

109-110 年度玉山國家公園塔塔加地區中
大型草食性哺乳動物組成與植被消長關係
調查計畫

The Species Composition and the Impacts on
Vegetation of Medium to Large Herbivorous Mammals
at Tataka in Yushan National Park, 2020-2021



(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

玉山國家公園管理處
中華民國 110 年 12 月

109-110 年度玉山國家公園塔塔加地區中 大型草食性哺乳動物組成與植被消長 關係調查計畫

The Species Composition and the Impacts on Vegetation of
Medium to Large Herbivorous Mammals at Tataka in Yushan
National Park, 2020-2021

受委託單位：國立中興大學

研究主持人：曾喜育

協同主持人：陳相伶

研究期程：中華民國 109 年 01 月至 110 年 12 月

研究經費：新臺幣 172.5 萬元

玉山國家公園管理處 委託研究

中 華 民 國 110 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)

摘要

關鍵詞：中大型草食性哺乳動物、植物社會、臺灣水鹿、塔塔加地區、空間分布、寄生蟲、健康評估

一、研究緣起

植物社會與草食動物間的動態交互作用，影響現生植群狀態，當草食動物數量過多，植物社會的結構也會隨之發生改變，其中又以中大型草食動物的影響較為明顯，在臺灣以臺灣水鹿對樹皮啃食及磨角影響最劇。近年塔塔加地區的臺灣水鹿族群逐漸擴張，對當地植物社會影響漸劇，因此本計畫擬結合植物社會調查與塔塔加遊憩區中大型草食哺乳動物的物種組成、活動與季節變化，建立潛在食草種類清單，提供了解其對植物社會類型的偏好，進一步建立長期監測樣區，了解中大型草食哺乳動物啃食壓力對植物社會物種組成與結構的影響；探討臺灣水鹿季節性啃磨樹皮對植群演替的影響；透過新鮮排遺收集與分析，進行臺灣水鹿等草食性動物的健康評估。了解塔塔加地區中大型草食性動物與植群間的交互作用，研究成果提供管理處對塔塔加地區野生動、植物經營管理與保育策略之參考。

二、研究方法及過程

- (一)應用自動照相機調查塔塔加遊憩區的臺灣水鹿、山羌及臺灣野山羊的族群狀態，本研究將自動相機所拍得的照片視為一項定點計數(point-count)的資料，計算每一臺自動相機樣點的出現指數(Occurrence Index, $OI = \frac{\text{該區所有相機每 1000 個工作小時中所拍得的有效照片數}}{\text{樣點數}}$)來代表目標物種在各樣點的相對豐度，並利用自動照相機資料建立其活動模式。
- (二)依塔塔加遊憩區的植群類型區分成森林與灌叢草生地兩種，分別設置植群長樣監測樣區，樣區大小為 20 m×20 m，區分成 16 個 5 m×5 m 的小區，樣區中心以 GPS 進行定位，架設自動照相機，進行植群及環境因子調查，並統計各樹種不同徑級之林木遭臺灣水鹿損害情形，瞭解臺灣水鹿對樹種及胸徑是否具偏好性。
- (三)於玉山林道(大鐵杉-鹿林山莊段)進行沿線兩旁每木調查，記錄樹種、胸徑(DBH)、啃磨痕跡大小等資訊，並綁上蘭花牌給予編號，以利後續複查瞭解兩旁林木存活狀態，監測臺灣水鹿是否具重複啃磨現

象。本研究透過穿越線樣帶進行調查，沿玉山林道、楠溪林道、東埔大草原步道均勻分布，每條至少間隔 200 m，並與道路垂直往森林方向進行上木調查，記錄林木種類、DBH、相對位置、啃磨長寬及離地高，以推測全區啃磨狀況。

- (四)建立遊憩區內中大型草食動物腸胃道寄生蟲組成與感染狀況的基礎資料，並透過長期監測了解其寄生蟲相與群聚組成變化，每月採集至少 15 份新鮮排遺樣本，後續採離心蜚蟎法進行寄生蟲檢驗，進行種類鑑定，並以定量的糞檢方式，分析塔塔加每月中大型草食性動物的排遺寄生蟲感染狀況，分別分析每月感染率與平均 EPG (egg per gram)。

三、重要發現

- (一)自 2020 年 2 月至 2021 年 8 月，44 臺次自動照相機總工作時數為 493,425 小時，共記錄 14 種哺乳動物、29 種鳥類，以山羌的出現指數最高，臺灣水鹿次之，臺灣野山羊最低。臺灣水鹿主要活動於鹿林山步道及麟趾山步道，山羌主要活動於玉山林道、大鐵杉周邊區域以及東埔大草原，臺灣野山羊主要活動於楠溪林道及玉山登山口附近。臺灣水鹿的主要活動時段為 18 時至隔日 5 時，並在 19-20 時出現高峰，山羌與臺灣野山羊的活動模式類似，晨昏時段活動較頻繁，皆在 5-6 時及 17-18 時出現活動量高峰。
- (二)海拔越高、距離省道越遠，臺灣水鹿的出現指數越高；樹冠覆蓋度越高則臺灣水鹿出現指數越低。距離林道越遠，山羌出現指數越低。而與闊葉林相比，山羌在玉山箭竹的出現指數顯著較低。臺灣野山羊在玉山箭竹以及華山松與二葉松林型的出現指數較低，而在臺灣雲杉的出現指數較高；水分梯度對山羊的出現指數則有負面影響。
- (三)登山客接駁車時間改變前後對臺灣水鹿、山羌與臺灣野山羊活動模式的影響，不論是接駁車路線或非接駁車路線，臺灣水鹿及臺灣野山羊在 2020 年與 2021 年的 OI 值皆無顯著差異；山羌在接駁車路線的 OI 值則是 2021 年顯著低於 2020 年。
- (四)疫情警戒 2021 年 5-7 月期間與未受影響的 2020 年 5-7 月相比，臺灣水鹿 OI 值顯著增加，而活動模式沒有顯著差異，日間活動比例並沒有較高，跟人類活動重疊的相機點 OI 值有顯著差異，疫情期間 OI

值顯著上升；山羌 OI 值亦有顯著增加，相對活動量在上午及下午時段都有所增加，而深夜的相對活動量則有所減少；臺灣野山羊 OI 值則無顯著變化，臺灣野山羊全日皆有活動行為，在上午及下午時段活動量有上升。

(五) 本研究針對數量相對優勢的樹種，依胸徑建立徑級分布圖，瞭解各主要族群結構狀態，結果顯示大多數種類為左偏的鐘型分布，僅厚葉柃木的族群結構成反 J 型，顯示這些具左偏鐘型分布徑級結構的樹種更新受阻，可能受到先趨樹種在演替中期其他樹種競爭，或中大型草食動物啃食，致使幼齡期個體數量較少。

(六) 綜合長期監測樣區、沿線調查與穿越線調查，塔塔加地區臺灣水鹿對樹種及 DBH 大小具有啃磨偏好性；偏好樹種以高山鴨腳木及玉山假沙梨受啃磨壓力較大，DBH 以 5-25cm 為臺灣水鹿喜愛啃磨之大小。玉山林道 2019-2020 年林道兩旁樣木每年受啃磨率分別為 26.55、39.64、51.53%，顯示臺灣水鹿對於玉山林道兩旁林木啃磨壓力持續增加。

(七) 2020 年 1 月至 2021 年 8 月研究團隊共計檢出 8 種寄生蟲，包含乳嘴桿線蟲(*Strongyloides papillosus*)之幼蟲、糞桿線蟲(*Strongyloides* sp.)、十二指腸結節蟲(*Oesophagostomum radiatum*)、梳狀古巴毛樣線蟲(*Cooperia pectinita*)、胰蛭(*Eurytrema pancreaticum*)、蛔蟲(*Ascaris equorum*)等 6 種，以及兩未知種類之線蟲卵。此外，塔塔加地區臺灣水鹿糞堆有疑似塑膠纖維存在。

四、 主要建議事項

(一) 立即可行建議

主辦機關：玉山國家公園

協辦機關：塔塔加管理站

建議事項：

1. 本區域已有許多受臺灣水鹿造成大面積傷口的林木，其中高山鴨腳木受損程度較高，已有許多個體遭受環剝而死亡，管理處可優先保護受損較嚴重之林木，使用塑膠網將樹幹包覆防止臺灣水鹿的二度啃磨，亦可架設金屬圍網觀察小苗生長情形，釐清草食動物是否會影響樹苗生長。

2. 玉山林道兩旁目前有許多枯立木，其中不乏 DBH 大於 10cm，當颱風或連日劇烈天氣影響後易造成林木倒塌，玉山林道為許多遊客行走健行之步道，因此建議管理處可先行處理玉山林道兩旁之枯立木，以免倒塌造成意外。
3. 研究團隊已多次目擊臺灣水鹿夜晚活動於阿里山公路上，建議玉山國家公園管理處應增設警告標示，提醒駕駛夜晚行駛於公路上應減速慢行並小心臺灣水鹿突然衝出，並加以宣導塔塔加地區為臺灣水鹿出沒熱點，民眾應與野生動物保持適當距離。
4. 研究區為臺灣中大型草食性哺乳動物出沒熱點，塔塔加遊憩區遊客眾多，中大型草食性哺乳動物相關知識與其對生態的影響為環境教育與生態保育解說的良好題材，本團隊研究結果可提供管理處進行宣導，建議管理處可以規劃相關講座或導覽提供民眾瞭解中大型草食哺乳動物之渠道，教育民眾面對這些動物時能有正確的反應措施，以免影響動物的行為。

(二)長期性建議

主辦機關：玉山國家公園

協辦機關：塔塔加管理站

建議事項：

臺灣水鹿等中大型草食哺乳動物對塔塔加地區的植群組成已造成影響，未來應著手針對如何降低或防制臺灣水鹿對特定樹種的啃磨外，亦應針對此類樹種之樹苗進行監測，以了解中大型草食哺乳動物對地被林木樹苗或稚樹建立的影響，以及針對因應策略研究試驗方法。

本研究調查發現臺灣水鹿與山羌的出現指數呈現顯著負相關，這在過往研究中未曾出現，臺灣水鹿及山羌食性相似，雖然在分布區域跟活動模式上有些區隔，但臺灣水鹿體型大，食性較廣，在競爭上可能較有優勢，塔塔加地區的此現象是否是臺灣水鹿與山羌族群擴張產生的競爭行為抑或是因三級警戒所帶來的短期影響需更長期的調查來加以了解。

Abstract

The herbivores would affect on the compositions and structures of plant communities, the influence of large- and medium-size herbivores mammals are more obvious. Among them, the *Rusa unicolor swinhoei* (Formosan sambar) has the most dramatic impact on trees of bark stripping and antler rubbing in Taiwan. In recent years, the population of Formosan sambar in Tataka Recreation Area has gradually expanded, which has affected the structure of local plant community. Therefore, this project intends to survey the relationship and dynamic between plant community and species compositions of medium-large herbivorous mammals.

From February 2020 to August 2021, 44 automatic cameras had a total working hour of 493,425 hours, recording 14 species of mammals and 29 species of birds. *Muntiacus reevesi* (Reeves's muntjac) had the highest activity index, followed by Formosan sambar. Formosan sambar has nocturnal activities with an activity peak at 7:00-8:00 pm, while Reeves's muntjac and *Naemorhedus swinhoei* (Formosan serow) activity period were all day with activity peaks at both 5:00 to 6:00 am and 5:00-6:00pm.

The results revealed that most tree species have a left-biased bell-shaped distribution of population structure, and only *Eurya glaberrima* showed reversed J-shaped. The population structures revealed that the regeneration of these tree species with a left-biased bell-shaped distribution were hindered, of which, would be caused by the competition of plants, or the debarking pressure of large- and medium-size herbivores mammals.

Combined the results of long-term monitoring plots, surveys along the road-side and belt transect surveys, the Formosan sambars had a preference for tree species and DBH size of bark stripping and antler rubbing. *Schefflera taiwaniana* and *Photinia niitakayamensis* were the most two favorite tree species of gnawing pressure. Moreover, the tree sizes from DBH 5-25cm the size was preferred by Formosan sambars. The rate of debarking along the Yushan forest road has increased significantly.

From January 2020 to August 2021, the research team collected 300 dung heap samples, of which 35 were detected with parasitic infections, all of which were from Formosan sambars. The parasites detected included *Strongyloides* sp., *Oesophagostomum radiatum*, *Cooperia pectinata*, *Eurytrema pancreaticum*, *Ascaris equorum*, *Strongyloides papillosus*, and two unknown species of nematode egg. Besides, fibers were found in the dung heap samples of Formosan sambar, and the researchs suspected that were plastic fibers.

目錄

一、計畫緣起及目的	1
二、計畫工作項目	3
三、前人研究	4
(一) 中大型草食動物分布、棲地利用與活動模式.....	4
(二) 中大型草食動物族群擴張對生態系的影響.....	5
(三) 鹿科動物啃食樹皮因素假說.....	6
(四) 臺灣水鹿對植群的影響現況.....	7
四、材料與方法	8
(一) 研究區概況.....	8
(二) 研究方法	10
1. 中大型草食性哺乳動物組成調查	11
2. 中大型草食性動物對植群的影響	14
3. 臺灣水鹿啃食或磨角樹皮觀察	16
4. 中大型草食動物之腸胃道寄生蟲調查	17
5. 臺灣水鹿族群數量推估	19
6. 人為干擾對中大型草食性哺乳動物出現指數與活動模式的影響	21
五、預期效益	24
六、結果與討論	25
(一) 中大型草食性動物組成調查.....	25
1. 自動照相機調查	25
2. 中大型草食性哺乳動物組成調查	31
3. 中大型草食性哺乳動物出現指數	37
4. 中大型草食性哺乳動物活動模式	57
5. 草食性哺乳動物出現指數與環境因子關係分析	62
6. 草食性哺乳動物各物種間之出現指數相關性	63
7. 人為干擾對中大型草食性哺乳動物出現指數與活動模式的影響	64
(二) 塔塔加地區植群調查與分析.....	80

1. 樣區設置與調查	80
2. 族群結構	83
3. 森林長期監測樣區物種多樣性	85
(三) 中大型草食性動物對植群的影響	87
1. 灌叢草生地長期監測環境設置	87
2. 臺灣水鹿啃食或磨角樹皮觀察	87
(四) 中大型草食動物之腸胃道寄生蟲調查	120
1. 排遺樣本採集	120
2. 腸道寄生蟲種類	120
3. 腸道寄生蟲生活史與季節性變動	123
4. 腸道寄生蟲對於草食動物之影響	124
5. 人畜共通傳染病之疑慮與建議	124
6. 糞球樣本的疑似塑膠纖維	125
(五) 臺灣水鹿族群數量推估	126
七、結論	129
八、經營管理建議	132
九、參考文獻	136
附錄一、2020 年 2 月至 2021 年 8 月玉山國家公園塔塔加地區中大型草食性哺乳 動物組成與植被消長關係調查玉山林道自動照相機拍攝哺乳動物之物種及 出現指數(OI 值)	145
附錄二、塔塔加地區長期監測樣區維管束植物名錄	146
附錄三、塔塔加地區中大型草食動物排遺採集及寄生蟲檢驗結果	152
附錄四、「109-110 年度玉山國家公園塔塔加地區中大型草食性哺乳動物組成與植 被消長關係調查計畫」期初報告意見回覆	163
附錄五、「109-110 年度玉山國家公園塔塔加地區中大型草食性哺乳動物組成與植 被消長關係調查計畫」第一次期中報告意見回覆	169
附錄六、「109-110 年度玉山國家公園塔塔加地區中大型草食性哺乳動物組成與植 被消長關係調查計畫」第二次期中報告意見回覆	174
附錄七、「109-110 年度玉山國家公園塔塔加地區中大型草食性哺乳動物組成與植 被消長關係調查計畫」第三次期中報告意見回覆	178
附錄八、「109-110 年度玉山國家公園塔塔加地區中大型草食性哺乳動物組成與植 被消長關係調查計畫」期末報告意見回覆	184

表目錄

表 1.玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月中大型草食性哺乳動物組成與植被消長關係調查自動照相機架設日期與區域.....	28
表 2.玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月中大型草食性哺乳動物組成與植被消長關係調查自動照相機設定.....	33
表 3. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月各自動相機點位臺灣水鹿有效照片數、工作時數及出現指數 (OI 值).....	51
表 4. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月各自動相機點位山羌有效照片數、工作時數及出現指數(OI 值).....	52
表 5. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月各自動相機點位臺灣野山羊有效照片數、工作時數及出現指數(OI 值).....	53
表 6. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月臺灣水鹿、山羌及臺灣野山羊各季節的有效照片數、相機工作時數和出現指數 (OI 值)...	56
表 7. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月臺灣水鹿、山羌及臺灣野山羊各季節相對活動表.....	61
表 8. 玉山國家公園塔塔加地區中大型草食性哺乳動物出現指數與環境因子分析結果.....	63
表 9. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月臺灣水鹿、山羌與臺灣野山羊間的出現指數相關分析結果.....	64
表 10. 玉山國家公園塔塔加地區登山口接駁車時間改變對臺灣水鹿、山羌與臺灣野山羊於接駁車路線與對照組自動相機點位 2020 年與 2021 年 3 月至 5 月 OI 值比較.....	65
表 11. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年與 2021 年於 5-7 月與人類活動重疊的相機點的臺灣水鹿、山羌及臺灣野山羊之有效照片數、工作時數及出現指數(OI 值).....	71
表 12. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年與 2021 年於 5-7 月臺灣水鹿、山羌及臺灣野山羊相對活動表.....	72
表 13. 玉山國家公園塔塔加地區長期監測樣區資料表.....	81
表 14. 玉山國家公園塔塔加地區中大型草食性哺乳動物之監測樣區上木物種多樣性表.....	85
表 15. 玉山國家公園塔塔加地區玉山林道 2019 年每木調查結果之樹種總計及分析表.....	89
表 16. 玉山國家公園塔塔加地區玉山林道 2019 年每木調查結果之 DBH 總計與分析表.....	90
表 17. 玉山國家公園塔塔加地區玉山林道 2020 年每木調查結果之樹種總計及分析表.....	91
表 18. 玉山國家公園塔塔加地區玉山林道 2020 年每木調查結果之 DBH 總計與分析表.....	92

表 19. 玉山國家公園塔塔加地區玉山林道 2019-2021 年樣木數量與啃磨比例表.....	93
表 20. 玉山國家公園塔塔加地區臺灣雲杉林長期監測樣區啃磨樹種比例分析表.....	96
表 21. 玉山國家公園塔塔加地區臺灣華山松-臺灣二葉松林長期監測樣區啃磨樹種比例分析表.....	97
表 22. 玉山國家公園塔塔加地區臺灣鐵杉林長期監測樣區啃磨樹種比例分析表.....	98
表 23. 玉山國家公園塔塔加地區闊葉林長期監測樣區啃磨樹種比例分析表	99
表 24. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 10 月森林林長期監測樣區啃磨樹種比例分析表.....	103
表 25. 玉山國家公園塔塔加地區穿越線樣帶法調查樹種及啃磨比例分析表.....	105
表 26. 玉山國家公園塔塔加地區穿越線樣帶法樣木受臺灣水鹿啃磨受損程度表.....	107
表 27. 玉山國家公園塔塔加地區臺灣水鹿於穿越線樣帶法喬木啃磨 DBH 徑級比較.....	110
表 28. 玉山國家公園塔塔加地區 3 種調查臺灣水鹿啃磨的方法比較表.....	113
表 29. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年臺灣水鹿樹種啃磨比例分析表...	115
表 30. 玉山國家公塔塔加地區 2021 年 1 月相機點樹種及啃磨比例分析表.....	117
表 31. 玉山國家公園塔塔加地區相機點位環境因子與臺灣水鹿林木啃磨率相關分析表.....	118
表 32. 玉山國家公園塔塔加地區穿越線啃磨率與臺灣水鹿出現指數表.....	119
表 33. 玉山國家公園塔塔加地區臺灣水鹿腸道寄生蟲樣本檢視結果表.....	121

圖目錄

圖 1. 本計畫塔塔加地區之研究區域	8
圖 2. 塔塔加遊憩區生態氣候圖	9
圖 3. a 本研究調查全天光空域示意圖；b 本研究調查方位對應之水分梯度級	13
圖 4. 玉山國家公園塔塔加地區登山接駁車路線與對照組自動相機點位位置圖	23
圖 5. 玉山國家公園塔塔加地區 COVID-19 第三級警戒對臺灣水鹿、山羌、臺灣野山羊活動模式影響之自動相機點位	23
圖 6. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月中大型草食性哺乳動物組成與植被消長關係調查之自動相機位置與其林型	25
圖 7. 本研究紅外線自動照相機架設情形	26
圖 8. 玉山國家公園塔塔加地區紅外線自動照相機監測拍攝畫面	32
圖 9. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月各自動相機點臺灣水鹿的出現指數(OI 值)	40
圖 10. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年春季(3-5 月)各自動相機點臺灣水鹿的出現指數(OI 值)	40
圖 11. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年夏季(6-8 月)各自動相機點臺灣水鹿的出現指數(OI 值)	41
圖 12. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年秋季(9-11 月)各自動相機點臺灣水鹿的出現指數(OI 值)	41
圖 13. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年冬季(2020 年 12 月至 2021 年 2 月)各自動相機點臺灣水鹿的出現指數(OI 值)	42
圖 14. 玉山國家公園塔塔加地區 2021 年春季(3-5 月)各自動相機點臺灣水鹿的出現指數(OI 值)	42
圖 15. 玉山國家公園塔塔加地區 2021 年夏季(6-8 月)各自動相機點臺灣水鹿的出現指數(OI 值)	43
圖 16. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月各自動相機點山羌的出現指數(OI 值)	43
圖 17. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年春季(3-5 月)各自動相機點山羌的出現指數(OI 值)	44
圖 18. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年夏季(6-8 月)各自動相機點山羌的出現指數(OI 值)	44
圖 19. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年秋季(9-11 月)各自動相機點山羌的出現指數(OI 值)	45
圖 20. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年冬季(2020 年 12 月至 2021 年 2 月)各自動相機點山羌的出現指數(OI 值)	45
圖 21. 玉山國家公園塔塔加地區 2021 年春季(3-5 月)各自動相機點山羌的出	

現指數(OI 值).....	46
圖 22. 玉山國家公園塔塔加地區 2021 年夏季(6-8 月)各自動相機點山羌的出現指數(OI 值).....	46
圖 23. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 1 月各自動相機點臺灣野山羊的出現指數(OI 值).....	47
圖 24. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年春季(3-5 月)各自動相機點臺灣野山羊的出現指數(OI 值).....	47
圖 25. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年夏季(6-8 月)各自動相機點臺灣野山羊的出現指數 (OI 值).....	48
圖 26. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年秋季(9-11 月)各自動相機點臺灣野山羊的出現指數(OI 值).....	48
圖 27. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年冬季(2020 年 12 月至 2021 年 2 月) 各自動相機點臺灣野山羊的出現指數(OI 值).....	49
圖 28. 玉山國家公園塔塔加地區 2021 年春季(3-5 月)各自動相機點臺灣野山羊的出現指數(OI 值).....	49
圖 29. 玉山國家公園塔塔加地區 2021 年夏季(6-8 月)各自動相機點臺灣野山羊的出現指數(OI 值).....	50
圖 30. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月臺灣水鹿、山羌及臺灣野山羊各月份出現指數(OI 值).....	55
圖 31. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月臺灣水鹿、山羌及臺灣野山羊活動模式.....	59
圖 32. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年春季、夏季、秋季、冬季、2021 年春季及夏季的臺灣水鹿活動模式.....	59
圖 33. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年春季、夏季、秋季、冬季、2021 年春季及夏季的山羌活動模式.....	60
圖 34. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年春季、夏季、秋季、冬季、2021 年春季及夏季的臺灣野山羊活動模式.....	60
圖 35. 玉山國家公園塔塔加地區登山口接駁車時間改變對臺灣水鹿活動模式比較(分析時間 2020 與 2021 年的 3-5 月).....	66
圖 36. 玉山國家公園塔塔加地區登山口接駁車時間改變對非接駁車路線(對照組)的臺灣水鹿活動模式影響比較	66
圖 37. 玉山國家公園塔塔加地區登山口接駁車時間改變對山羌活動模式比較	67
圖 38. 玉山國家公園塔塔加地區登山口接駁車時間改變對非接駁車路線(對照組)的山羌活動模式影響比較	67
圖 39. 玉山國家公園塔塔加遊憩區 2020 年與 2021 年的 5-7 月遊客數量.....	72
圖 40. 玉山國家公園塔塔加地區 2021 年 5-7 月的臺灣水鹿、山羌、臺灣野山羊活動模式.....	73

圖 41. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 5-7 月及 2021 年 5-7 月的臺灣水鹿活動模式	73
圖 42. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 5-7 月及 2021 年 5-7 月的臺灣水鹿分時段活動模式	74
圖 43. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 5-7 月及 2021 年 5-7 月的山羌活動模式	74
圖 44. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 5-7 月及 2021 年 5-7 月的山羌分時段活動模式	75
圖 45. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 5-7 月及 2021 年 5-7 月的臺灣野山羊活動模式	75
圖 46. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 5-7 月及 2021 年 5-7 月的臺灣野山羊分時段活動模式	76
圖 47. 玉山國家公園塔塔加地區跟人類活動重疊的相機點 2020 年 5-7 月及 2021 年 5-7 月的臺灣水鹿活動模式	76
圖 48. 玉山國家公園塔塔加地區跟人類活動重疊的相機點 2020 年 5-7 月及 2021 年 5-7 月的臺灣水鹿分時段活動模式	77
圖 49. 玉山國家公園塔塔加地區跟人類活動重疊的相機點 2020 年 5-7 月及 2021 年 5-7 月的山羌活動模式	77
圖 50. 玉山國家公園塔塔加地區跟人類活動重疊的相機點 2020 年 5-7 月及 2021 年 5-7 月的山羌分時段活動模式	78
圖 51. 玉山國家公園塔塔加地區跟人類活動重疊的相機點 2020 年 5-7 月及 2021 年 5-7 月的臺灣野山羊活動模式	78
圖 52. 玉山國家公園塔塔加地區跟人類活動重疊的相機點 2020 年 5-7 月及 2021 年 5-7 月的臺灣野山羊分時段活動模式	79
圖 53. 玉山國家公園塔塔加地區長期監測樣區位置	80
圖 54. 玉山國家公園塔塔加地區長期監測樣區現地照片	82
圖 55. 玉山國家公園塔塔加地區長期監測樣區內不同族群之徑級分布圖	84
圖 56. 玉山國家公園塔塔加地區長期監測樣區物種數、物種多樣性指數與喬木株數之散佈圖	86
圖 57. 玉山國家公園塔塔加地區灌叢草生地長期監測樣區之 3D 植群高度圖	88
圖 58. 玉山國家公園塔塔加地區玉山林道旁的枯立木與斷枝	94
圖 59. 玉山國家公園塔塔加地區玉山林道 2019 年與 2020 年樣木狀態差異比較	95
圖 60. 玉山國家公園塔塔加地區長期監測樣區各林型上木空間分布圖	101
圖 61. 玉山國家公園塔塔加地區穿越線樣帶法調查樣線分布位置圖	104
圖 62. 玉山國家公園塔塔加地區以穿越線樣帶法調查塔塔加地區之現地照片	106

圖 63. 玉山國家公園玉山林道穿越線樣木分布圖	108
圖 64. 玉山國家公園塔塔加遊憩區主要樹種徑級分布與受臺灣水鹿啃磨之徑 級分布圖	116
圖 65. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 1 至 2021 年 8 月糞堆採集分布位置 圖	120
圖 66. 玉山國家公園塔塔加地區臺灣水鹿腸道寄生蟲樣本檢視照片	122
圖 67. 玉山國家公園塔塔加地區 2021 年 3 月臺灣野山羊腸道寄生蟲樣本檢視 照片糞桿線蟲仔蟲圖	124
圖 68. 玉山國家公園塔塔加地區排遺樣本中檢出之疑似塑膠纖維照片	126
圖 69. 塔塔加地區各樣點臺灣水鹿族群密度圖	127

一、計畫緣起及目的

生態系(ecosystem)是某一特定地區所有生物組成的社會與非生物的物理環境間交互作用，致使能量之流轉成為營養的形式，使生物與環境間的物質可以交替循環的系統(Odum, 1971)。自然生態系是人類的「生命支持系統」，為人類提供必要的生態系服務(ecosystem services)，而生態系服務即是人類從生態系獲得的效益(benefit)。然生態系作用與功能的維持會受外在與內在因素的生態系過程(ecosystem process)影響而改變，進而改變生態系對人類的服務價值。要維繫與確保生態系服務的價值，長期生態監測與研究可以了解與確認影響生態系過程與功能的因素，進而提供生態系經營管理的基礎。

植物是生態系的生產者，其種類與數量影響生態系的一級消費者(草食動物)的組成結構，而草食動物組成與數量亦對植物社會組成結構扮演重要的角色，兩者的動態交互作用形成現生植群狀態。然而，當草食動物族群擴增到生態系無法承載的數量時，植物社會的組成與結構就會發生改變。例如中大型食草動物的攝食作用常使植物形態與結構發生變化，常導致植株矮化或匍匐化，或增加枝條上的棘刺、葉片加厚與變小等結構上的變化，以抵禦進一步的攝食。動、植物間的相互作用的強弱是決定動、植物群集結構的重要因素之一；動物棲息組成與活動影響植物社會結構變化，而植物社會特性影響動物群聚組成，兩者間的動態變化影響著彼此群集結構，動、植物群集間的關係研究是生態系重要的領域。其中，又以中大型草食性動物透過啃食(browsing)、剝除樹皮(bark stripping)、磨角(antler rubbing)、踩踏(trampling)等影響植物社會的物種組成、結構與更新等較劇烈(Bowyer et al., 1994; Vospernik, 2006; 何紋靈, 2011; 翁國精等, 2011; 顏士清等, 2012)。

近年來，中大型草食性動物不僅對於國外植群影響日益嚴重(Bowyer et al., 1994; Ueda et al., 2002; Vospernik, 2006; Beguin et al., 2016)，並已對臺灣森林結構(翁國精等, 2011、何紋靈, 2011)、造林(王穎等, 2011; 翁國精等, 2011; 顏士清等, 2012)、森林復育(柯志憲, 2018)等造成影響，其中以臺灣水鹿(*Rusa unicolor swinhoei*, Formosan sambar)的樹皮啃食與磨角影響最劇。臺灣水鹿為臺灣特有亞種，是本島最大型偶蹄目動物，屬於野生動物保育法第 III 級「其他應予保育之野生動物」，過去族群數量曾因棲地破碎化與狩獵壓力影響而一度銳減，近年族群數量回昇而有擴張的趨勢(王穎等, 2011)，現今臺灣水鹿族群多集中在水源充足之灌叢草生地及森林邊界處。塔塔加地區

優勢森林植物社會與灌叢草生地分別為臺灣華山松(*Pinus armandii* var. *mastersiana*)與臺灣二葉松(*Pinus taiwanensis*)植群型和高山芒(*Miscanthus transmorrisonensis*)-玉山箭竹(*Yushania niitakayamensis*)植群型(吳萬昌, 2011; 曾喜育、曾彥學, 2019), 而灌叢草生地附近常有水池形成, 提供臺灣水鹿良好的棲地。姜博仁等(2009, 2010)於玉山與塔塔加地區調查發現, 臺灣水鹿主要分布在麟趾山-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, 在遊客中心到排雲檢查哨之間的新中橫沿線則很少有臺灣水鹿蹤跡。除臺灣水鹿外, 塔塔加與玉山地區分布的草食動物尚有山羌(*Muntiacus reevesi*, Reeves's muntjac)與臺灣野山羊(*Naemorhedus swinhoei*, Formosan serow), 且3種草食獸在空間的分布上有所區隔。山羌主要分布在塔塔加地區, 玉山主峰線步道沿線幾乎沒有紀錄; 臺灣野山羊出現的頻度較臺灣水鹿和山羌低, 在玉山前峰與圓峰附近陡峭地區有較高的出現頻度。

近年塔塔加地區之臺灣水鹿族群逐漸擴張。過去研究中, 中大型草食性動物啃食壓力與底層植被多樣性與覆蓋度雖無顯著相關, 但臺灣水鹿出現頻度與下層活動的繁殖鳥類物種數呈負相關, 顯示草食獸的啃食壓力雖尚未對底層植被造成衝擊, 但已影響下層活動的鳥類多樣性(姜博仁等, 2010)。若臺灣水鹿族群持續擴張至超過環境承載量, 對於當地植被的啃食壓力將逐漸上升, 因此有必要長期監測臺灣水鹿族群與當生態系物種多樣性的關係; 評估其啃食樹皮的行為對於森林演替動態的影響, 並與鄰近臺灣水鹿密度較低的區域比較(邱岫文, 2014; 葉川逢, 2014; 劉士豪, 2015; 翁國精等, 2011)。塔塔加遊憩區遊客眾多, 臺灣水鹿相關知識與其對生態的影響為環境教育與生態保育解說的良好題材, 另外研究結果亦可供管理單位對於遊憩區日後野生動物經營管理的社會面預做準備。

本研究擬結合植物社會調查與建立塔塔加地區中大型草食哺乳動物的物種組成、活動季節變化, 建立潛在食草種類清單, 提供了解其對植物社會類型的偏好, 進一步建立長期監測樣區, 並了解中大型草食哺乳動物啃食壓力對植物社會物種組成與結構的影響, 探討臺灣水鹿季節性取食樹皮對植群演替的影響, 並透過新鮮排遺收集與分析, 進行臺灣水鹿等草食性動物的健康評估。本計畫期望能透過長期監測樣區建立中大型食草性動物對植群演替影

響之觀察據點，了解塔塔加地區中大型草食性動物與植群間的交互作用，研究成果提供管理處對塔塔加地區野生動、植物經營管理與保育策略之參考。

本計畫研究目的為：

- (一)調查研究區中大型草食性哺乳動物組成、空間分布與活動頻度。
- (二)調查研究區中大型草食性哺乳動物啃食植物種類與季節變化。
- (三)建立研究區中大型草食性哺乳動物對啃食種類的偏好，評估對植群之影響。
- (四)透過新鮮排遺寄生蟲分析，進行中大型草食性哺乳動物健康評估。
- (五)探討中大型草食性哺乳動物的取食壓力對植群組成與演替之影響。
- (六)提供中大型草食性哺乳動物過度危害之防治建議參考。

二、計畫工作項目

- (一)於不同樣區架設紅外線相機監測樣點，進行資料蒐集；調查研究區內中大型草食性哺乳動物之物種組成與活動頻度的時序變化。
 - (二)調查研究區內中大型草食性哺乳動物取食植物種類與季節性偏好；評估建立長期監測樣區，比較動物取食偏好與植群組成之差異性。
 - (三)調查中大型草食性哺乳動物對樹皮啃食種類的偏好、彙整歷年相關資料，分析塔塔加地區植被消長與中大型草食性哺乳動物族群變化趨勢。
 - (四)收集中大型草食性哺乳動物的新鮮排遺，分析寄生蟲結構季節變化，評估動物健康狀態。
 - (五)評估塔塔加地區中大型草食性哺乳動物對植物社會的危害與植群演替的影響，以及提供過度危害之防治建議參考。
 - (六)提供紅外線相機照片(至少 150 張-200 張)及影片原始檔案(至少 15 則)資料收集存放於 1TB 硬碟或光碟片，作為環境教育解說與保育推廣素材庫。
 - (七)提供有趣野生動物影片或照片，以及科普文章(100-200 字)3 則，以利機關後續發布推廣。
 - (八)將調查物種調查點位資料上傳至臺灣國家公園生物多樣性資料庫與知識平台(<https://npgis.cpami.gov.tw/newpublic>)，並提供點位資料(Excel 檔)交予機關。
 - (九)撰寫成果新聞稿 2 篇(含電子檔)，於每年度 12 月份提供機關宣導應用。
- 第 1 年調查研究工作

- (一)進行研究區內中大型草食性動物的物種組成與活動頻度。
- (二)調查研究區內中大型草食哺乳動物潛在食草種類。
- (三)調查臺灣水鹿對樹皮啃食種類的偏好。
- (四)建立長期監測樣區，比較中大型草食性動物取食與活動等偏好高低的植群組成與結構差異性。
- (五)收集中大型草食性動物的新鮮排遺進行寄生蟲調查。

第 2 年調查研究工作

- (一)持續調查研究區內中大型草食性動物的物種組成與活動頻度，並比較活動季節變化。
- (二)持續調查臺灣水鹿對樹皮啃食種類偏好，評估對植群的影響。
- (三)持續收集研究區中大型草食性動物的新鮮排遺，分析寄生蟲結構季節變化。
- (四)探討中大型草食性動物取食壓力對植物社會組成之影響。
- (五)提供中大型草食性動物過度危害之防治建議參考。

三、前人研究

(一)中大型草食動物分布、棲地利用與活動模式

臺灣水鹿過去由於面臨高度狩獵壓力，族群多分布於高山地區(王穎，1988)。近年由於中央山脈生態廊道保育系統的建立，與狩獵壓力降低，臺灣水鹿族群漸漸恢復(王穎，2004)，從高海拔地區拓展至中低海拔區域，例如玉山國家公園內遊客已能夠親眼目睹臺灣水鹿活動，可見臺灣水鹿的保育成功。目前臺灣各地區臺灣水鹿族群不一，多分布於特定山區當中，近年有逐漸擴展的趨勢(王穎等，2015)，以往臺灣水鹿不會出現於人為干擾大的地區，近期卻發現在遊客眾多的松雪樓也出現臺灣水鹿的蹤影。

玉山地區的中大型草食性哺乳動物包含臺灣水鹿、山羌、與臺灣野山羊，其空間分布上有所區隔(姜博仁等，2011)。臺灣水鹿屬廣布型，主要分布在麟趾山-鹿林山步道、大鐵杉往塔塔加鞍部公路段往沙里仙溪下切的坡面、玉山西峰以上區塊，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(姜博仁等，2011)。玉山國家公園南二段地區為全島臺灣水鹿族群密度最高的區域之一，向陽到轆轤山步道沿線1公里範圍內族群密

度約為0.77-0.90隻/ha (李玲玲等, 2007); 范震華等(2014)於玉山國家公園東南部的新康山區利用捕捉標放模式估計臺灣水鹿的封閉族群密度, 估算出在小面積的布新營地樣區臺灣水鹿族群約為0.11-0.77隻/ha; 大面積的拉庫音溪樣區臺灣水鹿族群約為0.09-0.10隻/ha, 在小面積樣區族群數量高出大面積許多, 推測取樣面積至少要大於一隻個體的活動範圍, 在估算族群密度時才不會產生誤差過大的問題。山羌主要分布在塔塔加地區, 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, 而玉山主峰線步道沿線幾乎沒有紀錄。臺灣野山羊出現的頻度較臺灣水鹿和山羌低, 多出現於臺灣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(姜博仁等, 2009、2010)。

以自動照相機資料來分析臺灣水鹿的棲地選擇, 發現海拔較高、距公路較遠人為影響較小的區域臺灣水鹿出現指數可能較高(王穎等, 2015)。臺灣水鹿具有季節性移動行為, 冷乾季(11到4月)棲息在海拔較低的地區(平均 $2,483 \pm 406$ m), 偏好使用闊葉林、針闊葉混淆林、開闊地、紅檜(*Chamaecyparis formosensis*)林及臺灣鐵杉(*Tsuga chinensis* var. *formosana*)林; 熱濕季(5月到10月)移動到海拔較高的地區(平均 $2,984 \pm 222$ m), 偏好冷杉林、箭竹草原、及鐵杉林 (Yen et al., 2019)。劉一新(2014)在太麻里研究中心闊葉樹混植造林監測臺灣水鹿、山羌與臺灣野山羊的棲地與活動發現, 山羌在棲地選擇具有最高的專一性, 且偏好鬱閉度較低的林分, 其分布與臺灣野山羊的重疊性較高, 而與臺灣水鹿不同。

臺灣水鹿活動模式呈明顯晨昏雙峰型(王穎等, 2010), 會隨季節調整, 春冬兩季的日間活動比例較高, 夏季夜間活動比例較高, 秋季則日夜相當(廖昱銓, 2013); 在遊客較多的地區, 如玉山主峰線或塔塔加地區, 臺灣水鹿的活動時間會有明顯避開登山客活動高峰的趨勢, 在離公路較遠處偏向日行性活動但在公路附近則偏向夜行性活動(姜博仁等, 2011)。若在狩獵壓力下, 臺灣水鹿也可能會反映狩獵時間而調整活動時間, 高峰會集中在清晨, 其他時間活動量較少(廖昱銓, 2013)。

(二) 中大型草食動物族群擴張對生態系的影響

臺灣水鹿族群擴大到超過環境乘載量後, 會造成森林植被啃食壓力增加, 這對生長於此地的植物影響日益顯著, 乃至於整個森林生態系的動態會隨之改變(姜博仁等, 2011), 在國外研究指出, 鹿科動物的族群變化趨勢會影響

森林的更新、組成及結構(Iijima & Nagaike, 2015)，在英國有5種鹿科動物數量足以影響森林生態系統(Gill, 1992)，日本則在1980年代後期鹿科動物持續擴大分布，在山梨縣觀察到鹿對於樹皮環剝及啃咬已經影響森林植被分布(Iijima & Nagaike, 2015；Nagaike et al., 2014)。以下簡述臺灣水鹿族群擴大對生態衝擊各面向：

1. 植物相面

- (1) 啃咬樹皮對樹木生長的影響：截至2011年，玉山國家公園內遭臺灣水鹿啃食樹皮之樹種已經有41科139種，啃咬樹皮的影響已擴展到中海拔地區，也觀察到紅檜樹皮被啃食環剝造成死亡的現象(翁國精等，2011)。
- (2) 啃食幼樹對演替更新的影響：翁國精等(2011)發現臺灣水鹿較偏好徑級較小的幼樹(DBH<20 cm)，因此在森林底層或處於森林邊緣的幼樹受到較大的啃食壓力，造成幼樹大量死亡，並對特定樹種，如臺灣鐵杉具有啃食偏好，此種偏好會緩慢改變森林的組成，對森林的自然演替更新造成影響。
- (3) 對於森林邊緣與草生地的影響：在日本中部山梨縣研究發現鹿科動物族群密度越高，會影響到林下植被的最大高度，但不劇烈，而植被覆蓋度較不受鹿群密度所影響，受光的有效性(light availability)影響較大(Iijima & Nagaike, 2015)。

2. 動物相面

臺灣水鹿活動情形對於動物物種多樣性之影響發現，臺灣水鹿擴張對當地相似食性之哺乳動物如山羌與臺灣野山羊造成食物競爭，而其活動範圍也對地棲型鳥類築巢有所影響(姜博仁等，2011)。姜博仁等(2010、2011)透過架設排程自動錄音機記錄臺灣水鹿對地棲鳥類群聚影響發現，臺灣水鹿出現頻度越高則地棲型鳥類種數越少的現象，雖未達顯著影響，但顯示臺灣水鹿活動增加會減少底層鳥類生育及活動空間(姜博仁等，2010)。

(三) 鹿科動物啃食樹皮因素假說

目前對於臺灣水鹿啃食樹皮的原因還不甚了解。樹皮的分泌物或其中的次級代謝物可能吸引臺灣水鹿啃食針葉樹樹皮(林子佑等，2015)，或啃食樹

皮來攝取食草中所缺乏的縮合單寧(condensed tannin)以利抵禦腸胃道寄生蟲(葉川逢, 2015); 然而偶蹄類動物攝取過多的縮合單寧可能造成負面影響(Waghorn & McNabb, 2003)。楠溪林道臺灣水鹿啃食紅檜樹皮頻度在4-5月急遽上升, 與臺灣水鹿每月茸角與硬角個體數呈正相關, 推論臺灣水鹿長角期間需透過啃食紅檜樹皮來補充體內的鈣含量(王穎等, 2014)。南比利時針葉林的紅鹿(*Cervus elaphus*)啃食樹皮程度與紅鹿族群密度、環境承載量、地景結構及冬季生活條件相關(Ligot et al., 2013)。由此可見鹿科動物在各地啃食樹皮的因素不甚相同。

(四) 臺灣水鹿對植群的影響現況

臺灣水鹿以植物為主食, 食性廣泛, 隨著不同海拔的植被組成改變食性, 在高海拔被歸類為中間型偏粗食型(李玲玲等, 2006; 何紋靈, 2011; Padmalal et al., 2003), 取食樹葉外也會啃食禾草、樹皮及果實; 在高海拔之太平溪溪源, 臺灣水鹿排遺內含物中禾草類占了83%, 其中玉山箭竹、高山芒及紅毛杜鵑(*Rhododendron rubropilosum*)為最主要的三種食草(李玲玲、林宗以, 2003)。禾草類的比例隨著海拔降低而下降, 到了低海拔變成以樹葉類及闊葉草類為主食的中間偏嫩食者(李玲玲等, 2006)。

臺灣水鹿啃食樹皮的樹種在不同地區有所差異, 通常以當地優勢植種為主食。楠溪林道人工林中的紅檜是臺灣水鹿啃食樹皮的主要樹種之一(翁國精等, 2011); 但鄰近的玉山林道初步調查發現, 紅檜是臺灣水鹿較少啃食的對象, 當地較易受臺灣水鹿啃食的樹種以玉山假沙梨(*Photinia niitakayamensis*)、褐毛柳(*Salix fulvopubescens* var. *fulvopubescens*)及高山鴨腳木(*Schefflera taiwaniana*)等闊葉樹為主(曾喜育、陳相伶, 2020)。

顏士清等(2012)調查丹大造林草食動物對 7 種新植造林地的苗木影響發現, 臺灣鐵杉、木荷(*Schima superba* var. *superba*)、楓香(*Liquidambar formosana*)、山櫻花(*Prunus campanulata*)、臺灣雲杉(*Picea morrisonicola*)受動物損害率均超過 90%, 臺灣杉(*Taiwania cryptomerioides*)與紅檜受損率相對較低, 損害類型以臺灣水鹿食痕(49.95%)、山羌或臺灣野山羊食痕(24.30%)最多; 森林樣區 28 種植物 793 棵林木, 受動物損害率為 1.65%, 損害類型以臺灣水鹿磨痕最多(19.55%), 並發現臺灣水鹿偏好磨較細的樹幹($p < 0.001$)。

四、材料與方法

(一) 研究區概況

1. 地理位置

塔塔加遊憩區位於玉山國家公園西北部園區(圖 1)，海拔 2,500-2,850 m，為新中橫公路嘉義至玉山段及水里至玉山段之交會點東側，距離阿里山森林遊樂區僅 21 km。本區位於東埔山南北稜線上，北側為同富山、東埔山、東側為沙里仙溪，南側為鹿林山，西側臨神木溪谷，區域面積約 402 ha，本區之地理位置特殊，位於新中橫公路嘉義至玉山段及水里至玉山段之交會，交通可及性高；本區域同時規劃設有鹿林山、麟趾山、東埔山遊憩步道，又有保留日據時期舊有登玉山主峰步道，為一般登玉山主峰西側進出之主要登山口，遊客量相當多，故為重要之休憩點。玉山國家公園統計塔塔加地區近 5 年平均每年遊客人數約在 60 萬左右 (資料來源：玉山國家公園管理處)。



圖 1. 本計畫塔塔加地區之研究區域。(資料來源：玉山國家公園)

2. 地形、地質與土壤

研究區域地質較為脆弱，主要受到自塔塔加鞍部至東埔連線為塔塔加斷層，斷層以西之東埔山塊的地質特徵為中新世末變質沈積岩區，主要岩性為砂岩、深灰色頁岩或砂頁岩互層，屬於南莊層。塔塔加斷層以東之玉山山塊則為古第 3 紀變質板岩系之新高層，出露之岩性主要有變質砂岩及幾種變質程度或組成成分相異的板岩所構成(王鑫，1984；程延年等，1988)。本區成土

作用概屬灰壤化，受海拔高度、溫度差異，以及淋洗作用程度不同，可區分為灰壤、棕色灰土化、灰棕壤及紅黃色灰土化等。由於本區地勢陡峭，容易沖蝕，土壤較難發育，土層淺而貧瘠，多岩石露頭，故高山峻嶺地帶，以崩積之石質土，與灰壤、棕色灰化土等 3 者混合存在，為臺灣高山針葉林之土壤代表(梁鉅榮，1961)。

3. 氣候

塔塔加地區的氣候依中央氣象局最近的阿里山氣象站(1991-2020 年，海拔 2,414 m)資料顯示(圖 2)，年平均氣溫約 11.4°C，最熱月為 7 月(14.7°C)，最冷月為 1 月(6.5°C)，年降雨量約 3,940.6 mm，2-10 月為重濕期，全年不缺水。研究區平均溫度介於 8-11°C，溫量指數為 36-72°C，氣候屬涼溫帶(Su, 1984)。

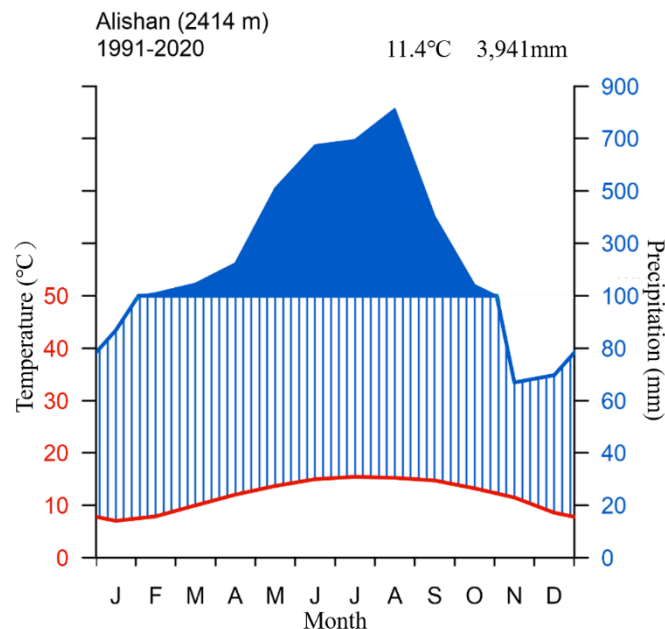


圖 2. 塔塔加遊憩區生態氣候圖。資料來源：中央氣象局阿里山氣象站 1991-2020 年氣象資料。

4. 植相與植群

塔塔加地區屬鐵杉雲杉林帶(Su, 1984)，屬涼溫帶之氣候帶，代表性植物有臺灣鐵杉、臺灣雲杉、臺灣華山松、高山芒、玉山箭竹、高山櫟(*Quercus semecarpifolia*)、臺灣二葉松等，其中臺灣鐵杉、臺灣雲杉、臺灣華山松等大多分布在北向坡或向陰的溪谷中，常形成臺灣鐵杉或臺灣雲杉純林；高山芒與玉山箭竹主要分布在東向或西向的開闊地；臺灣二葉松主要分布於南向或西南向陽光強的山坡，氣候乾燥，土壤貧瘠，常與臺灣華山松形成大面積的

松林，地被以玉山箭竹或高山芒為組成優勢，由於松樹植物體內含豐富油脂再加上其生育地環境為乾燥的南向坡，故本區森林常發生火燒，導致演替頻繁，常出現不同演替階段的鑲嵌植被(曾喜育&曾彥學，2019)。

玉山與塔塔加地區計有 87 科 215 屬 332 種維管束植物，其中特有種 118 種，植物特有率高達 35.54%；物種數優勢的科依序為菊科(Asteraceae, 40 種)、薔薇科(Rosaceae, 29 種)，與禾本科(Poaceae, 18 種)；蕨類商數為 5.37，植物生活型譜組成依序為挺空植物最多(40.82%)、半地中植物(25.47%)、地表植物(16.85%)、地中植物(12.36%)及一年生植物(4.49%)(曾喜育&曾彥學，2019)。

塔塔加地區植物社會依形相區分森林與灌叢草生地兩類，森林區分成 F1 臺灣赤楊植群型(*Alnus formosana* type)、F2 褐毛柳植群型(*Salix fulvopubescens* type)、F3 臺灣華山松-臺灣二葉松植群型(*Pinus armandii* var. *mastersiana*-*Pinus taiwanensis* type)、F4 臺灣鐵杉植群型(*Tsuga chiensis* var. *formosana* type)及 F5 狹葉欒植群型(*Cyclobalanopsis stenophylloides* type)等 5 型，灌叢草生地區分 G1 白花三葉草植群型(*Trifolium repens* type)、G2 高山芒-玉山箭竹植群型(*Miscanthus transmorrisonensis*-*Yushania niitakayamensis* type)、G3 毛地黃植群型(*Digitalis purpurea* type)、G4 抱鱗宿柱薹植群型(*Carex tristachya* var. *pocilliformis* type)、G5 咬人貓-虎杖植群型(*Urtica thunbergiana*-*Polygonum cuspidatum* type)、G6 高山芒-大葉洩疏植群型(*Miscanthus transmorrisonensis*-*Deutzia pulchra* type)、G7 歐雀麥植群型(*Bromus commutatus* type)及 G8 埔里杜鵑-臺灣馬醉木植群型(*Rhododendron lasiostylum*-*Pieris taiwanensis* type)等 8 型(曾喜育&曾彥學，2019)。

5. 野生動物

塔塔加遊憩區擁有豐富的自然資源，根據姜博仁等(2009，2010，2011)利用自動照相機、自動錄音機及現場調查在玉山及塔塔加地區共紀錄 22 種哺乳類、63 種鳥類及 2 種蛙類。臺灣水鹿較常出沒於塔塔加地區及玉山排雲山莊周圍，推測已有穩定族群在塔塔加地區生活繁衍。

(二) 研究方法

本研究透過架設自動照相機記錄中大型草食哺乳動物以了解其物種組成、空間分布與活動頻度，期望藉由分析中大型草食哺乳動物活動頻度與植物社會的關係，比較不同草食性動物組成與活動頻度下植物組成及結構的差異性，

並收集草食動物新鮮排遺調查寄生蟲，以了解其健康情形，茲將調查方法說明如下：

1. 中大型草食性哺乳動物組成調查

(1) 哺乳動物出現指數分析

應用自動照相機調查塔塔加地區的臺灣水鹿、山羌及臺灣野山羊的族群狀態，本研究將自動相機所拍得的照片視為一項定點計數(point-count)的資料，計算每一臺自動相機樣點的出現指數(Occurrence Index, OI = 該區所有相機每 1000 個工作小時中所拍得的有效照片數；裴家騏 1998)來代表目標物種在各樣點環境的相對豐度。有效照片的定義為在一小時內，連續拍得同種動物，且無法區別個體時，將之視為同一筆記錄；而同一張照片若記錄有一隻以上的個體或一種以上的動物，則每隻個體均視為單一筆記錄。為比較草食性哺乳動物於不同季節相對豐度與空間分布的差異，本研究計算各相機樣點的季節出現指數，計算方式為該季節有效照片總數除以該季節總工作時數再乘以 1000，各季節以春季(3-5 月)、夏季(6-8 月)、秋季(9-11 月)及冬季(12 月至隔年 2 月)區分。

(2) 活動模式分析

本研究利用自動照相機資料建立其活動模式。假設自動照相機於一天中的每一時段的有效工作時數均相等的前提下，動物若在某一時段的活動(或移動)程度越高，則該時段中被自動照相機拍攝到的個體(或照片)數也會越多(裴家騏 1998)。因此本研究將臺灣水鹿、山羌及臺灣野山羊之有效照片根據時間整理，再以一天 24 小時各小時的分佈來建立活動模式。各小時相對活動量公式如下(裴家騏及姜博仁 2004)：

$$\text{某時段活動量} = \left(\frac{\text{一物種在某段時段有效照片總數}}{\text{該物種全部有效照片數}} \right) \times 100\%$$

(3) 環境因子測量

相機架設點利用全球衛星定位系統(global position system, GPS)定位(SOKKIA AXIS3 型)，並量測相機位置的微環境因子如坡度等，量測方式如下：

- a. 定位與海拔：GPS 進行定位量測。
- b. 坡度：以羅盤儀量測相機位置所在坡度。
- c. 樹冠層開闊度：以 Nikon D700 單眼相機，搭配 Sigma 4.5 mm 鏡頭進行半球面影像拍攝，於自動相機架設位置附近，架設高 1.3 m 腳架放置魚眼相機，使用雙向水平儀定平，拍攝者需面對南方，機頂朝北使相片影像的正上方為北方；拍攝時間為日出後(上午 6-8 點)，及日落(下午 4-6 點)前兩小時，以避免過曝或太陽出現在影象中。拍攝相機設定延遲拍攝以避免畫面震動。拍攝的影像透過 Gap Light Analyzer (GLA) 軟體計算出林冠開闊度。
- d. 與最近省道、林道、步道距離：以 GPS 進行自動相機架設位置定位後，使用 ArcMap 10.0 軟體計算自動相機架設位置離省道、林道、步道的距離，提供作為人為干擾指標，距公路、林道、步道的距離越近，人為干擾可能性越大。
- e. 坡向與水分梯度：量測自動相機位置所朝向的方位。將方位視為水分梯度之對應值 (Day and Monk, 1974)，以北半球而言，西南向最乾燥，東北向最陰濕，故給予 1 (最乾) 至 16 (最濕) 之相對值(圖 3a)。
- f. 全天光空域：以羅盤儀量測樣區四周 12 個固定的方位角，測出遮蔽物之高度角(altitudeangle)，於電腦作業以製圖方式求出未受遮蔽之天空範圍百分率，為全天光空域(圖 3b)。
- g. 植群型：透過以相機點為中心 10m×10m 樣區進行上木調查，蒐集上木資料後以上木優勢度判斷該相機點植群型。

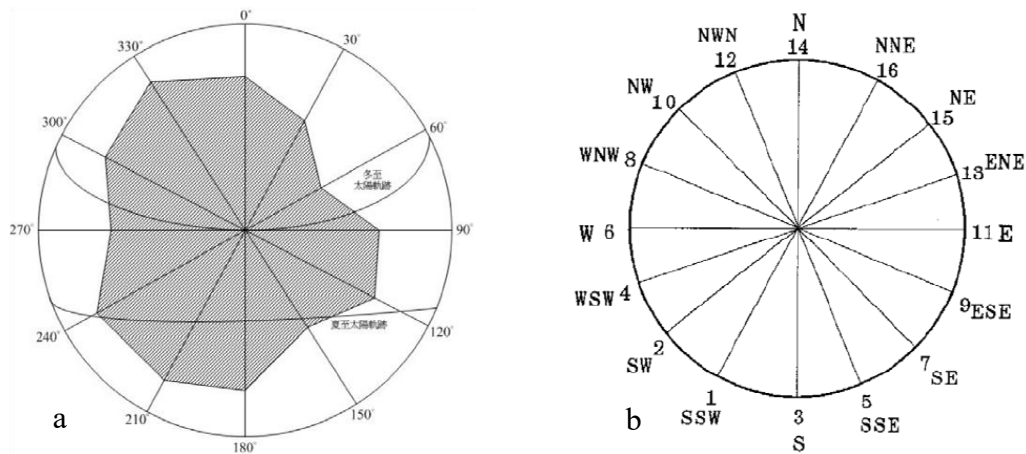


圖 3. a 本研究調查全天光空域示意圖；b 本研究調查方位對應之水分梯度級 (Day and Monk, 1974)。

(4) 物種出現指數與環境因子關係分析

以線性回歸分析相機點的環境因子包括與省道距離、與林道距離、與步道距離、海拔、水分梯度、全天光空域、樹冠覆蓋度以及植群型 (區分為玉山箭竹、闊葉林、華山松二葉松、臺灣鐵杉與臺灣雲杉五類型) 對臺灣水鹿、山羌和臺灣野山羊出現指數的影響。以適用於低樣本數的赤池訊息量準則 (Akaike information criterion, AIC) 決定各物種最佳模型。此外利用 Sperman rank-order correlation coefficient 檢測臺灣水鹿、山羌與臺灣野山羊 OI 值的相關性，以探討這 3 種草食獸是否存在競爭、迴避的情形。

2. 中大型草食性動物對植群的影響

為了解塔塔加地區中大型草食性動物出現頻度與植物社會之關係，初期依現場研究人員長期觀察中大型草食性動物於各區域出現頻度的高低，設置植物社會長期監測樣區；此外，於無臺灣水鹿或活動稀少的區域設置對照組。依塔塔加地區的植群類型區分成森林與灌叢草生地兩種，並分別設置植群長樣監測樣區，了解中大型草食性動物對植群的影響。

(1) 森林長期監測樣區設置

參考翁國精等(2009, 2010)的調查方法，於塔塔加地區的臺灣華山松-臺灣二葉松植群型、臺灣鐵杉植群型等森林類型設置長期監測樣區。樣區大小為 20 m × 20 m，區分成 16 個 5 m × 5 m 的小區，樣區中心以 GPS 進行定位，並架設自動照相機；樣區的 4 個邊角先以鐵條固定位置，再長 2 m 之塑膠硬管標示，繫上印有樣區編號之鋁牌；樣區不設樣繩，10 m 處架設長 1 m 之塑膠硬管並標示之。

a. 植群調查

調查時記錄每個小區內胸徑大於 1 cm 的林木種類與胸徑大小，並標示於方格紙上相對位置與編號，並記錄被臺灣水鹿啃食或磨角的痕跡、存活狀態等。地被記錄 DBH 小於 1 cm 林木、灌木及草本植物的覆蓋及種類，並註記被取食木本植物的種類與株數。大於 1 cm 的林木每年複查一次，以了解臺灣水鹿對森林喬木年際間的影響。植物鑑定以臺灣植物誌(Flora of Taiwan)第二版為依據(Boufford et al., 2003)。

b. 植群分析

首先對野外調查地被原始資料之植物種類進行編碼，於文書處理軟體中輸入樣區植物種類、各物種之株數、胸徑、出現小樣區數及覆蓋面積等介量，計算各物種於調查樣區中之密度、頻度及優勢度，再轉換成相對值。樣區各植物之介量以重要值指數(importance value index, IVI)和重要值(importance value, IV)表示，代表某植物在樣區中所占有之重要性。以下為 IVI 與 IV 的計算方法。

$$\text{密度 (density)} = \frac{\text{某種植物株數之總和}}{\text{所調查之總樣區數}}$$

$$\text{頻度 (frequency)} = \frac{\text{某種植物出現之總樣區數}}{\text{所調查之總樣區數}}$$

$$\text{優勢度 (dominance)} = \frac{\text{某植物覆蓋面積總和}}{\text{所調查之總面積}}$$

$$\text{相對密度 (relative density)\%} = \frac{\text{某種植物株數之總和}}{\text{所調查之總樣區數}} \times 100 \%$$

$$\text{相對頻度 (relative frequency)\%} = \frac{\text{某種植物之頻度}}{\text{所有植物頻度之總和}} \times 100 \%$$

$$\text{相對優勢度 (relative dominance)\%} = \frac{\text{某植物之優勢度}}{\text{所有植物優勢度之總和}} \times 100 \%$$

$$\text{重要值指數(IVI)} = \text{相對密度} + \text{相對頻度} + \text{相對優勢度} = 300$$

$$\text{重要值(IV)} = \text{相對頻度} + \text{相對優勢度} = 200$$

(a) 密度(density)與林分密度指數(stand density index, SDI)

調查樣區內胸高直徑大於 1 cm 之林木株數與胸高斷面積，計算樣區內之林木密度，即單位面積株數(株/ha)；此外，計算樣區之林分密度即將各林木之胸高斷面積加總累計後除以樣區面積，單位為(m²/ ha)。

(b) 物種多樣性分析

為了解臺灣水鹿活動啃食對物種多樣性的影響，本研究比較林木之物種多樣性將以物種數、Shannon-Wiener 多樣性指數(Shannon-Wiener diversity index) 和 Gleason 物種豐富度指數(Gleason richness index) 進行計算，各公式如下：

$$\text{Shannon-Wiener 多樣性指數 } H = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \times \ln \frac{n_i}{N}$$

s 為物種數，n_i 為第 i 個物種的個體數，N 為樣區內總個體

$$\text{Gleason物種豐富度指數 } D_{gl} = -s/\ln A$$

s 為物種數，A 為樣區面積

將上述調查的林木記錄臺灣水鹿啃食或磨角受損程度區分成 6 個等級(王穎等，2004)，分別 0 為沒有啃食或磨角，受損周長占樹幹周長的 25%以下記錄為 1，25-50%記錄為 2，50-75%記錄為 3，大於 75%但未被環剝則記錄為 4，環剝則記錄為 5。此外，將樹種胸徑區分成小於 5 cm、5-20 cm 和 20cm 以上等 3 個等級，分析不同胸徑等級受損程度之影響。

統計各樹種不同徑級之林木遭臺灣水鹿損害之狀況，比較每種林木之原始徑級分布(含臺灣水鹿影響存活或死亡個體)、受臺灣水鹿影響而死亡之林

木徑級分布，和受臺灣水鹿影響林木但仍存活之徑級分布，以提供了解臺灣水鹿造成的損害是否影響森林的組成與結構，或影響森林的更新。

各樣點以出現頻度作為臺灣水鹿族群相對豐度指標，以評估臺灣水鹿出現頻度跟森林遭臺灣水鹿啃食樹皮或磨角痕跡比例的關係，以 Spearman rank-order correlation coefficient 檢測各觀測樣點水鹿出現指數與臺灣水鹿新啃食樹皮或磨角痕跡的相關性。

(2) 灌叢草生地長期監測樣區設置

本研究於塔塔加地區觀察發現，灌叢草生地的植群結構因玉山箭竹、埔里社鵝、玉山杜鵑等灌木植株高度在植外觀形相可區分成短草與高草等兩種灌叢草生地(圖 5)，為釐清中大型草食性動物族群是否會影響兩種類型灌叢草生地的空間分布，因此於兩種類型的灌叢草生地設置長期監測樣區設置。樣區設置橫跨兩種高度的灌叢草生地並以土地界樁標示邊界，樣區大小為 20 m × 20 m，再細分成 16 個 5 m × 5 m 小區。植群調查分析與臺灣水鹿對啃食林木樹皮評估方法及其統計分析如森林長期監測樣區。

研究團隊樣區設置後，量測樣區每 5 m 點位的植物社會高度，繪製出樣區植群 3D 圖，預計每年量測一次草高，比對每年臺灣水鹿啃食對灌叢草生地是否造成影響，亦確認臺灣水鹿於此地活動踩踏對於長草與短草界線是否有變化趨勢；此外，架設紅外線自動照相機監測臺灣水鹿在樣區活動情形，了解臺灣水鹿對植物社會高度的偏好性。

3. 臺灣水鹿啃食或磨角樹皮觀察

(1) 玉山林道兩旁林木啃磨狀況

本研究參考王穎等(2014)方法，調查標記塔塔加地區玉山林道沿線兩旁林木，每棵林木綁上標牌進行編號，並記錄臺灣水鹿啃磨樹皮的樹種與測量其 DBH 大小，同時進行啃磨傷口測量，計算啃食或磨角受損程度，比較不同年度間的差異性，及林木受啃磨的死亡率，於 2019 年 10 月進行第一次調查，2020 年 9 月、2021 年 10 月進行複查。傷口面積測量以林木傷口最長乘以最寬獲得；啃食速率以啃食痕跡數(debarking signs)、傷口面積(debarked area)，以及啃食株數(debarked trees)等 3 個介量，再除以兩次調查的間隔天數求得。

(2) 穿越線樣帶法調查塔塔加地區林木啃磨狀況

本團隊透過穿越線樣帶進行調查，於 2020 年 7 月至 8 月進行調查，沿玉山林道、楠溪林道、東埔大草原步道均勻分布，每條至少間隔 200 m，共設 19 條 100 m × 5 m 與 1 條 50 m × 5 m 的穿越線樣帶，並與道路垂直往森林方向進行上木調查，紀錄林木種類、DBH、相對位置、啃磨長寬及離地高。

(3) 相機點上木啃磨調查

本團隊欲瞭解不同季節間臺灣水鹿啃磨率的增長狀況，於 2021 年 1 月、4 月、7 月、9 月進行上木調查，配合紅外線自動照相機所拍攝臺灣水鹿的出沒狀況，將相機點作為樣區，本團隊將相機點設為樣區中心，設置 10 m × 10 m 的正方形樣區，並於 2021 年 1、4、7、10 月進行上木啃磨調查，觀察樣木於不同季節受臺灣水鹿的影響狀況，記錄林木種類、DBH、啃磨長寬及離地高，因相機點均有量測環境因子，因此本團隊將樣點的啃磨率與該相機點的環境因子進行 Sperman rank-order correlation coefficient 檢測，評估啃磨率與環境因子間是否具有相關性。為評估臺灣水鹿出現頻度跟森林遭臺灣水鹿啃食樹皮或磨角痕跡比例的關係，各相機點以出現頻度作為臺灣水鹿族群相對豐度指標，以 Sperman rank-order correlation coefficient 檢測各樣點水鹿 2021 年 1 月、4 月、7 月、9 月的出現指數與上木啃磨率的相關性。

4. 中大型草食動物之腸胃道寄生蟲調查

腸胃道寄生蟲群聚組成影響中大型草食動物個體與族群的健康(邱岫文, 2015; Achhami et al., 2016; Albery et al., 2018)，偶蹄類動物的寄生蟲病的流行常有季節性(Bye and Halvorsen, 1983; Marcin et al., 2007; Albery et al., 2018)，加上塔塔加族憩區的交通便利性、遊客量多等特殊性，人為干擾因素大，有必要建立地區內中大型草食動物腸胃道寄生蟲組成與感染狀況的基礎資料，並透過長期監測了解其寄生蟲相與群聚組成變化。

(1) 排遺樣本採集

利用排遺進行中大型草食動物的腸胃道寄生蟲調查需新鮮糞球樣本(Dryden et al., 2005)，本研究於調查期間每個月收集中大型草食動物的新鮮排遺(糞球)進行分析。糞球新鮮程度參考邱岫文(2015)，依糞球色澤外觀、氣味與硬度區分成 5 級；臺灣水鹿於族憩區數量較豐富，糞球一律挑選等級 A；山羌與臺灣野山羊族群數量較少，糞球取樣時儘可能挑選等級 A 的糞球。

因臺灣水鹿的排遺通常會使糞球呈堆，因此每堆新鮮糞球排遺樣本收集 6-10 個糞球，隨即放入 5 號夾鏈袋密封，標示採集日期、地點(GPS 點位)、天氣狀況及確認物種。由於野外收集排遺無法確認與辨識排遺的個體，為使採集分布均勻，每個採樣點最多收集 5 堆排遺，每個樣點至少區隔 50 m 以上，每個月至少收集 15 堆排遺。再後將封口袋置於有保冷劑的保冷袋中以低溫保存，一天的排遺收集完成後先攜回管理站存放 4℃ 冷藏。為減少降雨對排遺樣本品質的干擾，每月排遺收集時間為早上 6-8 時，天氣為晴至多雲，連續收集 2-3 天。

腸胃道寄生蟲分析以塔塔加地區優勢族群數量的臺灣水鹿為主要研究對象，因臺灣野山羊與山羌的族群數量與糞球採集較不易，儘可能收集新鮮與足夠糞球數量進行分析比較。

(2)排遺樣本寄生蟲檢驗

糞便離心浮游法(fecal centrifugation-flotation method)是糞便檢驗寄生蟲敏感性較高的方法之一，即便是研究對象族群糞便的寄生蟲卵數量很少，透過離心方式可以使糞便與蟲卵更有效地分開，使密度較重的糞便加速沉降，密度較輕的寄生蟲卵比較容易游浮上層(Dryden et al., 2005；邱岫文，2015)。

本研究參考董光中(2009)、邱岫文(2015)、Dryden et al.(2005)的方法，以糞便離心浮游法進行寄生蟲檢驗，浮游液採用飽和食鹽水(比重=1.024)；由於寄生蟲卵在糞球常隨機存在，而不是在每個糞球平均分布，因此每個糞球樣本都會進行糞便離心浮游法 3 次並平均之，以增加判斷的準確率。最後利用光學顯微鏡觀察寄生蟲的蟲卵並拍照，依蟲卵的外觀形態(大小、卵殼厚度、有無栓蓋、有無蛋白質外鞘、顏色等)與蟲卵內的內容物(有無幼蟲、卵細胞分裂的數量與程度等)等特徵辨認寄生蟲的種類，並請國立中興大學獸醫學系董光中教授再確認。

本研究進行之糞便離心浮游法的步驟如下：

- a. 將排遺樣品稱量 1 g，置 20 mL 燒杯，先加 5 mL 飽和食鹽水，以玻璃棒將糞球分散使之與飽和食鹽水充分混合，再加入 10 mL，以 60 目銅篩過濾於另一個 20 mL 燒杯。
- b. 將過濾後的液體傾入 15 mL 離心管，置於離心機以 1200 rpm 離心 5 分鐘；
- c. 將離心管取出直立，滴加飽和食鹽水至離心管呈表面張力；

- d. 每個離心管口覆以 22 mm × 22 mm 蓋玻片，蓋玻片接觸，其間不留氣泡；
- e. 靜止漂浮 30 分鐘，取蓋玻片於顯微鏡下檢查並計數(同種蟲卵歸一類進行計數)，此即每克糞球的蟲卵數 EPG (eggs per gram，每克糞便的蟲卵數)。
- f. 每份糞球樣本用同樣方法檢查 3 次，取得平均 EPG。

(3)排遺寄生蟲卵數分析

本研究以定量的糞檢方式，分析塔塔加每月中大型草食性動物的排遺寄生蟲感染狀況，分別分析每月感染率與平均 EPG。

感染率：在所有受檢的樣本中受寄生蟲感染的樣本所佔的比例。計算公式如下：

$$m/n \times 100\%$$

n 為受檢的總排遺樣本數，m 為檢出受寄生蟲感染的樣本數。

平均蟲卵數：在所有受檢樣本中，每公克糞球中的平均 EPG 取平均數值，可表示每個月寄生蟲的相對感染程度。

$$\sum EPG/n$$

EPG 為受感染樣本數每克糞球中的寄生蟲蟲卵數，n 為受檢的總排遺樣本數。

為瞭解塔塔加地區中大型草食性動物每月排遺的感染率、平均寄生蟲卵數變化，以直方圖呈現時間變動；為了解臺灣水鹿排遺寄生蟲感染狀況與樹木啃食速率的關係，分別將每月的感染率、平均蟲卵數與樹木被啃食樹皮速率進行 Spearman 等級相關分析檢驗兩者的相關性。

5. 臺灣水鹿族群數量推估

利用自動相機拍攝計算 OI 值並配合穿越帶糞堆計數法(李玲玲等，2006)之不事先移除排遺與移除排遺兩種狀況，透過排糞率及糞堆分解速率或間隔的調查天數，推估塔塔加地區活動的臺灣水鹿族群量，並與前人研究比較是否超出環境負載量。

糞堆計數法為一種透過記錄度物糞堆數量，計算出族群密度或數量的方法 (Neff, 1968)，操作步驟簡單容易，先在選定地點標示出多個樣區，並計算樣區內的糞堆，然後帶入公式 $D = \text{每公頃糞堆數} / (\text{糞堆平均分解天數} \times \text{每日平均排糞率})$ (Mayle et al., 2000)，即可利用單位密度 D 推算出一地區之動物族群

數量。

(1) 糞堆平均分解天數

糞堆平均分解天數是指糞堆從新鮮的狀態風化成難以辨識的狀態，所經歷的時間，一般野外的糞堆可以保存達半年至三年以上，保存時間的長短受到糞堆糞粒數量、糞粒大小、棲地特性、降雨量、季節、動物的踐踏、食糞昆蟲的取食、微生物的分解或是落葉的覆蓋等因素的影響 (Neff, 1968)。黃紹毅 (1990) 對於臺灣長鬃山羊(*Capricornis swinhoei*, 臺灣野山羊) 排遺分解研究發現，排遺的分解速率和相對濕度、平均溫度呈現正相關，和海拔高度呈現負相關。Marques et al. (2001)建議最佳的估算方式為在糞堆計數開始之前，就先於研究地點進行糞堆分解速率的實驗，提早的天數為預期糞堆最長分解天數，每月標示新鮮糞堆的位置並觀察已標記的糞堆分解程度，便可推估糞堆在研究區域的平均分解速率。

(2) 每日平均排糞率

每日平均排糞率即一隻動物一天排糞的次數，根據 Neff et al. (1965)對和臺灣水鹿體型相似且同屬的北美紅鹿 (*Ce. canadensis*) 排糞率的研究結果 12.52 ± 1.38 堆/天 (N=598)，本團隊以 13 堆/天的排糞率為基礎，來推估臺灣水鹿的族群數量。另外 Neff (1968)所建議的大型鹿科動物排糞率 12-14 堆，以及郭正彥(2005)於盤石山區實際觀察高山草地臺灣水鹿每小時排糞率推估的每日排糞率約為 8.16-13.92 堆/天，皆進一步支持此排糞率的假設。

(3) 樣區配置與劃設

本團隊於塔塔加架設紅外線自動相機，記錄臺灣水鹿的出沒，配合相機所拍攝臺灣水鹿之OI值，因此本研究沿用之前選定地點，以自動相機為中心，劃設長 10 m、寬 4 m、面積 64 m² 的十字形狀樣區，樣區四端皆綁有橘色綁帶作為邊界標記。

(4) 計數方法

本研究採用事先移除糞堆法，在去年的 10/24-25 選定樣區以綁帶標出界線後移除糞堆，12/19-20 進行糞堆計數及移除的複查作業，並沿用之前的方法增設 13 個樣區，2/16-17、4/10-12 及 6/18-19 進行所有樣區的三次複查，由於每次調查間隔時間皆小於高海拔糞堆的最低分解天數 (半年)，所以在進行密度計算時可以直接將調查間隔天數帶入糞堆分解天數。臺灣水鹿的排便

習性有時會一邊移動一邊排糞，因此糞堆會呈現帶狀分布，或部分帶狀、部分成堆分布，為了避免同個糞堆重複計算，糞粒數少於 15 粒的糞堆僅作移除，不列入計算。若糞堆的幾何中心超出樣區範圍，即大部分糞粒在樣區外，亦不列入計算，僅需移除 (李玲玲 2006)。

6. 人為干擾對中大型草食性哺乳動物出現指數與活動模式的影響

(1) 排雲管理站至玉山登山口接駁車

自 2021 年 2 月起排雲管理站至玉山登山口的接駁車服務時間自傍晚五點延長至晚上七點，每日最少加開 4 個班次，為了解延長接駁車服務時間是否影響接駁車路線周圍草食獸的出現指數與活動模式，本研究以距離接駁車路線較遠的麟趾山步道上之 9 個相機點位作為對照組，並與接駁車路線沿線的 8 個相機點位(圖 4) 比較 2020 年 3-5 月與 2021 年 3-5 月臺灣水鹿、山羌與臺灣野山羊的出現指數與活動模式是否有顯著差異。分析前先以 Shapiro wilk test 檢定是否為常態分佈，若是則使用成對樣本 t 檢定(paired sample t test) 分析其顯著性，若資料非常態分布則利用威爾卡森符號檢定(Wilcoxon signed rank test) 分析是否具顯著差異。

(2) COVID-19 三級防疫警戒管制的影響

因 2019 年 COVID-19 開始於世界各地傳播，全球大多數政府已通過宣布國家緊急狀態並實施廣泛的封鎖應對疾病(Karnon, 2020)。這成為了解人類活動大規模變化如何影響野生動物提供了前所未有的機會(Manenti et al., 2020)。許多前人研究結果表明，人為干擾會影響動物的聲音交流(Gutzwiller & Anderson 1994)、覓食(Simon et al., 2001)、繁殖(J & Anthony, 2000)、父母照顧(Simon et al., 2001)，以及動物的繁殖成功率(Phillips & Alldredge, 2000)。臺灣全境於 2021 年 5 月 19 日提升至三級，7 月 13 日微解封，並於 7 月 27 日降回二級。根據玉山國家公園防疫措施，三級期間除基於維生、秩序維持、必要性服務、醫療及公務所需之外，國家公園的山屋全面關閉，並禁止人員進入國家公園生態保護區。對於非單一出入口之戶外開放型遊憩據點，維持 1 m 安全社交距離，並停止 10 人以上聚會。至 7 月 13 日微解封，開放一般遊憩步道至上限 100 人，停車場開放至原有的 40%。而山屋、登山路線及營地持續關閉。根據交通部觀光統計資料庫的資料(圖 38)塔塔加遊憩區於疫情期間的人類活動大幅減少，當中 2021 年 5 月與 2020 年 5 月的遊客人數大致相符；6 月由 2020 年的 78,256 人次下跌至 2021 年 14,145 人次；7 月月由 2020

年的 96,966 人次下跌至 2021 年 17,509 人次。故本團隊比對未受影響的 2020 年 5-7 月與疫情警戒 2021 年 5-7 月期間，以了解人類活動大規模的減少下，對塔塔加中大型草食性動物活動的影響，並選擇前述時段中曾拍攝到研究團隊以外人員的相機點(圖 5)，比較人與臺灣水鹿、山羌、臺灣野山羊的出現指數是否有顯著差異(分析方式與接駁車之影響相同)，並比較 3 種草食獸在白天的相對活動量。分析前先以 Shapiro wilk test 檢定是否為常態分佈，若是則使用成對樣本 t 檢定(paired sample t test) 分析其顯著性，若資料非常態分布則利用威爾卡森符號檢定(Wilcoxon signed rank test) 分析是否具顯著差異。

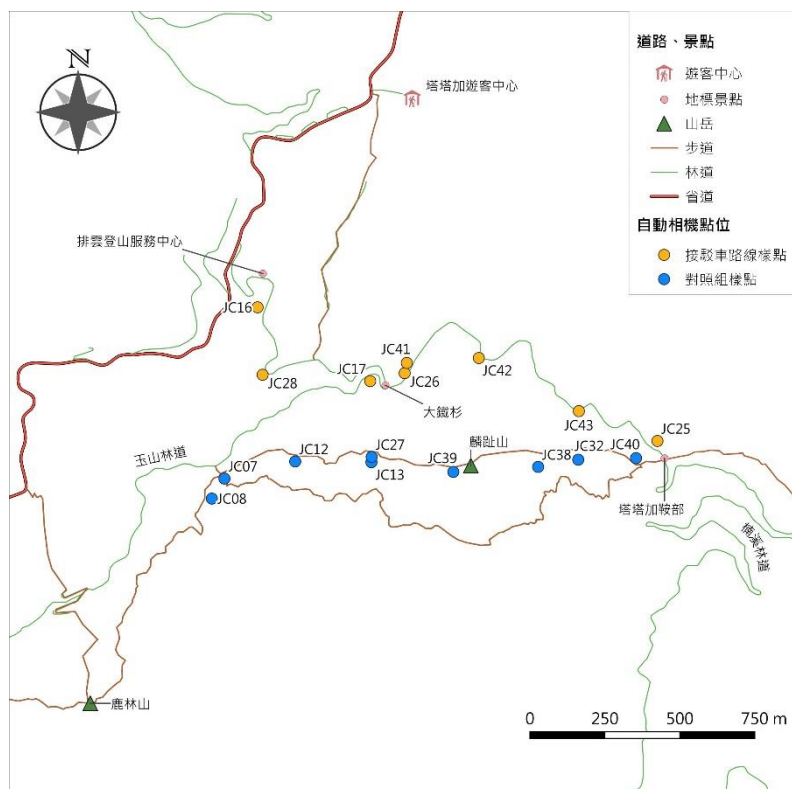


圖 4. 玉山國家公園塔塔加地區登山接駁車路線與對照組自動相機點位位置圖

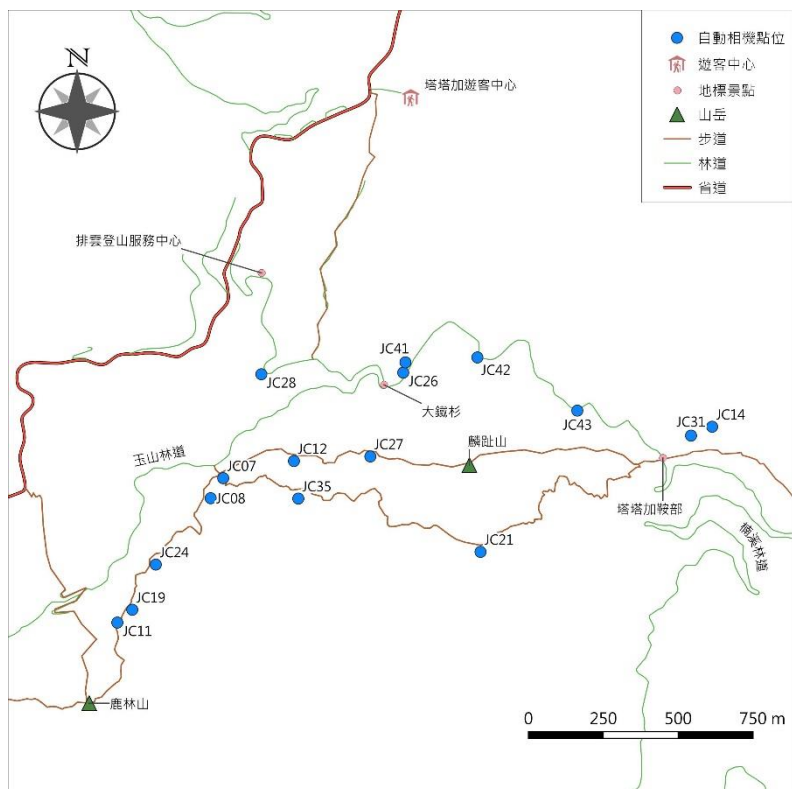
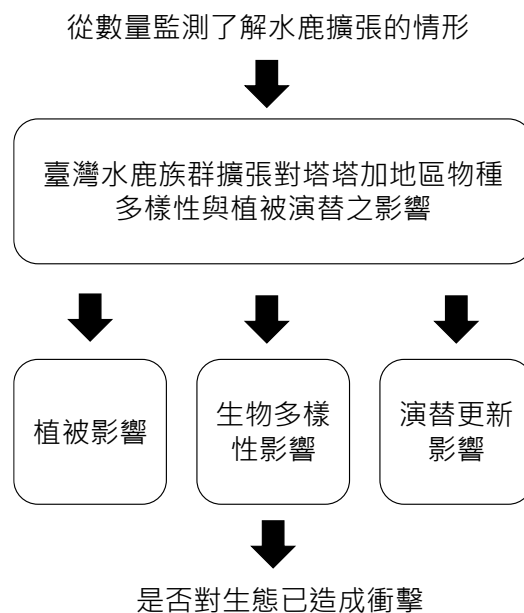


圖 5. 玉山國家公園塔塔加地區 COVID-19 第三級警戒對臺灣水鹿、山羌、臺灣野山羊活動模式影響之自動相機點位

五、預期效益

在自然狀態，臺灣水鹿等中大型草食性動物與植物生態系應為一個動態平衡狀態，然而當臺灣水鹿族群超過環境負載量後，對植被的啃食壓力也升高，因此臺灣水鹿應可作為監測森林動態的指標動物(姜博仁等，2011)。透過調查希望能更加了解臺灣水鹿之活動模式、取食行為及其對森林演替影響，期望透過評估能找出相對應的防治方法。

希望研究成果對於塔塔加地區臺灣水鹿的經營管理能有更明確的依據；提供臺灣水鹿的生物與生態學之基礎，並可作為教導民眾正確與野生動物共處的觀念；在一般民眾遭遇臺灣水鹿時能採取正確的行動，最大化減少人類與野生動物的衝突，以期在未來我們與臺灣水鹿能和平共處。



本計畫預期效益如下：

- (一)提供塔塔加地區中大型草食性哺乳動物組成、空間分布與活動頻度等基礎資料。
- (二)建立中大型草食性哺乳動物取食植物種類與季節性偏好。
- (三)透過新鮮排遺寄生蟲分析，進行草食性動物的健康評估。
- (四)評估塔塔加地區中大型草食性哺乳動物對植群演替的影響，提供經營管理策略之參考。
- (五)規劃塔塔加區域動植物消長關係長期監測樣區。

六、結果與討論

(一)中大型草食性動物組成調查

1. 自動照相機調查

本研究於 2020 年 2 月至 2021 年 8 月共設置 44 臺次自動照相機。自動照相機架設位置考量周遭地勢、植被鬱閉度、動物可利用資源如水源、動物痕跡如獸徑或排遺等(圖 6)。架設時於樹幹上以綁帶、角鋼固定相機，距離地面 0.3-0.8 m 拍攝(圖 7)，自動相機精確位置與架設時間如表 1，詳細參數設定如表 2。研究人員每 1-2 個月巡視相機 1 次，更換記憶卡與電池，以確保相機正常運作。

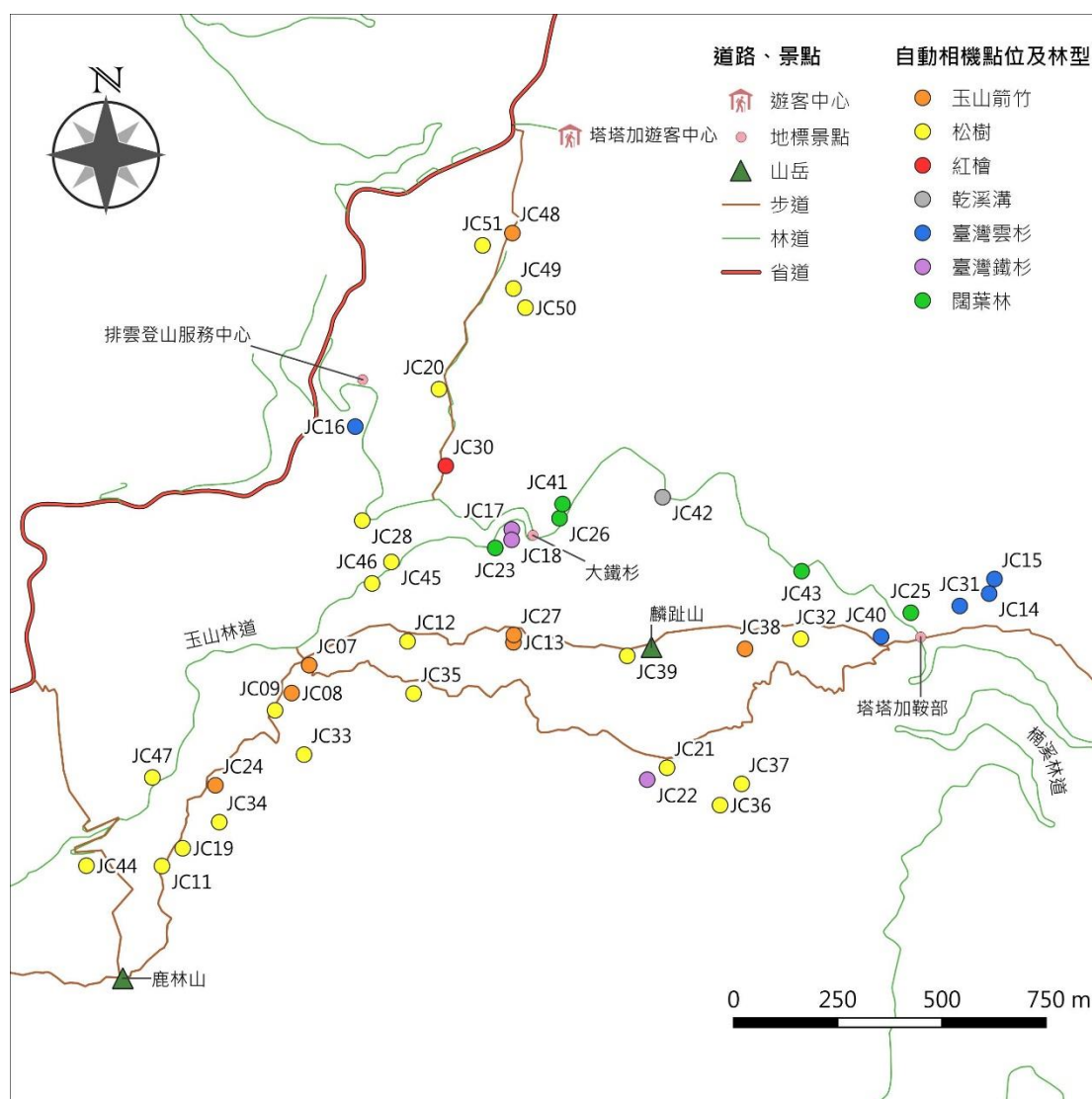


圖 6. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月中大型草食性哺乳動物組成與植被消長關係調查之自動相機位置與其林型。(松樹：華山松及臺灣二葉松)



圖 7. 本研究紅外線自動照相機架設情形。



圖 7. (續)本研究紅外線自動照相機架設情形

表 1.玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月中大型草食性哺乳動物組成與植被消長關係調查自動照相機架設日期與區域 (座標系統為 WGS84)

編號	座標(X)	座標(Y)	架設日期	結束日期	工作時數	區域	林型
JC07	120.885593	23.475072	2020/2/1	架設中 ^a	12,424	麟趾山鞍部	玉山箭竹
JC08	120.885182	23.474417	2020/2/1	架設中	12,438	麟趾山鞍部	玉山箭竹
JC09 ^b	120.884790	23.474010	2020/2/1	架設中	13,208	鹿林山步道	華山松與二葉松
JC11	120.882132	23.470353	2020/2/1	架設中	10,699	鹿林山步道	華山松與二葉松
JC12	120.887905	23.475632	2020/2/1	架設中	13,649	麟趾山步道	華山松與二葉松
JC13	120.890394	23.475607	2020/2/1	架設中	11,630	麟趾山步道	玉山箭竹
JC14	120.901577	23.476753	2020/2/10	架設中	12,540	玉山登山口	臺灣雲杉
JC15 ^c	120.901703	23.477097	2020/2/10	架設中	9,665	玉山登山口	臺灣雲杉
JC16	120.886676	23.480677	2020/2/10	架設中	12,852	排雲管理站	臺灣雲杉
JC17	120.890355	23.478262	2020/2/11	架設中	13,570	玉山林道	臺灣鐵杉
JC18	120.890351	23.478016	2020/2/11	架設中	10,690	玉山林道	臺灣鐵杉
JC19	120.882620	23.470771	2020/2/11	架設中	13,614	鹿林山步道	華山松與二葉松
JC20	120.888642	23.481557	2020/2/14	架設中	13,540	東埔大草原	華山松與二葉松
JC21	120.894005	23.472663	2020/2/14	架設中	13,518	黑森林步道	華山松與二葉松
JC22	120.893539	23.472383	2020/2/14	架設中	13,541	黑森林步道	臺灣鐵杉

註：a. 架設中相機工作時數計算至 2021 年 8 月

b. 於 2020/6/21 微調位置，座標：120.884816, 23.474043

c. 於 2020/6/21 微調位置，座標：120.901643, 23.477117

表 1(續).玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月中大型草食性哺乳動物組成與植被消長關係調查自動照相機架設日期與區域 (座標系統為 WGS84)

編號	座標(X)	座標(Y)	架設日期	結束日期	工作時數	區域	林型
JC23	120.889968	23.477825	2020/2/15	架設中 ^a	12,040	玉山林道	闊葉林
JC24	120.883389	23.472249	2020/2/15	架設中	13,522	鹿林山步道	玉山箭竹
JC25	120.899736	23.476303	2020/3/7	架設中	12,385	楠梓仙溪林道	闊葉林
JC26	120.891479	23.478522	2020/3/7	架設中	12,446	大鐵杉	闊葉林
JC27	120.890403	23.475781	2020/3/8	架設中	12,526	麟趾山步道	玉山箭竹
JC28	120.886840	23.478469	2020/4/12	架設中	11,770	東埔大草原	華山松與二葉松
JC29	120.890010	23.484000	2020/2/13	2020/4/12	1,414	東埔大草原	華山松與二葉松
JC30	120.888804	23.479754	2020/2/13	架設中	13,521	玉山登山口	紅檜
JC31	120.900887	23.476463	2020/2/13	架設中	12,163	玉山登山口	臺灣雲杉
JC32	120.897149	23.475690	2020/2/13	架設中	13,567	黑森林步道	華山松與二葉松
JC33	120.885472	23.472971	2020/2/14	架設中	13,524	黑森林步道	華山松與二葉松
JC34	120.883480	23.471384	2020/2/14	架設中	13,550	黑森林步道	華山松與二葉松
JC35	120.888048	23.474405	2020/2/14	架設中	13,524	黑森林步道	華山松與二葉松
JC36	120.895252	23.471782	2020/2/14	架設中	12,798	黑森林步道	華山松與二葉松
JC37	120.895760	23.472282	2020/2/14	架設中	12,180	黑森林步道	華山松與二葉松

註：a. 架設中相機工作時數計算至 2021 年 8 月

表 1(續).玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月中大型草食性哺乳動物組成與植被消長關係調查自動照相機架設日期與區域 (座標系統為 WGS84)

編號	座標(X)	座標(Y)	架設日期	結束日期	工作時數	區域	林型
JC38	120.895839	23.475454	2020/2/14	2020/4/11	1,364	麟趾山步道	華山松與二葉松
JC39	120.893069	23.475290	2020/2/14	架設中 ^a	8,682	麟趾山步道	臺灣雲杉
JC40	120.899036	23.475741	2020/2/14	架設中	12,049	麟趾山步道	闊葉林
JC41	120.891550	23.478857	2020/2/15	架設中	13,506	楠溪林道	乾溪溝
JC42	120.893902	23.479018	2020/2/15	架設中	13,448	楠溪林道	闊葉林
JC43	120.897170	23.477280	2020/2/15	架設中	13,483	楠溪林道	華山松與二葉松
JC44 ^b	120.880356	23.470360	2020/4/12	架設中	12,136	鹿林小屋	華山松與二葉松
JC45	120.887525	23.477497	2020/6/21	架設中	10,468	玉山林道	華山松與二葉松
JC46	120.887072	23.476992	2020/6/21	架設中	10,300	玉山林道	華山松與二葉松
JC47	120.881908	23.472433	2020/7/21	架設中	4,868	玉山林道	玉山箭竹
JC48	120.890369	23.485224	2020/7/21	架設中	5,778	玉山林道	華山松與二葉松
JC49	120.890395	23.483922	2020/11/16	架設中	6,923	東埔大草原	華山松與二葉松
JC50	120.890675	23.483470	2020/11/16	架設中	6,924	東埔大草原	華山松與二葉松
JC51	120.889670	23.484934	2021/3/20	架設中	3,947	東埔大草原	華山松與二葉松

註：a. 架設中相機工作時數計算至 2021 年 8 月

b. 於 2020/6/21 微調位置，座標：120.880436, 23.470304

2. 中大型草食性哺乳動物組成調查

自 2020 年 2 月至 2021 年 8 月,44 臺次自動照相機總工作時數為 493,425 小時,相機記錄到哺乳類有山羌、臺灣水鹿、臺灣野山羊、鼬獾(*Melogale moschata subaurantiaca*)、黃鼠狼(*Mustela sibirica taivana*)、黃喉貂(*Martes flavigula chrysospila*)、白鼻心(*Paguma larvata taivana*)、條紋松鼠(*Tamiops maritimus formosanus*)、長吻松鼠(*Dremomys pernyi owstoni*)、臺灣獼猴(*Macaca cyclopis*)、臺灣野豬(*Sus scrofa taivanus*)、大赤鼯鼠(*Petaurista philippensis grandis*)、白面鼯鼠(*Petaurista alborufus lena*)及臺灣黑熊(*Ursus thibetanus formosanus*)等共 14 種;其中,中大型草食性哺乳動物包含山羌、臺灣野山羊與臺灣水鹿的有效照片數為 21,512 筆(圖 8)。

在所記錄到的哺乳類動物中,有許多犬隻的照片,當中絕大多數為家犬,只在 2020 年 9 月 5 日及 9 月 6 日曾出現過兩隻疑似無主犬,於 9 月 5 日下午 4 時出現於 JC47,直至晚間 6 時半,並於 9 月 6 日早上 7 時半又出現於 JC47,而同日晚間 6 時半其中一隻出現於 JC28。兩無主犬皆無項圈,且於日落後仍有活動,然 JC28 及 JC47 緊鄰道路,兩無主犬毛色健康,因此不排除為未戴項圈及牽繩的家犬。

自動相機亦有記錄到鳥類,包括灰鶯(*Pyrrhula erythaca owstoni*)、煤山雀(*Periparus ater ptilosus*)、青背山雀(*Parus monticolus insperatus*)、臺灣朱雀(*Carpodacus formosanus*)、紅頭山雀 (*Aegithalos concinnus concinnus*)、臺灣噪眉(*Trochalopteron morrisonianum*)、黃胸數眉(*Liocichla steerii*)、繡眼畫眉(*Alcippe morrisonia*)、冠羽畫眉(*Yuhina brunneiceps*)、山紅頭(*Cyanoderma ruficeps praecognitum*)、紋翼畫眉(*Actinodura morrisoniana*)、褐頭花翼(*Fulvetta formosana*)、深山鶯(*Horornis acanthizoides concolor*)、藍尾鶇(*Tarsiger cyanurus*)、紅尾鶇 (*Muscicapa ferruginea*)、臺灣紫嘯鶇(*Myophonus insularis*)、栗背林鶇(*Tarsiger johnstoniae*)、白眉林鶇(*Tarsiger indicus formosanus*)、白腹鶇(*Turdus pallidus*)、赤腹鶇(*Turdus chrysolaus*)、白氏地鶇(*Zoothera aurea*)、綠啄木(*Picus canus*)、大赤啄木(*Dendrocopos leucotos insularis*)、灰林鶇(*Columba pulchricollis*)、巨嘴鴉(*Corvus macrorhynchos*)、星鴉(*Nucifraga caryocatactes owstoni*)、帝雉(*Syrnaticus mikado*)、山鶇 (*Scolopax rusticola*)及東方灰林鶇 (*Strix niviculum yamadae*)等共 29 種。

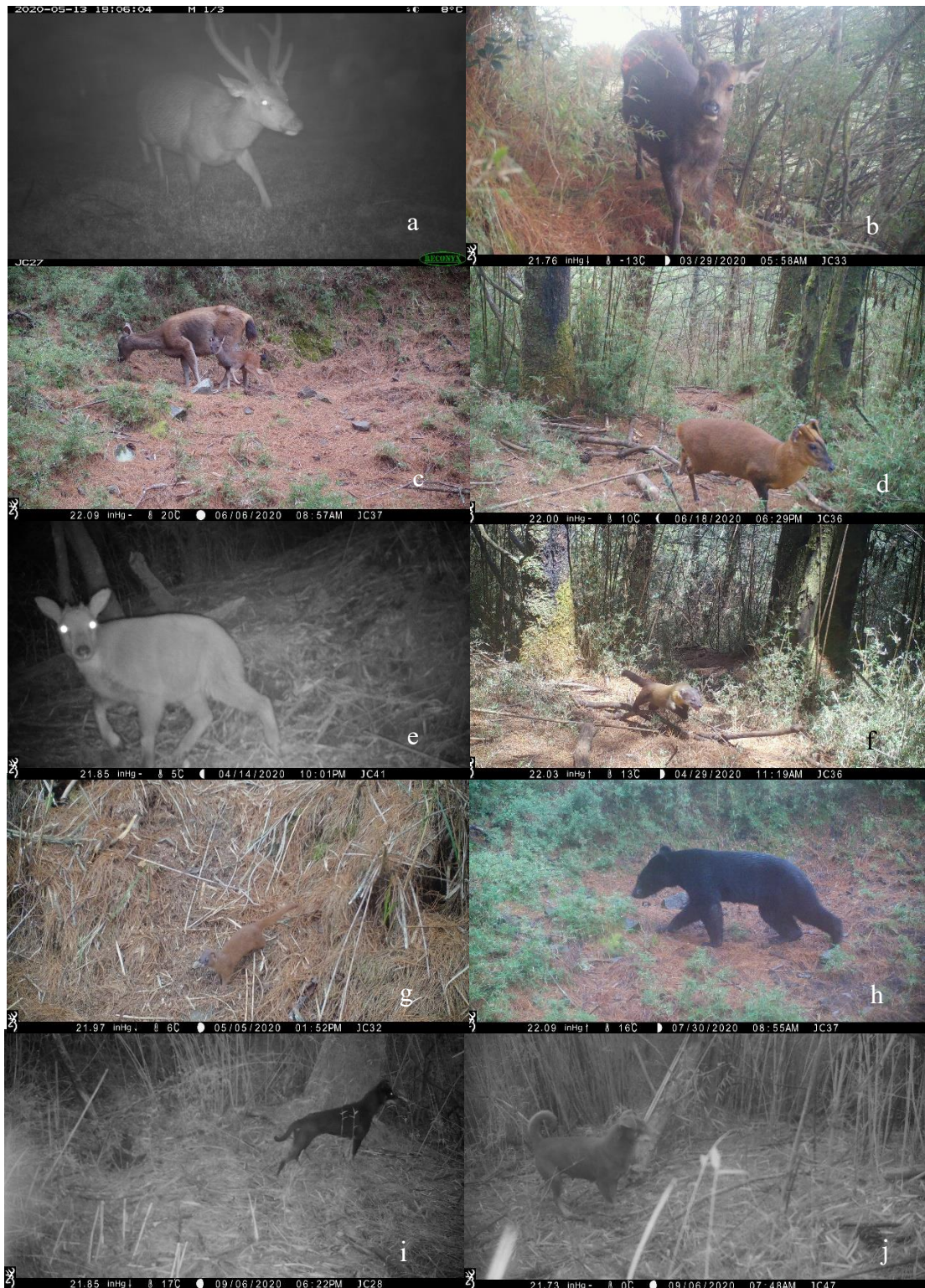


圖 8. 玉山國家公園塔塔加地區紅外線自動照相機監測拍攝畫面。a.臺灣水鹿(公)；b.臺灣水鹿(母)；c.臺灣水鹿(母、子)；d.山羌；e.臺灣野山羊；f.為黃喉貂；g.黃鼠狼；h.臺灣黑熊；i、j.疑似無主犬。

表 2.玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月中大型草食性哺乳動物組成與植被消長關係調查自動照相機設定

相機 編號	品牌	模式	相片 大小	拍照 張數	影片 解析度	影片 長度	拍照間隔	敏感度	感測 距離	觸發 速度	設定 日期
JC01	RECONYX-HC500	camera	3.1mp	3	- ¹	-	no delay	high	-	-	2020/2/1
JC03	RECONYX-HC500	camera	3.1mp	3	-	-	no delay	high	-	-	2020/2/1
JC04	RECONYX-HC500	camera	3.1mp	3	-	-	no delay	high	-	-	2020/2/1
JC05	RECONYX-HC500	camera	3.1mp	3	-	-	no delay	high	-	-	2020/2/1
JC07	RECONYX-HC500	camera	3.1mp	3	-	-	no delay	high	-	-	2020/2/1
JC07	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	80 ²	fast	2020/2/10
JC08	EREAGLE-E1C	camera	-	3	-	-	1s	high	-	-	2020/2/1
JC08	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/2/10
JC08	RECONYX-HYPERFIRE 2	camera+video	3.1mp	3	-	10s	no delay	high	-	-	2020/3/8
JC09	EREAGLE-E1C	dual	-	3	1980*1080	30s	1s	high	-	-	2020/2/1
JC09	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/2/10
JC10	EREAGLE-E1C	dual	-	3	1980*1080	30s	1s	high	-	-	2020/2/1
JC10	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/2/10
JC11	RECONYX-HC500	camera	3.1mp	3	-	-	no delay	high	-	-	2020/2/1
JC11	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/2/10
JC11	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	60	fast	2020/7/21

註：1. -表示無資料

2. 單位為英尺

表 2 (續).玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月中大型草食性哺乳動物組成與植被消長關係調查自動照相機設定

相機 編號	品牌	模式	相片 大小	拍照 張數	影片 解析度	影片 長度	拍照間隔	敏感度	感測 距離	觸發 速度	設定 日期
JC12	RECONYX-HC500	camera	3.1mp	3	- ¹	-	no delay	high	-	-	2020/1/4
JC12	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	80 ²	fast	2020/2/1
JC13	RECONYX-HC500	camera	3.1mp	3	-	-	no delay	high	-	-	2020/1/4
JC13	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/2/10
JC13	BROWNING	camera	12mp	off	-	-	1s	-	80	normal	2020/6/22
JC14	RECONYX-HYPERFIRE 2	camera+video	3.1mp	3	-	10s	no delay	high	-	-	2020/2/10
JC15	RECONYX-HYPERFIRE 2	camera+video	3.1mp	3	-	10s	no delay	high	-	-	2020/2/10
JC16	RECONYX-HYPERFIRE 2	camera+video	3.1mp	3	-	10s	no delay	high	-	-	2020/2/10
JC17	RECONYX-HC500	camera	3.1mp	3	-	-	no delay	high	-	-	2020/2/11
JC18	RECONYX-HC500	camera	3.1mp	3	-	-	no delay	high	-	-	2020/2/11
JC19	RECONYX-HC500	camera	3.1mp	3	-	-	no delay	high	-	-	2020/2/11
JC20	RECONYX-HC500	camera	3.1mp	3	-	-	no delay	high	-	-	2020/2/14
JC21	RECONYX-HC500	camera	3.1mp	3	-	-	no delay	high	-	-	2020/2/14
JC21	RECONYX-HC500	camera	3.1mp	3	-	-	1s	high	-	-	2020/4/27
JC22	RECONYX-HC500	camera	3.1mp	3	-	-	no delay	high	-	-	2020/2/14
JC22	RECONYX-HC500	camera	3.1mp	3	-	-	1s	high	-	-	2020/4/27

註：1. -表示無資料

2. 單位為英尺

表 2 (續).玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月中大型草食性哺乳動物組成與植被消長關係調查自動照相機設定

相機 編號	品牌	模式	相片 大小	拍照 張數	影片 解析度	影片 長度	拍照間隔	敏感度	感測 距離	觸發 速度	設定 日期
JC23	RECONYX-HC500	camera	3.1mp	3	- ¹	-	no delay	high	-	-	2020/2/15
JC24	RECONYX-HC500	camera	3.1mp	3	-	-	no delay	high	-	-	2020/2/15
JC25	RECONYX-HYPERFIRE 2	camera+video	3.1mp	3	-	10s	no delay	high	-	-	2020/3/7
JC26	RECONYX-HYPERFIRE 2	camera+video	3.1mp	3	-	10s	no delay	high	-	-	2020/3/7
JC27	RECONYX-HYPERFIRE 2	camera+video	3.1mp	3	-	10s	no delay	high	-	-	2020/3/8
JC28	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	80 ²	fast	2020/4/12
JC29	BROWNING	camera	12mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/2/13
JC30	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/2/13
JC31	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/2/13
JC32	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/2/13
JC33	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/2/14
JC34	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/2/14
JC35	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/2/14
JC36	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/2/14
JC37	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/2/14
JC38	BROWNING	camera	12mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/2/14

註：1. -表示無資料

2. 單位為英尺

表 2 (續).玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 1 月中大型草食性哺乳動物組成與植被消長關係調查自動照相機設定

相機 編號	品牌	模式	相片 大小	拍照 張數	影片 解析度	影片 長度	拍照間隔	敏感度	感測 距離	觸發 速度	設定 日期
JC39	BROWNING	camera	20mp	3	- ¹	-	1s	-	80 ²	fast	2020/2/14
JC39	BROWNING	camera	12mp	off	-	-	1s	-	80	normal	2020/4/27
JC40	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/2/14
JC41	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/2/15
JC42	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/2/15
JC43	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/2/15
JC44	BROWNING	camera	20mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/4/11
JC45	BROWNING	camera	12mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/6/21
JC46	BROWNING	camera	12mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/6/21
JC47	BROWNING	camera	12mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/6/21
JC48	BROWNING	camera	12mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/7/22
JC49	BROWNING	camera	12mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/11/16
JC50	BROWNING	camera	12mp	3	-	-	1s	-	80	fast	2020/11/16
JC51	BROWNING	camera	12mp	off	-	-	1s	-	80	fast	2021/3/20

註：1. -表示無資料

2. 單位為英尺

3. 中大型草食性哺乳動物出現指數

綜合 2020 年 2 月至 2021 年 8 月各相機點之出現指數可發現，塔塔加地區的中大型草食性動物以山羌的出現指數最高($OI=25.25$)，臺灣水鹿次之($OI=16.76$)，臺灣野山羊最低($OI=1.58$) (表 3 至表 5)，此結果與姜博仁等 (2010) 於塔塔加地區之調查結果相似。姜博仁等(2010)認為此差異之主要原因為海拔高度與地勢的地理環境影響，山羌主要活動範圍多分布於 3,200 m 以下之溪谷坡面等地，臺灣水鹿及臺灣野山羊則可分布達海拔 3,800 m 左右，且以高海拔地區的出現頻度較高；此外，臺灣野山羊因喜好陡峭岩壁地形因此多分布於較高海拔的玉山前峰與圓峰附近山區。

臺灣水鹿在塔塔加地區主要活動於鹿林山步道及麟趾山步道(圖 9)；其中以位於麟趾山步道水塘邊的 JC39 於調查期間有最高的 OI 值 (98.47)，其他樣點則介於 0.91 至 62.72 之間。2020 年春季至 2021 年夏季 6 個季節最高的 OI 值與相機點位分別為 2020 年春季的 JC39 (99.30)、2020 年夏季的 JC12 (115.34)、2020 年秋季的 JC27 (114.99)、2020 年冬季的 JC39 (45.70)、2021 年春季的 JC39 (75.43) 及 2021 年夏季的 JC39 (156.44)；而各季節的次高值則分別出現於 2020 年春季的 JC11 (70.86)、2020 年夏季的 JC27 (90.04)、2020 年秋季的 JC12 (100.02)、2020 年冬季的 JC12 (25.54)、2021 年春季的 JC11 (41.75)及 2021 年夏季的 JC27 (125.01) (表 3)。綜合上述結果，所調查的 6 個季節中臺灣水鹿在麟趾山步道上的 JC12、JC27 及 JC39 都有穩定較高的數值，而靠近鹿林山的 JC11 則是在所調查的 2020 年及 2021 年春季都有出現次高值。若由圖 10 至圖 15 來看臺灣水鹿於塔塔加地區各季節的活動分布可以發現，在所調查的 6 個季節中，麟趾山步道鞍部至三角點路段及鹿林山步道中鹿林山至麟趾山鞍部路段周遭是臺灣水鹿穩定的活動區域，而在夏秋兩季則有往玉山登山口及黑森林擴散的現象(圖 11、圖 12、圖 15)；然在冬季時，臺灣水鹿主要的活動區域又會回到鹿林山至麟趾山之間(圖 13)。

山羌主要活動於玉山林道、大鐵杉周邊區域至東埔大草原等地(圖 16)，其中以玉山林道旁 JC46 的 OI 值最高 (77.67)，其他介於 0.00 至 70.05 之間。2020 年春季至 2021 年夏季 6 個季節最高的 OI 值與相機點位分別為 2020 年春季的 JC41 (122.38)、2020 年夏季的 JC26 (159.75)、2020 年秋季的 JC46 (129.18)、2020 年冬季的 JC25 (129.03)、2021 年春季的 JC50 (53.80)

及 2021 年夏季的 JC47 (118.09)；而各季節的次高值則分別出現於 2020 年春季的 JC23 (115.60)、2020 年夏季的 JC47 (79.24)、2020 年秋季的 JC11 (83.72)、2020 年冬季的 JC46 (98.12)、2021 年春季的 JC26 (49.74) 及 2021 年夏季的 JC41 (101.41) (表 4)。整體而言，塔塔加地區的山羌並不會持續穩定的出現於特定相機點位，由表 4 可以發現，各季節 OI 值的最高與次高值皆沒有重複出現於同一個相機點位，且各個出現過最高值與次高值的相機點位，其山羌各季節的 OI 值也時高時低無明顯趨勢。若由圖 17 至圖 22 來看，可以發現山羌在塔塔加的活動分布除春季以外，在各區域都有活動紀錄，而在春季時則會集中至大鐵杉周遭區域活動。劉一新(2014)於太麻里研究中心的報告指出，公山羌初夏發茸至秋季硬角，而母山羌冬春之交產子，育幼至初夏，本研究春季集中至大鐵杉之現象是否與山羌的習性或生理特性有關有待後續觀察了解。

臺灣野山羊主要活動於楠溪林道大鐵杉至玉山登山口沿線區域(圖 23)，其中以玉山登山口旁雲杉林的 JC31 有最高的 OI 值(19.07)，其他介於 0.00 至 18.69 之間。2020 年春季至 2021 年夏季 6 個季節最高的 OI 值與相機點位分別為 2020 年春季的 JC43 (26.89)、2020 年夏季的 JC31 (18.06)、2020 年秋季的 JC43 (19.45)、2020 年冬季的 JC43 (16.13)、2021 年春季的 JC31 (38.48) 及 2021 年夏季的 JC42 (16.67)；而各季節的次高值則分別出現於 2020 年春季的 JC31 (10.97)、2020 年夏季的 JC43 (11.11)、2020 年秋季的 JC31 (14.19)、2020 年冬季的 JC31 (4.03)、2021 年春季的 JC25 (22.85) 及 2021 年夏季的 JC14 (12.50) (表 5)。由上述結果可以發現，楠溪林道邊的 JC43 與玉山登山口旁的 JC31 在所調查的 6 個季節中都有穩定較高的 OI 值，而這兩臺相機所架設的地點為較陡峭且碎石較多的地形，也符合臺灣野山羊所偏好的環境。若以圖 24 至圖 29 來看臺灣野山羊於塔塔加地區各季節的活動分布可以發現，其主要還是分布於楠溪林道大鐵杉至玉山登山口沿線周遭，而排雲服務中心至大鐵杉路段周遭在 2020 年夏季時有較高的出現指數，此外在 2020 年秋季至 2021 年春季間，黑森林步道也有臺灣野山羊活動的紀錄。

整體而言可以發現，塔塔加地區 3 種中大型草食哺乳類動物在棲地的選擇以及面對季節變化的反應有所不同；臺灣水鹿主要活動於鹿林山步道及麟趾山步道，並在夏季至秋季有較高的活動量且活動範圍會往黑森林步

道及玉山登山口等區域擴張；山羌除了春季以外，其他季節廣泛分布於塔塔加各區域，而在春季時則會較集中於大鐵杉周遭活動；臺灣野山羊主要活動於楠溪林道大鐵杉至玉山登山口沿線區域，不同季節時在排雲服務中心至大鐵杉路段及黑森林步道區域有活動紀錄，但無明顯規律。在塔塔加地區範圍內，東埔大草原除了山羌以外，臺灣水鹿與臺灣野山羊幾乎不會到此處活動；排除山羌具有廣分布習性的影響，東埔大草原相對於塔塔加地區其他點位而言是中大型草食哺乳類動物較不偏好的地區，是否與距遊客中心較近有關還有待後續監測觀察。

本計畫自 2020 年 2 月至 2021 年 8 月所收集之自動相機出現指數與黃美秀與簡熒芸(2007)於楠溪林道的調查，以及姜博仁等(2011)於玉山與塔塔加地區的調查結果相比較可以發現，不論是臺灣水鹿、山羌還是臺灣野山羊，本研究的 OI 值皆高出許多，其中又以臺灣水鹿的出現指數相差最大，與姜博仁等(2011)於塔塔加步道區域所收集自 2009 年至 2011 年 16 個樣點的調查結果相比成長 7 倍左右(2.33 至 16.76)，且同樣高於其在排雲山莊(OI= 8.80)與黃美秀與簡熒芸(2007)在楠溪林道(OI= 1.82)等鄰近區域的調查結果。本研究所記錄的 OI 值高於往年相近區域研究報告，可能代表園區內臺灣水鹿數量增加，但亦可能由於自動相機的機型或設定不同，使本研究相機對草食獸的偵測率較高，導致臺灣水鹿有效照片數較高；因此水鹿的族群數量趨勢仍有待進一步調查。

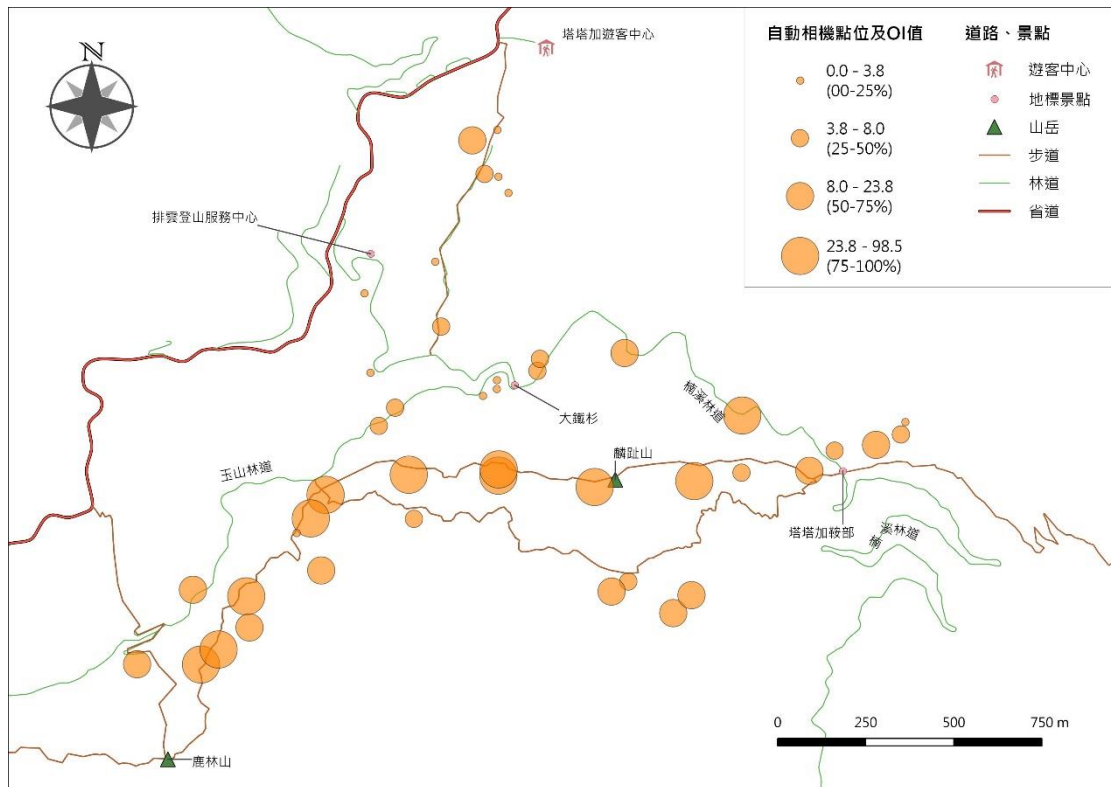


圖 9. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月各自動相機點臺灣水鹿的出現指數(OI 值)。

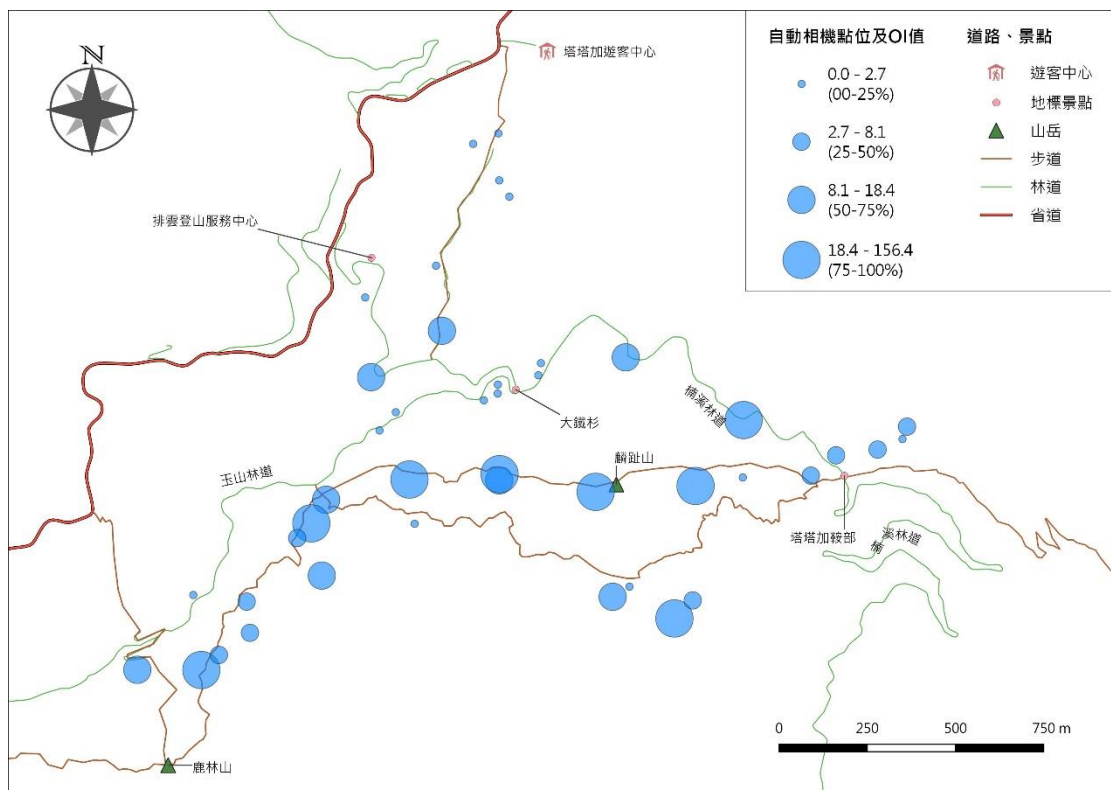


圖 10. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年春季(3-5 月)各自動相機點臺灣水鹿的出現指數(OI 值)。

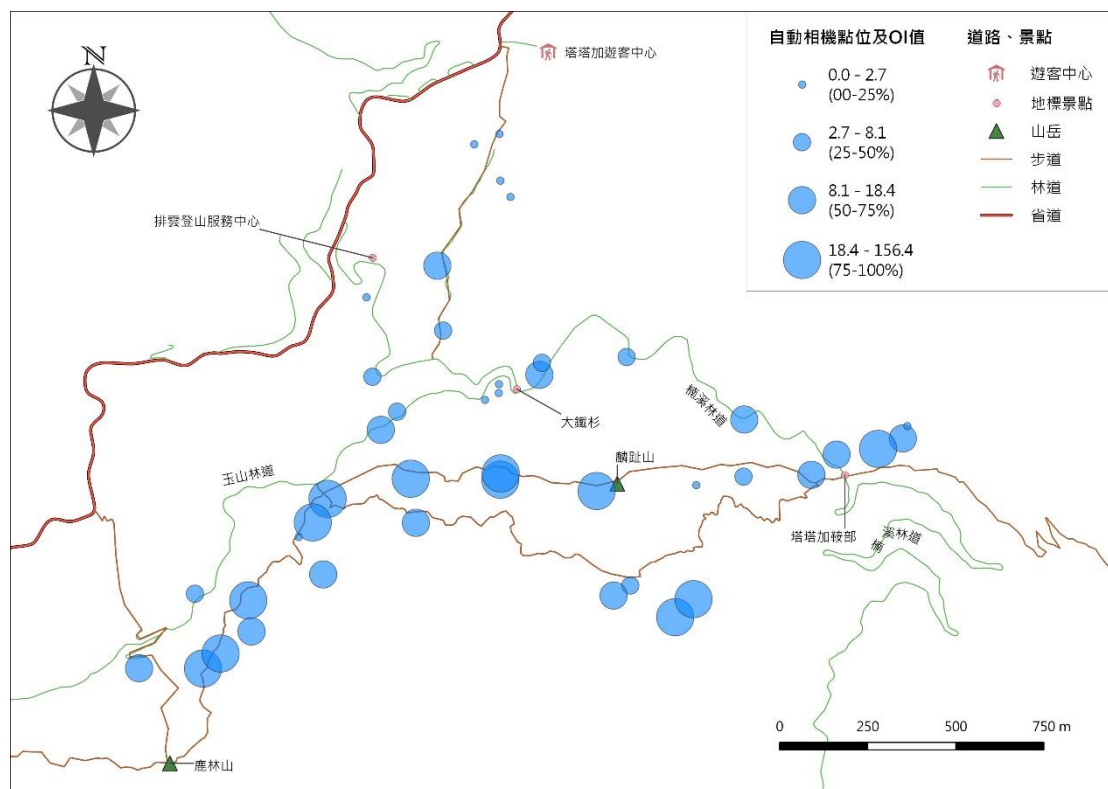


圖 11. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年夏季(6-8 月)各自動相機點臺灣水鹿的出現指數(OI 值)。

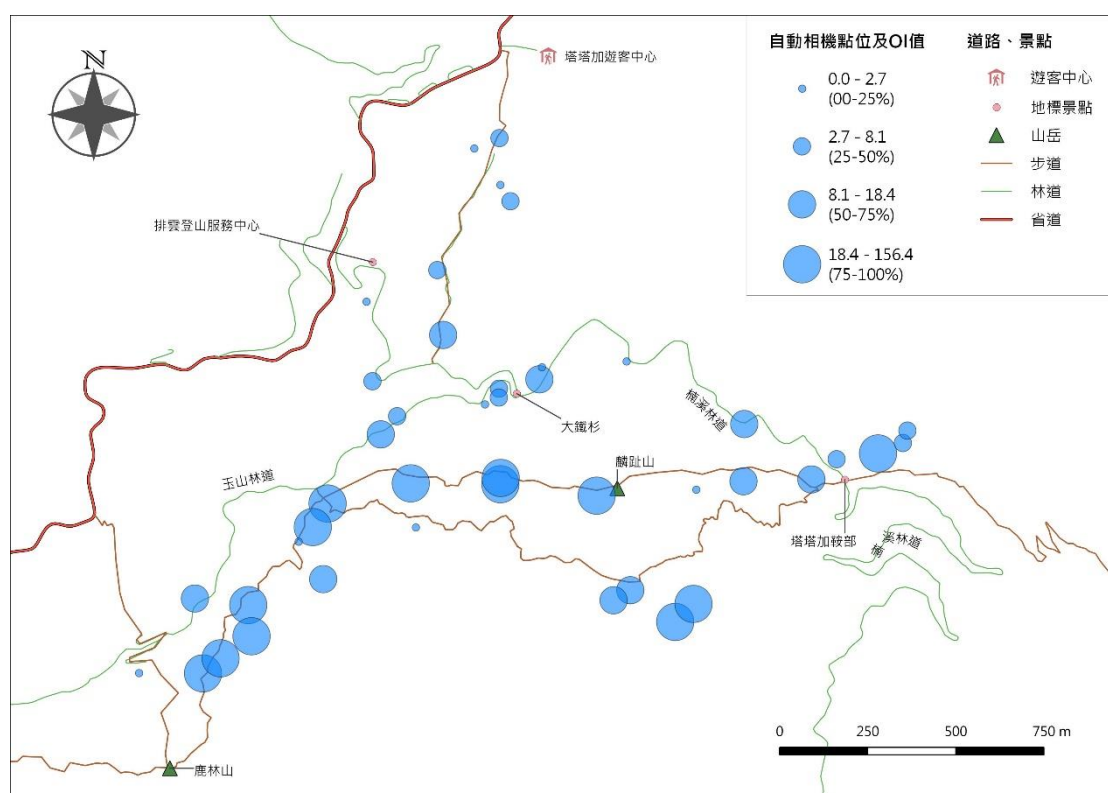


圖 12. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年秋季(9-11 月)各自動相機點臺灣水鹿的出現指數(OI 值)。

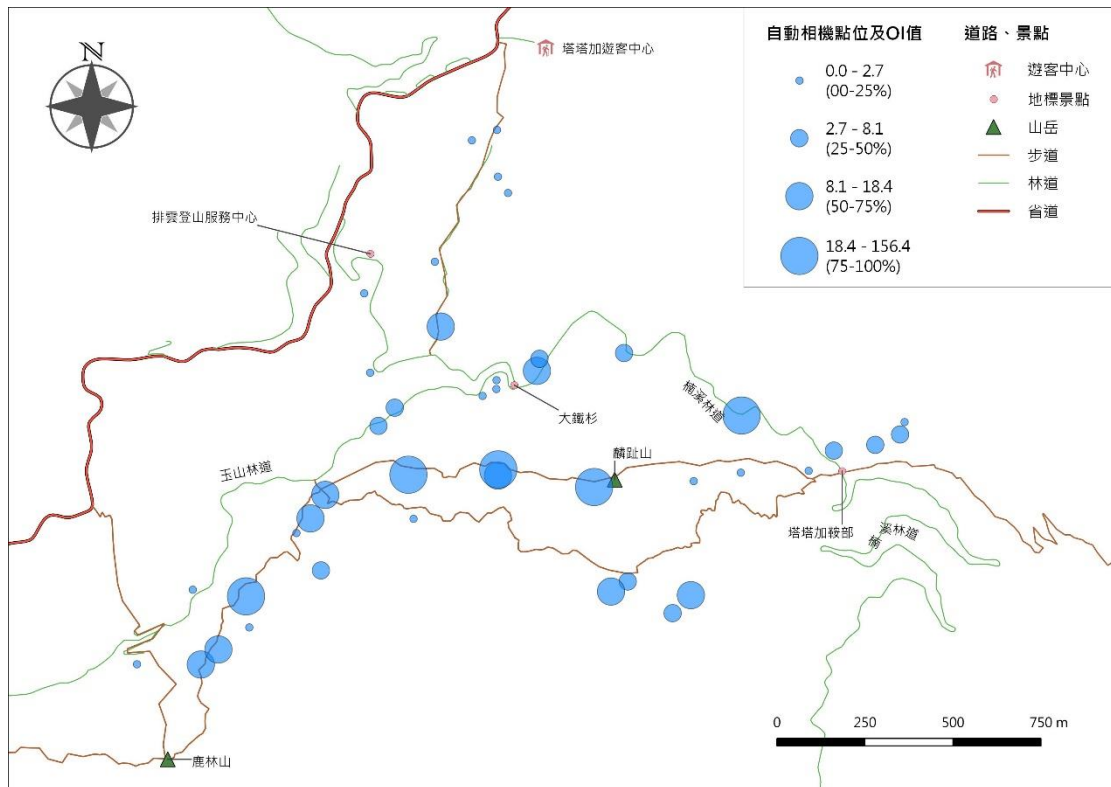


圖 13. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年冬季(2020 年 12 月至 2021 年 2 月) 各自動相機點臺灣水鹿的出現指數(OI 值)。

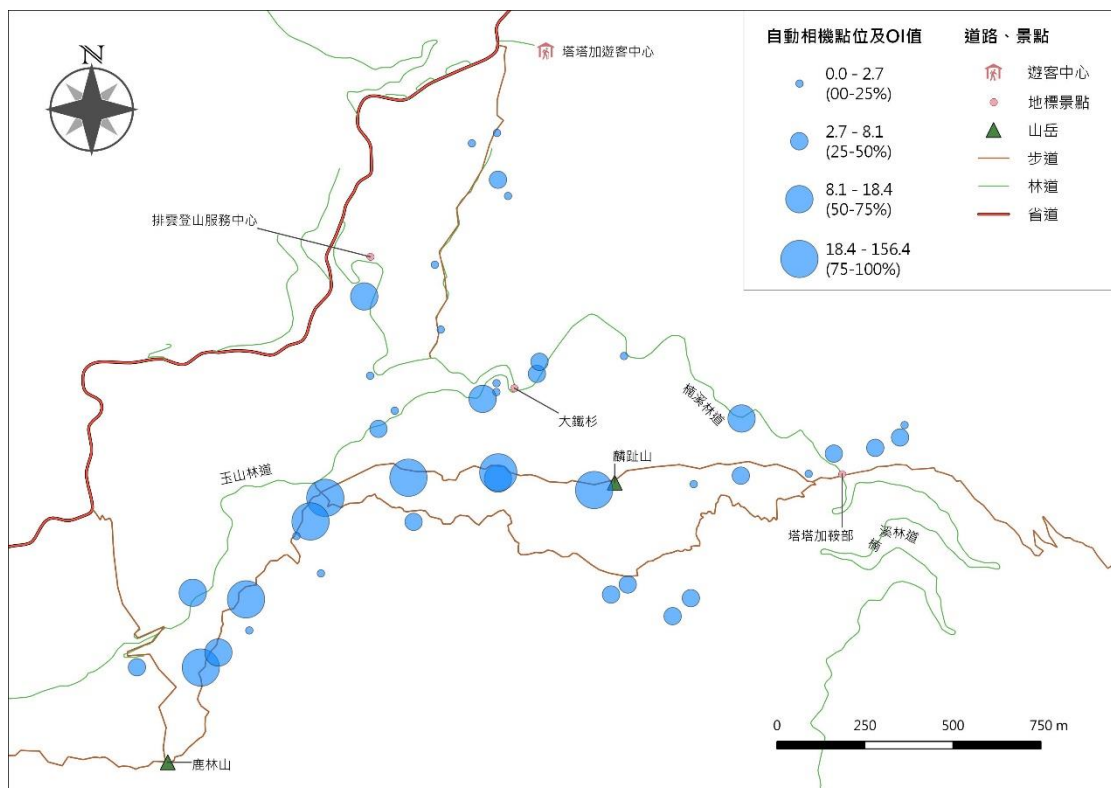


圖 14. 玉山國家公園塔塔加地區 2021 年春季(3-5 月)各自動相機點臺灣水鹿的出現指數(OI 值)。

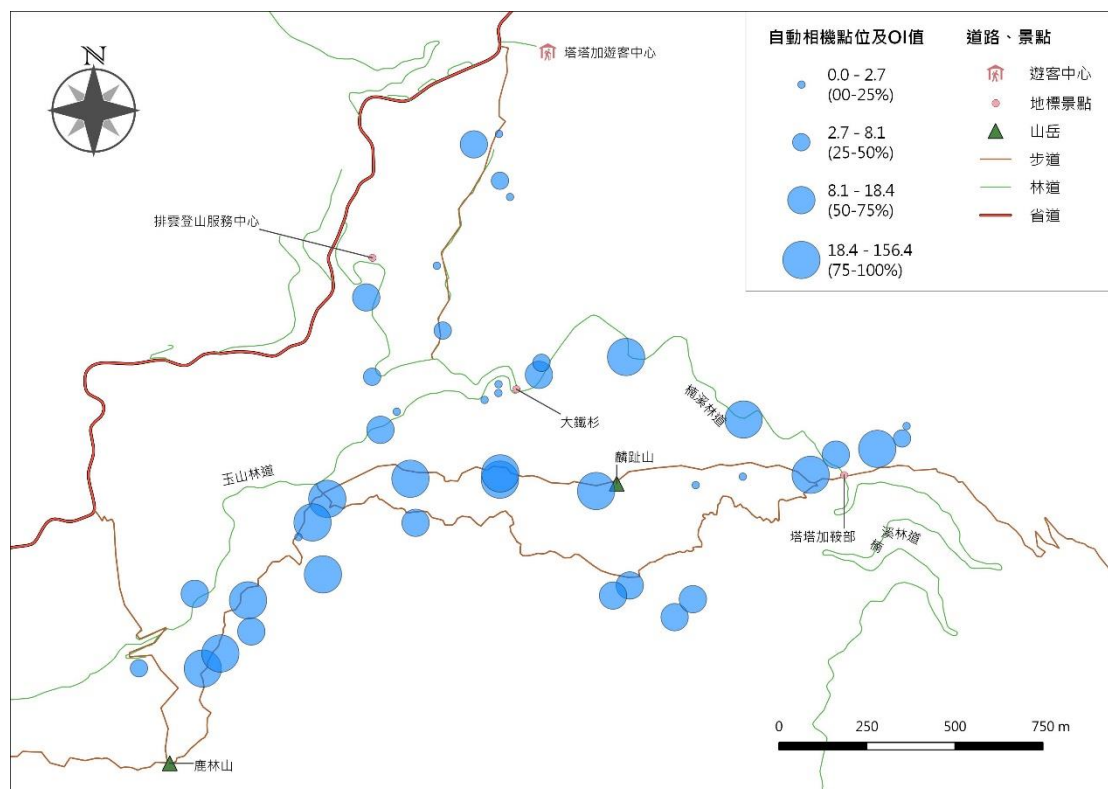


圖 15. 玉山國家公園塔塔加地區 2021 年夏季(6-8 月)各自動相機點臺灣水鹿的出現指數(OI 值)。

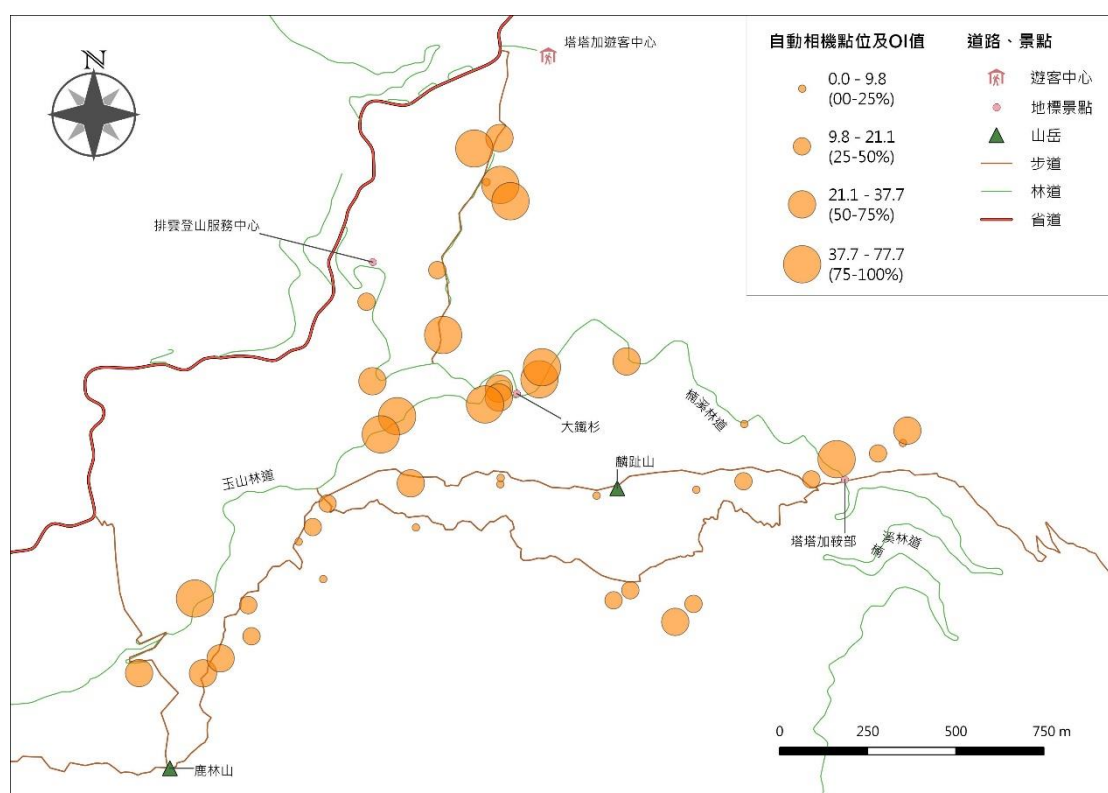


圖 16. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月各自動相機點山羌的出現指數(OI 值)。

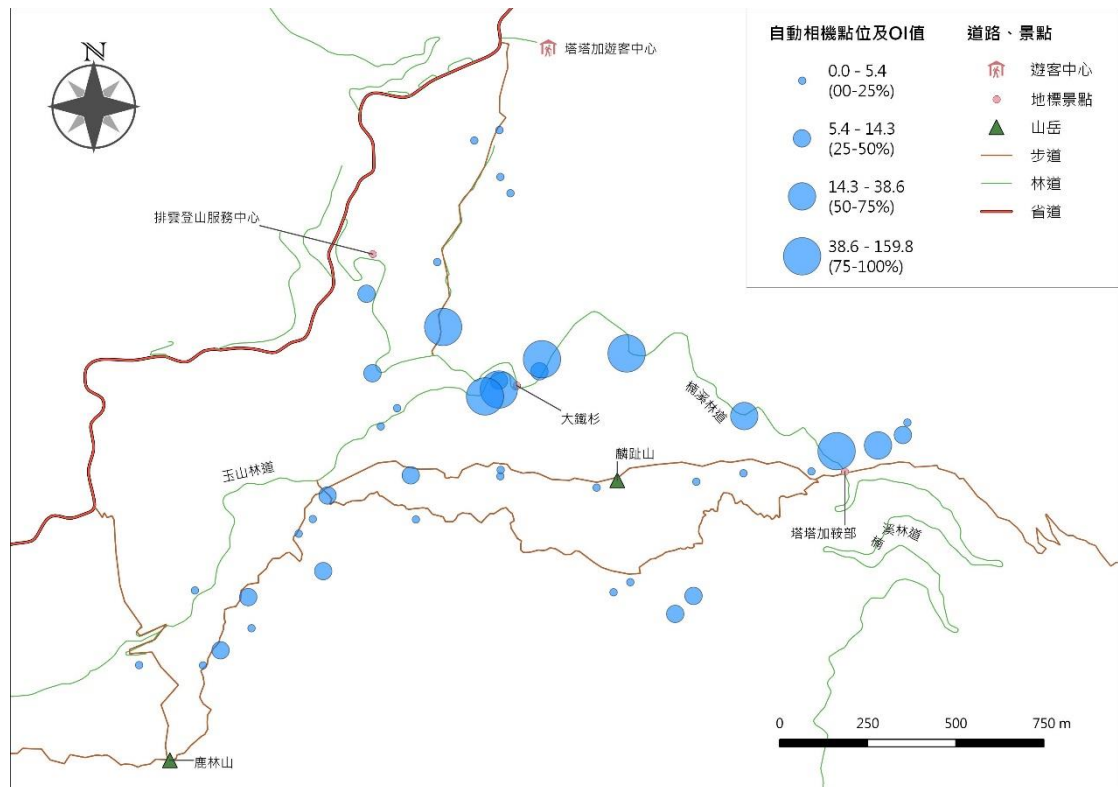


圖 17. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年春季(3-5 月)各自動相機點山羌的出現指數(OI 值)。

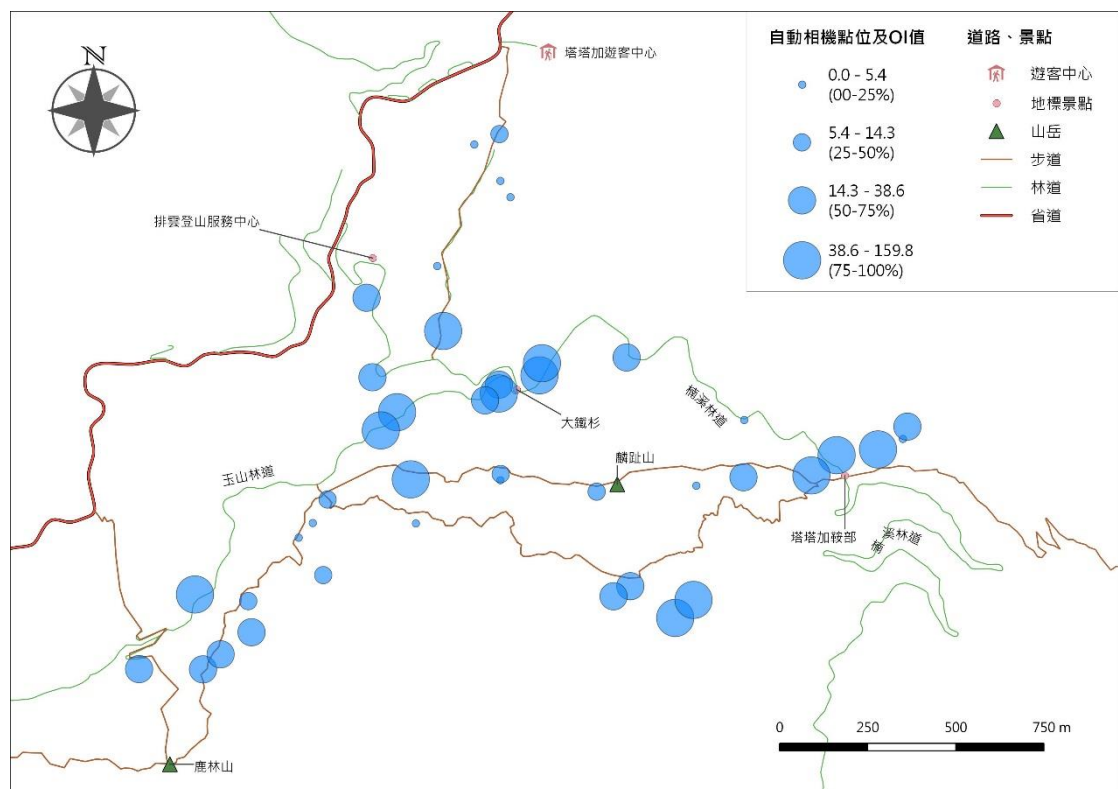
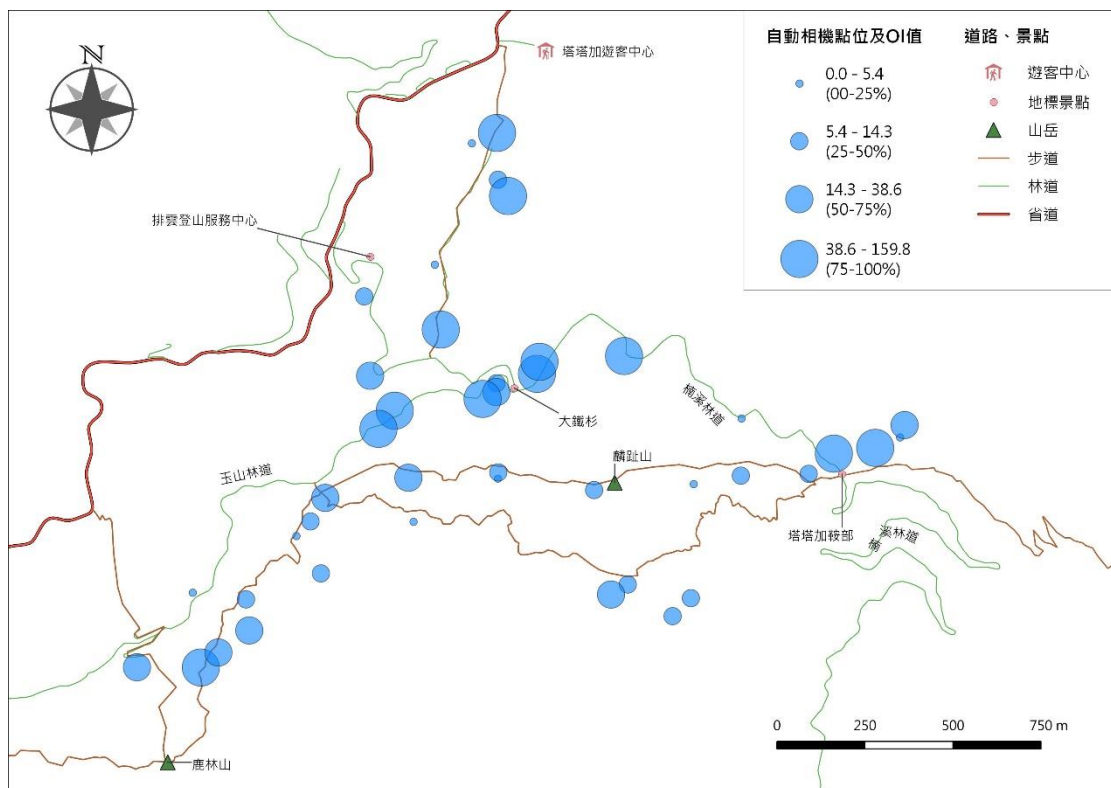
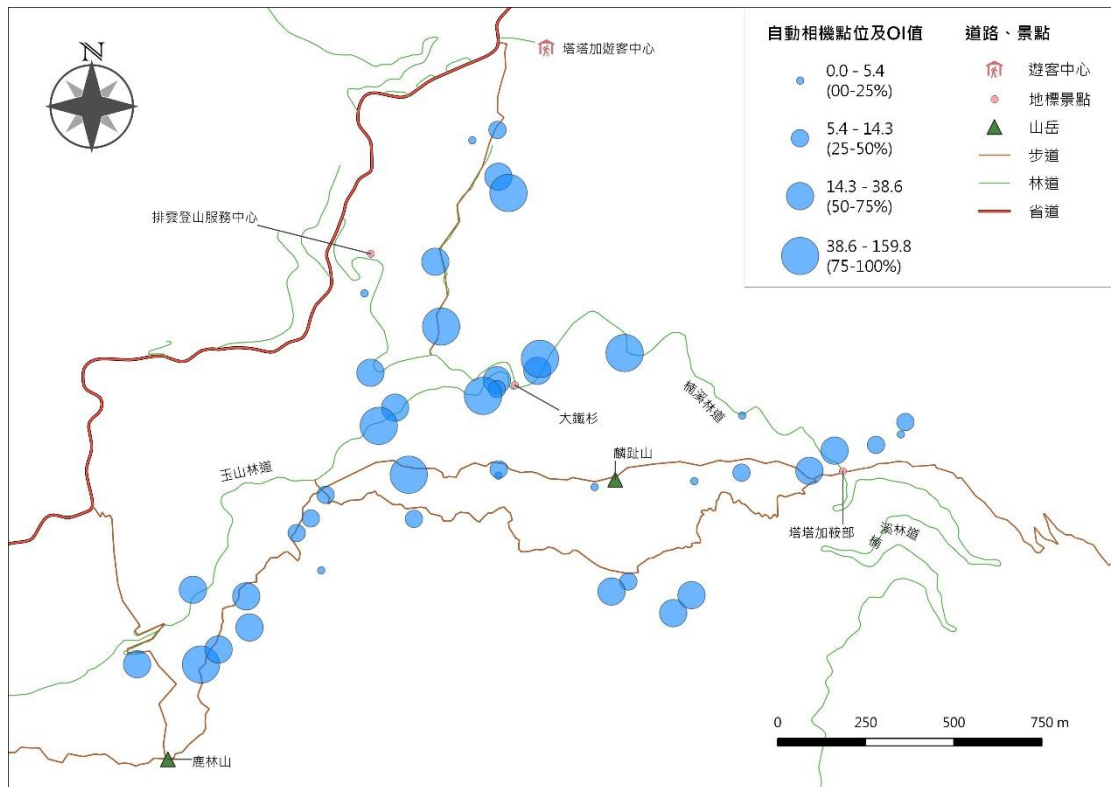


圖 18. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年夏季(6-8 月)各自動相機點山羌的出現指數(OI 值)。



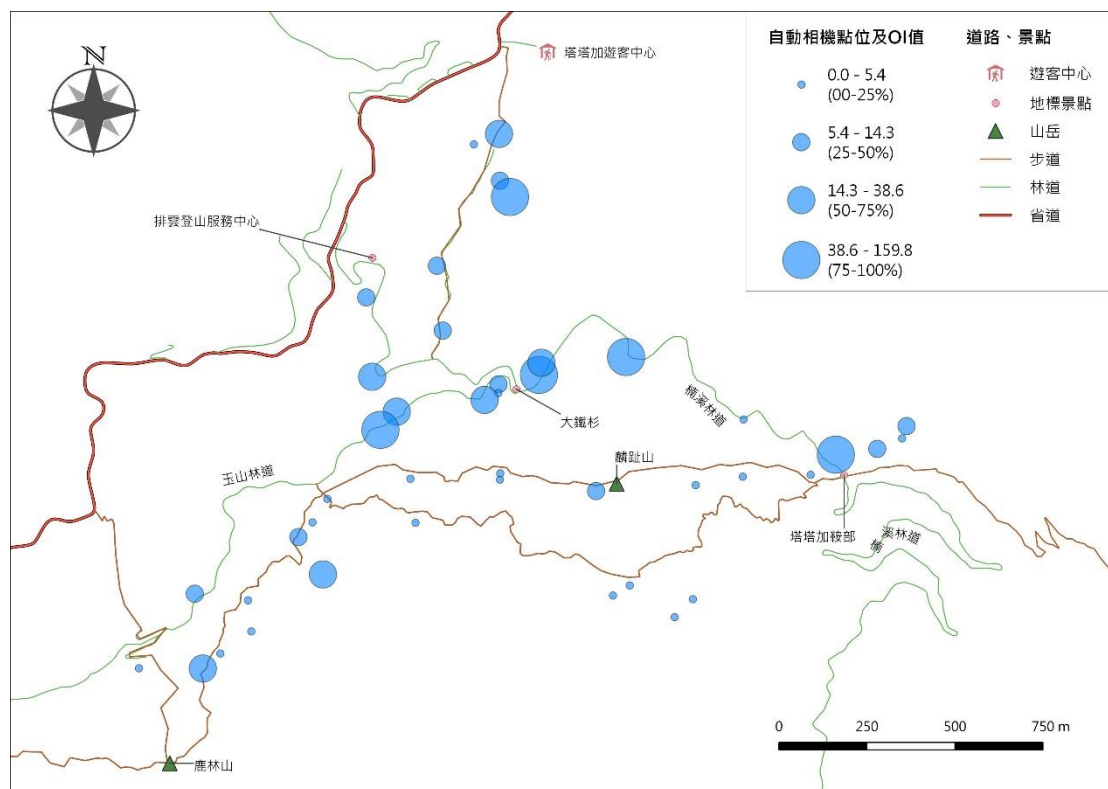


圖 21. 玉山國家公園塔塔加地區 2021 年春季(3-5 月)各自動相機點山羌的出現指數(OI 值)。

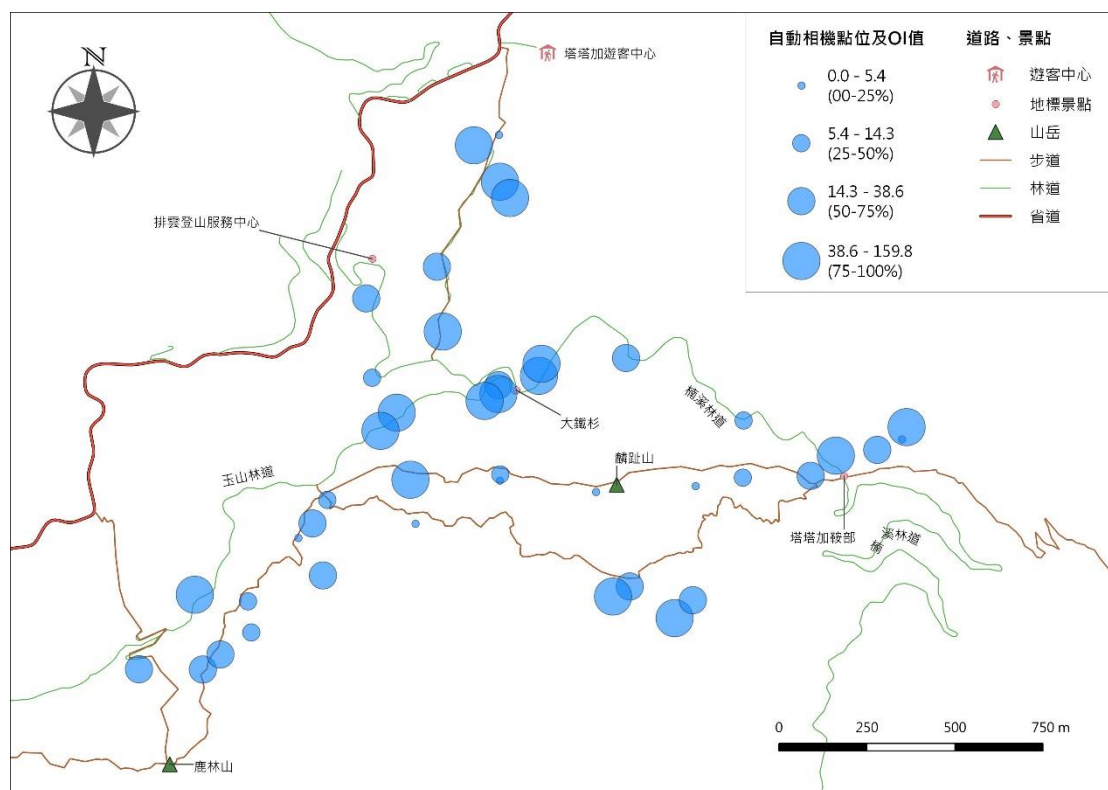


圖 22. 玉山國家公園塔塔加地區 2021 年夏季(6-8 月)各自動相機點山羌的出現指數(OI 值)。

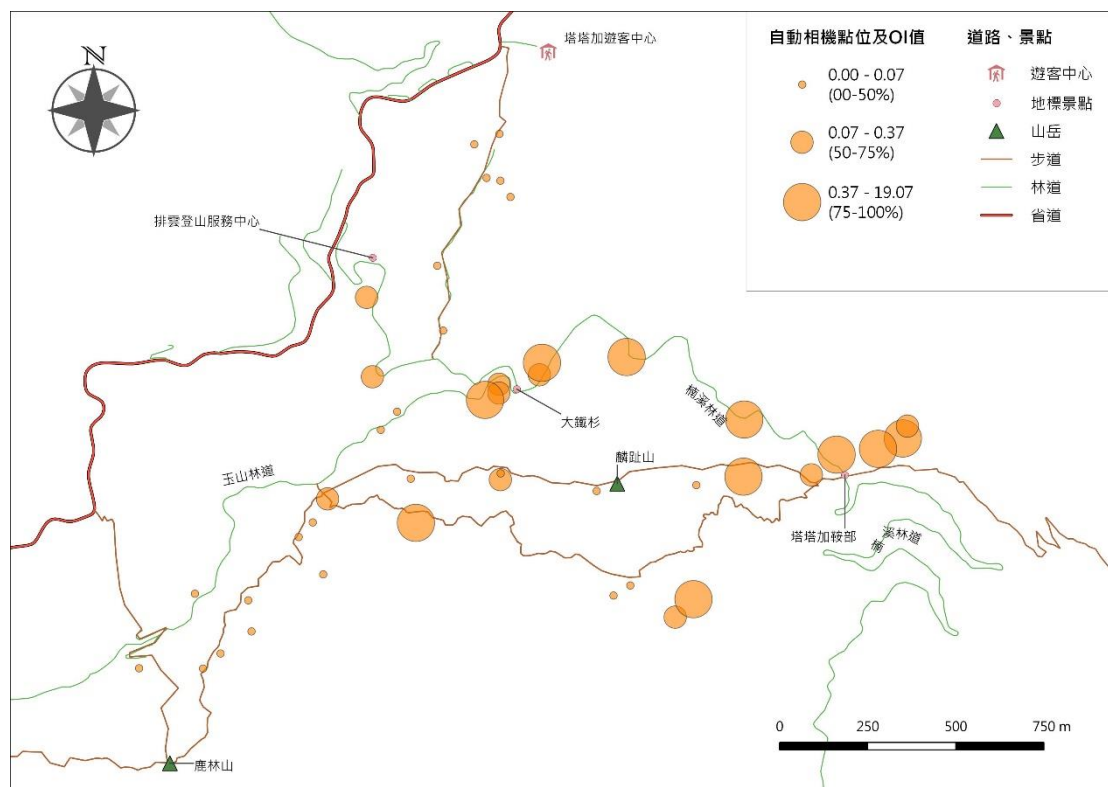


圖 23. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 1 月各自動相機點臺灣野山羊的出現指數(OI 值)。

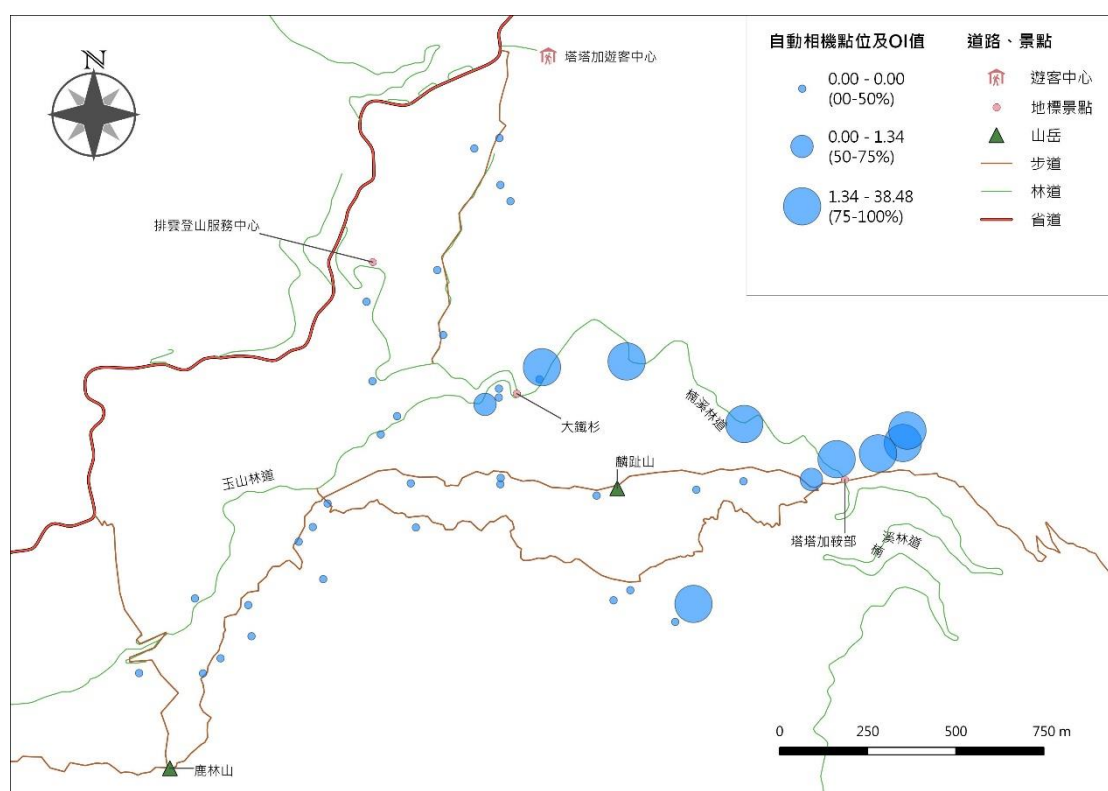


圖 24. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年春季(3-5 月)各自動相機點臺灣野山羊的出現指數(OI 值)。

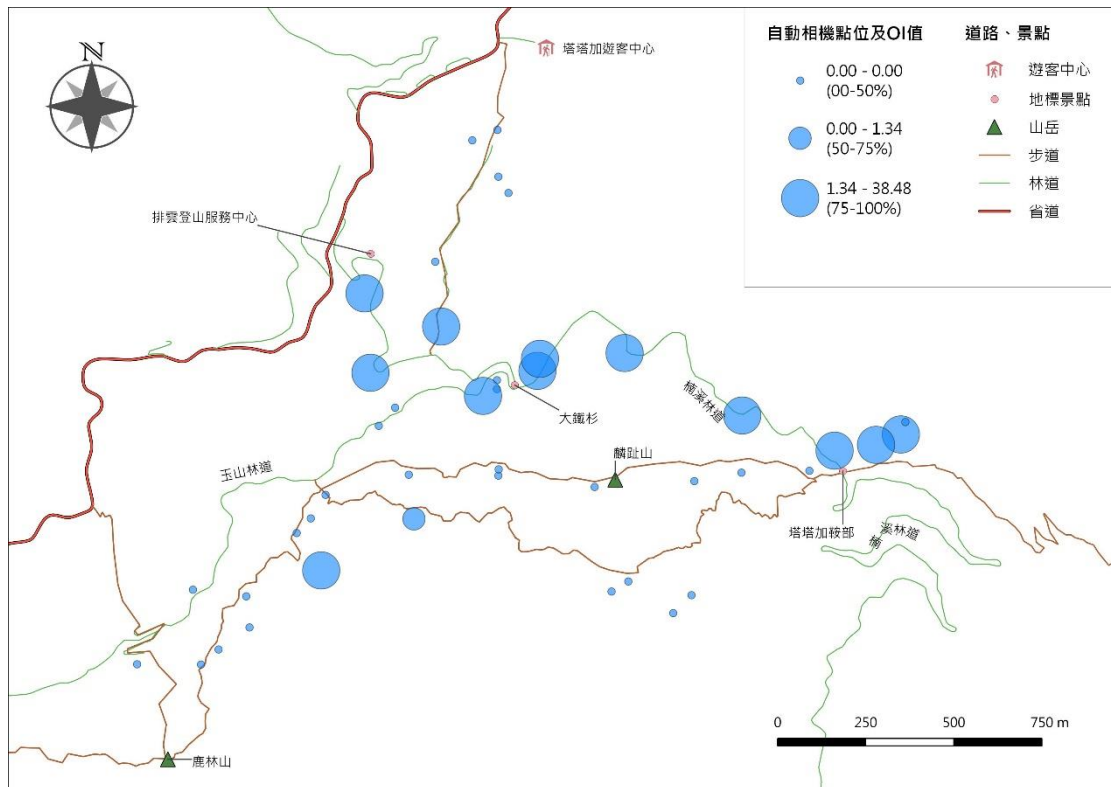


圖 25. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年夏季(6-8 月)各自動相機點臺灣野山羊的出現指數 (OI 值)。

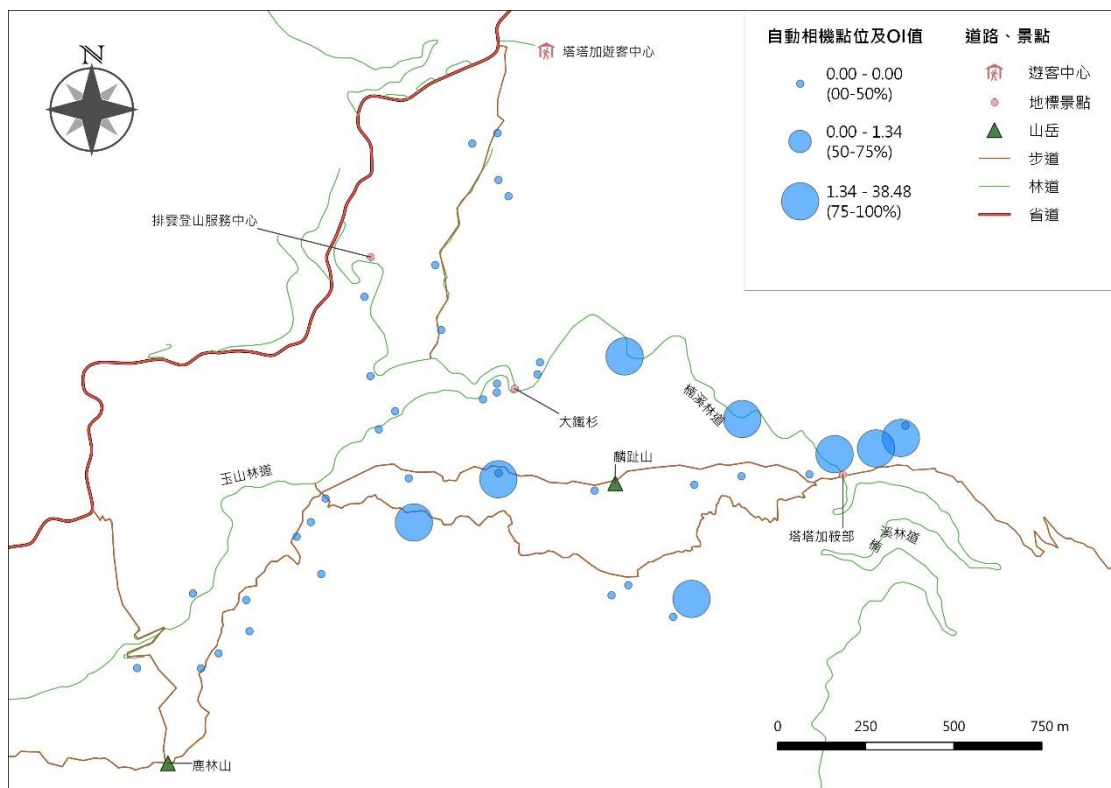
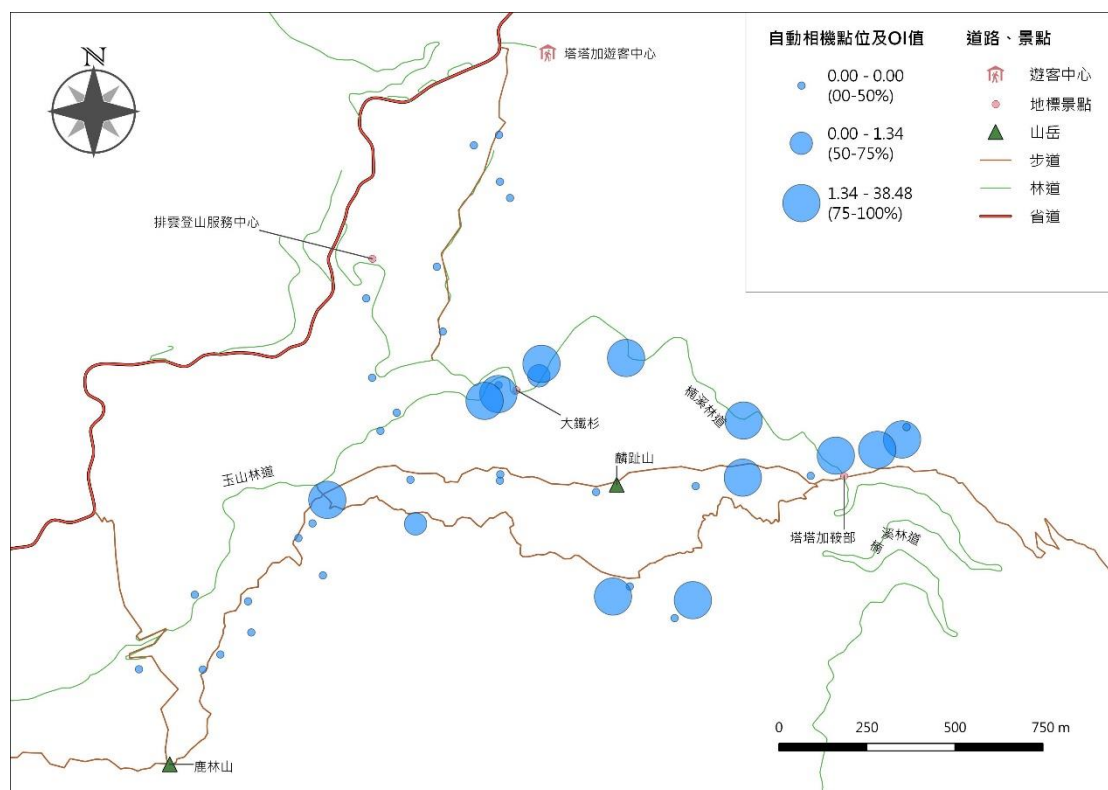
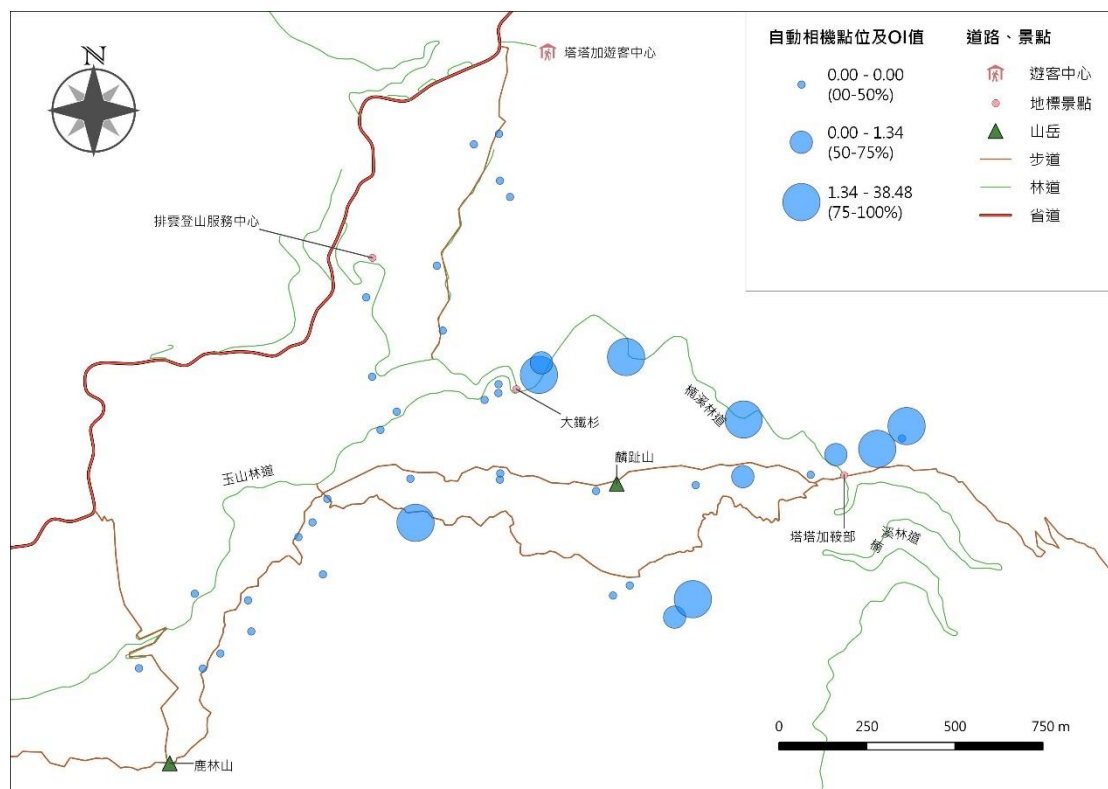


圖 26. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年秋季(9-11 月)各自動相機點臺灣野山羊的出現指數(OI 值)。



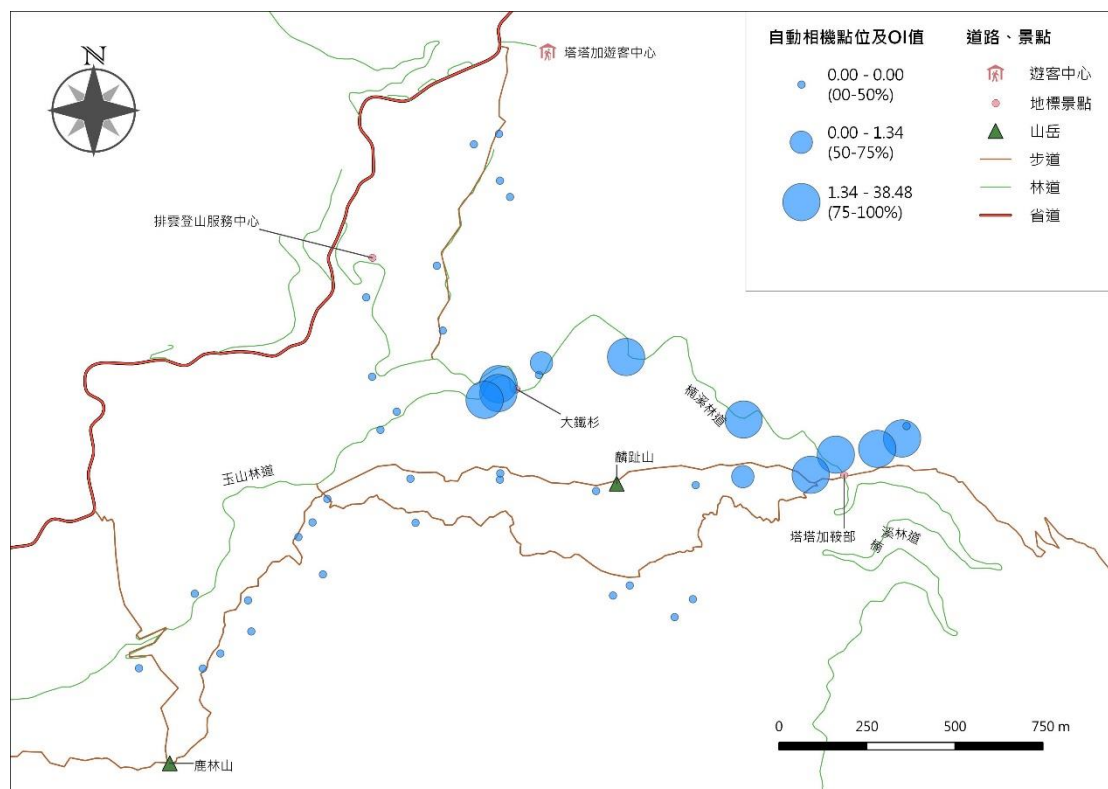


圖 29. 玉山國家公園塔塔加地區 2021 年夏季(6-8 月)各自動相機點臺灣野山羊的出現指數(OI 值)。

表 3. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月各自動相機點
位臺灣水鹿有效照片數、工作時數及出現指數 (OI 值)

編 號	工作 時數	有效 照片	OI 值						
			計畫 全程	2020				2021	
				春	夏	秋	冬	春	夏
JC07	12,424	539	43.39	11.63	62.51	46.36	14.79	29.59	111.50
JC08	12,438	427	34.33	33.80	29.17	36.12	14.79	21.52	90.29
JC09	13,208	12	0.91	5.38	1.34	1.34	0.00	2.69	1.39
JC11	10,699	505	47.20	70.86	51.41	70.22	17.47	41.75	72.13
JC12	13,649	856	62.72	29.57	115.34	100.02	25.54	28.23	77.81
JC13	11,630	384	33.02	12.39	55.32	68.49	10.75	17.12	34.73
JC14	12,540	48	3.83	2.69	9.41	2.78	2.91	2.78	4.17
JC15	9,665	25	2.59	5.76	0.00	5.38	1.34	2.69	1.34
JC16	12,852	31	2.41	2.37	1.39	1.39	2.69	10.75	9.72
JC17	13,570	17	1.25	1.44	1.39	5.57	1.34	1.34	1.39
JC18	10,690	14	1.31	1.34	0.00	4.17	1.34	1.35	2.69
JC19	13,614	436	32.03	8.07	48.62	81.96	14.79	9.41	33.34
JC20	13,540	49	3.62	1.39	11.12	2.80	1.34	1.39	1.39
JC21	13,518	70	5.18	1.34	5.56	14.39	5.38	4.03	8.34
JC22	13,541	112	8.27	8.33	9.73	11.11	12.10	5.38	9.72
JC23	12,040	32	2.66	1.34	1.39	1.39	2.69	8.33	2.69
JC24	13,522	587	43.41	6.72	38.89	55.57	25.54	28.23	88.90
JC25	12,385	81	6.54	4.17	8.34	4.18	5.70	4.17	13.89
JC26	12,446	98	7.87	0.00	12.50	14.79	14.79	5.38	9.72
JC27	12,526	749	59.80	35.28	90.04	114.99	21.51	30.63	125.01
JC28	11,770	44	3.74	12.10	7.15	5.56	1.35	1.34	4.03
JC29	1,414	6	4.25	2.69	NA	NA	NA	NA	NA
JC30	13,521	65	4.81	16.13	2.81	8.45	9.41	1.35	2.80
JC31	12,163	255	20.97	4.11	27.78	34.45	8.07	6.87	29.93
JC32	13,567	58	4.28	1.35	6.95	8.34	2.69	4.17	1.39
JC33	13,524	130	9.61	12.10	9.72	8.66	6.72	1.39	29.17
JC34	13,550	148	10.92	5.38	16.67	19.45	2.69	1.39	18.06
JC35	13,524	58	4.29	1.35	9.76	1.41	2.69	5.38	16.67
JC36	12,798	288	22.50	37.24	42.01	48.18	6.72	5.38	12.50
JC37	12,180	261	21.43	8.07	41.67	73.02	10.75	6.72	18.06
JC38	1,364	35	25.65	20.20	NA	NA	NA	NA	NA
JC39	8,682	855	98.47	99.30	71.63	76.98	45.70	75.43	156.44
JC40	12,049	96	7.97	4.18	13.89	13.28	2.69	1.34	30.05
JC41	13,506	77	5.70	1.35	6.95	1.34	4.03	4.03	5.56
JC42	13,448	114	8.48	9.41	2.90	0.00	8.07	2.69	36.12
JC43	13,483	337	25.00	28.23	11.11	12.50	25.54	9.98	26.41
JC44	12,136	99	8.16	8.98	15.29	1.43	1.34	5.38	6.94
JC45	10,468	40	3.82	-	4.41	4.17	4.03	1.34	1.39
JC46	10,300	82	7.96	-	8.86	8.33	6.72	8.07	14.49
JC47	4,868	56	11.50	-	3.96	9.31	NA	11.27	15.28
JC48	5,778	13	2.25	-	-	6.95	1.34	NA	NA
JC49	6,923	19	2.74	-	-	0.00	2.69	4.03	4.17
JC50	6,924	14	2.02	-	-	2.86	1.34	1.39	1.39
JC51	3,947	39	9.88	-	-	-	-	1.39	8.33

註：NA 為當季無資料；- 為未架設相機。

表 4. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月各自動相機點位山羌有效照片數、工作時數及出現指數(OI 值)

編號	工作時數	有效照片	OI 值						
			計畫全程	2020				2021	
				春	夏	秋	冬	春	夏
JC07	12,424	154	12.40	7.75	12.50	12.88	16.13	1.35	6.97
JC08	12,438	158	12.70	3.98	1.39	5.56	10.75	2.69	22.23
JC09	13,208	65	4.92	4.17	4.20	6.95	5.38	10.76	4.17
JC11	10,699	327	30.56	2.85	19.45	83.72	77.96	30.62	37.23
JC12	13,649	473	34.66	6.72	70.87	52.79	33.60	2.69	50.58
JC13	11,630	23	1.98	4.13	5.03	1.45	1.34	0.00	1.39
JC14	12,540	23	1.83	10.31	4.17	2.78	0.00	1.34	2.78
JC15	9,665	285	29.49	0.00	20.46	8.86	16.13	6.72	38.89
JC16	12,852	168	13.07	14.23	23.62	4.17	6.72	9.41	19.45
JC17	13,570	306	22.55	8.64	23.62	34.79	8.07	8.07	29.17
JC18	10,690	392	36.67	60.33	69.47	8.71	21.51	5.38	47.25
JC19	13,614	363	26.66	6.72	34.73	31.95	29.57	1.34	30.56
JC20	13,540	143	10.56	1.35	1.39	16.82	4.03	6.73	23.62
JC21	13,518	153	11.32	1.34	18.06	5.76	13.44	5.38	26.39
JC22	13,541	241	17.80	1.39	26.40	18.06	16.13	2.69	52.78
JC23	12,040	573	47.59	115.60	25.00	74.12	51.08	14.79	56.95
JC24	13,522	134	9.91	6.72	5.56	22.23	12.10	1.34	5.56
JC25	12,385	807	65.16	74.87	63.90	37.63	129.03	38.98	51.40
JC26	12,446	824	66.21	11.71	159.75	30.05	68.55	49.74	81.96
JC27	12,526	64	5.11	4.30	10.33	5.85	12.10	2.69	6.95
JC28	11,770	287	24.39	9.02	20.03	25.00	32.26	28.23	11.24
JC29	1,414	0	0.00	0.00	NA	NA	NA	NA	NA
JC30	13,521	646	47.78	48.40	49.21	42.26	45.70	13.45	60.17
JC31	12,163	256	21.05	17.82	45.84	12.16	40.32	11.00	15.68
JC32	13,567	131	9.66	1.35	15.28	11.11	6.72	2.69	13.89
JC33	13,524	126	9.32	6.72	11.11	2.89	8.07	17.47	20.84
JC34	13,550	212	15.65	5.38	26.39	27.78	21.51	2.69	11.11
JC35	13,524	41	3.03	1.35	4.18	7.05	5.38	0.00	1.39
JC36	12,798	283	22.11	11.46	53.21	14.45	6.72	5.38	44.45
JC37	12,180	193	15.85	9.41	54.17	15.03	10.75	2.69	19.45
JC38	1,364	1	0.73	0.00	NA	NA	NA	NA	NA
JC39	8,682	36	4.15	2.55	11.02	5.38	13.45	7.18	2.69
JC40	12,049	204	16.93	3.09	41.68	25.08	10.75	2.69	20.03
JC41	13,506	871	64.49	122.38	40.29	45.84	38.98	18.82	101.41
JC42	13,448	496	36.88	55.13	31.87	45.28	44.36	40.31	27.78
JC43	13,483	76	5.64	22.86	1.39	1.39	4.03	2.85	6.95
JC44	12,136	306	25.21	2.25	26.41	30.01	26.88	4.03	29.17
JC45	10,468	452	43.18	-	44.14	37.51	41.67	33.61	100.03
JC46	10,300	800	77.67	-	39.86	129.18	98.12	38.98	92.38
JC47	4,868	269	55.26	-	79.24	35.38	NA	11.27	118.09
JC48	5,778	138	23.88	-	13.46	9.72	38.98	27.78	NA
JC49	6,923	267	38.57	-	-	28.66	13.44	8.07	69.53
JC50	6,924	485	70.05	-	-	42.97	45.70	53.80	93.09
JC51	3,947	160	40.54	-	-	-	-	3.64	44.45

註：NA 為當季無資料；- 為未架設相機。

表 5. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月各自動相機點位臺灣野山羊有效照片數、工作時數及出現指數(OI 值)

編號	工作時數	有效照片	OI 值						
			計畫全程	2020				2021	
				春	夏	秋	冬	春	夏
JC07	12,424	2	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	0.00
JC08	12,438	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JC09	13,208	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JC11	10,699	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JC12	13,649	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JC13	11,630	1	0.09	0.00	0.00	1.63	0.00	0.00	0.00
JC14	12,540	68	5.42	10.75	4.03	8.34	0.00	4.17	12.50
JC15	9,665	3	0.31	1.44	0.00	0.00	2.69	0.00	0.00
JC16	12,852	1	0.08	0.00	1.39	0.00	0.00	0.00	0.00
JC17	13,570	5	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.95
JC18	10,690	4	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	2.78
JC19	13,614	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JC20	13,540	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JC21	13,518	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JC22	13,541	1	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	1.39	0.00
JC23	12,040	12	1.00	1.34	2.78	0.00	0.00	2.69	6.95
JC24	13,522	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JC25	12,385	96	7.75	10.21	1.39	3.97	1.34	22.85	1.39
JC26	12,446	4	0.32	0.00	1.39	0.00	2.69	1.34	0.00
JC27	12,526	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JC28	11,770	1	0.09	0.00	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00
JC29	1,414	0	0.00	0.00	NA	NA	NA	NA	NA
JC30	13,521	1	0.07	0.00	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00
JC31	12,163	232	19.07	10.97	18.06	14.19	4.03	38.48	9.98
JC32	13,567	9	0.66	0.00	0.00	0.00	1.34	2.69	1.34
JC33	13,524	1	0.07	0.00	1.39	0.00	0.00	0.00	0.00
JC34	13,550	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JC35	13,524	7	0.52	0.00	1.34	2.82	1.36	1.34	0.00
JC36	12,798	1	0.08	0.00	0.00	0.00	1.34	0.00	0.00
JC37	12,180	5	0.41	1.39	0.00	2.86	1.35	1.39	0.00
JC38	1,364	0	0.00	0.00	NA	NA	NA	NA	NA
JC39	8,682	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JC40	12,049	3	0.25	1.34	0.00	0.00	0.00	0.00	3.34
JC41	13,506	16	1.19	1.35	2.78	0.00	1.34	4.03	1.34
JC42	13,448	54	4.02	1.35	1.45	1.46	2.69	4.17	16.67
JC43	13,483	252	18.69	26.89	11.11	19.45	16.13	17.11	9.73
JC44	12,136	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JC45	10,468	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JC46	10,300	0	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JC47	4,868	0	0.00	-	0.00	0.00	NA	0.00	0.00
JC48	5,778	0	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	NA
JC49	6,923	0	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00
JC50	6,924	0	0.00	-	-	-	-	0.00	0.00
JC51	3,947	0	0.00	-	-	-	-	0.00	0.00

註：NA 為當季無資料；- 為未架設相機。

動物的族群結構或季節動態可能受到食物資源、氣候或生殖行為等因素影響(Yen *et al.*, 2018；林冠甫&黃美秀, 2011)。塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月間，從臺灣水鹿、山羌及臺灣野山羊每月出現指數(圖 30 及表 6)中，可發現臺灣水鹿每月的出現指數有一定規律，每年夏季至初秋的 6 至 10 月為高峰，而冬季至初春的 12 至 3 月則較低，此結果與廖昱銓(2011)於太魯閣國家公園磐石山區高海拔區域的調查結果類似，同樣在夏秋兩季有較高的出現指數。山羌各月份的出現指數則皆高於其他兩種草食獸，並在春夏交際的 6 至 7 月及秋冬季的 10 至 12 月有較高的出現指數，而春季的 2 至 4 月則相對出現指數較低；梁又仁(2010)於梅蘭林道的研究也呈現類似結果，其調查發現山羌於每年 6 月及 10 月會有出現指數高峰出現，但在中間的 7、8 兩月出現指數反而較低，其認為此現象主要是受到降雨量及新生植物量影響；然而，塔塔加地區 2020 年 7 月至 9 月間的降雨量並無顯著差異，相關成因還有待後續進一步研究。塔塔加地區的臺灣野山羊相較於臺灣水鹿與山羌，其出現指數皆較低，並且在月份變化上無明顯規律，2020 年與 2021 年出現指數較高的月份除了 3 月外，沒有重複的月份。由於塔塔加地區的臺灣野山羊出現指數較低，其月變化可能受到臺灣野山羊本身的棲地選擇，覓食行為或社會群聚方式等因素影響，需長時間的監測才能顯示出較全面完整的趨勢。

隨季節變化而改變的環境因子如氣溫、雨量、食物資源等皆可能影響塔塔加地區三種中大型草食獸的出現指數。在食物資源方面，林冠甫及黃美秀(2011)於玉山國家公園對大型哺乳類動物與青剛櫟的研究就指出臺灣水鹿與山羌在青剛櫟結果季節的相對豐富度顯著高於非結果季節；梁又仁(2010)於梅蘭林道的研究也發現山羌排泄物內的乾物質氮元素含量月變化與其不同季節食物的品質有顯著的關係，但同時也指出由於植群豐富，各月份氮元素皆高於理想食品水準，食物資源不是出現指數變化的主因。塔塔加地區食物資源同樣充足，沒有特定季節會出現食物資源缺乏的情形，但 3 種草食獸是否會因對特定植物的偏好而造成出現指數變化仍需持續監測觀察。溫度也是影響動物活動的因素之一，當溫度降低時，動物就需要付出更多的能量來調節體溫(Parker *et al.*, 1984)；因此在低溫時可能會因族群移動至其他合適的棲地，進而改變原棲地的出現指數。廖昱銓(2011)於太魯閣國家公園的調查發現臺灣水鹿有季節性的海拔遷移，在春冬兩季時磐石地區的臺灣水鹿會降移至海拔 2,000 m 左右的區域，塔塔加地區的海

拔約 2,500 m 至 2,800 m，是否也會有季節性遷移行為值得後續觀察。當溫度過高時也有可能會影響動物的活動，塔塔加地區山羌的出現指數在夏季時低於春秋的 6 至 7 月及 10 月(圖 30)，而臺灣水鹿則在 2020 年及 2021 年的 8 月都有出現指數下降的現象(圖 30)。過往研究曾指出斑軸鹿(*Axis axis*) 在熱季時會避開午間的高溫活動(Dinerstein 1979)；郭正彥(2005)在磐石山區的研究也發現，臺灣水鹿搖耳驅趕蚊蟲的行為與氣溫呈正相關，然而確切的成因還需更深入的研究才能確定。

除了環境因素，動物本身的行為與生理特性也可能影響不同季節的出現指數。翁國精與林宗以(2010)於新康橫斷山區的研究即顯示，樹木被臺灣水鹿啃食頻度較高的 6 至 8 月，臺灣水鹿的出現指數也較高。黃慎雯(2019)對不同地區臺灣水鹿生活史的調查發現，與塔塔加地區海拔相近的石水山地區出現臺灣水鹿的打鬥行為的 50% 高峰期為每年 9 月至 11 月，而臺灣水鹿幼鹿出現的 50% 高峰期為每年 5 月至 6 月，這些行為高峰期的時間與本研究塔塔加地區臺灣水鹿出現指數較高的月份皆相符(圖 30)。前人研究指出，繁殖期對於雌性有蹄類動物而言是最需要能量的階段，尤其是懷孕晚期到哺乳期消耗最多能量(Stoner, 2016)，此可能使雌性臺灣水鹿的活動量增加進而提高出現指數。長期調查塔塔加地區臺灣水鹿的出現指數的時序變化，可提供管理單位於政策規劃上的參考依據。

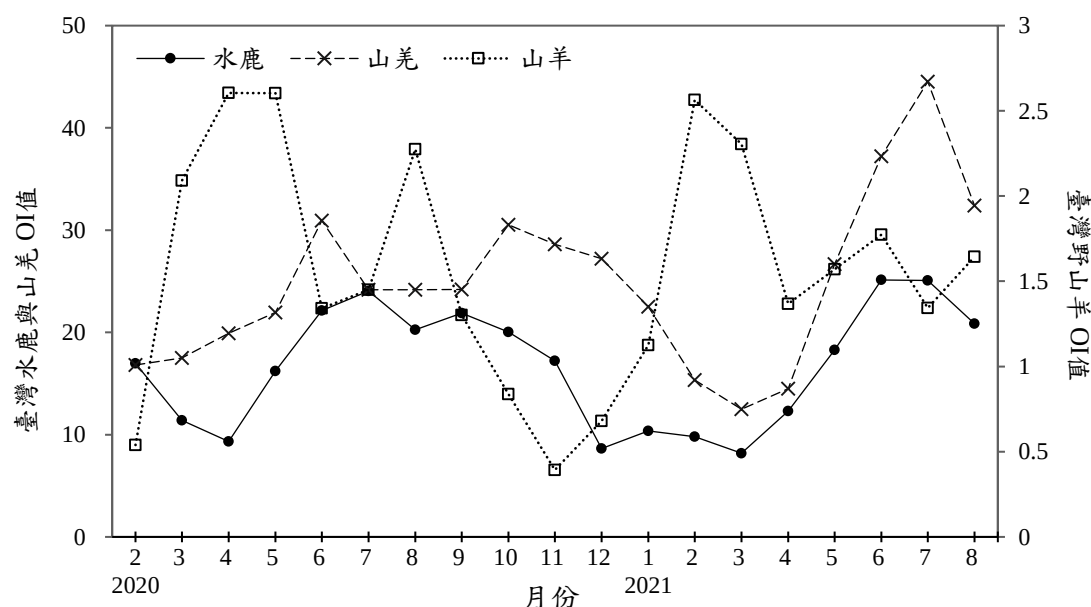


圖 30. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月臺灣水鹿(n = 8,272)、山羌(n = 12,461) 及臺灣野山羊(n = 779) 各月份出現指數(OI 值)。

表 6. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月臺灣水鹿、山羌及臺灣野山羊各季節的有效照片數、相機工作時數和出現指數 (OI 值)

季節	臺灣水鹿			山羌			臺灣野山羊		
	有效照片數	工作時數	OI	有效照片數	工作時數	OI	有效照片數	工作時數	OI
2020 春	845	68086	12.41	1351	68086	19.84	166	68086	2.44
2020 夏	1700	76679	22.17	2015	76679	26.28	130	76679	1.70
2020 秋	1462	74342	19.67	2070	74342	27.84	62	74342	0.83
2020 冬	818	85189	9.60	1866	85189	21.90	121	85189	1.42
2021 春	1134	87615	12.94	1569	87615	17.91	153	87615	1.75
2021 夏	2093	88550	23.64	3372	88550	38.08	140	88550	1.58
計畫全程	8272	493425	16.76	12461	493425	25.25	779	493425	1.58

4. 中大型草食性哺乳動物活動模式

2020 年 2 月至 2021 年 8 月塔塔加地區臺灣水鹿、山羌及臺灣野山羊的活動模式顯示(圖 31&表 7)，臺灣水鹿的主要活動時段為 18 時至隔日 5 時，並在 19-20 時出現高峰，白天 8 時至 16 時相對活動量極低，呈現夜行性的活動模式；山羌與臺灣野山羊的活動模式則相對類似，晨昏時段活動較頻繁，皆在 5-6 時及 17-18 時出現活動量高峰；其中山羌白天及晚上的相對活動量相近，全日皆有活動行為，而臺灣野山羊則是晚上活動量較高，並在 1-2 時及 23-24 時出現另外的活動高峰。此結果與姜博仁等(2011)於塔塔加及玉山地區的野生動物監測結果相似。姜博仁等(2010)研究指出，由於山羌於塔塔加區域長期以來保持穩定的族群數量，從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或是箭竹叢裡活動，因此較不受到步道上的人類活動影響。臺灣水鹿在塔塔加區域的族群近年來才逐漸擴展，且其體型較大不易躲藏，使其對人類活動較為敏感。姜博仁等(2011)的研究發現，玉山步道的臺灣水鹿與臺灣野山羊會錯開登山客的主要活動時段，在解除雪季封山前後出現活動模式的差異。

季節活動變化顯示，臺灣水鹿的相對活動量十分一致，只在冬季及夏季略有差異。由圖 32 可以發現，臺灣水鹿在 2020 年冬季時活動量高峰由其他季節的 19-20 時往前移動至 18-19 時，在凌晨 3 至 4 時的相對活動量低於其他所有季節；臺灣水鹿在夏季時凌晨 3 時至 4 時的相對活動量則是高過其他季節。山羌各季節的相對活動量高低也無明顯差異，反而是活動量高峰在秋季及冬季的日出與日落時段會分別延後及提早 1 小時出現(圖 33)。在臺灣野山羊方面，各季節相對活動量的變化較無明顯規律，在每個季節都有不同的峰值出現，不過每個季節仍然略可看出在 5-7 時及 16-19 時會出現的晨昏峰值(圖 34)。

活動模式為動物因其棲地環境因子差異而選擇活動的時間，其活動模式可利於覓食及躲避天敵，對一物種的生存影響種大。塔塔加屬於中高海拔地區，季節變化明顯，隨季節改變的環境因子如氣溫、雨量、食物資源等皆可能影響此地區三種中大型草食獸的活動模式，然塔塔加地區年降雨量約 3,940 mm，全年不缺水，且植群組成豐富，因此推測溫度會是影響活動模式的主要因素。王穎等(2010)以發報器追蹤奇萊山區之臺灣水鹿顯示，當日高溫低於 20°C 時，日活動比例會低於平均，而日均溫太高或太低

時，日活動比例也都會降低。這可能也是臺灣水鹿雖然晨昏都有活動峰值，但太陽剛下山不久的 18-19 時明顯高於清晨時段，且夏季的 3-4 時會有較高相對活動量的主因(圖 32)。此外廖昱銓(2013)對太魯閣地區臺灣水鹿的活動模式調查也發現，日照時間較短的季節，其日間相對活動的比例反而顯著高於夜間。由表 7 可以發現山羌在秋冬兩季上午及下午的活動量也的確高於其他季節，且臺灣水鹿及山羌的活動高峰都有隨日照時間改變而提前或延後出現的情形(圖 32&圖 33)。

除了自然的環境因素外，人為干擾也是影響動物活動模式的重要因素(姜博仁等，2011)。過往研究多顯示，鹿科動物的日夜活動模式和本研究一樣具有晨昏高峰值，但這樣的活動模式多因人為干擾所造成的(Jeppesen 1987)；若在無人為干擾或低干擾的地區，鹿科動物日夜活動高低可能會比較不明顯(Kamler *et al.*, 2007)。廖昱銓(2013)對太魯閣地區臺灣水鹿的活動模式調查即顯示雖為晨昏雙峰型，但日間的相對活動量顯著高於夜間，與本研究於日間幾乎沒有相對活動的情形有明顯差異。

塔塔加地區的臺灣野山羊相對活動模式較看不出明顯趨勢，在季節變化上也顯得較混亂，而由表 6 可以知道臺灣野山羊各季節的 OI 值都遠低於臺灣水鹿與山羌，實際記錄到的筆數也較少。此外由圖 24 至圖 29 各季節的 OI 值區域變化亦可以知道，臺灣野山羊的活動範圍多侷限於玉山登山口附近，受到這些因素影響，本研究所記錄到之數據是否能真實表現臺灣野山羊的相對活動量或還需更長期的監測才能分析。

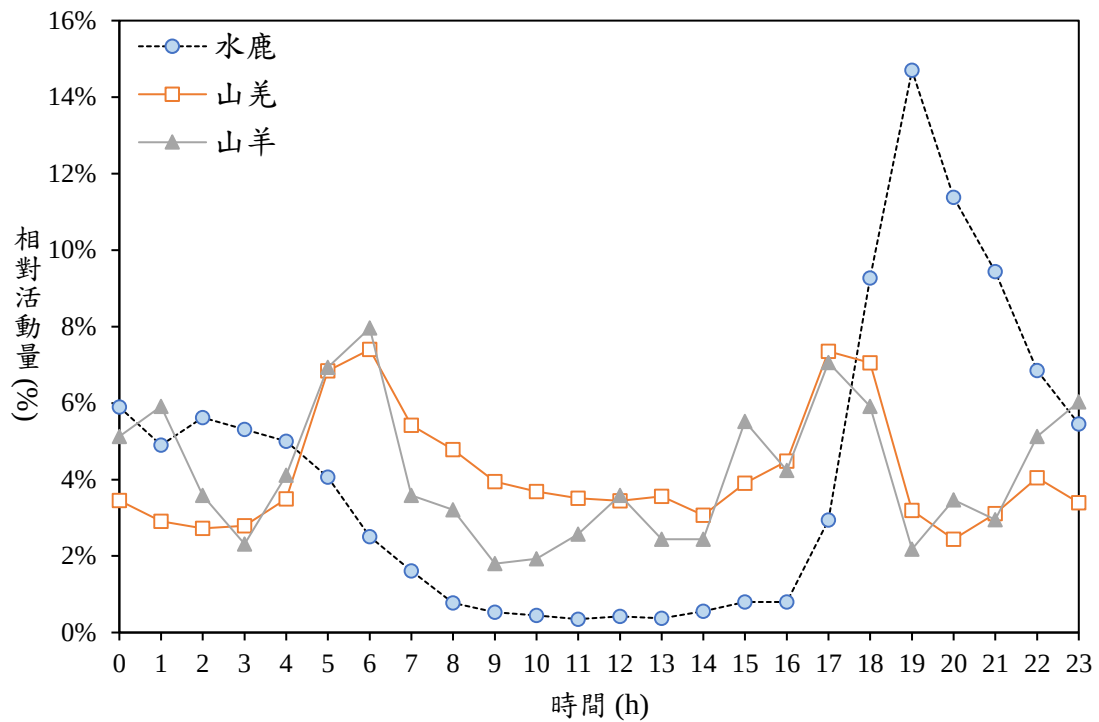


圖 31. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月臺灣水鹿(n = 8,272)、山羌(n = 12,461)及臺灣野山羊(n = 779)活動模式。

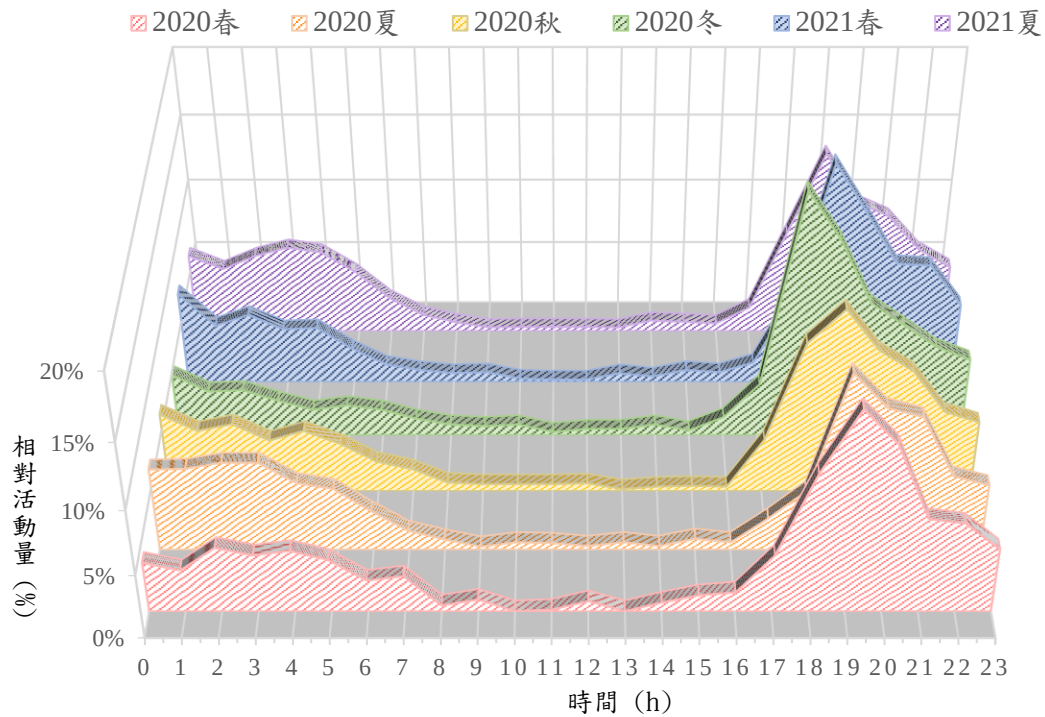


圖 32. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年春季(n = 845)、夏季(n = 1,700)、秋季(n = 1,462)、冬季(n = 818)、2021 年春季(n = 1,134)及夏季(n = 2,093)的臺灣水鹿活動模式。

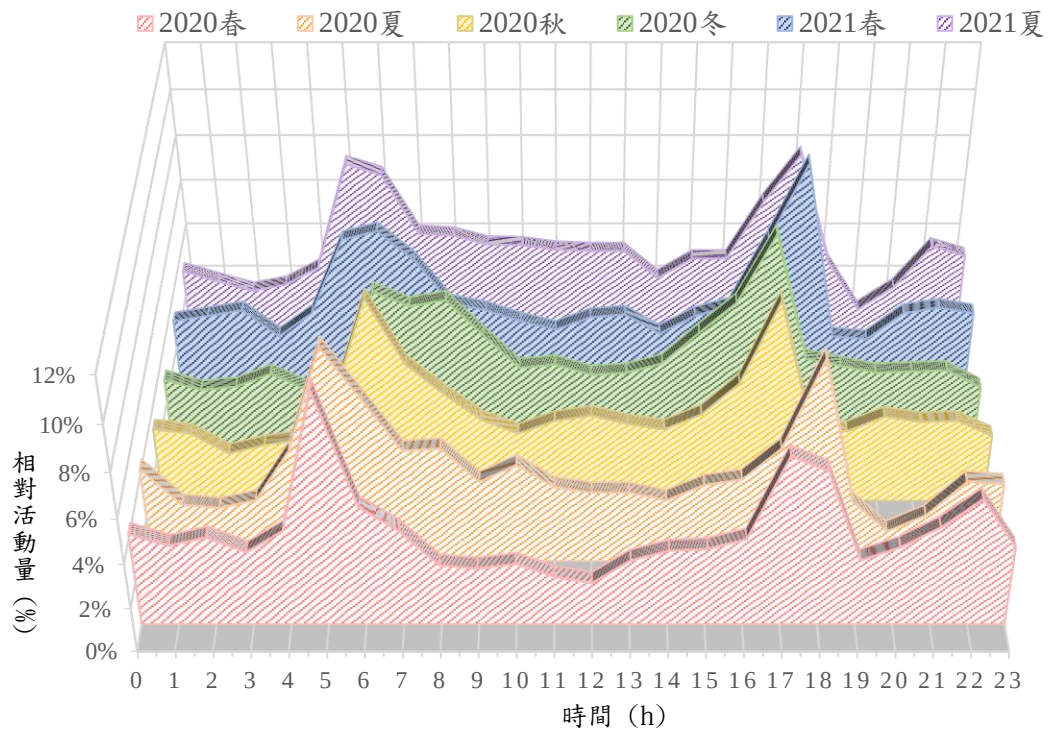


圖 33. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年春季(n = 1,351)、夏季(n = 2,015)、秋季(n = 2,070)、冬季(n = 1,866)、2021 年春季(n = 1,569) 及夏季(n = 3,372)的山羌活動模式。

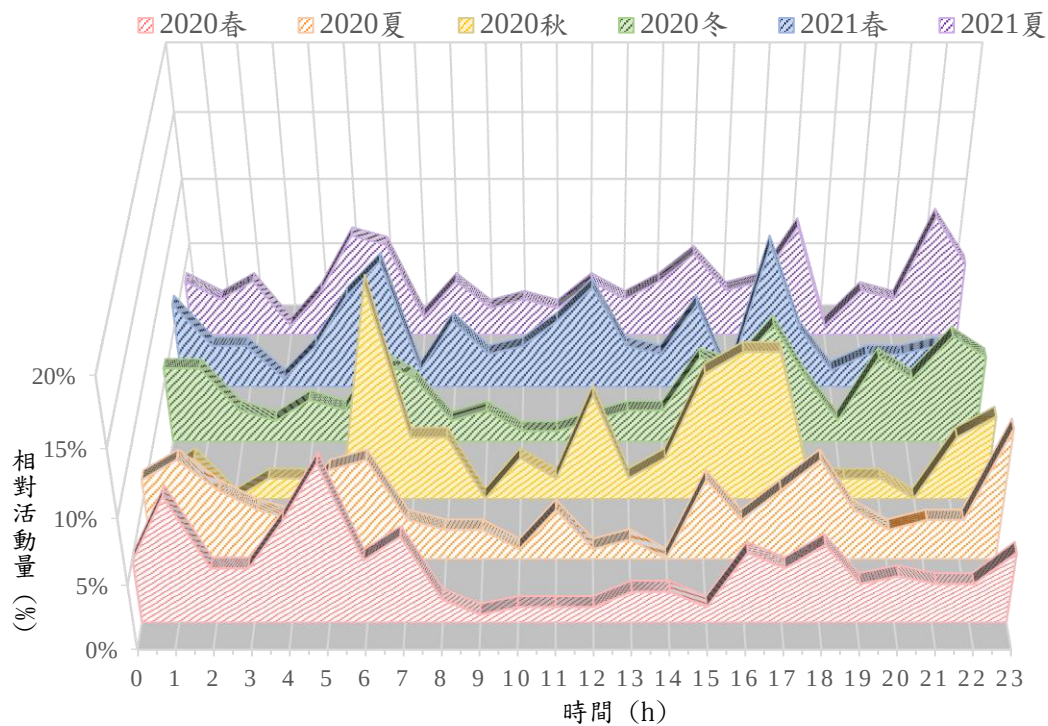


圖 34. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年春季(n = 166)、夏季(n = 130)、秋季(n = 62)、冬季(n = 121)、2021 年春季(n = 135)及夏季(n = 140)的臺灣野山羊活動模式。

表 7. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月臺灣水鹿、山羌及臺灣野山羊各季節相對活動表

	時段	2020 春	2020 夏	2020 秋	2020 冬	2021 春	2021 夏
臺灣水鹿	深夜	25.80% (218)	37.00% (629)	29.21% (427)	19.44% (159)	28.66% (325)	35.59% (745)
	上午	6.86% (58)	6.82% (116)	6.50% (95)	6.11% (50)	4.32% (49)	5.73% (120)
	下午	8.88% (75)	5.18% (88)	6.02% (88)	7.82% (64)	4.67% (53)	4.83% (101)
	晚上	58.46% (494)	51.00% (867)	58.28% (852)	66.63% (545)	62.35% (707)	53.85% (1127)
山羌	深夜	29.68% (401)	26.75% (539)	18.84% (390)	16.13% (301)	23.26% (365)	21.71% (732)
	上午	19.99% (270)	29.03% (585)	30.87% (639)	32.15% (600)	26.96% (423)	29.95% (1010)
	下午	23.24% (314)	21.64% (436)	29.28% (606)	31.35% (585)	23.77% (373)	24.61% (830)
	晚上	27.09% (366)	22.58% (455)	21.01% (435)	20.36% (380)	26.00% (408)	23.72% (800)
臺灣野山羊	深夜	42.77% (71)	33.08% (43)	8.06% (5)	21.49% (26)	24.18% (37)	23.57% (33)
	上午	16.27% (27)	20.00% (26)	30.65% (19)	17.36% (21)	27.45% (42)	20.00% (28)
	下午	16.87% (28)	16.92% (22)	45.16% (28)	28.10% (34)	32.03% (49)	25.71% (36)
	晚上	24.10% (40)	30.00% (39)	16.13% (10)	33.06% (40)	16.34% (25)	30.71% (43)

註：1. 深夜時段為：00:00 - 05:59、上午時段為：06:00 - 11:59、下午時段為：12:00 - 17:59、晚上時段為：18:00 - 23:59

2. 括號內為 n 值

5. 草食性哺乳動物出現指數與環境因子關係分析

剔除位於乾溪溝及紅檜林的 JC30 與 JC42 相機，分析 41 臺相機的環境因子對草食性哺乳動物出現指數的影響，結果顯示臺灣水鹿出現指數的最佳模型包含海拔、與省道距離和樹冠覆蓋度，海拔越高，臺灣水鹿的出現指數越高；距離省道越遠，臺灣水鹿的出現指數越高；樹冠覆蓋度越高則臺灣水鹿出現指數越低(表 8)。此結果與王穎等(2015)的研究結果部分相同，其分析太魯閣國家公園、玉山國家公園及雪霸國家公園的臺灣水鹿 OI 值發現，海拔及距道路遠近是最主要的影響因子，海拔越高且距離道路越遠，臺灣水鹿的 OI 值會越高。

山羌出現指數的最佳模型包含與林道距離和植群型，距離林道越遠，山羌出現指數越低；與闊葉林相比，山羌在玉山箭竹的出現指數顯著較低(表 8)。這可能與山羌的食性有關，山羌在食性生態上屬於食嫩植動物(browser) (Pokharel et al., 2015; Ilyas & Khan, 2003)，或精食者(concentrate selectors) (林美峰等，2017)，喜食非纖維性碳水化合物含量高的葉片，不喜食中纖維素與木質素含量高的樹木葉片，也不喜食質地堅硬的葉片。禾本科的玉山箭竹比闊葉草本植物(forb)含有較高的纖維成分，且其葉片中的蛋白質及二次代謝物也較低(林美峰等，2017)，而酚類(phenolics)、烯(terpenes)等二次代謝物與食物的適口性及氣味息息相關(Hernandez-Orduno et al., 2012)，會影響動物的攝食選擇(Iason, 2005)。

臺灣野山羊出現指數的最佳模型包含植群型與水分梯度。與闊葉林相比，臺灣野山羊在玉山箭竹以及華山松與二葉松林型的出現指數較低，而在臺灣雲杉的出現指數較高；水分梯度對山羊的出現指數則有負面影響(表 8)。高海拔地區的山羊多屬於中間型攝食者(intermediate feeders)，如日本髭羚 (*Cap. crispus*)、雪羊 (*Oreamnos americanus*)及臆羚(*Rupicapra rupicapra*)，其食性會根據季節與族群大小而改變(Takada & Minami 2019)。臺灣雲杉植群型的林下環境較為開闊，部分玉山木薑子(*Litsea morrisonensis*)、高山新木薑子(*Neolitsea acuminatissima*)等闊葉樹分布外，玉山箭竹零星鑲嵌體於林下，其植群型的物種多樣性相對較高，可能是臺灣野山羊偏好臺灣雲杉植群型的原因。

表 8. 玉山國家公園塔塔加地區中大型草食性哺乳動物出現指數與環境因子分析結果

物種	環境因子	係數	標準誤	95% 信賴區間	
臺灣水鹿	與省道距離	0.01	0.01	0.00	0.02
	海拔	0.20	0.05	0.11	0.29
	樹冠層開闊度	0.41	0.17	0.08	0.74
山羌	與林道距離	-0.05	0.02	-0.09	-0.02
	植群型[玉山箭竹]	-15.25	5.54	-26.37	-4.13
	植群型[華山松二葉松]	3.61	4.10	-4.62	11.84
	植群型[臺灣雲杉]	-10.82	6.28	-23.42	1.77
	植群型[臺灣鐵杉]	4.69	7.85	-11.06	20.43
臺灣野山羊	植群型[玉山箭竹]	-2.39	1.16	-4.72	-0.06
	植群型[華山松二葉松]	-2.11	0.85	-3.81	-0.41
	植群型[臺灣雲杉]	2.72	1.31	0.09	5.36
	植群型[臺灣鐵杉]	-1.94	1.61	-5.17	1.30
	水分梯度	-0.28	0.12	-0.52	-0.05

註：各植群型以闊葉林為基準，當植群型變項係數為 0 時即代表各物種於闊葉林之出現指數。

6. 草食性哺乳動物各物種間之出現指數相關性

塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月臺灣水鹿、山羌與臺灣野山羊間的出現指數相關性分析如表 9 所示，調查期間臺灣水鹿、山羌與臺灣野山羊出現指數互相之間皆無顯著相關。各季節臺灣水鹿、山羌與臺灣野山羊的出現指數之間除了 2021 年夏季臺灣水鹿與山羌出現指數呈現顯著負相關外皆無顯著相關性。

在所調查的 6 個季節中，臺灣水鹿與山羌皆呈現負相關，但只有 2021 年夏季具有顯著性(表 9)，此結果與過往研究多不相同，王穎等人(2015)於太魯閣、玉山及雪霸國家公園對 3 種草食獸 OI 值的相關性分析顯示，3 種動物的出現頻度無明顯關聯性，且臺灣水鹿與山羌多為正相關；而王穎等人(2014)的研究報告則顯示，臺灣水鹿與山羌的相對豐度在楠溪林道呈現顯著正相關。由表 6 可知，臺灣水鹿與山羌在 2021 年夏季時的出現指數分別為 23.64 與 38.08，皆是在所調查的 6 個季節中最高的，而由圖 30 也可以發現 2021 年 7 月山羌的出現指數特別高(OI = 44.52)；此外，若對照表 3 及表 4 則可以發現，在各相機樣點中以鹿林山步道及麟趾山步道上的 JC08、JC11 及 JC123 個相機樣點在 2021 年夏季同時出現較高的臺灣水鹿與山羌 OI 值，此區域同時也是水鹿穩定活動區域。廖昱銓(2011)研究指出，磐石山區的臺灣水鹿、山羌及臺灣野山羊食性相似，然臺灣水鹿體型

較大，食性較廣，在競爭上可能較有優勢。塔塔加地區的此現象是否是臺灣水鹿與山羌族群擴張產生的競爭行為抑，或是因 COVID-19 三級警戒所帶來的短期影響還需更長期的調查來加以了解。

表 9. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 2 月至 2021 年 8 月臺灣水鹿、山羌與臺灣野山羊間的出現指數相關分析結果

		臺灣水鹿與山羌	臺灣水鹿與臺灣野山羊	山羌與臺灣野山羊
計畫全程	r_s	-0.289	0.001	-0.052
	p	0.057	0.994	0.737
2020	r_s	-0.203	-0.005	0.159
春季	p	0.228	0.978	0.348
2020	r_s	-0.034	-0.105	-0.005
夏季	p	0.840	0.529	0.974
2020	r_s	-0.050	-0.052	-0.224
秋季	p	0.754	0.751	0.164
2020	r_s	-0.029	0.234	-0.046
冬季	p	0.859	0.152	0.783
2021	r_s	-0.149	-0.092	0.094
春季	p	0.351	0.566	0.555
2021	r_s	-0.367*	-0.109	-0.187
夏季	p	0.018	0.496	0.243

7. 人為干擾對中大型草食性哺乳動物出現指數與活動模式的影響

(1) 排雲管理站至玉山登山口接駁車

為了解登山客接駁車時間改變前後對臺灣水鹿、山羌與臺灣野山羊活動模式的影響，本研究分析接駁路線上 8 臺相機點位與非接駁車路線上 9 臺相機點位，分析比較 2020 年 3-5 月及 2021 年 3-5 月的 OI 值結果顯示(表 10)，不論是接駁車路線或非接駁車路線，臺灣水鹿及臺灣野山羊在 2020 年與 2021 年的 OI 值皆無顯著差異；山羌在接駁車路線的 OI 值則是 2021 年顯著低於 2020 年($z = -2.100$ ， $p = 0.036$)，平均 OI 值由 2020 年 42.94 降至 2021 年的 29.78。其中，在排雲管理站旁的 JC16 及玉山登山口旁的 JC25 都有明顯的下降，但非接駁車路線上山羌 2021 年 3-5 月的出現指數與 2020 年並無顯著差異，顯示接駁車路線上山羌出現指數下降並非因全區山羌族群數量變化所致，而可能是受到接駁車延長服務時間的影響，使接駁車路線沿線的山羌相對豐度減少。

表 10. 玉山國家公園塔塔加地區登山口接駁車時間改變對臺灣水鹿、山羌與臺灣野山羊於接駁車路線與對照組自動相機點位 2020 年與 2021 年 3 月至 5 月 OI 值比較

	相機 點位	臺灣水鹿		山羌		臺灣野山羊	
		2020 年	2021 年	2020 年	2021 年	2020 年	2021 年
接駁車路線	JC16	0.60	2.85	10.12	3.42	0.00	0.00
	JC17	0.48	0.57	9.69	9.13	0.00	0.00
	JC25	5.02	6.28	74.30	47.95	18.57	8.56
	JC26	0.00	7.42	87.24	74.20	0.00	0.00
	JC28	8.15	2.28	10.87	17.69	0.00	0.00
	JC41	2.75	14.84	104.40	60.50	0.92	0.57
	JC42	6.55	22.26	43.54	22.26	3.28	3.42
	JC43	43.52	38.15	9.26	2.35	22.69	19.95
	全區	9.58	11.74	42.94	29.78	6.74	4.01
非接駁車路線 (對照組)	JC07	24.44	32.53	8.33	11.42	0.00	0.57
	JC08	24.07	30.82	2.78	21.12	0.00	0.00
	JC12	32.05	39.93	34.72	18.52	0.00	0.00
	JC13	9.01	17.36	1.13	0.00	0.00	0.00
	JC27	37.09	69.44	7.11	1.16	0.00	0.00
	JC32	3.47	5.14	2.48	0.57	0.50	1.14
	JC39	49.07	36.06	1.85	8.01	0.00	0.00
	JC40	4.63	3.05	6.48	15.24	0.46	0.00
	全區	22.02	30.54	8.75	9.23	0.14	0.24

接駁車時間改變對 3 種中大型草食性動物活動模式影響發現，接駁車路線上山羌在 2021 年 3-5 月於 17-18 時接駁車加開時間的相對活動量遠高於 2020 年(圖 37)，顯示 2021 年在接駁車路線沿線活動的山羌並沒有特地避開接駁車服務延長的時段，可能表示留在此處活動的山羌是較不受接駁車干擾影響的個體。在臺灣水鹿方面，不論是接駁車路線或是非接駁車路線其活動模式都沒明顯的差異(圖 35&圖 36)，而臺灣野山羊則因有效照片過少無法分析活動模式。

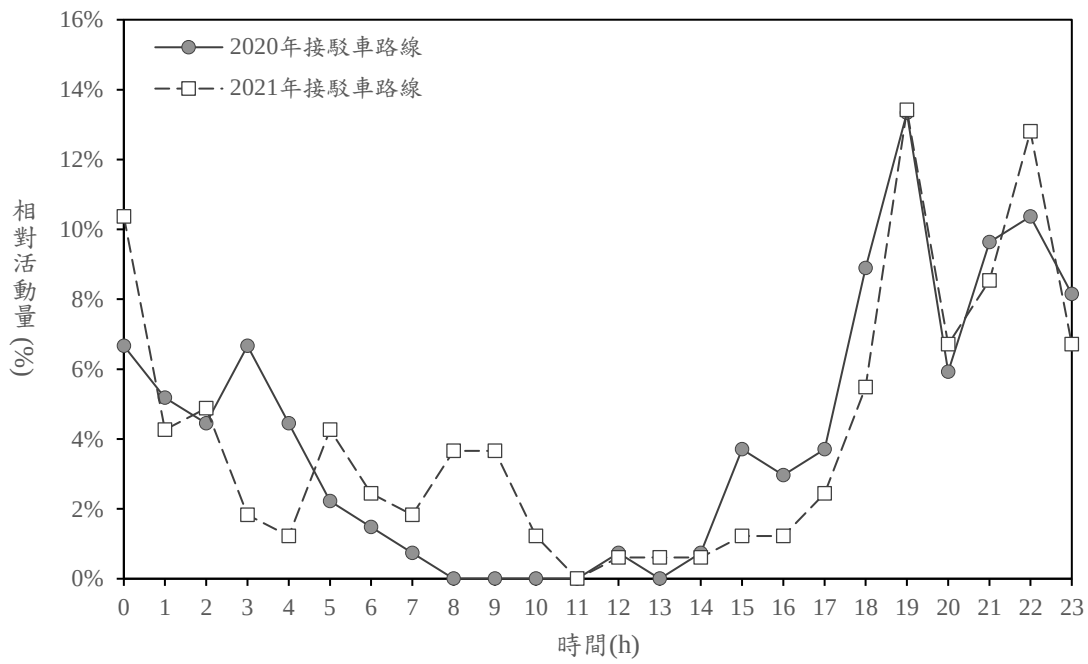


圖 35. 玉山國家公園塔塔加地區登山口接駁車時間改變對臺灣水鹿活動模式比較(分析時間 2020 與 2021 年的 3-5 月)

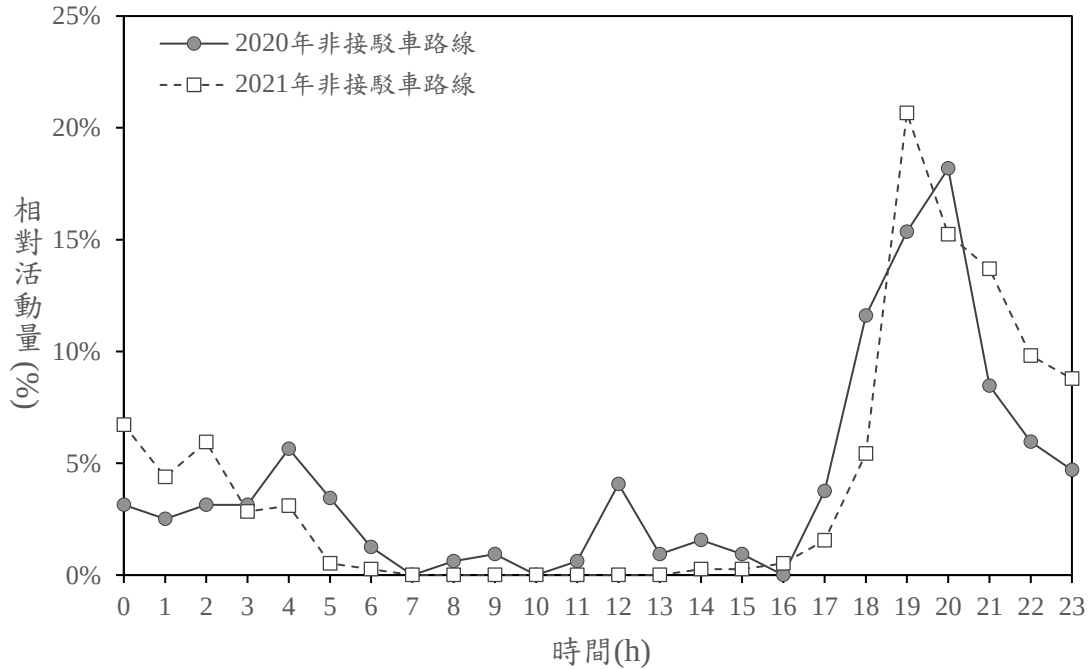


圖 36. 玉山國家公園塔塔加地區登山口接駁車時間改變對非接駁車路線(對照組)的臺灣水鹿活動模式影響比較(分析時間 2020 與 2021 年的 3-5 月)

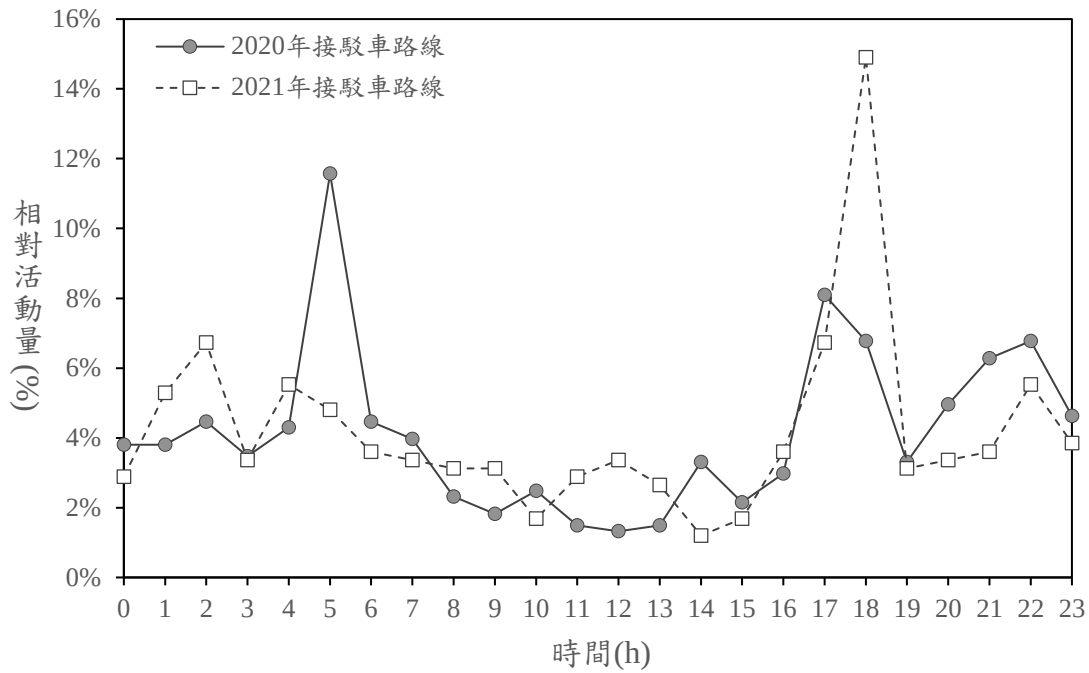


圖 37. 玉山國家公園塔塔加地區登山口接駁車時間改變對山羌活動模式比較(分析時間 2020 與 2021 年的 3-5 月)

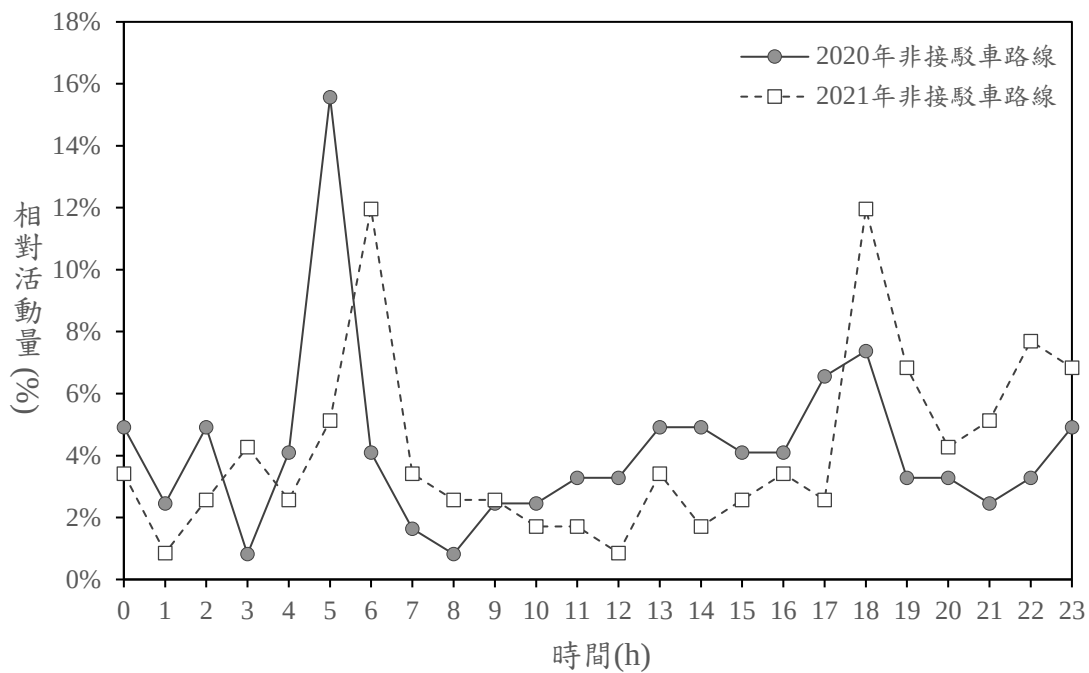


圖 38. 玉山國家公園塔塔加地區登山口接駁車時間改變對非接駁車路線(對照組)的山羌活動模式影響比較(分析時間 2020 與 2021 年的 3-5 月)

(2) COVID-19 第三級防疫警戒管制前後的活動模式比較

各相機點 2020 年 5-7 月及 2021 年 5-7 月的 OI 值數據，去除部份於該時期因故障而數據不完整的相機，共使用 38 台相機點作出對比。塔塔加地區所有相機點於 2021 年 5-7 月期間，臺灣水鹿對比去年同期 $OI=20.94$ ，疫情影響期間的 $OI=22.82$ 顯著增加 ($z=-2.154$ $p=0.031$)。山羌對比去年同期 $OI=25.63$ ，疫情影響期間的 $OI=36.24$ 大幅增加 ($z=-2.400$ ， $p=0.016$)；臺灣野山羊的 $OI=1.56$ 則沒有大變化，對比去年同期 $OI=1.78$ ，兩者無顯著差異($z=-0.414$ ， $p=0.679$)。

塔塔加地區各相機點於 2020 年 5-7 月期間共有 13 個相機點有拍攝到人為活動，而同期 2021 年共 10 個相機點有拍攝到人為活動(表 11)。臺灣水鹿疫情期間跟人類活動重疊的相機點當中 $OI=38.52$ 有大幅上升，對比去年同期 $OI=28.78$ ， OI 值有顯著差異($z=-2.223$ $p=0.026$)。山羌疫情期間跟人類活動重疊的相機點當中 $OI=25.28$ 只有輕微上升，對比去年同期 $OI=24.72$ ， OI 值無顯著差異($z=-0.966$ ， $p=0.334$)。臺灣野山羊疫情期間的 $OI=2.96$ ，對比去年同期 $OI=3.26$ 有輕微下跌， OI 值無顯著差異($z=-0.631$ ， $p=0.528$)。

疫情影響期間跟人類活動重疊的相機點當中，臺灣水鹿在位於麟趾山步道旁的 JC27 ($OI=92.85$)最高，其他則介於 1.63-81.07 之間。對比 2020 年同期數據，當中以鹿林山步道旁的 JC42 變化最大，由 2020 年的 $OI=4.13$ 上升至 2021 年的 $OI=31.25$ 。而同一相機點人類的 OI 值由 2020 年的 $OI=5.51$ 降至 2021 年的 $OI=0$ ，顯示此相機點疫情開始後並無記錄到人為活動。山羌疫情期間的 OI 值以楠溪林道旁的 JC41 最高($OI=88.77$)，其他樣點介於 1.81-79.26 之間；同一相機點的人類 OI 值由 2020 年的 2.72 下降至 2021 年的 OI 值 0。臺灣野山羊 2021 年的 OI 值以楠溪林道 JC43 ($OI=14.04$)最高，其他介於 0.45-11.78 之間。當中位於玉山登山口的 JC31 相機點位是人類 OI 值不跌反升的位置；人類的 OI 值由 2020 年的 $OI=0$ 上升至 2021 年的 $OI=1.37$ ，而臺灣野山羊的 OI 值由 2020 年的 21.29 下降至 2021 年的 $OI=9.59$ 。

分析 2021 年 5-7 月塔塔加地區臺灣水鹿、山羌及臺灣野山羊的活動模式如圖 40 所示。臺灣水鹿疫情期間活動模式整體沒有大變化，日間活動沒有增加，呈現夜行性的活動模式(圖 41&圖 42)。山羌疫情期間的相對活動量如圖 43 及 44 所示，在人類活動相對較多的 11-13 時有所增加。山羌的相對活動量在上午及下午時段都有所增加，而深夜的相對活動量則有所減少。臺灣野山羊的活動時段如

圖 45 及 46 所示，全日皆有活動行為，各個時段的活動都接近均等。對比 2020 年同期以晚上活動量較高。遊客活動主要集中在日間 6-17 時，並在 10-14 時出現高峰，深夜及晚上的相對活動量非常低。

在疫情期間塔塔加地區跟人類活動重疊的相機點臺灣水鹿的相對活動量如圖 47 及 48 所示，與 2020 年相比整體沒有大變化。山羌的點相對活動量如圖 49 及 50 所示，晚上的活動時間增加，而深夜的活動時間減少，日間的活動時間並沒有明顯變化。臺灣野山羊的相對活動量如圖 51 及 52 所示，晚上及深夜的相對活動量減少，而上午及下午的活動量增加。

當動物感知到人類干擾所作出的反應跟面對捕食風險時類似。當動物感知到人類(潛在的捕食者)干擾時，會改變行為模式以做出警戒反應(Walther, 1969)。動物會通過相應的警戒反應來減少人類干擾的影響(Joanna & Gochfeld 1990)。例如：人為干擾會導致麋鹿(*Elaphurus davidianus*)有警戒反應，警戒的程度會隨著人類干擾強度而增加(Li et al., 2007)。當人類接近湯氏瞪羚(*Gazella thomsoni*)時，隨著人與動物之間的距離減少，湯氏瞪羚會改變其行為模式，依次序做出警戒反應：凝視、避開和逃跑(Walther, 1969)。而在其他有蹄類動物的研究中也發現了類似的結果(Susan & WilsoF, 2001；Thompson, 1989；Walther, 1969)。在 2021 年 5 月至 7 月期間，塔塔加地區人類干擾降到低點。整體而言，塔塔加地區三種中大型草食性動物對遊客的人次變化有即時反應。臺灣水鹿在疫情期間整體 OI 值有所上升，在疫情影響期間跟人類活動重疊的相機點當中 OI 值大幅度上升。這可能反映出人類活動的確對臺灣水鹿的出現造成負面影響。而臺灣水鹿在疫情期間的相對活動量則沒有明顯變化。山羌在疫情期間整體的 OI 值有所上升。但在疫情影響期間跟人類活動重疊的相機點當中，OI 值對比去年同期沒有顯著差異。這可能由於山羌早已將人類經常活動區域視作危險區域，即使人類的干擾有所減少，但干擾依舊存在。所以推測在人類活動大幅減少的情況下，山羌對人類經常活動區域依舊持有警戒心。山羌在疫情其期間在跟人類活動重疊的相機點及整體上都增加了日間(上午及下午)活動的時間，而深夜則有所減少。這也可能反影出山羌在人類活動干擾下會傾向減少跟人類活動時間重疊。臺灣野山羊在疫情期間整體 OI 值沒有大變化，而相對活動時間則由深夜較多趨向全日平均。但臺灣野山羊的 OI 值相對較少，其變化有可能由於其他因素影響。有關資料未能完整反映出人類干擾對其實際影響。以上都是人類活動減少時，塔塔加地區中大型草食性

動物的即時反應。

人類活動會干擾野生動物，而過程中會導致棲息地的可用性減少(Markovchick-Nicholls, 2008)。人為干擾可能是慢性壓力的來源，並可能影響野生動物的生存和繁殖(Tarlow, 2007)。但是否因此造成以上影響，則需要長期深入研究才能得知。

表 11. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年與 2021 年於 5-7 月與人類活動重疊的相機點的臺灣水鹿、山羌及臺灣野山羊之有效照片數、工作時數及出現指數(OI 值)

編號	臺灣水鹿						山羌				臺灣野山羊			
	2020 工作 時數	2021 工作 時數	2020 照片	2021 照片	2020 OI	2021 OI	2020 照片	2021 照片	2020 OI	2021 OI	2020 照片	2021 照片	2020 OI	2021 OI
JC07	2208	2205	130	157	58.88	71.19	32	42	14.49	19.04	0	0	0.00	0.00
JC08	2208	2208	69	141	31.25	63.86	10	69	4.53	31.25	0	0	0.00	0.00
JC11	2208	1918	87	97	39.41	50.58	18	67	8.15	34.94	0	0	0.00	0.00
JC12	2208	2002	182	143	82.44	71.43	135	98	61.15	48.95	0	0	0.00	0.00
JC14	2208	2208	13	18	5.89	8.15	4	5	1.81	2.26	8	26	3.62	11.78
JC19	2208	2208	110	82	49.82	37.14	72	79	32.61	35.78	0	0	0.00	0.00
JC21	2208	2208	12	13	5.44	5.89	27	51	12.23	23.10	0	0	0.00	0.00
JC24	2208	2208	75	179	33.97	81.07	21	21	9.51	9.51	0	0	0.00	0.00
JC26	2208	2208	13	15	5.89	6.79	260	175	117.76	79.26	1	0	0.45	0.00
JC27	2165	2208	168	205	77.58	92.85	22	9	10.16	4.08	0	0	0.00	0.00
JC28	2187	1844	21	3	9.60	1.63	35	46	16.00	24.95	1	0	0.46	0.00
JC31	2208	2190	59	78	26.72	35.62	67	28	30.35	12.79	47	21	21.29	9.59
JC35	2205	2208	11	18	4.99	8.15	5	4	2.27	1.81	0	1	0.00	0.45
JC41	2208	2208	9	15	4.08	6.79	113	196	51.18	88.77	4	2	1.81	0.91
JC42	2178	2208	9	69	4.13	31.25	46	75	21.12	33.97	13	21	5.97	9.51
JC43	2208	2208	46	94	20.83	42.58	4	11	1.81	4.98	41	31	18.57	14.04

表 12. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年與 2021 年於 5-7 月臺灣水鹿、山羌及臺灣野山羊相對活動表

時間	臺灣水鹿		山羌		臺灣野山羊	
	2020 年 5-7 月	2021 年 5-7 月	2020 年 5-7 月	2021 年 5-7 月	2020 年 5-7 月	2021 年 5-7 月
深夜 (0:00-5:59)	35.81% (559)	34.59% (690)	27.84% (532)	22.29% (706)	38.35% (51)	25.74% (35)
上午 (6:00-11:59)	6.47% (101)	5.96% (119)	26.84% (513)	27.94% (885)	13.53% (18)	22.79% (31)
下午 (12:00-17:59)	5.77% (90)	5.16% (103)	21.35% (408)	25.57% (810)	15.79% (21)	24.26% (33)
晚上 (18:00-23:59)	51.95% (811)	54.29% (1083)	23.97% (458)	24.21% (767)	32.33% (43)	27.21% (37)

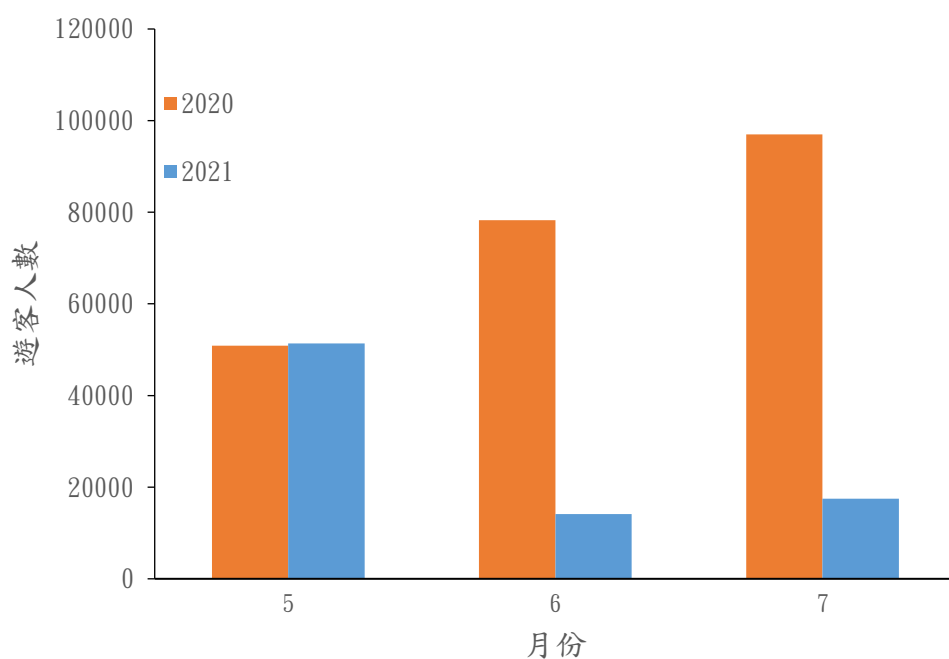


圖 39. 玉山國家公園塔塔加遊憩區 2020 年與 2021 年的 5-7 月遊客數量。(資料來源：交通部觀光統計資料庫)

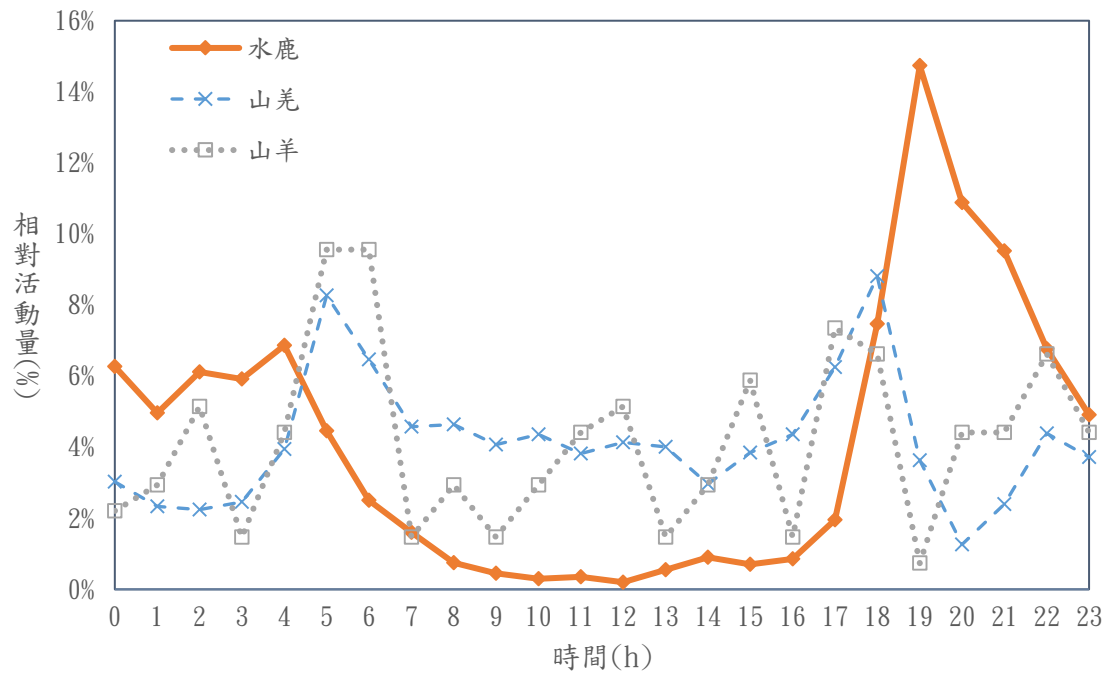


圖 40. 玉山國家公園塔塔加地區 2021 年 5-7 月的臺灣水鹿(n = 1995)、山羌(n=3168)、臺灣野山羊(n = 136)活動模式。

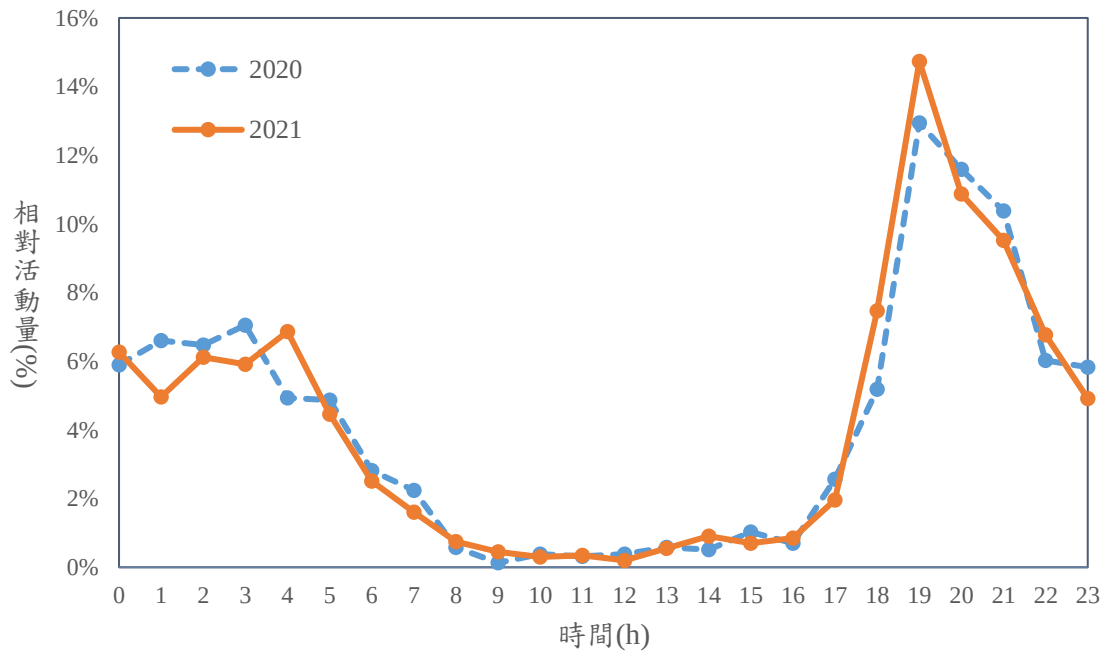


圖 41. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 5-7 月(n = 1561)及 2021 年 5-7 月(n = 1995)的臺灣水鹿活動模式。

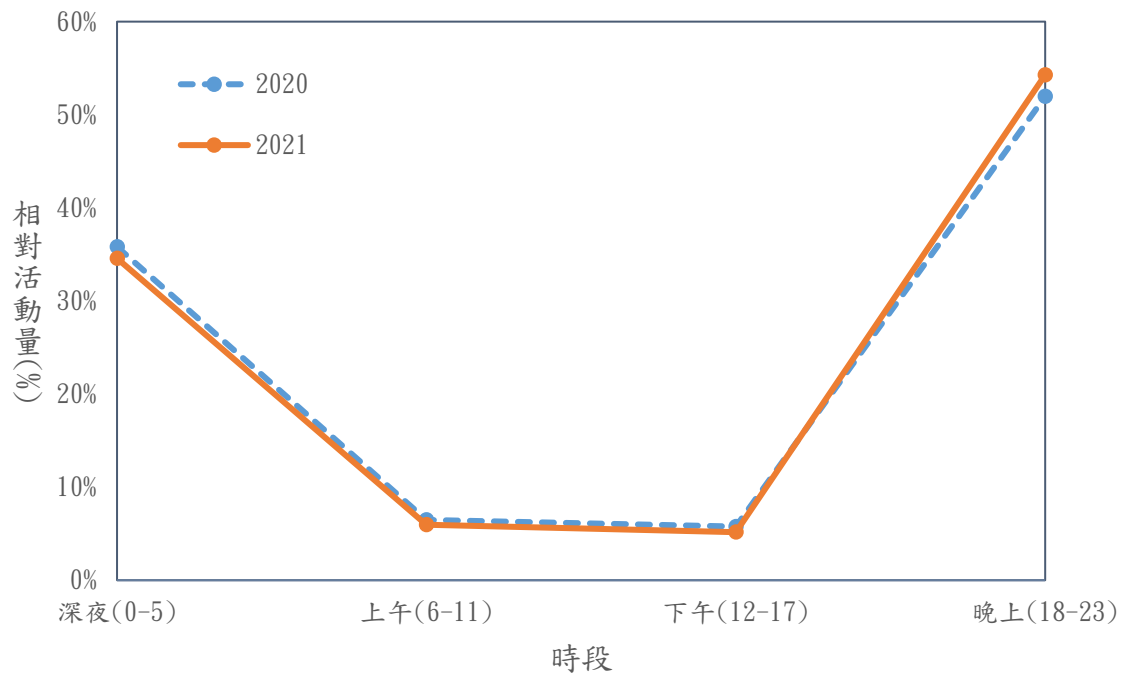


圖 42. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 5-7 月(n = 1561)及 2021 年 5-7 月(n = 1995)的臺灣水鹿分時段活動模式。

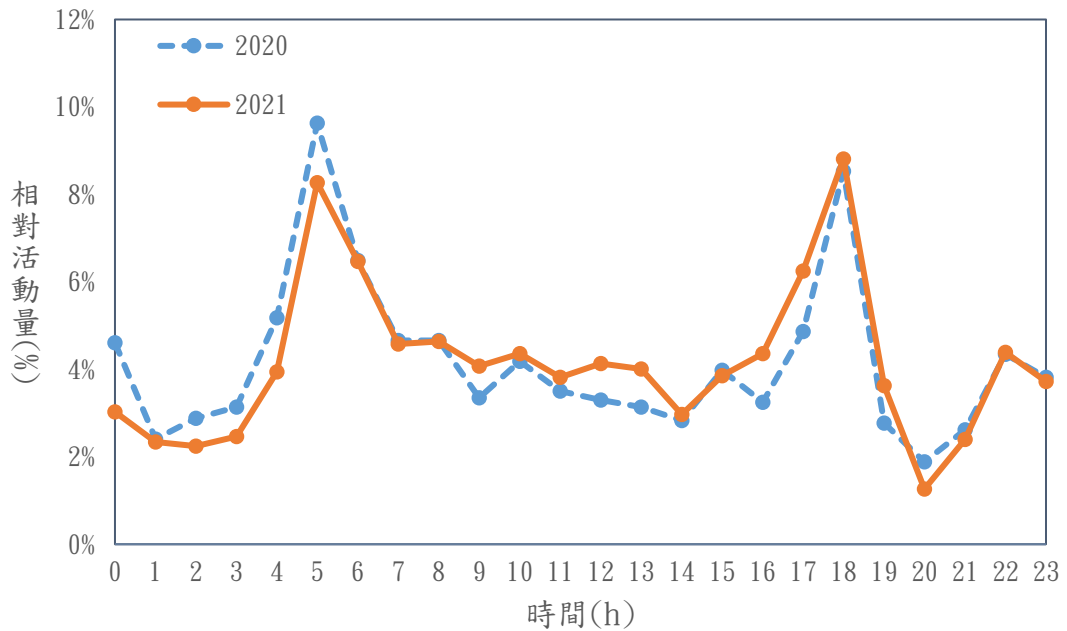


圖 43. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年(5-7 月 n=1911)及 2021 年 5-7 月(n =3168)的山羌活動模式。

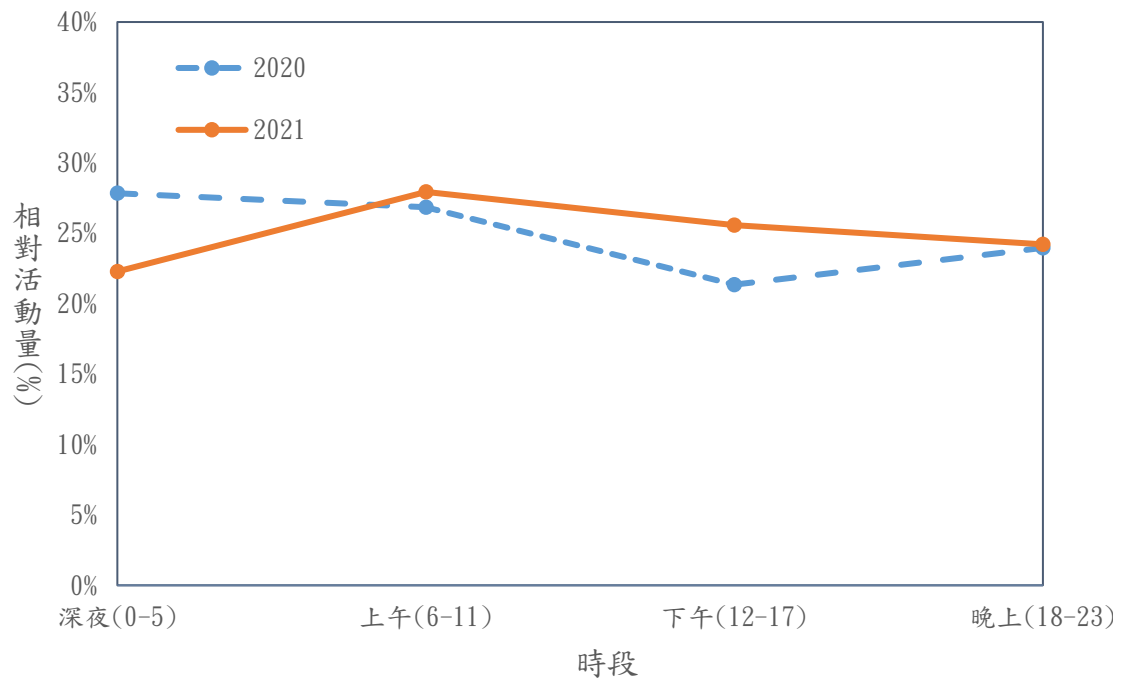


圖 44. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 5-7 月(n = 1911)及 2021 年 5-7 月(n = 3168)的山羌分時段活動模式。

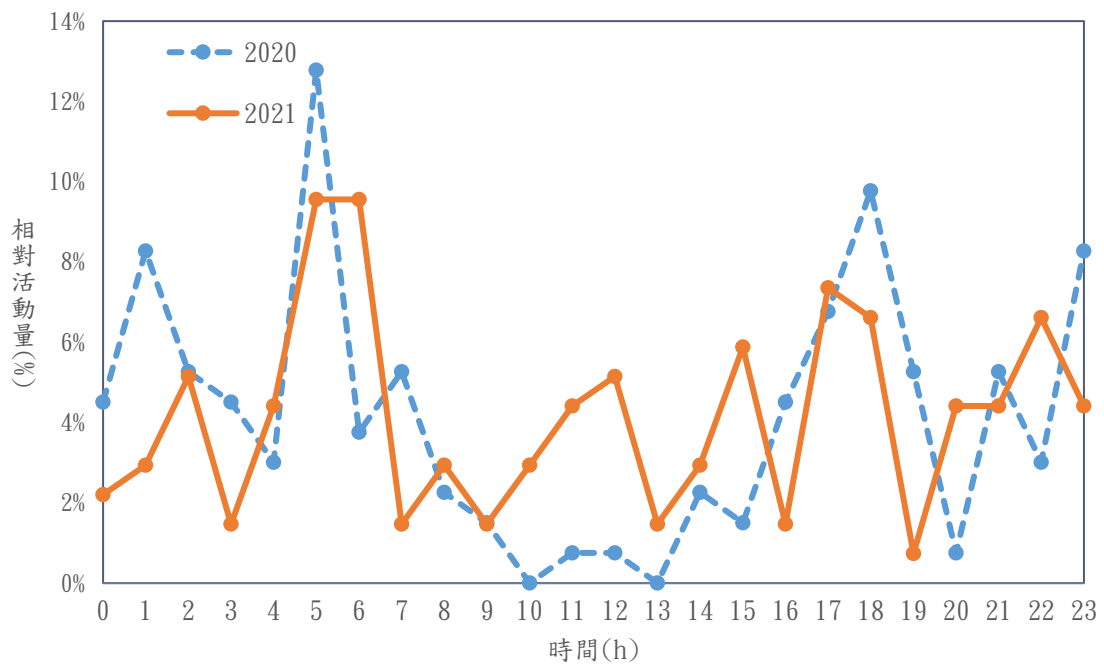


圖 45. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 5-7 月(n = 133)及 2021 年 5-7 月(n = 136)的臺灣野山羊活動模式。

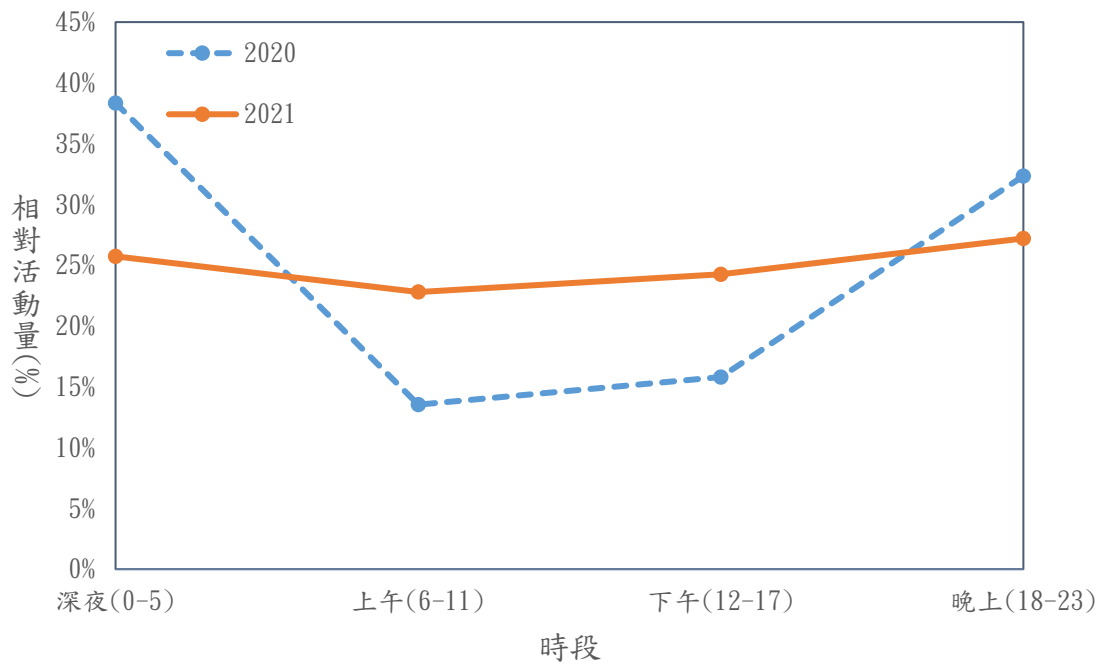


圖 46. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 5-7 月(n = 133)及 2021 年 5-7 月(n = 136)的臺灣野山羊分時段活動模式。

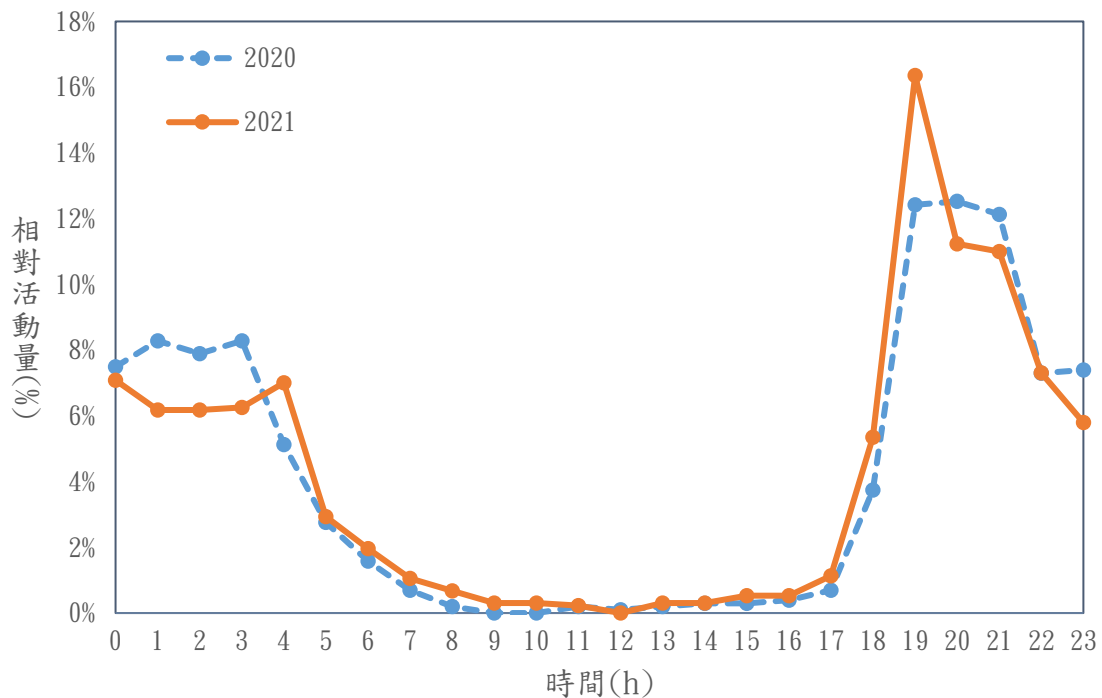


圖 47. 玉山國家公園塔塔加地區跟人類活動重疊的相機點 2020 年 5-7 月(n = 1014)及 2021 年 5-7 月(n=1327)的臺灣水鹿活動模式。

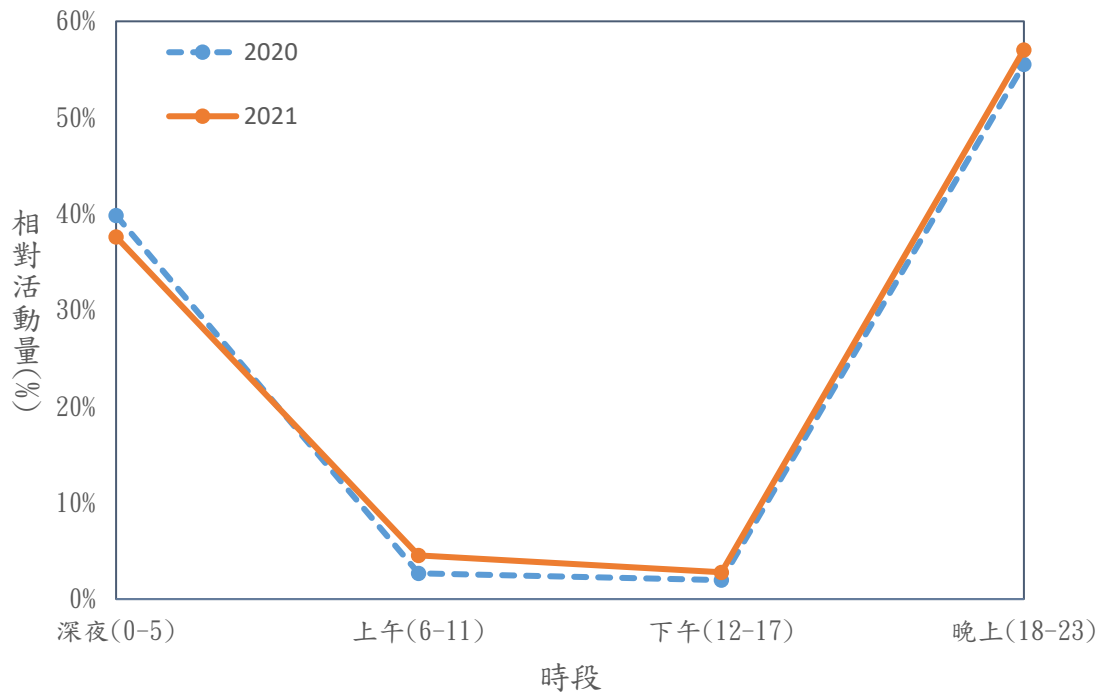


圖 48. 玉山國家公園塔塔加地區跟人類活動重疊的相機點 2020 年 5-7 月(n = 1014)及 2021 年 5-7 月(n=1327)的臺灣水鹿分時段活動模式。

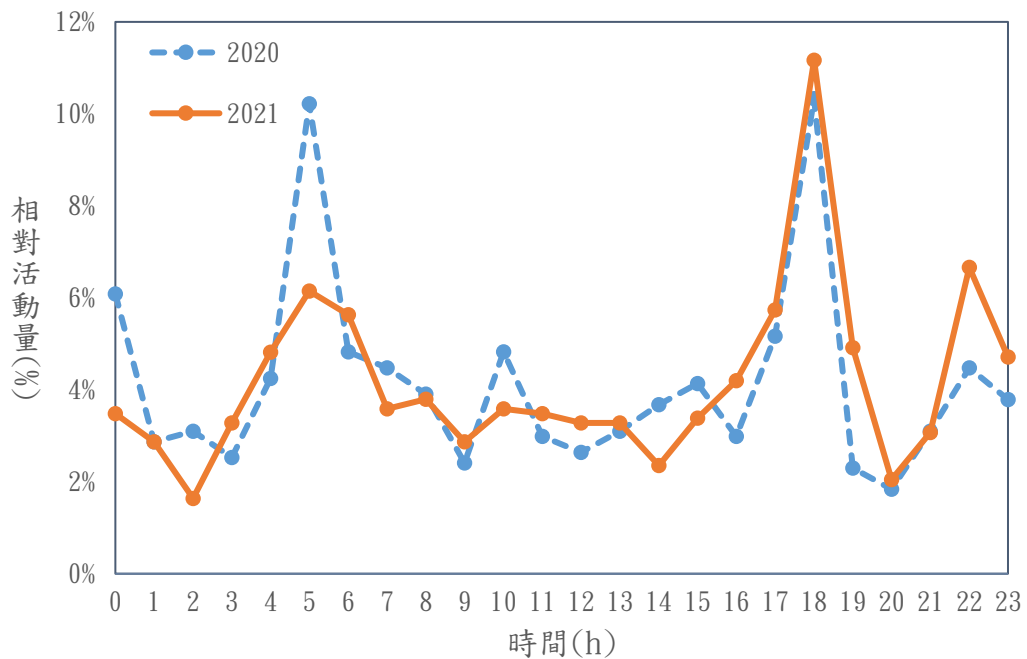


圖 49. 玉山國家公園塔塔加地區跟人類活動重疊的相機點 2020 年 5-7 月(n = 871)及 2021 年 5-7 月(n=976)的山羌活動模式。

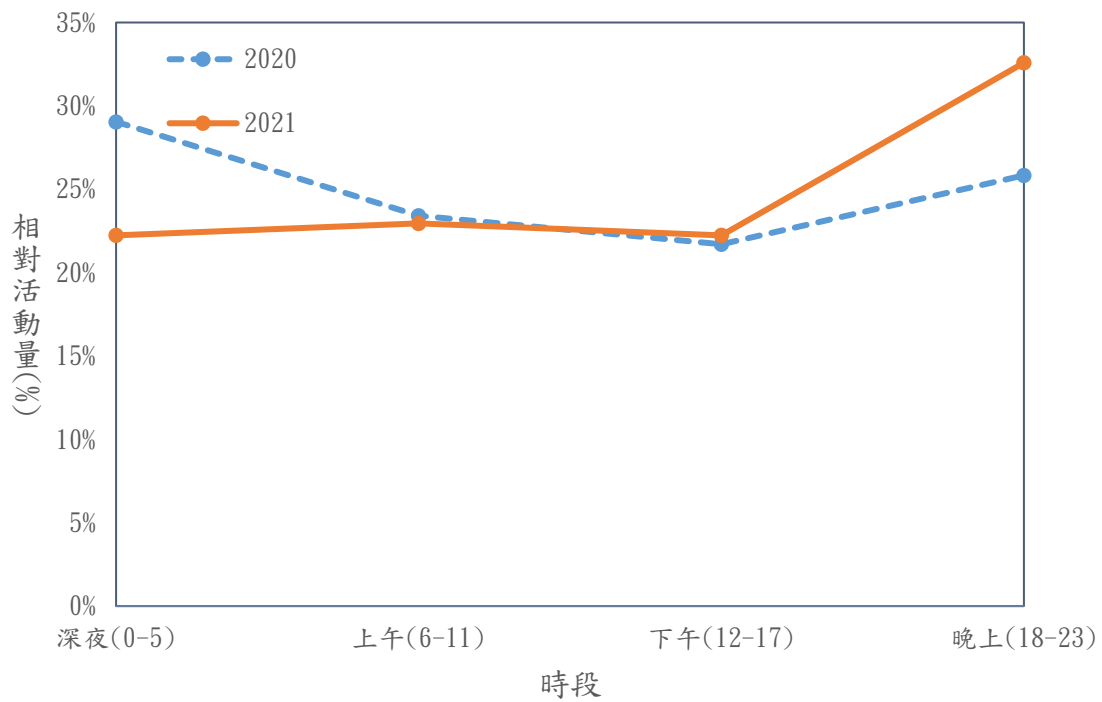


圖 50. 玉山國家公園塔塔加地區跟人類活動重疊的相機點 2020 年 5-7 月(n = 871)及 2021 年 5-7 月(n=976)的山羌分時段活動模式。

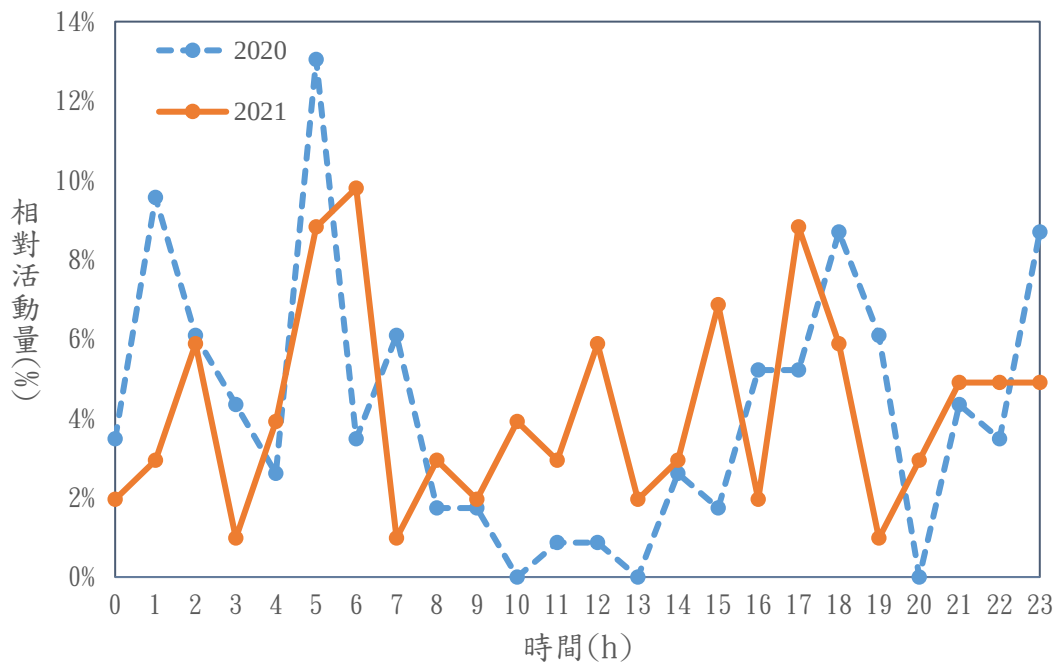


圖 51. 玉山國家公園塔塔加地區跟人類活動重疊的相機點 2020 年 5-7 月(n = 115)及 2021 年 5-7 月(n=102)的臺灣野山羊活動模式。

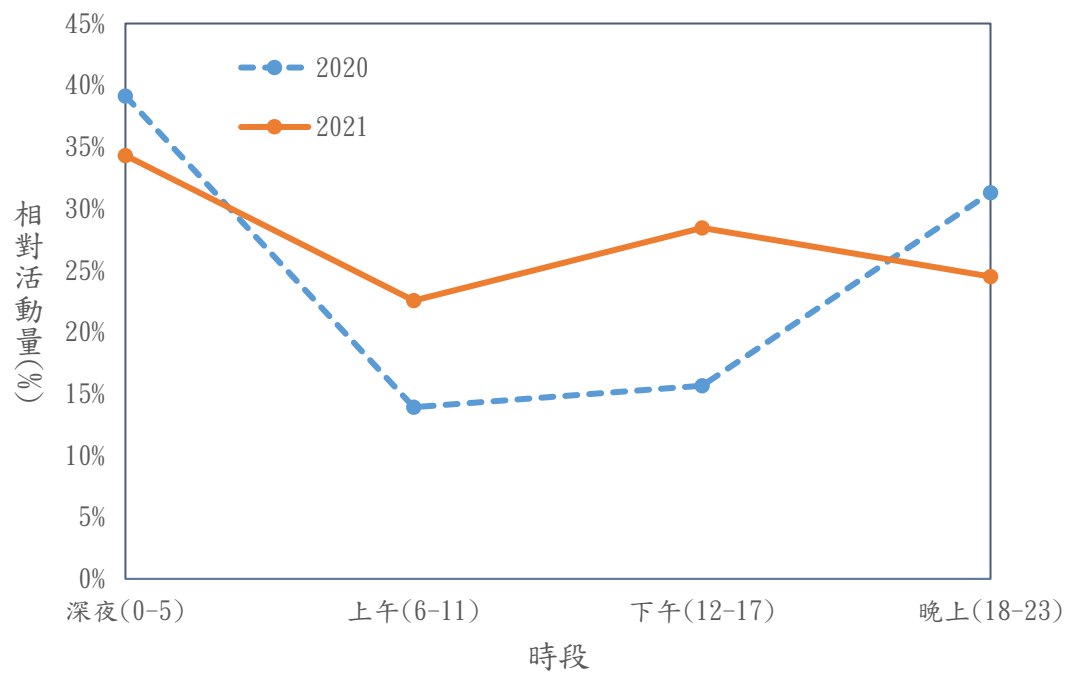


圖 52. 玉山國家公園塔塔加地區跟人類活動重疊的相機點 2020 年 5-7 月(n = 115)及 2021 年 5-7 月(n=102)的臺灣野山羊分時段活動模式。

(二) 塔塔加地區植群調查與分析

1. 樣區設置與調查

本研究於塔塔加地區共設置 15 個 20 m × 20 m 長期監測樣區(圖 53)，共調查 6 種森林植物社會和玉山箭竹為優勢灌叢草生地植物社會。其中，3 個臺灣雲杉樣區為曾彥學(1991)於玉山登山口旁研究之臺灣雲杉天然林，可提供了解中大型草食動物對臺灣雲杉族群更新之影響。依曾喜育&曾彥學(2019)於塔塔加地區植物社會調查結果，針對臺灣鐵杉(3 個)、臺灣華山松-臺灣二葉松(3 個)等針葉林，玉山箭竹優勢的灌叢草生地植物社會(3 個)，以及高山鴨腳木(1 個)、厚葉柃木(*Eurya glaberrima*) (1 個)及玉山假沙梨 (1 個)植群型等相對均質的闊葉林進行樣區設置(表 13)。

塔塔加地區長期監測樣區共調查 65 科 168 種植物，包括蕨類植物 15 科 53 種，裸子植物 3 科 6 種，雙子葉植物 38 科 88 種，單子葉植物 9 科 21 種(附錄二)。

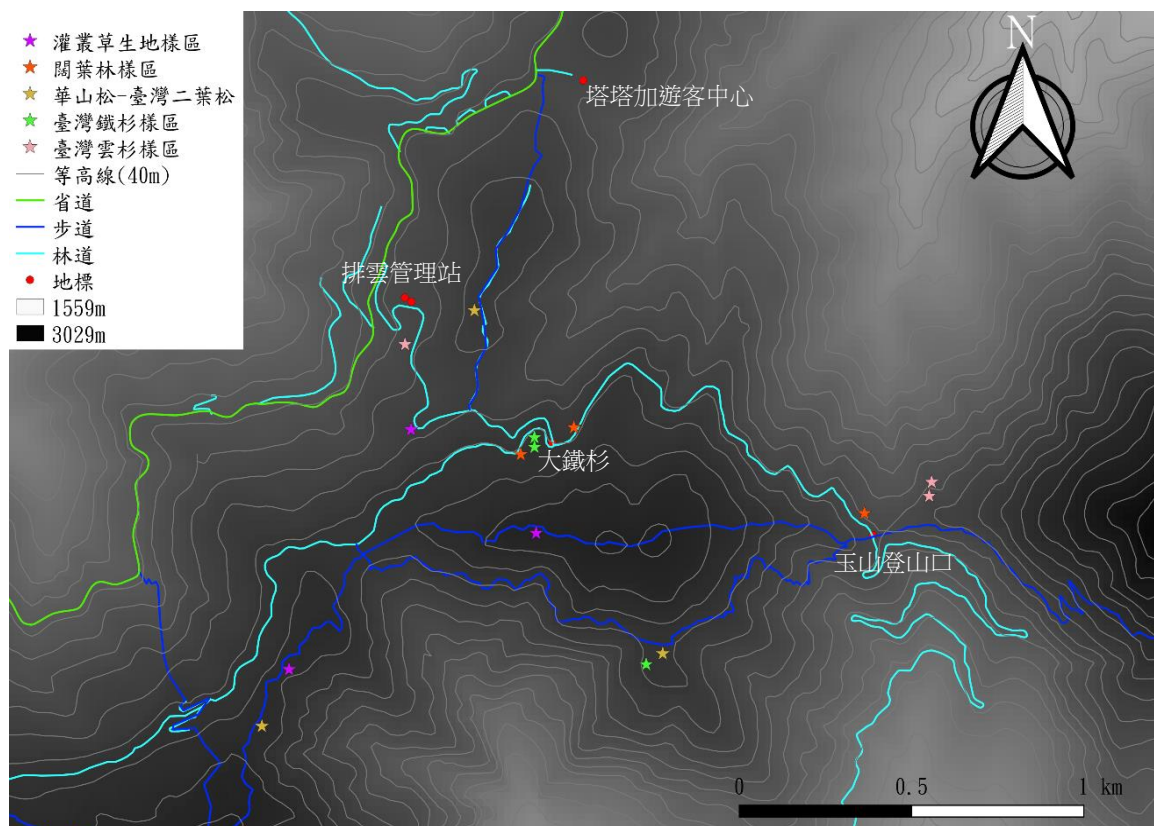


圖 53. 玉山國家公園塔塔加地區長期監測樣區位置。

表 13. 玉山國家公園塔塔加地區長期監測樣區資料表

	座標(WGS84)	坡度(°)	坡向(°)	海拔(m)
臺灣雲杉樣區 1	(23.47675, 120.90157)	22	350	2607
臺灣雲杉樣區 2	(23.47711, 120.90164)	21	305	2594
臺灣雲杉樣區 3	(23.48067, 120.88667)	28	298	2645
臺灣華山松-臺灣二葉松 樣區 1	(23.47077, 120.88261)	23	336	2733
臺灣華山松-臺灣二葉松 樣區 2	(23.48155, 120.88864)	26	310	2735
臺灣華山松-臺灣二葉松 樣區 3	(23.47266, 120.894)	6	70	2794
臺灣鐵杉樣區 1	(23.47826, 120.89035)	29	290	2750
臺灣鐵杉樣區 2	(23.47801, 120.89035)	10	53	2753
臺灣鐵杉樣區 3	(23.47238, 120.89353)	9	260	2740
高山鴨腳木樣區	(23.47852, 120.89147)	17	295	2772
玉山假沙梨樣區	(23.4763, 120.89973)	18	155	2814
厚葉柃木樣區	(23.47782, 120.88996)	34	45	2638
灌叢草生地樣區 1	(23.47224, 120.88338)	26	325	2722
灌叢草生地樣區 2	(23.47578, 120.8904)	24	180	2735
灌叢草生地樣區 3	(23.47441, 120.88518)	30	110	2782



圖 54. 玉山國家公園塔塔加地區長期監測樣區現地照片。a.臺灣華山松-臺灣二葉松植群型；b.臺灣雲杉植群型；c.臺灣鐵杉植群型；d.高山鴨腳木植群型；e.玉山假沙梨植群型；f.厚葉桧木植群型；g.玉山箭竹灌叢草生地植群型；h. 臺灣水鹿之排遺。

2. 族群結構

塔塔加地區 12 個森林長期監測樣區共調查到 512 株 DBH>1 cm 的林木，本研究針對數量相對優勢的樹種，依胸徑建立徑級分布，以瞭解各主要族群結構狀態，推估族群消長狀態。結果顯示絕大多數的樹種具有左偏的鐘型分布(圖 55)，僅厚葉柃木的族群結構呈現反 J 型，顯示這些具左偏鐘型分布徑級結構的樹種更新受阻，可能受到其他樹種競爭或地被植物抑制，致使幼齡期個體數量較低。調查分析發現，多數樣區地被層優勢物種皆為玉山箭竹；賴國祥(1982)指出玉山箭竹嫩葉進形成分分析發現其會分泌阿魏酸、士林格酸、香蘭酸、酚乙酸等 4 種有毒物質，但隨著玉山箭竹植株成熟毒他物質含量也明顯下降。玉山箭竹族群對當地植群的影響可能不僅於分泌有毒物質，許多對臺灣高山草生地的研究則指出，玉山箭竹的走莖拓殖策略和其厚密的枯落物堆積使其他物種難以與之競爭空間及養分(謝宗欣, 2005; 歐辰雄, 2006; 王偉等, 2013)。

由於研究區的針葉樹種多為陽性至中性樹種(呂勝由&陳舜英, 1996)，除了地被層優勢植物對其幼苗及稚樹的競爭外，林分鬱閉後的更新也受到抑制；其中，臺灣雲杉族群的徑級分布與過去研究大致相似(曾彥學, 1991)，在胸徑 10-30 cm 有較多的個體分布，在較大徑級處尚呈現一個小型的鐘型分布，此可能為不同時期個體更新差異，或族群受到颱風等擾動所致。曾彥學(1991)認為臺灣雲杉族群徑級分布由左偏鐘型分布漸漸往右形成對稱的鐘形分布進行，推測是稚樹的天然疏伐影響；經過 30 年環境變遷，臺灣雲杉族群仍大致維持相似的徑級分布，推測由於稚樹仍持續的補充。調查發現，多數的森林植群樣區地被主要為玉山箭竹優勢組成，玉山箭竹在林下呈現植株較高且密集的生長型式，這種生長型式對於林木的更新造成相當大的抑制作用；僅臺灣華山松-臺灣二葉松植群型生長在短草或玉山箭竹較稀疏處，其稚樹都相對其他族群多。

高山鴨腳木與玉山杜鵑(*Rhododendron pseudochrysanthum*)雖在臺灣鐵杉林下相當常見，但形成幾近純林則相對較少(歐辰雄等, 2003); 歐辰雄等(2003)於大雪山地區調查發現，高山鴨腳木與玉山杜鵑常與臺灣鐵杉小徑木形成混生低矮林冠。塔塔加地區所調查到的高山鴨腳木亦常生長於臺灣鐵杉林中，然而因兩者常屬於下層林木，故在族群結構組成較為鬆散，數量也相對另外兩個闊葉樹植群少。

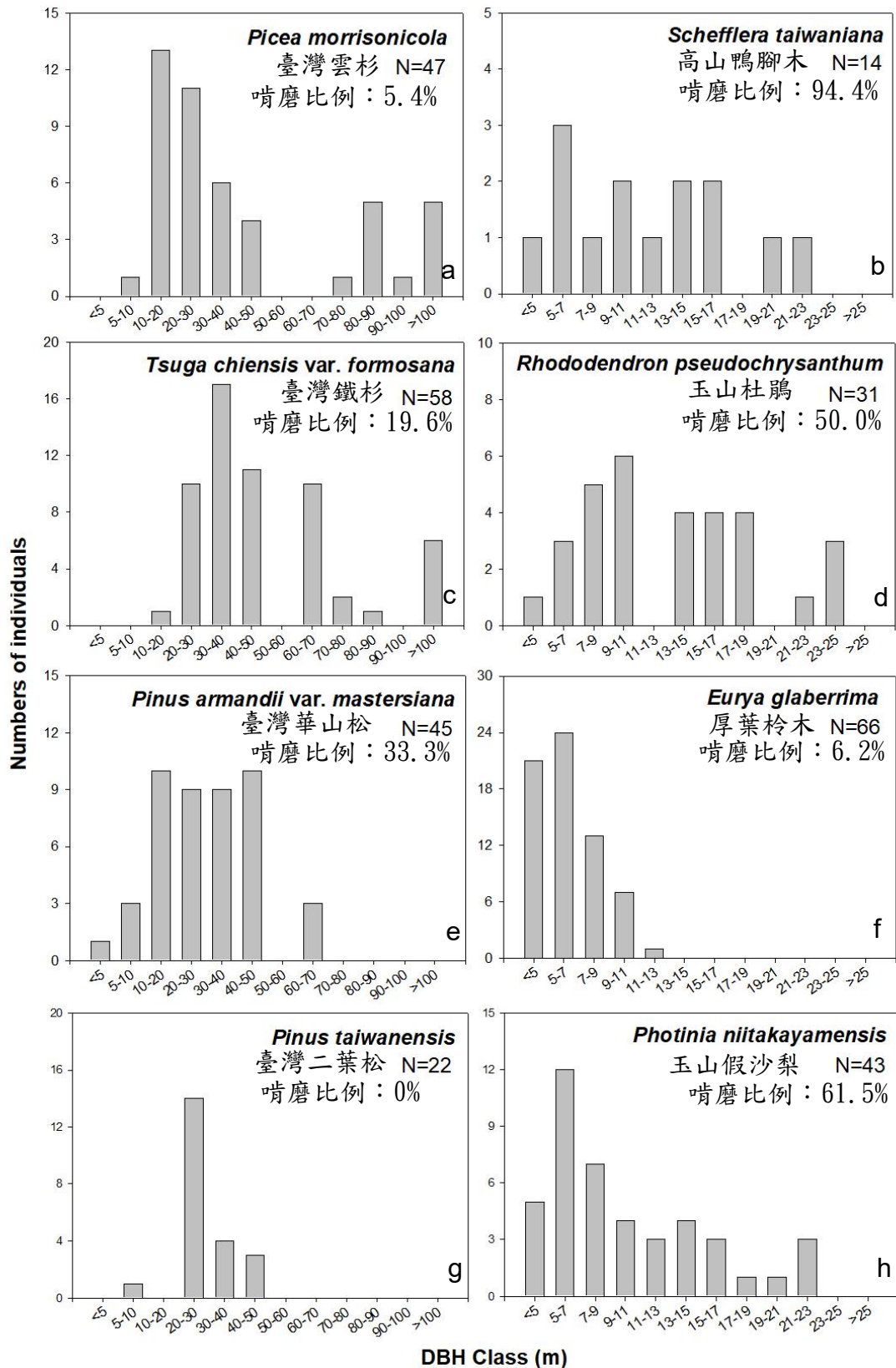


圖 55. 玉山國家公園塔塔加地區長期監測樣區內不同族群之徑級分布圖。右上角代表不同族群之學名，N 為個體數量；左欄為裸子植物，右欄為被子植物。

厚葉桫欏木屬於小喬木，徑級分布呈現反 J 型，顯示厚葉桫欏木族群具有自我更新的能力，反映在其較高的耐陰性。玉山假沙梨的耐陰性較厚葉桫欏木低，致使玉山假沙梨在 1-5 cm 徑級的株數較少；然而本研究調查發現，玉山假沙梨受到臺灣水鹿等啃食樹皮或磨角的壓力非常大，此可能為玉山假沙梨小徑級稚樹株數劇減的主因。

3. 森林長期監測樣區物種多樣性

森林長期監測樣區物種多樣性分析顯示(表 14)，臺灣雲杉植群型物種多樣性相對較高，其次為臺灣華山松-臺灣二葉松植群型，玉山假沙梨及厚葉桫欏木植群型為闊葉植群型中上木物種多樣性較高，臺灣鐵杉植群型之物種多樣性則普遍較低。臺灣雲杉植群型的林下環境較為開闊，部分玉山木薑子、高山新木薑子等闊葉樹分布外，玉山箭竹零星鑲嵌體於林下。呂勝由&陳舜英(1996)對全島臺灣雲杉林物種組成及分布進行探討發現，玉山箭竹於海拔約 2,600 m 分布頻度有隨海拔上升而增加趨勢，較高海拔的臺灣雲杉林因玉山箭竹地被過於優勢，致使物種多樣性明顯下降。

表 14. 玉山國家公園塔塔加地區長期監測樣區上木物種多樣性表

樣區	株數	SDI	胸高斷面積(cm ²)	物種數	H	均勻度指數	植群型
1	33	44.04	44574.06	103(11)	0.92	0.89	臺灣雲杉
2	47	82.11	192137.97	102(12)	0.99	0.92	臺灣雲杉
3	16	37.73	24351.57	61(2)	0.10	0.34	臺灣雲杉
4	22	38.57	26604.74	21(4)	0.47	0.78	臺灣鐵杉
5	15	61.13	94592.29	16(3)	0.37	0.78	臺灣鐵杉
9	9	98.44	396035.36	36(4)	0.50	0.83	臺灣鐵杉
6	9	25.97	13312.95	25(3)	0.41	0.85	臺灣華山松-臺灣二葉松
7	48	42.29	24016.00	20(10)	0.82	0.82	臺灣華山松-臺灣二葉松
8	43	32.81	16285.14	21(8)	0.74	0.82	臺灣華山松-臺灣二葉松
10	40	32.02	11199.16	33(9)	0.78	0.81	厚葉桫欏木
11	17	32.90	29795.58	77(6)	0.74	0.96	玉山假沙梨
12	7	12.90	10194.13	53(2)	0.18	0.59	高山鴨腳木

註: SDI 為林分密度指數，H 為 Shannon-Wiener 多樣性指數，()內為上木物種數。

地被植物物種數以臺灣雲杉植群型最多，平均地被物種數達 84.3 種，在靠近玉山登山口的臺灣雲杉植群型平均地被物種數為 97 種，以玉山箭竹與海螺菊(*Ellisiophyllum pinnatum*)為優勢種；其次為玉山假沙梨植群型(75 種)，高山鴨腳木植群型(52 種)。除臺灣雲杉植群型有 1 樣區的地被優勢物種為海螺菊外，其他樣區地被優勢種為玉山箭竹；玉山箭竹優勢度越高的樣區，其物種數多為呈現較低。曾喜育&曾彥學(2019)指出，以玉山箭竹為優勢時，其他地被物種組成會明顯減少，且多以蕨類或耐陰之物種為主。

本研究將林分密度與物種多樣性進行分析顯示(圖 56)，林木株數與 Shannon-Wiener 物種多樣性呈現顯著正相關，Shannon-Wiener 物種多樣性指數、物種數與林分密度指數、胸高斷面積相關不顯著，可能顯示隨著單位面積喬木層的株數增加，林木種類有增加的趨勢，這些增加的樹種多為第二層或第三層的冠層樹種，大多屬於小喬木或灌木，可能因其胸高斷面積較小，故與物種多樣性相關性較低。

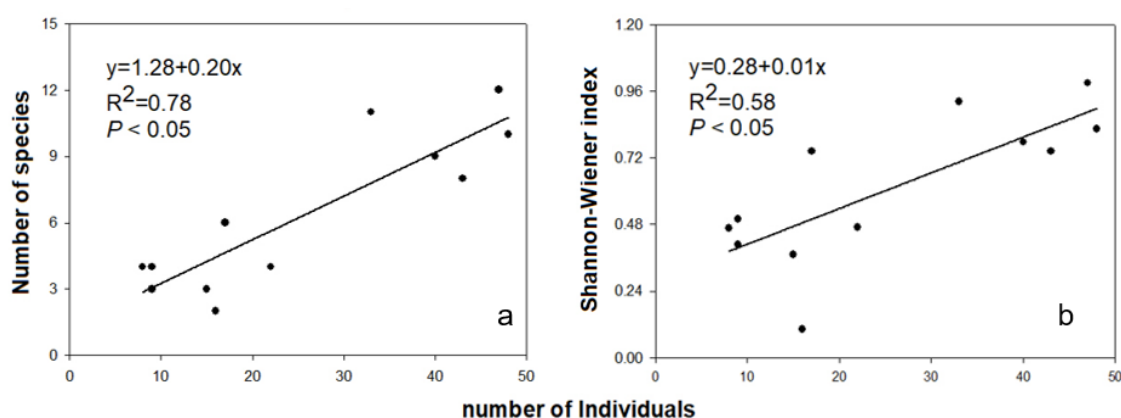


圖 56. 玉山國家公園塔塔加地區長期監測樣區物種數、物種多樣性指數與喬木株數之散佈圖。

(三) 中大型草食性動物對植群的影響

1. 灌叢草生地長期監測環境設置

研究團隊已架設 3 個 20 m × 20 m 的灌叢草生地長期監測樣區，優勢植物為玉山箭竹，並於 2020 年 3 月與 2021 年 4 月分別進行灌叢草生地樣區植被高度測量，經過一年變化時間植被高度差異變化趨勢不大(圖 57)。透過紅外線自動照相機可觀察到臺灣水鹿於玉山箭竹的灌叢草生地的 OI 值較高，夜晚於灌叢草生地活動及覓食，雖於此地覓食頻度較高，但對於植被高度變化的影響不明顯，可能觀察時間尚短所致。植被高度界線改變原因尚有環境因子(如：乾旱、極端氣候)、動物活動(如：踩踏、啃食)、人為影響(如：除草、遊客踐踏)等，將透過長期監測以釐清影響植被高度變化的因素。

2. 臺灣水鹿啃食或磨角樹皮觀察

(1) 玉山林道(大鐵杉-鹿林山莊段)兩側每木啃磨調查結果

本研究自於玉山林道大鐵杉-鹿林山莊路段兩旁共調查 18 種樹種 840 棵林木，主要組成由紅檜、玉山假沙梨、臺灣華山松及褐毛柳等組成(表 15)。調查 2019 年 10 月 5 日至 2019 年 10 月 7 日止有 223 棵林木，啃磨比例為 26.55%，啃磨痕跡樹種多集中於玉山假沙梨(60 棵)、臺灣華山松(48 棵)、褐毛柳(51 棵)及山櫻花(31 棵)，林道兩旁數量最多的紅檜僅 8 棵有啃磨痕跡。由相同樹種遭啃磨比例進行分析發現，啃磨痕跡比例分布不均勻，部分樹種啃磨率可高達 100%，如高山鴨腳木；有些樹種如紅檜(4.19%)、厚葉桉木(1.59%)等樹種遭啃磨率卻極低，比例相差懸殊。

為了解臺灣水鹿的啃磨是否具有樹種偏好性，本研究針對不同樹種受臺灣水鹿影響之啃磨期望進行檢定分析發現，樹種與臺灣水鹿啃磨與否的相關性達到顯著水準($p < 0.05$)，即可說明臺灣水鹿對於啃磨樹種具有選擇偏好。進一步將樹種區分成闊葉樹及針葉樹，可觀察到闊葉樹的實際啃磨數量高於其啃磨期望表示，臺灣水鹿對塔塔加地區玉山林道大鐵杉-鹿林山莊路段兩旁林木具顯著偏好啃磨闊葉樹種($p < 0.05$)。與前人研究比較，翁國精等(2011)楠溪林道調查發現，紅檜人工林受臺灣水鹿啃磨環剝造成林木死亡的現象，而在海拔較高玉山林道兩旁的紅檜數量豐富，但臺灣水鹿啃磨偏好選擇林道兩旁分布的闊葉樹如玉山假沙梨、褐毛柳、山櫻花等，此現象可能顯示著紅檜並非臺灣水鹿首選樹種。

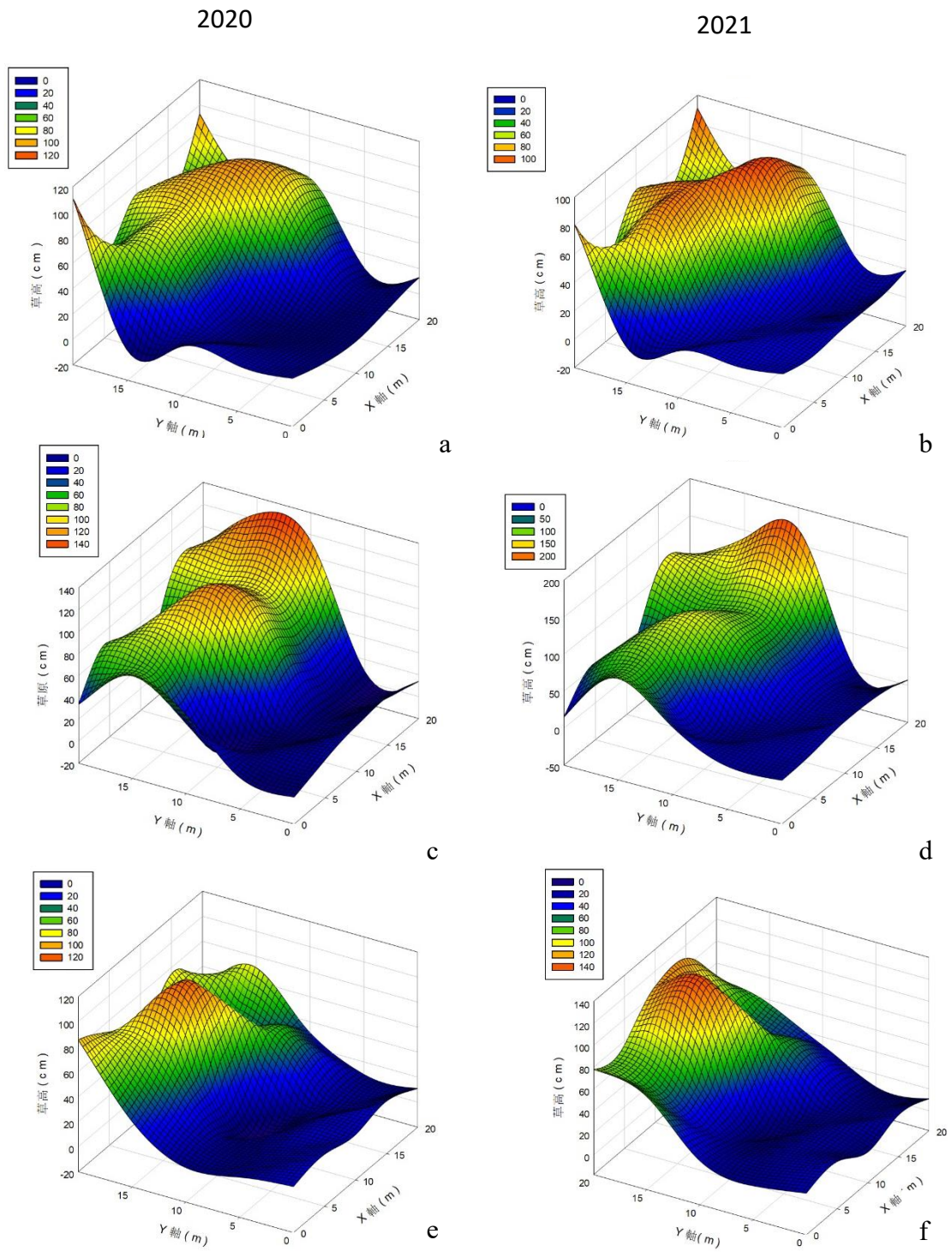


圖 57. 玉山國家公園塔塔加地區灌叢草生地長期監測樣區之 3D 植群高度圖。
a&b.第一樣區；c&d.第二樣區；e&f.第三樣區。

表 15. 玉山國家公園塔塔加地區玉山林道 2019 年每木調查結果之樹種總計及分析表

樹種	數量 (棵)	樹種組成比例 (%)	啃磨痕跡(棵)	啃磨比例(%) (棵數/總數)	同一樹種遭啃 磨比例(%)
紅檜	191	22.74	8	0.95	4.19
臺灣華山松	154	18.33	48	5.71	31.17
玉山假沙梨	133	15.83	60	7.14	45.11
褐毛柳	117	13.93	51	6.07	43.59
山櫻花	69	8.21	31	3.69	44.93
厚葉柃木	63	7.50	1	0.12	1.59
臺灣鐵杉	33	3.93	1	0.12	3.03
臺灣二葉松	21	2.50	2	0.24	9.52
臺灣紅榨槭	21	2.50	8	0.95	38.10
玉山杜鵑	12	1.43	0	0	0
臺灣雲杉	8	0.95	3	0.36	37.50
樺葉莢蒾	7	0.83	3	0.36	42.86
高山鴨腳木	6	0.71	6	0.71	100
川上氏小蘗	1	0.12	0	0	0
玉山胡頹子	1	0.12	0	0	0
刺柏	1	0.12	1	0.12	100
紅毛杜鵑	1	0.12	0	0	0
臺灣馬醉木	1	0.12	0	0	0
總計	840	100	223	26.55	

將玉山林道調查樹種之 DBH 進行分級，依照不同胸徑大小區分為 1-5 cm、5-10 cm、10-15 cm、15-20 cm、20-25 cm 及 >25 cm 等 6 個徑級，若同一棵具有不同分枝遭受啃磨，會將其視為不同筆記錄進行統計分析；玉山林道試驗區共調查 1,155 個枝幹(表 16)，最小值為 1 cm、最大值為 87 cm，枝幹徑級多集中於 1-15 cm，佔全部比例的 88.65%，可見玉山林道兩旁多由小徑木所組成。1,155 個枝幹中有 283 個被臺灣水鹿啃磨痕跡(24.50%)，分析不同徑級枝幹受臺灣水鹿啃磨影響發現，枝幹徑級與臺灣水鹿啃磨與否呈顯著相關($p < 0.05$)，即顯示著臺灣水鹿在啃磨枝幹時對於枝幹的徑級具有偏好性，啃磨比例最高為 5-10 cm，且 5-25 cm 實際啃磨的數量高於其啃磨期望值，此結果與前人研究狀況相符(王穎等，2013；翁國精等，2011)，顯示臺灣水鹿在各地區的啃磨有偏好利用小徑級林木的趨勢。

表 16. 玉山國家公園塔塔加地區玉山林道 2019 年每木調查結果之 DBH 總計與分析表

DBH(cm)	數量(枝)	啃磨痕跡(枝)	啃磨比例(%) (枝數/總數)	同一級距遭啃磨 比例(%)
1-5	418	65	5.63	15.55
5-10	422	139	12.03	32.94
10-15	183	46	3.98	25.14
15-20	59	18	1.56	30.51
20-25	35	11	0.95	31.43
>25	38	4	0.35	10.53
總計	1155	283	24.50	

將樹種及徑級進一步進行線性分析，檢測樹種與徑級何者影響臺灣水鹿選擇偏好較大，結果顯示樹種影響較為顯著($p<0.05$)，DBH 則呈現不顯著($p=0.36$)，即代表徑級可能不是臺灣水鹿選擇啃磨時第一考量，但樹種與 DBH 之間的交互作用結果則呈現顯著($p<0.05$)，因此推測臺灣水鹿的偏好性受兩個因子以上所影響。再者，檢視枝幹徑級介於 5-25 cm 的樹種發現，這一類多屬玉山假沙梨、褐毛柳等具有萌蘗樹種。

本團隊於 2020 年 9 月 19 日至 20 日進行第二次玉山林道樣木複查，與 2019 年度啃磨資料相比，840 棵樣木中有 23 棵樣木死亡，148 棵為新增之啃磨痕跡，扣除死亡及遺失的樣木數後，受啃磨損害林木數量為 317 棵，林木啃磨率增加到 38.85%(表 17)，以褐毛柳死亡數量最多，共計 8 棵，除去死亡的樣木，其他仍有 48 棵樣木受到環剝但未死亡，死亡林木數量可能會持續增加。啃磨樹種集中於玉山假沙梨(99 棵)、臺灣華山松(73 棵)、褐毛柳(62 棵)、山櫻花(40 棵)；其中，玉山假沙梨新增啃磨痕跡有 41 棵，啃磨比率增加至 76.74%，為啃磨比例最高的樹種。臺灣紅榨槭(*Acer morrisonense*)受損比率亦增加三成左右，啃磨比率增加至 70%。其他主要樹種則啃磨比率新增 13-15%。紅檜雖然在玉山林道兩旁的株數最多，但受臺灣水鹿損害比例相對較少，林木受損程度為落在第一級至第三級之間，受臺灣水鹿環剝的樹種以玉山假沙梨與褐毛柳為主。

表 17. 玉山國家公園塔塔加地區玉山林道 2020 年每木調查結果之樹種總計及分析表

樹種	數量 (棵)	樹種組成 比例(%)	啃磨痕跡(棵)	啃磨比例(%) (棵數/總數)	同一樹種遭 啃磨比例(%)
紅檜	188	23.04	10	1.23	5.32
臺灣華山松	148	18.14	73	8.95	49.32
玉山假沙梨	129	15.81	99	12.13	76.74
褐毛柳	110	13.48	62	7.60	56.36
山櫻花	68	8.33	40	4.90	58.82
厚葉柃木	62	7.60	0	0	0
臺灣鐵杉	32	3.92	6	0.74	18.75
臺灣二葉松	23	2.82	2	0.25	8.70
臺灣紅榨槭	20	2.45	14	1.72	70
玉山杜鵑	12	1.47	0	0	0
臺灣雲杉	9	1.10	2	0.25	22.22
樺葉莢蒾	7	0.86	4	0.49	57.14
高山鴨腳木	3	0.37	3	0.37	100
川上氏小蘗	1	0.12	0	0	0
玉山胡頹子	1	0.12	0	0	0
刺柏	1	0.12	1	0.12	100
紅毛杜鵑	1	0.12	0	0	0
臺灣馬醉木	1	0.12	0	0	0
總計	816	100	317	38.85	

在玉山林道記錄的 1,121 個枝幹中，有 400 個枝幹記錄到啃磨痕跡(表 18)，比起 2019 年所記錄增加 117 個枝幹，啃磨比率為 35.68%；其中，啃磨傷口長度平均為 78.29 ± 51.83 cm，最大值可達 256 cm，離地最高平均為 131.22 ± 37.09 cm，最大值為 257 cm，顯示臺灣水鹿對於 3 m 以下的樹幹均有危害的可能。臺灣水鹿偏好胸徑為 5-25 cm，與先前調查結果相符，啃磨偏好大小並無太大改變，對於小徑級林木危害仍較大。

本團隊於 2021 年 10 月 10 日至 11 日進行第三次玉山林道兩旁林木的複查，840 棵樣木中有 83 棵樣木死亡，8 棵樣木遺失，相較於 2020 年度的啃磨資料，林木死亡數增加了 60 棵，其中褐毛柳死亡數量最多(35 棵)，其次為玉山假沙梨(14 棵)、山櫻花(10 棵)等樹種死亡樹樣較多。扣除掉死亡及遺失的樣木後，2021 年度共調查到 387 棵樣木具有啃磨痕跡，林木受啃磨率上升

表 18. 玉山國家公園塔塔加地區玉山林道 2020 年每木調查結果之 DBH 總計與分析表

DBH(cm)	數量(枝)	啃磨痕跡(枝)	啃磨比例(%) (枝數/總數)	同一級距遭啃磨 比例(%)
1-5	370	77	6.87	20.81
5-10	407	203	18.11	49.88
10-15	197	73	6.51	37.06
15-20	63	21	1.87	33.33
20-25	46	19	1.69	41.30
25-30	15	2	0.18	13.33
>30	23	5	0.45	21.74
總計	1121	400	35.68	

至 51.53%(表 19)，較上年度的林木啃磨率上升了 12.68%，各樹種的受啃磨率均有上升，其中以玉山假沙梨與臺灣紅榨槭受啃磨率已超過九成，而褐毛柳與山櫻花的受啃磨率亦超過七成。

在臺灣水鹿偏好樹種未受啃磨數量減少下，可以觀察到原本於玉山林道不受啃磨偏好的紅檜，在 2020 年 9 月至 2021 年 10 月間受啃磨數量增加 30 棵，受啃磨率上升約 15%，顯示臺灣水鹿因其他偏好樹種大多已被啃磨，開始有轉移啃磨壓力至其他樹種的情形，推測後續若玉山林道兩旁臺灣水鹿偏好樹種皆遭啃磨後，臺灣水鹿應會增加林木的重複啃磨，若這些遭啃磨樹種受害嚴重致死，臺灣水鹿將轉移啃磨其他樹種，如紅檜。王穎等(2015)推測臺灣水鹿族群數量高低與林木啃食頻度並無顯著相關，與特定個體對於樹皮成分需求相關，楠溪林道地區發現樹木啃食頻度高峰與雄鹿解角、茸角期個體數呈顯著正相關，因此當地臺灣水鹿啃食樹皮可能與長角期間須從樹皮中攝取特定養分。

比較 2019 年至 2021 年玉山林道兩旁林木啃磨狀態發現，臺灣水鹿對於林木危害呈明顯上升趨勢，林木整體受啃磨率已超過五成，林道兩旁主要以闊葉樹種受損較為嚴重，但厚葉鈴木仍不受臺灣水鹿偏好，針葉樹種以臺灣華山松受損數量較多 (表 19)，紅檜、臺灣鐵杉等較不受臺灣水鹿啃磨偏好，與南二段地區、楠溪林道等鄰近地區偏好樹種不同(王穎等，2014；翁國精，2011)，但近期本團隊發現紅檜受啃磨數量有明顯增加的現象，因此在其他偏

好樹種大部分受啃磨的情形下，塔塔加地區臺灣水鹿出現啃磨樹種轉移的情形。林木重複啃磨的株數目前觀察到約有 20 棵(DBH=11.57 ± 3.96 cm)，所占比率並不高，可能原因為玉山林道旁尚有一定數量的林木未被臺灣水鹿啃磨，或是已被啃磨林木的樹皮被覆位置、或被覆面積較小，不利於臺灣水鹿啃磨；因此，臺灣水鹿可能會優先選擇樹皮完好的林木。

表 19. 玉山國家公園塔塔加地區玉山林道 2019-2021 年樣木數量與啃磨比例表

樹種	數量(棵)			同一樹種遭啃磨比例(%)		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
紅檜	190 (8)*	188 (10)	188 (40)	4.10	5.32	21.28
臺灣華山松	152 (48)	148 (73)	142 (93)	31.17	49.32	65.49
玉山假沙梨	133 (60)	129 (99)	114 (104)	45.11	76.74	91.23
褐毛柳	117 (51)	110 (62)	82 (62)	43.59	56.36	75.61
山櫻花	69 (31)	68 (40)	61 (42)	44.93	58.82	71.19
厚葉柃木	63 (1)	62 (0)	59 (1)	1.59	0	1.64
臺灣鐵杉	33 (1)	32 (6)	29 (9)	3.03	18.75	31.03
臺灣二葉松	23 (2)	23 (2)	23 (6)	8.70	8.70	26.09
臺灣紅榨槭	21 (8)	20 (14)	18 (17)	38.10	70	94.44
玉山杜鵑	12 (0)	12 (0)	12 (1)	0	0	8.33
臺灣雲杉	9 (3)	9 (2)	9 (2)	33.33	22.22	22.22
樺葉莢蒾	7 (3)	7 (4)	6 (6)	42.86	57.14	100
高山鴨腳木	6 (6)	3 (3)	3 (3)	100	100	100
川上氏小蘗	1 (0)	1 (0)	1 (0)	0	0	0
玉山胡頹子	1 (0)	1 (0)	1 (0)	0	0	0
刺柏	1 (1)	1 (1)	1 (1)	100	100	100
紅毛杜鵑	1 (0)	1 (0)	1 (0)	0	0	0
臺灣馬醉木	1 (0)	1 (0)	1 (0)	0	0	0
總計	840 (223)	816 (317)	751 (387)			

*注：()內為受啃磨林木數量

因 2021 年調查後發現有許多林道旁林木已死亡，或是有分岔死亡，形成枯立木於路旁，並已有出現斷枝於林道旁(圖 58)，大部分死亡的樣木有受臺灣水鹿啃磨痕跡，且受嚴重啃磨的林木生長勢大多呈現不佳的狀態，受損嚴重之林木對環境氣候變化影響較為顯著，且受損傷口處易使真菌入侵感染

(Vasiliasukas & Stenlid, 1998)，形成幹腐病，在強陣風吹拂下較容易導致林木斷裂倒塌(Cukor et al., 2019)，玉山林道兩旁目前有許多枯立木，其中不乏 DBH 大於 10cm，當颱風或連日劇烈天氣影響後易造成林木倒塌，玉山林道為許多遊客行走健行之步道，因此本團隊建議管理處可先行處理玉山林道兩旁之枯立木，以免倒塌造成意外。



圖 58. 玉山國家公園塔塔加地區玉山林道旁的枯立木與斷枝。



圖 59. 玉山國家公園塔塔加地區玉山林道 2019 年與 2020 年樣木狀態差異比較。a. 樣木 614 號褐毛柳 2019 年啃磨照片對照圖；b. 2020 年受臺灣水鹿重複啃食後之傷口；c&d. 褐毛柳樣木 669 號 2019 年與 2020 年之差異。

(2) 長期監測樣區林木臺灣水鹿啃磨分析

本研究依塔塔加地區臺灣雲杉林型、臺灣華山松-臺灣二葉松林型、臺灣鐵杉林型、闊葉樹林型等 4 種分別各設置 3 區 20 m × 20 m 的長期監測樣區，並進行上木 XY 軸分布位置與上木啃磨調查，以下以各林型分別進行討論：

a. 臺灣雲杉林樣區

臺灣雲杉林樣區共調查 16 種 129 棵樣木(表 20)，其中有 43 棵觀察到有啃磨痕跡(33.33%)。除去一些因樣本數太少的樹種，可發現樣區內紅檜樣木啃磨狀況較為嚴重，16 棵樣木均有啃磨痕跡，啃磨率達 100%；其中有 1 棵遭環剝，受損等級多在第 3 級(7 棵)，紅檜的實際啃磨情況大於其啃磨期望，顯示臺灣水鹿在臺灣雲杉樣區內較為偏好紅檜。分析比較所有樹種的啃磨期望後，顯示臺灣水鹿在臺灣雲杉林具有啃食偏好($p < 0.05$)。目前觀察結果發現，塔塔加地區的臺灣雲杉較不受臺灣水鹿的啃磨偏好，臺灣水鹿偏好胸徑較小且分布

表 20. 玉山國家公園塔塔加地區臺灣雲杉林長期監測樣區啃磨樹種比例分析表

樹種	數量(棵)	樹種組成 比例(%)	啃磨痕跡 (棵)	啃磨比例(%) (棵數/總數)	同一樹種遭 啃磨比例(%)
臺灣雲杉	45	34.88	2	1.55	4.44
玉山木薑子	21	16.28	8	6.2	38.1
紅檜	16	12.4	16	12.4	100
高山新木薑子	12	9.3	4	3.1	33.33
薄葉柃木	8	6.2	1	0.78	12.5
異葉木犀	6	4.65	4	3.1	66.67
樺葉莢蒾	4	3.1	4	3.1	100
南投小蘗	4	3.1	0	0	0
厚葉柃木	4	3.1	0	0	0
玉山假沙梨	2	1.55	0	0	0
小實女真	2	1.55	2	1.55	100
山豬肝	1	0.78	0	0	0
五蕊虎皮楠	1	0.78	1	0.78	100
太平山莢蒾	1	0.78	1	0.78	100
早田氏冬青	1	0.78	0	0	0
臺灣華山松	1	0.78	0	0	0
總計	129	100	43	33.33	

較為稀疏的紅檜；其他闊葉樹如玉山木薑子、高山新木薑子、異葉木犀 (*Osmanthus heterophyllus*) 等實際啃磨情況大於其啃磨期望，顯示除了紅檜外，這 3 種林木亦是臺灣水鹿啃磨偏好的樹種選擇。

b. 臺灣華山松-臺灣二葉松林樣區

臺灣華山松-臺灣二葉松林共調查 13 種 214 棵樣木(表 21)，其中 24 棵林木有啃磨痕跡(11.21%)，是 4 種監測樣區中臺灣水鹿啃磨率最低的。其中，臺灣華山松 29 棵樣木有 10 棵被啃磨，是此林型較易被啃磨的樹種；樹種與臺灣水鹿啃磨與否檢定結果顯示，臺灣華山松在此型樣區具有臺灣水鹿啃磨偏好的樹種($p<0.05$)。臺灣華山松-臺灣二葉松型是塔塔加地區的優勢森林植群組成，可以明顯觀察到臺灣二葉松不受臺灣水鹿喜愛，目前推測臺灣二葉松樹皮較厚較粗糙導致臺灣水鹿不喜啃磨，實際原因需後續進行調查分析。

表 21. 玉山國家公園塔塔加地區臺灣華山松-臺灣二葉松林長期監測樣區啃磨樹種比例分析表

樹種	數量 (棵)	樹種組成比 例(%)	啃磨痕跡 (棵)	啃磨比例(%) (棵數/總數)	同一樹種遭 啃磨比例(%)
紅毛杜鵑	87	40.65	0	0	0
臺灣馬醉木	51	23.83	2	0.93	3.92
臺灣華山松	29	13.55	10	4.67	34.48
臺灣二葉松	16	7.48	0	0	0
臺灣雲杉	10	4.67	1	0.47	10
毛果柃木	6	2.8	4	1.87	66.67
臺灣鐵杉	5	2.34	2	0.93	40
玉山假沙梨	4	1.87	3	1.4	75
高山鴨腳木	2	0.93	2	0.93	100
川上氏小蘗	1	0.47	0	0	0
厚葉柃木	1	0.47	0	0	0
紅檜	1	0.47	0	0	0
細枝柃木	1	0.47	0	0	0
總計	214	100	24	11.21	

此外，在臺灣華山松-臺灣二葉松林常有紅毛杜鵑、臺灣馬醉木 (*Pieris taiwanensis*) 等灌木分布，其 DBH 大多小於 5 cm 且叢生在一起，雖然數量豐富但鮮少觀察到臺灣水鹿啃磨痕跡，顯示並非是臺灣水鹿偏好啃磨的樹種。

c. 臺灣鐵杉林樣區

臺灣鐵杉林樣區共調查 7 種 80 棵樣木(表 22)，其中有 12 棵啃磨痕跡 (15.00%)；此林型的樹種與臺灣水鹿啃磨與否不顯著($p=0.67$)，顯示臺灣水鹿在此林型並無顯著的樹種啃磨偏好，臺灣鐵杉的實際啃磨情況與啃磨期望相差無幾。目前在樣區觀察被啃磨的臺灣鐵杉 DBH 大多為 25-40 cm，且啃磨受損等級多為第一級。翁國精等(2011)於駒盆山地區發現臺灣水鹿造成臺灣鐵杉大量死亡的現象，此現象在塔塔加地區尚未發生，可能因塔塔加地區的臺灣鐵杉徑級都屬大徑級，加上有較多樣且數量豐富的闊葉樹提供臺灣水鹿啃磨所致。

表 22. 玉山國家公園塔塔加地區臺灣鐵杉林長期監測樣區啃磨樹種比例分析表

樹種	數量 (棵)	樹種組成 比例(%)	啃磨痕跡 (棵)	啃磨比例(%) (棵數/總數)	同一樹種遭啃磨 比例(%)
臺灣鐵杉	49	61.25	9	11.25	18.37
厚葉桫欏	25	31.25	2	2.5	8
玉山假沙梨	2	2.5	1	1.25	50
異葉木犀	1	1.25	0	0	0
臺灣馬醉木	1	1.25	0	0	0
臺灣雲杉	1	1.25	0	0	0
薄葉桫欏	1	1.25	0	0	0
總計	80	100	12	15.00	

d. 闊葉林樣區

闊葉林樣區共調查 11 種 131 棵樣木(表 23)，52 棵有啃磨痕跡 (39.69%)，啃磨比例為所有監測植物社會樣區中最高的，玉山杜鵑、高山鴨腳木、雲葉 (*Trochodendron aralioides*)、厚葉桫欏等主要組成樹種均有臺灣水鹿的啃磨痕跡。闊葉林樣區的樹種與臺灣水鹿啃磨與否呈現顯著相關($p<0.05$)，高山鴨腳木、雲葉、玉山假沙梨受啃磨比例大於 75%；其中以高山鴨腳木受啃磨比例最高 (93.75%)，且受損等級多在第四級(75-99%)，顯示高山鴨腳木受啃磨壓力大，並已有啃磨致死的現象。有趣的是，樣區中株數最多的厚葉桫欏，其啃磨比例僅 5.88%，可見臺灣水鹿在闊葉樹林具顯著樹種啃磨選擇偏好，此種選擇偏好壓力若大於樹種更新能力，可能會改變森林的樹種組成與演替。

表 23. 玉山國家公園塔塔加地區闊葉林長期監測樣區啃磨樹種比例分析表

樹種	數量 (棵)	樹種組成 比例(%)	啃磨痕跡 (棵)	啃磨比例(%) (棵數/總數)	同一樹種遭啃 磨比例(%)
厚葉柃木	51	38.93	3	2.29	5.88
玉山杜鵑	26	19.85	13	9.92	50
高山鴨腳木	16	12.21	15	11.45	93.75
雲葉	12	9.16	9	6.87	75
玉山假沙梨	5	3.82	4	3.05	80
異葉木犀	5	3.82	3	2.29	60
紅檜	4	3.05	4	3.05	100
高山新木薑子	4	3.05	0	0	0
臺灣馬醉木	4	3.05	0	0	0
臺灣鐵杉	2	1.53	0	0	0
褐毛柳	2	1.53	1	0.76	50
總計	131	100	52	39.69	

綜合所有林型樣區共調查 27 種 554 棵樣木，共有 131 棵樣木記錄到有啃磨痕跡，啃磨率為 23.65%，與同年度玉山林道每木調查的啃磨率(26.55%)差異不大，但啃磨樹種組成有所不同。臺灣水鹿對玉山林道旁的紅檜較不具啃磨偏好，反觀長期監測樣區的紅檜啃磨率卻高達 95.24%，玉山杜鵑亦有相同趨勢，此現象是因地形或環境影響則需更進一步分析探討。高山鴨腳木是塔塔加地區臺灣水鹿的啃磨偏好樹種，比較 2 種調查資料的啃磨率均超過九成，相較其他物種，高山鴨腳木被啃磨的情形最為嚴重，且不分徑級，受損程度大多在三級以上，許多都已遭到環狀剝皮，嚴重影響高山鴨腳木族群結構與天然更新。各林型長期監測樣區林木空間分布圖顯示(圖 60)，臺灣水鹿啃磨林木為隨機分布，原因推測為樹種及 DBH 影響臺灣水鹿選擇較大，森林中樹種分布多為隨機分布，因此啃磨為隨機分布應為正常現象。

森林長期監測樣區複查於 2020 年 10 月 24 日至 25 日進行，共記錄 509 棵林木(表 24)，比第一次調查減少 45 棵樣木，受啃磨林木數量亦減少 22 棵，剩下 109 棵林木有記錄到啃磨痕跡，相較於第一次調查，林木啃磨率從 24.65% 降至 21.41%。此結果與玉山林道沿線複查結果相反，森林長期監測樣區啃磨率不增反減，但玉山杜鵑、玉山假沙梨與雲葉啃磨率上升，高山鴨腳木有 5 棵樣木死亡，受啃磨率達 100%，樣區內受啃磨紅檜死亡數量為 9 棵，主要集中在臺灣雲杉林型當中，上一次調查受損程度高的樣木因生長狀況不良，本

次複查發現許多胸徑較小的被壓木死亡，另有些沒有記錄到啃磨痕跡的林木消失，亦有可能因其他因素生長不良而死亡。

臺灣雲杉林樣區啃磨率為 16.28%，臺灣鐵杉林樣區啃磨率為 11.76%，臺灣華山松-臺灣二葉松林樣區啃磨率為 18.03%，闊葉林樣區啃磨率為 40.18%。在臺灣雲杉林樣區與臺灣鐵杉林樣區的啃磨率有些微下降，臺灣雲杉林中受損較為嚴重的樹種同樣是紅檜，並記錄到有 6 棵紅檜已經死亡；在臺灣華山松-臺灣二葉松林樣區中臺灣華山松受損數量上升，啃磨率亦有些微上升，顯示臺灣水鹿對塔塔加地區的臺灣華山松有持續的危害；在闊葉樹林區的高山鴨腳木及玉山杜鵑記錄到重覆啃磨的現象，尤其在大鐵杉下方的高山鴨腳木受損程度經過幾次重複啃磨後，已有 5 棵高山鴨腳木遭受環剝，其他 3 棵受損程度也在第 4 級，低於樹高 200 cm 以下均受到嚴重啃磨，包含根部，導致根部受損而支撐性降低，在 2021 年 7 月發現一棵樣木倒塌，一棵樣木因根拔而呈傾斜狀態，若有強陣風或劇烈天氣影響，這棵高山鴨腳木應會倒塌死亡，建議管理處可優先處理。由於此樣區位置剛好為一處低窪地區，常因降雨而形成的看天池，因此土壤成泥漿狀，常有臺灣水鹿於此地活動。

2021 年 4 月及 9 月底進行森林長期監測樣區的上木複查發現，相較於 2020 年，整體啃磨率並無太大差異；由於有些樣木死亡枯倒後，整體啃磨率是呈現些微下降，分別為 21.48%與 20.12%。樣木數為 512 棵，高山鴨腳木與紅檜各死 9 棵樣木，其他如玉山假沙梨、玉山杜鵑等樣木數亦有減少，導致整體樣木數量下降，大部分於 2020 年 10 調查就死亡，而 2021 年僅觀察到 3 棵樣木有新鮮的啃磨痕跡，紅外線自動照相機均有記錄到臺灣水鹿於樣區內活動，對於樣木的較無二次危害，如在闊葉林樣區受到啃磨後，雖造成許多樣木的受損程度較高，其後續較少觀察到臺灣水鹿會二次傷害林木，顯示臺灣水鹿在選擇啃磨林木時，可能會優先選擇樹皮較完整的林木。

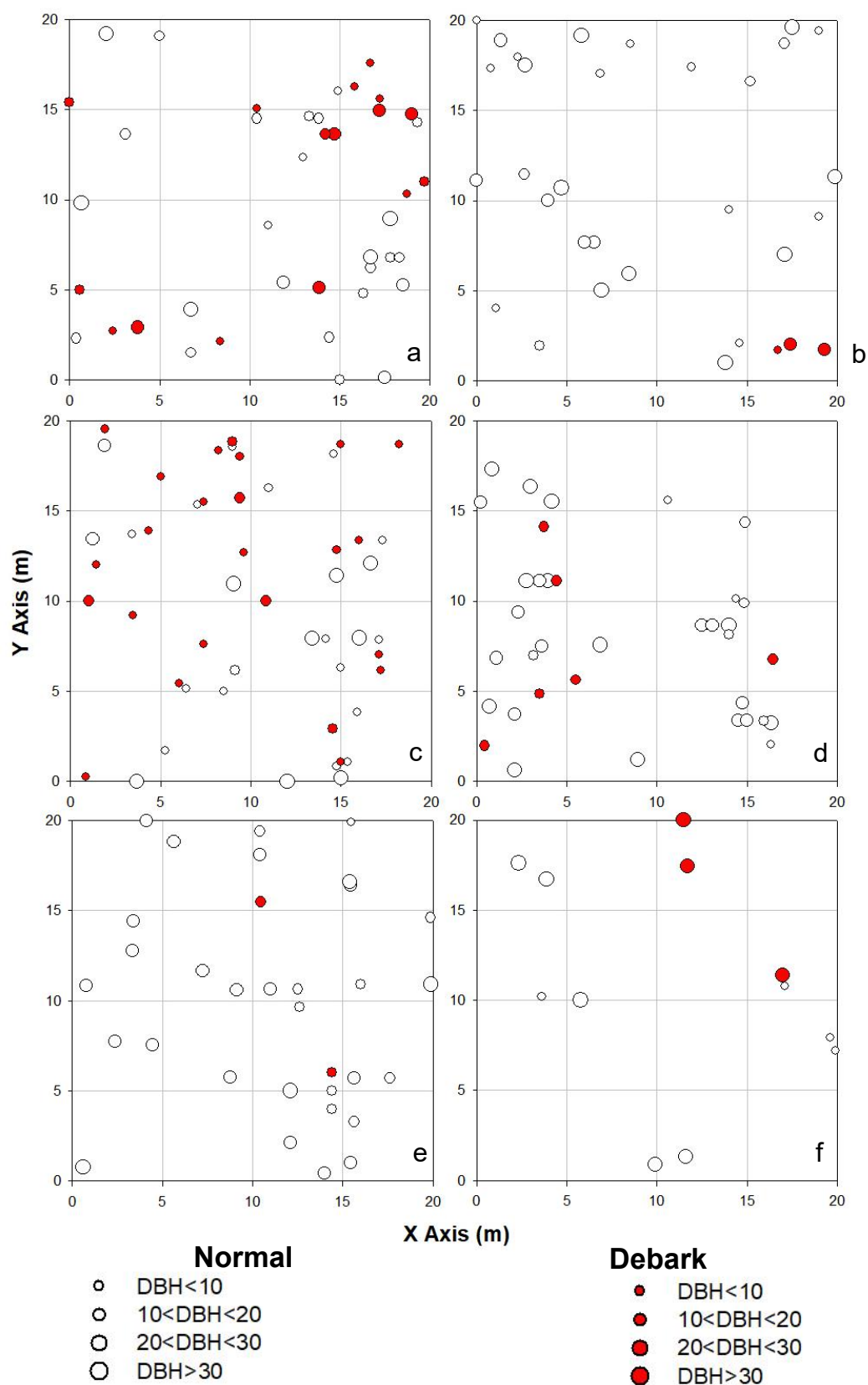


圖 60. 玉山國家公園塔塔加地區長期監測樣區各林型上木空間分布圖。紅色表示受臺灣水鹿啃磨。左(a、c、e)：臺灣雲杉植群型；右(b、d、f)：臺灣鐵杉植群型。

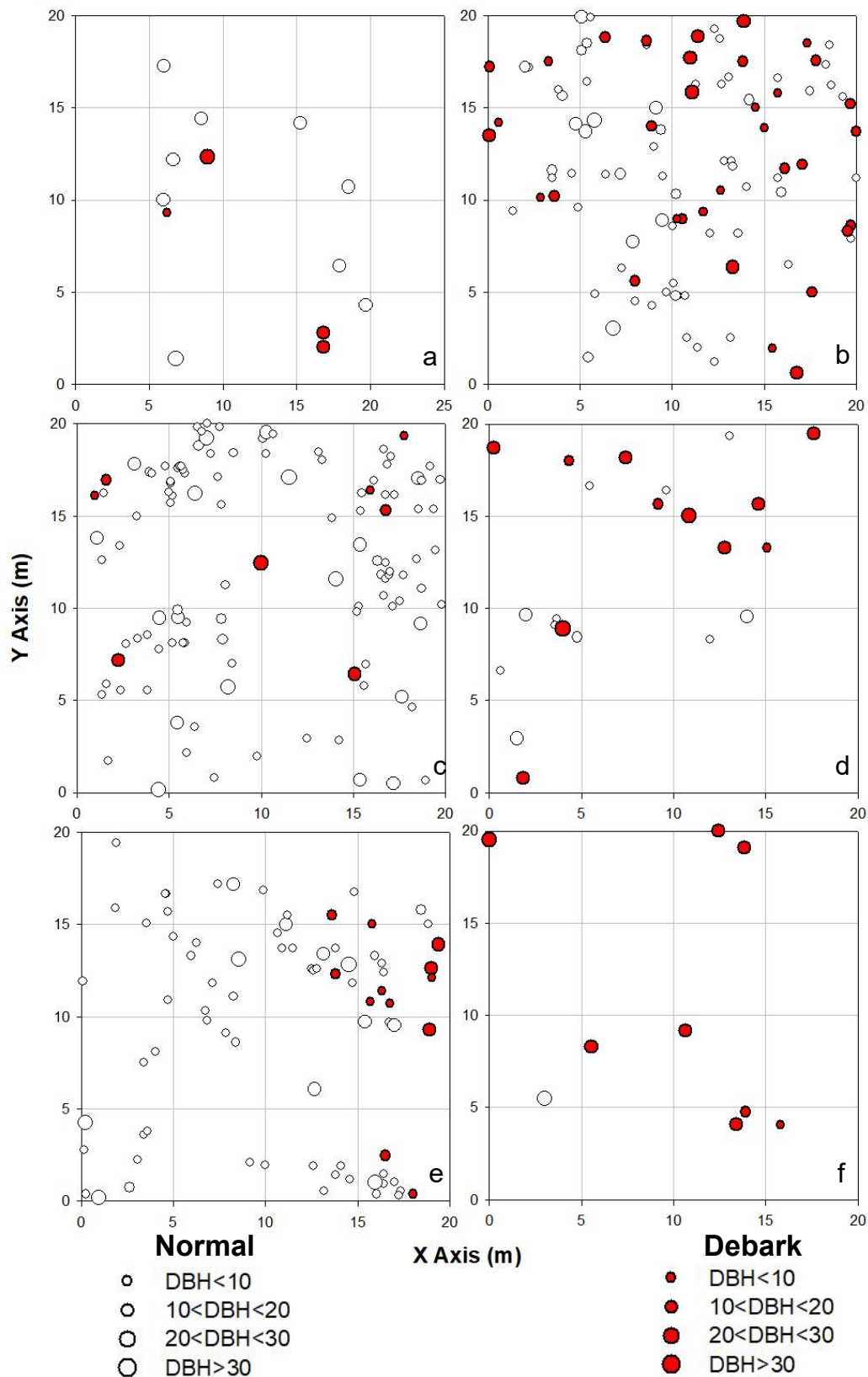


圖 60(續). 玉山國家公園塔塔加地區長期監測樣區各林型上木空間分布圖。紅色表示受臺灣水鹿啃磨。左(a、c、e)：臺灣華山松-臺灣二葉松植群型；b 為厚葉桫欏、d 為玉山假沙梨、f 為高山鴨腳木植群型。

表 24. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 10 月森林林長期監測樣區啃磨樹種比例分析表

樹種	數量 (棵)	樹種組成 比例(%)	啃磨痕跡(棵)	啃磨比例(%) (棵數/總數)	同一樹種遭 啃磨比例(%)
厚葉柃木	87	17.09	7	1.38	8.05
紅毛杜鵑	69	13.56	2	0.39	2.90
臺灣鐵杉	55	10.81	7	1.38	12.73
臺灣雲杉	51	10.02	6	1.18	11.76
臺灣馬醉木	45	8.84	2	0.39	4.44
臺灣華山松	32	6.29	13	2.55	40.63
玉山木薑子	28	5.50	2	0.39	7.14
玉山杜鵑	22	4.32	15	2.95	68.18
高山新木薑子	18	3.54	3	0.59	16.67
玉山假沙梨	17	3.34	12	2.36	70.59
臺灣二葉松	13	2.55	0	0	0
紅檜	12	2.36	10	1.96	83.33
高山鴨腳木	12	2.36	12	2.36	100
薄葉柃木	11	2.16	0	0	0
雲葉	9	1.77	8	1.57	88.89
異葉木犀	8	1.57	3	0.59	37.50
太平山莢蒾	5	0.98	2	0.39	40
褐毛柳	3	0.59	2	0.39	66.67
川上氏小蘗	2	0.39	0	0	0
玉山糯米樹	2	0.39	0	0	0
臺灣紅榨槭	2	0.39	0	0	0
樺葉莢蒾	2	0.39	1	0.20	50
玉山女真	1	0.20	0	0	0
刺果衛矛	1	0.20	0	0	0
刺柏	1	0.20	1	0.20	100
薄葉虎皮楠	1	0.20	1	0.20	100
總計	509	100	109	21.41	

(3) 穿越線樣帶法調查塔塔加地區林木啃磨狀況

穿越線樣帶共調查 28 種 907 棵林木(表 25)，株數最多的是臺灣華山松 (276 棵)，依次為臺灣二葉松 (155 棵)，厚葉桫欏 (105 棵)、玉山假沙梨 (66 棵)、褐毛柳 (28 棵)，灌木層以紅毛杜鵑 (91 棵)及臺灣馬醉木 (52 棵)為優勢。塔塔加地區雖屬鐵杉雲杉林帶，但本團隊本次調查全區森林類型以臺灣華山松-臺灣二葉松植群型面積最大，與曾彥學、曾喜育(2019)調查結果相符。

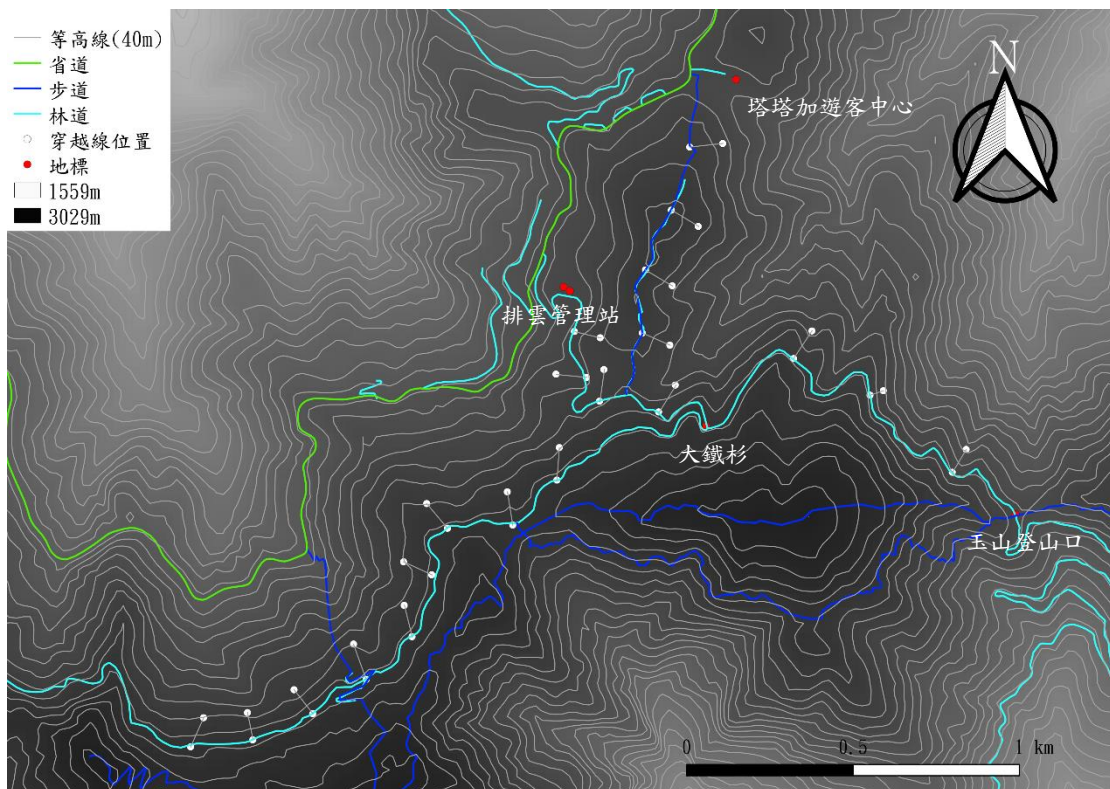


圖 61. 玉山國家公園塔塔加地區穿越線樣帶法調查樣線分布位置圖。

表 25. 玉山國家公園塔塔加地區穿越線樣帶法調查樹種及啃磨比例分析表

樹種	數量(棵)	樹種組成 比例(%)	啃磨痕跡 (棵)	啃磨比例(%) (棵數/總數)	同一樹種遭啃磨 比例(%)
臺灣華山松	276	30.43	126	13.89	45.65
臺灣二葉松	155	17.09	1	0.11	0.65
厚葉柃木	105	11.58	15	1.65	14.29
紅毛杜鵑	91	10.03	10	1.10	10.99
玉山假沙梨	66	7.28	47	5.18	71.21
臺灣馬醉木	52	5.73	1	0.11	1.92
褐毛柳	28	3.09	11	1.21	39.29
紅檜	27	2.98	13	1.43	48.15
高山鴨腳木	25	2.76	22	2.43	88.00
樺葉莢蒾	11	1.21	9	0.99	81.82
臺灣鐵杉	10	1.10	3	0.33	30.00
玉山木薑子	9	0.99	1	0.11	11.11
玉山杜鵑	8	0.88	3	0.33	37.50
玉山女貞	7	0.77	5	0.55	71.43
臺灣雲杉	6	0.66	5	0.55	83.33
川上氏小蘗	4	0.44	0	0.00	0.00
雲葉	4	0.44	1	0.11	25.00
薄葉虎皮楠	4	0.44	2	0.22	50.00
山櫻花	3	0.33	2	0.22	66.67
太平山莢蒾	3	0.33	0	0.00	0.00
扁核木	3	0.33	1	0.11	33.33
異葉木犀	3	0.33	0	0.00	0.00
臺灣茶藨子	2	0.22	1	0.11	50.00
高山新木薑子	1	0.11	0	0.00	0.00
高山薔薇	1	0.11	0	0.00	0.00
塔山櫻	1	0.11	1	0.11	100.00
臺灣紅榨槭	1	0.11	1	0.11	100.00
臺灣馬桑	1	0.11	0	0.00	0.00
總計	907	100	281	30.98	



圖 62. 玉山國家公園塔塔加地區以穿越線樣帶法調查塔塔加地區之現地照片。a.玉山假沙梨受臺灣水鹿啃食照片，可見明顯齒痕；b.臺灣華山松受臺灣水鹿啃食新鮮傷口；c&d.穿越線樣帶法調查工作照；e&f.地表根部受臺灣水鹿啃食傷口。

塔塔加地區玉山林道、楠溪林道、東埔大草原步道等 3 區域穿越線樣帶法記錄的 907 棵林木中，有 281 棵林木具臺灣水鹿啃磨痕跡，林木受啃磨率為 30.98%。其中，楠溪林道及玉山林道觀察到的啃磨率較高，分別為 33.13% 與 32.57%；然而，樣帶間的林木啃磨率差異大，啃磨率最高的樣帶達 90%，最低僅為 2%。林木啃磨受損程度多屬於第 1、2 級（表 26），受啃磨株數最多的樹種為臺灣華山松（126 棵），受損程度大多集中在 1、2 級，僅 4 棵遭受環剝；高山鴨腳木與玉山假沙梨受啃磨壓力大，啃磨比率超過七成，受損程度也較高。透過卡方獨立性檢定顯示，臺灣水鹿對於樹種具有顯著偏好性 ($p < 0.05$)。由樣木相對位置圖(圖 63A、B)可觀察到，因臺灣水鹿受樹種偏好影響，受啃磨林木於森林中多為隨機分布，但是否受其他環境因子，如坡度、地質、玉山箭竹高度密度等，影響林木啃磨空間分布，需後續配合樣點的環境因子調查，再進行相關分析，以確認是否環境因子是否會影響臺灣水鹿啃磨的意願。Iijima and Nagaike (2017)於日本山梨縣調查研究指出，靠近灌叢草生地的林木較易受到鹿科動物啃食，當箭竹密度大與高度較高時，會減少林木受鹿科動物啃食的機率。本團隊觀察發現，塔塔加地區林木周圍的玉山箭竹密度太高會降低臺灣水鹿啃磨慾望，而在森林及灌叢草生地交界處林木有較易受臺灣水鹿啃磨的趨勢。

表 26. 玉山國家公園塔塔加地區穿越線樣帶法樣木受臺灣水鹿啃磨受損程度表

受損程度	1	2	3	4	5
棵數	110	164	68	27	25

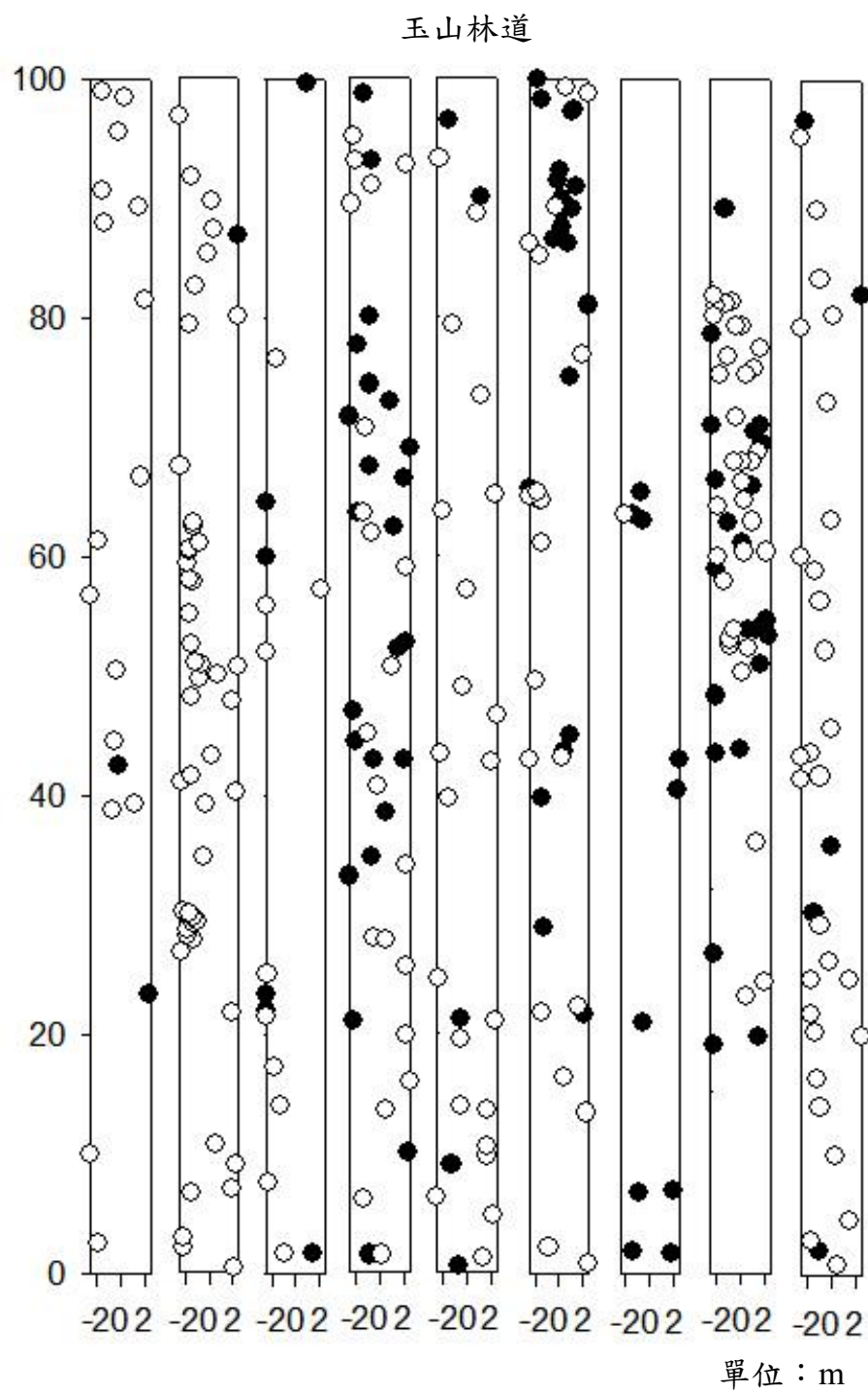


圖 63A. 玉山國家公園玉山林道穿越線樣木分布圖。黑點代表林木有記錄到啃磨痕跡，白色則無。

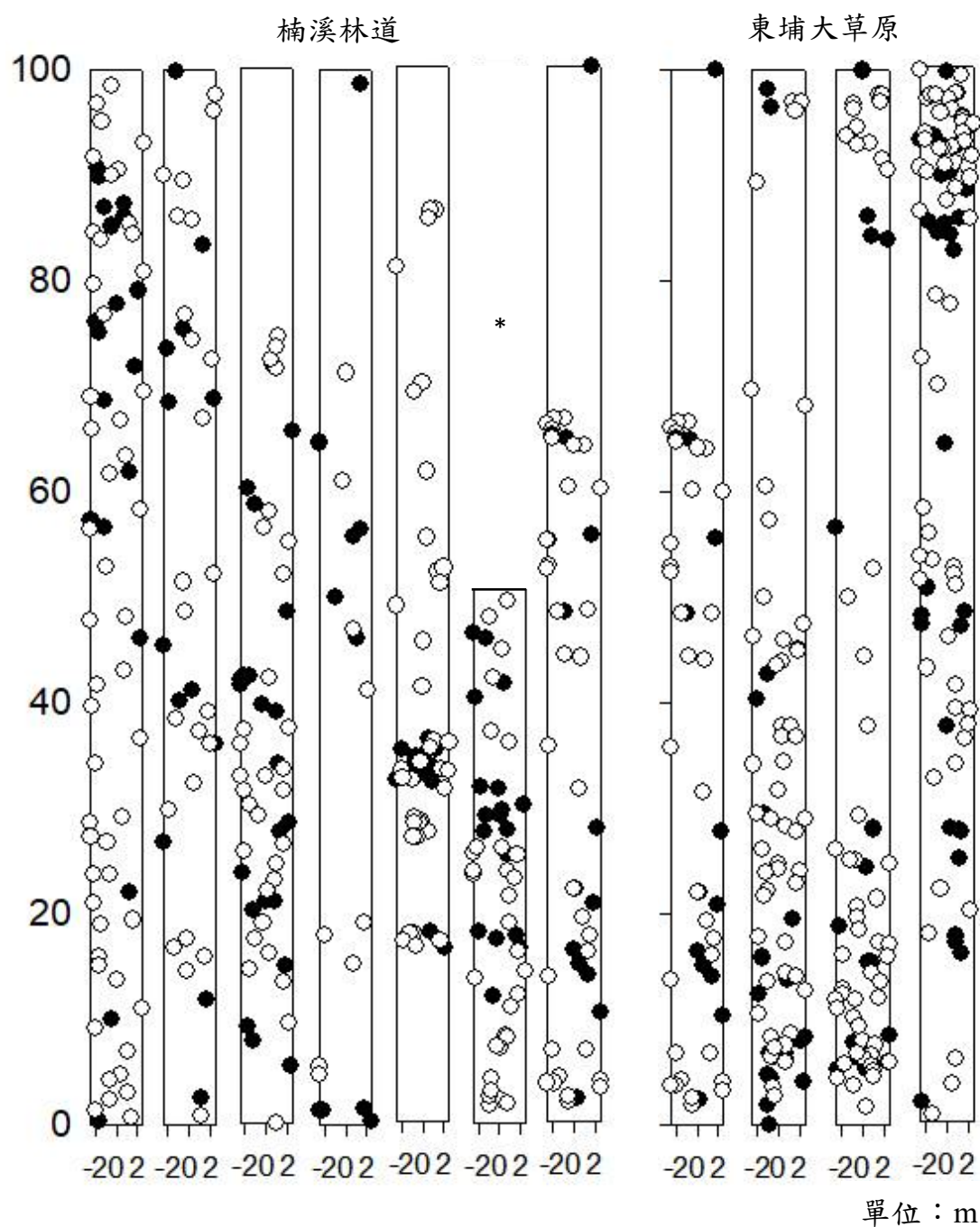


圖 63B. 玉山國家公園楠溪林道(左)與東埔大草原步道(右)穿越線樣木分布圖。黑點代表林木有記錄到啃磨痕跡，白色則無。*因地形關係，楠溪林道一樣帶長度僅 50 m。

本研究將樣帶法調查的樹種 DBH 進行分級，並視同株的不同分枝為獨立樣本，依胸徑大小區分為小喬木(小灌木)及中大型喬木，小喬木 DBH 為 1-10 cm，區分為 1-3 cm、3-5 cm、5-7 cm、7-10 cm 等 4 個級距，而 DBH 為大於 10 cm 者記為中大型喬木，區分為 10-15 cm、15-20 cm、20-25 cm、25-30 cm、30-35 cm、35-40 cm、40-45 cm、45-50 cm、 ≥ 50 cm 等 9 個級距。1-10 cm 小喬木共 795 個枝幹，其中有 203 個枝幹具有啃磨痕跡，啃磨率為 32.69%，啃磨平均長為 67.62 ± 49.82 cm，最大值可達 273 cm，離地高平均高度為 117.22 ± 41.93 cm，最大值則為 270 cm；10 cm 以上大喬木共 621 個枝幹(表 27)，其中有 191 個枝幹具有啃磨痕跡，啃磨率為 30.76%，最大胸徑為 67 cm，啃磨平均長為 74.88 ± 51.23 cm，最大值為 260 cm，離地平均高度為 135.64 ± 37.93 cm，最大值為 260 cm。透過卡方獨立性檢定，結果呈現臺灣水鹿對於 DBH 大小具有顯著偏好性($p < 0.05$)，3-25 cm 的實際啃磨皆明顯大於啃磨期望，此結果與先前試驗及前人研究結果相符，顯示臺灣水鹿啃磨有偏好利用小徑級林木的趨勢。

表 27. 玉山國家公園塔塔加地區臺灣水鹿於穿越線樣帶法喬木啃磨 DBH 徑級比較

DBH 徑級 (cm)	數量(枝)	啃磨痕跡(枝)	啃磨比例(%) (枝數/總數)	同一級距遭啃磨 比例(%)
1-3	366	33	2.33	9.02
3-5	175	54	3.81	30.86
5-7	109	51	3.60	46.79
7-10	145	65	4.59	44.83
10-15	154	62	4.38	40.26
15-20	99	44	3.11	44.44
20-25	73	31	2.19	42.47
25-30	63	20	1.41	31.75
30-35	55	15	1.06	27.27
35-40	58	7	0.49	12.07
40-45	54	9	0.64	16.67
45-50	21	1	0.07	4.76
50 以上	44	2	0.14	4.55
總計	621	191	27.82	

臺灣森林目前受臺灣水鹿啃磨影響較為嚴重的國家公園為玉山國家公園與太魯閣國家公園，在玉山國家公園東部園區、郡大觀高地區、楠梓仙溪楠溪林道、南二段地區均有發現森林遭臺灣水鹿嚴重啃磨的現象(何紋靈, 2011；翁國精等, 2011；王穎等, 2014；王穎等, 2015；Yen et al., 2015)。不同調查區域臺灣水鹿喜愛啃磨之樹種不一，翁國精等(2009、2011)透過沿線調查法、輻射穿越線樣帶法與森林長期監測樣區於郡大觀高地區與南二段地區研究，分布海拔為 1,500-3,000 m，發現當地以臺灣鐵杉受損比率最高，主要集中在小徑級的稚樹，尤其在長期監測樣區的臺灣鐵杉有 79.8%遭臺灣水鹿損害，並造成 62.1%的臺灣鐵杉環狀剝皮。其次為臺灣雲杉與紅檜，樹種受啃磨比率約為 40.3%。王穎等(2015)於南二段拉庫音溪山屋附近(海拔 2,700 m)調查結果顯示，林木受臺灣水鹿啃磨的比率高達 55.53%，因當地海拔較高，損害樹種以臺灣鐵杉及臺灣冷杉 (*Abies kawakamii*) 為主，因環狀剝皮而死亡的林木棵數達 14.27%，以臺灣鐵杉為主。相較之下，郡大觀高地區與拉庫音溪山屋附近的林木受啃磨比率較本研究在塔塔加地區高出不少，而塔塔加地區內的臺灣鐵杉與臺灣雲杉則較少記錄到受臺灣水鹿嚴重損害的個體。整體而言，郡大觀高地區與拉庫音溪山屋附近針葉樹種遭臺灣水鹿的損害程度高於闊葉樹種，而塔塔加地區則是闊葉樹受損情形較針葉樹嚴重，針葉樹以臺灣華山松較易受臺灣水鹿啃磨，但受損程度大多不高。

由於不同地區、海拔的樹種組成不一，受臺灣水鹿危害的樹種亦有所不同，臺灣水鹿對於森林植群的影響近年來從高海拔擴展到中海拔山區。中海拔的楠溪林道受臺灣水鹿啃食的現象近年才開始出現。王穎等(2013)採輻射穿越帶樣點進行調查，楠溪林道啃磨比例約為 27%，與本研究結果大致相符；楠溪林道的臺灣水鹿啃磨偏好樹種為狹葉欒(*Cyclobalanopsis stenophylloides*)、高山新木薑子、長葉木薑子(*Li. acuminata*)、假長葉楠(*Machilus japonica*) 等闊葉樹種為主，與鄰近海拔較高的塔塔加地區偏好樹種不同，因此可以推測臺灣水鹿會因不同樹種樹種組成而改變啃磨偏好。另外，楠溪林道具有大片紅檜造林地，王穎等(2014、2015)於當地標記 1000 棵紅檜樣木進行啃食頻度季節變化之監測，發現臺灣水鹿均在每年的 3-6 月達到啃食高峰，已有徑級達 20 cm 以上的紅檜遭臺灣水鹿啃食環剝死亡的現象(翁國精等, 2011)，但臺灣水鹿族群數量高低與林木被啃食頻度則無顯著相關，可能與特定個體對紅檜的需求不同有關。

鹿科動物對較小的胸徑具有啃磨偏好性，塔塔加地區臺灣水鹿亦具有偏好利用小徑級的林木；紅鹿偏好 DBH 為 8-16 cm 的小徑木(Vospernik, 2006)。顏士清等(2012) 於丹大地區新植造林地進行調查發現，造林樹種的臺灣鐵杉、臺灣雲杉等受動物損害率超過九成，損害類型以臺灣水鹿啃食痕跡為最高，且對於胸徑較小的林木具有顯著偏好性，與王穎等(2013、2015)研究結果相近，臺灣水鹿啃磨痕跡主要集中在 DBH 5-20 cm，顯示臺灣水鹿對於較小徑級的林木有較大的影響，若徑級較小的林木受臺灣水鹿過度利用而減少，有可能會轉而利用更大徑級的林木。Yen et al. (2015)推測小徑級的林木其樹齡相對較年輕，若臺灣水鹿偏好利用這些小徑級林木，長期下來會導致年輕林木的數量不足以替代老樹，臺灣水鹿對樹種及 DBH 的偏好行為可能會影響森林更新與演替。

(4) 穿越線樣帶法、玉山林道沿線調查與森林長期監測樣區之整合比較

塔塔加遊憩區森林長期監測樣區、玉山林道沿線調查及穿越線樣帶法調查林木遭臺灣水鹿啃磨調查整合分析發現，3 種方法的啃磨率主要受樹種組成有些差異而有所不同(表 28)。玉山林道沿線主要樹種組成為紅檜、臺灣華山松與玉山假沙梨，其中臺灣水鹿偏好樹種為玉山假沙梨、褐毛柳和山櫻花。比較 2019 年至 2021 年玉山林道兩旁林木啃磨狀態發現，臺灣水鹿對於林木危害呈明顯上升趨勢，玉山林道兩旁主要以闊葉樹種受損較為嚴重，針葉樹種以臺灣華山松受損數量較多，紅檜、臺灣鐵杉等較不受臺灣水鹿啃磨偏好，與南二段地區、楠溪林道等鄰近地區偏好樹種不同(王穎等 2014；翁國精等 2011)。森林長期監測樣區啃磨率較低，依不同林型所偏好樹種不同，整體以高山鴨腳木與紅檜為臺灣水鹿偏好之樹種。與玉山林道比較林木啃磨比較發現，臺灣雲杉型樣區內的紅檜受臺灣水鹿啃磨影響劇烈，啃磨率高達 95.24%，而玉山林道大鐵杉至鹿林山莊段兩旁雖有數量較多的紅檜，但鮮少觀察到有紅檜被大量啃磨的現象，顯示臺灣水鹿於塔塔加遊憩區不同區域對紅檜啃磨偏好亦有不同，玉山杜鵑亦有相同趨勢，此現象是因地形或環境影響則需更進一步分析探討。穿越線樣帶以臺灣華山松與臺灣二葉松做為主要組成樹種，但以高山鴨腳木與玉山假沙梨為臺灣水鹿偏好啃磨樹種，而臺灣二葉松明顯不受到臺灣水鹿喜愛。

表 28. 玉山國家公園塔塔加地區 3 種調查臺灣水鹿啃磨的方法比較表

	玉山林道沿線	森林長期監測樣區	全區森林穿越線樣帶
樣木	18 種 840 棵	26 種 509 棵	28 種 907 棵
啃磨率(%)	26.55(2019) 39.64(2020) 51.53(2021)	23.65(2020) 20.48(2021)	30.98(2020)
主要樹種組成	1. 紅檜 2. 臺灣華山松 3. 玉山假沙梨	1. 厚葉柃木 2. 紅毛杜鵑 3. 臺灣鐵杉	1. 臺灣華山松 2. 臺灣二葉松 3. 厚葉柃木
偏好樹種排名	1. 玉山假沙梨 2. 褐毛柳 3. 山櫻花	1. 高山鴨腳木 2. 紅檜 3. 雲葉	1. 高山鴨腳木 2. 玉山假沙梨 3. 臺灣華山松

註：()內為該年份；*樣木因死亡而減少

彙整塔塔加遊憩區 3 種調查方法，均採 2020 年調查資料進行整合，共調查 32 種 2235 棵林木，其中有 28 種 724 棵林木記錄啃磨痕跡，啃磨率為 32.39% (表 29)。臺灣水鹿啃磨危害較為嚴重的樹種為臺灣華山松、玉山假沙梨、褐毛柳及高山鴨腳木等，以臺灣華山松為啃磨痕跡記錄到的數量最多，454 棵樣木有 213 棵樣木受到啃磨，啃磨比率為 46.92%；高山鴨腳木、玉山假沙梨及褐毛柳為受啃磨比率較高，分別為 91.89%、75.98%、53.90%，且受損林木數量亦較多，其中以高山鴨腳木的啃磨受損情況最為嚴重。

分析 3 種調查法主要組成樹種徑級分布與受臺灣水鹿啃磨徑級比較發現，臺灣華山松主要受影響之徑級主要為 5-30 cm，褐毛柳為 5-10 cm 較容易受到臺灣水鹿危害，而玉山假沙梨與高山鴨腳木受臺灣水鹿啃磨徑級為大於 5 cm，塔塔加遊憩區的高山鴨腳木徑級分布卻缺乏 1-5cm 的稚樹，此可能顯示受到中大型草食哺乳動物嚴重啃食，導致小苗無法成長，若不加以保護將無法自然更新而塔塔加遊憩區族群可能會消失。厚葉柃木與臺灣二葉松為塔塔加數量較多，但不受臺灣水鹿偏好啃磨之樹種，厚葉柃木的族群結構呈現反 J 型，並鮮少觀察到臺灣水鹿啃磨之痕跡，後續林木更新狀況應無問題，臺灣二葉松的族群結構呈鐘型分布，且幾乎沒有觀察到臺灣水鹿啃磨之痕跡(圖 64)，但臺灣水鹿、山羌與臺灣野山羊對於小苗的嚴重啃食，會造成斷頭而生長勢不佳，甚至小苗來不及生長及被啃食致死。臺灣梅花鹿(*Ce. nippon taiouanus*)

在墾丁高位珊瑚礁的研究發現，啃食壓力導致級 1-2 cm 的稚樹密度明顯減少(伍淑惠等，2014；王穎等，2016)。若以林木耐陰性來看，高山鴨腳木在林冠下層生長良好，其族群結構推測應屬於反 J 型，即 1-5 cm 稚樹數量應該會非常豐富(歐辰雄等，2003)；然而，高山鴨腳木的徑級分布缺乏徑級 1-5 cm 的稚樹(圖 63)，此可能顯示塔塔加地區的高山鴨腳木受到中大型草食哺乳動物嚴重啃食，顯示高山鴨腳木若不加以保護將無法自然更新而族群可能消失。此外，本團隊調查時也發現，高山鴨腳木雖受損嚴重，但其傷口癒合能力頗高，若將樹幹包覆不再受臺灣水鹿啃磨的傷害，高山鴨腳木通常能夠產生癒傷組織存活下來；因此，建議對於塔塔加地區內的高山鴨腳木應可先行進行保護處理，避免臺灣水鹿造成二次啃磨傷害；後續可能要針對園區內的高山鴨腳木種子苗進行圍欄等保護措施，以利高山鴨腳木的天然更新。

總體來看，臺灣水鹿於塔塔加遊憩區偏好啃磨樹種為闊葉樹為主，以高山鴨腳木為臺灣水鹿最喜愛啃磨樹種，而整體啃磨偏好徑級大小落在 5-25cm，塔塔加遊憩區臺灣水鹿的樹種啃磨偏好性若持續發生，則會降低塔塔加遊憩區樹種與植物社會的多樣性，有利於朝向以臺灣二葉松為優勢的森林演替。由於塔塔加遊憩區地勢相對平坦，險峻地形環境區域比例較少，大多適合臺灣水鹿棲息活動；除少數樹種外，全區林木均會受到臺灣水鹿啃磨的影響。後續若要進行防治試驗，應優先選擇臺灣水鹿偏好的樹種進行，建議未來可採用設置圍籬的試驗方式，使樣區不受臺灣水鹿活動影響，觀察樹木小苗更新情形，釐清臺灣水鹿對森林演替的效應。

表 29. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年臺灣水鹿樹種啃磨比例分析表

樹種	數量(棵)	樹種組成 比例(%)	啃磨痕跡 (棵)	啃磨比例(%) (棵數/總數)	同一樹種遭啃磨 比例(%)
臺灣華山松	454	213	241	9.53	46.92
厚葉柃木	245	19	226	0.85	7.76
紅檜	228	35	193	1.57	15.35
玉山假沙梨	204	155	49	6.94	75.98
臺灣二葉松	193	3	190	0.13	1.55
紅毛杜鵑	162	17	145	0.76	10.49
褐毛柳	141	76	65	3.40	53.90
臺灣馬醉木	111	2	109	0.09	1.80
臺灣鐵杉	95	21	74	0.94	22.11
山櫻花	71	42	29	1.88	59.15
臺灣雲杉	66	15	51	0.67	22.73
玉山杜鵑	41	15	26	0.67	36.59
高山鴨腳木	37	34	3	1.52	91.89
玉山木薑子	33	8	25	0.36	24.24
薄葉柃木	28	3	25	0.13	10.71
臺灣紅榨槭	22	16	6	0.72	72.73
樺葉莢蒾	21	15	6	0.67	71.43
高山新木薑子	17	3	14	0.13	17.65
雲葉	14	9	5	0.40	64.29
異葉木犀	13	5	8	0.22	38.46
川上氏小蘗	8	1	7	0.04	12.50
玉山女貞	7	5	2	0.22	71.43
玉山糯米樹	5	5	0	0.22	100.00
薄葉虎皮楠	5	3	2	0.13	60.00
太平山莢蒾	3	0	3	0	0
扁核木	3	1	2	0.04	33.33
刺柏	2	1	1	0.04	50.00
臺灣茶藨子	2	1	1	0.04	50.00
玉山胡頹子	1	0	1	0	0
高山薔薇	1	0	1	0	0
塔山櫻	1	1	0	0.04	100.00
臺灣馬桑	1	0	1	0	0
總計	2235	724	1511	32.39	

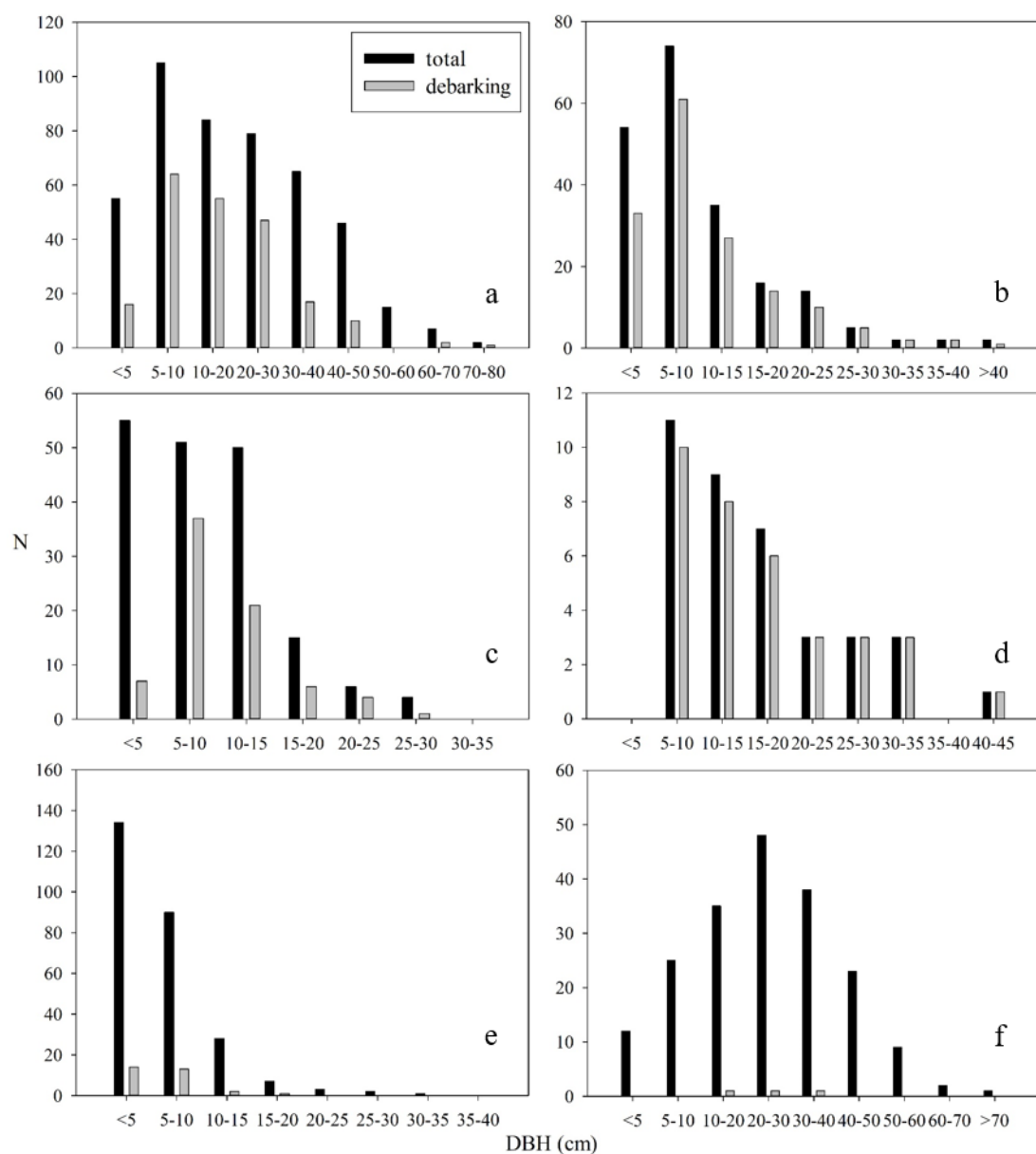


圖 64. 玉山國家公園塔塔加遊憩區主要樹種徑級分布與受臺灣水鹿啃磨之徑級分布圖。DBH 為各徑級區間；N 為個體數目。黑色長條為總體數量；灰色長條為受啃磨數量。a 為臺灣華山松；b 為玉山假沙梨；c 為褐毛柳；d 為高山鴨腳木；e 為厚葉柃木；f 為臺灣二葉松。

(5) 臺灣水鹿活動與樹木啃磨之相關性

本團隊以相機點位為中心劃設 10 × 10 m 的樣區進行臺灣水鹿活動與樹木啃磨相關性調查，39 個相機點位樣區共調查 24 種 543 棵樣木(表 30)，其中，有 19 種 136 棵樣木記錄到啃磨痕跡，啃磨率為 25.05%，分析顯示臺灣水鹿具有明顯的樹種啃磨偏好性($p < 0.05$)。臺灣華山松是臺灣水鹿啃磨數量最多的樹種，129 棵樣木中有 75 棵樣木受啃食，受損率達 58.14%。部分相機點位樣區分布紅毛杜鵑-臺灣馬醉木灌叢植物社會，因此調查到數量豐富的紅

表 30. 玉山國家公塔塔加地區 2021 年 1 月相機點樹種及啃磨比例分析表

樹種	數量(棵)	樹種組成 比例(%)	啃磨痕跡 (棵)	啃磨比例(%) (棵數/總數)	同一樹種遭啃磨 比例(%)
紅毛杜鵑	134	10	124	1.84	7.46
臺灣華山松	129	75	54	13.81	58.14
臺灣馬醉木	61	2	59	0.37	3.28
厚葉柃木	49	9	40	1.66	18.37
臺灣二葉松	43	1	42	0.18	2.33
臺灣雲杉	37	10	27	1.84	27.03
紅檜	15	2	13	0.37	13.33
臺灣鐵杉	13	1	12	0.18	7.69
玉山木薑子	12	2	10	0.37	16.67
玉山杜鵑	8	4	4	0.74	50.00
玉山假沙梨	8	7	1	1.29	87.50
薄葉柃木	7	0	7	0	0
高山鴨腳木	5	5	0	0.92	100.00
玉山胡頹子	4	0	4	0	0
高山新木薑子	4	0	4	0	0
杉木	3	2	1	0.37	66.67
刺柏	2	0	2	0	0
異葉木犀	2	0	2	0	0
樺葉莢蒾	2	1	1	0.18	50.00
玉山糯米樹	1	1	0	0.18	100.00
南燭	1	1	0	0.18	100.00
雲葉	1	1	0	0.18	100.00
臺灣紅榨槭	1	1	0	0.18	100.00
薄葉虎皮楠	1	1	0	0.18	100.00
總計	543	136	407	25.05	

毛杜鵑與臺灣馬醉木，由表 23 可以明顯看出臺灣水鹿對於紅毛杜鵑與臺灣馬醉木無明顯啃磨偏好性，分別僅 7.46 與 3.28% 的啃磨率；推測因紅毛杜鵑為灌木型樹種，其胸徑大多落在 1-3 cm 之間，且其枝條多為叢生狀，造成臺灣水鹿不易磨角；但調查發現許多紅毛杜鵑與臺灣馬醉木的枝芽消失，導致紅毛杜鵑展葉不佳，多為萌蘖芽或葉片大小與一般健康葉小了許多，此可能顯示臺灣水鹿會啃食紅毛杜鵑嫩芽，導致林下的紅毛杜鵑生長不佳，而臺灣水鹿影響紅毛杜鵑生長可能以啃食嫩芽為主。若將紅毛杜鵑與臺灣馬醉木的灌木資料不予計算，臺灣水鹿對於喬木層的樹皮啃磨率上升至 35.63%，與全區森林穿越線調查所得之啃磨率大致相符，可知塔塔加地區臺灣水鹿對於林木啃磨率大約 3 至 4 成。

在不同相機點間，扣除掉樣木數少於 5 的樣區後，其啃磨率落在 6.49-66.67%，差異頗大，而啃磨率與相機點間的环境因子進行相關性分析後，樣點間啃磨率與林分密度、坡度、全天光空域、樹冠層開闊度、與林道之距離、與步道之距離、與省道之距離皆無顯著相關性（表 31），顯示臺灣水鹿塔塔加地區的林木啃磨率與環境因子間無明顯相關性。

表 31. 玉山國家公園塔塔加地區相機點位環境因子與臺灣水鹿林木啃磨率相關分析表

環境因子	臺灣水鹿	
	r_s	p value
與步道距離	-0.053	0.809
與林道距離	-0.081	0.713
與省道距離	0.296	0.171
林分密度(m ² /ha)	-0.188	0.390
坡度	-0.060	0.784
全天光空域	-0.296	0.171
水分梯度	-0.391	0.065
樹冠層開闊度	0.171	0.435

由於長期監測樣區啃磨痕跡調查於 2020 年 3 月進行，因此以 2020 年 3 月長期監測樣區臺灣水鹿的出現指數進行相關性分析。剔除無資料的 JC18 相機，結果顯示樣區內林木啃磨率與水鹿出現指數無顯著相關($r_s = 0.037$, $p = 0.915$, $n=11$)。相機周圍的啃磨痕跡分別於 2021 年 1、4、7、10 月進行調查，因此以 2021 年 1、4、7、9 月臺灣水鹿的出現指數分別進行相關性分析，結

果顯示相機點的林木啃磨率與水鹿出現指數呈顯著正相關(1 月: $r_s = 0.550$, $p < 0.001$; 4 月: $r_s = 0.401$, $p = 0.015$; 7 月: $r_s = 0.347$, $p = 0.038$; 10 月: $r_s = 0.500$, $p = 0.002$; $n = 36$)。此現象與翁國精與林宗以(2010)於新康橫斷山區的研究相似,其發現臺灣鐵杉與臺灣冷杉遭臺灣水鹿損害的程度和相機點 OI 值呈線性關係,並認為 OI 值對這二種針葉樹木遭臺灣水鹿損害程度具有指標作用。然王穎等(2015)對臺灣水鹿的跨域整合研究認為不是整個水鹿族群都會與啃磨有關係,而是特定群體會對樹皮有需求,其中對於楠溪林道區域的研究就發現雖然 3-6 月為啃磨高峰期,但與 OI 值變動沒有顯著相關,而當只比較水鹿解角與茸角個體數時則會與新啃痕樹木、啃食面積、啃食裸樹都呈現顯著正相關,認為啃食樹皮與長角有關。

由於穿越線啃磨調查於 2020 年 8 月進行,因此選取距離穿越線 100 公尺以內的相機,計算各穿越線 2020 年夏季臺灣水鹿的平均出現指數以進行相關性分析。20 條穿越線中僅有 7 條穿越線 100 公尺內有架設相機。穿越線的啃磨率與臺灣水鹿出現指數無顯著相關($r_s = -0.536$, $p = 0.215$)(表 32)。

表 32. 玉山國家公園塔塔加地區穿越線啃磨率與臺灣水鹿出現指數表

樣帶 ID	樣帶編號	棵數	啃磨率	臺灣水鹿出現指數
1	玉山林道 4	18	0.11	4.67
2	玉山林道 5	51	0.02	52.11
5	玉山林道 8	27	0.19	9.04
10	楠溪林道 1	70	0.27	2.72
13	楠溪林道 4	19	0.53	0.64
17	東埔大草原 2	71	0.28	2.73
20	東埔大草原 8	45	0.16	0.00

(四) 中大型草食動物之腸胃道寄生蟲調查

1. 排遺樣本採集

本團隊自 2020 年 1 月開始每月定期採集新鮮糞球樣本，因臺灣水鹿糞堆數量較豐富，排遺採集以臺灣水鹿為主，山羌與臺灣野山羊之樣本則儘可能採集；樣點選擇盡量均勻分布於塔塔加地區，主要以黑森林步道、麟趾山步道、東埔大草原等步道沿線進行糞球採集。為避免受下雨導致難以分辨排遺新鮮程度，因此選擇天氣情況較為穩定時採集。調查期間已採集 300 份糞球樣本，其中 274 份為臺灣水鹿排遺，22 份為山羌排遺，4 份為臺灣野山羊排遺，已全數檢視完畢，各月分樣本數如附錄三所示。採回後每份樣本會挑出幾顆糞球以 70% 酒精浸泡，以免樣本冰入冷凍庫後導致寄生蟲卵破掉裂而無法鑑定，且當月採集的樣本會在 3 個禮拜內進行初步檢測，2020 年 6 月開始定量檢視樣本，確認平均每公克糞球所含之寄生蟲卵數量(平均 EPG)。

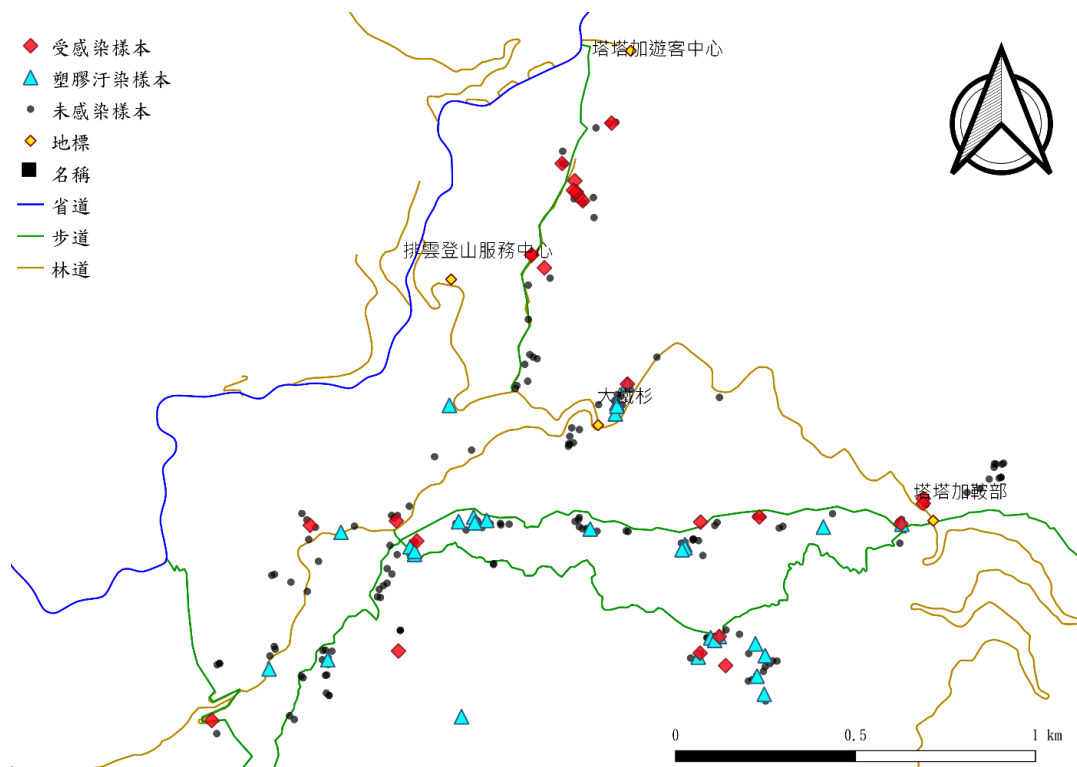


圖 65. 玉山國家公園塔塔加地區 2020 年 1 至 2021 年 8 月糞堆採集分布位置圖。

2. 腸道寄生蟲種類

2020 年 1 月至 2021 年 8 月，各月份檢出寄生蟲如表 33 所示，塔塔加地區採集之糞球樣本共計檢出 8 種寄生蟲，包含糞桿線蟲(*Strongyloides* sp.) (圖

66a)、十二指腸結節蟲 (*Oesophagostomum radiatum*) (圖 66b、66f)、梳狀古巴毛樣線蟲(*Cooperia pectinita*)(圖 66c)、胰蛭(*Eurytrema pancreaticum*) (圖 66d)、蛔蟲(*Ascaris equorum*) (圖 66e)、乳嘴桿線蟲(*Strongyloides papillosus*) (圖 66g)等 6 種，以及兩未知種類之線蟲卵。經由中興大學獸醫系董光中老師協助鑑定後，發現未知種之線蟲卵因變形而難以辨識種類。其中糞桿線蟲為所有樣本中檢出最多者。

表 33. 玉山國家公園塔塔加地區臺灣水鹿腸道寄生蟲樣本檢視結果表

月份	樣本數	受感染 樣本數	感染率	平均 epg	溫度 (°C)	雨量 (mm)	相對溼 度(%)
2020.1	10	0	0.0%	-	6.8	38.2	70
2	16	0	0.0%	-	6.7	40.5	79
3	15	1	6.7%	-	9.7	136.5	82
4	20	3	15.0%	-	9.9	101.3	79
5	15	3	20.0%	-	13.5	726.9	87
6	13	1	7.7%	0.026	14.1	208.3	90
7	15	2	13.3%	0.023	14.4	377.0	93
8	16	9	56.3%	0.155	13.9	376.0	96
9	15	2	13.3%	0.047	13.6	155.5	94
10	15	1	6.7%	0.001	13	51.5	91
11	15	2	13.3%	0.029	11.8	36.0	82
12	15	0	0.0%	0	9.0	81.0	94
2021.1	15	0	0.0%	0	5.7	24.5	71
2	15	0	0.0%	0	7.3	40.5	71
3	15	1	6.7%	0.155	9.9	52.0	83
4	15	1	6.7%	0.006	11.2	95	89
5	15	1	6.7%	0.011	14.3	229	77
6	15	3	20%	0.026	14.0	795	96
7	15	4	26.7%	0.048	14.6	414	94
8	15	1	6.7%	0.040	14.2	1498.5	95

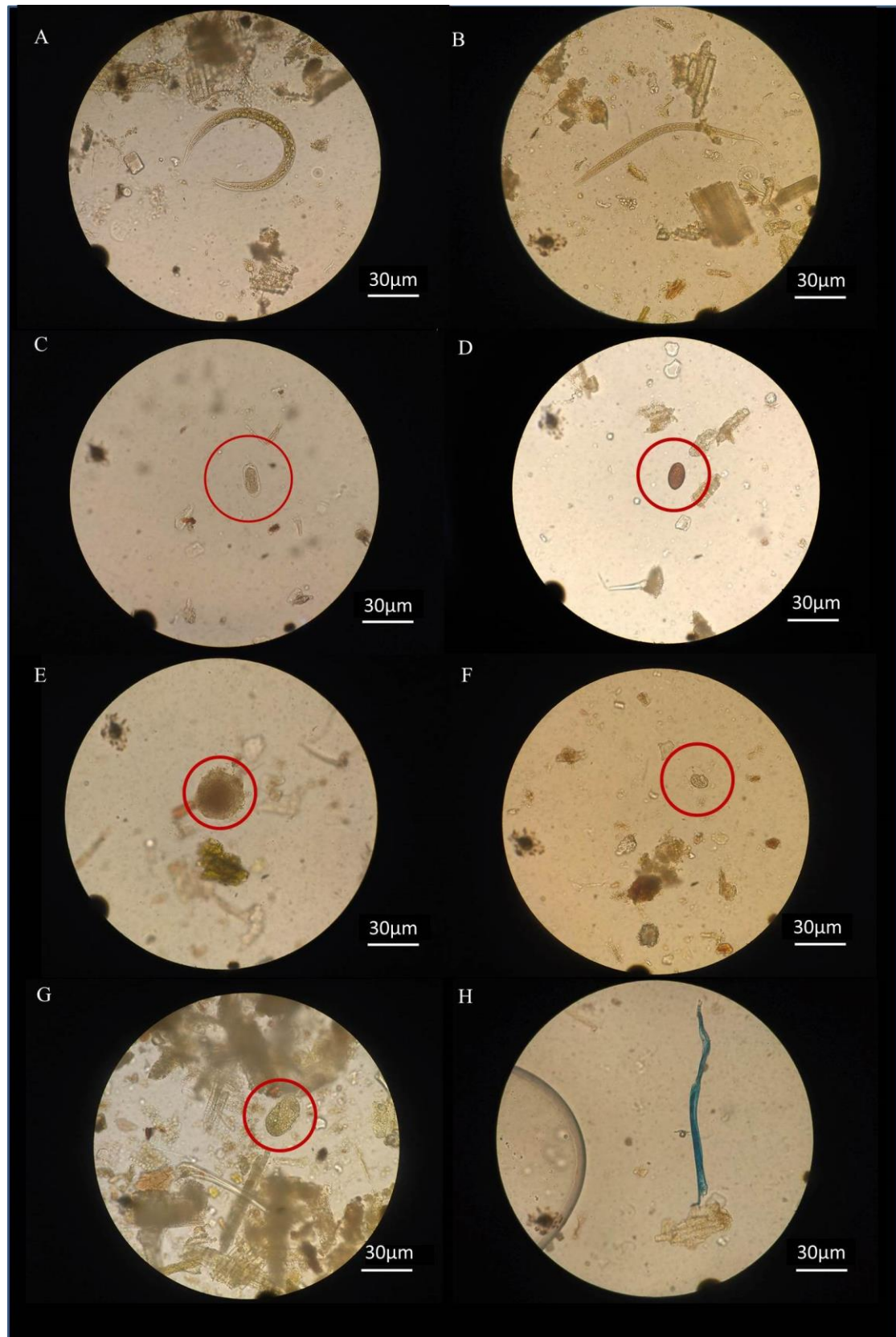


圖 66. 玉山國家公園塔塔加地區臺灣水鹿腸道寄生蟲樣本檢視照片。a.糞桿線蟲仔蟲；b.十二指腸結節蟲仔蟲；c.梳狀古巴毛樣線蟲卵；d.胰蛭卵；e.蛔蟲卵；f.十二指腸結節蟲卵；g.乳嘴桿線蟲卵；h.疑似塑膠微粒。

3. 腸道寄生蟲生活史與季節性變動

腸道寄生蟲常見於草食動物體內，而其成蟲會寄生在草食動物之腸道內，雌性成蟲將卵產於腸道中，並使卵粒隨糞球排出擴散於環境中。在適當的溫溼度條件下，腸道寄生蟲的幼蟲約 24 小時即會孵化為幼蟲期第一階段，待發育至第三階段，便具有感染性，此階段幼蟲會離開糞球至土壤、植被等處，由於卵及感染性幼蟲階段曝露於環境中，僅受糞球些微保護，因此雨量、溫度、相對溼度、土壤溼度等因子便會影響其擴散與生存。因此，乾旱的環境會抑制感染性幼蟲擴散至環境中，如感染性幼蟲受限於環境條件無法進入宿主體內，待自身養份消耗造成死亡，造成擴散失敗；反之，如適逢降雨等有利條件，便可能在降雨後幾週造成短暫的感染率上升，進入草食動物體內後，腸道寄生蟲僅需 2-4 週便可以發育至成蟲，並再次繁殖完成其生活史 (Moussouni, 2018; Zajac & Garza, 2020)。草食動物受感染之方式如意外吞食、接觸等，而草食動物之性別、健康狀況、生活史、暴露於高風險區之時數等，均可能造成不同之腸道寄生蟲相，如免疫力較差之幼齡、老齡之草食獸較易感染腸道寄生蟲 (Albery et al., 2018; Hu et al., 2018)。因此，溫帶地區之腸道寄生蟲常呈現規律變化，即春夏雨量豐沛，幼獸數量較多的時期，腸道寄生蟲數量呈現高峰，於乾燥、低溫的秋冬則影響腸道寄生蟲於宿主體外之生存率，同時使其感染性幼蟲轉移不易，因而數量下降 (Albery et al., 2018; Hu et al., 2018)。

本研究參考前人研究之溫度、雨量資料整理方式，並以交通部中央氣象局 1999-2021 年之統計資料為基礎，探討溫度、降雨量、相對溼度等 3 項可能影響草食動物感染情形之氣象因子。詹明勳等 (2005) 提及當地呈現夏季多雨、溫暖，冬季乾冷的氣候，全年平均降雨量為 3,940 mm，降雨主要集中於 5-9 月，其中 8 月降雨量達高峰。而 2020 年至 2021 年 8 月調查期間，最高月均溫 14.6°C，最低月均溫 5.7°C，平均月均溫則為 11.4°C。降雨量在 2021 年 8 月為高峰，達到 1498.5 mm，2021 年 1 月僅 24.5 mm。2020 年 1 月至 2021 年 8 月於塔塔加地區採集之糞球樣本，以 Spearman's 等級相關分析探討感染率、平均 EPG 與溫度、雨量以及相對溼度之關聯性，分析結果顯示感染率與溫度 ($r_s = 0.567, p < 0.01$)、相對溼度 ($r_s = 0.580, p < 0.01$) 呈現顯著正相關；而感染率與雨量 ($r_s = 0.280, p > 0.05$) 無顯著相關，平均 EPG 與溫度 ($r_s = 0.476, p > 0.05$)、雨量 ($r_s = 0.089, p > 0.05$)、相對溼度 ($r_s = 0.250, p > 0.05$) 均

無顯著相關。在 2020-2021 年調查中，塔塔加地區之腸道寄生蟲傳染以溫度為主要之限制因子，影響感染性幼蟲或是蟲卵暴露於環境中之存活率，同時當地相對濕度同樣會影響草動物感染率，因此造成不同季節之寄生蟲感染情形出現波動(Bartonička & Gaisler, 2007; Belina et al., 2017)，塔塔加地區個月份感染率以單一樣本 t 檢定進行分析，結果顯示各月份感染率及平均 EPG 均呈顯著差異，表示當地寄生蟲感染呈現季節性波動。



圖 67. 玉山國家公園塔塔加地區 2021 年 3 月臺灣野山羊腸道寄生蟲樣本檢視照片糞桿線蟲仔蟲圖。

4. 腸道寄生蟲對於草食動物之影響

Zajac & Garza (2020)提及 *Strongyloides* 屬之腸道寄生蟲在一般情況下不常造成宿主嚴重致死的疾病，縱使其在草食動物體內是普遍可見的，當其在草食動物體內數量較少時，並不會對宿主健康情形造成影響。惟數量較多時則可能使宿主出現貧血、被毛粗剛、腹瀉、體重減輕等症狀，如日本曾於不明原因死亡之牛隻體內檢出大量糞桿線蟲，然而未證實該牲口死亡之直接原因為腸道寄生蟲感染(Taira & Ura, 1991)。塔塔加地區採集的排遺樣本多數僅發現少量寄生蟲感染，觀察到寄生蟲含量最高者之 EPG 僅 2.33，推測當地草食動物罹患嚴重寄生蟲相關疾病之風險較低。

5. 人畜共通傳染病之疑慮與建議

樣本中檢出之寄生蟲種類中，胰蛭為潛在人畜共通可能性之寄生蟲，其在牛、羊、豬、鹿等草食動物體內為常見的寄生蟲(Basch, 1965)，然而卻少有人類感染的案例。除了臺灣以外，中國、日本、韓國、中南半島、印度、巴西、馬達加斯加等地均可以發現胰蛭感染哺乳動物的情形；胰蛭生活史需要

透過第一中間宿主—陸生螺類，以及第二中間宿主—螞蟻的傳播，最後進入終宿主(草食哺乳動物)體內。人類較常見的感染途徑為不慎接觸，並攝入受感染的食品等，如 Ogawa et al. (2019) 案例研究指出，一名男子感染胰蛭，然而應與其食用野生鹿科動物肉品之習慣有關，若人類感染可能出現腹部不適、消化不良、嘔吐、腹瀉，偶有黃疸，並伴隨肝腫大壓痛等症狀(Kumar, 1998; Ogawa et al., 2019)。截至 2021 年 8 月，僅 1 份樣本檢出胰蛭感染，該份樣本為 2020 年 6 月採集，鄰近玉山林道及麟趾山鞍部。Roy & Tandon (1992) 提及雖然胰蛭罕有人類感染的案例，但仍具有人畜共通之可能性，不可忽視其對野生動物或人類帶來的影響，為避免遊客以及塔塔加地區之野生鹿科動物相互傳染，應提醒遊客注意自身衛生習慣，除在園區內飲食應先清潔手部，避免接觸感染源外，也應避免在園區非廁所的區域如廁，避免將外來感染源引入，造成塔塔加地區之野生動物感染。

6. 糞球樣本的疑似塑膠纖維

微塑膠(microplastics)是 5 mm 以下之微小塑膠顆粒，隨人類消費行為、全球工業產量增加，塑膠微粒汙染以廣及全球，也對生態系造成影響，包含陸生、海洋生物體內，或是農家養殖的牲口體內都可以發現微塑膠存在(Browne et al., 2007; Wu et al., 2019)。塔塔加地區所採集之糞球樣本在檢視寄生蟲的過程中，發現一些樣本中含有疑似塑膠微粒的纖維，然而在糞球中並未挑出較大之塑膠片、塑膠粒等，僅可於鏡檢時發現大小不等，長度約 500-1000 μm 的塑膠微粒，多數為淺藍色，少數呈紅色、紫色(圖 68)。在東埔大草原步道較少觀察到糞球樣本中含有塑膠纖維，而麟趾山鞍部、麟趾山步道沿線及黑森林步道則常於樣本中發現塑膠纖維。

調查期間糞球樣本共計 41 份檢出疑似塑膠纖維，其中 2020 年 11 月檢出率為 60%，為調查至今塑膠纖維檢出率最高的月份，推測應與遊客活動有關。參考玉山國家公園 2012-2019 年各遊憩據點遊客人次及車輛次之資料，在 2、4、7、8 月遊客人數較多，推測這些月分中較長之連續假期出遊人數較多，而 9 月為暑假高峰後人數較少的月份，在 9-12 月時人數呈現上升趨勢。此外，2020 至 2021 年因新冠肺炎導致出國旅遊受限，國內旅遊增加。可能因塔塔加地區遊客活動增加，導致遺落於園區內之垃圾增加，進而增加當地臺灣水鹿誤食塑膠碎片的可能。而目前所收集之樣本量因不足以進行檢測，因此尚未釐清其來源。

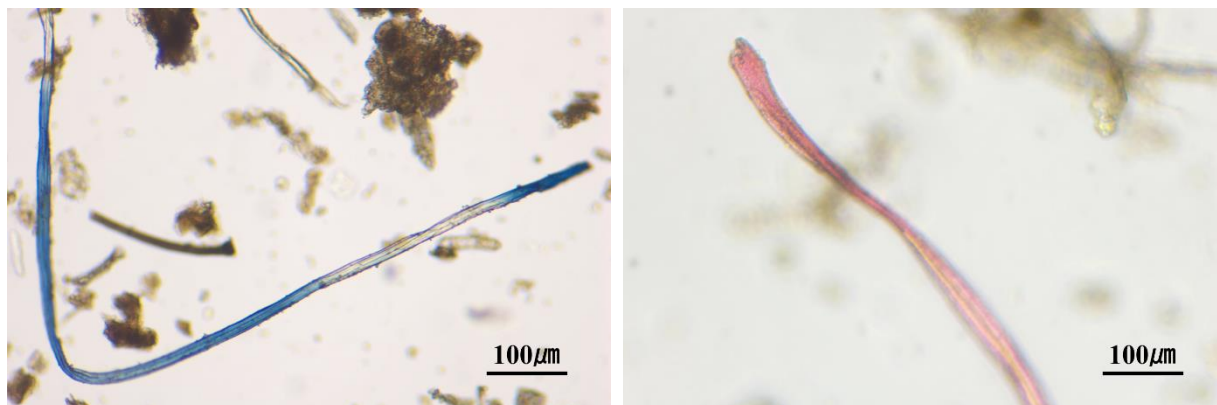


圖 68. 玉山國家公園塔塔加地區排遺樣本中檢出之疑似塑膠纖維照片。

(五)臺灣水鹿族群數量推估

本團隊目前總共進行 4 次的臺灣水鹿糞堆計數複查，每次複查間隔時間為 56、58、55、67 日，生育地類型分成臺灣華山松(n= 16)、玉山箭竹(n= 6)、臺灣雲杉(n= 4)、闊葉林(n= 5)、臺灣鐵杉(n= 3)、臺灣二葉松(n= 4)、紅檜(n= 1)及乾溪溝(石頭、苔蘚環境)(n= 1)等 7 種植被類型 41 個樣區，共計面積為 2,624 m²，12 月 19-20 日臺灣水鹿糞堆數量為 0-10 堆，2 月 16-17 日臺灣水鹿糞堆數量為 0-10 堆，4 月 10-12 日臺灣水鹿糞堆數量為 0-9 堆，6 月 18-19 日臺灣水鹿糞堆數量為 0-11 堆。塔塔加地區臺灣水鹿族群密度為 0.35 隻/ha，各樣區臺灣水鹿密度指標為 0-1.38 隻/ha，糞堆密度最高紀錄是位於麟趾山鞍部的臺灣華山松植群型，密度指標為 0.76 隻/ha；次高紀錄位於麟趾山的玉山箭竹植群型，密度指標為 0.39 隻/ha，並有 7 個樣區沒有發現臺灣水鹿糞堆。將各樣區依 7 種植被類型平均後，以玉山箭竹的 0.64 ± 0.47 隻/ha 最高，依序為臺灣華山松 0.39 ± 0.43 隻/ha、闊葉林 0.33 ± 0.19 隻/ha、臺灣鐵杉 0.31 ± 0.23 隻/ha、臺灣雲杉 0.24 ± 0.28 隻/ha、臺灣二葉松 0.10 ± 0.17 隻/ha，在紅檜及乾溪溝的樣區則沒有發現臺灣水鹿糞堆 (圖 69)。

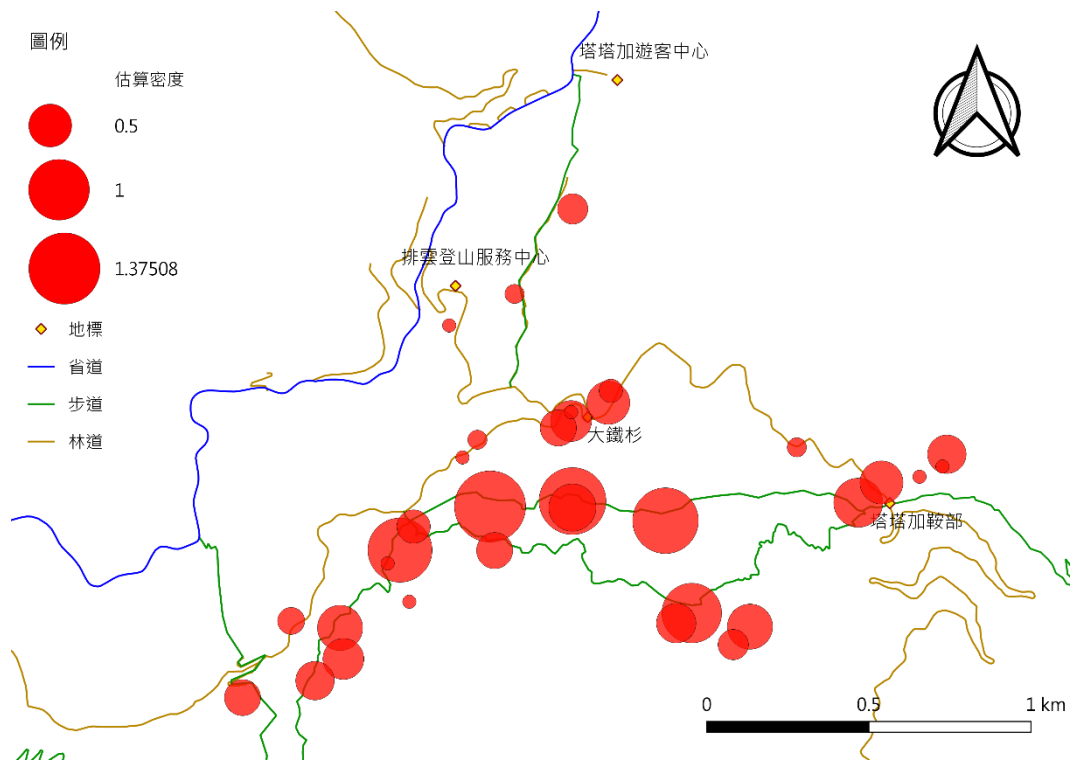


圖 69. 塔塔加地區各樣點臺灣水鹿族群密度圖。(單位：隻/ha)

李玲玲等(2006)以糞堆記數法估算玉里野生動物保護區臺灣水鹿平均族群密度約 10.6 隻/km^2 ，而塔塔加地區臺灣水鹿平均族群密度約 34.7 隻/km^2 ，較玉里野生動物保護區高出約 3 倍；此可能因取樣方式不同，加上玉里野生動物保護區所包含海拔較廣，具較多樣的棲息環境與植被類型，而塔塔加地區面積較小，樣點可能過於集中，造成所計算出來之臺灣水鹿族群密度較高。

林宗以(2011)於玉里野生動物保護區調查發現，森林與灌叢草生地交界的松類森林 $45.77 \pm 2.7 \text{ 隻/km}^2$ 最高、近灌叢草生地森林交界的松類森林 $22.64 \pm 7.04 \text{ 隻/km}^2$ ，森林與灌叢草生地交界的鐵冷杉森林 $21.5 \pm 3.01 \text{ 隻/km}^2$ 次之，森林與灌叢草生地交界處臺灣水鹿族群密度較高；此現象與本研究一致，塔塔加地區靠近森林的玉山箭竹灌叢草生地常能發現大量糞堆。森林與灌叢草生地交界的松類森林、鐵冷杉林顯著大於連續森林的檜木林、闊葉林，在近灌叢草生地的松類森林與鐵冷杉林沒有顯著差異，而連續森林的松類森林、鐵冷杉林顯著大於闊葉林 (林宗以，2011)，皆與本研究大致相符，惟密度指標的數值有較明顯落差，推測可能是不同地點、氣候環境、樣區形狀及樣區數量等原因造成。

李玲玲等(2006)、林宗以(2011)提及在森林與灌叢草生地交界、灌叢草生地及近灌叢草生地的森林等地景的密度指標皆顯著大於連續森林，可得知不

同的地景類型也會影響到密度指標的高低。但本研究並沒有將樣區以地景類型做分類，故有部分結果與前人文獻不符，如連續森林的闊葉林臺灣水鹿密度僅 0.12 ± 0.12 隻/km² 為最低、森草交界的松類森林顯著大於鐵冷杉林(林宗以，2011)、森草交界的松類森林密度指標大於玉山箭竹灌叢草生地、森草交界的松類森林顯著大於鐵冷杉林(李玲玲，2006)。

以糞堆計數法算出草食動物的密度指標，尚須草食動物的活動範圍、樣區有效面積及各類型植被的面積等資料，才能估算出一生育地的動物數量；由塔塔加地區目前缺乏相關資料，故本團隊只進行到計算各類植被的密度指標，並與前人文獻做比較，未來可透過航照圖對各類植被進行判釋，估算各植群型所占面積，並配合前人研究的臺灣水鹿活動範圍等等資料，更精確評估塔塔加地區之臺灣水鹿族群數量。

七、結論

(一) 中大型草食性哺乳動物組成調查

本團隊於塔塔加地區共設置 44 臺次自動照相機，自 2020 年 2 月至 2021 年 8 月總工作時數為 493,425 小時，相機記錄到 14 種哺乳類，29 種鳥類。塔塔加地區的 3 種中大型草食性動物以山羌的出現指數最高($OI=25.25$)，臺灣水鹿次之($OI=16.76$)，臺灣野山羊則最低($OI=1.58$)。臺灣水鹿主要活動於鹿林山步道及麟趾山步道，主要活動時段為 18 時至隔日 5 時，呈現夜行性的活動模式；山羌主要活動於玉山林道、大鐵杉周邊區域至東埔大草原等地，山羌白天及晚上的相對活動量相近，全日皆有活動行為，在 5-6 時及 17-18 時出現活動量高峰；臺灣野山羊主要活動於楠溪林道大鐵杉至玉山登山口沿線區域，晚上活動量較高，並在 1-2 時及 23-24 時出現另外的活動高峰。塔塔加地區 3 種中大型草食性動物在棲地的選擇和面對季節變化的反應有所不同。臺灣水鹿、山羌與臺灣野山羊出現指數互相之間皆無顯著相關。各季節臺灣水鹿、山羌與臺灣野山羊的出現指數之間除了 2021 年夏季臺灣水鹿與山羌出現指數呈現顯著負相關外皆無顯著相關性。

登山客接駁車時間改變前後對臺灣水鹿、山羌與臺灣野山羊活動模式的影響，不論是接駁車路線或非接駁車路線，臺灣水鹿及臺灣野山羊在 2020 年與 2021 年的 OI 值皆無顯著差異；山羌在接駁車路線的 OI 值則是 2021 年顯著低於 2020 年，接駁車路線上山羌出現指數下降並非因全區山羌族群數量變化所致，而可能是受到接駁車延長服務時間的影響，使接駁車路線沿線的山羌相對豐度減少。

2021 年 5 月中開始至 7 月底臺灣因 COVID-19 疫情升溫而提升至三級，塔塔加遊憩區於疫情期間的人類活動大幅減少，本團隊比對未受影響的 2020 年 5-7 月與疫情警戒 2021 年 5-7 月期間動物活動的影響，臺灣水鹿、山羌 OI 值有顯著增加，臺灣野山羊則無顯著變化。臺灣水鹿疫情期間活動模式整體沒有大變化，日間活動沒有增加，山羌的相對活動量在上午及下午時段都有所增加，而深夜的相對活動量則有所減少，臺灣野山羊全日皆有活動行為，上午及下午時段活動量增加。臺灣水鹿疫情期間跟人類活動重疊的相機點 OI 值有顯著差異，山羌、臺灣野山羊疫情期間跟人類活動重疊的相機點 OI 值則無顯著差異。

(二) 塔塔加地區植群調查與分析

本團隊共調查 6 種森林植物社會及 1 個以玉山箭竹為優勢灌叢草生地植物社會，其主要樹種族群結構大多為具有左偏的鐘型分布，僅厚葉柃木的族群結構呈現反 J 型，顯示這些具左偏鐘型分布徑級結構的樹種更新受阻。臺灣雲杉植群型上木物種多樣性相對較高，地被層物種數亦大於其他植群型，其次為臺灣華山松-臺灣二葉松植群型，玉山假沙梨及厚葉柃木植群型為闊葉植群型中上木物種多樣性較高。

(三) 中大型草食性動物對植群的影響

玉山林道沿線調查主要樹種組成為紅檜、臺灣華山松與玉山假沙梨，其中臺灣水鹿偏好樹種為玉山假沙梨、褐毛柳和山櫻花，主要以闊葉樹種受損較為嚴重，針葉樹種以臺灣華山松受損數量較多。臺灣水鹿對於林木危害呈明顯上升趨勢，2019 年啃磨率為 26.55%，至 2021 年上升至 51.53%，並觀察到林木死亡及枯立木斷裂等問題。森林長期監測樣區啃磨率較低，依不同林型所偏好樹種不同，整體以高山鴨腳木與紅檜為臺灣水鹿偏好之樹種，闊葉林為所有林型中啃磨率最高的植物社會。穿越線樣帶以臺灣華山松與臺灣二葉松做為主要組成樹種，但以高山鴨腳木與玉山假沙梨為臺灣水鹿偏好啃磨樹種，而臺灣二葉松明顯不受到臺灣水鹿喜愛。

臺灣水鹿對於樹種及 DBH 均具有啃磨偏好性，主要組成樹種徑級分布與受臺灣水鹿啃磨徑級比較發現，臺灣華山松主要受影響之徑級主要為 5-30 cm，褐毛柳為 5-10 cm 較容易受到臺灣水鹿危害，而玉山假沙梨與高山鴨腳木受臺灣水鹿啃磨徑級為大於 5 cm，塔塔加遊憩區的高山鴨腳木徑級分布卻缺乏 1-5cm 的稚樹，此可能顯示受到中大型草食哺乳動物嚴重啃食，導致小苗無法成長，若不加以保護將無法自然更新而塔塔加遊憩區族群可能會消失。塔塔加遊憩區臺灣水鹿的樹種啃磨偏好性若持續發生，則會降低塔塔加遊憩區樹種與植物社會的多樣性，有利於朝向以臺灣二葉松為優勢的森林演替。

(四) 中大型草食動物之腸胃道寄生蟲調查

本團隊共採集 300 份糞球樣本，其中 274 份為臺灣水鹿排遺，22 份為山羌排遺，4 份為臺灣野山羊排遺，2020 年至 2021 年 8 月，塔塔加地區採集之糞球樣本共計檢出 8 種寄生蟲，糞桿線蟲為所有樣本中檢出最多者，而感染率與溫度及相對溼度呈顯著正相關。塔塔加地區採集的排遺樣本多數僅發現

少量寄生蟲感染，觀察到寄生蟲含量最高者之 EPG 僅 2.33，推測當地草食動物罹患嚴重寄生蟲相關疾病之風險較低。為避免遊客以及塔塔加地區之野生鹿科動物相互傳染，應提醒遊客應避免在園區非廁所的區域如廁，杜絕將外來感染源引入。一些樣本中疑似含有塑膠微粒，然而在糞球中並未挑出較大之塑膠片、塑膠粒等，僅可於鏡檢時發現大小不等，長度約 500-1000 μm 的塑膠微粒纖維，多數為淺藍色，少數呈紅色、紫色，而目前所收集之樣本量因不足以進行儀器分析檢測，因此尚未釐清其組成來源。

(五) 臺灣水鹿族群數量推估

透過糞堆計數法推估臺灣水鹿族群密度，塔塔加地區臺灣水鹿族群密度為 0.35 隻/ha，糞堆密度最高紀錄是位於麟趾山鞍部的臺灣華山松植群型，密度指標為 0.76 隻/ha；次高紀錄位於麟趾山的玉山箭竹植群型，密度指標為 0.39 隻/ha，植群型臺灣水鹿族群密度以玉山箭竹植群型的 0.64 ± 0.47 隻/ha 最高，其次為臺灣華山松 0.39 ± 0.43 隻/ha，與其他地區相比，塔塔加地區臺灣水鹿族群密度較玉里野生動物保護區高出約 3 倍，未來可透過航照圖對各類植被進行判釋，估算各植群型所占面積，並配合前人研究的臺灣水鹿活動範圍等資料，更精確評估塔塔加地區之臺灣水鹿族群數量。

八、經營管理建議

臺灣水鹿在塔塔加地區的植物社會危害日趨嚴重，並在無天敵的情形下，其族群數量可能會快速增加，高山鴨腳木等具較大的啃磨壓力的樹種更新困難，進而影響森林演替，並可能對其他野生動物族群造成一定程度的壓力。整體而言，擴張的臺灣水鹿族群數量會改變塔塔加地區生態系的穩定性。此外，當鹿科動物族群逐漸擴散，可能會與人類活動發生衝突，因此需要人為介入管理。本團隊透過文獻回顧，檢視國內外其他區域在面對人類社會與鹿科動物產生衝突時，所採取的防治方法，提供管理處日後經營管理之參考。

(一) 控制族群大小

鹿群密度大小與其對植被的影響程度大小呈正向關係(Mansson, 2009; Jarnemo et al., 2014)，因此對於鹿科動物造成的危害，對策多為針對控制其族群大小，限制或降低族群密度。一些生態系統在人為開發及土地利用類型改變下，大多數大型捕食者已從中大型草食動物活動範圍內消失(Ripple et al., 2014)；在此情形下，人為獵捕已成限制中大型草食動物族群密度主要壓力，日本每年大約撲殺 10 萬隻梅花鹿，在北海道地區受鹿群破壞的程度有顯著減緩(Takasuki, 2009)，如阿寒摩周國立公園(Akan-Mashu National Park, ANP)通過狩獵控制族群數量，1993 年當地梅花鹿族群密度為 27.1 隻/km²，狩獵控制後 2009 年下降至 9.5 隻/km² (Uno et al., 2019)。

當鹿群受到人為捕獵風險的直接或間接的影響後，會改變動物的空間分布以及活動模式(Cleveland et al., 2012; Cromsigt et al., 2013)，隨著被獵捕的風險增加，可能會引起鹿群活動模式更大的反應，因此在許多獵場及林場管理中，控制鹿群的獵捕壓力大小相當重要，若獵捕壓力過大可能會導致鹿群遷移往其他地區。被狩獵風險越高的地區，鹿群會潛在的避免與獵人接觸，因此會改變其活動時間以及活動區域，鹿群會偏好利用夜晚時間進行移動，集中在人為干擾較小的地區活動(Little et al., 2016)。Cromsigt et al. (2013)提出利用動物可感知「被狩獵的恐懼 Hunting for fear」，通過人為狩獵方式控制風險程度，改變動物的空間分布和行為模式，來管理鹿群可能是作為減少種群數量的替代方法，因受鹿群密度過高影響的地區通常具有高度局限性，於大尺度的地景中往往呈現分布不均的情形，因此通過狩獵壓力可使鹿群遠離易受鹿群啃食影響的棲息地，易受危害物種有更多生存的空間。

除了狩獵為控制鹿群密度外，在法律禁止或安全問題的地區，使用非致死性的生育控制也是另一種有效的解決方案(Miller et al., 2008)，避孕劑(contraceptives)是一種具有成本效益並比絕育手術人性化的替代方案，可分為荷爾蒙化合物避孕、非荷爾蒙化合物避孕、免疫避孕針劑及新型生育抑制劑等四種(Massei & Miller, 2013)。在裴家騏等(2017)於墾丁國家公園進行梅花鹿避孕劑試驗，發現 GnRH 疫苗對於梅花鹿雌鹿具有避孕效果，藥效可達 1 年以上，而對梅花鹿雄鹿上進行 Peptide NT of 80 KDa HSA 的主動免疫會造成精子凝集兒活力下降的現象，顯示使用避孕劑在梅花鹿上未來是有發展空間。但因臺灣水鹿活動範圍較大，如何安全的捕捉臺灣水鹿進行施打避孕劑須謹慎考慮方法，並在藥效消退後須重新施打，長期下來才能有效控制臺灣水鹿鹿群數量。

總體來說，狩獵能夠有效控制鹿群密度及數量，進而降低鹿群對於農業及林業上的危害，透過適當的狩獵以彌補現今大型食肉目動物數量銳減所導致鹿科動物無天敵而族群數暴增的困境，但如何制定適宜的狩獵壓力為後續需仔細評估的問題，且在如今大眾對於野生動物經營管理及保育方面愈發重視動物福祉，若開放大規模狩獵恐怕會導致民眾、動物保護團體反感，受動物福利所影響的狩獵法通常旨在減少獵物的壓力及恐懼，若管理不當則易導致管理者與民眾的衝突(Apollonio et al., 2010)，而鹿群密度對於啃食強度只是眾多因素之一，當鹿群密度和啃食之間關係較弱，那一昧降低鹿群密度，森林植被可能不會如預期般恢復(Putman et al., 2011)。因此，若要透過狩獵來控制鹿群大小須充分了解塔塔加地區目前臺灣水鹿族群數量，以及其族群密度對植物社會影響證據。

(二) 忌避劑 (repellent)

面對草食動物的覓食，植物已經進化出天然的驅避系統，可以在植物的自然防禦系統中發現物理構造(如：荊棘)及化學化合物(次級代謝產物)，可幫助植物降低被食用的風險(Palo & Robbins, 1991)，中大型食草動物的攝食作用常使植物形態與結構發生改變，導致植株矮化或匍匐化，或增加枝條上的棘刺、葉片加厚與變小等結構上的變化，以抵禦進一步的攝食(Agrawal et al., 1999)，在楊柳科(Salicaceae)發現有 20 多種不同的酚類糖苷(phenolic glycosides)，對於許多草食動物的是具有威攝作用(Boeckler et al., 2011)。忌避

劑是基於天然或人工合成的化合物來排斥草食動物，可利用氣味、視覺或味覺刺激以減少或避免草食動物啃食。

Guerisoli & Pereira (2020) 發現基於氣味的驅蟲劑，如潛在捕食者的尿液、頭髮或糞便的忌避劑，是最有效減少鹿害的方法，避免捕食者的氣味等常見刺激與捕食者狩獵行為有關，是草食動物用來規避潛在危險的策略 (Gulsby et al., 2018)，這種利用捕食者氣味的缺點很明顯，其時效性通常不會太長，且當鹿群習慣這些氣味而發現並無捕食者後，還是會慢慢回到此地區；因此在施用這類型忌避劑時需隨機並局部放置或噴灑才能獲得更好的效果 (Kimball et al., 2009)，並且須注意這些具捕食者氣味的部位無寄生蟲或及並存在，以避免造成其他動物誤食而導致疾病發生。

除了利用捕食者的氣味外，植物體本身所具有的化合物有些具有驅避的作用，因此可將這些化合物提取出來作為忌避劑塗抹在植株上，也可達成防止鹿群啃食的行為 (Lindmark et al., 2020)。Stutz et al. (2017) 利用現有的植物防禦化學，從植物體提取出草食動物不喜食用的化合物，製成忌避劑，其試驗使用毛樺 (*Betula pubescens*) 與垂枝樺 (*B. pendula*) 的樹皮提取物，以保護育苗中的歐洲赤松 (*Pinus sylvestris*) 苗，主要防治紅鹿及歐洲駝鹿 (*Alces alces*) 的啃食，樺樹樹皮中含有單寧酸 (tannins)、酚類 (phenolics) 等化合物，其中一些化合物會降低草食動物的消化率 (Palo, 1984)，並探討忌避劑的作用範圍，空間環境及樹間距離的影響，使用了乙醇提取技術 (Bergvall et al., 2013) 獲取樺樹皮中的化學化合物，將苗木整體噴灑溶液，試驗結果為不管是紅鹿或歐洲駝鹿較不喜啃食施用過的苗木，而苗木距較不影響鹿群啃食的可能性，不過在中等距離可以觀察到交替施用的苗木比起未處理的苗木遭被啃食的可能性較低，可能有存在避難所的效應。

(三) 圍欄試驗

除了使用忌避劑來驅散鹿群靠近須保護的樹木外，亦可利用物理方式來阻隔鹿群進入，以保護植物不受鹿群嚴重干擾，Uno et al. (2019) 設置圍欄並標記幼苗，以觀察幼苗在圍欄保護下生長狀況，發現圍欄中的樹苗高度 (57.2 ± 1.9 cm) 顯著高於未圍欄的樣區 (35.5 ± 1.9 cm)。Takatsuki (2009) 指出，鹿群的偏好性會導致生態系統的物種多樣性下降，只有不被鹿群偏好的樹種才能大量存活，通過圍欄試驗，在高密度鹿群的植被與完全不受鹿群干擾的植被有

顯著差異，不受鹿群啃食的植物可獲的充分的生長。Boulanger et al. (2018)指出鹿群在圍欄外干擾後，會導致圍欄外非森林型物種數顯著大於圍欄內，在受到嚴重干擾但具有生產力的棲息地，有利於快速定植、生長集高繁殖率的植物物種進入。

圍欄於同為大型鹿科動物的臺灣梅花鹿已有試驗成果，裴家騏等(2017)透過太陽能電圍欄及一般物理圍欄方式試驗合適的圍欄高度及材質，建議一般圍欄網高應高於 150 cm 以上、10 cm 網目大小的硬網，電圍網則建議網高 90 cm 至 135 cm，電網網線材質可選擇辨識度高、架設輕便且成本較低的 poly tape 網線，成本以鍍鋅菱形網作為的一般圍網最高，可作為永久式地區防護，而太陽能電網則適用於季節性作物防護，但因塔塔加遊憩區地形起伏較大較複雜且玉山箭竹密生，若要進行架設圍欄可能會有實行上的困難，或以單株保護的形式進行圍網，並可架設圍欄保護幼苗，以觀察幼苗在不受草食動物的影響下，生長狀況是否良好，釐清塔塔加地區草食動物的活動對森林演替更新之影響。

九、参考文献

- Achhami B, Sharma H, Bam A (2016). Gastro intestinal parasites of musk deer (*Moschus chrysogaster* Hodgson, 1839) in Langtang National Park, Nepal. Journal of Institute of Science and Technology 21(1): 71-75. <https://doi.org/10.3126/jist.v21i1.16053>.
- Agrawal AA, Tuzun S, Bent E (1999) Induced Plant Defenses Against Pathogens and Herbivores Biochemistry, Ecology, and Agriculture. Mike Roberts, University of York. 403 pp.
- Akashi N, Unno A, Terazawa K (2015) Significance of woody browse preferences in evaluating the impact of sika deer browsing on tree seedlings. Journal of forest research 20(4): 396-402.
- Albery GF, Kenyon F, Morris A, Morris S, Nussey DH, Pemberton JM (2018) Seasonality of helminth infection in wild red deer varies between individuals and between parasite taxa. Parasitology 145(11): 1410-1420.
- Apollonio M, Andersen R, Putman R (2010) European Ungulates and Their Management in the 21st Century. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 603 pp.
- Bartonička T, Gaisler J (2007) Seasonal dynamics in the numbers of parasitic bugs (Heteroptera, Cimicidae): a possible cause of roost switching in bats (Chiroptera, Vespertilionidae). Parasitology Research 100(6):1323-1330.
- Beguin J, Tremblay J-P, Thiffault N, Pothier D, Côté DS (2016) Management of forest regeneration in boreal and temperate deer-forest systems: challenges, guidelines, and research gaps. Ecosphere 7(10): e01488. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1488>.
- Bowyer RT, Van Ballenberghe V and Rock KR (1994) Scent marking by Alaska moose: characteristics and spatial distribution of rubbed trees. Canadian Journal of Zoology, 72, 2186–2192.
- Boeckler GA, Gershenzon J, Unsicker S B (2011) Phenolic glycosides of the Salicaceae and their role as anti-herbivore defenses. Phytochemistry 72(13): 1497-1509.
- Boulanger V, Dupouey JL, Badeau V, Baltzinger C, Chevalier R, Corcket E, Dumas Y, Montpied P, Paillet Y, Ulrich E (2018) Ungulates increase forest plant species richness to the benefit of non-forest specialists. Global Change Biology (24)2.
- Browne M A, Galloway T, Thompson R (2007) Microplastic—an emerging contaminant of potential concern? Integrated Environmental Assessment and Management: An International Journal 3(4): 559-561.
- Bye K, Halvorsen O (1983) Abomasal nematodes of the Svalbard reindeer (*Rangifer tarandus platyrhynchus* Vrolik). Journal of Wildlife Diseases 19(2): 101-105.

- Cleveland SM, Hebblewhite M, Thompson M, Henderson R (2012) Linking elk movement and resource selection to hunting pressure in a heterogeneous landscape. *Wildlife Society Bulletin* 36: 658-668.
- Cromsigt JP, Kuijper DPJ, Adam M, Beschta BL, Churski M, Eycott A,...West K (2013) Hunting for fear: Innovating management of human–wildlife conflicts. *Journal of Applied Ecology* 50: 544-549.
- Day FP, Monk CD (1974) Vegetation patterns on a Southern Appalachian watershed. *Ecology* 55: 1064-1074.
- Dryden MW, Payne PA, Ridley R, Smith V (2005) Comparison of common fecal flotation techniques for the recovery of parasite eggs and oocysts. *Veterinary Therapeutics* 6(1): 15-28.
- Dowell SF (2001) Seasonal variation in host susceptibility and cycles of certain infectious diseases. *Emerging Infectious Diseases* 7(3):369.
- Gauthier L, Gheysen T, Lehaire F, Hébert J, Licoppe A, Lejeune P, Brostauxv Y (2013) Modeling recent bark stripping by red deer (*Cervus elaphus*) in South Belgium coniferous stands. *Annals of Forest Science* 70: 309-318.
- Gill RMA (1992) A review of damage by mammals in north temperate forests: 1. deer. *Forestry* 65: 145-169.
- Gutzwiller KJ and Anderson SH (1994) Effects of Human Intrusion on Song Occurrence and Singing Consistency in Subalpine Birds. *The Auk* 111 (1): 28-37.
- Guerisoli MM, Pereira JA (2020) Deer damage: A review of repellents to reduce impacts worldwide. *Journal of Environmental Management* 271: 1-5.
- Hu XL, Liu G, Wei YT, Wang YH, Zhang TX, Yang S, Hu DF, Liu SQ (2018) Regional and seasonal effects on the gastrointestinal parasitism of captive forest musk deer. *Acta Tropica* 177: 1-8.
- Iijima H, Nagaike T (2015) Appropriate vegetation indices for measuring the impacts of deer on forest ecosystems. *Ecological Indicators* 48: 457-463.
- Joanna B and Gochfeld M (1990) Risk discrimination of direct versus tangential approach by basking black iguanas (*Ctenosaura similis*): Variation as a function of human exposure. *Journal of Comparative Psychology* 104(4): 388–394.
- Jacquet P, Colas F, Cabaret J, Dia M L, Cheikh D, Thiam A (1995) Dry areas: an example of seasonal evolution of helminth infection of sheep and goats in southern Mauritania. *Veterinary Parasitology* 56(1-3):137-148.
- Jarnemo A, Minderman J, Bunnefeld N, Zidar J, Mansson J (2014) Managing landscapes

- for multiple objectives: alternative forage can reduce the conflict between deer and forestry. *Ecosphere* 5(8): 1-14.
- J SR and Anthony RG (2000) Experimental effects of human activity on breeding bald eagles. *Ecological Applications* 10(1): 258-268.
- Kumar V (1998) Trematode infections and diseases of man and animals. Springer Science & Business Media.
- Karnon J (2020) A Simple Decision Analysis of a Mandatory Lockdown Response to the COVID-19 Pandemic. *Applied Health Economics and Health Policy* 18: 329-331.
- Laaksonen S, Pusenius J, Kumpula J, Venäläinen A, Kortet R, Oksanen A, Hoberg E (2010) Climate change promotes the emergence of serious disease outbreaks of filarioid nematodes. *EcoHealth* 7(1):7-13.
- Li C, Jiang Z, Tang S and Zeng Y (2007) Evidence of Effects of Human Disturbance on Alert Response in Pe're David's Deer (*Elaphurus davidianus*). *Zoo Biology* 26: 461–470.
- Lin Z-Y, Yang S-Y, Weng G-J (2015) Bark-stripping behavior of Formosan sambar (*Rusa unicolor swinhoii*) caught on camera and its implications. *Taiwan Journal of Biodiversity* 17(1): 41-47.
- Little AR, Webb SL, Demarais S, Gee K, Riffell S, Gaskamp JA (2016) Hunting intensity alters movement behaviour of white-tailed deer. *Basic Applied Ecology* 17: 360-369.
- Lindmark M, Sunnerheim K, Jonsson B G (2020) Natural browsing repellent to protect Scots pine *Pinus sylvestris* from European moose *Alces alces*. *Forest Ecology and Management* 474.
- Marcin P, Justyna S, Jan K, Jan K, Andrzej W (2007) The level of infection with gastro-intestinal nematodes in Svalbard reindeers from Hornsund area, Spitsbergen. *Polish Polar Research* 28 (4): 277-282.
- Ma°nsson J (2009) Environmental variation and moose *Alces alces* density as determinants of spatiotemporal heterogeneity in browsing. *Ecography* 32(4): 601-612.
- Massei G and Miller LA (2013) Nonsurgical fertility control for managing free-roaming dog populations: a review of products and criteria for field applications. *Theriogenology* 80: 829-838.
- Manenti R, Mori E, Canio VD, Mercurio S, Picone M, Caffi M, Brambilla M, Ficetola GF and Rubolini D (2020) The good, the bad and the ugly of COVID-19 lockdown

- effects on wildlife conservation- Insights from the first European locked down country. *Biological Conservation* 249.
- Miller LA, Gionfriddo JP, Fagerstone KA, Rhyan JC, and Killian GJ (2008) The Single-Shot GnRH Immunocontraceptive Vaccine (GonaCon™) in White-Tailed Deer: Comparison of Several GnRH Preparations. *American Journal of Reproductive Immunology* 60: 214-223.
- Nagaike T, Ohkubo E, Hirose K (2014) Vegetation recovery in response to the exclusion of grazing by sika deer (*Cervus nippon*) in seminatural grassland on Mt. Kushigata, Japan. *ISRN Biodiversity* (2):1-6. DOI: 10.1155/2014/493495
- Odum, EP (1971) *Fundamentals of Ecology*. Third Edition, W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1-574.
- Ogawa H, Takehara Y, Naganawa S, Yamaguchi J, Nakaguro M (2019) A case of human pancreatic eurytremiasis. *Abdominal Radiology* 44(4): 1213-1216
- Phillips GE and Alldredge AW (2000) Reproductive Success of Elk Following Disturbance by Humans during Calving Season. *The Journal of Wildlife Management* 64 (2): 521.
- Palo RT (1984) Distribution of birch (*Betula* SPP.), willow (*Salix* SPP.), and poplar (*Populus* SPP.) secondary metabolites and their potential role as chemical defense against herbivores. *Journal of Chemical Ecology* 10(3): 499-520.
- Padmalal UKGK, Takatsuki S, Jayasekara P (2003) Food habits of sambar *Cervus unicolor* at the Horton Plains National Park, Sri Lanka. *Ecological Research* 18: 775-782.
- Putman R, Langbein J, Green P, Watson P (2011) Identifying threshold densities for wild deer in the UK above which negative impacts may occur. *Mammal Review* 41(3): 175-196.
- Ripple WJ, Estes JA, Beschta RL, Wilmers CC, Ritchie EG, Hebblewhite, Wirsing AJ (2014) Status and ecological effects of the world's largest carnivores. *Science* 343(6167). DOI: 10.1126/science.1241484
- Roy B, Tandon V (1992) Seasonal prevalence of some zoonotic trematode infections in cattle and pigs in the north-east montane zone in India. *Veterinary Parasitology* 41(1-2): 69-76.
- Su HJ (1984) Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan (II). Altitudinal vegetation zones in relation to temperature gradient. *Quarterly Journal of Chinese Forestry* 17(4): 57-73.

- Simon V, Oosterbeek K and Ens BJ (2001) Experimental evidence of effects of human disturbance on foraging and parental care in oystercatchers. *Biological Conservation* 101 (3): 375–380.
- Susan L and Wilson WF (2001) Detection and avoidance of predators in white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) and mule deer (*O. hemionus*). *Ethology* 107: 125–147.
- Stutz RS, Croak BM, Leimar O, Bergvall UA (2017) Borrowed plant defences: Deterring browsers using a forestry by-product. *Forest Ecology and Management* 390: 1-7.
- Thompson VD (1989) Behavioral response of 12 ungulate species in captivity to the presence of humans. *Zoo Biology* 8 (3): 275-297.
- Taira N, Ura S (1991) Sudden death in calves associated with *Strongyloides papillosus* infection. *Veterinary Parasitology* 39(3-4): 313-319.
- Takatsuki S (2009) Effects of sika deer on vegetation in Japan: A review. *Biological Conservation* 142(9): 1922-1929.
- Turner W C, Getz W M (2010) Seasonal and demographic factors influencing gastrointestinal parasitism in ungulates of Etosha National Park. *Journal of Wildlife Diseases* 46(4): 1108-1119.
- Uno H, Inatomi Y, Ueno M, Iijima H (2019) Effects of sika deer (*Cervus nippon*) and dwarf bamboo (*Sasa senanensis*) on tree seedlings in a cool-temperate mixed forest on Hokkaido Island, Japan. *European Journal of Forest Research* (2019) 138:929–938.
- Vospernik S (2006) Probability of bark stripping damage by red deer (*Cervus elaphus*) in Austria. *Silva Fennica* 40(4): 589-601.
- Walther FR (1969) Flight behaviour and avoidance of predators in Thomson's gazelle (*Gazella thomsoni*: Guenther 1884). *Behaviour* 34: 184-221.
- Waghorn G C and McNabb W C (2003) Consequences of plant phenolic compounds for productivity and health of ruminants. *Proceedings of the Nutrition Society* 62(2): 383-392. DOI: [org/10.1079/PNS2003245](https://doi.org/10.1079/PNS2003245).
- Wu P, Huang J, Zheng Y, Yang Y, Zhang Y, He F, Chen H, Quan G, Yan J, Li T, Gao B (2019) Environmental occurrences, fate, and impacts of microplastics. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 184: 109612. DOI: [10.1016/j.ecoenv.2019.109612](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109612)
- Yen SC, Wang Y, Yu PH, Kuan YP, Liao YC, Chen KH Weng GJ (2019) Seasonal space use and habitat selection of sambar in Taiwan. *The Journal of Wildlife Management* 83(1): 22-31.

- 王俊閔 (2009) 臺中大坑地區植群生態之研究。國立中興大學森林學系碩士論文。
- 王偉、邱清安、蔡尚惠、許俊凱、曾喜育、呂金誠 (2010) 雪山主峰沿線植物社會調查研究。林業研究季刊 32(3)：15-34。
- 王穎 (1988) 臺灣地區山產店對野生動物資源利用調查 (III)。行政院農業委員會。生態研究第017 號。
- 王穎 (2004) 丹大地區野生動物重要棲息環境分區規劃及動物監測(第二年)。行政院農業委員會林務局保育研究系列92-11 號。
- 王穎、朱有田、翁國精 (2014) 臺灣水鹿跨域整合研究(三)。太魯閣國家公園管理處委託研究報告。
- 王穎、朱有田、翁國精 (2015) 臺灣水鹿跨域整合研究(四)。太魯閣國家公園管理處委託研究報告。
- 王穎、顏士清、林子揚、陳匡洵、廖昱銓、賴冠榮 (2010) 奇萊山區臺灣水鹿之活動模式與空間使用。太魯閣國家公園管理處專題研究報告。
- 王鑫 (1984) 臺灣沿海地區自然環境保護之研究「後續計畫」—地形景觀資源調查報告。中華民國自然生態保育協會。
- 何紋靈 (2011) 玉山國家公園東部園區臺灣水鹿(*Rusa unicolor swinhoei*)的活動及其對林木的影響。國立東華大學自然資源與環境學系碩士班碩士論文。
- 吳義興 (2019) 動物傳染病實驗室檢驗方法，第八章 原蟲及寄生蟲檢查法。行政院農業委員會家畜衛生試驗所。資料來源：獸醫科技資訊網
<https://vettech.nvri.gov.tw/Articles/handbook/71.html>
- 呂勝由、陳舜英 (1996) 本省雲杉林生態之研究。林業研究專訊3(3)：17-20。
- 李玲玲、林宗以 (2003) 臺灣水鹿的食性研究。行政院農業委員會林務局保育研究系列第 91-3 號。
- 李玲玲、林宗以 (2004) 臺灣水鹿食性暨玉里野生動物保護區水鹿族群生態研究(二) 行政院農委會林務局保育研究系列第 92-3 號。
- 李玲玲、林宗以、池文傑 (2007) 玉山國家公園南二段地區中大型哺乳動物調查暨臺灣水鹿族群監測計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。
- 李玲玲、林宗以、蔡振光 (2006) 臺灣水鹿食性暨玉里野生動物保護區水鹿族群生態研究(三)。行政院農委會林務局保育研究系列第93-2 號。
- 林子佑、楊書懿、翁國精 (2015) 臺灣水鹿啃食樹皮行為影像紀錄與其含意。臺灣生物多樣性研究17 (1)：41-47。
- 林文和、張雅慈、郭淳茶 (2012) 玉山國家公園林道經營管理之規劃。玉山國家公園管理處自行研究報告。

- 林宗以 (2011) 玉里野生動物保護區臺灣水鹿棲地利用與密度估算。國立臺灣大學生命科學院生態學與演化生物學研究所碩士論文。
- 林宗以、楊國楨、李玲玲 (2006) 臺灣水鹿啃食樹皮行為對高海拔森林影響初探。2006 動物行為與生態暨中國生物學會聯合學術年會論文集。
- 林冠甫、黃美秀 (2011) 玉山國家公園大型哺乳動物相對豐富度與標實結果之關係。國家公園學報 21(2)：21-37。
- 邱祈榮、梁玉琦、賴彥任、黃名媛 (2004) 臺灣地區氣候分區與應用之研究。臺灣地理資訊學刊 1：41-62。
- 姜博仁、裴家騏、潘怡如 (2007) 自動照相機研究在臺灣標準化之淺見。野生動物保育彙報及通訊 11(2)：2-12。
- 姜博仁、蔡世超、吳禎祺 (2011) 玉山地區中大型哺乳動物與生物多樣性之長期監測計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。臺灣生物多樣性研究17(1)：41-47。
- 姜博仁、蔡世超、吳禎祺、林宗億 (2010) 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報告。玉山國家公園叢刊編號：1209。
- 柯志憲 (2018) 武陵廢耕地苗木栽植試驗與臺灣山羌取食偏好之研究。國立屏東科技大學碩士論文。
- 范震華、林宗以、張書德、楊書懿、翁國精 (2014) 臺灣水鹿族群密度估算方法評估。臺灣生物多樣性研究16(4)：309-322。
- 翁國精、林宗以 (2010) 玉山國家公園新康山區中大型哺乳動物監測暨水鹿族群生態調查。玉山國家公園管理處。
- 翁國精、林宗以、楊書懿 (2011) 玉山國家公園郡大觀高地區臺灣水鹿對森林更新與結構影響勘查。內政部營建署玉山國家公園管理處。
- 梁又仁 (2010) 梅蘭林道山羌食物品質和族群因子的季節變化。野生動物保育彙報及通訊 14(2)：12-23。
- 梁鉅榮 (1961) 臺灣山地之土壤。臺灣銀行季刊12(4)：78-95。
- 曾彥學 (1991) 臺灣中部沙里仙溪集水區植群生態之研究。II. 臺灣雲杉森林動態及族群結構之研究。國立臺灣大學森林研究所碩士論文。
- 曾喜育、曾彥學 (2019) 玉山國家公園塔塔加與玉山主峰線區域植物物種普查及科普教材先期規劃計畫。玉山國家公園管理處委託研究計畫。
- 程延年、葉貴玉、劉進全、盧佳遇 (1988) 玉山國家公園東埔玉山區地質調查暨解說規劃研究報告。內政部營建署。

- 黃正良、陳明杰、林登秋、曹崇銘、黃志堅、傅昭憲 (2015) 蓮華池天然闊葉林及杉木人工林林下光環境與木本稚樹更新之比較。臺大實驗林研究報告29(3)：173-186。
- 黃美秀、簡熒芸 (2007) 玉山國家公園南溪林道較大型哺乳動物之監測。臺灣林業科學22(2)：135-147。
- 楊勝任、邱創益、葉慶龍 (1989) 新中橫沿線植群之分布。屏東農專森林學報 30：35-74。
- 葉川逢 (2015) 楠溪林道臺灣水鹿對樹皮之啃食偏好與樹皮化學成分之關聯。國立屏東科技大學野生動物保育研究所碩士學位論文。
- 詹明勳、王亞男、葉永廉 (2005) 臺灣中部塔塔加地區臺灣雲杉樹輪氣候學研究過去 245 年氣溫與降雨量趨勢。中華林學季刊 38(1)：67-82。
- 廖昱銓 (2011) 磐石山區臺灣水鹿的季節性移動。太魯閣國家公園管理處研究生研究計畫。
- 廖昱銓、王穎 (2013) 中部山區臺灣水鹿(*Rusa unicolor swinhoei*)活動模式之探討。國立臺灣師範大學生命科學系碩士論文。
- 裴家騏 (1998) 利用自動照相設備記錄野生動物活動模式之評估。臺灣林業科學 13(4)：289-296。
- 裴家騏、陳朝圳、吳守從、滕民強 (1997) 利用自動照相設備與地理資訊系統研究森林野生動物族群之空間分布。中華林學季刊 30(3)：279-289。
- 裴家騏、梁又仁、林孟媛、郭璿 (2017) 墾丁國家公園臺灣梅花鹿野外族群監測調查及族群管理策略研擬。內政部營建署墾丁國家公園管理處委託研究報告。
- 劉一新 (2014) 太麻里研究中心闊葉樹混植造林地內三種草食獸之族群監測。臺灣生物多樣性研究 16(4)：323-337。
- 劉一新 (2016) 太麻里研究中心臺灣水鹿族群監測。中華林學季刊 49(2)：189-200。
- 劉業經、呂福原、歐辰雄、賴國祥 (1984) 臺灣高山箭竹草生地之植物演替與競爭機制。中華林學季刊 17(1)：1-32。
- 歐辰雄 (2006) 雪霸國家公園植群分類及空間分布之研究 (一)。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 歐辰雄、呂金誠、林鴻志 (2003) 大雪山地區植群生態之調查研究。國家公園學報 13(1)：33-61。
- 賴國祥 (1982) 臺灣高山箭竹草生地之植物演替與競爭機制。國立中興大學森林研究所碩士論文。
- 謝宗欣 (2005) 玉山國家公園新中橫沿線外來種植物調查計畫。玉山國家公園委託

辦理計畫。43 頁。

顏士清、王穎、歐恒佑 (2009) 太魯閣國家公園臺灣水鹿 (*Rusa unicolor swinhoii*) 分布之預測。生物學報 44(2)：89-96。

顏士清、廖昱銓、王穎 (2012) 丹大地區新植造林地及鄰近森林受草食動物損害情況。中華林學季刊 45(4)：533-550。

附錄一、 2020 年 2 月至 2021 年 8 月玉山國家公園塔塔加地區中大型
草食性哺乳動物組成與植被消長關係調查玉山林道自動照相機
拍攝哺乳動物之物種及出現指數(OI 值)

物種	有效照片數	OI
家犬	33	0.07
黑熊	3	0.01
鼬獾	568	1.15
白鼻心	9	0.02
黃鼠狼	184	0.37
黃喉貂	348	0.71
條紋松鼠	36	0.07
長吻松鼠	17	0.03
大赤鼯鼠	1	0.00
白面鼯鼠	88	0.18
臺灣獼猴	4,123	8.36
野豬	69	0.14

附錄二、塔塔加地區長期監測樣區維管束植物名錄

蕨類植物 Ferns and Lycophytes

1. **Aspleniaceae 鐵角蕨科 (3)**
 1. *Asplenium normale* D. Don 生芽鐵角蕨
 2. *Asplenium planicaule* Wall. ex E.J. Lowe 斜葉鐵角蕨
 3. *Asplenium trichomanes* L. 鐵角蕨
2. **Athyriaceae 蹄蓋蕨科 (3)**
 4. *Cornopteris decurrenti-alata* (Hook.) Nakai 貞蕨
 5. *Diplazium amamianum* Tagawa 奄美雙蓋蕨
 6. *Diplazium kawakamii* Hayata 川上氏雙蓋蕨
3. **Cystopteridaceae 冷蕨科 (1)**
 7. *Acystopteris tenuisecta* (Blume) Tagawa 禾桿亮毛蕨
 8. *Cystopteris moupinensis* Franch. 寬葉冷蕨
4. **Dennstaedtiaceae 碗蕨科 (2)**
 9. *Monachosorum henryi* Christ 稀子蕨
 10. *Pteridium aquilinum* subsp. *wightianum* (J. Agardh) W.C. Shieh 巒大蕨
5. **Dryopteridaceae 鱗毛蕨科 (16)**
 11. *Arachniodes aristata* (G. Forst.) Tindale 細葉複葉耳蕨
 12. *Arachniodes pseudoaristata* (Tagawa) Ohwi 小葉複葉耳蕨
 13. *Arachniodes rhomboidea* (Schott) Ching 斜方複葉耳蕨
 14. *Dryopteris hypophlebia* Hayata 深山鱗毛蕨
 15. *Dryopteris lepidopoda* Hayata 厚葉鱗毛蕨
 16. *Dryopteris redactopinnata* S. K. Basu & Panigr. 藏布鱗毛蕨
 17. *Dryopteris sparsa* (D. Don) Kuntze 長葉鱗毛蕨
 18. *Dryopteris squamiseta* (Hook.) Kuntze 阿里山肉刺蕨
 19. *Dryopteris squamiseta* (Hook.) Kuntze 阿里山鱗毛蕨
 20. *Peranema cyatheoides* D. Don 柄囊蕨
 21. *Polystichum chunii* Ching 陳氏耳蕨 (EN)
 22. *Polystichum eximium* (Mett. ex Kuhn) C. Chr. 阿里山耳蕨
 23. *Polystichum hancockii* (Hance) Diels 韓氏耳蕨
 24. *Polystichum nepalense* (Spreng.) C. Chr. 軟骨耳蕨
 25. *Polystichum parvipinnulum* Tagawa 尖葉耳蕨
 26. *Polystichum piceopaleaceum* Tagawa 黑鱗耳蕨
 27. *Polystichum stenophyllum* (Franch.) Christ 芽胞耳蕨
 28. *Polystichum tacticopterum* (Kunze) T. Moore 兒玉氏耳蕨
6. **Hymenophyllaceae 膜蕨科 (2)**
 29. *Gonocormus minutus* (Blume) Bosch 團扇蕨
 30. *Mecodium polyanthos* (Sw.) Copel. 細葉落蕨
7. **Lycopodiaceae 石松科 (1)**

31. *Lycopodium veitchii* Christ 玉山石松
8. **Plagiogyriaceae 瘤足蕨科 (1)**
32. *Plagiogyria formosana* Nakai 臺灣瘤足蕨
9. **Polypodiaceae 水龍骨科 (9)**
33. *Arthromeris lehmannii* (Mett.) Ching 肢節蕨
34. *Crypsinus quasidivaticatus* (Hayata) Copel. 玉山蕨
35. *Davallia clarkei* Baker 小膜蓋蕨
36. *Lepisorus monilisorus* (Hayata) Tagawa 擬笈瓦蕨
37. *Lepisorus pseudoussuriensis* Tagawa 擬烏蘇里瓦蕨
38. *Loxogramme salicifolia* (Makino) Makino 柳葉劍蕨
39. *Microsorium buergerianum* (Miq.) Ching 波氏星蕨
40. *Polypodium amoenum* Wall. ex Mett. 阿里山水龍骨
41. *Pyrrosia lingua* (Thunb.) Farw. 石葦
42. *Xiphopteris okuboi* (Yatabe) Copel. 梳葉蕨
10. **Pteridaceae 鳳尾蕨科 (7)**
43. *Antrophyum obovatum* Baker 車前蕨
44. *Coniogramme intermedia* Hieron. 華鳳丫蕨
45. *Pteris biaurita* L. 弧脈鳳尾蕨
46. *Pteris linearis* Poir. 三角脈鳳尾蕨
47. *Pteris wallichiana* J. Agardh 瓦氏鳳尾蕨
48. *Vittaria anguste-elongata* Hayata 姬書帶蕨
49. *Vittaria flexuosa* Fée 書帶蕨
11. **Selaginellaceae 卷柏科 (1)**
50. *Selaginella labordei* Hieron. ex Christ 玉山卷柏
12. **Thelypteridaceae 金星蕨科 (1)**
51. *Dictyocline griffithii* var. *wilfordii* (Hook.) T. Moore 威氏聖蕨
13. **Woodsiaceae 岩蕨科 (2)**
52. *Athyrium cryptogrammoides* Hayata 合歡山蹄蓋蕨
53. *Athyrium reflexipinnum* Hayata 逆葉蹄蓋蕨
- 裸子植物 Gymnosperms**
14. **Pinaceae 松科 (1)**
54. *Pinus armandii* var. *mastersiana* (Hayata) Hayata 臺灣華山松 #
- 雙子葉植物 'Dicotyledons'**
15. **Adoxaceae 五福花科 (3)**
55. *Viburnum betulifolium* Batalin 樺葉英蓀
56. *Viburnum foetidum* var. *rectangulatum* Rehder 狹葉英蓀
57. *Viburnum integrifolium* Hayata 玉山糯米樹 #
16. **Apiaceae 繖形科 (1)**
58. *Sanicula petagnioides* Hayata 五葉山芹菜 #

17. **Araliaceae 五加科 (3)**
 59. *Hedera rhombea* var. *formosana* (Nakai) H.L. Li 臺灣常春藤 #
 60. *Hydrocotyle setulosa* Hayata 阿里山天胡荽 #
 61. *Schefflera taiwaniana* (Nakai) Kaneh. 臺灣鵝掌柴 #
18. **Asteraceae 菊科 (7)**
 62. *Ainsliaea latifolia* subsp. *henryi* (Diels) H. Koyama 臺灣鬼督郵
 63. *Cirsium arisanense* Kitam. 阿里山薊 #
 64. *Eupatorium cannabinum* subsp. *asiaticum* Kitam. 臺灣澤蘭
 65. *Gynura japonica* (Thunb.) Juel 黃花三七草
 66. *Myriactis humilis* Merr. 矮菊
 67. *Senecio nemorensis* var. *dentatus* (Kitam.) H. Koyama 黃菀 #
 68. *Senecio scandens* var. *incisus* Franch. 裂葉蔓黃菀
19. **Balanophoraceae 蛇菰科 (1)**
 69. *Balanophora laxiflora* Hemsl. 穗花蛇菰
20. **Balsaminaceae 鳳仙花科 (1)**
 70. *Impatiens uniflora* Hayata 紫花鳳仙花 #
21. **Berberidaceae 小檗科 (2)**
 71. *Berberis kawakamii* Hayata 臺灣小檗 # (NT)
 72. *Berberis nantoensis* C.K. Schneid. 南投小檗 # (VU)
 73. *Berberis mingetsensis* Hayata 眠月小檗 # (CR)
22. **Campanulaceae 桔梗科 (1)**
 74. *Peracarpa carnosus* (Wall.) Hook. f. & Thomson 山桔梗
23. **Caprifoliaceae 忍冬科 (1)**
 75. *Lonicera acuminata* Wall. 阿里山忍冬
24. **Caryophyllaceae 石竹科 (1)**
 76. *Cerastium arisanense* Hayata 阿里山卷耳 #
25. **Celastraceae 衛矛科 (2)**
 77. *Euonymus carnosus* Hemsl. 厚葉衛矛 #
 78. *Euonymus spraguei* Hayata 刺果衛矛 #
26. **Crassulaceae 景天科 (1)**
 79. *Sedum actinocarpum* Yamam. 星果佛甲草 #
27. **Cucurbitaceae 瓜科 (1)**
 80. *Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino 絞股藍
28. **Elaeagnaceae 胡頹子科 (1)**
 81. *Elaeagnus thunbergii* Servett. 鄧氏胡頹子 #
29. **Ericaceae 杜鵑花科 (5)**
 82. *Gaultheria itoana* Hayata 高山白珠樹
 83. *Pieris taiwanensis* Hayata 臺灣馬醉木
 84. *Rhododendron pseudochrysanthum* Hayata 玉山杜鵑 #
 85. *Rhododendron rubropilosum* Hayata 紅毛杜鵑 #

86. *Vaccinium merrillianum* Hayata 高山越橘 #
30. **Gentianaceae 龍膽科 (1)**
87. *Tripterospermum lanceolatum* (Hayata) H. Hara ex Satake 玉山肺形草 #
31. **Gesneriaceae 苦苣苔科 (1)**
88. *Lysionotus pauciflorus* Maxim. 石吊蘭
32. **Hydrangeaceae 八仙花科 (3)**
89. *Hydrangea integrifolia* Hayata 大枝掛繡球
90. *Pileostegia viburnoides* Hook. f. & Thomson 青棉花
91. *Schizophragma integrifolium* var. *fauriei* (Hayata) Hayata 圓葉鑽地風
33. **Hypericaceae 金絲桃科 (1)**
92. *Hypericum nagasawae* Hayata 玉山金絲桃 #
34. **Lamiaceae 唇形科 (1)**
93. *Salvia formosana* Hayata 臺灣紫花鼠尾草 # (DD)
35. **Lauraceae 樟科 (2)**
94. *Litsea morrisonensis* Hayata 玉山木薑子 #
95. *Neolitsea acuminatissima* (Hayata) Kaneh. & Sasaki 高山新木薑子 #
36. **Melastomataceae 野牡丹科 (1)**
96. *Sarcopyramis napalensis* var. *bodinieri* (H. Lév. & Vaniot) H. Lév. 肉穗野牡丹
37. **Oleaceae 木犀科 (3)**
97. *Ligustrum morrisonense* Kaneh. & Sasaki 玉山女貞 # (NT)
98. *Ligustrum sinense* Lour. 小實女貞
99. *Osmanthus heterophyllus* (G. Don) P.S. Green 異葉木犀 #
38. **Onagraceae 柳葉菜科 (1)**
100. *Circaea alpina* subsp. *imaicola* (Asch. & Magn.) Kitam. 高山露珠草
39. **Oxalidaceae 酢醬草科 (2)**
101. *Oxalis acetosella* subsp. *formosana* (Terao) S.F. Huang & T.C. Huang 臺灣山酢漿草
102. *Oxalis acetosella* subsp. *taemoni* (Yamam.) S.F. Huang & T.C. Huang 大霸尖山酢漿草 # (VU)
40. **Pentaphylacaceae 五列木科 (2)**
103. *Eurya glaberrima* Hayata 厚葉柃木 #
104. *Eurya leptophylla* Hayata 薄葉柃木 #
41. **Plantaginaceae 車前科 (5)**
105. *Digitalis purpurea* L. 毛地黃 *
106. *Ellisiophyllum pinnatum* (Wall. ex Benth.) Makino 海螺菊
107. *Hemiphragma heterophyllum* Wall. 腰只花
108. *Veronica oligosperma* Hayata 貧子水苦賈
109. *Veronica taiwanica* T. Yamaz. 臺灣水苦賈

42. **Polygonaceae 蓼科 (4)**
 110. *Polygonum chinense* L. 火炭母草
 111. *Polygonum filicaule* Wall. ex Meisn. 高山蓼 (NT)
 112. *Polygonum pilushanense* Y.C. Liu & C.H. Ou 畢祿山蓼 #
 113. *Polygonum runcinatum* Buch.-Ham. ex D. Don 玉山蓼
43. **Ranunculaceae 毛茛科 (4)**
 114. *Clematis henryi* Oliv. 亨利氏鐵線蓮
 115. *Clematis henryi* var. *leptophylla* Hayata 薄單葉鐵線蓮
 116. *Clematis henryi* var. *morii* (Hayata) T.Y. Yang & T.C. Huang 森氏鐵線蓮 # (NT)
 117. *Thalictrum urbainii* Hayata 傅氏唐松草 #
44. **Rhamnaceae 鼠李科 (1)**
 118. *Rhamnus chingshuiensis* var. *tashanensis* Liu & Wang 塔山鼠李 #
45. **Rosaceae 薔薇科 (8)**
 119. *Photinia niitakayamensis* Hayata 玉山假沙梨
 120. *Prinsepia scandens* Hayata 假皂莢 #
 121. *Prunus spinulosa* Siebold & Zucc. 刺葉桂櫻
 122. *Rosa sericea* var. *morrisonensis* (Hayata) Masam. 玉山野薔薇 #
 123. *Rubus parvialiiifolius* Hayata 小栲葉懸鉤子 #
 124. *Rubus pectinellus* Maxim. 刺萼寒莓
 125. *Rubus pungens* var. *oldhamii* (Miq.) Maxim. 毛刺懸鉤子 #
 126. *Rubus taiuensis* var. *aculeatiflorus* (Hayata) H. Ohashi & C.F. Hsieh 刺花懸鉤子 #
46. **Rubiaceae 茜草科 (5)**
 127. *Damnacanthus indicus* C.F. Gaertn. 伏牛花
 128. *Galium echinocarpum* Hayata 刺果豬殃殃 #
 129. *Galium formosense* Ohwi 圓葉豬殃殃 #
 130. *Nertera nigricarpa* Hayata 黑果深柱夢草
 131. *Rubia lanceolata* Hayata 金劍草 #
47. **Saxifragaceae 虎耳草科 (2)**
 132. *Astilbe longicarpa* (Hayata) Hayata 落新婦 #
 133. *Mitella formosana* (Hayata) Masam. 臺灣唢呐草 #
48. **Thymelaeaceae 瑞香科 (1)**
 134. *Daphne arisanensis* Hayata 臺灣瑞香 #
49. **Trochodendraceae 昆欄樹科 (1)**
 135. *Trochodendron aralioides* Siebold & Zucc. 昆欄樹
50. **Urticaceae 蕁麻科 (4)**
 136. *Elatostema parvum* (Blume) Miq. 絨莖樓梯草
 137. *Elatostema trilobulatum* (Hayata) T. Yamaz. 裂葉樓梯草 #
 138. *Lecanthus peduncularis* (Wall. ex Royle) Wedd. 長梗盤花麻

139. *Urtica thunbergiana* Siebold & Zucc. 蕁麻
51. **Violaceae 堇菜科 (2)**
140. *Viola adenothrix* Hayata 喜岩堇菜
141. *Viola formosana* Hayata 臺灣堇菜
- 單子葉植物 Monocotyledons**
52. **Araceae 天南星科 (1)**
142. *Arisaema consanguineum* Schott 長行天南星
53. **Asparagaceae 天門冬科 (1)**
143. *Ophiopogon intermedius* D. Don 間型沿階草
54. **Cyperaceae 莎草科 (6)**
144. *Carex baccans* Nees 紅果薹
145. *Carex brunnea* Thunb. 束草
146. *Carex cruciata* Wahlenb. 煙火薹
147. *Carex filicina* Nees 紅鞘薹
148. *Carex tristachya* var. *pocilliformis* (Boott) Kük. 抱鱗宿柱薹
149. *Trichophorum subcapitatum* (Thwaites & Hook.) D.A. Simpson 玉山針
蘭
55. **Juncaceae 燈心草科 (1)**
150. *Luzula effusa* Buchenau 中國地楊梅
56. **Melanthiaceae 黑藥花科 (1)**
151. *Paris polyphylla* Sm. 七葉一枝花
57. **Nartheciaceae 薔薇薯科 (1)**
152. *Aletris formosana* (Hayata) Makino & Nemoto 臺灣粉條兒菜
58. **Orchidaceae 蘭科 (1)**
153. *Rhomboda tokioi* (Fukuy.) Ormerod 白點伴蘭
59. **Poaceae 禾本科 (6)**
154. *Agrostis clavata* Trin. 翦股穎
155. *Aniselytron agrostoides* Merr. 小穎溝稈草
156. *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P. Beauv. 基隆短柄草
157. *Helictotrichon abietetorum* (Ohwi) Ohwi 冷杉異燕麥
158. *Miscanthus transmorrisonensis* Hayata 高山芒
159. *Yushania niitakayamensis* (Hayata) Keng f. 玉山箭竹
60. **Smilacaceae 菝葜科 (3)**
160. *Smilax menispermoides* A. DC. 巒大菝葜
161. *Smilax sieboldii* Miq. 臺灣山馬薯
162. *Smilax vaginata* Decne. 玉山菝葜

附錄三、塔塔加地區台灣水鹿糞球採集資訊與檢視結果表 (2020 年 1 月到 2021 年 8 月)

編號	採集日期	物種	座標(Y)	座標(X)	採集地點	檢驗結果	糞球重量	EPG
NCHU-TCF-RUUS-001	2020.01.21	水鹿	23.474871	120.885387	鹿林山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-002	2020.01.21	水鹿	23.474385	120.885244	鹿林山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-003	2020.01.21	水鹿	23.474154	120.885114	鹿林山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-004	2020.01.21	水鹿	23.474093	120.885013	鹿林山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-005	2020.01.21	水鹿	23.473812	120.884851	鹿林山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-006	2020.01.21	水鹿	23.473796	120.884933	鹿林山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-007	2020.01.21	水鹿	23.475752	120.887526	麟趾山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-008	2020.01.21	水鹿	23.475637	120.888432	麟趾山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-009	2020.01.21	水鹿	23.475524	120.890611	麟趾山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-010	2020.01.21	水鹿	23.475464	120.890823	麟趾山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-011	2020.02.14	水鹿	23.472972	120.885474	黑森林步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-012	2020.02.14	水鹿	23.472972	120.885474	黑森林步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-013	2020.02.14	水鹿	23.4729720	120.885474	黑森林步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-014	2020.02.14	水鹿	23.471336	120.883537	鹿林山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-015	2020.02.14	水鹿	23.471336	120.883537	鹿林山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-016	2020.02.14	水鹿	23.474626	120.888008	黑森林步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-017	2020.02.14	水鹿	23.474645	120.888008	黑森林步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-018	2020.02.14	水鹿	23.472987	120.894333	黑森林步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-019	2020.02.14	水鹿	23.471742	120.895049	黑森林步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-020	2020.02.14	水鹿	23.471850	120.895166	黑森林步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-021	2020.02.14	水鹿	23.471950	120.895352	黑森林步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-022	2020.02.14	水鹿	23.472212	120.895606	黑森林步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-023	2020.02.14	水鹿	23.471706	120.894941	黑森林步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-024	2020.02.14	水鹿	23.475544	120.895780	麟趾山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-025	2020.02.14	水鹿	23.475589	120.895878	麟趾山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-026	2020.02.15	水鹿	23.479831	120.892448	楠溪林道	-	-	-

NCHU-TCF-RUUS-027	2020.03.15	水鹿	23.478629	120.891509	楠溪林道近大鐵杉	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-028	2020.03.15	水鹿	23.478891	120.891372	楠溪林道近大鐵杉	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-029	2020.03.15	水鹿	23.478855	120.891470	楠溪林道近大鐵杉	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-030	2020.03.15	水鹿	23.476803	120.901760	玉山登山口	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-031	2020.03.15	水鹿	23.477164	120.901633	玉山登山口	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-032	2020.03.15	水鹿	23.477074	120.901623	玉山登山口	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-033	2020.03.15	水鹿	23.476133	120.899764	楠溪林道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-034	2020.03.15	水鹿	23.476133	120.899764	楠溪林道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-035	2020.03.15	水鹿	23.475763	120.899108	黑森林步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-036	2020.03.15	水鹿	23.475709	120.899030	黑森林步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-037	2020.03.15	水鹿	23.475906	120.897228	黑森林步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-038	2020.03.15	水鹿	23.472662	120.894010	黑森林步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-039	2020.03.15	水鹿	23.472662	120.893971	黑森林步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-040	2020.03.15	水鹿	23.472400	120.893639	黑森林步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-041	2020.03.15	水鹿	23.472093	120.894324	黑森林步道	2020.04.09 檢得線蟲卵一枚		
NCHU-TCF-RUUS-042	2020.04.11	水鹿	23.475654	120.899089	黑森林步道	蟲卵一枚		
NCHU-TCF-RUUS-043	2020.04.11	水鹿	23.475167	120.8990604	黑森林步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-044	2020.04.11	山羊	23.477843	120.890080	玉山林道	玻片打翻	-	-
NCHU-TCF-RUUS-045	2020.04.11	水鹿	23.477653	120.890051	玉山林道	藍色塑膠條	-	-
NCHU-TCF-RUUS-046	2020.04.11	水鹿	23.477680	120.890179	玉山林道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-047	2020.04.11	水鹿	23.477593	120.890042	玉山林道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-048	2020.04.11	水鹿	23.477644	120.890081	鹿林山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-049	2020.04.12	水鹿	23.472465	120.883369	鹿林山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-050	2020.04.12	水鹿	23.472474	120.883438	鹿林山步道	紫色塑膠條	-	-
NCHU-TCF-RUUS-051	2020.04.12	水鹿	23.472447	120.883614	鹿林山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-052	2020.04.12	水鹿	23.471842	120.883439	鹿林山步道	藍色塑膠條	-	-
NCHU-TCF-RUUS-053	2020.04.12	水鹿	23.471851	120.883478	鹿林山步道	藍色塑膠條	-	-
NCHU-TCF-RUUS-054	2020.04.12	水鹿	23.471823	120.882783	鹿林山步道	-	-	-

NCHU-TCF-RUUS-055	2020.04.12	水鹿	23.471778	120.882832	鹿林山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-056	2020.04.12	水鹿	23.475717	120.885364	鹿林山步道	梳狀古巴毛樣線蟲、線蟲 sp.	-	-
NCHU-TCF-RUUS-057	2020.04.12	水鹿	23.470377	120.880484	玉山林道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-058	2020.04.12	水鹿	23.484254	120.890212	玉山林道	線蟲卵、山羊乳嘴桿線蟲	-	-
NCHU-TCF-RUUS-059	2020.04.12	水鹿	23.479648	120.888855	東埔大草原	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-060	2020.04.12	水鹿	23.479043	120.888601	東埔大草原	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-061	2020.04.12	水鹿	23.479115	120.888640	東埔大草原	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-062	2020.05.27	水鹿	23.475192	120.885879	麟趾山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-063	2020.05.27	水鹿	23.475617	120.888206	麟趾山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-064	2020.05.27	水鹿	23.475657	120.888195	麟趾山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-065	2020.05.27	水鹿	23.475709	120.890226	麟趾山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-066	2020.05.27	水鹿	23.475470	120.891614	麟趾山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-067	2020.05.27	水鹿	23.475456	120.891668	麟趾山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-068	2020.05.27	水鹿	23.475608	120.894027	麟趾山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-069	2020.05.27	水鹿	23.475684	120.894090	麟趾山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-070	2020.05.27	水鹿	23.475834	120.895145	麟趾山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-071	2020.05.27	水鹿	23.475822	120.895239	麟趾山步道	古巴毛樣線蟲卵*1	-	-
NCHU-TCF-RUUS-072	2020.05.27	水鹿	23.475823	120.895308	麟趾山步道	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-073	2020.05.27	水鹿	23.472404	120.893629	黑森林步道	糞桿線蟲*1	-	-
NCHU-TCF-RUUS-074	2020.05.27	水鹿	23.475852	120.885394	玉山林道近鞍部	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-075	2020.05.27	水鹿	23.484687	120.889866	東埔大草原	十二指腸結節蟲卵、糞桿線蟲	-	-
NCHU-TCF-RUUS-076	2020.05.27	水鹿	23.484693	120.889865	東埔大草原	-	-	-
NCHU-TCF-RUUS-077	2020.06.21	水鹿	23.475605	120.883018	玉山林道	線蟲卵*1、胰蛭卵*2	9.047	0.332
NCHU-TCF-RUUS-078	2020.06.21	水鹿	23.475901	120.882795	玉山林道	-	10.512	-
NCHU-TCF-RUUS-079	2020.06.21	水鹿	23.475740	120.882928	玉山林道	-	8.312	-
NCHU-TCF-RUUS-080	2020.06.21	水鹿	23.475555	120.883163	玉山林道	-	7.979	-
NCHU-TCF-RUUS-081	2020.06.22	山羌	23.472105	120.880492	玉山林道	-	3.997	-
NCHU-TCF-RUUS-082	2020.06.22	山羌	23.472138	120.880559	玉山林道	-	3.984	-

NCHU-TCF-RUUS-083	2020.06.22	水鹿	23.472498	120.882071	玉山林道	-	11.699	-
NCHU-TCF-RUUS-084	2020.06.22	山羌	23.472565	120.882045	玉山林道	-	3.718	-
NCHU-TCF-RUUS-085	2020.06.22	山羌	23.472138	120.880559	玉山林道	-	4.823	-
NCHU-TCF-RUUS-086	2020.06.22	水鹿	23.474374	120.882052	玉山林道	-	7.466	-
NCHU-TCF-RUUS-087	2020.06.22	水鹿	23.474350	120.881978	玉山林道	-	10.774	-
NCHU-TCF-RUUS-088	2020.06.22	水鹿	23.474179	120.882498	玉山林道	-	11.387	-
NCHU-TCF-RUUS-089	2020.06.22	水鹿	23.477328	120.886402	玉山林道	-	12.375	-
NCHU-TCF-RUUS-090	2020.07.21	水鹿	23.4762897	120.8996949	楠溪林道近登山口	糞桿線蟲*2	8.326	0.240
NCHU-TCF-RUUS-091	2020.07.21	水鹿	23.4761667	120.8996986	楠溪林道近登山口	糞桿線蟲*1	9.687	0.103
NCHU-TCF-RUUS-092	2020.07.21	水鹿	23.4767780	120.9014903	楠溪林道近登山口	-	9.107	-
NCHU-TCF-RUUS-093	2020.07.21	水鹿	23.4768223	120.9018115	楠溪林道近登山口	-	10.403	-
NCHU-TCF-RUUS-094	2020.07.21	水鹿	23.4768223	120.9018116	楠溪林道近登山口	-	10.058	-
NCHU-TCF-RUUS-095	2020.07.21	山羌	23.4765342	120.9012426	楠溪林道近登山口	-	4.786	-
NCHU-TCF-RUUS-096	2020.07.22	水鹿	23.4784712	120.8913606	楠溪林道近大鐵杉	-	8.913	-
NCHU-TCF-RUUS-097	2020.07.22	山羌	23.4727909	120.8938165	黑森林步道	-	9.174	-
NCHU-TCF-RUUS-098	2020.07.22	山羌	23.4727909	120.8938166	黑森林步道	-	6.499	-
NCHU-TCF-RUUS-099	2020.07.22	水鹿	23.4727442	120.8938910	黑森林步道	-	7.376	-
NCHU-TCF-RUUS-100	2020.07.22	水鹿	23.4728284	120.8940194	黑森林步道	-	9.768	-
NCHU-TCF-RUUS-101	2020.07.22	水鹿	-	-		-	10.194	-
NCHU-TCF-RUUS-102	2020.07.22	水鹿	23.4713732	120.8953742	黑森林步道	藍色塑膠條*1	10.230	-
NCHU-TCF-RUUS-103	2020.07.22	水鹿	23.4712052	120.8954125	黑森林步道	-	7.886	-
NCHU-TCF-RUUS-104	2020.07.22	水鹿	23.4748551	120.8937022	麟趾山步道	-	9.738	-
NCHU-TCF-RUUS-105	2020.08.24	水鹿	23.4807761	120.8889490	東埔大草原	-	10.289	-
NCHU-TCF-RUUS-106	2020.08.24	水鹿	23.4818108	120.8895404	東埔大草原	-	8.699	-
NCHU-TCF-RUUS-107	2020.08.24	水鹿	23.4820688	120.8893869	東埔大草原	十二指腸結節蟲卵*1	8.722	0.115
NCHU-TCF-RUUS-108	2020.08.24	水鹿	23.4823942	120.8890368	東埔大草原	糞桿線蟲*2	11.597	0.172
NCHU-TCF-RUUS-109	2020.08.24	水鹿	23.4823942	120.8890429	東埔大草原	糞桿線蟲、線蟲卵	8.760	0.457
NCHU-TCF-RUUS-110	2020.08.24	水鹿	23.4838001	120.8901915	東埔大草原		9.713	-

NCHU-TCF-RUUS-111	2020.08.24	水鹿	23.4837503	120.8904279	東埔大草原	糞桿線蟲、古巴毛樣線蟲卵	8.951	0.223
NCHU-TCF-RUUS-112	2020.08.24	水鹿	23.4837091	120.8904705	東埔大草原	-	8.422	-
NCHU-TCF-RUUS-113	2020.08.24	水鹿	23.4838791	120.8903012	東埔大草原	糞桿線蟲*5	6	0.792
NCHU-TCF-RUUS-114	2020.08.24	水鹿	23.4839714	120.8902532	東埔大草原	糞桿線蟲*2	11.839	0.169
NCHU-TCF-RUUS-115	2020.08.24	水鹿	23.4839769	120.8902324	東埔大草原	糞桿線蟲*4	11.016	0.363
NCHU-TCF-RUUS-116	2020.08.24	水鹿	23.4840157	120.8901734	東埔大草原	乳嘴桿線蟲*1	11.518	0.087
NCHU-TCF-RUUS-117	2020.08.24	水鹿	23.4857260	120.8913228	東埔大草原	-	10.478	-
NCHU-TCF-RUUS-118	2020.08.24	水鹿	23.4857011	120.8912118	東埔大草原	鹿蛔蟲卵*1	10.576	0.095
NCHU-TCF-RUUS-119	2020.08.24	山羌	23.4856949	120.8911551	東埔大草原	-	4.075	-
NCHU-TCF-RUUS-120	2020.08.24	水鹿	23.4855830	120.8907866	東埔大草原	-	12.644	-
NCHU-TCF-RUUS-121	2020.09.19	山羌	23.4724529	120.8854242	玉山林道	十二指腸結節蟲*1	2.624	0.381
NCHU-TCF-RUUS-122	2020.09.19	山羌	23.4739460	120.8829449	玉山林道	-	6.323	-
NCHU-TCF-RUUS-123	2020.09.19	水鹿	23.4752496	120.8829818	玉山林道近鞍部	-	10.706	-
NCHU-TCF-RUUS-124	2020.09.19	山羌	23.4754289	120.8838588	玉山林道近鞍部	塑膠纖維*1	3.257	-
NCHU-TCF-RUUS-125	2020.09.19	水鹿	23.4755842	120.8842250	玉山林道近鞍部	-	10.160	-
NCHU-TCF-RUUS-126	2020.09.19	山羌	23.470806	120.8871412	玉山林道	塑膠纖維*1	6.964	-
NCHU-TCF-RUUS-127	2020.09.19	水鹿	23.4754289	120.8838588	玉山林道近鞍部	-	11.035	-
NCHU-TCF-RUUS-128	2020.09.19	山羌	23.4760864	120.8857156	玉山林道近鞍部	-	4.080	-
NCHU-TCF-RUUS-129	2020.09.19	水鹿	23.4745199	120.8851168	麟趾山步道近鞍部	-	10.080	-
NCHU-TCF-RUUS-130	2020.09.20	水鹿	23.4728223	120.8941505	黑斯林步道	塑膠纖維*1、糞桿線蟲*3	10.025	0.299
NCHU-TCF-RUUS-131	2020.09.20	水鹿	23.4726695	120.8940315	黑森林步道	-	10.265	-
NCHU-TCF-RUUS-132	2020.09.20	水鹿	23.4788223	120.8941505	黑斯林步道	-	8.481	-
NCHU-TCF-RUUS-133	2020.09.20	水鹿	23.4764397	120.9008885	楠溪林道	-	8.699	-
NCHU-TCF-RUUS-134	2020.09.20	山羌	23.4771529	120.9016754	楠溪林道	-	3.366	-
NCHU-TCF-RUUS-135	2020.09.20	水鹿	23.4771759	120.9018829	楠溪林道	-	11.020	-
NCHU-TCF-RUUS-136	2020.10.18	水鹿	23.4722309	120.8833546	玉山林道	-	11.589	-
NCHU-TCF-RUUS-137	2020.10.18	水鹿	23.4721156	120.8835091	玉山林道	-	13.732	-
NCHU-TCF-RUUS-138	2020.10.18	水鹿	23.4722029	120.8834994	玉山林道	-	12.267	-

NCHU-TCF-RUUS-139	2020.10.18	水鹿	23.4722008	120.9935085	玉山林道	塑膠纖維*1	10.881	-
NCHU-TCF-RUUS-140	2020.10.18	水鹿	23.4722312	120.8835008	玉山林道	塑膠纖維*1	13.412	-
NCHU-TCF-RUUS-141	2020.10.18	水鹿	23.4708270	120.8824617	麟趾山步道近鞍部	-	13.875	-
NCHU-TCF-RUUS-142	2020.10.18	水鹿	23.4752115	120.8859208	麟趾山步道近鞍部	蟲卵*1(變形無法辨識)	11.812	0.085
NCHU-TCF-RUUS-143	2020.10.18	水鹿	23.4751857	120.8858802	麟趾山步道	-	7.832	-
NCHU-TCF-RUUS-144	2020.10.18	水鹿	23.4756989	120.8870567	麟趾山步道	塑膠纖維*1	8.408	-
NCHU-TCF-RUUS-145	2020.10.18	水鹿	23.4756528	120.8869796	麟趾山步道	-	12.888	-
NCHU-TCF-RUUS-146	2020.10.18	水鹿	23.4757334	120.8878225	麟趾山步道	塑膠纖維*1	13.111	-
NCHU-TCF-RUUS-147	2020.10.18	水鹿	23.4758139	120.8874661	麟趾山步道	塑膠纖維*1	13.021	-
NCHU-TCF-RUUS-148	2020.10.18	水鹿	23.4758065	120.8903391	麟趾山步道	-	9.872	-
NCHU-TCF-RUUS-149	2020.10.18	水鹿	23.4757583	120.8903216	麟趾山步道	-	9.287	-
NCHU-TCF-RUUS-150	2020.10.18	水鹿	23.4755716	120.8969796	麟趾山步道	塑膠纖維*1	13.734	-
NCHU-TCF-RUUS-151	2020.11.15	水鹿	23.4707049	120.8803485	玉山林道	糞桿線蟲*4	12.283	0.326
NCHU-TCF-RUUS-152	2020.11.15	水鹿	23.4747022	120.8832476	玉山林道	-	7.665	-
NCHU-TCF-RUUS-153	2020.11.15	水鹿	23.4748744	120.8858598	麟趾山步道近鞍部	塑膠纖維*1	12.776	-
NCHU-TCF-RUUS-154	2020.11.15	水鹿	23.4757214	120.8874798	麟趾山步道	-	7.890	-
NCHU-TCF-RUUS-155	2020.11.15	水鹿	23.4756933	120.8936411	麟趾山步道	塑膠纖維*1、糞桿線蟲*1	9.061	0.110
NCHU-TCF-RUUS-156	2020.11.15	水鹿	23.4756469	120.8991139	麟趾山步道	塑膠纖維*1	11.352	-
NCHU-TCF-RUUS-157	2020.11.15	水鹿	23.4719987	120.8819055	玉山林道	塑膠纖維*2	10.487	-
NCHU-TCF-RUUS-158	2020.11.16	水鹿	23.4723093	120.8935785	黑森林步道	塑膠纖維*2	9.437	-
NCHU-TCF-RUUS-159	2020.11.16	水鹿	23.4727912	120.8939181	黑森林步道	塑膠纖維*1	9.657	-
NCHU-TCF-RUUS-160	2020.11.16	水鹿	23.4722075	120.8957226	黑森林步道	-	7.693	-
NCHU-TCF-RUUS-161	2020.11.16	水鹿	23.4786376	120.8908624	楠溪林道	-	10.821	-
NCHU-TCF-RUUS-162	2020.11.16	山羌	23.4792251	120.8889342	東埔大草原	-	4.577	-
NCHU-TCF-RUUS-163	2020.11.16	水鹿	23.4726402	120.8951338	黑森林步道	塑膠纖維*1	10.619	-
NCHU-TCF-RUUS-164	2020.11.16	水鹿	23.4784051	120.8913194	楠溪林道近大鐵杉	塑膠纖維*1	9.065	-
NCHU-TCF-RUUS-165	2020.11.16	水鹿	23.4784049	120.8913195	楠溪林道近大鐵杉	塑膠纖維*2	10.253	-
NCHU-TCF-RUUS-166	2020.12.19	水鹿	23.4707323	120.8825925	鹿林山步道	-	9.500	-

NCHU-TCF-RUUS-167	2020.12.19	水鹿	23.4713950	120.8834642	鹿林山步道	-	6.300	-
NCHU-TCF-RUUS-168	2020.12.19	水鹿	23.4722752	120.8835172	鹿林山步道	-	10.100	-
NCHU-TCF-RUUS-169	2020.12.19	水鹿	23.4751011	120.8851902	鹿林山步道	-	11.300	-
NCHU-TCF-RUUS-170	2020.12.19	水鹿	23.472281	120.8933703	玉山林道近鞍部	-	9.800	-
NCHU-TCF-RUUS-171	2020.12.19	水鹿	23.4751626	120.8931155	麟趾山步道	-	7.800	-
NCHU-TCF-RUUS-172	2020.12.19	水鹿	23.4786739	120.8913556	楠溪林道近大鐵杉	塑膠纖維	8.300	-
NCHU-TCF-RUUS-173	2020.12.19	水鹿	23.4786001	120.8913637	楠溪林道近大鐵杉	塑膠纖維	8.800	-
NCHU-TCF-RUUS-174	2020.12.19	水鹿	23.4780124	120.8903411	玉山林道近大鐵杉	塑膠纖維	10.200	-
NCHU-TCF-RUUS-175	2020.12.19	水鹿	23.4723444	120.8953994	黑森林步道	塑膠纖維	8.700	-
NCHU-TCF-RUUS-176	2020.12.20	水鹿	23.4723961	120.8949521	黑森林步道	-	8.000	-
NCHU-TCF-RUUS-177	2020.12.20	山羊	23.4727024	120.8940475	黑森林步道	-	9.000	-
NCHU-TCF-RUUS-178	2020.12.20	水鹿	23.4816356	120.8889470	東埔大草原	-	10.000	-
NCHU-TCF-RUUS-179	2020.12.20	水鹿	23.4836897	120.8904329	東埔大草原	-	7.500	-
NCHU-TCF-RUUS-180	2020.12.20	水鹿	23.4784049	120.8913195	楠溪林道近大鐵杉	-	10.100	-
NCHU-TCF-RUUS-181	2021.01.18	水鹿	23.4750666	120.8857407	麟趾山步道近鞍部	塑膠纖維	10.700	-
NCHU-TCF-RUUS-182	2021.01.18	山羊	23.477495	120.887409	玉山林道	-	5.400	-
NCHU-TCF-RUUS-183	2021.01.18	水鹿	23.478054	120.890134	玉山林道近大鐵杉	-	9.500	-
NCHU-TCF-RUUS-184	2021.01.18	水鹿	23.478621	120.886804	麟趾山步道	塑膠纖維	8.500	-
NCHU-TCF-RUUS-185	2021.01.19	水鹿	23.475551	120.887695	麟趾山步道	-	9.100	-
NCHU-TCF-RUUS-186	2021.01.19	水鹿	23.475519	120.890638	麟趾山步道	塑膠纖維	7.800	-
NCHU-TCF-RUUS-187	2021.01.19	水鹿	23.475533	120.890547	麟趾山步道	-	8.300	-
NCHU-TCF-RUUS-188	2021.01.19	水鹿	23.475127	120.893210	麟趾山步道	塑膠纖維	8.300	-
NCHU-TCF-RUUS-189	2021.01.19	水鹿	23.475049	120.893218	黑森林步道	塑膠纖維	8.800	-
NCHU-TCF-RUUS-190	2021.01.19	水鹿	23.471830	120.895179	黑森林步道	塑膠纖維	10.200	-
NCHU-TCF-RUUS-191	2021.01.19	水鹿	23.472066	120.895400	楠溪林道近大鐵杉	-	8.600	-
NCHU-TCF-RUUS-192	2021.01.19	水鹿	23.478746	120.891307	玉山登山口附近	-	8.700	-
NCHU-TCF-RUUS-193	2021.01.20	水鹿	23.477154	120.901838	東埔大草原	-	13.600	-
NCHU-TCF-RUUS-194	2021.01.20	水鹿	23.479894	120.888992	東埔大草原	-	10.400	-

NCHU-TCF-RUUS-195	2021.01.20	水鹿	23.479828	120.889083	黑森林步道	-	11.200	-
NCHU-TCF-RUUS-196	2021.02.16	水鹿	23.4727273	120.8940234	黑森林步道	塑膠纖維	6.700	-
NCHU-TCF-RUUS-197	2021.02.16	水鹿	23.4721457	120.8955268	黑森林步道	-	8.400	-
NCHU-TCF-RUUS-198	2021.02.16	水鹿	23.4728795	120.8947003	東埔大草原	-	8.200	-
NCHU-TCF-RUUS-199	2021.02.16	水鹿	23.4797892	120.8891914	東埔大草原	-	10.600	-
NCHU-TCF-RUUS-200	2021.02.16	水鹿	23.4838339	120.8907183	東埔大草原	-	10.900	-
NCHU-TCF-RUUS-201	2021.02.16	山羌	23.4833309	120.8907343	玉山林道	-	8.700	-
NCHU-TCF-RUUS-202	2021.02.16	水鹿	23.4723262	120.8819280	麟趾山步道	-	9.300	-
NCHU-TCF-RUUS-203	2021.02.17	水鹿	23.4749547	120.8858631	麟趾山步道	塑膠纖維	10.600	-
NCHU-TCF-RUUS-204	2021.02.17	水鹿	23.4756715	120.8874993	麟趾山步道	塑膠纖維	7.700	-
NCHU-TCF-RUUS-205	2021.02.17	水鹿	23.4756854	120.8875764	麟趾山步道	-	10.700	-
NCHU-TCF-RUUS-206	2021.02.17	水鹿	23.4755759	120.8903394	麟趾山步道	-	10.200	-
NCHU-TCF-RUUS-207	2021.02.17	水鹿	23.4752287	120.8935839	麟趾山步道	-	7.600	-
NCHU-TCF-RUUS-208	2021.02.17	水鹿	23.4752444	120.8934316	玉山林道近鞍部	-	10.400	-
NCHU-TCF-RUUS-209	2021.02.17	水鹿	23.4757906	120.8853042	楠溪林道近大鐵杉	-	7.700	-
NCHU-TCF-RUUS-210	2021.02.17	山羊	23.4784343	120.8913103	玉山林道近鞍部	-	8.300	-
NCHU-TCF-RUUS-211	2021.03.19	水鹿	23.475854	120.885235	楠溪林道近大鐵杉	-	9.400	-
NCHU-TCF-RUUS-212	2021.03.19	山羊	23.479156	120.891645	麟趾山步道近鞍部	冀桿線蟲、塑膠纖維	10.300	2.330
NCHU-TCF-RUUS-213	2021.03.19	水鹿	23.475491	120.887262	麟趾山步道近鞍部	-	8.400	-
NCHU-TCF-RUUS-214	2021.03.19	水鹿	23.475661	120.887465	麟趾山步道	-	10.600	-
NCHU-TCF-RUUS-215	2021.03.19	水鹿	23.475649	120.887918	麟趾山步道	-	9.800	-
NCHU-TCF-RUUS-216	2021.03.19	水鹿	23.475521	120.890432	麟趾山步道	-	6.300	-
NCHU-TCF-RUUS-217	2021.03.19	水鹿	23.475188	120.893221	麟趾山步道	-	9.000	-
NCHU-TCF-RUUS-218	2021.03.19	水鹿	23.475000	120.893135	麟趾山步道	塑膠纖維	9.200	-
NCHU-TCF-RUUS-219	2021.03.19	水鹿	23.475273	120.893437	麟趾山步道	-	9.400	-
NCHU-TCF-RUUS-220	2021.03.19	水鹿	23.475263	120.893452	東埔大草原	-	10.700	-
NCHU-TCF-RUUS-221	2021.03.19	水鹿	23.484675	120.889922	東埔大草原	-	3.400	-
NCHU-TCF-RUUS-222	2021.03.19	山羌	23.484996	120.889881	東埔大草原	-	3.000	-

NCHU-TCF-RUUS-223	2021.03.19	水鹿	23.474000	120.88490	東埔大草原	-	9.800	-
NCHU-TCF-RUUS-224	2021.03.19	水鹿	23.474850	120.88580	東埔大草原	-	9.700	-
NCHU-TCF-RUUS-225	2021.03.20	水鹿	23.475717	120.887567	鹿林山步道	-	11.200	-
NCHU-TCF-RUUS-226	2021.04.10	水鹿	23.474463	120.885228	鹿林山步道	-	9.400	-
NCHU-TCF-RUUS-227	2021.04.10	水鹿	23.472350	120.883756	鹿林山步道	線蟲卵	10.300	0.097
NCHU-TCF-RUUS-228	2021.04.10	水鹿	23.471381	120.883467	鹿林山步道	-	11.200	-
NCHU-TCF-RUUS-229	2021.04.10	水鹿	23.475345	120.887362	鹿林山步道	-	9.800	-
NCHU-TCF-RUUS-230	2021.04.10	水鹿	23.475589	120.887923	鹿林山步道	-	11.400	-
NCHU-TCF-RUUS-231	2021.04.10	水鹿	23.475571	120.890422	鹿林山步道	-	11.600	-
NCHU-TCF-RUUS-232	2021.04.10	水鹿	23.475520	120.890224	鹿林山步道	-	13.400	-
NCHU-TCF-RUUS-233	2021.04.10	水鹿	23.475533	120.890294	鹿林山步道	-	10.600	-
NCHU-TCF-RUUS-234	2021.04.10	水鹿	23.475306	120.893365	鹿林山步道	-	9.700	-
NCHU-TCF-RUUS-235	2021.04.10	水鹿	23.475026	120.893473	黑森林步道	-	8.300	-
NCHU-TCF-RUUS-236	2021.04.10	水鹿	23.472599	120.894030	黑森林步道	-	10.200	-
NCHU-TCF-RUUS-237	2021.04.10	水鹿	23.472754	120.894074	黑森林步道	-	9.500	-
NCHU-TCF-RUUS-238	2021.04.10	水鹿	23.472437	120.893609	玉山登山口	-	12.100	-
NCHU-TCF-RUUS-239	2021.04.10	水鹿	23.476265	120.899710	東埔大草原	-	11.700	-
NCHU-TCF-RUUS-240	2021.04.10	水鹿	23.479852	120.889037	鹿林山步道	-	12.400	-
NCHU-TCF-RUUS-241	2021.05.24	水鹿	23.4707504	120.882556	黑森林步道	-	11.200	-
NCHU-TCF-RUUS-242	2021.05.24	水鹿	23.472700	120.894028	黑森林步道	-	9.800	-
NCHU-TCF-RUUS-243	2021.05.24	水鹿	23.472712	120.894014	黑森林步道	-	10.200	-
NCHU-TCF-RUUS-244	2021.05.24	山羌	23.472596	120.893996	黑森林步道	-	5.300	-
NCHU-TCF-RUUS-245	2021.05.24	水鹿	23.472597	120.893950	麟趾山步道	-	10.400	-
NCHU-TCF-RUUS-246	2021.05.24	水鹿	23.475102	120.893940	麟趾山步道	-	12.900	-
NCHU-TCF-RUUS-247	2021.05.24	水鹿	23.475350	120.893942	麟趾山步道	塑膠纖維	13.200	-
NCHU-TCF-RUUS-248	2021.05.24	水鹿	23.475391	120.893909	麟趾山步道	-	12.700	-
NCHU-TCF-RUUS-249	2021.05.25	水鹿	23.475286	120.893401	麟趾山步道	-	10.800	-
NCHU-TCF-RUUS-250	2021.05.25	水鹿	23.475402	120.887868	東埔大草原	-	9.300	-

NCHU-TCF-RUUS-251	2021.05.25	水鹿	23.483670	120.890474	東埔大草原	糞桿線蟲	12.500	0.160
NCHU-TCF-RUUS-252	2021.05.25	水鹿	23.483651	120.890474	東埔大草原	-	11.900	-
NCHU-TCF-RUUS-253	2021.05.25	水鹿	23.483664	120.890273	東埔大草原	-	9.100	-
NCHU-TCF-RUUS-254	2021.05.25	水鹿	23.481444	120.888832	東埔大草原	-	12.200	-
NCHU-TCF-RUUS-255	2021.05.25	水鹿	23.481453	121.888821	鹿林山步道	-	11.600	-
NCHU-TCF-RUUS-256	2021.06.18	水鹿	23.469938	120.880514	鹿林山步道	糞桿線蟲	10.400	0.096
NCHU-TCF-RUUS-257	2021.06.18	水鹿	23.470550	120.882526	鹿林山步道	-	11.600	-
NCHU-TCF-RUUS-258	2021.06.18	水鹿	23.471920	120.883275	鹿林山步道	-	12.300	-
NCHU-TCF-RUUS-259	2021.06.18	水鹿	23.471292	120.883445	鹿林山步道	糞桿線蟲	9.900	0.202
NCHU-TCF-RUUS-260	2021.06.18	水鹿	23.471251	120.883575	麟趾山步道	-	8.600	-
NCHU-TCF-RUUS-261	2021.06.18	水鹿	23.475661	120.887886	麟趾山步道	-	12.400	-
NCHU-TCF-RUUS-262	2021.06.18	水鹿	23.475602	120.888011	麟趾山步道	-	12.100	-
NCHU-TCF-RUUS-263	2021.06.18	水鹿	23.475720	120.890391	麟趾山步道	糞桿線蟲	10.800	0.093
NCHU-TCF-RUUS-264	2021.06.18	水鹿	23.475722	120.890392	麟趾山步道	-	11.300	-
NCHU-TCF-RUUS-265	2021.06.18	水鹿	23.475358	120.893196	麟趾山步道	-	12.700	-
NCHU-TCF-RUUS-266	2021.06.18	水鹿	23.475698	120.899133	黑森林步道	-	9.700	-
NCHU-TCF-RUUS-267	2021.06.18	水鹿	23.472859	120.894279	鹿林山步道	-	13.100	-
NCHU-TCF-RUUS-268	2021.06.19	水鹿	23.473052	120.885434	麟趾山步道	塑膠纖維	12.600	-
NCHU-TCF-RUUS-269	2021.06.19	水鹿	23.474477	120.888098	黑森林步道	-	10.300	-
NCHU-TCF-RUUS-270	2021.06.19	水鹿	23.472628	120.894643	鹿林山步道	-	10.100	-
NCHU-TCF-RUUS-271	2021.07.17	水鹿	23.472873	120.883693	鹿林山步道	-	9.500	-
NCHU-TCF-RUUS-272	2021.07.17	水鹿	23.472859	120.883953	鹿林山步道	-	10.200	-
NCHU-TCF-RUUS-273	2021.07.17	水鹿	23.472453	120.883411	麟趾山步道	糞桿線蟲	9.200	0.109
NCHU-TCF-RUUS-274	2021.07.17	水鹿	23.475721	120.887252	麟趾山步道	糞桿線蟲	11.600	0.345
NCHU-TCF-RUUS-275	2021.07.17	水鹿	23.475750	120.887385	麟趾山步道	-	12.300	-
NCHU-TCF-RUUS-276	2021.07.17	水鹿	23.475240	120.893132	麟趾山步道	-	10.400	-
NCHU-TCF-RUUS-277	2021.07.17	水鹿	23.475827	120.899127	麟趾山步道	-	10.600	-
NCHU-TCF-RUUS-278	2021.07.17	水鹿	23.475688	120.899065	麟趾山步道	-	9.800	-

NCHU-TCF-RUUS-279	2021.07.17	水鹿	23.475704	120.887004	黑森林步道	-	10.100	-
NCHU-TCF-RUUS-280	2021.07.17	水鹿	23.472726	120.894563	黑森林步道	-	10.900	-
NCHU-TCF-RUUS-281	2021.07.17	水鹿	23.472625	120.894286	黑森林步道	糞桿線蟲	11.000	0.273
NCHU-TCF-RUUS-282	2021.07.17	水鹿	23.474473	120.888085	黑森林步道	-	9.700	-
NCHU-TCF-RUUS-283	2021.07.17	水鹿	23.474475	120.888073	玉山林道	-	10.300	-
NCHU-TCF-RUUS-284	2021.07.18	水鹿	23.472391	120.881942	東埔大草原	塑膠纖維	12.900	-
NCHU-TCF-RUUS-285	2021.07.18	山羌	23.479812	120.888905	麟趾山步道	糞桿線蟲	6.700	1.343
NCHU-TCF-RUUS-286	2021.08.16	水鹿	23.475668	120.887320	麟趾山步道	-	13.000	-
NCHU-TCF-RUUS-287	2021.08.16	水鹿	23.475515	120.887936	麟趾山步道	-	11.300	-
NCHU-TCF-RUUS-288	2021.08.16	山羌	23.475515	120.887936	麟趾山步道	糞桿線蟲	5.000	0.600
NCHU-TCF-RUUS-289	2021.08.16	水鹿	23.475700	120.890297	麟趾山步道	-	12.100	-
NCHU-TCF-RUUS-290	2021.08.17	水鹿	23.475410	120.892356	麟趾山步道	-	10.000	-
NCHU-TCF-RUUS-291	2021.08.17	水鹿	23.475761	120.895878	麟趾山步道	-	9.800	-
NCHU-TCF-RUUS-292	2021.08.17	山羌	23.475723	120.895906	麟趾山步道	-	12.800	-
NCHU-TCF-RUUS-293	2021.08.17	水鹿	23.472764	120.893877	黑森林步道	塑膠纖維	9.900	-
NCHU-TCF-RUUS-294	2021.08.17	水鹿	23.472841	120.893861	黑森林步道	-	9.700	-
NCHU-TCF-RUUS-295	2021.08.17	水鹿	23.472528	120.895186	黑森林步道	-	12.600	-
NCHU-TCF-RUUS-296	2021.08.17	水鹿	23.479858	120.888885	東埔大草原	-	9.500	-
NCHU-TCF-RUUS-297	2021.08.17	水鹿	23.481125	120.888956	東埔大草原	-	12.400	-
NCHU-TCF-RUUS-298	2021.08.17	水鹿	23.479172	120.888528	東埔大草原	-	12.900	-
NCHU-TCF-RUUS-299	2021.08.17	水鹿	23.481637	120.888946	東埔大草原	-	11.400	-
NCHU-TCF-RUUS-300	2021.08.17	水鹿	23.479264	120.888942	東埔大草原	-	12.100	-

附錄四、「109-110 年度玉山國家公園塔塔加地區中大型草食性哺乳動物組成與植被消長關係調查計畫」期初報告意見回復

審查意見	辦理情形
許富雄委員： 1. 本計畫於研究初期受託單位即能蒐集各類豐富資訊，值得肯定。 2. 報告書之目錄及圖表的一致性部分錯誤，如表 7 內文與表格不同，建議後續能增強校閱。 3. 目前對水鹿啃咬樹皮之分析，大都採單因子分析，不易明瞭不同影響因子間的關聯性，建議受託單位可考量以多因子來進行分析與探討。 4. 報告書內容建議利用表格或圖示整列各類調查及研究方法、樣區數量與基礎資料，以利清楚表達資訊內容及增加閱讀性。 5. 建議受託單位評估調查頻度與計畫目標之對應關係，增加其資訊呈現。 6. 報告書圖 8 建議可加註中文說明；圖 11 各樹種與水鹿啃磨樹種之分布，建議區分不同樹種進一步探討與檢測分布。 7. 報告書中啃磨期望值之計算方式為何？請說明。	1. 感謝 許委員的肯定。 2. 遵照辦理。 3. 謝謝委員建議，後續會採用相關分析或無母數分析方法來探討各因子之重要性及相關性。 4. 遵照辦理。 5. 謝謝委員建議。 6. 圖 8 遵照辦理；圖 11 會嘗試加入各樹種標示，以區分不同樹種的啃磨情形。 7. 依照樣區中樹種數量比例來推估臺灣水鹿在無啃磨偏好下的期望值，即為各樹種之受啃磨期望，可與實際啃磨狀況進行比

	較，了解臺灣水鹿是否具啃磨偏好。
丁宗蘇委員： 1. 植群調查樣區圖建議加入樣區之座標位置與背景資料，提供樣區之明確資訊，以利未來覆查及長期監測。 2. 建議調查樹木環狀剝皮之情形應特別標示，提供玉管處未來經營管理之參考。 3. 建議各樹種之徑級圖可增加標示受中大型草食性動物啃磨之比例。 4. 林下小苗被啃食之情形為植群受到中大型草食性動物影響的重要關鍵，建議於部分樣區設立圍網來進行調查，比較林下小苗受到中大型草食性動物之衝擊差異。	1. 謝謝委員建議，會在第一次期中報告加入。 2. 遵照辦理，於資料中標註各樹種受損程度。 3. 遵照辦理。 4. 謝謝委員建議，此方案本團隊後續進行調查時會留意是否有合適樣點或樣株，經評估後實施。
企劃經理課： 1. 報告書 p.26 提及本研究植群樣區設置調查 6 種森林植物社會及 1 個灌叢草生地植物社會，其與 p.32 內容的 3 個灌叢草生地長期監測樣區是否有關連。 2. 報告書 p.32 圖 10 之 3D 草高圖之級距單位未標示，其級距 0~120 是否應為“低到高”而非“高到低”，請說明。	1. 為相同地點。 2. 級距單位會後續補上，0~120 應為低到高，會進行改正。

解說教育課： 1. 本次會議為期初審查，報告書 p.26 第六項標題「結果」之書寫方式似與會議主題不甚契合，是否以「初步成果」或其他標題書寫較為妥適。 2. 報告書 p.32 灌叢草生地之樣區背景資訊較少，建議增加灌叢草生地之物種資訊。另同頁之 A 圖與 C 圖看起來是一樣的，是否為誤植建議查明。 3. 報告書 p.37 內文提及闊葉林樣區之啃磨樹種比例分析以(表 7)來呈現，惟並未見到表 7，是否遺漏建議查明。 4. 報告書內容有部分錯別字，如 p.33「調查自 2019 年 10 月 7 日止…」應為「調查至 2019 年 10 月 7 日止…」；p.41「疏狀古巴毛樣線蟲…」應為「梳狀古巴毛樣線蟲…」；p.44「梳狀古巴毛樣線蟲之原文名稱應該為斜體字形」等。	1. 應為初步成果，遵照辦理。 2. 謝謝建議，本次期初尚未進行地被調查，後續會將資料加入。A 圖與 C 圖為誤植。 3. 排版時遺漏放上，會進行補上。 4. 遵照辦理。
遊憩服務課： 1. 報告書內文調查日期建議補充說明其調查日期區間，以利了解資料蒐集之時間尺度。	1. 遵照辦理。

塔塔加管理站： 1. 報告書 p.12 內文應為歷史文獻之描述，建議刪除「...但鄰近的玉山林道初步段查...」等受託單位初步調查結果之文字。 2. 報告書 p.22 內文提及臺灣野山羊與山羌的族群數量與糞球採集較不易，但報告書初步調查山羌之 OI 值為最高，其糞球採集應較為容易，建議增加山羌糞球採集數量。 3. 關於報告書提到水鹿排遺分析中有疑似藍色塑膠物，未來是否會進一步分析其成分；p.41 採集的地點有集中之趨勢，建議補充說明明確地點範圍。 4. 塔塔加地區之高山鴨腳木被啃食之情形非常嚴重，建議受託單位未來調查植被能納入高山鴨腳木小苗生長情形。	1. 謝謝建議，應獨立呈現本團隊之調查結果。 2. 遵照辦理，本團隊所見多為臺灣水鹿之糞球，後續進行採集時候多加留意山羌之新鮮糞球。 3. 本團隊會更進一步分析探討其成分是否為人造化合物；謝謝建議。 4. 本團隊會多加留意高山鴨腳木之生長情形，其小苗目前尚未見到，若有合適樣株會進行觀察其生長情形及是否受干擾嚴重。
排雲管理站： 1. 樹皮啃磨調查為利用蠟筆進行標記，是否會影響之後草食性動物取食之意願。 2. 臺灣野山羊於玉山主峰線 0.5-1k 路段活動頻繁，建議可至該路段採集糞球。	1. 依照前人研究，此行動應不會影響草食動物之取食意願。 2. 謝謝建議，本團隊會前往採集。

梅山管理站： 1. 報告書 p.14 之氣象資料為 1981 年至 2012 年，建議更新至 2019 年資料。 2. 報告書依植物社會區分林相類型，建議增加不同植群型態及樣區位置設立等探討內容。 3. 本計畫之紅外線自動相機設立採用對照值，建議未來規劃穿越線調查時能增加不同路線進行資料比較。 4. 關於檢測出水鹿腸胃道之寄生蟲是否會影響其健康狀況。	1. 遵照辦理。 2. 本團隊後續進行地被調查後，會進行不同植群型態之差異探討，以更加了解當地不同林相之內部差異。 3. 謝謝建議，穿越線調查預期將分布全區，以了解全區啃磨狀況。 4. 目前尚未進行探討，後續會多了解前人研究，以評估塔塔加地區之臺灣水鹿健康狀況。
保育研究課： 1. 本計畫建議受託單位考量納入 107 年塔塔加站同仁執行之塔塔區域水鹿啃磨調查年度成果，如：啃磨的季節高峰期及偏好樹種等資料，當作為背景資料參考或延伸。 2. 楠溪林道的地被植物近年來因為水鹿及山羌數量增加，造成林道內林木及地被物受啃食狀況似乎有影響該區域地被及植群生態演替情形，且林道內的毛地黃擴散蔓延狀況亦十分嚴重，建議本計畫納入楠溪林道現階段現況並提供本處未來經營管理對策參考。	1. 謝謝建議，因研究調查方法不同，可能較難進行量化比較，應作為背景資料之參考。 2. 後續待塔塔加地區研究告一段落，經費有所剩餘將擴展研究地區，楠溪林道因海拔較低，植物社會物種組成不同，可進行調查比較臺灣水鹿所造成之危害差異。

3. 未來在塔塔加地區轄內之各步道及林道草食動物對林木啃磨熱點區域或防治重點為何，亦請受託單位規劃並納入討論提供相關資訊予本處參考。 4. 4.報告書 p.52 表 9 自動相機設定之拍照間隔樣區之間略有差異，想請教受託單位相機之設定之標準及依據為何？	3. 遵照辦理，了解全區啃磨狀控後，本團隊將針對啃磨熱點進行長期監測，並思考防治方法。 4. 因不同品牌，相機設定功能各異，本團隊為設定該品牌之罪段拍照間隔，以求獲得完整動物行為照片，後續方能進行觀察動物之活動情形，
--	--

附錄五、「109-110 年度玉山國家公園塔塔加地區中大型草食性哺乳動物組成與植被消長關係調查計畫」第一次期中報告意見回復

審查意見	辦理情形
許富雄委員： 1. 本計畫相關工作項目均有明確規劃，目前已有不錯的資訊呈現，值得肯定。 2. 建議後續報告能進一步對塔塔加偶蹄目動物危害植物之長期監測樣區，設置監測標準與評估方法。 3. 請受託單位將本研究發現之啃咬樹種及比例，與國內歷年相關研究文獻進行分析及探討，建議利用表格或圖示整列各類資訊，以利清楚表達資訊內容及增加閱讀性。 4. 本計畫各類調查發現樹木啃磨率均達 20% 以上，請受託單位評估較高啃磨率之樹種（如鵝掌柴、玉山杜鵑、玉山假沙梨等）是否造成植物族群生存危害，提供玉管處未來經營管理之參考。 5. 建議報告書 P.35 之圖 8 納入不同 DBH 級徑樹木被啃磨樹木數量的比例。 6. 報告書表 3、表 6 至表 8 利用樹種組成比及啃磨比的數據比較同一樹種遭啃磨比例，其方法可能受少量樹種及非線性資料的影響，請再評估其合宜性。	1. 感謝 許委員的肯定。 2. 謝謝委員建議，本團隊欲觀察不同林型下臺灣水鹿危害情形，因此於不同林型設置監測樣區。 3. 遵照辦理，本團隊會將前人研究統整進行比較。 4. 第二次期中報告會提出受臺灣水鹿危害較大的族群位置，提供玉管處之參考。 5. 遵照辦理。 6. 謝謝委員建議，本團隊欲呈現每一樹種遭啃磨情形，少量樹種在進行統計分析時會剔除，以免極端值影響，進行比較時以主要組成樹種進行探討。

7. 建議後續報告可初步探討寄生蟲對偶蹄目動物健康之影響。 8. 建議本計畫期末報告能對偶蹄目動物危害植物之防治作較為深入之探討，提供玉管處經營管理之建議。	7. 遵照辦理。 8. 謝謝委員建議，防治方法本團隊會多參考國外防治有成之資訊。
丁宗蘇委員： 1. 建議如果可以區分水鹿及山羌之啃磨痕跡，或是分辨啃咬及磨角痕跡，請於後續報告中說明分辨原則及相關結果。 2. 關於穿越線調查及林道沿線調查建議可長期監測，未來期末報告中可探討樹木與林道距離及受啃磨比例之關係，釐清人為活動是否有影響，對於後續經營管理上有很大參考依據。 3. 報告書初步資料顯示目前水鹿體內寄生蟲比例約 16%，其盛行率不高，可能表示啃食樹皮驅除腸胃道寄生蟲之假說較不支持。 4. 國科會 20 多年前曾在塔塔加地區設置 2 個 1 公頃之監測樣區進行苗木調查，其相關資料可提供參考。	1. 謝謝委員建議，由於很多痕跡老就較難分辨啃咬或磨角痕跡，而本團隊主要觀察水鹿啃磨痕跡，山羌部分後續也會進一步進行觀察。 2. 遵照辦理，依目前之結果林道距離對於啃磨比例較無關係。 3. 目前並未將不同季節分開探討，後續本團隊欲將啃磨行為較為嚴重之時間與寄生蟲比例進行比較，以探討啃磨與寄生蟲假說是否具相關性。 4. 謝謝委員建議。
玉管處各單位： 1. 本計畫依森林植物社會植群設置 15 個長期監測樣區，未來由本處接續辦理自主監測，除監測方法	1. 遵照辦理。

之外，請一併提供啃磨熱點區及危害較嚴重之樹種(易受啃磨造成死亡的林木)防治方法及建議。 2. 有關水鹿寄生蟲的腸道寄生蟲調查有發現塑膠條部份，其位置區域為何?是否會對水鹿健康造成影響? 3. 報告書表 13 中山羌的 OI 值高於其他鹿科動物，其對植被影響為何? 4. 楠溪林道地被植物被鹿科動物啃食嚴重，且影響啮齒類動物族群多樣性的分布，是否建議該區域植被復育或提供其他防治措施。 5. 本計畫為 2 年期程，本年度調查內容下年度是否會進行複查；未來調查結果若不同，其內容是否隨年度或季節進行動態調整或補充。 6. 報告書 P.80 表 15 之受損程度表，其判定標準或依據為何?是包含那些樹種?請補充說明。 7. 依據報告書內容說明玉山箭竹密度太高會降低水鹿啃食慾望，希望受託單位能進一步探討其原因為何，以提供經營管理參考。 8. 紅外線相機是否有拍攝到正在啃磨個體，以了解啃磨行為之個體性別組成。	2. 黑森林、大鐵杉、鹿林山等地均有檢出，是否會有影響需後續進行檢驗探討。 3. 本團隊尚無進行山羌之探討，後續會進一步觀察。 4. 本團隊尚未至玉山登山口下的楠溪林道進行勘查，後續若有時間及經費將研究區域擴大，再給予建議。 5. 玉山林道沿線調查與森林長期監測樣區會進行複查，穿越線樣帶則視人力狀況，若結果不同會再進行調整及補充。 6. 判定依據為參考王穎等(2004)將受損程度分為 6 個等級，表 15 則為穿越線樣帶法所調查之樹種受損表。 7. 遵照辦理，本團隊會討論該如加入玉山箭竹密度等資訊。 8. 目前本團隊無拍攝到明顯啃磨之行為，因塔塔加地區臺灣水鹿多於夜晚出沒覓食，因此較難觀察到啃磨行為。
---	---

9. 報告書 P.3 建議可利用塑膠網包覆受損較嚴重之樹木以防止二度啃磨，受託單位是否可提供較具體之執行方法，並說明植物損害到何種程度後會造成死亡。 10. 關於中大型草食性哺乳動物排遺採集位置(驗出寄生蟲)與季節、相機 OI 值及啃磨頻度熱點，是否能探討其彼此相對性；並評估是否會延伸出人畜共通之傳染病。 11. 關於啃磨樹木除了山羌、水鹿外是否有山豬？ 12. 關於林道兩旁紅毛杜鵑、山櫻花之花葉被啃食情形十分嚴重，未來是否考量納入調查。 13. 塔塔加地區目前沒有捕捉到水鹿個體，建議考量評估水鹿活動範圍，紅外線相機所拍攝到水鹿個體可能重疊度很高。 14. 塔塔加區域近年來物種數量及習性變化大，若與其他國家公園調查資料比較是否有其差異性。 15. 本計畫需要探討了解之問題非常複雜多元，請受託單位計畫研究目的檢視調查方法，原則先探討中大型草食性哺乳動物對於啃磨樹皮之目的及偏好樹種調查，以提供經營管理之建議。 16. 紅外線相機 OI 值以山羌、水鹿較	9. 本團隊計算啃磨痕跡離地高均落在 3 公尺以下，因此若有樹種受損較為嚴重可以進行包覆避免環剝死亡，而不同樹種其承受程度不同，但受損程度若大於 4 則較易使植株死亡。 10. 資料較為完整後將探討是否具相關性，並閱讀文獻探討是否具人畜共通之傳染病。 11. 山豬目前出沒於海拔較低靠近楠溪林道之相機樣點，塔塔加遊憩區尚無觀察到山豬啃食痕跡。 12. 玉山林道兩旁之山櫻花已納入樣株，紅毛杜鵑會再選族適合之樣株。 13. 謝謝建議，由於本團隊無捕捉臺灣水鹿之能力，較難進行活動範圍之評估，因此較難進行個體辨識，後續會思考該如何處理。 14. 本團隊後續會將結果與前人研究進行比較，探討不同地區之差異性。 15. 遵照辦理。 16. 是，臺灣野山羊較偏好於陡峭崩
--	--

高，野山羊偏低，是否與紅外線相機架設位置所造成的差異。	塌地進行活動，本團隊相機較少設置於崩塌地，因此臺灣野山羊之 OI 值偏低。
------------------------------------	--

附錄六、「109-110 年度玉山國家公園塔塔加地區中大型草食性哺乳動物組成與植被消長關係調查計畫」第二次期中報告意見回復

審查意見	辦理情形
許富雄委員： 1. 本研究成果豐富，惟部分成果調查資料來源並不完全相同，請於內文加註說明。 2. 本研究以啃磨比例及同一樹種遭啃磨比例來推論偶蹄目動物偏好啃食樹種或對樹種危害；惟部分樹種樣本數過少，是否可能對相關推論造成影響？ 3. 簡報中探討草食性動物出現與環境因子的關係，但未見於報告書內說明，後續請納入報告書中。 4. 另不同道路等級可能受植群等因素影響，目前研究對於草食性動物與植群關係的分析較少，建議未來可增加相關分析結果說明。 5. 本研究目前推論長期監測樣區啃磨率與水鹿出現指數無顯著相關，其是否採用"累積"啃磨率之影響？建議利用監測樣區於不同年度所增加啃磨率與 OI 值作為相關分析。 6. 建議本研究對於相關統計分析方式增加說明，報告內文附加括號除 P 值外，請加註相關檢測值。	1. 感謝許委員的肯定，遵照辦理。 2. 本團隊進行推論時會排除某些樣本數過少的樹種，以免影響到實際結果，那些樹種實際啃磨狀況需另外觀察。 3. 遵照辦理。 4. 遵照辦理，後續會加入道路等級與植群之相關探討。 5. 本次報告僅利用第一次啃磨調查之資料，後續會陸續比上覆查資料與不同時間的 OI 值進行分析。 6. 遵照辦理。
丁宗蘇委員：	

1. 報告書結果分析顯示，針對啃磨比例樹種與 DBH 有顯著的交感作用；建議報告書圖 34 加上各徑級受啃磨比例。 2. 本研究有林木死亡率之結果紀錄，建議簡單推估未來樹木族群量、徑級結構與樹種組成之改變速度，納入報告書中提供玉管處未來經營管理之建議。 3. 塔塔加登山口接駁車於 2021 年起將會延長接駁時段(17 點至 19 點)，是否影響草食性動物(如山羌、水鹿及野山羊)之日夜活動模式，建議加強觀測對於後續經營管理上有很大參考依據。 4. 報告書中流浪犬隻隻 OI 值為 7.15，其數據偏高建議說明其出現情況，提供玉管處經營管理之參考。	1. 謝謝委員建議，樹種與 DBH 皆會影響臺灣水鹿啃磨選擇。 2. 遵照辦理。 3. 謝謝委員建議，我們會利用自動相機資料來分析延長接駁時段對草食性動物活動模式的影響。 4. 報告書中的流浪犬應更正為家犬，其中大部分為遊客所攜帶的家犬，但也有少數應為流浪犬，後續將進一步分析。
玉管處各單位： 1. 報告書中紅外線自動機架設時間為 2019 年 9 月開始，但 OI 值之分析其使用數據為 2020 年 2 月至 2020 年 8 月，請說明為何不使用一整年度之分析資料。 2. 關於塔塔加流浪犬之問題，請受託單位進一步分析其行為模式及活動區域等資料，以提供經營管理之建議。 3. 樹種啃磨比例是否可進一步探	1. 因 2019 年 9 月僅先試架 6 臺相機於玉山林道兩旁，於 2020 年 2 月起本團隊均勻設置相機於塔塔加地區，因此採此時段較能代表全區 OI 值情形。 2. 謝謝委員建議。本團隊將會進一步標註流浪犬出現的相機位置與活動時間。 3. 本團隊尚無進行不同種樹皮成

討其樹皮之成分及硬度等關聯性。 4. 本研究報告成果非常豐富，未來討論方面建議作較為深入之探討。 5. 報告書樹種啃食比例樣樹調查結果多為累積資料，本研究受到草食性動物啃磨之林木當中，在樹種方面是否存在季節性差異？請將啃磨季節納入分析，作為本處經營管理參考依據。 6. 報告書內容不同區域之啃磨嚴重情形具明顯差異，是否能提出不同區域(如：玉山林道、楠溪林道或麟趾山步道等)受草食性動物危害之後續經營管理參考建議。 7. 水鹿體內寄生蟲的存在對水鹿健康影響為何？是否與人畜共通傳染病有關？另目前僅檢測出胰蛭為潛在人畜共通之寄生蟲，若參考過往水鹿解剖報告肝蛭出現率偏高，建議成果報告中可完整呈現相關資訊，以利本處未來在解說宣導教育素材之應用。 8. 水鹿排遺有發現塑膠條部分，長期而言對草食獸之健康影響又是什麼？建議補充相關文獻或背景知識以利本處經管之應用。 9. 報告書 P.68 區域 3D 草高圖，請	分分析，後續若有機會再進一步探討。 4. 遵照辦理。 5. 本團隊於今年將進行每季啃磨調查，以確認臺灣水鹿於不同季節是否有不一樹種偏好急啃磨情形。 6. 目前本團隊做出啃磨率最高區域為玉山林道兩旁之每木調查，路旁林木應可優先進行保護。 7. 腸道寄生蟲寄生可能造成草食獸食慾下降、下痢、腸道出血等，將於下次報告做更多說明。而目前檢出具有人畜共通傳染病潛力的僅有胰蛭，然而臺灣並無病例，應可排除當地野生動物受人為感染的可能。同時，目前在計劃期間並未檢出肝蛭，將持續進行觀察。 8. 攝入過多塑膠纖維可能造成草食獸健康受到影響，包含腸道阻塞、反芻受阻、厭食等症狀，將於下次報告書內文補上。 9. 本團隊量測樣區每 5 公尺之草
--	--

說明其繪製方式及成果運用。	高度，並使用 sigmaplot 軟體進行繪製，後續將加入不同年度灌叢草生地高度，探討是否有變化之情形，及臺灣水鹿活動狀況是否具相關性。
10. 簡報中有提及草食性動物啃磨植物對於植群森林演替有其影響，但未見於報告書內說明，後續請納入報告書中說明。	10. 遵照辦理，但因本研究進行時間尚短，僅能以臺灣水鹿啃磨偏好性進行推測。
11. 報告書內文與表格部分物種名稱不同，以及樹種排序方式(如 P.69、71 等)不一致；建議統一。	11. 遵照辦理。
12. 報告書調查啃磨樣樹數量不一致，其內容是否隨年度或季節進行動態調整或補充，建議說明樣數增加或減少之原因，並加註環狀剝皮之情形，提供經營管理之參考。	12. 是，不同時間段調查樣區內之樣木數量會有變動，樣木有可能會死亡而無法紀錄，後續會標記遭環狀剝皮比率提供建議。
13. 報告書調查山羌之 OI 值為最高，其糞球採集應較為容易，建議增加山羌糞球採集數量；依據管理站人員觀察山羌會撿食落葉(如玉山假沙梨)，有可能一併食用到人為垃圾(如鹽糖包裝袋)。	13. 遵照辦理，日後將酌量增加山羌糞球樣本之採集數量。
14. 報告書調提及可利用圍網保護受損較嚴重之樹木，受託單位是否可提供較具體之執行方法；建議可考量於樹木上塗抹忌避劑方式進行試驗。	14. 後續本團隊若尚有時間及經費可能會嘗試進行忌避劑試驗，圍網應可參考啃磨離地高的數值進行保護作業。
15. 本計畫需要探討了解之問題非	15. 遵照辦理，相關議題可依照前人

常複雜多元，請受託單位依計畫研究目的檢視相關議題提供民眾經常反應本處之具體可行之建議。	管理情形提供管理處具體可行之建議。
--	--------------------------

附錄七、「109-110 年度玉山國家公園塔塔加地區中大型草食性哺乳動物組成與植被消長關係調查計畫」第三次期中報告意見回復

審查意見	辦理情形
許富雄委員： 1. 本研究成果豐富，為釐清各樣點之地理區域或植群類型，以利探討相關影響，建議各個相機監測點依不同林道或植群型給予不同編號，如圖 6(P.31)、表 1P.35)，並增加相關林道或地理位置名稱。 2. 草食性動物之 OI 值採相對數植標示(如圖 9 至圖 20)，可能不利於跨季節數值的比較，請研究團隊在評估呈現方式；而臺灣水鹿及山羌於春季 OI 值較低，其可能影響原因為何？ 3. OI 值之季節及不同研究文獻間之比較，建議可以與其相機數(n)平均值等作簡略比較。 4. 報告書圖 26(P.60)顯示臺灣水鹿 OI 值在不同林型間無差異，是否受偏差值影響；山羌在闊葉林 OI 值較高，建議作事後統計檢測並進行相關討論。 5. 建議本研究後續報告應增強草食性動物活動模式、啃食樹木及	1. 感謝許委員的肯定，遵照辦理，本團隊將各相機點依不同植群型重新編號，以利閱覽。 2. 感謝委員寶貴意見，將改以所有季節之四分位數區分來作圖，以利比較各季節間之數值差異；各季節 OI 值之差異可受氣溫、食物資源、人為干擾或動物本身的生理特性影響，目前研究發現溫度可能是主要影響因素之一，另外鹿科動物在硬角後為了交配所發生的打鬥等行為也可能導致 OI 值的高低差異。 3. 感謝委員寶貴意見，將於期末報告終加註相關文獻之相機數量與架設區域。 4. 植群型對水鹿 OI 值的影響已改用線性迴歸分析，在期末報告中將增加植群型影響的相關討論。 5. 遵照辦理。

植群組成等 3 類調查成果之間的探討。 6. 報告書表 10 (P.71)、表 12 (P.73)、表 15 (P.77) 等結果，論述臺灣水鹿偏好利用小徑級林木，可能受到樹種及不同徑級劃分的影響；例如 1~5cm 的啃磨比例應比預期值低，$\geq 25\text{cm}$ 僅佔約 3%；請研究團隊再評估相關論述。 7. 本研究採用玉山林道、長期監測樣區與穿越線樣帶等不同方式，調查蒐集草食性動物啃食林木資訊，唯各類結果互有差異，建議將簡略資訊彙整成一格表作為比較與探討。 8. 目前報告書對計畫目標草食性動物危害防制建議的論述較少，請於期末報告中多加說明，提供玉管處經營管理之參考。 9. 報告書 P.70~71 內容文字重複，請修正。	6. 遵照辦理，會進行進一步劃分後探討，以確認臺灣水鹿偏好之徑級大小。 7. 於表 21 有整理出各方法之偏好樹種，後續再深入進行比較探討。 8. 遵照辦理，期末報告將針對草食性動物危害防制進行文獻收集並提供管理處可行之建議。 9. 遵照辦理。
丁宗蘇委員： 1. 塔塔加登山口接駁車於 2021 年 1 月起實施延長接駁時段(17 點至 19 點)，台大實驗林可提供每日接駁車次數與研究團隊進行分析，是否影響草食性動物(如山羌、水鹿及野山羊)之日夜活動模式。 2. 因 2021 年 5~7 月疫情期間，防疫措施使塔塔加地區人車數量大幅	1. 遵照辦理。本研究將選取接駁車路線上與非接駁車路線之相機樣點，分析接駁車服務時間延長前後之出現指數與活動模式是否存在差異，並補充於期末報告中。 2. 遵照辦理。

度降低，建議可針對此特殊情況加以分析。 3. 草食性動物對樹種的啃食偏好，對於森林更新及植被消長有很大的影響，建議針對森林演替及防火風險提供意見。 4. 報告書以糞堆計數法所得之臺灣水鹿密度估算值為 0.52 隻/ha，比較國內相關報告較高，建議說明此方法之前提及相關影響因子。 5. 感謝研究團隊的努力及成果，請於期末報告中建議未來應進一步深入調查之研究目標及方式，提供玉管處未來經營管理之建議。	3. 遵照辦理，本團隊會在期末報告提出經營管理建議。 4. 遵照辦理，數據將重新整理分析，瞭解其他影響因子。 5. 謝謝委員的肯定，期末報告將提供未來研究目標及經營管理建議。
玉管處各單位： 1. 有關鹿科動物啃食樹皮假說唯攝取樹皮當中的單寧，抵禦腸胃道的寄生蟲或是鹿角生長所需；或是地被植物大量消失與動物數量急遽增加造成糧食不足，以至於啃食樹皮現象慘稱，建議依據調查資料加以分析。 2. 鹿科動物對樹種有明顯的啃磨偏好，是否有可能是鹿科動物演化所造成的變化，或與樹種特性差異有關。 3. 塔塔加草食性動物集中在一個區域空間，是否會造成生態系之食物鏈不平衡問題，以致產生後續衝突。	1. 塔塔加地區啃磨高峰為夏季，應較無食物不足的問題，寄生蟲假說因無針對樹皮進行成分分析，而較難驗證，後續若有時間及經費，本團隊會在進行規劃。 2. 本團隊後續將針對不同樹種特性進行討論，以瞭解臺灣水鹿偏好樹種之間是否有特性差異。 3. 當草食性動物族群數量超過環境承載量，有可能會導致食物鏈不平衡的問題，應長期監測草食性動物族群數量以利經營管理。

4. 本計畫研究調查中山羌、水鹿及野山羊其分布及活動空間在塔塔加地區不同植群類型中，是否有明顯差異性。 5. 報告書圖 9~20 (P.45~50) OI 值分布圖，建議彙整成一張圖表示，不同動物以不同顏色標示，並透過時間與空間進行物種分析。 6. 有關草食動物啃食玉山杜鵑等情形，是否會影響其花季？ 7. 報告書內容不同區域之啃磨嚴重情形具明顯差異，是否能提出步道或車道旁因啃食造成危木的位置及建議，以利本處進行預防措施。 8. 報告書採用玉山林道、長期監測樣區與穿越線樣帶等 3 種方式調查臺灣水鹿啃磨林木，其調查頻度請於研究方法敘明；報告書 P.26 相機點位上木啃磨調查是否屬於上述 3 種調查方式。 9. 報告書 P.44 臺灣水鹿 OI 值與歷年研究案比較，請說明引用研究數值之文獻年分，並請考量其點位座標之差異性，建議挑選位置相近進行比較；另第 2 段臺灣野山羊移動模式之描述，夏季時往玉山林道外應為“楠溪林道”是否為	4. 本研究分析出現指數與環境因子關係發現，山羌偏好闊葉林型而於玉山箭竹出現指數較低，山羊則偏好闊葉林及臺灣雲杉林，水鹿於林型間沒有差異，但喜好森林開闊度較高的環境。 5. 感謝委員寶貴意見，有嘗試過相關方法，然發現畫面過於交疊不利閱讀，因此還是維持原方式。 6. 塔塔加地區玉山杜鵑尚無發現受臺灣水鹿啃磨致死的個體，應對花季較無影響。 7. 遵照辦理，本團隊將近一步觀察是否有危木出現，以提供管理處進行預防措施。 8. 遵照辦理；相機點上木啃磨調查為針對不同相機點進行架設，與其他3種方法不同，與長期監測樣區有一部份重疊。 9. 感謝委員寶貴意見，遵照辦理，將註明各文獻研究區域及年份，以利閱讀；另有關林道名稱為誤植，已加以修正。
--	--

誤植，請再確認。 10. 關於中大型草食性哺乳動物排遺採集驗出寄生蟲有季節上之差別，是否可進一步探討與其啃食樹皮之成分等關聯性。 11. 報告書圖 5(P.25)應為開闢防火巷所造成灌叢草生地植物高低的結構差異，建議更換圖片。 12. 報告書中水鹿排遺有發現塑膠條部分，建議未來設置林木防護圍網時應避免使用塑膠材質。 13. 報告書提及草食性動物啃磨植物對於植群森林演替有其影響，請受託單位進一步評估塔塔加地區森林演替方向及建議事項。 14. 因 2021 年 5~7 月疫情期間，防疫措施使塔塔加地區人車數量大幅度降低，請受託單位進一步分析與去年度同期動物行為模式及活動區域等資料，以提供經營管理之建議。 15. 塔塔加動物族群量之推估，請受託單位透過糞堆記數法及 OI 值等數據多方比較，納入歷年文獻說明及相關限制因子，提供經營管理之參考。	10. 因無針對樹種樹皮進行成分分析，較難進一步進行探討，本團隊將查詢是否有前人文獻，在進一步探討是否相關。 11. 遵照辦理。 12. 遵照辦理，未來設置圍網應避免使用易風化之材質。 13. 遵照辦理，後續本團隊將進一步進行評估。 14. 遵照辦理，本研究將選取2020年及2021年5~7月有拍到人的自動相機樣點分析其差異性，並補充於於期末報告中。 15. 遵照辦理，OI值因難以辨識個體，較難進行族群量推估，本團隊將參考前人文獻，以提供經營管理建議。
---	--

附錄八、「109-110 年度玉山國家公園塔塔加地區中大型草食性哺乳動物組成與植被消長關係調查計畫」期末報告意見回復

審查意見	辦理情形
許富雄委員： 1. 本研究發現塔塔加許多林木受損程度高，且有明顯擴大趨勢，建議主管單位應研提相關經營管理策略，進行試驗以釐清相關影響。 2. 本案例中大型草食性哺乳動物分布熱點、活動模式、啃咬樹木行為等大量影像資訊，均可提供玉管處作為相關環境教育的推展應用。 3. 本研究發現臺灣華山松、玉山假沙梨、褐毛柳及山櫻花等樹木，被啃食數量或比例偏高，就研究團隊專業推論較可能的影響因子為何？	1. 研究團隊參考前人研究，研擬稚樹小苗圍欄試驗、生物忌避劑、林木網欄等試驗方法提供管理處作為防治鹿科動物過度啃磨的參考，以釐清中大型草食動物危害。 2. 遵照辦理，紅外線自動照相機資料已提供管理處備分資料，可作為環境教育之應用。 3. 樹皮成分、質地及徑級大小均有可能會影響臺灣水鹿啃磨偏好，需後續進一步分析方能確認原因。
丁宗蘇委員： 1. 受託單位於計畫執行期間盡心盡力研究成果非常豐碩，對於國家公園經營管理及學術探討有很大的幫助及突破。 2. 本計畫為期 2 年但卻累積 3 年之林木樹種啃磨率資料，顯示出臺灣水鹿偏好啃磨樹種有時	1. 謝謝委員的肯定。 2. 謝謝委員的肯定。本研究資料希望能提供管理處經營管理之參考。

間轉移之現象；對於統整比較其他相關研究、未來植群動態及國家公園經營管理有關鍵性之啟發。 3. 未來塔塔加地區可能因中大型草食性哺乳動物而朝向二葉松林演替，可能會加劇當地林火風險，以及枯立木大量增加造成未來倒伏之遊客安全，請玉管處與相關林業權責單位商討對策。 4. 建議發布 2 年來調查研究成果之新聞稿，宣導草食性動物啃磨植物對於植群森林演替影響及風險，並讓民眾了解國家公園調查研究成果，以利未來經營管理策略推動。	3. 若管理處有需求，研究團隊可以持續進行長期監測，釐清臺灣水鹿對森林演替之影響。 4. 遵照辦理。
玉管處各單位 1. 本案期末簡報內容建議補充於成果報告書中，並請受託單位於成果報告中呈現調查、分析、討論過程，提供較全面的研究成果報告，以利後續應用參考。 2. 報告書中圖表文字及目錄對應有錯誤部分，請全面檢視修正，如：P.25 中第 e 項及第 f 項對應 P.26 圖 3 與 P.10 目錄有誤；P.120 文中敘述圖 62A、B 對應	1. 遵照辦理，簡報整理之圖表會加入成果報告中。 2. 遵照辦理。

P.121~122 與 P.10 目錄有誤。 3. 本計畫研究調查對於鹿科動物其族群量成長模式為何？未來建議於塔塔加挑選部分紅外線相機監測點，持續進行動物分布活動等長期監測。 4. 有關厚葉桫欏木啃磨率較低，是否能分析其樹皮組成或成分不受鹿科動物所喜愛，未來可考量利用厚葉桫欏木製作忌避劑方式進行試驗。 5. 報告書提及可利用圍網保護受損較嚴重之樹木，受託單位是否可提供較具體之執行方法，建議未來設置林木防護圍網時應避免使用塑膠材質。 6. 目前塔塔加地區森林枯落物較多，未來若發生森林火災容易加強林火擴展的速度與範圍，是否需設立微氣象站進行監測，建議提供經營管理之參考。 7. 先前研究發現紅毛杜鵑之嫩芽被啃食情形十分嚴重，有關草食性動物啃食樹皮情形，是否因偏好樹種減少造成。 8. 請受託單位 2 年來調查研究或	3. 目前本團隊調查方法較難評估中大型草食動物的族群量，因此尚無針對成長模式進行評估，後續紅外線相機持續進行監測。 4. 後續研究可針對臺灣水鹿不喜啃磨樹種進行樹皮成分分析，以確認臺灣水鹿啃磨樹皮原因，亦可挑選出不喜樹種研究製作忌避劑。 5. 研究團隊認為如要設置圍網應採用鍍鋅菱形網，可作為永久式地區防護，但成本較高，可挑選受損嚴重的母樹進行保護，同時進行自然更新之監測。 6. 應可建立微氣象站進行監測，於易發生林火之季節可即時調整林火發生風險。 7. 研究團隊推測當偏好樹種因啃磨影響減少後，啃磨壓力會轉移到其他樹種，因此造成啃磨樹皮更加嚴重。 8. 遵照辦理，已納入其他地區啃磨
---	---

觀察到較特殊等數據，納入歷年文獻說明及相關限制因子多方比較，呈現於成果報告中提供經營管理之參考。	文獻進行比較，塔塔加遊憩區可持續進行監測，確認林木受損是否會再增加。
9. 報告書中水鹿排遺有發現塑膠條部份，建議說明其排遺撿拾頻度與取方法。	9. 每月撿拾 15 坨新鮮中大型草食動物排遺，通過 6 號夾鏈袋撿拾，並放入保冷袋中保存，以免發霉。
10. 報告書提及草食性動物啃磨植物對於植群森林演替有其影響，請受託單位進一步評估塔塔加地區森林演替方向及建議事項。	10. 臺灣水鹿樹種啃磨偏好性可能造成森林往臺灣二葉松林或以玉山箭竹為主的灌叢草生地演替，建議進行臺灣水鹿啃磨防治試驗，降低啃磨對森林健康影響，使森林樹種更新與演替得以健全。
11. 塔塔加草食性哺乳動物族群量，請受託單位透過國內外文獻資料及環境限制因子比較，推估建議理想值提供本處經營管理之參考。	11. 環境乘載量影響因子過多，推估合適之族群量須更精確的評估方法，方能提出塔塔加遊憩區族群量理想值。