阱架設、巡視相機、餌料放置、埋伏捕捉，及其他與本研究無關之人為活動等。另外記錄到 81 次(天)的水鹿出現，包含母鹿群及單獨行動的公鹿（簡稱為獨行公鹿）兩種情形，但獨行公鹿僅記錄到 1 次。其中有人為活動出現的 33 個日期當中，有水鹿出現的日期僅有 2 天（表 3，圖 28-1），其中一天為本研究人員在捕捉樣點調整相機，另一天為非本研究人員進入陷阱內探視。水鹿相鄰兩次出現時間間隔若以天為單位，則最短為 1 天(亦即連續兩天皆出現，共 56 次)，最長為 18 天(共 2 次)，平均間隔為 2.05 天($SD=4.22$ ，圖 26-2)。

邏輯迴歸之分析結果顯示距離上次人為活動之天數與距離上次水鹿出現之天數（含二次項）與每日的水鹿出現機率皆有顯著的關係(表 4)，且兩者與水鹿出現機率的關係符合本研究之預期。隨著距離上次人為活動之天數越長，水鹿出現的機率越高(圖 29)，若距離上次水鹿出現之天數在 10 天之內，水鹿出現機率會隨著距離上次水鹿出現時間越久而逐漸降低，但 10 天之後，水鹿的出現機率會隨著時間而逐漸上升(圖 29，圖 30)。換句話說，水鹿若出現，則會連續出現一段時間(天數)，水鹿若停止出現，則會停止出現一段時間，但是當水鹿持續一段時間沒有出現，則其再度出現的機率會逐漸上升。卡方分析的結論與邏輯迴歸一致，亦即水鹿出現與否與當天是否有人為活動呈高度的負相關(表 3， $\chi^2=28.3$ ， $P<0.001$)。綜合上述的結果，研究樣區的水鹿對於人為活動相當敏感，明顯躲避人類，與其他高海拔營地水鹿不懼怕人類，甚至被人類吸引的現象大相逕庭。本研究推測因為塔塔加地區設有生態廁所，遊客也不會遺留食物在遊憩區中，所

以水鹿不易接觸到人類排泄物和食物中的鹽分而產生依賴性，因此水鹿仍保有對人類的警戒性。

表 3、黑森林步道附近捕捉地點水鹿出現與否與當天是否有人為活動之頻度分配表。卡方檢定顯示水鹿出現與否顯著與當天是否有人為活動有關($\chi^2=28.3, P<0.001$)

	水鹿未出現	水鹿有出現
當天有人為活動	31	2
當天無人為活動	60	81

表 4、黑森林步道附近捕捉地點水鹿出現機率與距離上次水鹿出現天數及距離上次人為活動天數之邏輯迴歸分析。

參數	自由度	估計值	標準誤	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	0.9491	0.3947	5.782	0.0162
距離上次水鹿出現天數(D)	1	-0.8085	0.1807	20.015	<.0001
距離上次水鹿出現天數 ² (D ²)	1	0.0396	0.0107	13.693	0.0002
距離上次人為活動之天數(H)	1	0.1144	0.0426	7.222	0.0072

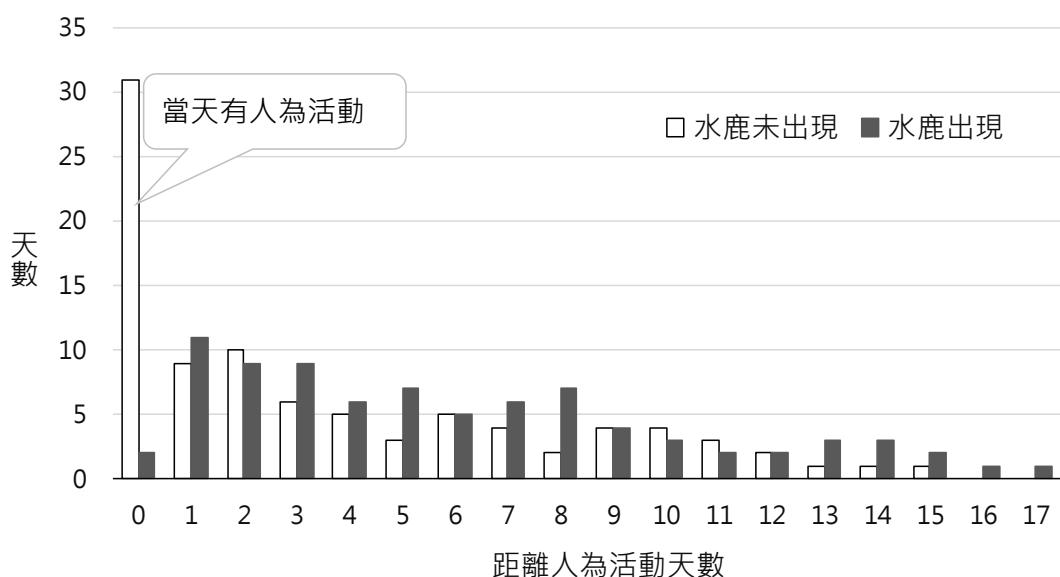


圖 28-1、黑森林步道附近水鹿捕捉地點之水鹿出現情況與距離人為活動天數之分布。距離人為活動天數為 0 代表當天在捕捉地點有人為活動。水鹿出現以天為單位，當天有水鹿出現即計為 1，沒有水鹿出現則計為 0。本表為合計 174 天之結果。

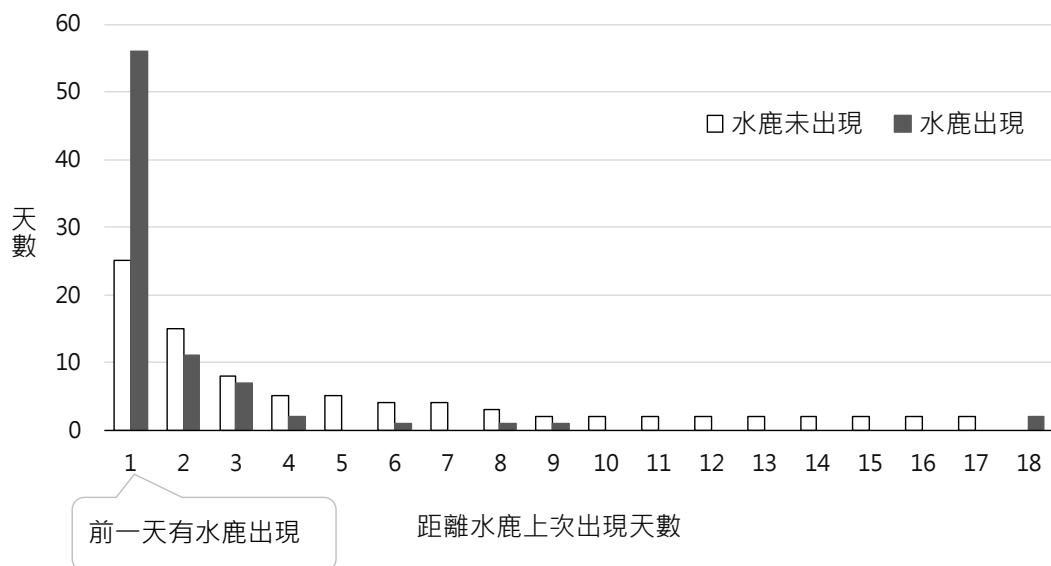
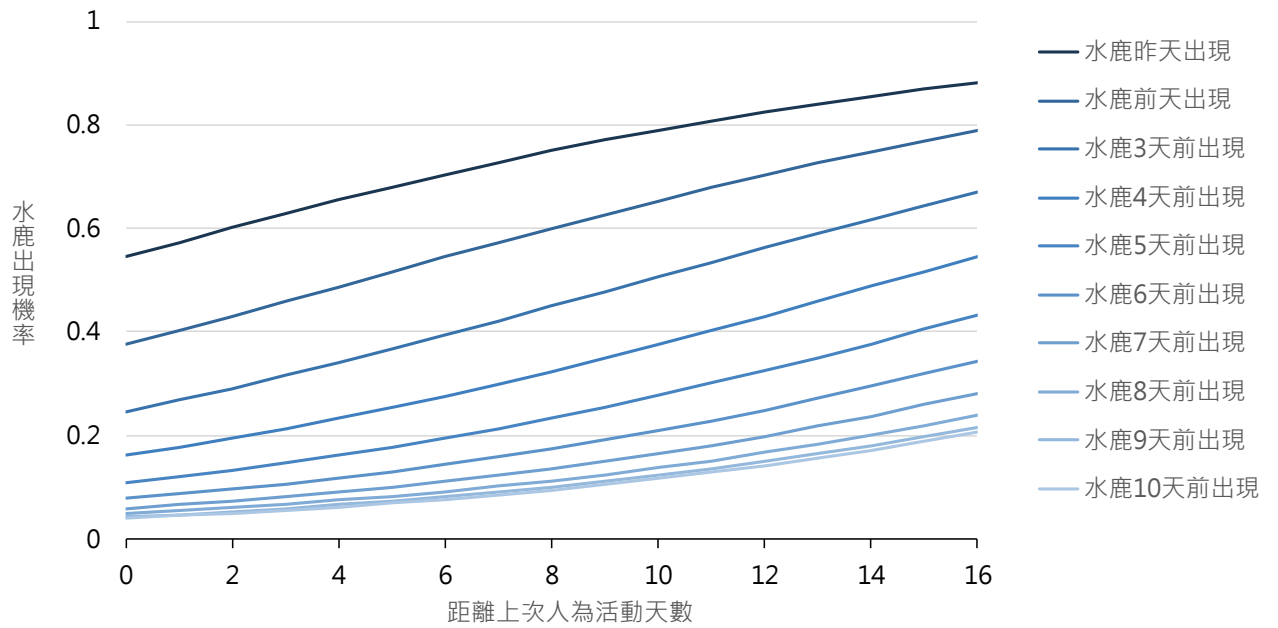


圖 28-2、黑森林步道附近水鹿捕捉地點之水鹿出現情況與距離水鹿上次出現天數之分布。

(a)



(b)

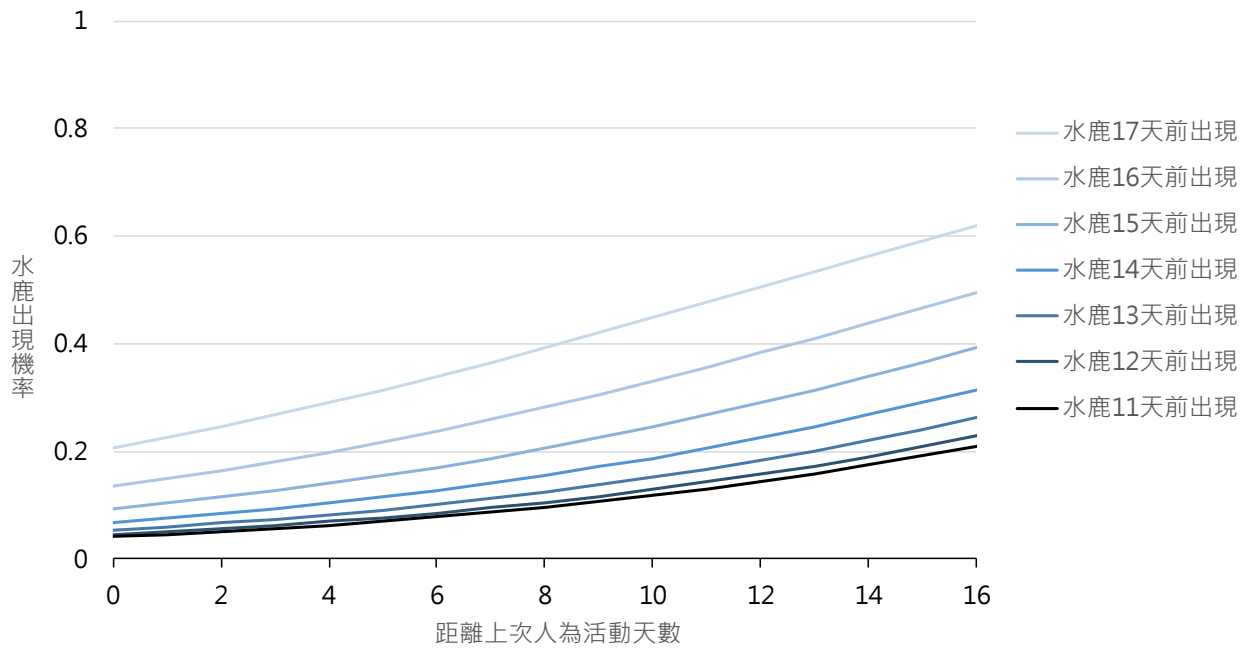


圖 29、水鹿出現機率與距離上次人為活動天數之關係。(a)水鹿在 10 天之內曾經出現的情況，(b)水鹿在 11 至 17 天之前曾經出現的情況。

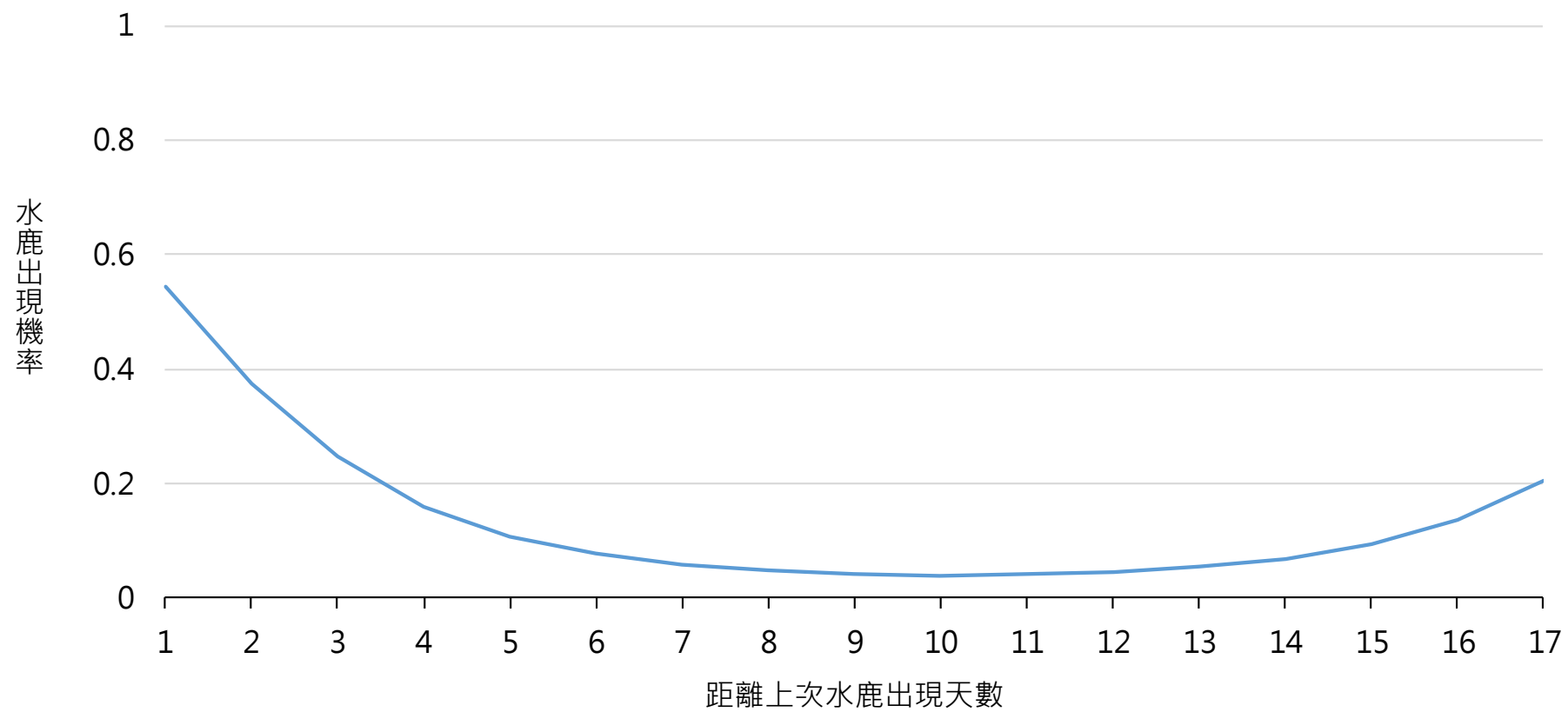


圖 30、在當天有人為活動的情況下，水鹿出現機率與距離上次水鹿出現天數之關係。

五、結論與建議

1.水鹿與遊客活動相關性

從監測資料來看，塔塔加地區的水鹿在空間分布與活動時間上，都明顯避開遊客的分布與活動。從研究團隊捕捉水鹿的經驗，也發現水鹿在捕捉地點有任何人為活動時會大幅降低出現的機率。這些結果顯示塔塔加地區的水鹿有迴避人類活動的傾向，此狀況與許多登山熱區水鹿受到遊客吸引的情況形成強烈對比，造成此差異的原因值得再探討。本研究認為由於目前塔塔加地區水鹿傾向避開人類活動，因此對於人類與水鹿而言皆暫時沒有疾病、安全、健康上的顧慮。然而本研究發現緊鄰台 18(101K 處)及台 21 公路(東埔山附近)的邊坡有水鹿獸徑、排遺及吊索，顯示水鹿在公路沿線有頻繁的活動，因此公路沿線仍有交通安全上的風險；且未來不能確定隨著遊客與水鹿的接觸機率增加，導致水鹿行為逐漸改變，要探討其中的趨勢，仰賴更大時間尺度的監測。

2.水鹿捕捉

呈上段所述，塔塔加地區的水鹿相較於其他地區，對於人類極為敏感，無法適用守候陷阱的方式捕捉。未來若有在塔塔加地區捕捉水鹿的規劃，可以考慮以自動化或遠端遙控的方式啟動陷阱，例如改良式套索或電動門陷阱，工作人員則必須與陷阱保持相當的距離，以提升水鹿進入陷阱的機率。

然而，為避免水鹿進入陷阱後受到緊迫，工作人員必須能在短時間內抵達陷阱，因此自動化陷阱與工作人員之間的通訊方式是另一個亟待克服的技術問題。若在有 4G 訊號的地點捕捉，則 4G 通訊相機是可行的方案

之一；若在沒有 4G 訊號的地點捕捉，則必須依賴無線電器材。

短期建議

1. 克服水鹿捕捉的技術問題，為將來進行水鹿追蹤做準備
2. 以自動相機辨識水鹿個體，以個體的活動地點分析塔塔加地區水鹿與遊客活動的交互關係及造成水鹿迴避人類的可能原因。若能克服捕捉的技術問題，此項工作可利用衛星追蹤達成。
3. 於台 18 及台 21 公路旁設置警告標語，提醒民眾可能的水鹿碰撞風險。

中長期建議

1. 研究塔塔加地區水鹿與其他熱門登山區域水鹿行為差異的可能原因，以探討如何降低遊客與水鹿接觸的機率。
2. 以衛星追蹤瞭解水鹿在台 18 及台 21 公路附近的移動模式，針對可能的交通安全風險做預警。

六、參考文獻

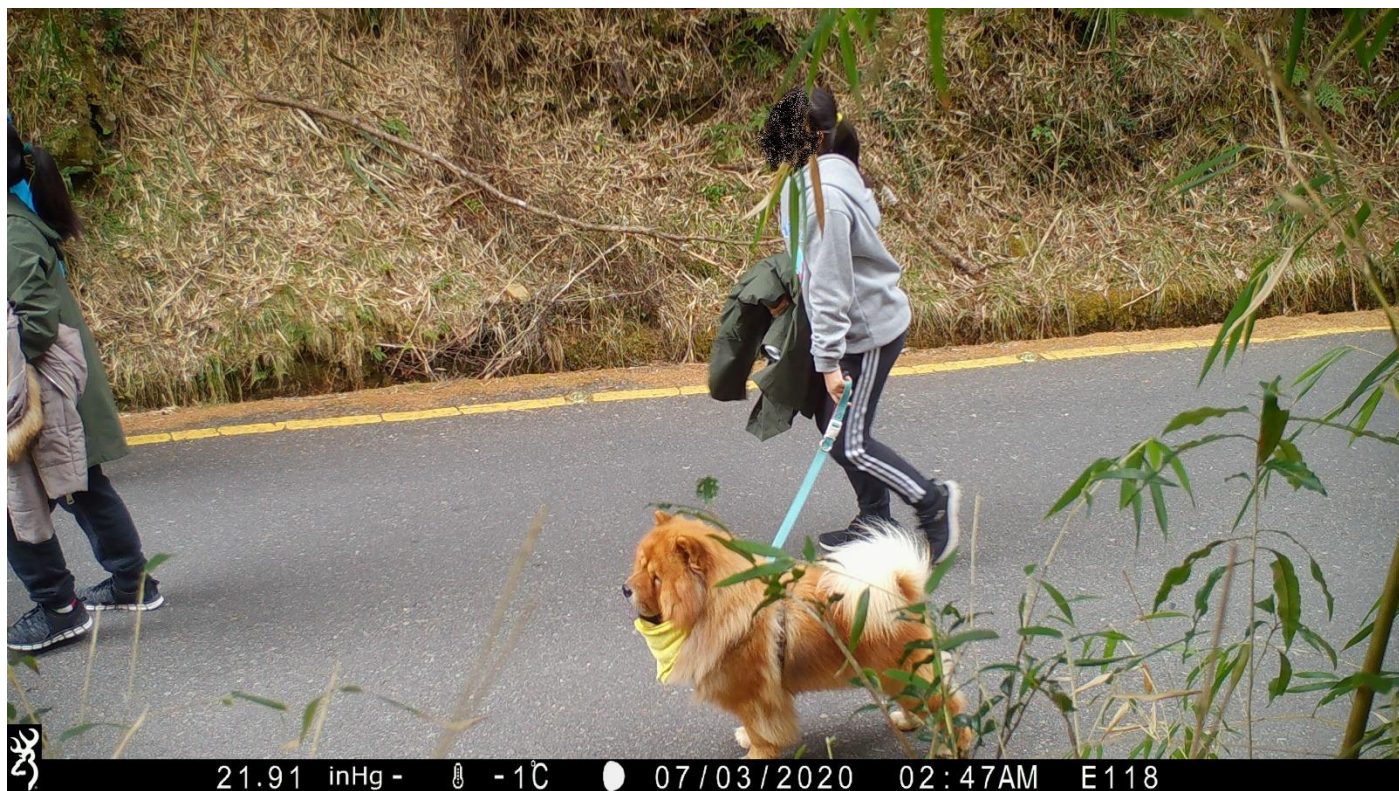
- Knight, R.L. and Cole, D.N. 1995. Factors that influence wildlife responses to recreationists. Pp 71-80 in Knight, R.L. and Gutzwiller, K.J. (eds). 1995. Wildlife and Recreationists: coexistence through management and research. Island Press, Washington DC, USA.
- Yen, S., Wang, Y., Yu, P., Kuan, Y., Liao, Y., Chen, K. and Weng, G.-J. 2019. Seasonal space use and habitat selection of sambar in Taiwan. Journal of Wildlife Management 83(1): 22-31.
- 王穎。2010。奇萊山區台灣水鹿之活動模式與空間使用。太魯閣國家公園專題研究報告。40 頁。
- 王穎、朱有田、翁國精。2013。台灣水鹿跨域整合研究（二）。太魯閣國家公園管理處委託研究報告。121 頁。
- 古馥宇。2018。台灣水鹿之相對族群量指標開發與評估。國立屏東科技大學碩士論文。
- 李玲玲、林宗以。2007。玉山國家公園南二段地區中大型哺乳動物調查暨台灣水鹿族群監測計畫。玉山國家公園委託研究報告。70 頁。
- 翁國精。2018。遊客活動對水鹿及其他中大型哺乳動物影響之評估。太魯閣國家公園委託研究報告。89 頁。
- 裴家騏、姜博仁。2002。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(一)。行政院農業委員會林務局保育研究系列 90-6 號。63 頁。
- 廖昱銓。2013。中部山區台灣水鹿活動模式之探討。國立臺灣師範大學生命科學系碩士論文。61 頁。

劉茗玥，曹昱彥。2020。楠溪、石水山、塔塔加三區之水鹿（*Rusa unicolor swinhoii*）生活史與其差異。國立屏東科技大學森林系實務專題報告。33 頁。

顏士清、王穎。2011。台灣水鹿之活動範圍與社會結構初探-以奇萊磐石山區為例。太魯閣國家公園管理處研究生研究報告。29 頁。

顏士清。2013。以棲地適合度模式與 GPS 遙測技術探討臺灣水鹿之空間使用及不同尺度下之棲地選擇方式。國立台灣師範大學生命科學系博士論文。84 頁。

附錄 1、塔塔加地區內拍攝到的遊客及水鹿照片



a、塔塔加地區拍攝到的遊客影像(臉部經模糊處理)



b、塔塔加地區拍攝到的水鹿影像

附錄 2、塔塔加地區自動照相機監測到的其他物種



a、鹿林天文台步道記錄到雄性臺灣水鹿



b、楠溪林道記錄到的野豬母子



c、玉山林道記錄到的蒼鷹



d、楠溪林道記錄到交配中的黑長尾雉



e、黑森林步道記錄到的臺灣黑熊



f、鹿林天文台步道記錄到戴項圈黃喉豹

附件 1、期中審查報告評審委員意見回覆

委員意見	意見回覆
鄭錫奇委員之意見	
期中報告書內容之引用案例之文獻應詳列。	感謝委員指正，相關文獻已詳列於 P.65。
工作內容之嘗試於塔塔加地區捕捉追蹤臺灣水鹿之項目未見於研究方法，建議受託單位應於期末報告書中增列。	目前本研究捕捉水鹿屬於嘗試性質，並沒有固定的方法，因此將嘗試捕捉時所使用的方法視為結果，已列入「捕捉水鹿的測試與結果」一節，請見 P.41。
相對豐度指標 $OI_3(2hr)$ 之定義及與原國內調查普遍使用之 OI 值差異性可再敘明，及其必要性。	感謝委員指正，已補充於內文 P.9。
分析相關資料採 $<1,000m$ 、 $1,000\sim1,500m$ ； $>1,500m$ 之間距依據為何？	本團隊過去研究之經驗顯示水鹿在距離人類活動核心區域大約 750m 以上即不受人類干擾而顯示正常的活動模式，然而塔塔加地區人類活動範圍超過半徑 1000m，又考量到塔塔加地區的面積以及可用相機的數量，因此將樣區大致劃分為三個距離等級來探討水鹿與遊客活動的相關性。

所使用之相機型號請列出。	感謝委員指正，以補充在內文 P.7 及 P.42。
所謂同一調查點架兩部相機，一部對遊客另一部對臺灣水鹿拍攝，請受託單位將調查方式再敘明清楚。	本研究的設計方式是以成對的方式架設相機，以排除水鹿監測相機和遊客監測相機在環境上的差異所可能造成的問題。成對的相機當中，有一台架設在步道旁以拍攝遊客，另一台在步道附近的森林中以拍攝水鹿，而非同一台相機同時監測水鹿與遊客。
NS01 因有誘餌設計，其獲得之資料採用或不採用之項目及分析應敘明。	NS01 主要目的為監測陷阱之狀況，因發現陷阱的架設和誘餌會影響水鹿的行為，而在討論出現頻度與活動模式的主題時皆不納入 NS01 的相關資料。
本期中報告未列「結論或建議」，建議受託單位於期末報告應列入，以利管理處後續之經營管理參考使用。	感謝委員指正，已新增「結論與建議」一節，請見內文 P.63。
除了臺灣水鹿資料，若以相機拍得其他動物亦可以附錄或附圖列出，以茲參考比較	本報告已在內文中列出水鹿之外的其他物種，並將有效照片數較多的物種製成熱區圖（圖 18）。但因為相機之架設是針對水鹿，在架設高度及地點的選擇上並不一定符合其他物種的監測方法，因此拍攝成果僅供參考。

飼養族群 V.S.野生族群之臺灣水鹿如何區分？	飼養族群與野生族群單就外觀上難以區分，簡報中提及的相關內容，主要是從在地的訪談資料得知。
劉建男委員之意見	
建議受託單位能在期中報告書加入摘要。	感謝委員指正，已加入摘要。
前言建議加入臺灣水鹿生態學資料，例如：活動範圍等。另外，塔塔加地區近十幾年來的族群變遷，若有相關研究調查資料建請補充之。	感謝委員指正，水鹿的活動範圍及棲地偏好資訊已補充於 P1-3。目前並無塔塔加地區水鹿族群變遷之資料。
研究方法部分，台 21 線沿線所架設相機可能會受道車輛噪音等影響，應列為遊客熱區或非熱區請再斟酌。成對相機如何架設建議能詳加說明。	原則上在架設非遊客熱區相機時，會架設在一般遊客無法抵達的位置，DP01-03 雖鄰近台 21 線，但車輛噪音非常微弱，本研究認為對於水鹿應不至於造成干擾。
>1,500m 距離的點位中石水山三個樣點有很高的 OI 值但這三個點可能非獨立且會影響分析結果，建議受託單位考量調查取樣點調整與否	期中審查後已新增石 SS06、SS07 兩個樣點，位於石水山的後三個樣點與前兩個樣點中間之間，使迴歸分析結果不至於受到石水山後三個樣點的影響。
期中報告書 OI 值的計算是 2 小時內算同一筆有效照片，水鹿活動模式的資料分析是依此方式判定有效照片數值來進行分析？且是否會影響活動模式分析結果？建議受	活動模式是以「每小時拍攝到動物的機率」定義呈現，一天 24 小時累計的拍攝機率為 1，詳見方法 P.9。活動模式的計算與 OI_3 兩小時的資料為分開分析。

託單位作細部調整。	
一般化線性模式所用的環境因子，如何測量應加以說明。	一般化線性模式所參考的環境因子來自 Yen et al. (2019)的環境因子，主要是由公開資料的 GIS 圖層取得，除非圖層資料與現場狀況差異甚大(未發生)，研究人員並沒有親測來取得分析資料。
捕捉資料未來如何分析以符合工作項目(三)？	本計畫為先期調查計畫，捕捉水鹿的目的是建立樣區內可行的捕捉方法，而非藉由捕捉獲得特定分析資料。
圖 6、8-11 建請補充總有效照片數據資料。	OI 值的計算是以每台相機唯一個樣本單位，亦即先計算每台相機的 OI 值，再將 OI 值取平均。圖中所示的 OI 值皆為平均值，因此並沒有特定的有效照片數可以呈現。
P.14 初步結論(1)水鹿活動地點明顯避開遊客活動區域的敘述可能有疑慮，大鐵杉周邊遊客熱區的水鹿 OI 值仍偏高，建議修正文字內容。	感謝委員指正，已修正內文的敘述，詳見 P.14。
玉山國家公園管理處內部各委員之意見	
請受託單位說明水鹿與熱區距離級距取 <1,000m 之依據為何？	依據本團隊過去研究之經驗，水鹿在距離人類活動核心區域大約 750m 以上即不受人類干擾而顯示正常的活動模式，

	然而塔塔加地區人類活動範圍超過半徑1000m，又考量到塔塔加地區的面積以及可用相機的數量，因此將樣區大致劃分為三個距離等級來分配相機，並探討水鹿與遊客活動的相關性。
遊客活動模式水鹿活動模式可作季節性比較，因樹皮啃磨傷口有季節變化。	目前本研究累積之資料為二至十月，尚未滿一年，無法對水鹿活動之季節性做出最後結論。樹皮啃食之季節性變化有賴其他團隊提供資料，若本團隊能取得資料，將於結案時一併比較遊客、水鹿、樹皮傷口之季節性變化。
P7.P8 有效照片超過 0.5 之後的第一張同物種，請確認 0.5 是指 0.5 小時或意指其他？	感謝委員指正，這部分為誤植(0.5 應修正為 2 小時)，已修改至 P.9。
預計捕捉地點先前觀察過同時多隻出現，倘若同時>3 隻以上進網時如何進行捕捉作業？	依據獸醫師及顏士清老師建議，捕捉時以一次一隻為原則，如果同時數隻進入陷阱則將以捕捉一隻，並釋放其他個體。
本處於台 18 線及台 21 線公路設有車輛計數器楠溪林道 0.3K(排雲登山服務中心)，及東埔大草原北側入口(遊客中心端)亦設有人次計數器可納入本計畫案中參考。	感謝委員建議，如有可納入比較分析的項目會參考引用。

期中報告書當有提到捕捉繫放水鹿部分，如有採集血液進行水鹿相關健康、疾病及寄生蟲等檢測工作，雖無涵括於本計畫受託內容，仍請受託單位盡可協助提供相關資訊給本處作為後續經營管理之參考。	如果捕捉過程中所紀錄到的資料，研究團隊會依玉山國家公園管理處需求在期末整理並提供。
本次期中報告書中多數呈現臺灣水鹿可能避開遊客活動之行為，有無其他需要注意的現象，如:夜間水鹿移動有無造成公路路殺等現象發生。	本研究除了登山口接駁路線外，因為考量到塔塔加的遊憩範圍，沒有在公路車輛較密集處架設相機。但樣區內所有拍攝柏油路的相機監測到的水鹿出現頻度並不高。
楠溪林道樣區僅架設 1 台相機是否足夠?目前本處推展該區域為公民科學監測及科研教育之主要場所，及開放山林對該區域水鹿族群是否受到衝擊?亦請受託單位評估納入報告書提供本處後續參考。	感謝委員建議，考量到計畫執行初期對於塔塔加涵蓋的範圍並沒有覆蓋多數的楠溪林道，但楠溪林道為研究者長期監測樣區，相關調查資料如有需要可提供。
期中報告書中待釐清部分:第 6 頁遊客熱區(b)新中橫台 21 線與期中簡報將新中橫公路定義為遊客非熱區，似乎有衝突。建議釐清另報告書內第 9 頁第 4 項及熱區距離級距設定依據，建立補充相關文獻以利參考。	新中橫台 21 線之相機並非架設於公路上，而是在公路旁之森林中，平常僅有微弱的車聲而沒有任何遊客，因此本研究將台 21 線旁的樣點定義為非遊客熱區。另依據本團隊過去研究之經驗，水鹿在距離人類活動核心區域大約 750m 以上即不受人類干擾而顯示正常的活動模式，然而塔塔加地區人類活動範圍超過半徑 1000m，又考量到塔塔加地區的面

	積以及可用相機的數量，因此將樣區大致劃分為三個距離等級來分配相機，並探討水鹿與遊客活動的相關性。
簡報當中所提及以自動相機拍攝到伴生物種，建議納入期末報告當作定性資料參考。	本報告已在內文中列出水鹿之外的其他物種，並將有效照片數較多的物種製成熱區圖（圖 18）。但因為相機之架設是針對水鹿，在架設高度及地點的選擇上並不一定符合其他物種的監測方法，因此拍攝成果僅供參考。
報告書內容有誤植處請修正，如:第 6 頁雙鞍步道是指何處?第 7 頁超過 0.5 之後的第一張...請修正為超過 2 小時候的第一張	感謝委員指正，已針對誤植修正。

附件 2、期末審查報告評審委員意見回覆

委員意見	意見回覆
丁宗蘇委員之意見	
塔塔加地區野生動物對人類活動行為可能會有習慣化之趨勢發生，建議受託單位可在成果報告內保留此可能性。	感謝委員意見，未來確實會有水鹿習慣人類活動的可能性，會在報告中結論與建議章節加強這部分的陳述。
遊客活動與臺灣水鹿出現頻度在報告摘要第 3 點結果為無顯著相關性，建議可多加說明此為在月份上的比較。	摘要第 3 點應修改為遊客量跟水鹿出現頻度在月份之間無顯著相關性，已修正在摘要中。
水鹿出現與遊客活動在時間上有迴避情形，建議可以在一日間與一年間不同時間尺度來闡述。	已提供於圖 8 及圖 15。
以解說教育角度觀看，建議受託單位可以提供塔塔加地區適合觀察水鹿之合適地點及時段，俾利提供管理處日後經營管理參考。	感謝委員建議，本研究建議夜觀可採用網路即時通訊相機作為提供遊客觀察水鹿的途徑，將相機架設於水鹿活動區域內，相機捕捉到水鹿的影像後會在 30 秒至 1 分鐘回傳至雲端系統，可提供給定點(例如遊客中心)區域內遊客即時觀察，這樣的方式可以提供遊客即時的水鹿影像，同時降低遊客對水鹿的影響。

玉山國家公園管理處內部各委員之意見	
針對水鹿避開遊客的結果，老師在措施上有何建議？	本研究建議這樣的情況可以維持。亦可進一步探討造成結果的可能因素，就能作為經營管理上正面宣導之教材。
本計畫之結論與建議當中，水鹿在塔塔加地區傾向避開人類活動，然研究發現緊鄰台 18 線及台 21 線公路的兩側邊坡仍有水鹿頻繁活動蹤跡，因此可能造成公路交通安全的潛在風險，爰請受託單位於成果報告書敘明本處未來可加強宣導之經營管理措施如：規劃設置告示牌或其他可行方式加以提醒用路人並提供本處在遊憩與保育經營管理方針上之參考依據。	已提供於短期與中期建議中。
請受託單位說明架設自動照相機監測水鹿與遊客活動熱區距離級距取 $<1,000\text{m}$ 之依據為何？	以太魯閣相關研究經驗大概水鹿距離人類活動區域 750m 左右，受到的干擾會降低，這個數字也是與 1,000m 很接近，因此本研究所選擇的假說的級距設定在 1,000m 去探討，另外也是考量到樣區設定的大小和覆蓋度，去調整距離。
本計畫內容詳細描述水鹿出現與遊客活動時間分析比較資料，有助於未來本處辦理夜間觀察活動資訊，請受託單位於成果報告書內容提供適合夜觀之時段或執行	感謝委員建議，本研究建議夜觀可採用網路即時通訊相機作為提供遊客觀察水鹿的途徑，將相機架設於水鹿活動區域內，相機捕捉到水鹿的影像後會在 30 秒至 1

方式，俾供本處參考。	分鐘回傳至雲端系統，可提供給定點(例如遊客中心)區域內遊客即時觀看。
本研究報告顯示水鹿在台 18 線及台 21 線公路沿線有頻繁活動，研究團隊有建議以衛星追蹤來瞭解其移動模式，是否也可以在這些區域架設照相機監測以獲得相關資訊。	感謝委員建議，我們可以在台 18 線及台 21 線提供建議的點位做相機監測的地點(P.63)，作為後續研究的參考。
P.6 第 1 項的(1)熱區含括新中橫台 21 線，但 P.12、P.19 及 P.66 新中橫公路卻歸類為非熱區?建請受託單位重新檢視並修正報告書內容。	感謝委員建議，這個部分為筆誤，新中橫台 21 線在本研究設計時是歸類為非遊客活動熱區，已修正在內文。
P.12 中段文字 12 則「鹿」生態影片，缺少「水」字請補正。	感謝委員指正，已修正在內文。
P.21 中段提及 9 月 22 日觀察雌性成年水鹿啃食屍體，請問草食獸啃食腐肉的可能原因為何?請受託單位加以敘述。	臺灣水鹿啃食屍骨原因應為從骨骼中取食鈣元素，並非食肉(所以才會在屍體腐爛數日後才食用)，有可能是懷孕期母鹿需要鈣元素。
P.60 黑森林步道紀錄到黑熊，請問與步道之距離遠近為何?	黑熊紀錄到的地點為遊客平時活動步道的正上方。

P.14 以大鐵杉作為遊客熱區中心點對各相機距離作分析可能造成誤差，經長期觀察發現,到訪遊客中心的遊客不一定會到大鐵杉，到訪大鐵杉周邊的遊客大多由楠溪林道(上東埔)前往，以上提供受託單位參考並檢視修正報告書內容。	感謝委員建議。由於相機架設皆以大鐵杉為圓心做規劃，因此目前之數據無法修正為以遊客中心為圓心。
水鹿及山羌 OI_3 及出現頻度看起來有彼避開，是否兩種草食獸彼此會錯開活動範圍?請受託單位酌以說明。	感謝委員建議，根據相機資料，會發現水鹿和山羌在某些地區依然有共域的現象，熱區圖上呈現的結果差異有可能是反映出山羌比起水鹿更習慣並接受遊客活動。且本研究並未真正的以山羌為目標蒐集資料，兩種草食獸可能存在特別的互動模式，但僅以本研究的資料難以提出可驗證的結論，支持水鹿山羌會互相迴避的假說。
本研究計畫在塔塔加地區調查結果與其他熱門登山區域如奇萊山、能高安東軍等區域水鹿出沒會趨近遊客活動區域之結果相反，可能原因是否與塔塔加地區設有生態廁所及避免人類隨處便溺情形，使水鹿目前無將人類與可獲取塩份之間作連結,因而導致迴避人類出沒? 建請受託單位能在報告書中加以陳述。	感謝委員建議，已陳述於第 57 頁。

近年來本處塔塔加及楠溪林道水鹿族群量日趨增加，而由研究團隊所監測記錄之影音照片多達4千多張，請教受託單位能否依此分辨雌雄個體或估算水鹿族群數量？	公鹿具有鹿角可供辨識個體，母鹿則無特徵可供辨識，因此僅能估算公鹿數量。但由於自動相機並非以估算族群量的目的架設，因此若用於估算族群量可能有不小的誤差。
P.12 最後一段提及 OI_3 值在 E02 等處較高，但圖 4 中相機 B01、B02 看起來 OI_3 也高，尤其是 B01 請重新檢視並修正內文文字	感謝委員建議，這部分為筆誤，已修正相關敘述。
本研究計畫嘗試捕捉水鹿並追蹤紀錄個體所採用之圍網材質建議可採取鐵絲網，以降低傷害動物生命安全。	感謝委員建議，報告中呈現的塑膠萬能網是前期測試，目前已準備好鐵網材料並準備架設。
本研究計畫報告內容水鹿出現範圍熱區及非熱區圖層，請受託單位依照玉山國家公園第三次通盤檢討分區計畫圖為底圖，以利日後檢視本處通盤檢討分區計畫並適度調整。	感謝委員建議，已套疊圖層到所有物種的熱區分布圖中，分別在圖 7 及圖 18。