

111 年度玉山國家公園臺灣黑熊族群監測暨保育行動 策略推廣

Formosan Black Bear Population Monitoring and Promotion of Conservation Strategy in Yushan National Park

受委託單位：國立屏東科技大學

研究主持人：黃美秀教授

研究助理：張鈞皓、高瑄鎡

研究期程：中華民國111年1月至111年12月

研究經費：新臺幣196萬元

玉山國家公園委託辦理

中華民國111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）

謝誌

本研究承蒙玉山國家公園管理處提供經費支持，感謝盧淑妃處長、研究保育課郭淳棻課長及承辦人員李毓芬於行政事務熱心協助各項協助，並提供計劃上的諸多建議，讓研究順利完成。審查委員鄭錫奇、李玲玲，以及玉山國家公園管理處各管理單位諸多同仁對本研究結果提出悉心指導與建議，在此一併感謝。

野外調查工作期間，承蒙玉山國家公園內各管理單位包括水里本處、塔塔加、南安、梅山、排雲等管理站熱心提供諸多協助和相關寶貴資訊，謝謝保育巡查員張緯忠、史明山、林志祥、高偉隆、謝佑龍、江志龍等人於研究期間諸多協助；計畫執行也感謝熊窟助理高瑄鎡、林子宸、潘培原，以及研究生呂竹萱、書合韻、葉宸豪、王作璿、詹凡儀、陳昱嘉、彭筱晴等人協助自動相機田野和分析工作；另還有友人林志祐、李庭楷、何泰祥、李軍廷、莊又澄，以及所有本計畫中公民科學家夥伴參與，讓自動相機監測計畫更加順利。

推動臺灣黑熊保育推廣，感謝台灣黑熊保育協會協助。舉辦臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊，承蒙農委會林務局和花蓮、台東、東勢等林區管理處，以及台北市立動物園獸醫室、農委會特有生物研究保育中心、臺大獸醫系余品奐副教授、屏科大野生動物保育研究所陳貞志副教授等參與不吝提供指教。

感謝以上所有單位與個人，育熊之路不遺餘力，共同行徑在有熊國，成就臺灣黑熊研究、經營管理及保育推動，共創人熊共存共榮的淨土。

目錄

目錄.....	1
圖目錄.....	2
表目錄.....	4
摘要.....	5
壹、計畫緣由.....	7
一、瀕危物種的保育.....	7
二、玉山國家公園臺灣黑熊核心族群.....	9
三、臺灣黑熊移動模式與棲地利用模式分析.....	11
四、保育教育量能之提升與公民科學家培訓.....	12
五、玉山國家公園臺灣黑熊之經營管理.....	12
貳、工作項目.....	14
一、臺灣黑熊生態習性及棲息地分析.....	14
二、公民科學家參加野生動物族群監測.....	14
三、執行保育教育推廣及宣導相關活動.....	14
四、舉辦臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊.....	14
五、製作玉山園區人熊關係宣導短片.....	14
六、協助管理單位宣導品、新聞稿等稿件審查.....	14
七、提供管理單位野生動物衝突及經營管理策略短、中、長期各項建議.....	14
參、研究方法.....	15
一、研究地區.....	15
二、臺灣黑熊生態習性調查及棲息地分析.....	16
三、公民科學家協力參與野生動物族群監測.....	21
四、臺灣黑熊保育教育推廣及宣導相關活動.....	26
五、建構臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊.....	26
六、製作玉山園區人熊關係宣導短片.....	27
七、其他相關經營管理建議.....	27
肆、結果.....	28
一、臺灣黑熊生態習性調查及棲息地分析.....	28
二、公民科學家協力參與野生動物族群監測.....	50
三、臺灣黑熊保育教育推廣及宣導相關活動.....	62
四、建構臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊.....	63
五、製作玉山國家公園人熊關係宣導短片.....	67
六、其他相關經營管理建議.....	68
伍、討論.....	70
一、臺灣黑熊生態習性調查及棲息地分析.....	70
二、公民科學家協力參與野生動物族群監測.....	78
三、臺灣黑熊保育教育推廣.....	80
陸、結論與建議.....	82
柒、參考文獻.....	85
捌、附錄.....	93

圖目錄

圖一、成功的熊類保育計劃所應強調的議題及各種因素關係	8
圖二、玉山國家公園研究樣區地區地理位置圖	15
圖三、玉山國家公園臺灣黑熊人造衛星追蹤計畫所規劃的電子圍籬設置範圍	18
圖四、玉山國家公園紅外線自動相機監測樣點及網格地圖	23
圖五、利用最小凸多邊形法(100% MCP)繪製玉山國家公園西部園區人造衛星追蹤臺灣黑熊活動範圍(100% MCP).....	31
圖六、利用最小凸多邊形法(100%MCP)繪製玉山國家公園東部園區人造衛星追蹤臺灣黑熊活動範圍	32
圖七、利用 95%核密度估計法繪製玉山國家公園西部園區人造衛星追蹤臺灣黑熊活動範圍	33
圖八、利用 95%核密度估計法繪製玉山國家公園東部園區人造衛星追蹤臺灣黑熊活動範圍	34
圖九、利用 50%核密度估計法繪製玉山國家公園西部園區人造衛星追蹤臺灣黑熊核心活動範圍	35
圖十、利用 50%核密度估計法繪製玉山國家公園東部園區人造衛星追蹤臺灣黑熊核心活動範圍	36
圖十一、利用 50%核密度估計法繪製人造衛星追蹤玉山國家公園 6 隻臺灣黑熊四季的核心活動範圍	39
圖十二、玉山國家公園西部及東部園區分別追蹤 3 隻臺灣黑熊點位及研究樣區的海拔分布小提琴圖(violin plot).....	40
圖十三、玉山國家公園園區西部及東部追蹤臺灣黑熊的核心活動範圍(KDE 50%)之海拔梯度分布	41
圖十四、玉山國家公園西部(a)及東部(b)所追蹤臺灣黑熊的核心活動範圍(KDE 50%)之四季海拔梯度分布變化	42
圖十五、玉山國家公園園區西部及東部所追蹤臺灣黑熊個體的核心活動範圍(KDE 50%)之植群組成變化.....	43
圖十六、玉山國家公園西部(a)及東部(b)所追蹤臺灣黑熊個體的核心活動範圍(KDE 50%)之四季植群組成變化.....	44
圖十七、玉山國家公園追蹤黑熊 BB01、BB03 及 BB06 之全日 24 小時活動百分比例變化(a)，以及利用廣義加成模型(GAM)估計之 24 小時活動模式曲線.....	46
圖十八、玉山國家公園追蹤 3 隻黑熊(BB01、BB03 及 BB06)於不同月份活動百分比例變化(a)，以及利用廣義加成模型(GAM)估計黑熊 BB01 及 BB06 於不同月份活動模式曲線	47
圖十九、玉山國家公園黑熊 BB01 之 24 小時活動比例於四季的變化(a)，以及以廣義	

加成模型估算之 24 小時活動模式曲線於四季的變化(b).....	48
圖 二十、玉山國家公園黑熊 BB06 之 24 小時活動比例於四季的變化(a)，以及以廣義 加成模型估算之 24 小時活動模式曲線於四季的變化(b).....	49
圖 二十一、玉山國家公園自動照相機監測臺灣山羌(a)、臺灣水鹿(b)、臺灣野山羊(c) 及臺灣野豬(d)之出現頻度(OI)分布圖	55
圖 二十二、玉山國家公園紅外線自動相機監測到臺灣黑熊出現頻度(OI)梯度分布圖	60
圖 二十三、紅外線自動相機監測臺灣黑熊有效照片(n=16)影像擷取畫面	61
圖 二十四、臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊學員課程前後對自己處 理(a)人熊衝突通報與應變，以及(b)傷病野生黑熊的救援所需相關知識和能力的信 心程度比較	66
圖 二十五、人熊關係宣導短片「小熊 Daubas 的旅行」封面	67

表目錄

表 一、玉山國家公園紅外線自動相機監測樣點及網格海拔與地理資訊	24
表 二、人造衛星追蹤 6 隻臺灣黑熊衛星定位追蹤資料之追蹤期間、追蹤天數以及資料筆數	29
表 三、利用最小凸多邊形法(100% MCP)和核密度估計法(95% KDE)估算 6 隻臺灣黑熊之活動範圍，以及核心活動範圍(50% KDE)	30
表 四、利用最小凸多邊形法(100% MCP)，以及 95%及 50%核密度估計法(KDE)估算 6 隻臺灣黑熊四季的活動範圍	38
表 五、人造衛星追蹤玉山國家公園 3 隻臺灣黑熊(BB01、BB03 及 BB06)的活動模式資料，包括追蹤期間、追蹤天數和資料筆數	45
表 六、野生動物紅外線監測自動相機野外勤務工作努力量一覽表。	50
表 七、玉山國家公園樣區野生動物監測紅外線自動相機的架設和運作情況(n=64)	52
表 八、玉山國家公園紅外線自動相機記錄物種及相對豐富度(n=23)	54
表 九、玉山國家公園紅外線自動相機(n=23)監測各別樣點記錄物種及相對豐富度	56
表 十、自動相機監測各別樣點臺灣黑熊紀錄(n=8)	59
表 十一、2022 玉山國家公園臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊課前問卷	64
表 十二、2022 玉山國家公園臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊課後問卷	65

摘要

臺灣黑熊(*Ursus thibetanus formosanus*)是臺灣唯一原生態類動物，兼具重要之生態角色及保育功能。由於棲息地破壞及各項人為干擾活動等影響，族群目前多侷限於人類活動較少的山區，玉山國家公園為目前國內已知臺灣黑熊高密度族群的代表以及重要研究樣區。瀕危熊類的保育和經營管理仰賴持續的研究調查收集，以了解物種的生態習性和族群時空分布，以及符合在地人文和科學的經營管理策略策略，並提升大眾對保育的支持。本計劃內容包含 (1)臺灣黑熊生態習性及棲息地分析；(2)公民科學家參與野生動物族群監測；(3)保育教育推廣及宣導相關活動；(4)舉辦臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊；(5)製作玉山園區人熊關係宣導短片；(6)協助管理單位宣導品、新聞稿等稿件審查；(7)提供管理單位野生動物衝突及經營管理策略短、中、長期各項建議。

本計畫延續前期捕捉繫放臺灣黑熊($n=6$)人造衛星追蹤，以最小凸多邊形法(100% MCP)估計活動範圍為 33.2 至 204.6 km^2 ，95%核密度法(95% KDE)估計 44.6 至 179.2 km^2 ，50%核密度法(50% KDE)估計 9.1 至 38.8 km^2 。6 隻個體中 4 隻有頻繁在園區外活動的紀錄(36.5-76.7%定位點)。棲息地分析結果顯示園區東部與西部追蹤個體的海拔利用呈現顯著差異，園區東部個體主要利用中低海拔區域(500-1,500m, 74.4%)，顯著低於西部個體(2,000-2,500 m, 41.9%)。除了樣區本身環境差異，人為開發和干擾對臺灣黑熊所造成的壓力，可能也是影響因素。園區西部低海拔地區的人為開發和干擾相較於東部更加嚴重，恐因而限縮此區黑熊於中、高海拔活動。園區東部個體高度利用闊葉林(81.3%)，西部園區個體主要利用針葉林(36.2%)與闊葉林(31.0%)，與樣區植被分佈比例相近，無特殊選擇性，猜測與此區黑熊本身分布於較高海拔，加上闊葉林位在西部人為活動干擾高或棲地破碎化的較低海拔山區，不利黑熊移動和利用。3 隻追蹤個體進行活動模式分析，平均日活動比例 40.3%(range:27%-52%)，3 隻個體的活動均以白天為主，且呈現雙峰型活動模式，以清晨和黃昏為活動高峰。分析活動模式的季節差異，可見秋冬二季的活動比例較春夏二季高，最高的秋季平均活動比例 55.5%，最低的春季平均活動比例 40%。結果與世界其它熊類活動模式相近。

為了解臺灣黑熊和其它共域中大型哺乳動物於玉山國家公園分布情形，我們規劃了全園區 4x4 公里網格自動相機監測。除前期培訓之公民科學家，今年

(2022 年)亦有玉山國家公園志工協力參與。自動相機監測中大型哺乳動物出現頻度 (OI 值)，由高至低依序為臺灣山羌 30.32、臺灣水鹿 22.10、臺灣獼猴 19.80、臺灣野山羊 3.06、臺灣野豬 2.44、鼬獾 2.23、白鼻心 1.31、黃喉貂 0.97、黃鼠狼 0.90、食蟹獾 0.44、臺灣黑熊 0.28

人熊衝突是世界各國熊類保育的重要議題，臺灣近年亦有數起人熊衝突事件發生，其中多起就發生在玉山國家公園園區或鄰近區域，玉山國家公園作為臺灣黑熊重要棲息地的管理單位應審慎面對。本計畫舉辦「臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊」，邀請專家學者及具相關經驗的政府機構和團體參與，提升園區面對黑熊救傷或是人熊衝突事件之應變能力及跨單位的合作。入園者與山屋步道等遊憩設施的管理，對人熊衝突風險有關鍵影響力，除了建立良好的管理措施，也應持續強化民眾教育，建議透過科研成果和本計畫製作的宣導短片，持續加強有熊國安全守則的推廣，甚至作為入園申請時的行前教育影片。以利營造人熊共存共榮的環境。

關鍵字： 臺灣黑熊、人造衛星定位追蹤、公民科學家、自動照相機、族群監測、國家公園經營管理

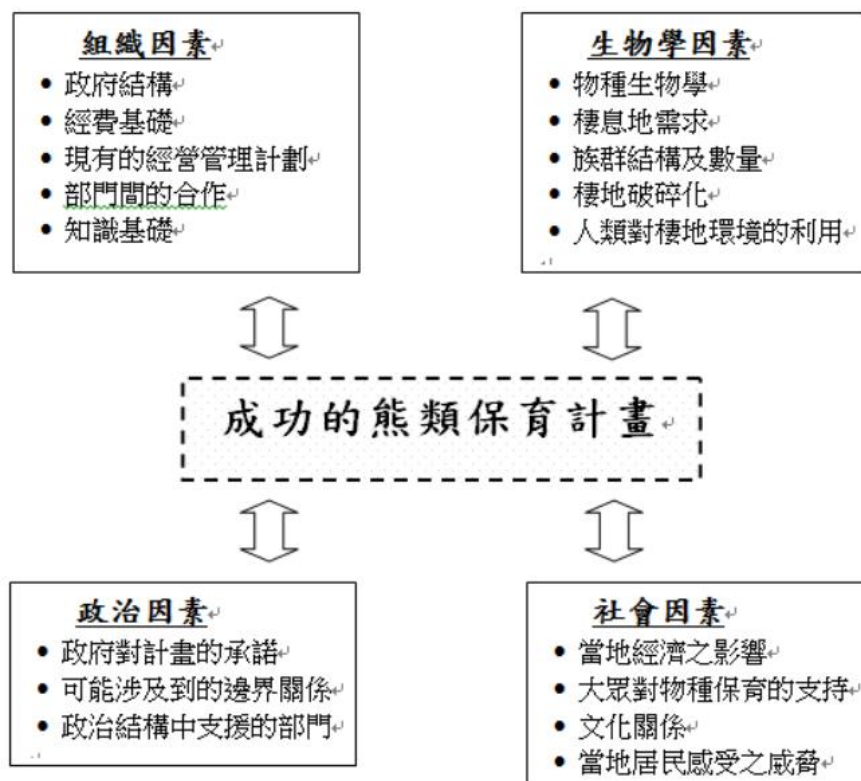
壹、計畫緣由

一、瀕危物種的保育

為確保人類生存環境之健康及資源的永續利用，生物多樣性之保育已是二十一世紀以來世界各國共同努力的目標。鑑於有限的保育資源，如何規劃各項保育議題之優先次序，為強調保護生物多樣性浪潮中的重要話題。縱使各方對此意見有所紛歧，但一致的結論不外乎是：瀕臨絕種物種、庇護物種(umbrella species)、旗艦物種(flagship species)、特有物種(endemic species)和易受脅物種(vulnerable species)具有保育的優先性，其中又以瀕臨滅絕的大型哺乳動物最受關注(Entwistle and Dunstone 2000, Carroll et al. 2001, Caro 2003, Roberge and Angelstam 2004)。在臺灣的國家生物多樣性研究之前瞻和規劃報告中，學者也呼籲加速稀有、瀕臨滅絕的物種的生物學研究和進行復育，以及累積復育所需的各項資訊，建立物種瀕危機制和保育對策(林曜松，2002)。就此，臺灣黑熊皆符合上述這些保育順位的優先條件，並兼具生態上及保育上的重要功能和角色(黃美秀等，2012a)。

臺灣黑熊是臺灣唯一原生的熊類動物，屬亞洲黑熊的種群之一。由於近幾十年來臺灣自然環境過度開發及人為活動頻繁，使得該物種的分布範圍大幅縮減，現多侷限於地形較崎嶇陡峭或高海拔、人為活動較少的山區，其族群也處於受威脅的狀態(Wang 1999, Hwang and Wang 2006)，為「瀕臨絕種」的保育類動物，在世界自然保育聯盟(IUCN)紅皮書上也被列為易危物種(VU, Vulnerable)(IUCN 2009)。臺灣黑熊為保育上的庇護物種，有效保護黑熊棲息地有利於維護整個生態系的健康。雖然黑熊為我國保育類野生動物，獵殺或販賣黑熊的新聞或消息仍是偶有所聞，例如 2021 年新竹林管處轄區破獲的山老鼠獵殺和食用及疑似買賣臺灣黑熊的事件，凸顯出積極保護此物種存續的重要性及迫切性(Hwang 2003)。

與保護其他大型食肉目(Carnivora)動物相似，熊類的保育是一複雜、且涉及多領域學科的挑戰，因為人對動物及其棲息地造成的干擾往往是多樣、且程度不一的(圖一)(Peyton et al. 1999)。野生動物保育工作受生物學、社會、政治及行政組織等許多因素影響，成功的保育需要人們對野生動物經營管理的重視，也需要研究及經營管理單位對於熊類生物學知識的累積，相關資訊的傳遞及宣導教育更是保育的必要手段，也是最有效率、影響最深遠的方式之一。保育熊類族群之永續端賴社會大眾和政府機關持續支持才能成功。



圖一、成功的熊類保育計劃所應強調的議題及各種因素關係(Peyton et al. 1999)。

身為臺灣陸域最大型食肉目動物，臺灣黑熊雖為瀕危保育類物種，然而有關其於本島上野外族群之分布、豐富度等資料卻仍有所不足，造成管理單位擬定相關保育政策及行動之限制與障礙。初期臺灣黑熊研究始於王穎於 1988 年至 1993 年所收集的臺灣黑熊痕跡及目擊紀錄，提供臺灣黑熊於本島的概略分布狀況及一般棲息環境特色(Wang 1999)，調查結果顯示野外目擊臺灣黑熊的頻度十分低(約每天 0.064%)，主要分布於中央山脈地區，並集中於三個高山型國家公園和二個自然保留區的範圍，顯示保護區對殘存的臺灣黑熊族群的重要性。

有關臺灣黑熊分布的近期資料，乃林務局於 2006-2011 年收集的全島臺灣黑熊出沒紀錄(黃美秀等，2006；2008；2012b)，近年來臺灣黑熊紀錄主要出現於 1,000-3,000 m 的中海拔山區(86%)，出沒點位紀錄最低海拔為 270 m，於玉山國家公園東南方外側 2 公里的拉庫拉庫溪鹿鳴橋下發現之熊腳印；最高紀錄則為 3,700 m，玉山國家公園圓峰附近之目擊紀錄，這也是唯一一筆直接觀測臺灣黑熊出現於海拔高於 3,500 m 之紀錄。根據臺灣黑熊預測分布面積和族群存續分析(population viability analysis)研究來看，臺灣可乘載的黑熊族群數量，應遠大於目前的數量(黃美秀等，2012b；林容安，2013)。

二、玉山國家公園臺灣黑熊核心族群

臺灣黑熊的野外數量稀少，習性隱蔽且機警，加上臺灣山區的植群林相複雜、遮蔽度高、地形崎嶇、交通不便，野外研究黑熊相當困難(黃美秀等，2012a)。玉山國家公園自 1998 年起是目前國內唯一長期進行臺灣黑熊野外族群監測研究的樣區，包含捕捉繫放和無線電追蹤(Hwang 2003, Hwang and Garshelis 2007, Hwang et al. 2010)，是國內黑熊生態習性及保育科研資料累積最豐富的樣區。同時，全島性的臺灣黑熊分布調查及預測模式發現，玉山國家公園捕捉繫放的研究成果與研究者近年於全島 20 個黑熊潛在棲地的樣區野外調查，廣泛發現非法狩獵活動的情況相符(黃美秀等，2012b)。玉山國家公園確認為目前唯一代表臺灣黑熊族群之高密度樣區(high-density benchmark)(黃美秀等，2010；蔡幸蒨，2011)。因此，此區臺灣黑熊族群可謂全島臺灣黑熊之核心族群，對於維繫全島臺灣黑熊族群的存續力具有深遠的影響。

玉山國家公園東部之大分(北緯 23°22' 25" 47，東經 121°05' 21" 49)為臺灣黑熊及許多中大型哺乳動物之重要棲息地，該地優勢植物青剛櫟分布面積雖不及 10 平方公里，但其物候週期及結果量的變動，對於臺灣黑熊的活動和移動有決定性的影響(Hwang and Garshelis 2007)。秋冬季青剛櫟堅果產量高時，吸引臺灣黑熊大量聚集取食堅果，而待結果季結束便紛紛離散至國家公園較外圍的區域活動。這也是目前全島最可以有效掌握臺灣黑熊族群動態之處。

在玉山國家公園，當堅果產量豐富時(通常在 10 月至次年 1 月)，黑熊會傾向於聚集於殼斗科森林(大分)覓食；當堅果日益稀少時，黑熊會移動 6-24 公里(直線距離)之遠，到春、夏季活動的區域。在值結實累累的秋季，母熊似乎也會避開那些成體公熊集結的地區。反之，在殼斗科堅果缺乏的時候，黑熊則分散得更廣。此外，雌、雄個體的活動範圍廣泛重疊，但雌熊和亞成體的公熊似乎也會在時間上或空間上避開因高食物密度而吸引公熊聚集的地區(Hwang et al. 2010)。雖然國外諸多研究顯示黑熊的移動與殼斗科植物的結果和分布密切有關(Izumiyama and Shiraishi 2004, Garshelis 2009)，但關於臺灣黑熊移動擴散的模式、共域的互動關係，以及影響移動模式的因素，則尚待更多研究資料釐清。另外，也由於國內野外臺灣黑熊的生態習性研究資料，包括食性，目前多侷限於玉山國家公園地區，且偏重於秋、冬季節，故黑熊更全面性的行為生態習性仍有待較大尺度樣區的資料收集和分析。

於 2009-2012 年間，藉由大分地區青剛櫟季撿拾的熊排遺，利用分生技術檢測出 73 隻不同個體，然年間的個體數量隨當地青剛櫟果實的產量多寡而變異很

大，從 3 至 35 隻不等(黃美秀等，2013)。開放性的族群估計模式顯示活動於大分地區的臺灣黑熊有 93 隻，但也因再捕獲率偏低，導致較高值之標準偏差。事實上，這些族群估計值並非指長期滯留大分地區的族群數量，因為大分取樣的範圍狹小，而是臺灣黑熊為取食當地的櫟實而移入該區，造成時間上區域性黑熊相對數量的變動。因此，此數值的意義在於玉山國家公園地區在青剛櫟結果季會利用大分地區的潛在臺灣黑熊數量。國家公園轄區內有些臺灣黑熊個體也許終其一生都不會利用大分地區，則此數值將為呈現低估的狀況。欲釐清此差距，除有必要瞭解玉山國家公園臺灣黑熊族群個體間對於利用大分地區的差異性之外，族群動態的掌握亦不可或缺，必須瞭解這些個體於整個國家公園範圍，包括大分地區以外的利用情況。這些個體的移動模式，包括播遷(*dispersal*)行為，以及與棲息地環境和地理間的關係，更是解釋牠們根據親緣關係被分派至 3 個大類群(*clade*)所需的重要資訊(黃美秀、林宛青，2019；黃美秀等，2021)。

1998-2000 年玉山國家公園的捕捉繫放結果顯示，捕獲的 15 隻(13 雄 2 雌)臺灣黑熊中，有 8 隻出現斷掌(包括全數 2 隻母熊)或斷趾的情況，這是過去曾被陷阱捕獲過、再逃脫的證據，凸顯出目前狩獵活動已對小族群臺灣黑熊產生嚴重威脅(黃美秀等，2013)。由此可見，對於活動廣泛的臺灣黑熊而言，保育工作絕對不應僅限於保護區的範圍內，同時加強保護區以外地區的有效經營管理，方能確保臺灣黑熊的生存環境足夠且安全無虞。此觀察結果，與研究者近年於全島 20 個黑熊潛在棲地的樣區的野外調查，廣泛發現非法狩獵活動的情況相符。無線電追蹤臺灣黑熊的結果也顯示，密集追蹤的個體有一半會至國家公園邊界以外(最遠達 6 公里)的地區活動，且停留在國家公園外的時間從 2 個月到超過 1 年(Hwang et al. 2010)。此地區可能讓這些動物身處較高的狩獵威脅。即便如大分樣區這般地處偏遠(走路費時 3 天)，幾無狩獵活動，但仍有高比例臺灣黑熊因陷阱導致傷殘。因此，我們推測玉山國家公園的臺灣黑熊族群為全島臺灣黑熊核心族群，其廣泛的活動範圍和季節性移動播遷，再加上保護區內人為干擾有限，從而使其對全島的族群產生營救效應(*rescue effect*)，營救效應係指某一地區的特定物種族群數量到達一定程度後會向外播遷，播遷的個體能補充其他地區的另一物種族群數量以減少、阻止族群消失或滅絕。

三、臺灣黑熊移動模式與棲地利用模式分析

人為活動干擾為當前大型食肉目動物保育和經營管理面對最主要的難題，包括棲地喪失、破碎化，以及開發利用(Packer et al. 2009)。動物的移動和棲地利用模式，遂為探討此議題之關鍵資訊，然於臺灣黑熊此方面資訊卻仍極為有限。活動範圍(home range)是動物進行日常的活動、如覓食、休息、繁殖、育幼等所需要的活動空間，常受到食物資源的類型、分布和可獲得性影響(Powell et al. 1997)。以研究資訊充足且生態習性與臺灣黑熊十分相近的美洲黑熊為例，個體間的活動範圍差距很大，從 3-1,100 km² 都有，主要受到食物豐富度和族群密度影響(Garshelis 2009)。當食物豐富度高且族群密度大時，個體間活動範圍的重疊度也相對提高，雄性的活動範圍要比雌性大上 2-10 倍，因此雄性的活動範圍會涵蓋數個潛在交配對象的活動範圍，而在一些地區，雌性會出現領域範圍，保護該領域不被其他雌性個體侵入。移動模式也隨性別和年齡而異，通常雌性亞成體會停留在出生地區活動達數年之久並受其母熊保護，隨著年齡越大，個體會逐漸擴張屬於自己的活動範圍，且越來越少使用母熊的活動範圍；雄性則在 1-4 歲時，就會離開出生地區，進入陌生領域，而擴張的距離變化很大，少者 10 公里，大者高達 200 公里，有的雄性個體在一周之內遷移了 40 公里的距離(Garshelis 2009)。

臺灣黑熊的活動範圍廣泛，1998-2000 年透無線電追蹤研究發現，玉山國家公園臺灣黑熊的活動範圍(最小凸多邊形)為 24-117 km²，平均 53.8 km² (± 30.1 , $n=8$)(Hwang et al. 2010)。然因早期無線電追蹤系統和野外環境的限制，許多詳細的生態習性資料仍顯不足，包括季節性移動路徑和棲地利用、年間的活動範圍，以及個體的差異性等。因為徒步追蹤活動於地形複雜地區的大型動物，常有低估活動範圍的情況，因此近年來許多類熊的生態研究都趨向於利用資料收集之投資報酬率高的人造衛星發報器追蹤系統(Izumiyama and Shiraishi 2004)。2014-2017 年間捕捉玉山國家公園 9 隻臺灣黑熊個體，人造衛星追蹤計算活動範圍(最小凸多邊形法)為 20.6 至 558.3 km²，平均 140.8 km² (± 170.1 , $n=9$)，且 55.6% 的個體活動範圍涵蓋國家公園以外的地區。當進入大分青剛櫟結果季時，熊的平均全天活動比例也顯著高於非櫟實季，顯示黑熊大範圍的活動範圍和活動模式與環境中重要食物資源存在著密切的關係(林宛青，2017)。

臺灣黑熊的棲地利用、移動和播遷模式，不僅會直接影響族群動態，也影響人熊衝突的發展趨勢。對於小族群物種而言，這些自然和人為因素也是影響族群繁殖或遺傳交流的關鍵。空間利用模式資訊，不僅是族群密度估算的基

礎，也是提供保護臺灣黑熊重要棲息地和遷移廊道所需之資訊。因此，欲瞭解此核心族群的族群動態，有賴於長期追蹤臺灣黑熊播遷行為、移動路徑和活動範圍的變化，並瞭解可能影響的關鍵因素和機制，如玉山國家公園及周邊潛在棲息地的重要食物資源，以及各種人為干擾活動的類型和程度的時空分布。

四、保育教育量能之提升與公民科學家培訓

瀕危物種及生物多樣性的保育工作，除了需仰賴長期的調查研究及妥善的經營管理，保育觀念的宣導及民眾教育，更是影響深遠的重要環節。國際《生物多樣性公約》及我國《環境教育法》、《永續發展政策綱領》皆明文指出政府應藉由民眾教育提升公眾保育意識，以利生物多樣性之保存及資源永續利用。公民科學(citizen science)是指，由科學家規劃有系統的研究案，設計較簡單的研究方法，招募感興趣之志願民眾經訓練後參與資料收集和統整等工作。藉民眾的力量強化研究能量，最大的優勢是可以取得較大量的研究資料，民眾也能在參與過程得到正確的知識及成就感，可說是同時達到深化民眾教育的功能。

五、玉山國家公園臺灣黑熊之經營管理

近年來，有鑑於臺灣開放山林政策，加上新型冠狀病毒肺炎疫情稍緩，山林遊憩活動活絡。另一方面，近十年來，玉山國家公園轄區和鄰近地區臺灣黑熊通報救傷或死亡，或是滋擾的案例增加，因此如何加強管理人熊衝突風險管理及專業能力，如何強化人熊共榮共生的局勢，並透過結合民眾、社區之力量共同推展臺灣黑熊保育，已成為經營管理上刻不容緩的議題。

玉山國家公園於 108-110 年度辦理「鳥瞰臺灣黑熊：玉山國家公園臺灣黑熊人造衛星追蹤暨生態監測計畫」，內容涵蓋：(1)6 隻臺灣黑熊人造衛星追蹤、活動範圍、棲息地分析等生態習性調查；(2)培訓公民科學家參與玉山國家公園東部園區中大型哺乳類動物族群監測；(3)執行保育教育推廣與宣導相關活動；(4)提供管理單位有關人與野生動物衝突、瀕危物種保育等後續經營管理策略上的短、中、長期各項建議。

奠基於前期計畫成果，本期計畫目標如下：(1)臺灣黑熊生態習性：持續前期玉山國家公園臺灣黑熊人造衛星定位資料收集，並分析其活動範圍和棲息地選擇模式。(2)野生動物族群監測計畫：延續前期公民科學家培訓成果，邀集已完成培訓之公民科學家，持續參與玉山國家公園擴大樣區範圍的臺灣黑熊和其他大型哺乳動物豐富度監測調查。(3)臺灣黑熊保育教育：持續臺灣黑熊保育教育的推廣活動，加強一般民眾對於玉山國家公園臺灣黑熊研究及保育之認識，增

進遊客對國家公園和山林保育的瞭解和支持。另製作一人熊關係之宣導短片，內容涵蓋國家公園遊客對於臺灣黑熊行為習性應有的正確認識、面對黑熊的因應處理方式，以及黑熊經營管理相關的無痕山林作為等。(4)臺灣黑熊經營管理:舉辦臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊，提升管理單位的相關管理所需的專業培力。同時提供管理單位野生動物衝突及經營管理策略短、中、長期各項建議。

貳、工作項目

一、臺灣黑熊生態習性及棲息地分析

本計畫延續前期捕捉繫放且配戴人造衛星發報器的 6 隻臺灣黑熊。整合黑熊定位資料，分析活動範圍、棲息地選擇(海拔及植被)以及活動模式。

二、公民科學家參加野生動物族群監測

延續前期公民科學家參與自動照相機監測野生動物專案，邀集已培訓完成之公民科學家繼續參與本期監測計畫。結合公民科學家與自動照相機監測工作，建置玉山國家公園臺灣黑熊族群長期監測系統。

三、執行保育教育推廣及宣導相關活動

配合管理單位參加或辦理的各種活動，擇適合場次辦理臺灣黑熊保育講座活動，至少三場，加強一般民眾對玉山國家公園臺灣黑熊之保育研究及經營管理之認識。

四、舉辦臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊

舉辦「玉山國家公園臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊」一場，邀請學者專家授課和討論交流，一日課程至少五小時課程。

五、製作玉山園區人熊關係宣導短片

針對國家公園遊客為對象，製作一人熊關係之宣導短片，內容涵蓋國家公園遊客對於臺灣黑熊行為習性應有的正確認識、面對黑熊的因應處理方式，以及黑熊經營管理相關的無痕山林原則。

六、協助管理單位宣導品、新聞稿等稿件審查

協助管理單位進行臺灣黑熊保育宣導品和相關新聞稿等稿件審查，以及回應各界之於計畫相關意見。

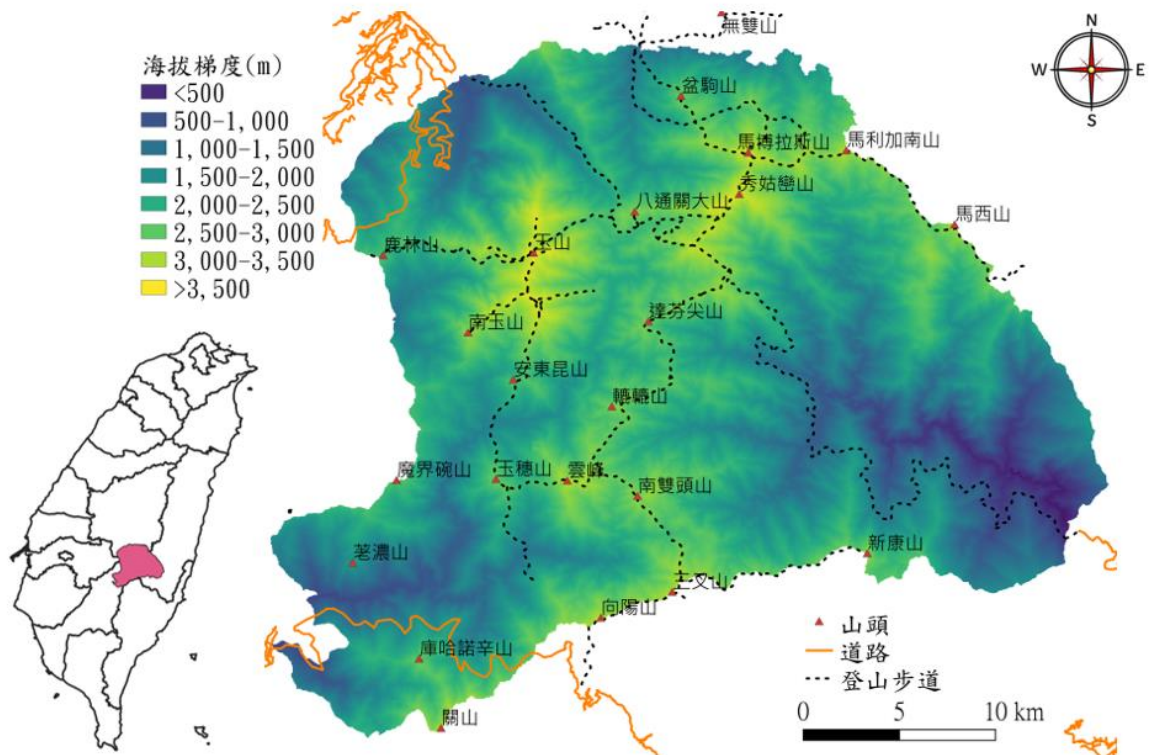
七、提供管理單位野生動物衝突及經營管理策略短、中、長期各項建議

根據調查成果，提供管理單位有關人與野生動物、瀕危動物等經營管理策略上的短、中、長期各項建議。

參、研究方法

一、研究地區

玉山國家公園成立於民國 74 年，園區面積為 103,121 公頃，屬亞熱帶高山型國家公園(圖二)。其最高玉山主峰海拔 3,952 m，為東北亞第一高峰。玉山地區年平均氣溫，海拔 1,000 m 處為 20°C；2,500 處為 10°C；3,500 m 以上則為 5°C。而年平均雨量約為 3,600 mm，集中於 5-8 月間，其中 5 月及 6 月上旬為梅雨期，雨季長而雨量少；6-8 月則進入颱風及夏日暴雨期，入冬以後雨量則明顯下降，11-12 月為旱季，為無雨或少雨季節，整體而言為夏雨集中之氣候型態 (<http://www.ysnp.gov.tw/page.aspx?path=189>)。



圖二、玉山國家公園研究樣區地區地理位置圖。

根據臺灣黑熊全島性分布調查及預測模式發現，玉山國家公園確認為目前唯一代表臺灣黑熊族群之高密度樣區(high-density benchmark)(黃美秀等，2010)。東部園區位於玉山國家公園東南側，米亞桑溪和拉庫拉庫溪連線以東地區，包括大分、瓦拉米及新康山地區。在過去利用無線電追蹤玉山國家公園臺灣黑熊的研究中發現，大分地區青剛櫟之物候週期及結果量的變動，對於臺灣黑熊的活動和移動有決定性的影響，在秋冬季青剛櫟堅果產量高時，會吸引大

量的臺灣黑熊來取食堅果，而待結果季結束便離散至國家公園外圍的區域活動，且活動範圍大多呈現東西向，即於玉山國家公園東部園區登山口至大分地區一帶(Hwang et al. 2010)。

除玉山國家公園東部園區之外，西部(西北)園區即郡大林道以西及楠梓仙溪以北的地區，包括東埔、觀高、玉山群峰及楠溪林道等。哺乳類動物資源亦相當豐富，但遊憩壓力近年來有增加的趨勢。其中楠梓仙溪林道地區是臺灣光復後為伐木作業所開墾，行政區域屬於高雄市桃源區及嘉義縣阿里山鄉，自東埔山莊經過塔塔加鞍部至梅蘭鞍部止，全長 31 公里，唯因林道周邊經多次規模不一的崩塌，目前僅能車行至楠梓仙溪保育研究站。過去利用自動相機監測發現該區也是臺灣黑熊的棲息生境之一(黃美秀及簡熒芸，2004)，近年來黑熊出沒的目擊紀錄也時有所聞，甚至潛入山屋或附近覓食或破壞的紀錄。

南部園區包括西南部的三叉山、向陽山、楠橫三山、梅蘭林道及南橫公路沿線至關山埡口隧道等地區。近年亦有目擊黑熊甚至黑熊在山屋外徘徊的紀錄，或可推測臺灣黑熊的棲息地幾乎涵蓋玉山國家公園所有區域。今年(2022 年)公路總局重新開放南橫公路天池至向陽路段的通行，可預測未來此區域的遊憩壓力將隨之提升，故需預防潛在的人熊衝突風險。

二、臺灣黑熊生態習性調查及棲息地分析

(一) 人造衛星追蹤

本研究透過人造衛星追蹤技術，分析臺灣黑熊的個體移動和空間利用模式，並釐清影響臺灣黑熊棲地選擇之重要環境因素，以及檢視可能的死亡率。這些資訊將成為強化國家公園內和鄰近地區的保育和人熊衝突經營管理的重要依據。本計畫擬延續前期 108-110 年度所辦理「鳥瞰臺灣黑熊：玉山國家公園臺灣黑熊人造衛星追蹤暨生態監測計畫案」，利用該計畫所捕捉繫放並繫掛人造衛星頸圈 Vertex plus (VECTRONIC Aerospace GmbH, Berlin, Germany)的臺灣黑熊個體進行持續追蹤。定位排程設定為每 8.5 小時接收一 GPS 定位點，頸圈壽命可維持 2-3 年。並配備有自動脫落裝置，可預先設定脫落時間，或利用遠端傳輸方式遙控脫落，頸圈於啟動後 2-3 年後自動脫落(黃美秀等，2021)。

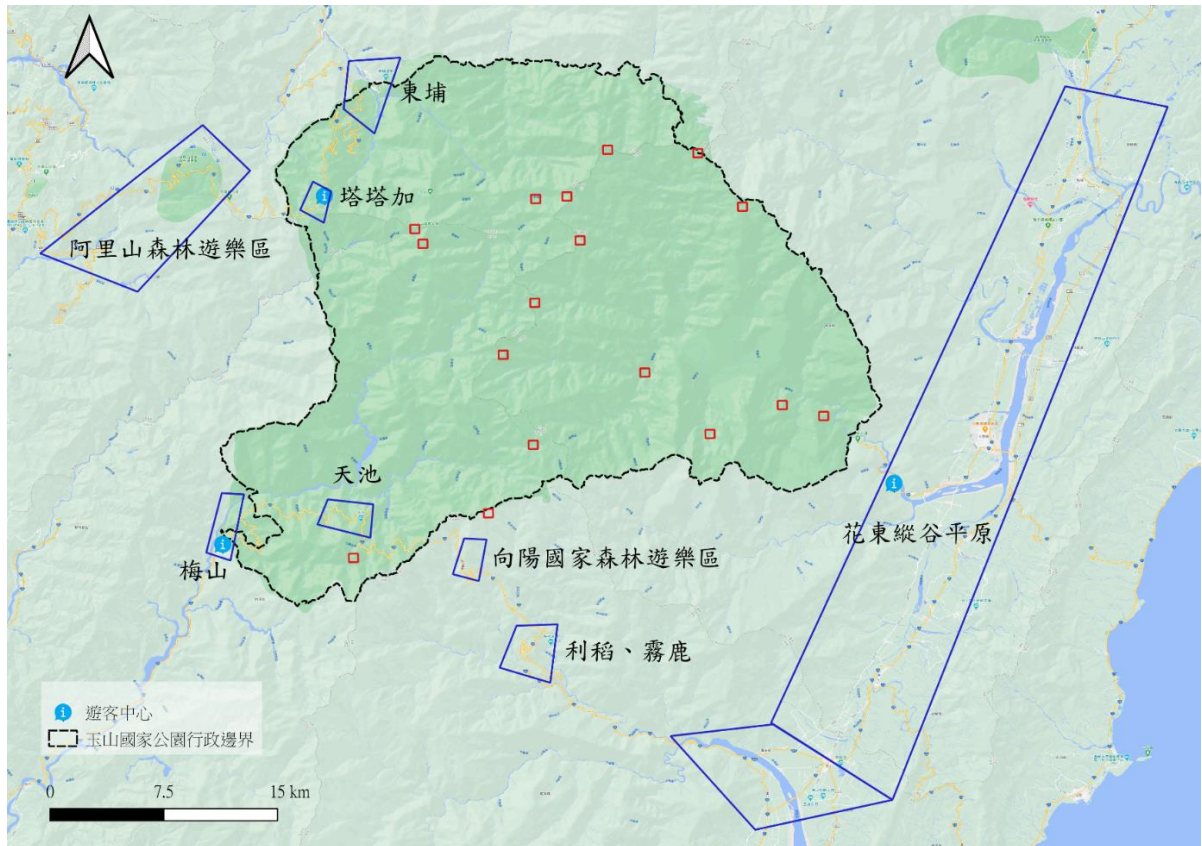
人造衛星定位誤差可能影響後續活動範圍及棲地選擇的分析結果，而不同動物於定位當下從事不同活動時發報器角度變化亦可能影響定位誤差(D'Eon and Delaporte 2005)。故本計畫根據每一筆定位點的精度因子(DOP, dilution of precision) 進行資料的篩選方進行分析。DOP 值越高表示定位精度越低(Stache et

al. 2012)。因此，本研究參考與臺灣黑熊習性較相近的美洲黑熊之衛星定位點篩選條件，將資料中僅以 2 顆衛星(GPS-2D)估算個體所在位置且 DOP 大於 5 的定位點移除方進行後續活動範圍及棲息地選擇之分析(Lewis et al. 2007)。

頸圈內建加速度感應器偵測黑熊活動強度，若感應器記錄超過 24 小時無動作，則將自動透過衛星發送「死亡通知」至研究者電子信箱，表示動物可能死亡或頸圈脫落。我們將儘可能前往實地探查以確認狀況。若遇追蹤個體死亡，我們將再進一步分析動物死亡的可能因素，以及與人為活動或相對於國家公園保護效應之空間關係。

為了解黑熊靠近聚落或山屋等人為擾動較高的區域時的行為反應，以及預測潛在的人熊衝突區域能較有效的地協助於經營管理上降低風險，本計畫同時於頸圈發報器增加電子圍籬(virtual fence, 或稱虛擬圍籬)功能。電子圍籬作用機制是當發報器定位發現位於預設的圍籬範圍內時，會透過衛星傳訊通知研究人員，並可自動啟動預先設定的額外定位排程。Jachowski 等人指出電子圍籬有以下優勢：(1)無需實體建造、維護或拆除。(2)能因應不同目的在時間和空間上迅速修改範圍。(3)結合監測、研究和管理為野生生物經營管理。(4)社會心理學層面來說可以增加對保育的支持(Jachowski et al. 2014)。

我們將樣區內黑熊可能觸及之人類活動區域劃設電子圍籬，包含聚落和山屋舍施，聚落包含花東縱谷平原、利稻部落、向陽森林遊樂區、梅山、天池、阿里山森林遊樂區、塔塔加、東埔，山屋包含大分山屋、大水窟山屋、中央金礦山屋、瓦拉米山屋、白洋金礦山屋、抱崖山屋、拉庫音溪山屋、庫哈諾辛山屋、馬布谷山屋、馬利加南東峰山屋、馬博山屋、排雲山莊、圓峰山屋、塔芬谷山屋、嘉明湖避難山屋和轆轤谷山屋。根據先前玉山國家公園追蹤隻黑熊個體顯示，於大分青剛櫟結果季平均每日移動距離為將近 1 km(葉子維，2020)。故設置範圍以半日活動距離 500 m 為參考依據，設置範圍與聚落最近距離 500 m 之矩形、與山屋最近距離 300 m 之矩形建立(圖三)。追蹤個體進入電子圍籬後排程設定為每 2 小時定位一次，以利研究團隊和管理單位更加掌握追蹤個體動態。



圖三、玉山國家公園臺灣黑熊人造衛星追蹤計畫所規劃的电子圍籬設置範圍，紅色矩形為山屋所在位置，藍色多邊形為聚落所在位置。

(二) 黑熊移動與活動範圍分析

透過衛星追蹤系統，研究者得以掌握動物所在的最新資訊。利用點位資料於時序上的變化，將可勾勒出動物的移動路徑、活動範圍(home range)及季節性時序變化。活動範圍的計算採用兩種方法：

1. 最小凸多邊形法(100% minimum convex polygon, MCP)

藉由 R 統計軟體(R version 4.1.1)中的 adehabitatHR 功能計算最小凸多邊形法之活動範圍(Worton 1987)。此方法計算原理是將動物最外圍的定位點相連而成。儘管此方法應用最早且為最普遍之活動範圍估算，但此方法會包含動物未曾利用之區域造成高估情況(Kowalczyk et al. 2006)。

2. 核密度估計法(kernel density estimation, KDE)

本研究藉由 R 統計軟體(R version 4.1.1)中的 adehabitatHR 功能進行核密度估計法計算 95%活動範圍及 50%核心活動範圍(Worton 1989, Seaman and Powell

1996)。透過 sp 功能投影系統轉換以及 rgdal 功能將活動範圍匯出。該方法乃透過概率法進行計算，能看出物種利用空間的不同強度，為目前最合適且常被使用的活動範圍估算法(Kernohan et al. 2001, Laver and Kelly 2008)，參數採用 href 來進行計算(Steiniger et al. 2010, Signer et al. 2015)。

3. 季節差異

為了深入瞭解玉山國家公園內臺灣黑熊之季節性活動範圍變化，本研究也另外進行不同季節的活動範圍計算，季節劃分為春季(3 至 5 月)、夏季(6 至 8 月)、秋季(9 至 11 月)與冬季(12 月至隔年 2 月)。

(三) 棲息地利用分析

棲息地選擇根據 Johnson 提出的論點，指出野生動物的棲息地選擇是一個階層性的過程，尺度由大而小，第一階層是一物種在地理區上的分布，第二階層是一物種個體或族群在特定地區的活動範圍選擇，第三階層則是在特定活動範圍內的棲息地組成因素，第四階層則是物種在第三階層內實際取用資源的情況(Johnson 1980)。

本研究分析玉山國家公園臺灣黑熊第二階層的棲地選擇利用情形，參考 Thomas 和 Taylor 提出的研究設計(Thomas and Taylor 1990)，將每隻黑熊追蹤個體的衛星定位點視為實際使用資源，黑熊族群的可使用資源，參考過往臺灣黑熊追蹤研究(Hwang et al. 2010)以及本計畫追蹤個體活動範圍最遠距離國家公園邊界約 9 公里，且國家公園內棲地連續而無阻礙黑熊移動的重大人為屏障。此外，由過往臺灣黑熊衛星追蹤研究(林宛青，2017)與近年黑熊出沒通報資料也得知，玉山國家公園外圍區域為黑熊的潛在利用的環境。故本研究定義玉山國家公園邊界向外擴展 9 公里區域，為黑熊可使用資源的棲地研究樣區。以核密度估計法所計算的核心活動範圍(KDE 50%)則視為動物實際利用範圍。

利用地理資訊系統軟體 QGIS 3.16(Quantum GIS, 2021)，搭配 2020 年版全臺灣及部分離島 20 m 網格數值地形模型(digital terrain model, DTM)及臺灣現生植群圖(邱祈榮，2010)，萃取出樣區及黑熊核心活動範圍之海拔及植被屬性，進一步計算不同海拔梯度和植被類型的利用百分比。棲息地植被利用分析，以臺灣現生天然植群圖為基礎，將群系亞綱(subclass)重新分類為以下 8 種植群類別(附錄 一)：(1)闊葉林、(2)針闊葉林、(3)針葉林、(4)人工林、(5)水域及裸地、(6)灌叢、(7)草本植群、(8)人為用地。

本計畫追蹤玉山國家公園西部園區(楠溪林道)以及東部園區(瓦拉米步道)兩樣區的黑熊個體，其活動範圍並無重疊，因此將此兩個地區的追蹤個體視為不同的群體，藉此比較玉山國家公園東、西部黑熊棲息地選擇之差異。

透過 Anderson-Darling 檢定檢視資料的常態性，並依據常態性結果使用非常態性的中位數檢定 Kruskal-Wallis 檢定和事後比較 Dunn 檢定，比較兩個樣區黑熊分布海拔的差異，並透過卡方檢定比較兩區黑熊利用植被類型的差異。所有地理圖資和統計分析分別透過 QGIS 3.16 以及 R 4.1 (R Development Core Team, 2022)進行操作分析。

(四) 活動模式分析

人造衛星無線電追蹤項圈內含三軸加速度感應器，可收集動物活動模式資料，X 軸為測量動物之前後方向運動加速度；Y 軸為測量動物之側身及旋轉運動加速度；Z 軸為測量動物之垂直上下運動加速度。三軸感應器同時於每秒測量四次，每 5 分鐘紀錄為一筆平均活動值(activity value)，該值為 0 到 255 的線性數值。

我們採用兩種做法進行活動模式的分析，參考歐洲棕熊的行為觀察研究 (Gervasi et al. 2006, Sahlen et al. 2015)，將 X、Y 軸活動值相加的和與對應的行為表現做分類，小於 22.9 為不活動(休息或睡覺)、大於 22.9 為活動。依此定義，計算追蹤黑熊個體 24 小時活動比例、四季 24 小時活動比例、不同月份活動比例。季節劃分三月至五月為春季；六月至八月為夏季；九月至十一月為秋季；十二月至次年二月為冬季。另外，參考在麋鹿(*Capreolus capreolus*)(Stache et al. 2013)、棕熊(*Ursus Arctos*)(Kearney et al. 2021)和野豬(*Sus scrofa*)(Johann et al. 2020)的活動模式研究，本計畫透過具有平滑函數的廣義加成模型(Generalized Additive Model, GAM)，估算追蹤個體 24 小時活動模式、年度逐月活動模式、四季 24 小時活動模式。有研究指出，X 軸感應器的精度高於他軸感應器 (Coulombe et al. 2006)。另一方面，其他研究發現 X 軸與 Y 軸的活動值有高度正相關性，因此可僅以 X 軸活動值進行活動模式分析(Heurich et al. 2014, Ayers et al. 2019)。本計畫預先將 3 隻有回收活動模式數據的黑熊個體 X、Y、Z 三軸活動值進行相關性檢測(Pearson's correlation coefficient)，且彼此呈現高度正相關，相關係數分別為 0.97(XY)、0.87(XZ)以及 0.93(ZY)。因此本計畫也僅以 X 軸活動值進行 GAM 模型估算活動模式，並以每小時活動值為基本單位。

該 GAM 模型可透過平滑函數(smooth)來處理變量的自相關問題(Mandel et al.

2008)，並且針對變量進行線性以外的參數曲線估算。GAM 模型中的參數透過最大概似(maximum likelihood)估算，平滑函數設定為三次回歸樣線估計(Cubic spline regression；Faraway, 2016)。活動模式分析透過 R 統計軟體(R version 4.1.1；R Development Core Team, 2018)進行操作分析。

活動模式資料每 5 秒鐘記錄一筆，故一天理論上有 288 筆資料。然為避免追蹤個體資料過少使結果造成偏差，本研究僅分析一天活動數據大於 240 筆的資料(83.3%)。若當季活動數據未達 15 天，則不納入季節性活動模式的計算(Ulrey 2008)。

三、公民科學家協力參與野生動物族群監測

(一) 紅外線自動照相機監測

為了瞭解了解園區臺灣黑熊與其他中大型哺乳類動物分布、族群相對豐度(relative abundance)變化、動物行為觀察等，本研究將利用紅外線自動相機進行生態監測。本期監測樣區包括玉山國家公園東部園區(八通關古道東段)、西部園區楠梓仙溪林道及塔塔加和鄰近區域、南部園區梅山管理站鄰近區域等。預計使用相機數量為 20-40 台不等(款式: Reconyx HF2X, USA)。自動相機工作模式設定為錄影 10 秒，無拍攝間格。

紅外線自動照相機樣點選擇，係先透過 QGIS 3.16 (Quantum GIS, 2021)軟體在玉山國家公園園區畫設 4 x 4 km 網格，作為相機監測基本單位，國家公園邊界區域如未達網格 1/3 面積，則可捨棄。園區內部份區域網格，考量其地形險峻可達性低，並未納入本研究監測網格。經過篩選，本研究總計劃設了 67 個 4 x 4 km 網格作為自動相機監測樣點(圖四)，每個網格架設 1 台紅外線自動照相機。

由於玉山國家公園地形多變且崎嶇險峻，技術上難以達到樣點隨機分布，本計畫依循以下原則挑選樣點位置：(1)在地型許可的情況下，樣點盡量靠近網格中心。(2)選擇平緩寬闊稜線等經常被臺灣黑熊及其他物種利用通行的微地形。(3)若網格中心區域難以到達或環境不適合架設相機，則可再網格其他區域挑選。(4)樣點位置，應避開道路及頻繁有人員活動的步道或營地。

紅外線自動相機架設後，利用手持 GPS 裝置記錄樣點坐標和海拔，並依據現場觀察記錄其環境植被。透過 Qgis 軟體以 4 x 4 km 網格為基礎，再劃設 1 x 1 km 網格，於每個相機樣點所在的 1 x 1 km 網格建立 500 點隨機點位，計算其海平均數與中位數，作為後續樣點分析的環境海拔數據(表一)。

本計畫利用相對豐度指數(RAI: Relative Abundance Index; 單位工作努力量之

記錄照片數)(Wearn and Glover-Kapfer 2017)來產生不同野生動物物種相對豐度的分布圖。野生動物的相對豐度指數計算，我們採用臺灣歷年野生動物調查常用的出現頻度(Occurrence index, OI)(裴家騏等，1997；裴家騏，2004)計算。

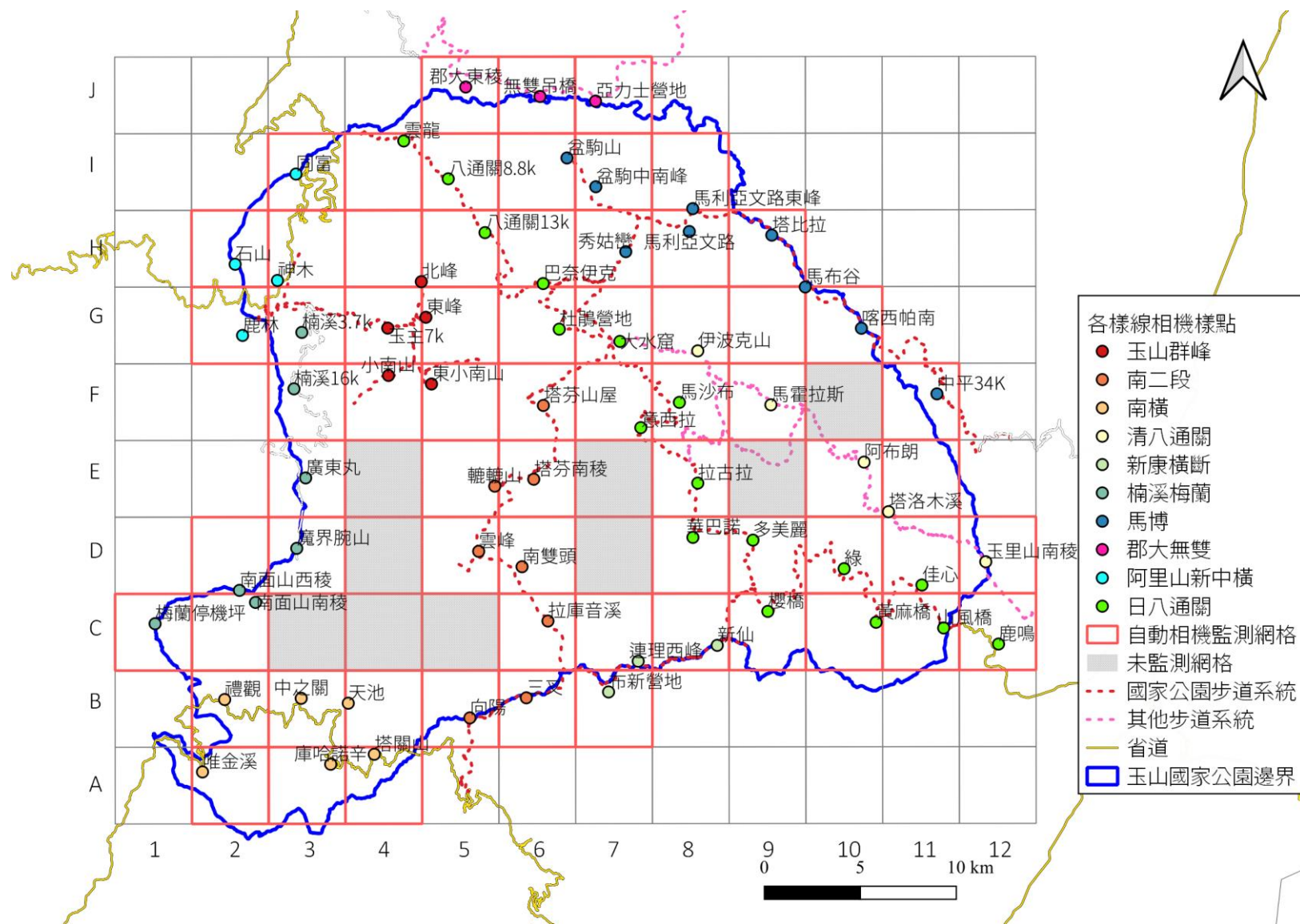
$$\text{OI 值} = (n/T) * 1000$$

OI: 出現頻度

n: 特定物種在該地有效照片資料筆數

T: 該樣點的有效工作時數(小時)

有效照片定義則採用古馥宇(2018)提出之調整方法：同一樣點 1 小時內拍攝得之同一物種，不論隻數皆視為 1 筆有效照片紀錄，不區分獨立個體。本研究採用錄影模式，便利起見仍稱為有效「照片」，監測僅記錄中大型哺乳動物，啮齒類、鳥類、蝙蝠不納入監測物種。



表一、玉山國家公園紅外線自動相機監測樣點及網格海拔與地理資訊。

樣線	樣點 編號	樣點名稱	樣點海拔 (m)	網格海拔 平均數(m)	網格海拔 中位數(m)	植被
日八通關	C10	黃麻橋	925	992	985	闊葉林
日八通關	C11	山風橋	577	443	440	闊葉林
日八通關	C12	鹿鳴	249	468	460	闊葉林
日八通關	C9	櫻橋	1796	1779	1780	闊葉林
日八通關	D10	綠	1129	939	950	闊葉林
日八通關	D11	佳心	774	491	481	闊葉林
日八通關	D8	華巴諾	1400	1572	1576	闊葉林
日八通關	D9	多美麗	1724	1518	1555	闊葉林
日八通關	E8	拉古拉	1497	1351	1343	混合林
日八通關	F7	意西拉	1833	1747	1737	闊葉林
日八通關	F8	馬沙布	2125	2031	2037	闊葉林
日八通關	G6	杜鵑營地	3129	2999	2999	混合林
日八通關	G7	大水窟	3204	3013	3021	灌叢
日八通關	H5	八通關 13k	2435	2357	2327	混合林
日八通關	H6	巴奈伊克	2910	2978	2988	混合林
日八通關	I4	雲龍	1458	1567	1578	闊葉林
日八通關	I5	八通關 8.8k	1929	1943	1952	闊葉林
玉山群峰	F4	小南山	3437	3449	3448	針葉林
玉山群峰	F5	東小南山	3690	3497	3518	針葉林
玉山群峰	G4	玉主 7k	3210	3284	3273	針葉林
玉山群峰	G5	東峰	3765	3611	3629	灌叢
玉山群峰	H4	北峰	3780	3424	3418	灌叢
阿里山新中橫	G2	鹿林	2799	2618	2665	針葉林
阿里山新中橫	H2	石山	2177	1885	1875	闊葉林
阿里山新中橫	H3	神木	2581	2471	2472	混合林
阿里山新中橫	I3	同富	2238	2071	2095	闊葉林
南二段	B5	向陽	3437	3337	3347	針葉林
南二段	B6	三叉	3231	3184	3202	針葉林
南二段	C6	拉庫音溪	2693	2781	2777	針葉林
南二段	D5	雲峰	3257	3085	3093	針葉林
南二段	D6	南雙頭	2981	3012	3001	針葉林
南二段	E5	轆轤山	3236	2934	2914	針葉林
南二段	E6S	塔芬南稜	2926	2748	2749	針葉林
南二段	F6	塔芬山屋	2924	2836	2852	針葉林

表 一(續)、玉山國家公園自動相機監測樣點及網格海拔與地理資訊。

樣線	樣點 編號	樣點名稱	樣點海拔 (m)	網格海拔 平均數(m)	網格海拔 中位數(m)	植被
南橫	A2	唯金溪	1058	1282	1242	闊葉林
南橫	A3	庫哈諾辛	2616	2341	2336	混合林
南橫	A4	塔關山	2676	2538	2556	針葉林
南橫	B2	禮觀	1433	1403	1414	闊葉林
南橫	B3	中之關	1847	1755	1765	闊葉林
南橫	B4	天池	1941	1613	1592	闊葉林
郡大無雙	J5	郡大東稜	2392	2373	2365	闊葉林
郡大無雙	J6	無雙吊橋	1721	1721	1719	闊葉林
郡大無雙	J7	亞力士營地	1795	1858	1862	闊葉林
馬博	F11	中平 34K	1944	2172	2189	闊葉林
馬博	G10	喀西帕南	3157	2812	2796	針葉林
馬博	G9	馬布谷	3068	2793	2793	闊葉林
馬博	H7	秀姑巒	3688	3642	3660	混合林
馬博	H8	馬利亞文路	3388	3097	3097	針葉林
馬博	H9	塔比拉	3305	3097	3101	針葉林
馬博	I6	盆駒山	2985	2772	2780	針葉林
馬博	I7	盆駒中南峰	3149	2889	2880	針葉林
馬博	I8	馬利亞文路東峰	3375	3109	3100	針葉林
清八通關	D12	玉里山南稜	1624	1479	1495	闊葉林
清八通關	E11	塔洛木溪	835	837	820	闊葉林
清八通關	G8	伊波克山	2605	2400	2251	針葉林
清八通關	F9	馬霍拉斯	2226	2138	2140	闊葉林
清八通關	E10	阿布朗	2248	2186	2221	闊葉林
新康橫斷	B7	布新營地	3150	3040	3055	針葉林
新康橫斷	C7	連理西峰	3063	2923	2949	針葉林
新康橫斷	C8	新仙	2974	2932	2942	針葉林
楠溪梅蘭	C1	梅蘭停機坪	1901	1893	1894	混合林
楠溪梅蘭	C2	南面山南稜	2701	2535	2552	針葉林
楠溪梅蘭	D2	南面山西稜	2749	2523	2509	針葉林
楠溪梅蘭	D3	魔界腕山	2623	2511	2530	混合林
楠溪梅蘭	E3	廣東丸	2628	2583	2621	針葉林
楠溪梅蘭	F3	楠溪 16k	1942	1881	1864	闊葉林
楠溪梅蘭	G3	楠溪 3.7k	2224	2075	2065	混合林

(二) 公民科學家參與野生動物族群監測計畫

為鼓勵民眾參與野生動物調查監測系統，本計畫動物族群監測將邀集前期「108-110 年度鳥瞰臺灣黑熊：玉山國家公園臺灣黑熊人造衛星追蹤暨生態監測計畫案」已完成培訓之 34 位公民科學家(黃美秀等，2021)協力參與。建構公民科學家暨玉山國家公園動物族群監測系統之實施方法與步驟如下：

1. 邀請說明會：邀集前期已培訓之公民科學家，參與本期動物族群監測與建構長期監測系統。說明會內容包含講解參與權利義務、監測系統運作流程與科學取樣邏輯教學。
2. 相機架設與維護：本計畫團隊偕同有意願參與的公民科學家，於玉山國家公園區內架設自動照相機，之後間隔 3-4 個月由公民科學家以組別為單位出勤維護自動相機、更換電池與記憶卡，並分配辨識照片物種。
3. 陪伴與交流網絡：透過網路群組的資訊分享和討論，不定期針對資料分析、數據彙整等議題進行意見交流和討論。
4. 期末交流會：成果分享與學員回饋檢討建議。

四、臺灣黑熊保育教育推廣及宣導相關活動

為強化瀕危臺灣黑熊相關保育教育宣導，以及在山林開放及環境教育盛行之際，本計畫透過講座和導覽活動，強化臺灣野生動物、生態環境等之保育概念之宣導，提升大眾有關於生態保育概念。本計畫規劃 3 場教育宣導活動，每場預計 1.5-3 小時，提供玉山國家公園管理處同仁、鄰近社區居民以及遊客參加。講座內容涵蓋臺灣黑熊生態習性、研究與保育現況、人類與野生動物的衝突與共存等課題。

五、建構臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊

玉山國家公園為國內目前確認之臺灣黑熊相對高密度的分布熱點，有鑑於近十年於轄區及鄰近地區臺灣黑熊救傷(如南安小熊)或死亡的情況多次發生，為強化管理單位的因應和處理專業水準，故擬舉辦「玉山國家公園臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊」一場。

工作坊預計為一日課程，七小時課程，內容涵蓋臺灣黑熊救傷處理流程和人熊衝突風險管理，以加強玉山國家公園管理處工作人員之於人熊衝突、黑熊救傷等專業知能和相關管理技能，並期協助建構玉山國家公園園區人熊衝突、黑熊救傷處理流程及相關注意事項。工作坊同時也開放林管處，以及相關管理單

位(如國家公園、縣市政府農業局等)和民間保育組織代表參加，預計學員為 20-30 名。透過此工作坊，與會人士也有機會透過討論和意見交流，提供玉山國家公園臺灣黑熊救傷和人熊衝突管理之建議。

工作坊的進行方式邀請曾處理人熊衝突或救傷相關案件的單位（如特生中心野生動物急救站、臺北市立動物園、臺大獸醫專業學院等）進行案例報告與經驗分享，或邀請專家學者進行野生動物救傷與人熊衝突經營管理之專題演講，以及野生動物收容與救傷機構和具有實務經驗的相關工作人員共同參與討論。工作坊也邀請地方政府農業局處野生動物業務相關人員共同參與，藉由官方與民間、研究單位與管理單位，建立跨單位的資訊和資源整合平台，加強未來人熊衝突或救傷相關事件的處理效能。

六、製作玉山園區人熊關係宣導短片

近年山林開放、登山活動盛行，為提升保育溝通和教育宣導，以促進人熊和諧關係，本計畫針對國家公園遊客，製作一人熊關係宣導短片。影片內容涵蓋國家公園有熊地區，遊客對於臺灣黑熊行為習性應有的正確認識、面對黑熊的因應處理方式，以及相關無痕山林的作為介紹。短片長度時長為 3-5 分鐘，中文旁白發音，以及含繁體、英語字幕具選單功能完整版影片(含配樂配音)。

七、其他相關經營管理建議

本計畫將協助管理單位進行臺灣黑熊保育宣導品和相關新聞稿等稿件審查。同時提供管理單位於臺灣黑熊等野生動物衝突及經營管理策略短、中、長期各項建議，並配合參加計畫相關之保育成果發表會。

肆、結果

一、臺灣黑熊生態習性調查及棲息地分析

(一) 人造衛星追蹤

截至 2022 年 9 月 5 日，6 隻追蹤個體有效追蹤天數達 651 天，有效點位共計有 2,807 筆(表 二)。

前期計畫捕捉繫放臺灣黑熊 6 隻雄性個體中，至今年(2022 年)12 月 6 日仍有 2 隻個體(BB05, BB06)仍在持續追蹤中。其他 4 隻個體追蹤已中止，包括 BB01、BB02、BB03、BB04 分別於 2021 年 11 月 9 日、2021 年 8 月 7 日、2021 年 9 月 20 日及 2022 年 11 月 14 日中止追蹤(黃美秀等，2021)。

BB02 最後回傳的位置位於玉山國家公園外清水溪流域一處懸崖。研究團隊前期 2021 年 10 月前往該地勘查地毯式搜索及沿途無線電偵測均未有所獲。後續分別於 2021 年 10 月 26 日前往該個體曾出沒過的瓦拉米步道(山風登山口至瓦拉米吊橋路段)，以及 2022 年 1 月 27 日再次前往清水林道及長良林道偵測無線電訊號均無所獲(相關行程紀錄見附錄 二)。未偵測到頸圈，推測有三種可能：(1) 該個體離開最後定位點後，遠離該地區，頸圈脫落在屏蔽訊號的地方。(2) 頸圈故障，VHF 和 GPS 功能同時故障，或是僅 GPS 故障但該個體遠離清水溪中下游流域。(3) 頸圈受外力破壞，該個體可能遭人獵殺。

BB03 的頸圈自然脫落並於 2021 年 12 月 28 日於園區黃麻溪支流拾回(附錄三)。BB04 的頸圈自然脫落並於 2022 年 11 月 15 日於園區外近阿里山公路石山附近邊坡拾回(附錄七)。

(二) 黑熊移動與活動範圍分析

由包括前期計畫取得之有效追蹤點位，以及截至 2022 年 9 月 5 日所蒐集得之點位資料，以最小凸多邊形法(100%MCP)計算其活動範圍面積，面積由 33.2 至 204.6 km²，平均 109.5 km² (SD=71.5, n=6) (表 三)。園區西部個體(圖 五的平均活動範圍為 143.8 km² (range=44.8-204.6, SD=86.5, n=3；圖五)，而園區東部個體(圖 六平均活動範圍為 75.2 km² (range=33.2-117.8, SD=42.3, n=3；圖六)。就成體的活動範圍來看，西部個體(182-205 km²)皆大於東部個體(33-118 km²)，且西部 BB004 熊有較頻繁活動於台 18 線馬路二側，東部個體皆有活動於國家公園外範圍且 BB03 和 BB04 活動於台 30 線馬路二側的情況。

表 二、人造衛星追蹤6隻臺灣黑熊衛星定位追蹤資料之追蹤期間、追蹤天數以及資料筆數(2022/9/5資料收集截止)。

黑熊個 體編號 ^a /頸圈編號	國家 公園 樣區	季 節	人造衛星定位追蹤資料					
			有效追蹤起訖日 (yyyy/m/d)		追蹤 天數	資料 筆數	園區內 點位 (%)	園區外 點位 (%)
BB01	西部		2020/11/19	2021/11/6	352	568	53.3	46.7
/39916		秋	2020/11/19	2021/11/6		126	99.2	0.8
		冬	2020/12/1	2021/2/28		166	35.5	64.5
		春	2021/3/1	2021/5/31		155	29.7	70.3
		夏	2021/6/1	2021/8/31		121	60.3	39.7
BB02	東部		2021/3/23	2021/8/1	131	129	23.3	76.7
/39919		春	2021/3/23	2021/5/31		76	32.9	67.1
		夏	2021/6/1	2021/8/1		53	9.4	90.6
BB03	東部		2021/4/30	2021/9/20	143	200	63.5	36.5
/39915		春	2021/4/30	2021/5/30		54	98.1	1.9
		夏	2021/6/1	2021/8/30		122	41.0	59.0
		秋	2021/9/1	2021/9/20		24	100	0
BB04	西部		2021/5/6	2022/8/18	469	760	47.0	53.0
/39917		春	2021/5/6	2022/5/30		203	50.2	49.8
		夏	2021/6/3	2022/8/18		230	48.7	51.3
		秋	2021/9/1	2021/11/30		169	27.2	72.8
		冬	2021/12/1	2022/2/28		158	61.4	38.6
BB05	西部		2021/6/5	2022/8/21	442	533	90.8	9.2
/39920		夏	2021/6/5	2022/8/21		183	89.6	10.4
		秋	2021/9/1	2021/11/30		131	83.2	16.8
		冬	2021/12/1	2022/2/27		114	93.0	7.0
		春	2022/3/1	2022/5/31		105	100	0
BB06	東部		2021/7/14	2022/9/1	414	617	92.7	7.3
/39918		夏	2021/7/14	2022/8/31		182	76.9	23.1
		秋	2021/9/2	2022/9/1		157	100	0
		冬	2021/12/1	2022/2/27		154	100	0
		春	2022/3/4	2022/5/31		124	97.6	2.4
Total			2020/11/19	2022/9/1	651	2,087	66.8	33.2

^a黑熊個體 BB01 死亡，BB02 下落不明，訊號消失，BB03 頸圈脫落。

以 95%核密度估計法(95%KDE)計算黑熊活動範圍，面積由 44.6 至 179.2 km²，平均 118.1 km² (SD=57.1, n=6) (表 三)。西部園區的平均活動範圍為 127.8 km² (range=50.5-179.2, SD=68.1, n=3: 圖 七)，而東部園區平均活動範圍為 108.4 km² (range=44.6-153.3, SD=56.8, n=3; 圖 八)。

以 50%核密度估計所計算黑熊核心活動範圍(50%KDE)，每隻黑熊都有 2-3 個活動核心，且皆涵蓋到國家公園以外範圍，總面積由 9.1 至 38.8 km²，平均 23.3 km² (SD=11.4, n=6) (表 三)。西部園區個體的平均活動範圍為 24.6 km² (range=9.1-38.8, SD=14.9, n=3: 圖 九)，而東部園區個體平均活動範圍為 22.0 km² (range=10.6-29.2, SD=10.0, n=3; 圖 十)

由核密度活動範圍來看，西部園區追蹤的 3 隻黑熊，主要活動範圍包括玉山主峰線南側的楠梓仙溪流域，以及北側的和社溪及沙里仙溪流域，然 BB04 的核心活動範圍，也有往西跨過分水嶺抵達曾文溪流域。東部園區追蹤的 3 隻個體的主要活動範圍則為拉庫拉庫溪和清水溪流域，而且 3 隻個體的核心活動範圍皆包括東部園區邊界山風至南安一帶，BB02 也有核心活動範圍落於清水溪流域。

表 三、利用最小凸多邊形法(100% MCP)和核密度估計法(95% KDE)估算6隻臺灣黑熊之活動範圍，以及核心活動範圍(50% KDE)。

樣區	黑熊個體 編號	活動範圍 (km ²)		
		MCP	KDE95%	KDE50%
西部園區	BB01*	44.8	50.5	9.1
	BB04	181.9	179.2	38.8
	BB05	204.6	153.6	26.0
東部園區	BB02	74.6	127.4	26.3
	BB03	33.2	44.6	10.6
	BB06	117.8	153.3	29.2
平均±標準差(n=6)		109.5±71.5	118.1±57.1	23.3±11.4
西部園區(n=3)		143.8±86.5	127.8±68.1	24.6±14.9
東部園區(n=3)		75.2±42.3	108.4±56.8	22.0±10.0

*亞成體

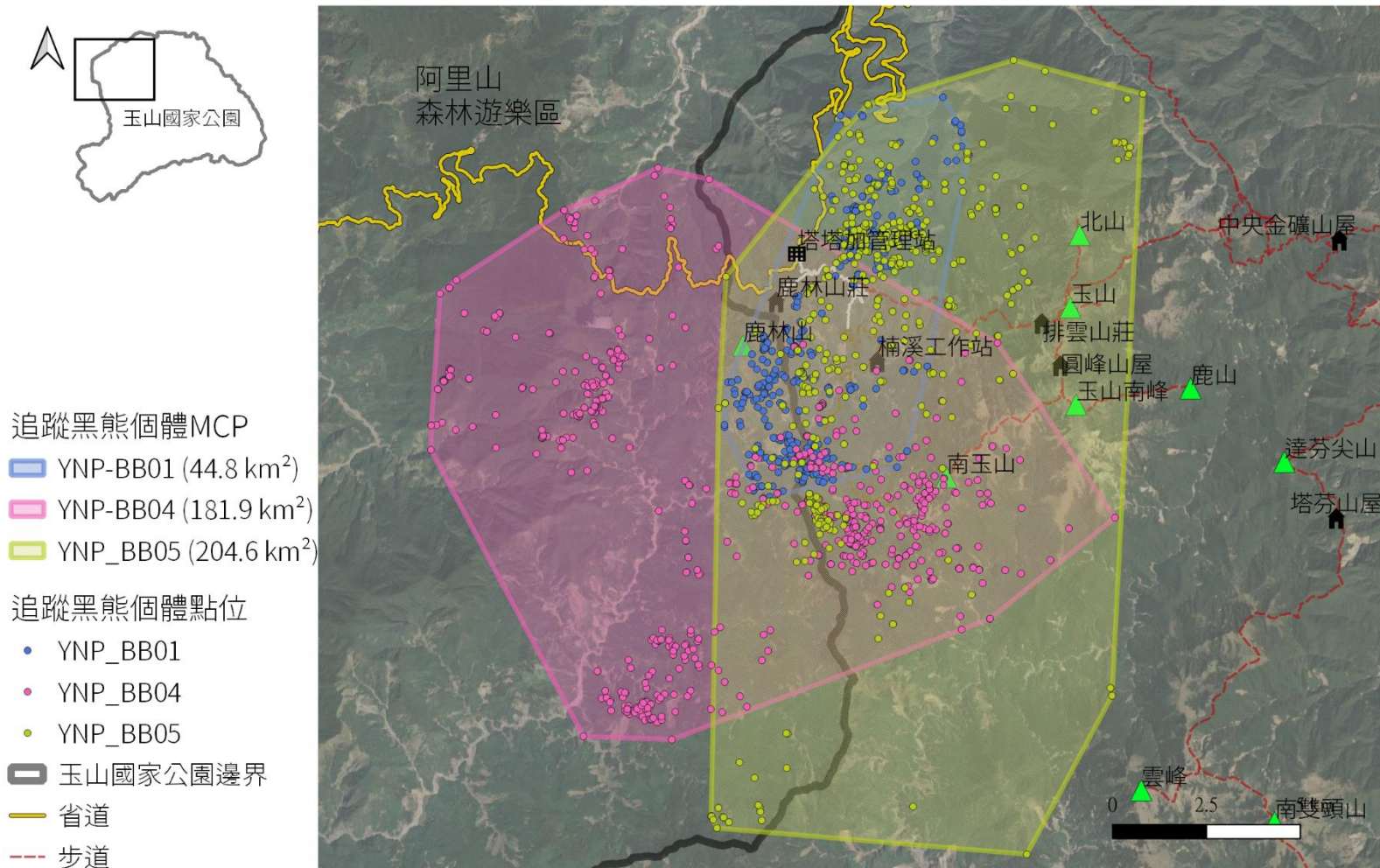
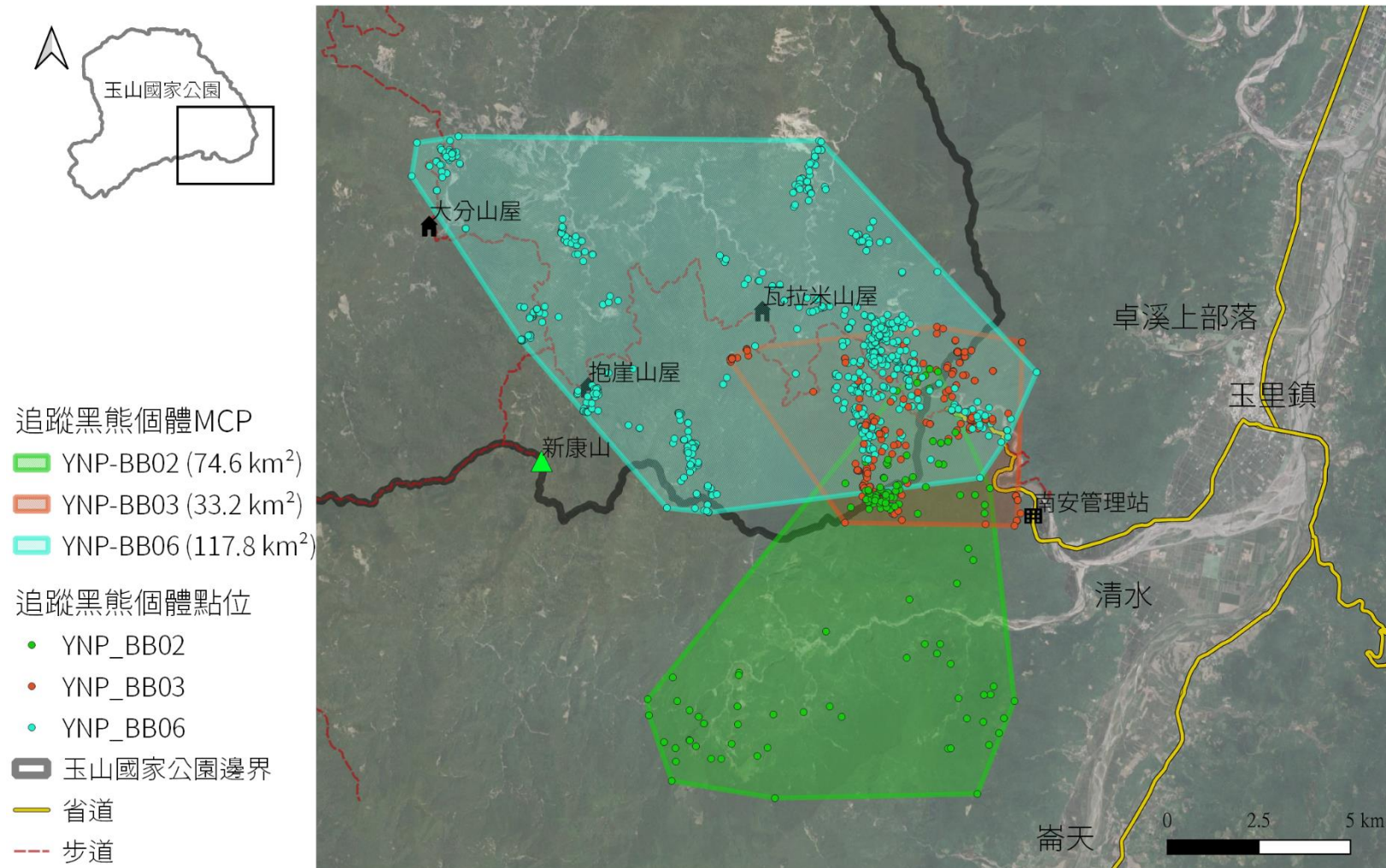


圖 五、利用最小凸多邊形法(100% MCP)繪製玉山國家公園西部園區人造衛星追蹤臺灣黑熊活動範圍，3隻臺灣黑熊(BB01, BB04, BB05)分別為44.8、181.9、204.6 km² (2022/9/5點位收集截止)。



圖六、利用最小凸多邊形法(100%MCP)繪製玉山國家公園東部園區人造衛星追蹤臺灣黑熊活動範圍，3隻臺灣黑熊(BB02, BB03, BB06)分別為74.6、33.2、117.8 km²(2022/9/5點位收集截止)。

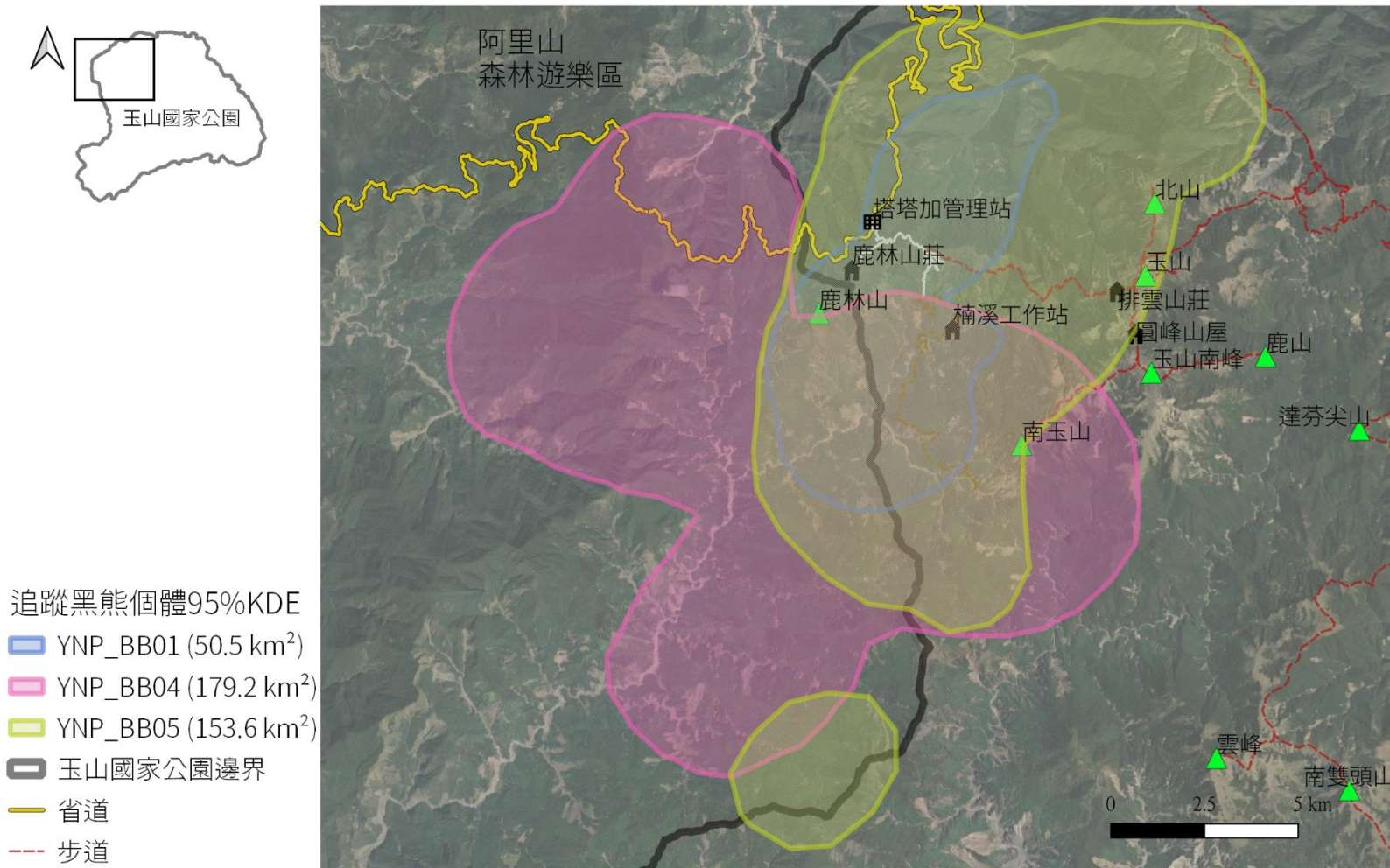


圖 七、利用95%核密度估計法繪製玉山國家公園西部園區人造衛星追蹤臺灣黑熊活動範圍，3隻臺灣黑熊(BB01, BB04, BB05)分別為50.5、179.2、153.6 km² (2022/9/5點位收集截止)。

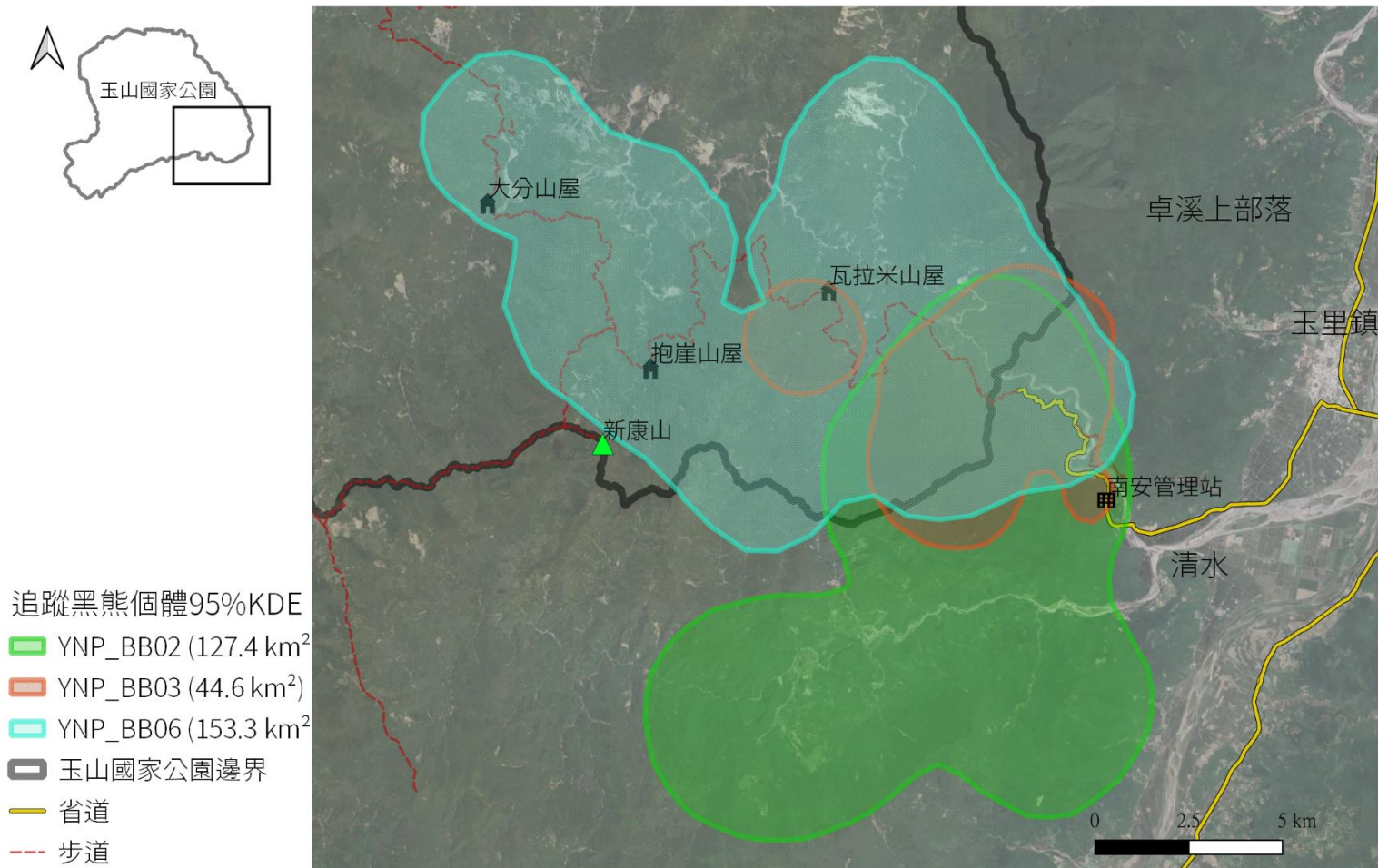


圖 八、利用95%核密度估計法繪製玉山國家公園東部園區人造衛星追蹤臺灣黑熊活動範圍，3隻臺灣黑熊(BB02, BB03, BB06)分別為127.4、44.6、153.3 km² (2022/9/5點位收集截止)。

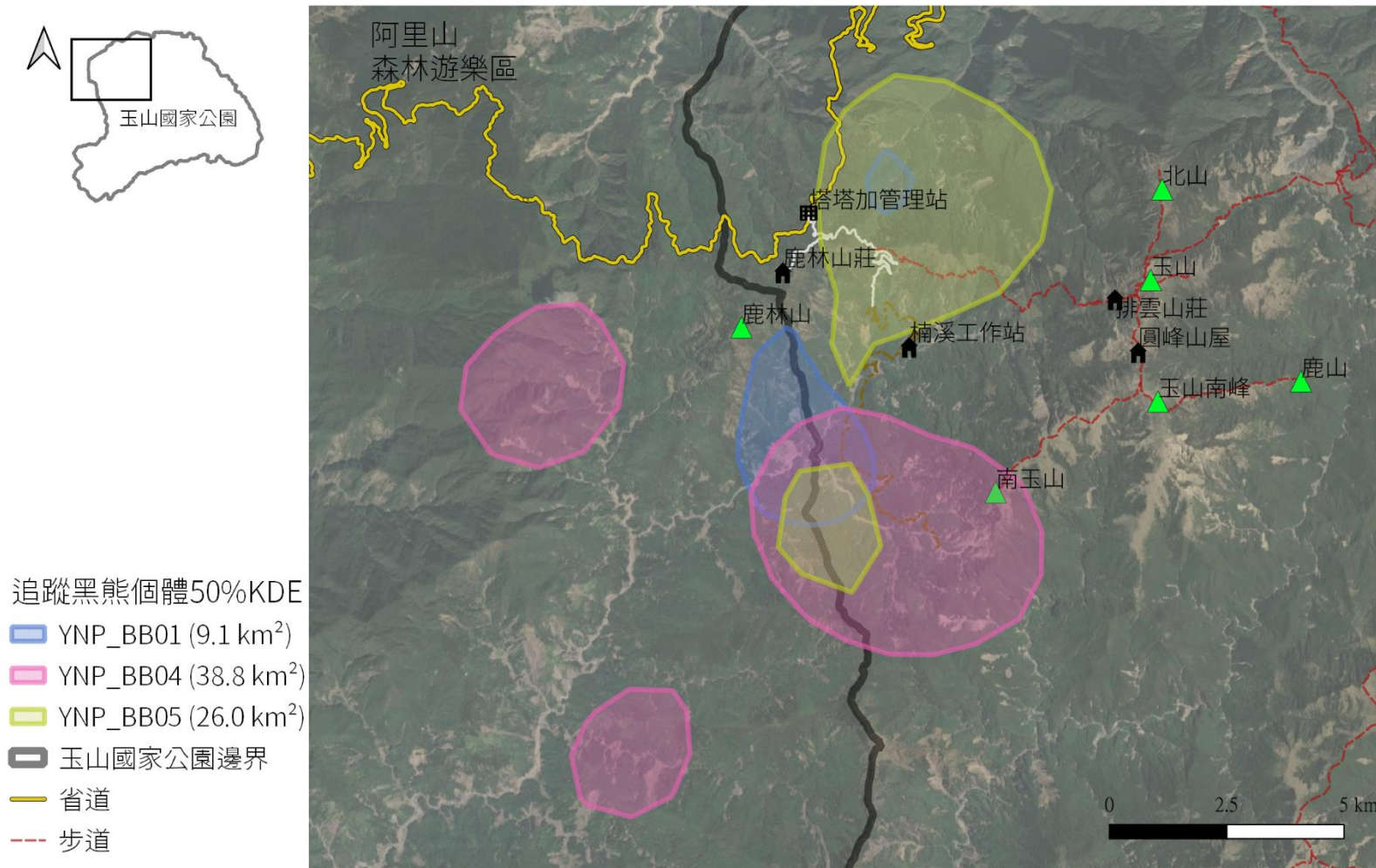


圖 九、利用50%核密度估計法繪製玉山國家公園西部園區人造衛星追蹤臺灣黑熊核心活動範圍，3隻臺灣黑熊(BB01, BB04, BB05)分別為9.1、38.8、26.0 km² (2022/9/5點位收集截止)。

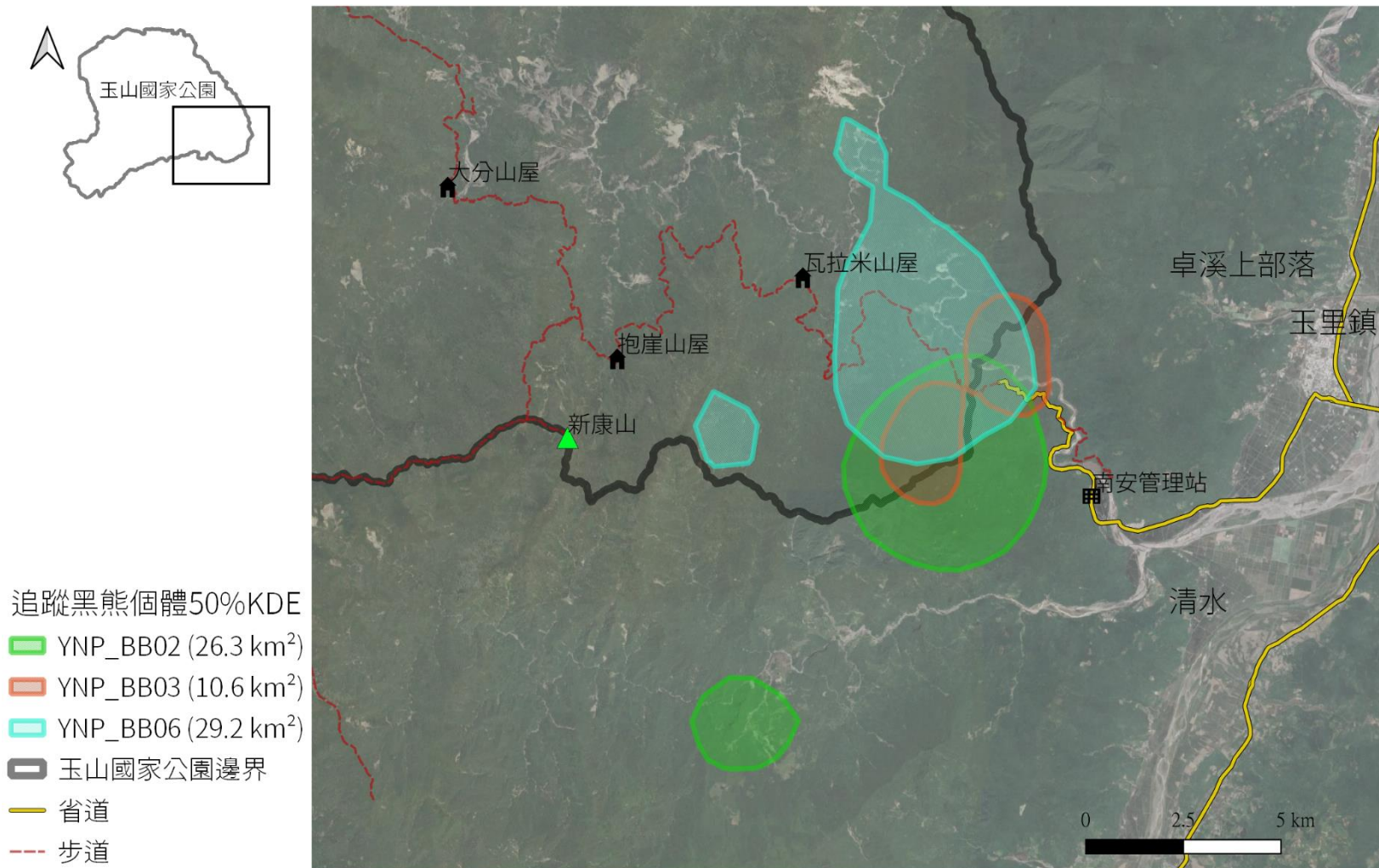


圖 十、利用50%核密度估計法繪製玉山國家公園東部園區人造衛星追蹤臺灣黑熊核心活動範圍，3隻臺灣黑熊(BB02, BB03, BB06)分別為26.3、10.6、29.2 km² (2022/9/5點位收集截止)。

本計畫追蹤個體 BB01、BB04、BB05、BB06 追蹤期均包含完整四季活動範圍資料。BB02、BB03 則分別僅有兩季(春、夏)和三季(春、夏、秋)的活動範圍資料。最小凸多邊形法計算 6 隻臺灣黑熊的季節活動範圍(100% MCP)，以秋季 58.0 km^2 (range=7.1-155.5, SD=61.9, n=5) 為最大，冬季次之 54.1 km^2 (range=7.1-91.0, SD=35.4, n=4)，夏季 48.3 km^2 (range=22.1-97.1, SD=28.5, n=6)，春季活動範圍最小 40.7 km^2 (range=6.6-104.1, SD=35.4, n=6) (表 四)。

以 95%核密度估計法(95%KDE)計算其季節活動範圍，以秋季 97.9 km^2 (range=25.8-251.0, SD=96.2, n=5) 為最大，冬季次之 83.3 km^2 (range=6.8-119.8, SD=51.7, n=4)，夏季 78.2 km^2 (range=31.7-123.4, SD=41.0, n=6)，春季活動範圍最小 71.4 km^2 (range=10.7-180.9, SD=62.9, n=6) (表 四)。

以 50%核密度估計法(50%KDE)計算其季節核心活動範圍，以夏季 16.8 km^2 (range=6.8-27.9, SD=9.4, n=6) 為最大，冬季次之 16.7 km^2 (range=1.0-29.8, SD=12.6, n=4)，秋季 16.6 km^2 (range=3.6-34.2, SD=15.9, n=5)，春季活動範圍最小 15.8 km^2 (range=1.8-41.1, SD=14.6, n=6) (表 四)。

以黑熊季節性核心活動範圍來看(圖 十一)，在西部園區，BB01於春季和冬季活動範圍集中在楠梓仙溪流域，夏季往北側上游地帶移動，秋季活動範圍集中在玉山主峰線北側、新中橫公路東側沙里仙溪流域，夏秋兩季核心活動範圍較春冬二季大。BB04四季各有兩個核心活動範圍，皆落在阿里山公路南側、玉山群峰西側楠梓仙溪流域，夏季主要活動範圍位於沙里仙溪流域東南側，秋季位於沙里仙溪流域西北側，包含阿里山公路自忠一帶。BB05於春、夏、秋三季核心活動範圍均位於鹿林山至玉山西峰一帶，包含玉山主峰線和南北兩側楠梓仙溪流域及沙里仙溪流域，並涵蓋部分阿里山、新中橫公路，冬季核心活動範圍則南移至南玉山西側楠梓仙溪流域。

在東部園區，黑熊 BB02、BB03追蹤期較短，分別僅有兩季(春、夏)與三季(春、夏、秋)的活動範圍。BB02主要活動範圍在拉庫拉庫溪南側，春夏兩季核心活動範圍落於東部園區邊界山風至南安一帶，夏季另有一個核心活動範圍落在南側的清水溪上游區域。BB03春夏兩季活動範圍同樣集中在東部園區邊界山風至南安一帶，但跨拉庫拉庫溪流域兩側，秋季核心活動範圍則集中在瓦拉米南側稜線。BB06於春夏秋三季核心活動範圍落在東部園區山風至佳心一帶，拉庫拉庫溪流域兩側，春季另有一處核心活動範圍在黃麻山至大里仙山區域，冬季核心範圍有兩處一處位於多美麗山一大分一土葛區域，另一處則位於瓦拉米北側拉庫拉庫溪支流-塔洛木溪流域(圖 十一)。

表 四、利用最小凸多邊形法(100% MCP)，以及95%及50%核密度估計法(KDE)估算6隻臺灣黑熊四季的活動範圍(單位: km²)。

	個體 編號	春			夏			秋			冬		
		MCP	95% KDE	50% KDE	MCP	95% KDE	50% KDE	MCP	95% KDE	50% KDE	MCP	95% KDE	50% KDE
西部 園區	BB01	8.4	11.3	2.5	22.1	52.7	10.9	25.3	41.7	6	7.1	6.8	1.0
	BB04	104.1	180.9	41.1	59.9	97.4	22.9	83.3	134.9	33.9	91.0	119.8	23.0
	BB05	43.8	60.4	12.2	97.1	123.4	24.6	155.5	251	34.2	67.3	98.1	12.8
東部 園區	BB02	36.6	75.0	15.3	52.6	121.7	27.9						
	BB03	6.6	10.7	1.8	22.6	31.7	6.8	7.1	25.8	3.6			
	BB06	44.8	90.0	21.6	35.2	42.3	7.5	18.7	35.9	5.5	50.9	108.3	29.8
總平均		40.7	71.4	15.8	48.3	78.2	16.8	58.0	97.9	16.6	54.1	83.3	16.7
(標準差)		35.4	62.9	14.6	28.5	41.0	9.4	61.9	96.2	15.9	35.4	51.7	12.6
西部園區平均		52.1	84.2	18.6	59.7	91.2	19.5	88.0	142.5	24.7	55.1	74.9	12.3
(標準差)		48.4	87.3	20.1	37.5	35.8	7.5	65.2	104.9	16.2	43.3	60.0	11.0
東部園區平均		29.3	58.6	12.9	36.8	65.2	14.1	12.9	30.9	4.6			
(標準差)		20.1	42.1	10.1	15.1	49.2	12.0	8.2	7.1	1.3			

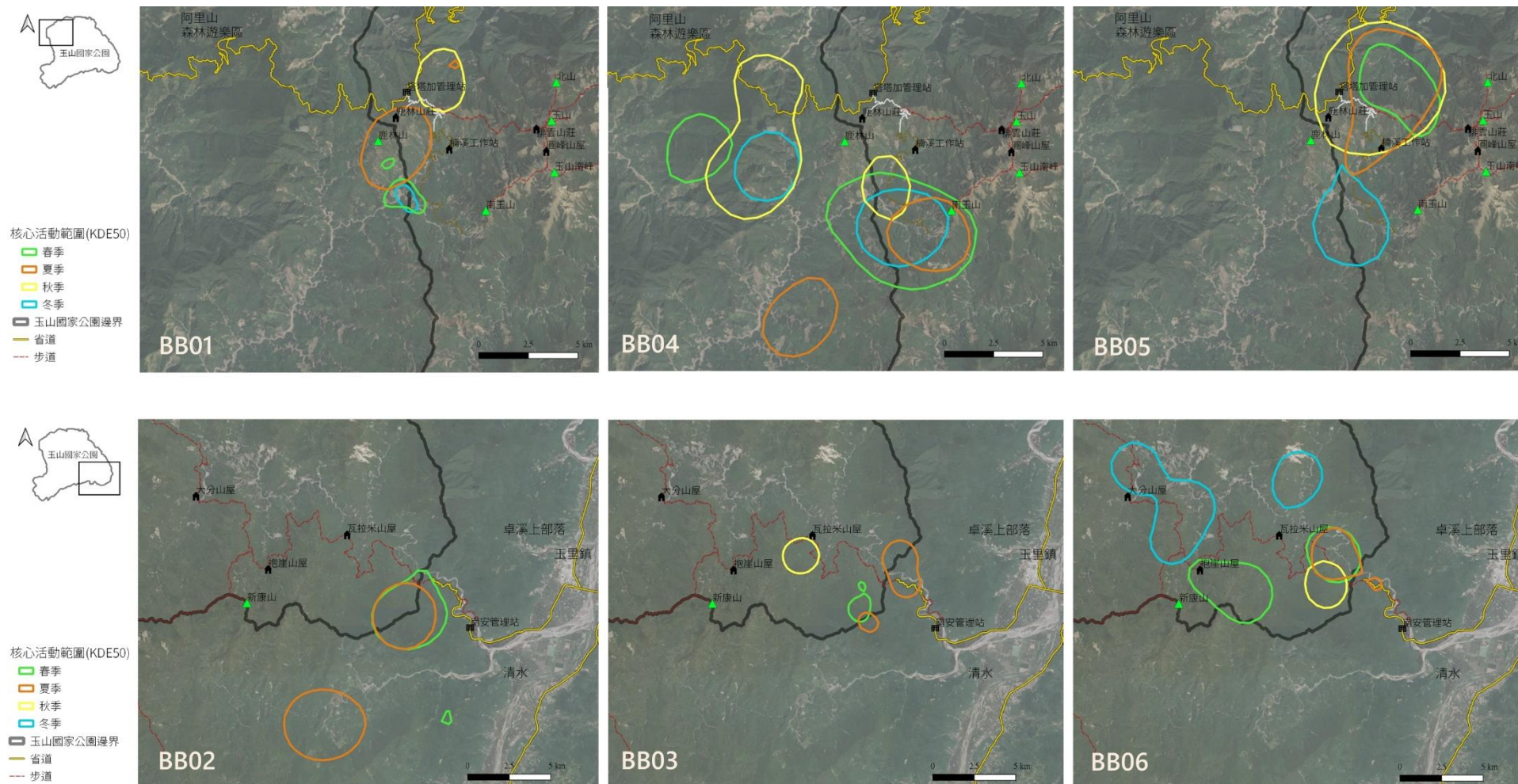


圖 十一、利用50%核密度估計法繪製人造衛星追蹤玉山國家公園6隻臺灣黑熊四季的核心活動範圍。(2022/9/5點位收集截止)

(三) 棲息地利用分析

1. 海拔

由於追蹤黑熊的衛星定位追蹤資料並未符合常態分布($p=0.0003$)，遂以中位數以及四分位距呈現資料分布情況。整體棲地研究樣區(玉山國家公園邊界向外擴展 9 公里區域)海拔中位數與四分位距為 $2,022\pm1,112$ (range: 100-3,759 m, $n=3,078$)，園區西部及東部追蹤黑熊個體利用海拔中位數與四分位距分別為 $2,078\pm492$ m (range: 1,197-3,380 m, $n=2,025$)及 $1,086\pm835$ m(range: 268-2,389 m, $n=1053$)(圖 十二)。

Kruskal-Wallis 分析顯示，國家公園東部、西部追蹤個體與研究樣區環境的海拔分布有顯著差異($X^2=1,398$, $df=2$, $p<0.05$)。事後比較 Dunn 檢定顯示，東部個體利用海拔的分布顯著低於西部個體和整體樣區環境($z=35.83$, $p<0.001$; $z=32.73$, $p<0.001$)。

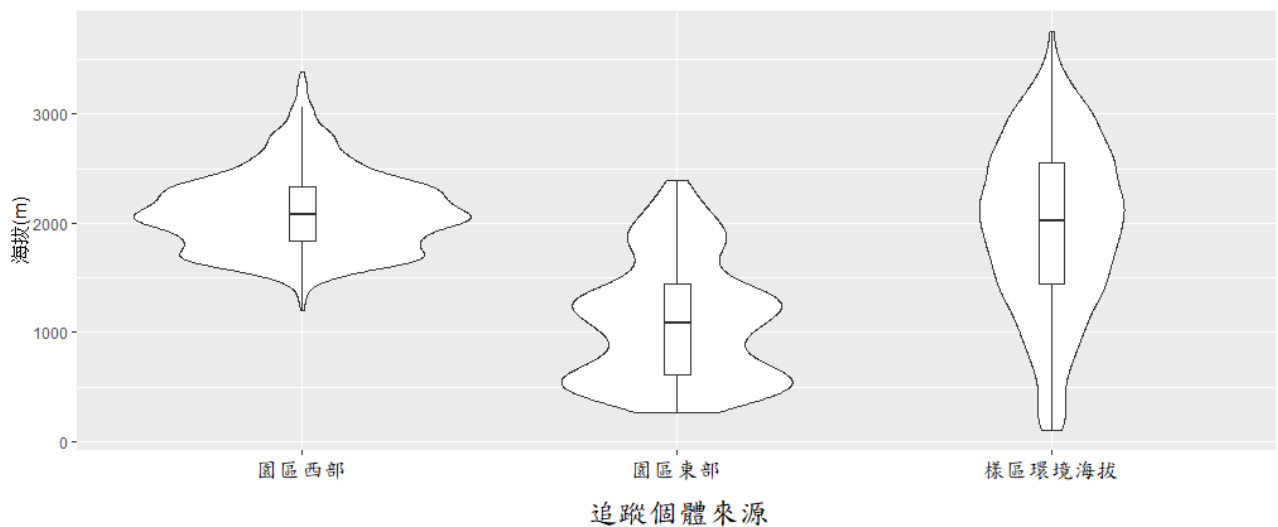


圖 十二、玉山國家公園西部及東部園區分別追蹤3隻臺灣黑熊點位及研究樣區的海拔分布小提琴圖(violin plot)。提琴狀外框代表點位在不同海拔的密集程度，盒形圖三條線分別代表上四分位數、中位數以及下四分位數，盒型圖上下延伸之黑色直線代表資料分布範圍。

黑熊核心活動範圍於海拔梯度分布上，園區東西部追蹤個體呈現顯著差異，東部個體主要利用 500-2,000 m，西部個體則是 1,500-3,000 m(圖 十三)。東部個體高度利用海拔 500-1,500 m 至 1,500 m 棲息地(74.4%)，海拔 500 m 以下、500-1,000 m、1,000-1,500 m、1,500-2,000 m、2,000-2,500 m 的利用程度依序為 10.0%、39.6%、34.8%、13.8%、1.8%。園區西部個體主要利用中高海拔棲息地，1,000-1,500 m、1,500-2,000 m、2,000-2,500 m、2,500-3,000 m、3,000-3,500 m 的利用程度分別為 2.5%、29.7%、41.9%、22.0%、4.0%(圖 十三)。

追蹤黑熊四季的核心活動範圍的海拔利用程度，園區西部追蹤個體的海拔利用程度並不因時節不同而有顯著變化。然東部個體於海拔 1,000-1,500 m 棲地的利用程度在秋季時明顯增加(64.6%)，反之，西部追蹤個體於高海拔 2,500-3,500 m 的利用程度在冬季時明顯降低，並且集中活動於中海拔 1,500-2,500 m 環境(90%)(圖 十四)。

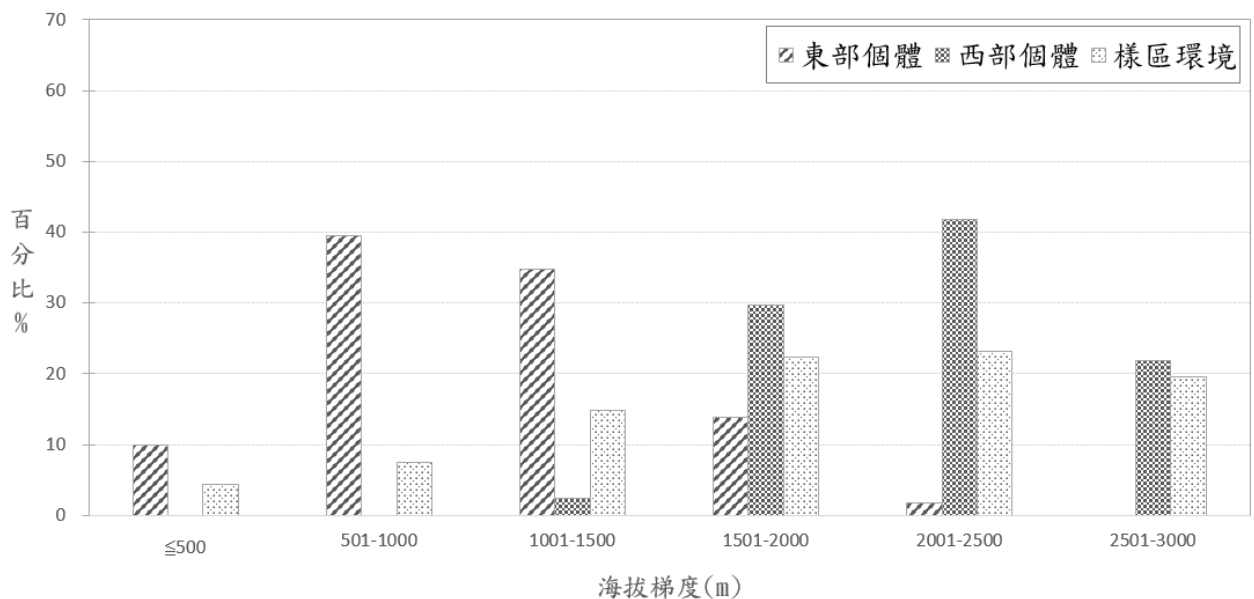
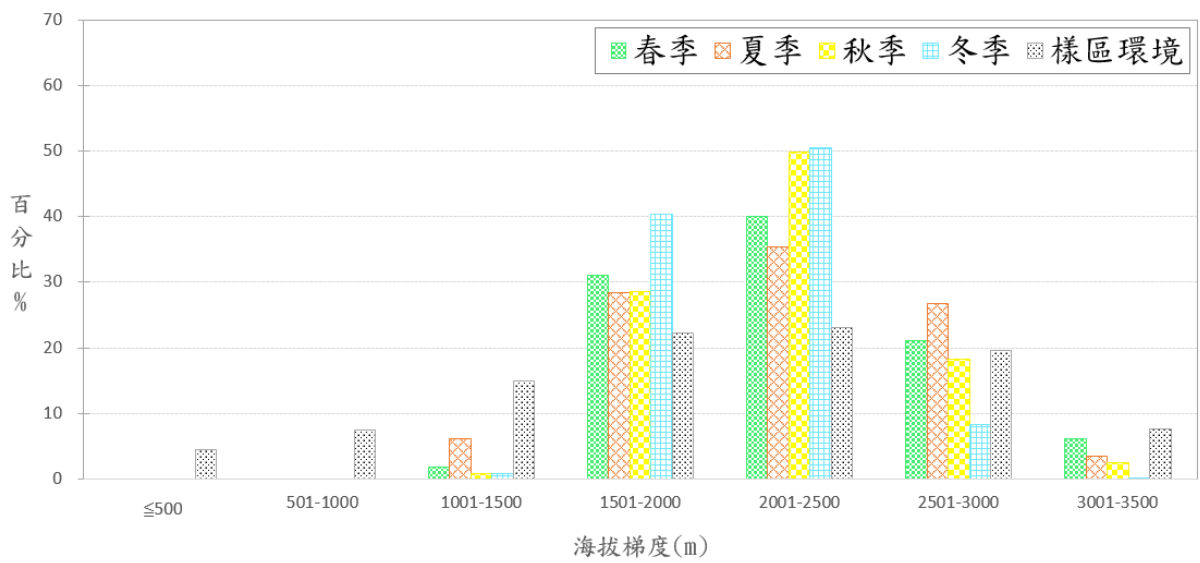


圖 十三、玉山國家公園園區西部及東部追蹤臺灣黑熊的核心活動範圍(KDE 50%)之海拔梯度分布。

(a)



圖表區

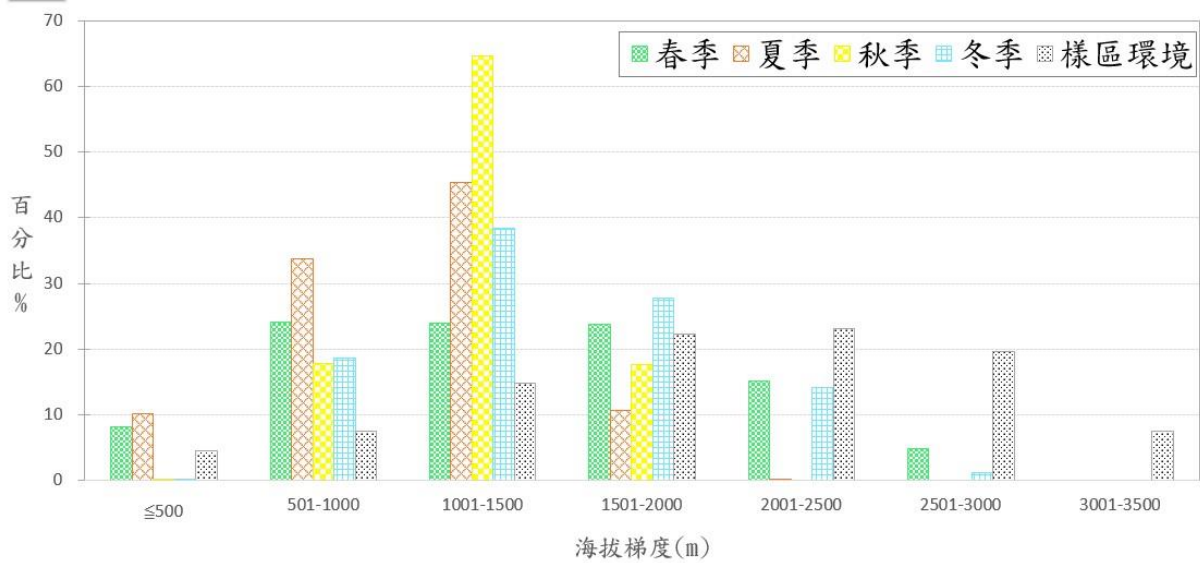


圖 十四、玉山國家公園西部(a)及東部(b)所追蹤臺灣黑熊的核心活動範圍(KDE 50%)之四季海拔梯度分布變化。

2. 植被

為了解黑熊核心活動範圍的植群類型分布情況，我們分析園區西部追蹤個體的植群類型分布比例，分別為闊葉林 31.0%、針闊葉林 7.5%、針葉林 36.2%、人工林 11.2%、水域及裸地 6.1%、灌叢 5.4%、草本植群 2.5%、人為用地 0%。園區東部個體活動核心範圍的植被分布，則分別為闊葉林 81.3%、針闊葉林 2.5%、針葉林 2.2%、人工林 9.5%、水域及裸地 3.1%、灌叢 0%、草本植群 0.7%、人為用地 0.7%(圖 十五)。

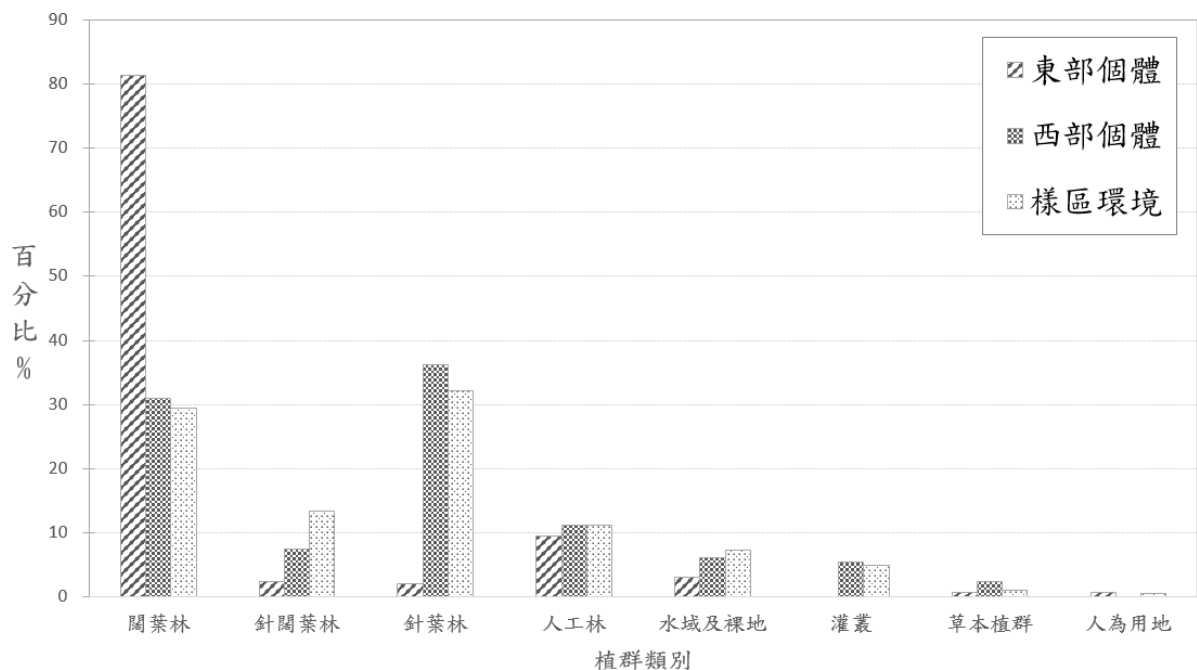


圖 十五、玉山國家公園園區西部及東部所追蹤臺灣黑熊個體的核心活動範圍 (KDE 50%)之植群組成變化。

國家公園東部和西部追蹤黑熊的四季核心活動範圍的植群組成有季節上的變化。西部個體春、夏兩季於針葉林有較高的分布比例，分別為 42.5%及 38.4%，其次闊葉林的分布比例春、夏則分別為 37.7%和 24.8%；秋、冬兩季針葉林的分布比例下降，分別為 22.2%和 21.6%，闊葉林的分布比例增加，分別為 40.3%及 45.0%。東部黑熊個體活動核心的春、夏、秋三季分布比例最高的植群類型皆為闊葉林，分別為 67.3%、78.6%及 80.1%。冬季時闊葉林的分布比例減少為 30.5%，針闊葉林及針葉林的分布比例增加，分別為 35.7%及 15.4%(圖 十六)。

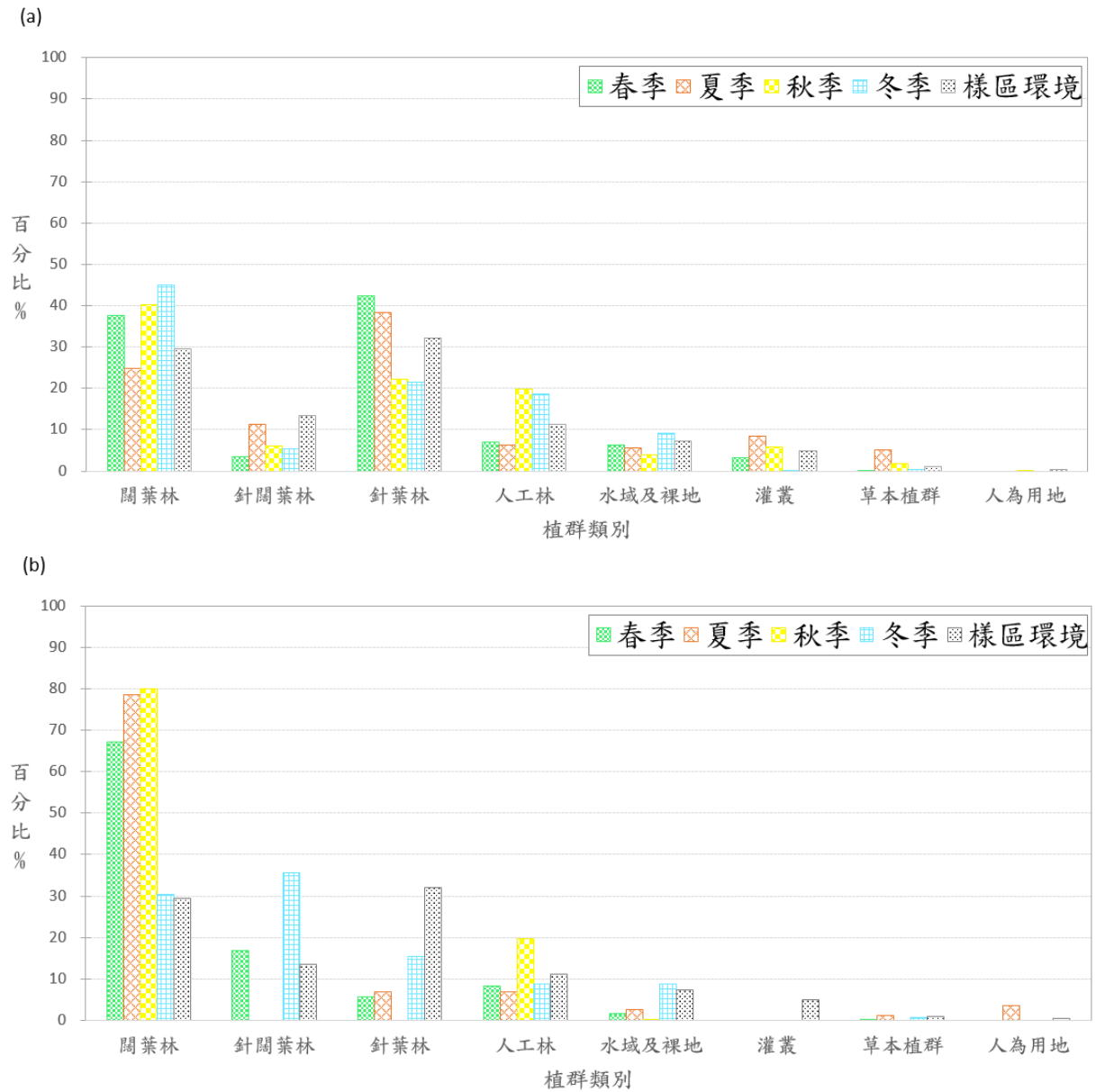


圖 十六、玉山國家公園西部(a)及東部(b)所追蹤臺灣黑熊個體的核心活動範圍(KDE 50%)之四季植群組成變化。

(四) 活動模式分析

本研究截至 2022 年 10 月，回收 3 隻追蹤臺灣黑熊個體活動模式資料，包含 BB01(死亡)、BB03(頸圈脫落)以及 BB06(持續追蹤中)。共累計 535 天有效追蹤日，228,074 筆活動模式數據(表 五)。其中 BB03 由於追蹤期僅 6 個月，故不進行季節和月份的活動模式分析。其他個體由於活動於交通不易抵達之處(離發報器距離>500 m)，暫未下載資料。

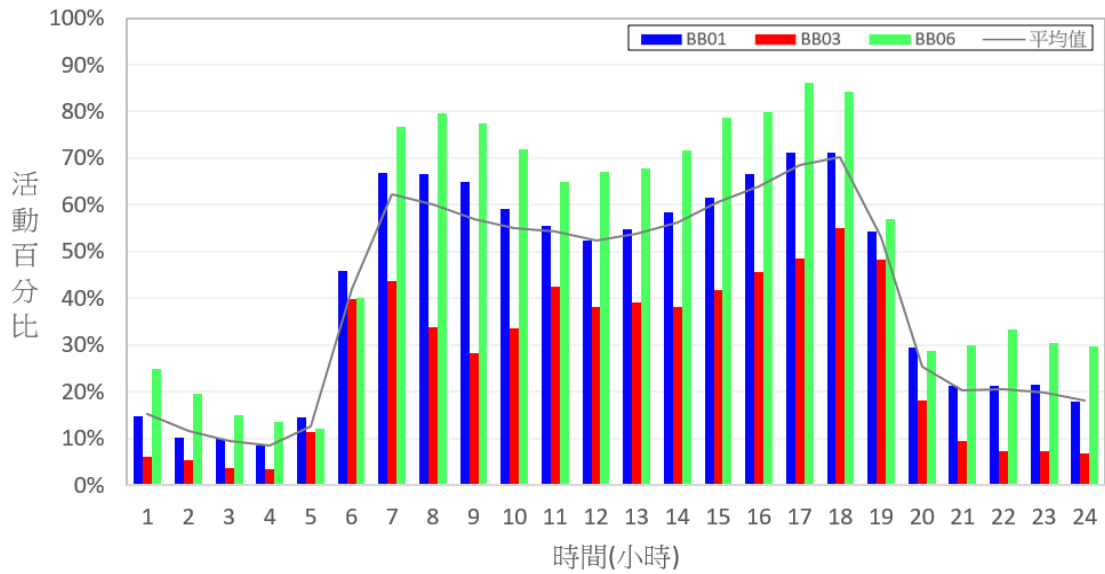
表 五、人造衛星追蹤玉山國家公園3隻臺灣黑熊(BB01、BB03及 BB06)的活動模式資料，包括追蹤期間、追蹤天數和資料筆數(基本資料單位: 5分鐘)。

個體編號	季節	有效追蹤起訖日 (yyyy/m/d)		追蹤天數	資料筆數*
BB01		2020/11/16	2021/11/5	353	101,642
	秋	2020/11/16	2021/11/5	81	23,328
	冬	2020/12/1	2021/2/28	90	25,920
	春	2021/3/1	2021/5/31	90	25,898
	夏	2021/6/1	2021/8/31	92	26,496
BB03		2021/4/29	2021/9/29	144	41,472
	春	2021/4/29	2021/5/31	33	9,504
	夏	2021/6/1	2021/8/31	92	26,496
	秋	2021/9/1	2021/9/19	19	5,472
BB06		2021/7/14	2022/5/4	295	84,960
	夏	2021/7/14	2021/8/31	49	14,112
	秋	2021/9/1	2021/11/3 0	91	26,208
	冬	2021/12/1	2022/2/28	90	25,920
	春	2022/3/1	2022/5/4	65	18,720
	Total			535	228,074

*每 5 分鐘記錄一筆活動模式數據。

3 隻黑熊整日的活動比例，BB01、BB03、BB06 分別為 42%、27%、52%。就全日 24 小時活動來看，黑熊活動百分比例分布與 GAM 模型活動模式呈現相似的結果(圖 十七)。3 隻個體的全日活動均以白天(6:00~19:00)為主，並有明顯的且呈現雙峰型活動模式，即以清晨和黃昏為活動高峰。3 隻個體平均活動比例分別為 7 時 62%、17 時 70%；並在中午時活動降低，11 時平均活動比例 52%。全日然 3 隻熊的日活動程度仍可看出個體間的差異，就大多數時段來說，活動百分比例皆以 BB06 較高，BB01 次之，BB03 皆最低。

(a)



(b)

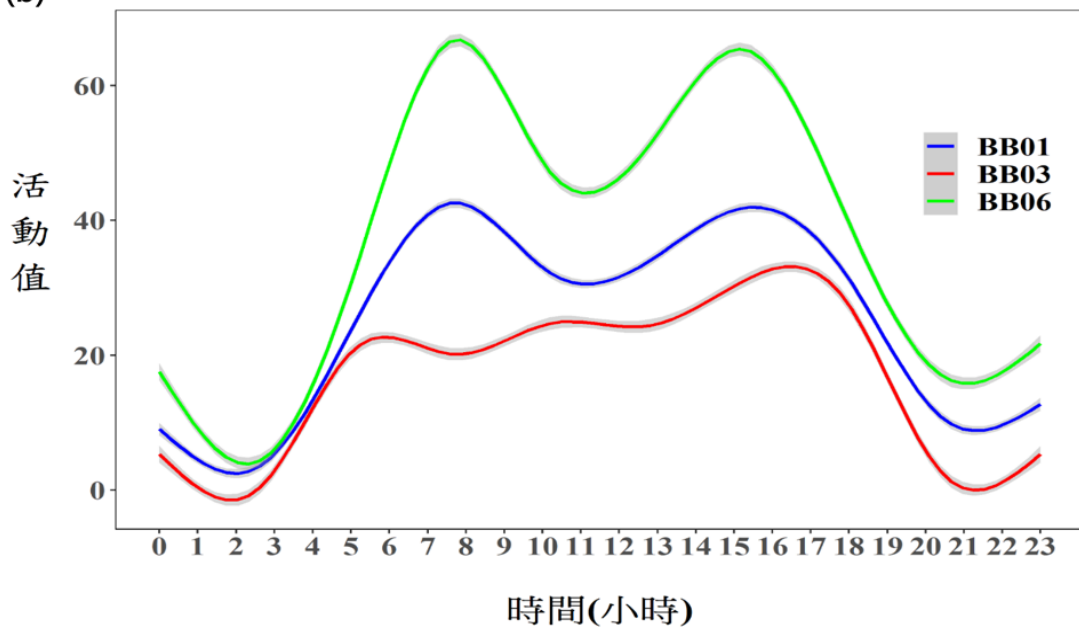


圖 十七、玉山國家公園追蹤黑熊 BB01、BB03 及 BB06 之全日 24 小時活動百分比比例變化(a)，以及利用廣義加成模型(GAM)估計之 24 小時活動模式曲線。灰色輪廓為 95% 信賴區間。

逐月分析黑熊活動顯示，活動百分比比例分布與 GAM 模型活動模式曲線亦呈現相似的結果(圖 十八)。BB01 和 BB06 在秋末冬初(10 月至次年一月)的日活動百分比比例較其他月份有偏高的趨勢，皆大於 50%，其中十二月最高，皆為 63%，並在冬末春初(2 月)降至最低，活動百分比比例分別為 6%及 35%。其中個體亦有些差異，2 隻個體二月和三月的日活動百分比皆不到 20%。

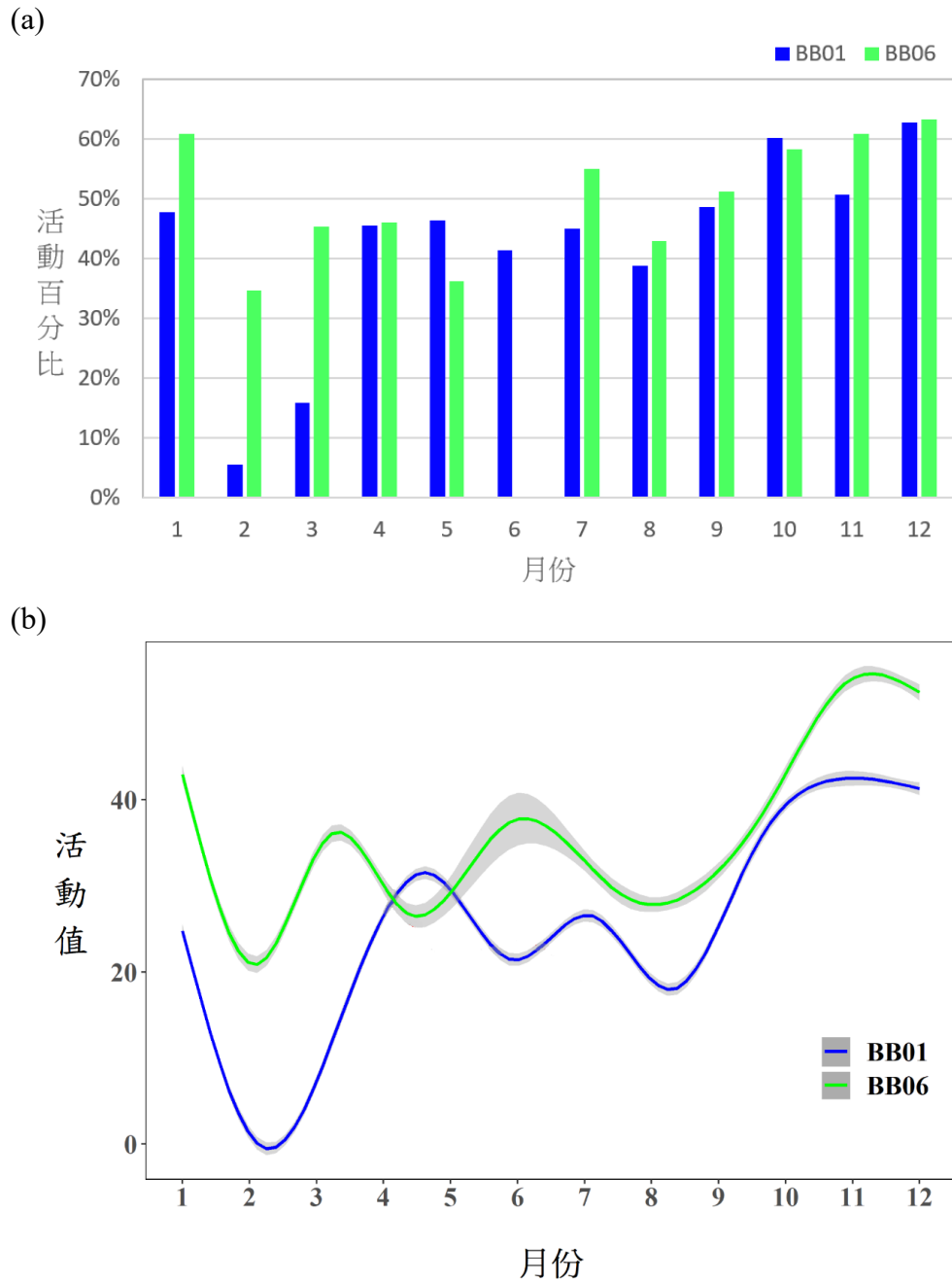


圖 十八、玉山國家公園追蹤3隻黑熊(BB01及 BB06)於不同月份活動百分比例變化(a)，以及利用廣義加成模型(GAM)估計黑熊 BB01及 BB06於不同月份活動模式曲線。灰色輪廓為95%信賴區間。

黑熊四季活動模式的分析顯示，活動百分比例分布與 GAM 模型活動模式亦呈現相似的結果(圖 十九、圖 二十)，BB01 和 BB06 均以秋季有最高的日活動比例，分別為 54%、57%；春季的活動比例最低，分別為 36%、45%。不同季節的 24 小時活動模式，仍以清晨(6 至 7 時)和黃昏(17 至 18 時)為活動高峰，四季沒有差異，然而在秋冬二季，兩隻個體夜晚的活動程度均較春夏二季更高。

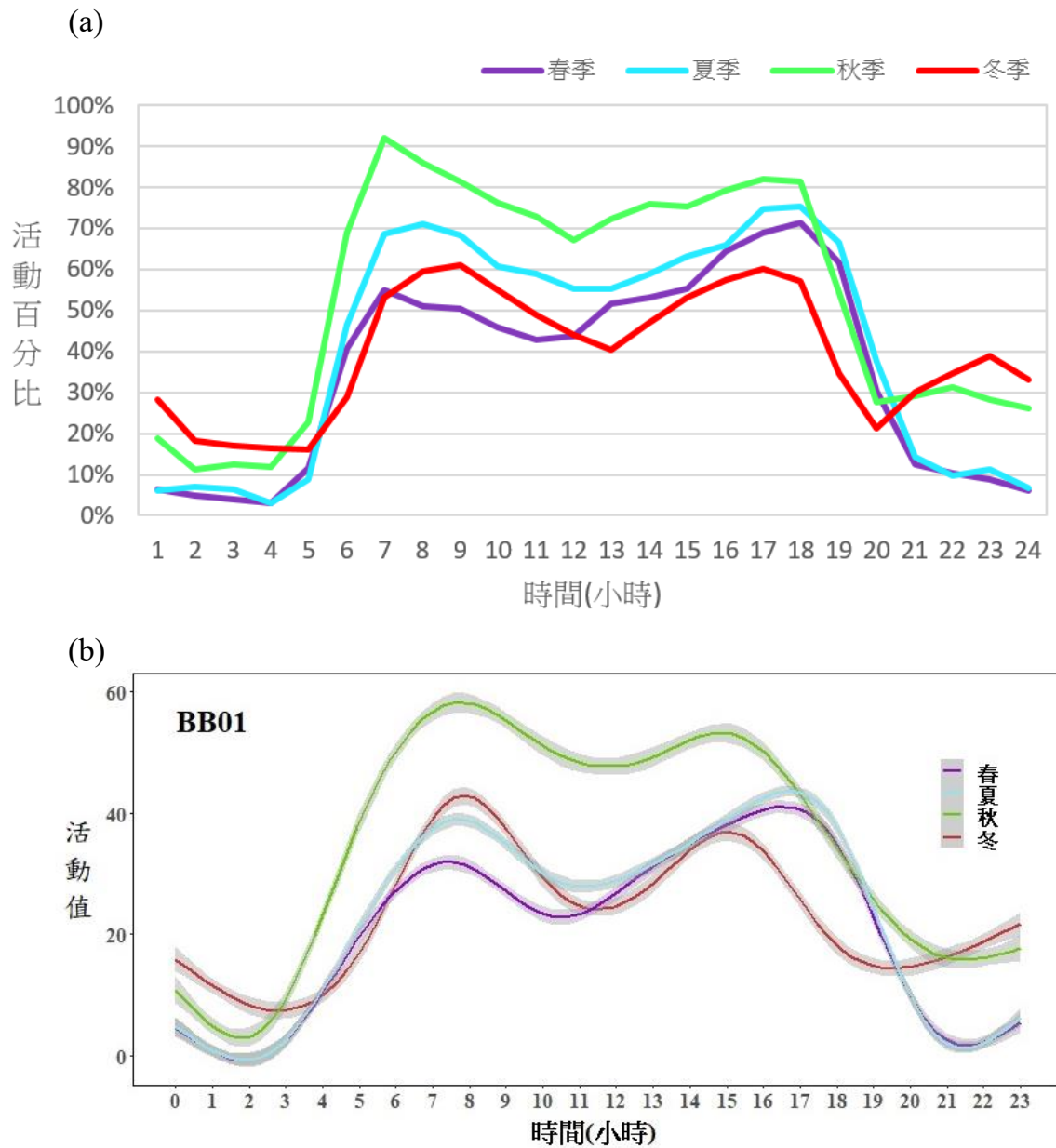
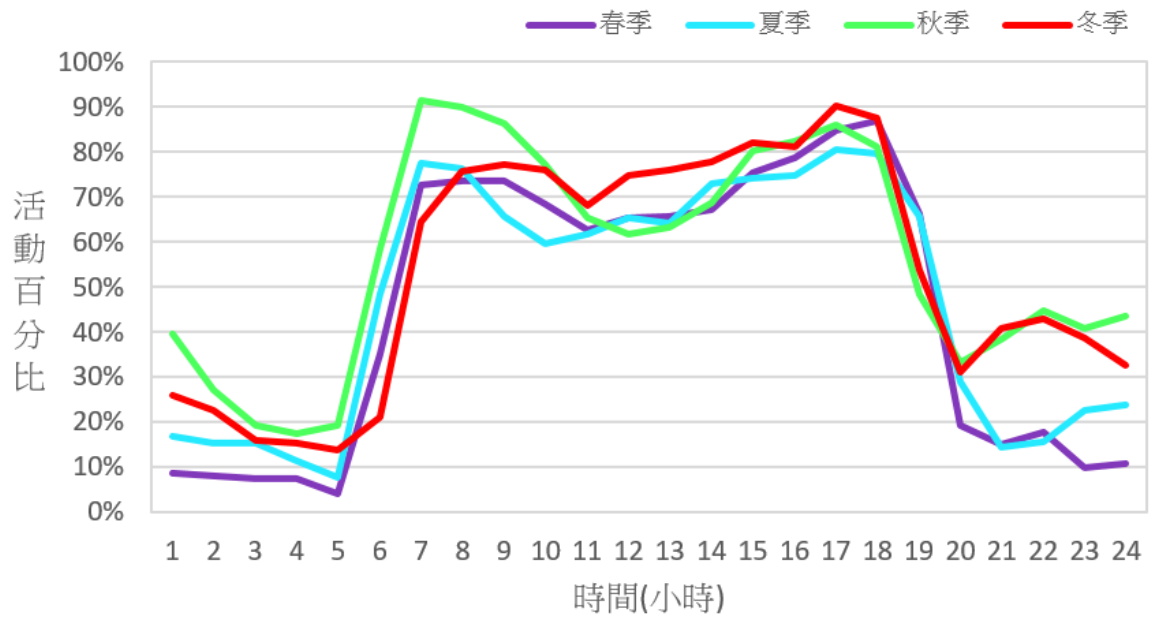
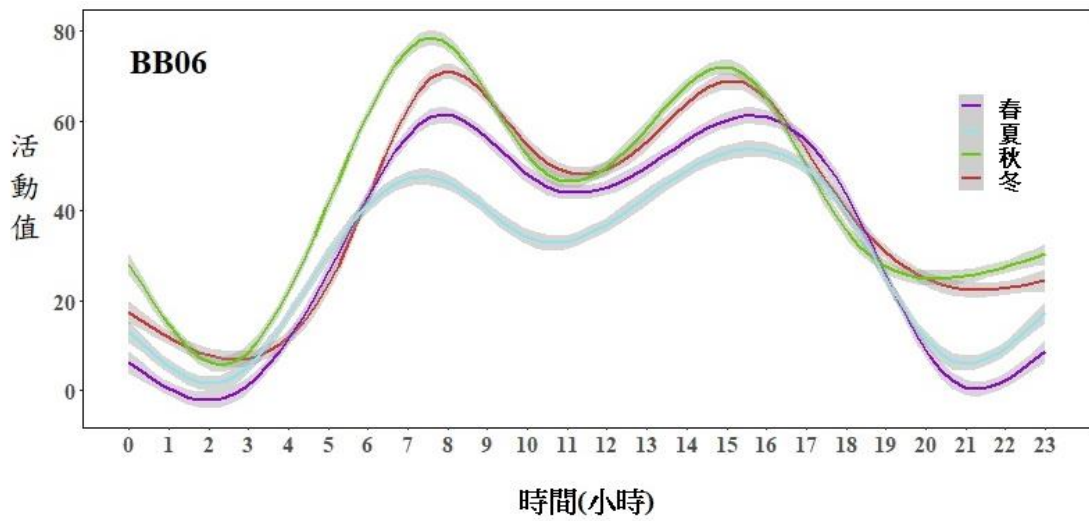


圖 十九、玉山國家公園黑熊 BB01之24小時活動比例於四季的變化(a)，以及以廣義加成模型估算之24小時活動模式曲線於四季的變化(b)，灰色輪廓為95%信賴區間。

(a)



(b)



圖二十、玉山國家公園黑熊 BB06之24小時活動比例於四季的變化(a)，以及以廣義加成模型估算之24小時活動模式曲線於四季的變化(b)，灰色輪廓為95%信賴區間。

二、公民科學家協力參與野生動物族群監測

(一) 公民科學家協力參與自動相機監測

前期計畫(黃美秀等, 2021)完成培訓的 34 名志願公民科學家, 有 16 名參與本年度的相機監測野外勤務, 其餘未參與野外勤務的公民科學則協助影像物種辨識工作。此外, 經過本計畫 2022 年 8 月 22 日舉辦「臺灣黑熊監測自動相機培力工作坊」, 有 3 名玉山國家公園志工加入, 以及玉山國家公園管理處有 7 名保育巡查員, 協力參與紅外線自動相機監測勤務。本計畫統計自動相機架設和維護等野外勤務工作努力量, 包括研究團隊、志願公民科學家、保育巡查員, 總出勤人次 76 人, 總工作量为 382 人天(表 六)。

表 六、野生動物紅外線監測自動相機野外勤務工作努力量一覽表。
(結算至2022/11/30)

參與人員	出勤人次	工作人天
研究團隊	39	218
公民科學家 ^a	28	89
保育巡查員 ^b	9	75
總計	76	382

^a 包含前期計畫培訓公民科學家(黃美秀等 2021)及本年度加入的玉山志工。

^b 玉山國家公園保育巡查員。

(二) 自動相機監測

紅外線自動照相機架設與監測由 2022 年 4 月開始, 截至 2022 年 10 月 30 日, 已完成 64 個紅外線自動相機樣點架設(圖四), 並將持續監測作業。

截至 2022 年 10 月 10 日, 已回收並分析 26 個監測樣點自動相機影像資料。其中 C11 山風橋、G7 大水窟樣點相機故障持續空拍, H2 石山樣點相機感應故障, 故不列入本次報告相對豐度分析。納入分析之相機總工時 56,467 小時(表 七), 收集得有效照片資料共 4,738 筆(表 八)。其餘 38 個監測樣點自動相機資料尚待回收與分析。

本次自動相機監測記錄物種包含 11 種臺灣原生中大型哺乳動物，靈長目 (Primates) 之臺灣獼猴 (*Macaca cyclopis*)、偶蹄目 (Artiodactyla) 之臺灣山羌 (*Muntiacus reevesi micrurus*)、臺灣野山羊 (*Capricornis swinhoei*)、臺灣水鹿 (*Rusa unicolor swinhoei*) 與臺灣野豬 (*Sus scrofa taiwanus*)，食肉目 (Carnivora) 動物則有臺灣黑熊 (*Ursus thibetanus formosanus*)、白鼻心 (*Paguma larvata taiwana*)、鼬獾 (*Melogale moschata subaurantiaca*)、食蟹獾 (*Herpestes urva formosanus*)、黃鼠狼 (*Mustela sibirica taiwana*) 及黃喉貂 (*Martes flavigula*)。非臺灣原生物種則記錄到家犬 (*Canis lupus familiaris*)。

1. 中大型哺乳動物

監測中大型哺乳動物出現頻度 (OI 值)，由高至低依序為臺灣山羌 30.32、臺灣水鹿 22.10、臺灣獼猴 19.80、臺灣野山羊 3.06、臺灣野豬 2.44、鼬獾 2.23、白鼻心 1.31、黃喉貂 0.97、黃鼠狼 0.90、食蟹獾 0.44、臺灣黑熊 0.28，本次監測回收資料未記錄到臺灣穿山甲。此外於 C1 梅蘭停機坪、I4 八通關 3.5k 樣點分別拍攝得家犬有效照片 1 筆，總 OI 值為 0.04 (表 八)。

過往的研究指出，臺灣山羌、臺灣水鹿、臺灣野山羊、臺灣野豬為臺灣黑熊的獵捕對象 (Hwang et al. 2002)，故本研究針對此四物種個別分析其於玉山國家公園的相對豐度分布。臺灣山羌出現頻度前三高的樣點及 OI 值為 I3 同富 (143.4)、C1 梅蘭停機坪 (95.06)、H3 神木 (70.29)。臺灣水鹿出現頻度前三高的樣點及 OI 值為魔界腕 (95.12)、南面山西稜 (78.17)、巴奈伊克 (74.89)。臺灣野山羊出現頻度前三高的樣點為 G3 楠溪 3.7k (9.89)、魔界腕 (9.76)、F3 楠溪 16k (9.58)。臺灣野豬出現頻度前三高的樣點及 OI 值為 F8 馬沙布 (7.08)、B3 中之關 (4.99)、G3 楠溪 (4.80)。

比較四個物種的出現頻度是否與樣點的海拔、植被有相關性。透過非常性的 kendall 等級相關係數檢定，檢測 OI 值與樣點海拔的關聯性，僅有水鹿的 OI 值與海拔呈現正相關性 ($z = 2.6948$, $p = 0.007043$)。透過非常態性的中位數檢定 Kruskal–Wallis 檢定和事後比較 Dunn 檢定，檢測 OI 值與樣點植被的關聯性，顯示水鹿的 OI 值在不同植被間有顯著差異 ($X^2 = 6,4686$, $df = 1$, $p = 0.01$)，事後 Dunn 檢定顯示在闊葉林的樣點 OI 值顯著低於針葉林及混合林的樣點 OI 值 ($z = 2.54334$, $\text{adjusted } p = 0.0055$)。

表 七、玉山國家公園樣區野生動物監測紅外線自動相機的架設和運作情況(n=64)。

樣線	樣點編號	樣點名稱	起始日期	資料回收日期	工時(小時)
日八通關	C10	黃麻橋	2022/5/5	2022/9/8	3,022
日八通關	C11	山風橋	2022/6/16	2022/6/26	237 ^a
日八通關	C12	鹿鳴	2022/6/16	2022/8/20	1,563
日八通關	D10	綠	2022/5/15	2022/9/9	2,806
日八通關	D11	佳心	2022/5/5	2022/8/20	2,563
日八通關	F8	馬沙布	2022/5/11	2022/10/5	3,530
日八通關	G6	杜鵑營地	2022/5/10	2022/9/2	2,751 ^c
日八通關	G7	大水窟	2022/5/11	2022/6/3	556 ^a
日八通關	H5	八通關 13k	2022/5/10	2022/10/3	3,512
日八通關	H6	巴奈伊克	2022/5/10	2022/10/4	3,525
日八通關	I4	雲龍	2022/5/9	2022/10/3	3,524
日八通關	I5	八通關 8.8k	2022/5/9	2022/8/20	2,478
阿里山新中橫	G2	鹿林	2022/4/6	2022/8/7	2,945
阿里山新中橫	H2	石山	2022/8/7	2022/8/23	387 ^a
阿里山新中橫	H3	神木	2022/6/7	2022/8/6	1,437
阿里山新中橫	I3	同富	2022/4/7	2022/6/1	1,315 ^b
南橫	A2	唯金溪	2022/6/15	2022/10/10	2,812
南橫	B2	禮觀	2022/6/15	2022/10/9	2,788
南橫	B3	中之關	2022/6/15	2022/10/10	2,808
南橫	B4	天池	2022/6/15	2022/10/10	2,805
楠溪梅蘭	C1	梅蘭停機坪	2022/6/11	2022/9/29	2,650
楠溪梅蘭	D2	南面山西稜	2022/6/10	2022/9/29	2,661
楠溪梅蘭	D3	魔界腕山	2022/6/9	2022/6/26	410 ^c
楠溪梅蘭	E3	廣東丸	2022/6/9	2022/9/27	2,649
楠溪梅蘭	F3	楠溪 16k	2022/4/5	2022/9/26	4,177
楠溪梅蘭	G3	楠溪 3.7k	2022/4/6	2022/8/23	3,336
日八通關	C9	櫻橋	2022/5/12	持續監測中	
日八通關	D8	華巴諾	2022/5/13	持續監測中	
日八通關	D9	多美麗	2022/5/13	持續監測中	
日八通關	E8	拉古拉	2022/5/12	持續監測中	
日八通關	F7	意西拉	2022/5/12	持續監測中	

^aC11 山風橋、G7 大水窟相機故障持續空拍，H2 石山相機感應故障，不列入本次報告分析。

^bI3 同富樣點相機故障，無預警中斷。

^cG6 杜鵑、D3 魔界腕山樣點相機遭野生動物破壞，監測提前中斷。

表 七、野生動物監測紅外線自動相機工作情況(續)。

樣線	樣點 編號	樣點名稱	起始日期	資料回收日期	工時 (小時)
玉山群峰	F5	東小南山	2022/6/28	持續監測中	
玉山群峰	G4	玉主 7k	2022/6/27	持續監測中	
玉山群峰	G5	東峰	2022/6/29	持續監測中	
玉山群峰	H4	北峰	2022/6/29	持續監測中	
玉山群峰	F4	小南山	2022/6/28	持續監測中	
南二段	B5	向陽	2022/7/11	持續監測中	
南二段	B6	三叉	2022/6/27	持續監測中	
南二段	C6	拉庫音溪	2022/6/27	持續監測中	
南二段	D5	雲峰	2022/6/28	持續監測中	
南二段	D6	南雙頭	2022/6/28	持續監測中	
南二段	E5	轆轤山	2022/6/29	持續監測中	
南二段	E6S	塔芬南稜	2022/6/29	持續監測中	
南二段	F6	塔芬山屋	2022/6/30	持續監測中	
南橫	A3	庫哈諾辛	2022/6/15	持續監測中	
南橫	A4	塔關山	2022/6/15	持續監測中	
郡大無雙	J5	郡大東稜	2022/7/26	持續監測中	
郡大無雙	J6	無雙吊橋	2022/7/27	持續監測中	
郡大無雙	J7	亞力士營地	2022/7/27	持續監測中	
馬博	F11	中平 34K	2022/7/28	持續監測中	
馬博	G10	喀西帕南	2022/7/27	持續監測中	
馬博	G9	馬布谷	2022/7/26	持續監測中	
馬博	H7	秀姑巒	2022/7/23	持續監測中	
馬博	H8	馬利亞文路	2022/7/25	持續監測中	
馬博	H9	塔比拉	2022/7/26	持續監測中	
馬博	I6	盆駒山	2022/7/24	持續監測中	
馬博	I7	盆駒中南峰	2022/7/24	持續監測中	
馬博	I8	馬利亞文路東峰	2022/7/25	持續監測中	
清八通關	D12	玉里山南稜	2022/7/12	持續監測中	
清八通關	E11	塔洛木溪	2022/7/14	持續監測中	
新康橫斷	B7	布新營地	2022/7/12	持續監測中	
新康橫斷	C7	連理西峰	2022/7/13	持續監測中	
新康橫斷	C8	新仙	2022/7/14	持續監測中	
楠溪梅蘭	C2	南面山南稜	2022/9/29	持續監測中	

表 八、玉山國家公園紅外線自動相機記錄物種及相對豐富度(n=23)。

目	科	中文名	學名	有效 照片	出現頻度 (OI)
靈長	獼猴	臺灣獼猴	<i>Macaca cyclopis</i>	1118	19.80
偶蹄	鹿	臺灣山羌	<i>Muntiacus reevesi micrurus</i>	1712	30.32
		臺灣水鹿	<i>Rusa unicolor swinhoei</i>	1248	22.10
	牛	臺灣野山羊	<i>Capricornis swinhoei</i>	173	3.06
	豬	臺灣野豬	<i>Sus scrofa taivanus</i>	138	2.44
食肉	熊	臺灣黑熊	<i>Ursus thibetanus formosanus</i>	16	0.28
	靈貓	白鼻心	<i>Paguma larvata taivana</i>	74	1.31
	貂	鼬獾	<i>Melogale moschata subaurantiaca</i>	126	2.23
		黃鼠狼	<i>Mustela sibirica taivana</i>	51	0.90
		黃喉貂	<i>Martes flavigula</i>	55	0.97
	獾	食蟹獾	<i>Herpestes urva formosanus</i>	25	0.44
	犬	家犬	<i>Canis lupus familiaris</i>	2	0.04
鱗甲	穿山甲	臺灣穿山甲	<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>	0	0.00
總計				4,738	

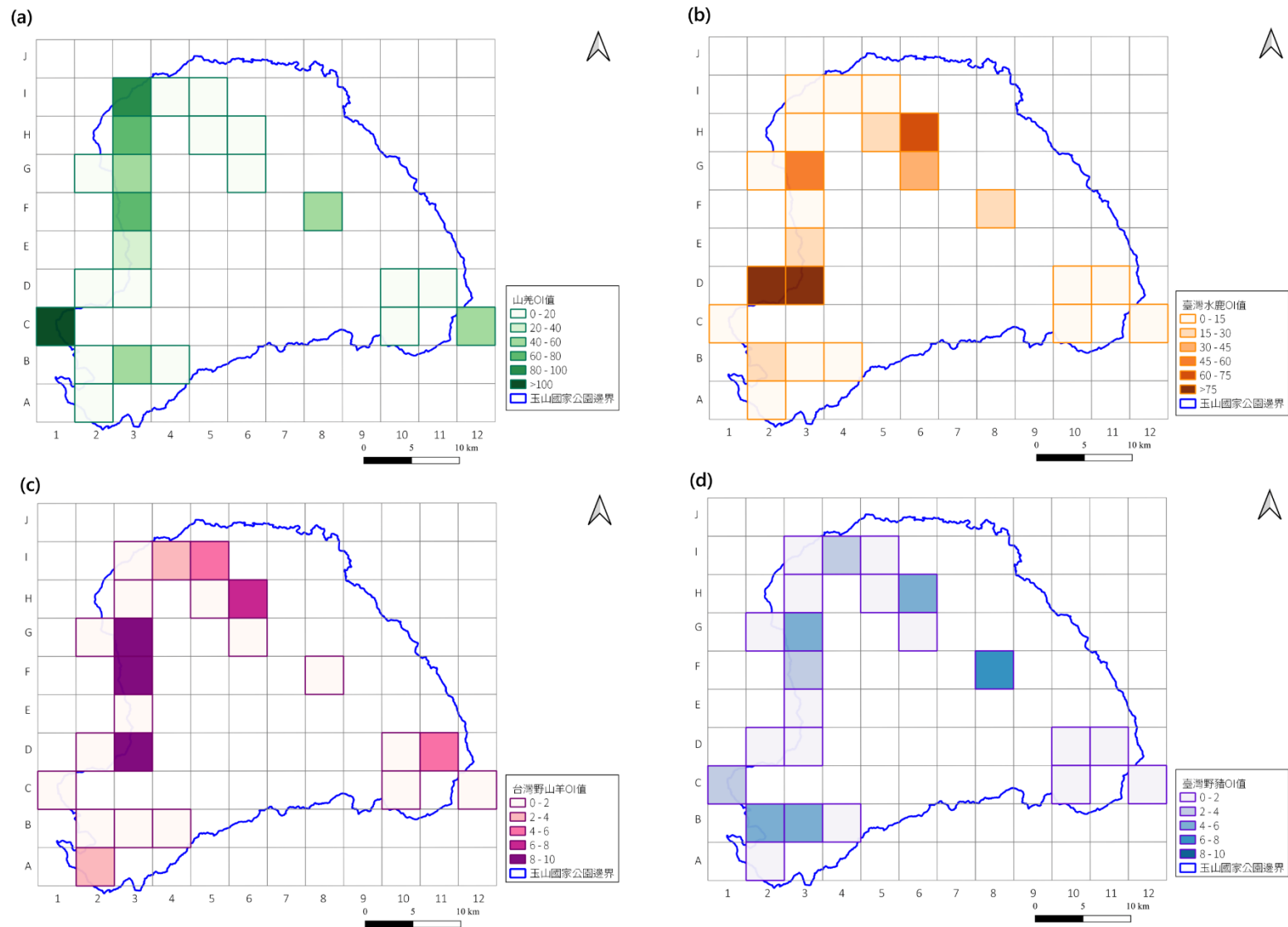


圖 二十一、玉山國家公園自動照相機監測臺灣山羌(a)、臺灣水鹿(b)、臺灣野山羊(c)及臺灣野豬(d)之出現頻度(OI)分布圖(n=23)。

表 九、玉山國家公園紅外線自動相機(n=23)監測各別樣點記錄物種及相對豐富度。

編號	樣點名稱	獼猴	山羌	水鹿	野山羊	野豬	黑熊	白鼻心	鼬獾	黃鼠狼	黃喉貂	食蟹獾	家犬	穿山甲
A2	唯金溪	32.36	4.98	0.00	3.20	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B2	禮觀	3.59	8.97	20.80	0.72	4.66	0.00	0.36	1.43	0.72	1.08	0.00	0.00	0.00
B3	中之關	17.09	57.69	4.27	0.00	4.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00
B4	天池東北稜	6.06	0.00	6.42	1.43	0.36	0.00	0.00	0.00	0.36	0.36	0.00	0.00	0.00
C1	梅蘭停機坪	21.89	143.40	1.51	1.89	3.02	0.00	1.89	2.64	0.75	1.13	9.06	0.38	0.00
C10	黃麻	16.55	0.33	12.24	0.66	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C12	鹿鳴	45.43	54.38	8.32	0.64	0.00	0.64	0.00	0.00	0.00	1.28	0.00	0.00	0.00
D2	南面山西稜	12.03	4.13	78.17	0.00	0.38	0.75	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00
D3	魔界腕	4.88	9.76	95.12	9.76	0.00	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D10	綠	0.71	0.00	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D11	佳心	38.24	16.39	3.12	5.07	0.39	0.78	0.00	0.00	0.00	4.68	0.00	0.00	0.00
E3	廣東丸	55.49	30.20	23.03	1.13	1.51	0.00	0.00	0.00	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00

表 九、玉山國家公園紅外線自動相機(n=23)監測各別樣點記錄物種及相對豐富度(續)。

編號	樣點名稱	獼猴	山羌	水鹿	野山羊	野豬	黑熊	白鼻心	鼬獾	黃鼠狼	黃喉貂	食蟹獾	家犬	穿山甲
F3	楠溪 16k	55.78	62.01	10.29	9.58	4.79	0.96	13.89	25.62	7.90	2.87	0.00	0.00	0.00
F8	馬沙布	6.80	42.78	18.70	1.70	7.08	0.57	1.42	1.13	0.28	0.57	0.00	0.00	0.00
G2	鹿林	11.21	0.00	10.53	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00
G3	楠溪 3.7k	20.68	59.95	50.36	9.89	4.80	0.00	0.90	0.00	0.30	4.20	0.00	0.00	0.00
G6	杜鵑	0.73	0.00	36.35	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H3	神木	11.13	70.29	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00
H5	八通關 13k	5.41	8.83	25.63	0.28	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H6	巴奈伊克	0.57	0.00	74.89	7.38	3.97	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I3	同富山	0.00	95.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.52	0.00	0.00	0.00	0.00
I4	八通關 3.5	15.32	0.57	2.55	3.12	3.69	0.00	0.28	0.57	0.00	0.28	0.00	0.28	0.00
I5	八通關 8.8k	16.14	15.74	5.65	5.25	0.40	0.00	0.40	0.40	2.82	0.40	0.00	0.00	0.00

2. 臺灣黑熊

截至 2022 年 10 月 10 日止，自動相機監測共記錄到 16 筆黑熊有效照片資料(表 十)，總出現頻度 0.28。相機監測到黑熊的比例高達三分之一(8/23)，分布情況如

圖 二十二。所有有效照片紀錄皆為單獨出現的成體黑熊，其中 F3 楠溪林道 16k 樣點記錄到 1 次繫掛頸圈的追蹤個體 BB04，D11 佳心樣點記錄到 2 次繫掛頸圈的追蹤個體 BB06。由獸醫師評估影像中黑熊體態，判定這兩隻個體體態壯碩，顯示繫掛頸圈後仍正常生活且適應良好。除了繫掛頸圈的追蹤個體，另有 2 筆有效照片紀錄，有拍攝到黑熊外生殖器，可判定為雄性，其餘 11 筆有效照片紀錄，無法判定個體性別。本次監測，未紀錄到幼熊或攜幼母熊紀錄。

本期監測臺灣黑熊有效照片資料筆數最多的樣點為 F3 楠溪林道 16k 樣點，紀錄到 4 次臺灣黑熊出沒。出現頻度最高的樣點為 D3 魔界腕山(OI=2.44)，該樣點於 2022 年 6 月 26 日拍攝到一隻臺灣黑熊成體撥弄紅外線自動相機，相機從支架上被扯落，以致監測提早中斷。G6 杜鵑樣點，有 2 筆臺灣黑熊出沒紀錄，第 2 次於 2022 年 9 月 2 日拍攝到一隻臺灣黑熊成體，撥弄紅外線自動相機，相機從支架上被扯落，以致監測提早中斷。

16 筆黑熊有效照片紀錄，晨昏(5:00-7:00, 17:00-19:00)時段紀錄有 5 筆(31.2%)；日間(7:00-17:00)則為 11 筆(68.8%)；本次監測未紀錄到臺灣黑熊於夜間(19:00-5:00)出沒。

表 十、自動相機監測各別樣點臺灣黑熊紀錄(n=8)。

樣點 編號	樣點名稱	日期時間	個體數	性別	年齡	備註
F3	楠溪 16k	2022/05/08 06:46	1	未知	成體	BB04 ^a
		2022/05/12 10:14	1	雄	成體	
		2022/06/23 18:22	1	未知	成體	
		2022/08/11 13:29	1	未知	成體	
F8	馬沙布	2022/06/07 11:16	1	未知	未知	
		2022/07/03 06:20	1	未知	成體	
D11	佳心	2022/06/15 17:24	1	雄	成體	BB06 ^b
		2022/08/12 07:32	1	雄	成體	BB06 ^b
G2	鹿林山鞍部	2022/06/18 17:53	1	未知	成體	
		2022/07/22 08:39	1	未知	成體	
C12	鹿鳴	2022/07/02 05:37	1	未知	成體	
D2	南面山西稜	2022/08/11 14:32	1	雄	成體	
		2022/09/12 06:14	1	雄	成體	
D3	魔界腕	2022/06/26 16:42	1	未知	成體	破壞相機 ^c
G6	杜鵑	2022/08/20 11:21	1	未知	成體	
		2022/09/02 10:13	1	未知	成體	破壞相機 ^c

^a拍攝到追蹤個體 BB04。

^b拍攝到追蹤個體 BB06。

^c相機被黑熊破壞，使得後續監測中斷。

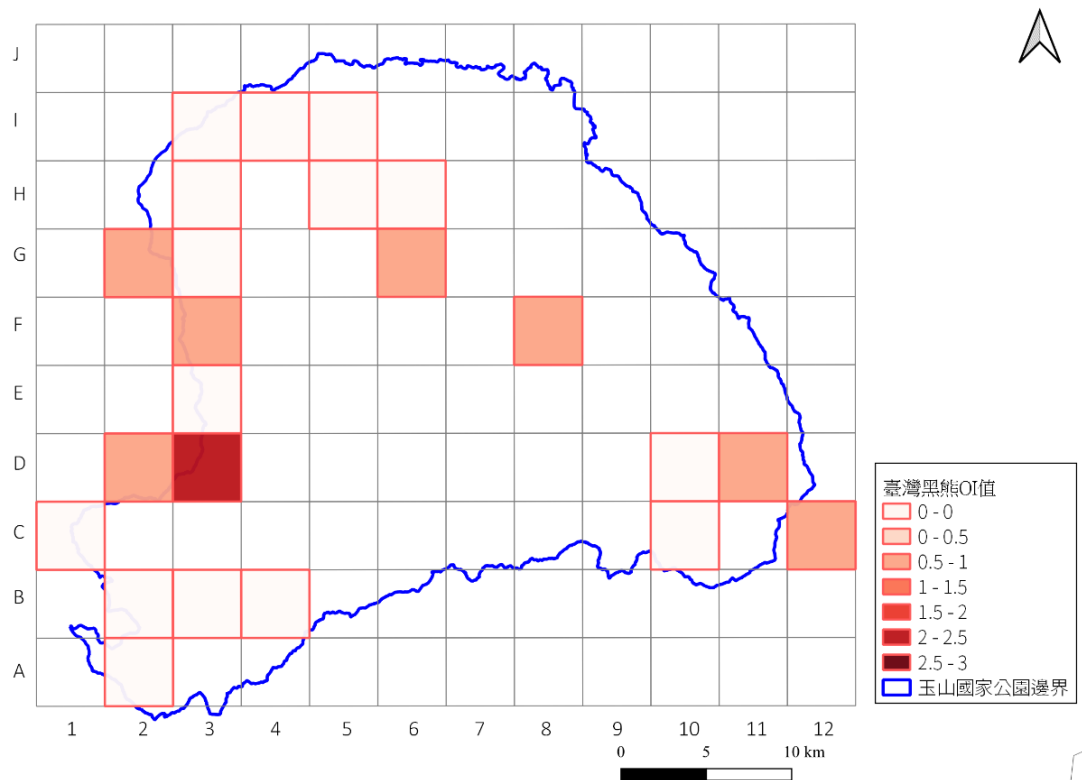


圖 二十二、玉山國家公園紅外線自動相機(n=23)監測到臺灣黑熊出現頻度(OI)梯度分布圖。(資料回收截止2022/10/10)



圖 二十三、紅外線自動相機監測臺灣黑熊有效照片(n=16)影像擷取畫面。

三、臺灣黑熊保育教育推廣及宣導相關活動

1. 臺灣黑熊保育教育講座(2022 年 08 月 20 日 14:00-15:30)

本計畫於台灣黑熊保育協會臺灣黑熊教育館辦理「2022 玉山國家公園有熊國系列講座—臺灣黑熊生態習性與人熊共存之遇到熊怎麼辦?」。講座由專任助理張鈞皓以實務經驗分享臺灣黑熊生態習性與在野外遇到臺灣黑熊的因應方式，以輕鬆活潑的方式，並且搭配台灣黑熊保育協會東部教育館館內標本、教具，於引領民眾思考中帶來的啟發。本場講座共計 94 位民眾參與，活動當中有本計畫與玉山國家公園管理處提供黑熊桌墊、精美摺頁與宣導品，不僅拉近管理單位與民眾的距離，還有效增進玉山國家公園臺灣黑熊保育教育知識的傳遞。

2. 自動相機培力工作坊(2022 年 8 月 22 日 14:00-16:00)

本活動主要針對玉山國家公園管理處內部同仁及志工與前期(2019 年至 2021 年)玉管處委託研究團隊培訓的公民科學家，進行臺灣黑熊監測自動相機的培力提升課程。工作坊課主要由富野外經驗的講師專任助理張鈞皓獸醫介紹自動相機調查野生動物的原理與方法、本計畫自動相機監測規劃，並實際帶領參與學員於管理處室外進行架設，實際演練在野外山區架設自動相機的方法與技巧。課程中同時提供 QA 問答，促進交流討論，讓學員從實務中遇到問題，能立即獲得解答。本培訓為實體與線上同步課程，參加學員共有 47 人，這主要是考量玉山國家公園的同仁來自東部花蓮縣至西部高雄、嘉義、南投各地，故開放線上報名，讓不便前來的同仁也能遠端參與本培訓工作坊，以達到培訓的最佳效益更。

3. 戶外導覽活動(2022 年 9 月 1 日 13:00-16:30)

配合「國家公園保育成果與經營管理研討會-生物多樣性目標之實踐」玉山國家公園戶外參訪「走入有熊森林」活動，由本計畫主持人黃美秀教授和及專任助理張鈞皓擔任講師，於玉山國家公園東部園區瓦拉米步道帶領營建署與國家公園職員工學員認識臺灣黑熊棲息地與共域動植物生態，共計學員 35 人參與。

本計畫臺灣黑熊保育教育推廣及宣導相關活動照片，收錄於附錄 四。

四、建構臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊

本計畫於 2022 年 09 月 05 日辦理「建構臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊」，共計 59 位參與者。主要參與單位為玉山國家公園管理處人員，共 23 位，其餘依序為農委會林務局體系林管處(南投林區管理處、嘉義林區管理處、花蓮林區管理處、臺東林區管理處、東勢林區管理處)12 位、國立屏東科技大學 8 位、臺北市立動物園 5 位、特有生物研究保育中心 4 位、縣市政府(嘉義縣政府、高雄市政府)，以及台灣黑熊保育協會和臺灣野灣野生動物保育協會各 2 位、國立臺灣大學 1 位等代表。

工作坊將安排人熊衝突與野生動物救傷基礎學理課程，也將以臺灣過往相關事件為例做系統性分析與檢討，並邀請曾處理相關黑熊事件的相關單位進行案例報告與經驗分享，此外也將設計相關情境案例，由參與學員共同討論對策並提供建議。工作坊課程安排參見計畫書(附錄 五)。

為評估工作坊效益，我們也進行了課程前和課程後的問評估，問卷共回收 21 份(有效回收問卷 20 份；無效問卷 1 份)，參加學員所屬服務單位參與人數依序為國家公園管理處(66.7%)、農委會/林務局(28.6%)、縣/市政府(4.8%)。在保育/野生動物經營管理領域工作資歷，大部分學員年資為 1 年至 5 年(61.9%)，其他依序為超過 20 年(19%)、6 年至 10 年(14.3%)、11 年至 20 年(4.8%)。實際處理過人熊衝突通報、黑熊救傷案件經歷，大部分學員從沒處理過(71.4%)，處理過 1 起(19%)、處理過 2 至 3 起(9.5%)、處理過 4 起以上(0%)。學員對於服務單位處理人熊衝突通報與應變和所需實務能力以有信心(57.1%)居多，其次為普通(33.3%)、不重要(9.5%)；對於服務單位處理野生傷病黑熊救援，所需的實務能力，還是以有信心(61.9%)居多，其次普通(33.3%)、不重要(4.8%)。對於服務單位是否提供人熊衝突事件應變教育訓練課程，76.2%學員均表達有辦理，14.3%學員認為沒有辦理、表達普通意見的學員佔 9.5%；是否辦理野生傷病黑熊救援相關教育訓練課程，57.1%學員表達有辦理，表達普通意見學員佔 28.6%、14.3%學員表示沒有或幾乎沒有辦理。大部分學員表示服務單位有系統性地收集、整理人熊衝突和救傷案例資料(71.4%)、依序為表達普通意見(14.3%)、沒有或幾乎沒有(14.3%)(表 十一)。

課後問卷調查分析結果顯示，本工作坊安排對於處理人熊衝突事件實務能力的提升皆為正向回應，有些幫助(60%)、很有幫助(40%)；大部分學員對於分組討論與綜合討論表示有些與很有幫助(95%)與也表達對於野生黑熊救傷事件實務能力提升表示有些與很有幫助(85%)。未來若再舉辦人熊衝突與黑熊救傷相關教育訓練活動，表示有意願與非常有意願參加比例高達 90%至 95%(表 十二)。

表 十一、2022玉山國家公園臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊課前問卷（有效回收問卷21份）。（單位%）

題目內容	非常 不重要	不 重要	普通	重要	非常 重要
您個人覺得人熊衝突通報與應變，是重要的事嗎？	0	0	0	47.6	52.4
您個人覺得傷病野生黑熊的救援，是重要的事嗎？	0	0	0	47.6	52.4
題目內容	非常 沒信心	沒 信心	普通	有 信心	非常 有信心
您對於自己處理人熊衝突通報與應變所需的相關知識和能力，有多少信心？	4.8	4.8	57.1	33.3	0
您對於自己處理傷病野生黑熊的救援所需的相關知識和能力，有多少信心？	4.8	14.3	47.6	33.3	0
您對自己的服務單位處理人熊衝突通報與應變，所需的實務能力(包括專業知識、訓練、器材設備、人力和經費)，有多少信心？	0	9.5	33.3	57.1	0
您對自己的服務單位處理野生傷病黑熊救援，所需的實務能力(包括專業知識、訓練、器材設備、人力和經費)，有多少信心？	0	4.8	33.3	61.9	0
題目內容	幾乎 沒有	沒有	普通	有	非常 充足
您服務的單位，是否有提供關於人熊衝突事件應變相關的教育訓練？	0	14.3	9.5	76.2	0
您服務的單位，是否有提供關於野生傷病黑熊救援相關的教育訓練？	4.8	9.5	28.6	57.1	0
您服務的單位，是否有系統性地收集、整理人熊衝突和救傷案例資料？	4.8	9.5	14.3	71.4	0

表 十二、2022玉山國家公園臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊課後問卷（有效回收問卷20份）。（單位%）

題目內容	無幫助	不太有幫助	不知道	有些幫助	很有幫助
您認為本工作坊安排之專題演講，對您是否有幫助？	0	0	0	40.0	60.0
您認為本工作坊安排之案例分享與討論，對您是否有幫助？	0	0	0	40.0	60.0
您認為本工作坊安排之分組討論與綜合討論，對您是否有幫助？	0	0	5.0	45.0	50.0
您認為本工作坊對您處理人熊衝突事件之實務能力的提升是否有幫助？	0	0	0	60.0	40.0
您認為本工作坊對您處理野生黑熊救傷事件之實務能力的提升是否有幫助？	0	0	15.0	50.0	35.0

題目內容	無意願	不太有意願	不知道	有意願	非常有意願
如未來再舉辦人熊衝突相關教育訓練活動，您是否有意願參加？	0	5.0	5.0	70.0	20.0
如未來再舉辦黑熊救傷相關教育訓練活動，您是否有意願參加？	0	0.0	5.0	75.0	20.0

題目內容	非常沒信心	沒信心	普通	有信心	非常有信心
經過本課程，您對於自己處理人熊衝突通報與應變所需的相關知識和能力，有多少信心？	0	0	25.0	65.0	10.0
經過本課程，您對於自己處理傷病野生黑熊的救援所需的相關知識和能力，有多少信心？	0	0	35.0	55.0	10.0

辦理工作坊的目的在於提升管理單位人員應變黑熊相關事件所需要的知識與能力，我們比較課前、課後問卷調查結果，工作坊前學員對於人熊衝突通報與應變所需相關知識和能力的信心程度，回應非常沒信心、沒信心、普通、有信心、非常有信心比例分別為 4.8%、4.8%、57.1%、33.3%、0.0%；課程結束後回應比例則分別為 0.0%、0.0%、25.0%、65.0%、10%，可看出課後學員對於人熊衝突通報與應變所需知識和能力的信心程度有所增加。

工作坊前學員對於處理傷病野生黑熊的救援所需的相關知識和能力的信心

程度，回應非常沒信心、沒信心、普通、有信心、非常有信心的比例分別為 4.8%、14.3%、47.6%、33.3%、0.0%；於工作坊結束後回應比例則分別為 0.0%、0.0%、35.0%、55.0%、10%，同樣可看出課後學員增加對於處理傷病野生黑熊的救援所需的相關知識和能力的信心程度有所增加(圖 二十四)。

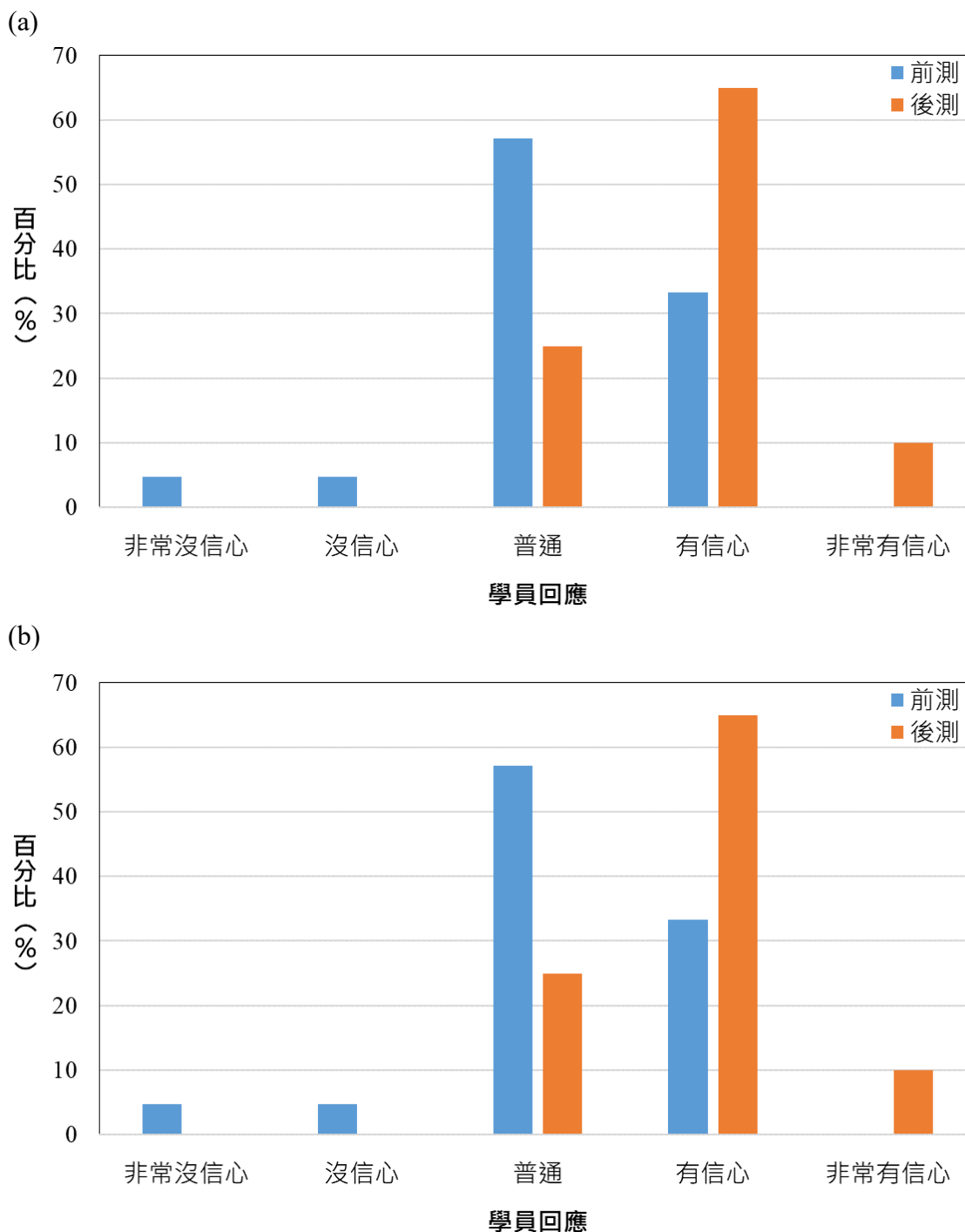


圖 二十四、臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊學員課程前後對自己處理(a)人熊衝突通報與應變，以及(b)傷病野生黑熊的救援所需相關知識和能力的信心程度比較。

五、製作玉山國家公園人熊關係宣導短片

本計畫與楊湘文導演合作，製作結合繪本動畫和時拍場景的影片〈小熊 Daubas 的旅行〉。影片內容涵蓋國家公園遊客對於臺灣黑熊的行為和習性應具有的正確認識，以及預防和遭遇黑熊的因應處理方式。

影片簡介：小黑熊 Daubas 與媽媽一起住在玉山國家公園，平時最喜歡跟著媽媽在森林裡爬上爬下到處覓食，但是 Daubas 也一直很想來一場屬於自己的冒險。某天 Daubas 聞到了遠處傳來一種從沒聞過的誘人氣味，忍不住接近一探究竟，卻遇見了一個人類小男孩！雙方都嚇了好大一跳，究竟 Daubas 和人類男孩會如何反應？



圖 二十五、人熊關係宣導短片「小熊 Daubas 的旅行」封面。

出品：玉山國家公園管理處
發行人：盧淑妃
製作人：黃美秀
導演：楊湘文

六、其他相關經營管理建議

針對玉山國家公園計畫執行期間，應對轄區黑熊事件的處理有二，相關應變建議如下：

(一)2022 年 4 月瓦拉米步道-登山口路段黑熊出沒

1. 說明：

4 月 19 日管理處接獲林務局花蓮林區管理處通知，該處於瓦拉米步道登山口至山風一號橋之間架設之紅外線自動照相機多次拍攝到臺灣黑熊出沒。

2. 處理：

調閱本計畫追蹤臺灣黑熊個體 BB06 於四月份點位資料，發現該個體頻繁活動於瓦拉米步道山風一號橋至 5.5k，以及佳心附近區域，亦有定位資料顯示該個體就出現於佳心布農石板屋旁(Lat: 23.34829°, Lon: 121.21483°)。

3. 處置建議：

- a. 根據玉山國家公園長期的通報和無線電追蹤結果顯示，瓦拉米步道 6K 至登山口及外圍低海拔地區，是黑熊二月至五月出沒頻繁的重要棲地。管理單位應將黑熊出沒視為常態看待。
- b. 由於黑熊曾出現在石板屋，也建議可以直接提醒經常前往石板屋的部落管理者、文史團體和登山協會等單位，切勿在石板屋內屋外存放食物，避免吸引黑熊接近。
- c. 於登山口和休息區域，建議可加強有關人熊安全的宣導措施。

(二) 2022 年 4 月 28 日樂樂山屋黑熊目擊事件

1. 說明

2021 年 4 月 28 日，塔塔加管理站保育巡查員於八通關越嶺線樂樂山屋目擊疑似生病虛弱的野生臺灣黑熊，並發現疑似熊窩。

2. 處理

研究團隊共三人於 4 月 29 日偕管理處同仁前往勘查，並架設具 4G 即時傳輸功能的紅外線自動照相機 4 台，以及一般行自動相機 2 台進行監測。詳細勘查報告見附錄 六。

3. 處置建議

- a. 四月於八通關西段 5-10k 有多起巡查員和遊客目擊熊的情況，不確定是否是同一隻熊。但由現場勘查可知，該個體滯留樂樂山屋的時間應該沒有太多天，因為現場排遺僅發現三坨。山屋前後皆有熊的足跡，有一處翻扒前人埋藏東西(沙拉油桶，之前已被熊咬破)，另有地面駁坎熊蜂窩被扒挖痕跡。因此，吸引熊如此靠近山屋活動，甚至進入山屋，雖無法完全明瞭但猜測與自然食物(蜂窩)及人為食物(垃圾廚餘等)的吸引有關。
- b. 樂樂山屋有熊出沒的議題涉及山屋管理以及登山者行為。
- c. 建議由管理站人員定期巡視自動相機，以了解是否仍有黑熊於附近逗留、追蹤是否有傷病虛弱情況，同時巡視附近區域是否有新近黑熊出沒痕跡。
- d. 山屋附近應該要開闊，不宜草木叢生，減少黑熊靠近山屋的風險。因此建議山屋旁的平地，定期除草，並剷除所有芒草叢，維持開闊無遮蔽的視野，例如山屋方圓 10-20 m 內除大樹之外，無灌叢草叢孳生。
- e. 清理山屋外歷年來積藏的各種垃圾，維持現場清潔。如此減少人為垃圾吸引黑熊或其他野生動物，開闊而乾淨的環境也會遏止民眾隨意丟垃圾，或商業登山隊就近找遮蔽處隱藏登山器具或食物。
- f. 為防範黑熊滯留步道和山屋，或可藉由登山口攤位和其他方式加強無痕山林、熊出沒通報及防範黑熊出沒宣導。

伍、討論

一、臺灣黑熊生態習性調查及棲息地分析

(一) 臺灣黑熊活動範圍

動物獲取食物資源、配偶和育幼所需的最小空間決定了活動範圍的大小、位置以及組成(Burt 1943)。食物資源可得性則被認為是影響族群活動範圍大小的關鍵因素(McCloughlin and Ferguson 2000)。根據能量最大化策略(energy maximizing strategy)，當資源越分散時，動物為了滿足能量需求而進行的移動覓食距離就越長，活動範圍也隨之越大，而資源的分散程度也取決於自然地景本身的異質性，或是人為導致的棲息地破碎化(如道路、人為活動等)(Gantchoff et al. 2018)。在眾多熊類的研究中顯示，活動範圍大小受許多因素影響，包括資源可得性(South 1999, Koehler and Pierce 2003)、族群密度(Kjellander et al. 2004)、社會地位(Boydston et al. 2003)、繁殖策略及狀態(Dahle and Swenson 2003)、性別(Dobey et al. 2005)、年齡(Cederlund and Sand 1994)、體重(Harestad and Bunnell 1979)，以及人為干擾(Sorensen et al. 2015)等。

本計畫延續前期計畫(黃美秀等，2021b)持續收集人造衛星追蹤 6 隻雄性臺灣黑熊的資料，最小凸多邊形法(100% MCP)和 95%核密度估計法計算活動範圍面積分別為 33.2-204.5 km² (平均 109.5)，以及 44.6-179.2 km² (平均 118.1，表三)。由於園區東部追蹤的二個體(BB02 & BB03)因故追蹤不及 150 天，故其活動範圍應有低估之虞。在園區，臺灣首次於 1998 至 2001 年在大分地區捕捉繫放，並以超高頻無線電(VHF, very high frequency)技術成功追蹤 8 隻黑熊，最小凸多邊形活動範圍 (100% MCP)為 24.2-117.1 km²(Hwang et al. 2010)。之後隨著人造衛星系統科技的進展，園區東部園區首次大規模利用 GPS 人造衛星追蹤技術蒐集黑熊的定位資料，9 隻黑熊活動範圍估算之最新結果顯示 100% MCP 活動範圍為 20.2-558.3 km²，核密度估計 95% KDE 活動範圍為 11.9-165.4 km² (葉子維，2020)。該研究指出雌性和雄性平均最小凸多邊形法活動範圍分別為 75.4 km² (range=20.2-155.2，SD=54.2，n=6)和 271.8 km² (range=37.6-558.3，SD=264.3，n=3)；95%核密度估計法面積則分別為 16.2 km² (range=11.9-25.3，SD=5，n=6)及 90 km² (range=17.8-165.4，SD=73.9，n=3) (葉子維，2020)。因此，與前期研究相較，除其一極端值(>500 km²)之外，本計畫所追蹤之雄性個體

活動範圍差異不大。該研究亦顯示雄性個體之間活動範圍廣泛重疊(95%KDE 平均重疊度:27.3%)，與研究的觀察一致。

本研究追蹤的個體均為雄性，然在所有熊科動物當中，雄性的活動範圍通常大於雌性(Powell et al. 1997, Koehler and Pierce 2003, Garshelis 2009)。此情況與過往臺灣黑熊的觀察一致(Hwang et al. 2010；葉子維 2020；彭筱晴，2022)。以 100% MCP 活動範圍而言，亞洲黑熊活動範圍研究較完整的除臺灣之外，僅有來自印度及日本的研究。印度喜馬拉雅山脈 Dachigam 國家公園的黑熊之雄性平均活動範圍為 41.8 km²，雌性平均為 48.8 km²，雌雄之差異不大(Sathyakumar et al. 2015)。在日本，北阿爾卑斯山脈東側地區，雄性平均活動範圍為 92.9 km²，雌性則為 54.9 km² (Izumiyama and Shiraishi 2004)；另在阿爾卑斯山脈中部地區，雄性平均活動範圍為 147.5 km²，雌性平均為 25.1 km²(Takahata et al. 2017)。在俄羅斯，亞洲黑熊雄性的活動範圍平均為 220 km²，雌性則為 20 km² (Kostyria et al. 2002)。

本研究發現園區東、西兩側的追蹤個體活動範圍並無重疊，即無橫跨中央山脈，並且兩區的黑熊的活動棲地環境於海拔和植被環境上皆有所差異。前期的研究發現東部轄區捕捉繫放的黑熊雖有一個體翻越中央山脈，但僅止於稜脊附近活動(林宛青，2017；葉子維 2020)，然更早期的研究(Hwang et al., 2010)利用直升機高空追蹤，則發現 8 隻中有 2 隻公熊往西移動至楠梓仙溪流域活動。因此，玉山國家公園轄區中央山脈的高山地形如何影響黑熊的移動，不論在東西向或南北向上，則有賴進一步追蹤和觀察。

黑熊活動於玉山國家公園轄區的情況亦呈現季節性差異。樣區東部的追蹤個體的不僅是全年甚或各季節的活動範圍皆小於西部，兩區於秋季的差異尤其明顯，僅約為四分之一(表 四)。然而，利用核密度估計法(95% KDE)估算雄性黑熊核心活動範圍，東部和西部個體的平均面積則差異不大，分別為 22.0 km² 和 24.6 km²。這應該反映出園區東西二側黑熊食物豐富度的差異，也與分布的海拔差異有關係。若進一步與前期科技部計畫的雄性平均核心活動範圍(12.9 km²，range=3-21.5，SD=9.3，n=3；葉子維，2020)相較，本期結果約為前期的二倍。此差異除了受限於有限的樣本數，本計畫的個體的活動範圍皆涵蓋更廣泛的國家公園以外地區，人為干擾和棲地品質不一的情形皆可能是影響因素之一。

過往研究顯示玉山國家公園東部的臺灣黑熊於殼斗科結果季時，值大分青剛櫟盛產時會移動至該區聚集，密集取食該區的青剛櫟果實，唯個體滯留時間雖不一，應與該季櫟實產量有關(10 月底至 2 月初)(Hwang et al., 2010；林宛青，

2017)。本研究於園區東部追蹤的 3 隻個體中，僅有一隻個體(BB06)追蹤期間涵蓋冬季(12 月至次年 1 月)，BB06 於 2021 年 12 月 24 日離開瓦拉米地區(拉庫拉庫溪)，近乎直線運動往西移動至多美麗地區，並於次年 1 月 10 日一日之內移動至大分地區，滯留 3 星期後，於 2 月 1 日離開該區並回到多美麗地區。BB06 也是東部轄區監測個體中，活動在國家公園範圍內時間最多的個體(92.7% vs. 63.5% & 23.3%)。黑熊於秋冬季是否移動至大分密集取食堅果的行為如何影響個體空間的利用情況，十分值得關切。

此外，樣區東部黑熊於夏季有較高比例的時間活動於園區以外地區(13%-90.6%點位)；反之秋、冬季則皆活動於國家公園內(n=2)(表二)。此情況則與西部的黑熊的空間利用不盡相同，除了亞成體 BB01 之外，其他 2 隻成熊(BB04、BB05)秋季則有最高的點位比例位於國家公園以外地區，分別為 72.8%和 16.8%(表二)。由此可見，玉山國家公園中央山脈東、西側的棲地環境對於臺灣黑熊應該具有不同的季節性利用重要性，足見進一步的植被環境和物候資料收集，以及搭配可能的現場勘查觀察，應有助於解釋此差異，並有助於臺灣黑熊棲地管理和保育。

本研究所追蹤的黑熊不僅全數活動範圍皆超出玉山國家公園範圍，活動核心亦如是(圖九、圖十)，且半數個體有近半數點位在國家公園以外範圍(46.7% - 76.7%，表二)，即樣區東、西部分別有 1 隻(BB02)和 2 隻(BB01、BB04)，顯示此區棲地環境對轄區黑熊族群的重要性。玉山國家公園外圍鄰近周邊地區涵蓋連續且人為活動較少的林地，提供黑熊和其他眾多野生動物活動生境。對於活動廣泛的黑熊而言，過往研究也有高達半數追蹤黑熊會移動至國家公園以外地區(Hwang et al., 2010；葉子維，2020)，然本研究所追蹤的個體的移動卻是目前離開園區距離最遠且比例最高的。若不考量有限的樣本數或個體差異，此情況某種程度可能反映出族群擴張的趨勢，值得持續關注。

本研究 BB02 自 2021 年 8 月 7 日後未再有任何點位回傳，追蹤不及 4 個月。後續研究團隊前往最後回傳位置搜索，並於沿途(東側園區外清水林道)和東部園區進行多次偵測頸圈無線電訊號，卻均無所獲。推測可能有以下三種情況：(1)該個體離開最後定位點後，頸圈脫落，並掉在遠離該地區且訊號受屏蔽的地方。(2)頸圈故障。(3)頸圈遭人破壞或藏匿，此將不排除追蹤個體已遭獵殺。雖說前二種情況無法排除，然考量研究團隊的無線電追蹤和多年使用此套人造衛星發報系統低故障率的經驗來看，我們認為第三種情況的機率應該最高。

為此，鑑於臺灣黑熊誤中陷阱的狀況嚴重(即超過半數的已知個體)，我們建議持續加強並鼓勵國家公園鄰近地區社區的有熊通報作業，以及相關的臺灣黑熊保育教育宣導，提升活動該區民眾對於臺灣黑熊或人熊衝突的正確認識，以有效降低人熊衝突的頻度程度，包括黑熊被誤捕的機會。為此，國家公園更值得設法提升國家公園鄰近地區生態緩衝區的整體功能，與相關管理單位或主管機關合作，發揮如美國大黃石生態系(Greater Yellowstone Ecosystem)之於復育瀕危棕熊(*Ursus arctos*)和保護完整生態系統所扮演的關鍵角色。

(二)臺灣黑熊棲息地選擇

棲息地選擇是指個體在特定空間及時間尺度下，於可使用環境內選擇特定棲息地的過程，以提供個體足夠的資源及條件(如食物、遮蔽及配偶)，以利生存及繁殖(Manly et al. 2007)。其中食物資源的時空變化對野生動物的族群結構有重要的影響，影響層面包含活動範圍大小、分布、活動與移動模式(Garshelis and Pelton 1981, Fuller and Sievert 2001)。棲地類型的特徵和動物本身的生理需求也影響動物的移動模式的重要因素(van Beest et al. 2011)。在資源破碎化分布及品質差異懸殊的環境中，棲息地選擇對於個體自身適存度及族群動態具決定性的影響(Martin 2009)。植物生長週期及空間分布也可能使得食物豐富度、多樣性及品質產生季節性及年間變化，而導致動物的活動範圍產生時空上的差異(Craigne et al. 2010)。另在溫帶地區，動物的活動範圍可能受不同季節的環境條件(如光照時間)，以及當地氣候條件影響而有差異(Börger et al. 2006, Rivrud et al. 2010)。

本研究發現黑熊於季節間的核密度活動範圍($71.4\text{--}97.9\text{ km}^2$)或核心範圍($15.8\text{--}16.8\text{ km}^2$)，皆變化不大(表 四)。此結果與大雪山地區黑熊的活動類似，該區四季的平均 95% KDE 及 50% KDE 活動範圍面積由大至小排序分別為秋季、春季、夏季及冬季，但統計上各季節間並無顯著差異(彭筱晴 2022)。大雪山地區結果與西部園區黑熊活動範圍秋季最大(142.5 km^2)、冬季最小(74.9 km^2)的情況相同。然園區東部，黑熊秋季的活動範圍則最小(30.9 km^2)，僅為春、夏季節的一半。黑熊於季節性的活動範圍於中央山脈東、西側地區的差異，如何透過地景和植物社會等條件變異來解釋說明，則有待更深入分析。

玉山國家公園東部黑熊於海拔分布的利用上，主要集中於低中(中位數 $1,086\pm 835\text{ m}$)，較先前黃美秀等人於 2014 年執行科技部研究計畫追蹤 9 隻黑熊活動高至低海拔($293\text{--}3,314\text{ m}$)，平均海拔 $1,415\pm 569\text{ m}$ (黃美秀，未發表資料)為低，二者皆顯著低於研究樣區海拔($2,044\pm 769\text{ m}$)(葉子維，2020)。此外，前期

東部園區的二個研究亦皆顯示，此區黑熊片偏好海拔 2,000 m，並某種程度迴避海拔低於 500 m 的環境(Hwang et al., 2010；葉子維，2020)。此外，全島性黑熊分布的研究亦顯示，黑熊偏好海拔 1,000-1,500 m，並對海拔 1,000 m 以下呈現避開(蔡幸蒨，2011)。園區東部黑熊活動核心主要集中 500-1,500 m。根據臺灣山地垂直氣候-植群帶分類(Su, 1984)，低海拔 500-1,500 m 為楠櫟林帶(*Machilus-Castanopsis zone*)，常見樹種有大葉楠(*Machilus kusanoi*)、臺灣雅楠(*Phoebe formosana Hayata*)、九芎(*Lagerstroemia subcostata*)等；中海拔 1,500-2,500 m 為櫟林帶(*Quercus zone*)，常見樹種有森氏櫟(*Cyclobalanopsis morii*)、狹葉櫟(*Quercus stenophylla*)、錐果櫟(*Cyclobalanopsis longinux*)等，其果實均為黑熊常見植物性食物(Hwang et al., 2002)。足見低中海拔梯度山區為黑熊提供良好的食物資源。在臺灣，黑熊分布最高紀錄雖可達 3,700 m (黃美秀等，2012)，然海拔 2,500 m 以上開始為鐵杉雲杉林帶(*Tsuga-Picea zone*)，則較少黑熊能食用之豐富植物來源，若中低海拔地區環境適宜(如自然植被完整，且棲地連續而人為干擾少)，則高海拔將自然成為黑熊可能迴避的地區(Hwang et al. 2002, Hwang et al. 2010)。

玉山國家公園櫟實季發生於秋冬季，臺灣黑熊雖不冬眠，但仍有在秋冬大量進食堅果的行為模式(Hwang et al. 2003, Hwang et al. 2010；郭彥仁等，2021)。本研究 and 過往園區東部研究顯示，黑熊在櫟實結果季結束之後，會有離散至較低海拔，甚至是國家公園以外地區的現象(Hwang et al. 2010；林宛青，2017)。因此，若逢重要季節性食物(如大分地區青剛櫟)歉收，黑熊則可能會擴大移動範圍，甚至不惜冒險靠人類活動區域如農地覓食，可能導致人熊衝突發生(Bashir et al. 2018)。這些黑熊重要食物來源的植物之分布和物候變化皆是了解黑熊移動的重要資訊。

然園區東部黑熊避開高海拔環境的情況，卻未發生於西部園區的追蹤個體，此區黑熊活動核心主要集中於 1,500-3,000 m (>95%，中位數 2,078±492 m)，亦遠高於大雪山地區追蹤個體(平均 1,579 m，SD=409；黃美秀等 2021)。就季節來看，西部園區黑熊於四季對於海拔 1,500-2,500 m 皆有較高的利用程度，而海拔 1,500 m 以下地區除春夏之外則鮮少利用，冬季對於海拔 2,500 m 以上地區則明顯降低利用程度。春、夏季的垂直活動遠較秋、冬季廣泛(1,000-3,500 m vs. 1,500-3,000 m)。不同季節的移動模式除了與黑熊的繁殖(如夏季)或生理狀況有關之外，也與環境的氣候，以及季節性的重要食物資源的豐富度和分布變化有關。

本研究顯示園區東部與西部追蹤個體的海拔利用呈現顯著差異，除了研究個體本身分別位於西部楠溪林道中高海拔地區，以及東部瓦拉米步道低海拔地區，鄰近地區開發和干擾程度不同樣可能影響黑熊棲地選擇。在樣區西部追蹤黑熊主要活動於嘉義阿里山鄉、南投信義鄉和高雄桃源區海拔 1,500 m 以上山區，低海拔地區的人為開發相較於東部的拉庫拉庫流域樣區明顯嚴重，恐因而限縮此區黑熊於中、高海拔活動。西部園區周邊鄰近東埔部落、塔塔加遊憩區、特富野古道、阿里山森林遊樂區等著名景點，亦有新中橫公路穿越天然林地，顯示西部園區較東部園區有更高的遊憩和土地開發的壓力。

在植被類型選擇上，東部園區結果亦與先前黃美秀等人於 2014 年至 2018 年間執行科技部「分析與建構臺灣黑熊核心族群之永續力-人造衛星無線電追蹤臺灣黑熊之移動及棲地利用模式」計畫追蹤之臺灣黑熊結果相似(葉子維，2020)，均以闊葉林使用比例最高。然西部園區雖統計上與整個研究樣區有顯著差異，但根據植被類型分布圖（圖十九）除西部園區個體草本植群使用比例較高外，其於植被類型分布趨勢均與整個研究樣區相似。

過往不論是地區性或全島性的臺灣黑熊的棲地選擇分析皆顯示，黑熊皆偏好闊葉林和針闊葉混合林，並迴避針葉林(Hwang et al. 2010；黃美秀等，2009；蔡幸倩，2011；葉子維，2020；彭筱晴，2022)。然本研究和近期的人造衛星追蹤點位分析，東部園區對於闊葉林的利用明顯偏高，分別是 81.3%和 51.8%(葉子維，2020)，針闊葉混合林則無明顯偏好。此情況與大雪山地區黑熊的植被利用情況一致(闊葉林 56.3%；彭筱晴，2022)。不同的是，西部園區的黑熊在植被利用上相較於與整個研究樣區，則無特殊選擇性，猜測與此區黑熊本身分布於較高海拔，加上闊葉林位在西部人為活動干擾高或棲地破碎化的較低海拔山區，不利黑熊移動和利用。話雖如此，葉子維(2020)利用梯度提升樹建模分析顯示，植被類型並非影響園區黑熊棲地選擇的顯著因子，故建議未來嘗試使用較小尺度的棲息地選擇層面建模，如透過高分辨率的多光譜衛星影像進行不同種類植物分類，以提升植物分布狀況對動物棲地選擇的影響(Pu and Landry 2012, Ghiyamat et al. 2013)。

臺灣全島分布預測模式研究顯示，臺灣黑熊會避開人為活動頻繁地區(城市、魚塢、農地、果園和造林地)，偏好沒有道路經過的區域，對離道路 > 2 公里的地區有較高的利用程度 (吳尹仁，2007；黃美秀等 2009)。後續的研究亦指出海拔、道路密度、離道路最近距離，與國家公園之最近距離以及坡度為五項影響熊分布的顯著因子(蔡幸倩，2011)。近年在臺灣大雪山地區的研究亦指出，

相較於玉山國家公園，中北部山區道路切割嚴重，加上人類活動頻仍如遊憩、聚落及農地接近或重疊率高，皆可能阻礙臺灣黑熊的播遷或移動路徑，對基因交流造成壓力，甚至產生遺傳隔離或近親繁殖的現象(Hsiao et al. 2022)。

本研究追蹤黑熊有半數有多次穿越道路(西部台 18 線: BB04；東部台 30 線: BB03、BB06)的情況，另 BB05 亦於 2021 年 6 月 26 日有一筆跨越新中橫公路的紀錄，可見道路對園區的黑熊雖不必然但仍某種程度存在著阻隔效應。葉子維(2020)以梯度提升樹建構東部園區臺灣黑熊棲息地選擇模型的研究發現，無論在青剛櫟結果季或非結果季，道路最近距離皆為影響黑熊棲地選擇的顯著變量之一，黑熊會在青剛櫟結果季和非結果季時分別會避開道路 5 公里以內，以及 1 公里內的區域(葉子維，2020)。另外，黑熊對於道路的迴避行為在大雪山地區則十分明顯，其所追蹤的 6 隻臺灣黑熊中僅有 1 個體曾跨越一次位於南側的臺 8 線中部橫貫公路，此區黑熊對道路仍保持數百公尺的迴避範圍，顯示熊對道路仍有一定警惕性並儘可能遠離，道路是棲地選擇模式的關鍵因素(彭筱晴，2022)。

在許多大型食肉動物研究中，由於噪音、人為干擾及棲地破碎化等因素，道路被認為會降低棲息地品質且降低族群間的交流(McLellan and Shackleton 1988, Papouchis et al. 2001, Simek et al. 2015)，另一方面可能也會造成車輛撞擊以及狩獵、盜獵等因素而導致死亡率上升(Gunther et al. 2004, Nielsen et al. 2004, Waller and Servheen 2005, Simek et al. 2015)。不同性別、年齡與繁殖狀態的個體除了對棲息地內自然資源的選擇有差異，對道路及人為活動的行為反應也不同(Mace et al. 1996, Nellemann et al. 2007, Hostetler et al. 2009)。在美國明尼蘇達州，美洲黑熊於靠近道路(<200 m)時，心律會提高，即靠近道路時仍會提高黑熊的警覺性，且多於夜間、車流量低時穿越馬路(Ditmer et al. 2018)。整體而言，本研究結果發現臺灣黑熊對於道路有避開的趨勢，所幸玉山國家公園內幾乎無任何道路系統，為黑熊提供了大而完整的棲息環境。

其他各項研究顯示熊在小尺度的空間及時間上，對不同道路類型的利用程度不同，且與人類藉由道路從事的活動息息相關。例如在美國，研究發現棕熊及美洲黑熊對開放車輛行駛的道路之迴避範圍比步道大，分別為 274 m 及 122 m，顯示熊可能對於道路的車輛或其伴隨的人為活動敏感度更甚(Kasworm and Manley 1990)。美洲黑熊也會在天色昏暗或夜晚交通流量低時橫越道路(Brandenburg 1996)，或是避免人為干擾(如遊憩和狩獵)較高的碎石道路(Reynolds-Hogland and Mitchell 2007)。因此，未來若欲進一步了解臺灣黑熊對道

路的利用狀況，則建議搭配周遭人為活動類型和人為干擾程度(如遊客量)，以及棲息地品質(如重要動植物資源)等因素，以進行更小尺度的棲地利用模式分析(彭筱晴，2022)。

(三)臺灣黑熊活動模式

面對多樣的環境的時空變化，動物的活動模式及時間分配反映出牠們的生活史可能受哪些外在因素影響。過往在臺灣黑熊的研究顯示，牠們全年皆活動而沒有冬眠行為(Hwang and Garshelis 2007)，與其他生活在熱帶地區的熊類相同，如泰國的亞洲黑熊和婆羅洲的馬來熊等(Garshelis 2009)。

臺灣目前唯一發表的臺灣黑熊活動模式資料，乃是園區東部個體，並且利用人工監測超高頻無線電發報器的脈波頻率來判定動物是否活動(Hwang and Garshelis 2007)。本研究則是利用頸圈發報器中內建的加速度感應器所記錄的活動值來判斷活動與否。由於加速度感應器每 5 分鐘會記錄一筆活動數據，理論上可以得到更龐大的樣本數進而取得更精確的數據，然而本研究所參考判定活動與否的依據，來自於圈養棕熊個體的行為觀察研究(Gervasi et al. 2006)，應用於野生臺灣黑熊，也或許會有差異存在。另一方面，在麋鹿(Roe deer, *Capreolus capreolus*)的研究中有提到頭部突然的小擺動會產生高的加速度，而頸部動作少但持續穩定的運動(例如漫步)則會紀錄到較低的加速度，因而影響活動與否的判定(Stache et al. 2013)。因此在不同物種或不同個體，以及使用不同器材所進行的活動模式研究之間的比較，應謹慎解釋。本研究追蹤 3 隻黑熊個體(BB03、BB01、BB06)整日的活動比例分別為 27%、42%、52%，則與前期(Hwang and Garshelis 2007)觀察(全日活動百分比程度 54-57%)略有差異，此差異恐無法排除監測技術的不同。

透過 24 小時活動節律、逐月和四季的活動分析，能讓我們更加了解臺灣黑熊在野外的生活樣貌。本研究 3 隻個體活動均以白天為主，個體活動程度雖有差異(27%-52%)，但皆顯現雙峰型活動模式，即清晨和黃昏為活動高峰。此亦與棕熊(*Ursus arctos*)(Kaczensky et al. 2006)、美洲黑熊(*Ursus americanus*)(Garshelis and Pelton 1981, Larivière et al. 1994)，以及過往在玉山國家公園東部園區的觀察結果(Hwang et al., 2007；林宛青，2017)相同。

有研究指出美洲黑熊在白天依靠視覺活動，日間視覺對物體細節的解析和對顏色區別較佳，因而能提升覓食效率(Bacon and Burghardt 1976)。就季節活動來看，日活動比例在秋季最高，BB01 和 BB06 二熊分別為 54%、57%；春季則最

低，分別為 36%、45%，而且秋冬二季夜晚的活動量均較春夏二季更高，與過往臺灣黑熊研究結果相同，夏季($60\pm 12\%$)和秋季($60\pm 15\%$)的日活動程度，皆顯著高於春季($47\pm 13\%$) (Hwang and Garshelis 2007；林宛青，2017)。

在秋季期間增加夜間活動的原因可能有以下解釋：秋季密集的食物可能使熊在夜間更容易覓食。夜間活動可能有助於體溫調節，作為體內脂肪大量增加的能量適應機制。食物密集時，如大分地區青剛櫟堅果值盛產時，黑熊可以在短時間獲取食物，因此讓一整天的覓食活動更均勻分布或為較佳的覓食策略 (Hwang and Garshelis 2007)。

此外，活動模式也被廣泛使用做為評估人類活動干擾野生動物活動的工具。許多研究指出熊和其它大型食肉目動物會因為人類活動改變活動模式，例如在道路密度較高，遭遇人類機會較高的區域，減少原本主要活動的日間比例，增加夜間活動的比例 (Ordiz et al. 2017, Kautz et al. 2021)。本研究追蹤 3 隻個體的活動模式，皆以日間為主，因此或可解釋為臺灣黑熊的生活，尚未受人類活動干擾嚴重，但作為國內熱門的戶外遊憩場域，仍建議管理單位持續監測，尤其是在山屋和步道等遊憩設施週圍。

二、公民科學家協力參與野生動物族群監測

(一) 紅外線自動照相機監測

過往在玉山國家公園內執行的野生動物自動照相機監測計畫，皆為區域性質的研究，由於不同計畫有不同的研究對象和研究目，所選用的自動照相機規格也不同，在樣點的選擇和架設方法也會有所差異，因此難以進行不同區域和不同時間上野生動物相對豐度的比較。本計畫是建立涵蓋全園區系統性自動照相機監測中大型野生哺乳動物的首度嘗試，也是因應前一期計畫(黃美秀等，2021)所做的建議。本計畫紅外線自動相機架設擴及全園區，目前部分尚未完成資料收集與分析，計畫結案後，團隊將於相機資料分析完成時，將完整資料提交管理處。

已回收並完成分析的 26 個監測樣點包含玉山國家公園西北園區塔塔加、新中橫公路、阿里山公路一帶區域，東部園區的八通關古道山風至綠駐在所，南部園區南橫公路沿線，已及縱走路線日八通關古道全線，還有探勘型路線魔界腕山、南面山一帶區域。針對四種臺灣黑熊潛在獵物臺灣山羌、臺灣水鹿、臺灣野山羊和臺灣野豬的地理分布，可見在人跡相對罕至的樣點，包括 D3 魔界腕山、D2 南面山西稜、F3 楠溪林道 16k、F8 馬沙布，有較高的出現頻度。由源匯理論(Pulliam

1988)的概念來看也顯示這些國家公園內受人類干擾程度較低的區域是提供野生動物繁衍的重要棲息地。透過自動照相機樣點的地理資訊，也可以應用於野生動物的棲息地選擇分析(Trollet et al. 2014, Burton et al. 2015)。在本研究中，我們發現臺灣水鹿在海拔較高的樣點，以及針葉林和混合林有較高的出現頻度，與過往的文獻(顏士清，2013；鍾佳玲，2019)有相同的結果。

臺灣黑熊在本次監測總 OI 值為 0.28，與東部園區 2021 年(OI=0.41)和 2020 年(OI=0.20)的監測結果(黃美秀等，2021)相近。本次監測共有 8 個樣點記錄到有效照片 16 筆紀錄，其中 F3 楠溪林道 16k、D2 南面山西稜、D3 魔界腕山樣點是首度在此區域利用自動照相機記錄到黑熊出沒。其中 D3 魔界腕山僅有 1 筆臺灣黑熊有效照片紀錄，卻有最高的出現頻度(OI=2.44)明顯高於其它樣點，然而這應該是自動相機遭黑熊破壞以致監測提前終止造成的偏差。出現頻度次高的 F3 楠溪林道 16k 樣點則有 4 筆有效照片紀錄(OI=0.96)，鄰近的 D2 南面山西稜、G2 鹿林山樣點有效照片則接為 2 筆，OI 值分別為 0.75 和 0.68，另一方面在前期研究計劃(黃美秀等，2021)也曾發現黑熊母子於楠溪林道出沒紀錄，顯示玉山國家公園西北園區鹿林山往南延伸至楠溪林道、魔界腕山、南面山一帶，應有穩定的臺灣黑熊族群棲息。國家公園東部園區則有 D11 佳心和 C12 鹿鳴樣點分別記錄到 2 筆和 1 筆黑熊有效照片，OI 值分別為 0.78 和 0.64，此二樣點鄰近人類活動區域，並且都在健行步道旁，有 2 筆紀錄出沒時間為晨昏時段，1 筆為早上 8 時許。雖然研究指出熊生性隱蔽(Reynolds-Hogland and Mitchell 2007, Ladle et al. 2019)，然而他們仍可能藉由無人活動的空檔穿越步道，本計畫的衛星追蹤研究亦有發現黑熊穿越玉山主峰線步道，因此管理單位應留意這些遊憩區域可能的人熊衝突風險。

(二) 公民科學家協力參與

公民科學是近年新興的、透過志願群眾的力量協助科學研究進行，並且參與保育的方法。在臺灣較為人熟知的成功案例，包括臺灣動物路死觀察網(路殺社)、年度蛙類調查、臺灣繁殖鳥大調查和慕光之城蛾類調查等。

上述臺灣公民科學家專案，透過經過妥善設計的指導方案並結合社群媒體，感興趣的民眾可自行學習並參與調查計畫貢獻調查資料。由公民科學家參與使用紅外線自動照相機監測野生動物族群的研究，在國外已有先例(Karlin and De La Paz 2015, McShea et al. 2016)。不同於上述公民科學家專案，野生動物自動相機監測涉及自動相機的架設、例行維護操作與故障排除、相機影像物種辨識、資料輸入等過程，另一方面自動相機的田野工作還涉及山野技能，專案更為複雜因而民眾參與門檻較高。公民科學家是否能提供可信賴的研究資料是專案能

否成功的關鍵，Katra 等人針對公民科學家是否受過培訓進行了辨識物種正確率的比較(Katrak-Adefowora et al. 2020)，結果顯示無培訓的志工平均正確率僅有 51.8%，而有進行培訓的志工平均正確率達 81.9%。本計畫公民科學家團隊，是由本團隊於前一期計畫(黃美秀等，2021)所培訓並有 2 年參與經驗，正確率最高達 94%，可見野生動物自動相機監測公民科學家的養成成本較其它類型專案更高。評估公民科學家對監測專案的助益，公民科學家參與野外相機勤務的努力量達 89 人天，佔總努力量的 23.3%。由於本計畫為一年期並且監測範圍擴大至整個玉山國家公園園區，監測樣區和樣點的規畫和野外勤務行程安排較緊湊，因故有部份公民科學家夥伴反應來不及參與。因此我們預期，若未來計畫進行長期而穩定地監測，則公民科學家能發揮更大的助益。

三、臺灣黑熊保育教育推廣

教育是推動保育的重要方法，專業學科教育能培養研究、保育和經營管理人才，科普教育除了能提升民眾對生態和保育的認識，也能提升民眾對保育的關注和相關管理措施或立法層面的支持。

本計畫執行期間嘗試以不同的方法，對不同的對象進行保育教育宣導。包括帶領國家公園相關管理單位的黑熊棲息地導覽解說、針對玉山國家公園管理處同仁和志工的野生動物自動相機監測專門課程，還有結合民間組織台灣黑熊保育協會黑熊主題教育場館，對一般民眾的黑熊科普講座。

臺灣黑熊的保育教育推廣需要因地制宜的規劃，針對不同的受眾獨立設計。若受眾為一般民眾，一方面介紹黑熊生態行為和研究保育現況，可加深民眾對於黑熊處境的了解，建立共感以提升民眾對保育的支持。另一方面則順應近年國內戶外活動風潮，應著重在人熊衝突發生的原因和預防原理，強化有熊國活動安全守則和無痕山林觀念。若受眾為黑熊棲息地週邊聚落，則應設法建立「人熊共存」的觀念，除了強調人類與黑熊在文化上的關聯，也應該盡可能了解個別聚落的環境和生活型態，例如土地利用情況、農作或養殖類型，並了解聚落居民對黑熊的理解與態度，例如是否有遭遇黑熊或農地設施被破壞的經驗？對該地與居民有基本的了解後，應進一步提供務實的人熊衝突防範原則和建議，包括如何減少黑熊接近農地或工寮設施的機會？遭遇黑熊的應變方法。此

外也應鼓勵居民通報黑熊出沒情況。黑熊棲地週圍聚落居民是重要的利益關係人，保育推廣的目標在於如何將「人熊衝突」降至最低，並促進「人熊共存」。

此外，本計畫於執行期間，西部園區八通關古道樂樂山屋，以及東部園區瓦拉米步道山風登山口至佳心休憩區，各別有一次由保育巡查員、林務局及本計畫團隊通報的黑熊出沒事件。此外本團隊進行自動相機架設與維護工作時，也經常發現山屋營地內外有被棄置的食物或垃圾。因為熊會四處亂跑，只要有一個山屋使特定個體養成「壞習慣」，則該個體仍可能到別的山屋去碰運氣，增加人熊衝突的風險。

根據玉山國家公園長期的通報和追蹤研究結果顯示，這些區域本來就都是臺灣黑熊的棲息環境，故管理單位宜將黑熊出沒視為常態看待。由於兩處事件發生地點皆在登山客及遊客眾多的遊憩區域，故管理上仍應謹慎因應，盡可能降低人熊衝突發生的風險。

人員管理方面，由於人類活動產生的食物廚餘和垃圾(來源可能包括一般登山客、商業登山團體，以及步道設施維護修繕的營建廠商)可能吸引黑熊接近而增加人熊衝突風險，則應設法全方面加強入園人員的無痕山林教育，例如於登山口擺設宣導攤位，或是於入園報到時現場提供相關宣導。同時也可以鼓勵入園者通報發現黑熊出沒或痕跡，另外也應有管理單位人員不定期於步道山屋上巡視稽查。另於園區的硬體設施方面，則建議定期清理山屋內外積藏的各種垃圾，維持現場清潔。山屋附近應該要開闊，並定期剷除山屋或遊憩據點四周能夠使黑熊潛伏接近山屋的茂密草叢或灌叢。開闊而乾淨的環境也會遏止民眾隨意丟垃圾及商業登山隊就近找遮蔽處隱藏登山器具或食物的情況。設施如有人員負責維護和管理(例如佳心石板屋)，也應提醒切勿在設施內外存放食物，避免吸引黑熊接近。山屋的管理應盡可能應用於園區其他所有山屋，這是一個值得努力的方向。任何園區內和鄰近區域的通報資料，建議應設法取得詳細資料，並設法將黑熊通報常規劃並定期盤點，以利長遠的經營管理。

陸、結論與建議

本計畫繼前期於玉山國家公園捕捉的黑熊，持續人造衛星追蹤資料的收集，園區中央山脈東西兩側分別有 3 隻公熊活動範圍於東部的拉庫拉庫溪和清水溪流域範圍，以及西部的楠梓仙溪、沙里仙溪及和社溪上游流域範圍。這些個體活動範圍和多數的活動核心均超出國家公園，包括全數追蹤的 6 隻個體，有的甚至最遠距離國家公園邊界約 9 公里，甚至包括人類活動較為頻繁的特富野古道地區。與研究團隊於 2015 年科技部人造衛星追蹤園區東部的 9 隻黑熊的活動範圍(葉子維，2020)比較來看，本計畫黑熊活動於國家公園以外的區域範圍和個體比例皆有增加。輔以近年陸續累計的黑熊通報案例頻度增加(黃美秀等，2021)，加上其他觀察證據，我們認為東部轄區的黑熊族群可能有增長且向園區外圍擴散的趨勢。

隨著捕捉繫放研究於樣區範圍的擴展，以及累計研究個體的增加，研究發現園區東、西兩側的追蹤個體活動範圍並無重疊，即無橫跨中央山脈，並且兩區的黑熊的活動棲地環境於海拔和植被環境上皆有所差異。本計畫樣區西部(楠溪林道)的黑熊捕捉繫放和追蹤為國內野外臺灣黑熊生態研究的第三個樣區，而且相比於東部園區，西部園區承受的人類活動和遊憩壓力更高，因而具有特殊意涵。初步的棲息地利用分析顯示，東部園區的追蹤黑熊個體傾向於選擇中低海拔的區域，中央山脈是否存在地理屏障效應，或是其中是否有族群間的廊道存在，有必要透過進一步長期的監測和追蹤來瞭解。

雖然利用園區西部有限的黑熊遺傳樣本進行分析顯示，此區和園區東部的黑熊族群未有顯著的遺傳隔離，然我們對於兩地區之間黑熊族群活動仍不明瞭。另加上園區西部目前研究僅有 3 隻個體樣本，然遺傳檢定卻顯示 3 隻個體有高度的親緣關係(黃美秀等，2021)。因此，進一步增加研究黑熊個體樣本數，以及彙整東西兩側的資料以分析黑熊於全園區的棲地利用模式，並探討東西側黑熊個體移動和遺傳交流情況，甚或西部園區的黑熊族群是否較小而獨立，另一方面還有棲地內黑熊食源植物的物候調查，皆是未來研究的重要方向。

動物死亡是影響族群成長的關鍵因素之一。延續前計畫捕捉繫放 6 隻個體中，2 隻有過往曾誤中陷阱而造成腳趾傷殘的情況，顯示黑熊至今仍受非法狩獵或其他陷阱誤捕的威脅(黃美秀等，2021)。另有一追蹤的亞成體疑似因個體間打鬥而死亡，顯示樣區族群的人為或自然死亡因素皆值得持續關注。透過有熊通報系統亦將有助於掌握和累積相關的資訊。

公民科學是近年新興透過志願群眾的力量，協力參與保育和協助科學研究的方法。本計畫延續前期計畫(黃美秀等，2021)的公民科學家參與自動照相機野生動物監測專案，實際上已運作至第三年，由公民科學家的努力和高辨識正確率來看，公民科學家具有應用潛力。此外在公民科學家親自參與研究工作的過程，也有附帶使之更加關注相關的保育議題的效益，提升對野生動物保育和經營管理的認同與支持。然而公民科學家的運作，先期培訓成本高，運作過程也需要額外的聯繫和行政工作。如未來有其它野生動物自動相機監測專案，欲納入公民科學家協力，研究主持人應審慎評估。本研究在自動相機樣點的布局上盡可能涵蓋整個園區，這是腹地廣大且地形複雜的園區的研究調查創舉，亦有賴多方人力資源(研究團隊、志願公民科學家、管理處)的協調和配合完成。初步資料顯示轄區西南側和西北側園區的黑熊相對出現頻度較其他地區低，可能除了道路效應之外，是否有其他因素影響，則有賴持續資料累積收集和分析。

人熊衝突是世界各國熊類保育的重要議題，臺灣近年亦有數起人熊衝突事件發生，其中多起就發生在玉山國家公園園區或鄰近區域。本計畫執行期間，西部園區樂樂山屋，以及東部園區瓦拉米步道登山口至佳心休憩區，各別有一次黑熊出沒通報。近年的研究結果顯示這些區域本來就都是臺灣黑熊的棲息環境，管理單位應將黑熊出沒視為常態看待，然而通報地點皆在登山客及遊客眾多的遊憩區域，管理單位仍應謹慎因應，盡可能降低人熊衝突發生的風險。

經營管理短期建議：

1. 提升管理單位同仁的黑熊相關知識和技能。
2. 透過科研成果、本計畫製作的宣導短片等，持續加強有熊國安全守則的推廣，甚至作為入園申請時的行前教育影片。
3. 加強鄰近社區的有熊通報作業，並持續強化臺灣黑熊保育教育宣導，提升民眾對於黑熊和人熊衝突的正確認識，以有效降低人類活動對黑熊族群存續的各種潛在威脅。
4. 有熊出沒地區的山屋附近應該要開闊，建議定期剷除山屋或遊憩據點週圍能夠使黑熊潛伏接近山屋的茂密草叢灌叢。開闊而乾淨的環境也會遏止民眾隨意丟垃圾及商業登山隊就近找遮蔽處隱藏登山器具或食物的情況。
5. 管理單位應設法控制入園者遺留的垃圾、食物和廚餘(來源可能包括一般登山客、商業登山團體以及步道設施維護修繕的營建廠商)，除應不定期派員上山稽查，也建議定期清理山屋內外積藏的各種垃圾，維持現場清潔。
6. 繫掛頸圈的臺灣黑熊個體持續追蹤，了解黑熊活動情形。

經營管理中期建議：

7. 任何園區內和鄰近區域的通報資料，建議應設法取得詳細資料，並設法將黑熊通報常規劃並定期盤點，以利長遠的經營管理。
8. 依據黑熊活動範圍和遊憩需求，逐一強化園區內山屋的硬體設施，例如防熊的鐵窗鐵門、置物櫃等。
9. 規劃系統性的黑熊監測，以掌握園區黑熊族群狀況。
10. 規劃重要黑熊食源植物的物候調查，了解環境資源與黑熊分布的關聯性。

經營管理長期建議：

國家公園應設法提升國家公園與鄰近非保護區域的整體生態緩衝區功能，並強化與相關管理單位或主管機關之間的合作，統籌相關保育資源和專業，提升以黑熊棲息地為主體考量的經營管理目標和作為，發揮如美國大黃石生態系(Greater Yellowstone Ecosystem)之於復育瀕危棕熊和保護完好的生態系統所扮演的關鍵角色，營造人熊共存共榮的環境。

柒、參考文獻

- 古馥宇。2018。臺灣水鹿(*Rusa unicolor swinhoii*)之相對族群量指標開發與評估。碩士論文。屏東科技大學。
- 林容安。2013。臺灣黑熊(*Ursus thibetanus formosanus*)族群存續力分析。碩士論文。國立屏東科技大學。
- 林宛青。2017。衛星定位追蹤玉山國家公園臺灣黑熊(*Ursus thibetanus formosanus*)之移動與活動模式。碩士論文。國立屏東科技大學。
- 林曜松。2002。國家生物多樣性研究之規劃報告。國科會生物科學發展處。
- 吳尹仁。2007。臺灣黑熊之棲息地利用及分布預測模式。碩士論文。國立屏東科技大學。100 頁。
- 邱祈榮。2010。臺灣現生天然植群圖集。行政院農業委員會林務局。
(政府資料開放平台 <https://data.gov.tw/dataset/9930>)
- 郭彥仁、翁國精、黃美秀。2021。誰吃了青剛櫟(*Cyclobalanopsis glauca*)? 玉山國家公園大分地區的櫟實取食壓力。國家公園學報 31(2): 42-57。
- 黃美秀、簡熒芸。2004。玉山國家公園楠梓仙溪地區中大型哺乳動物之族群監測。內政部營建署玉山國公園管理處。69 頁。
- 黃美秀、姚中翎、王穎、李培芬。2006。臺灣黑熊的分布圖繪製及保育現狀之探討。行政院農業委員會林務局。
- 黃美秀、王穎、劉曼儀。2008。臺灣黑熊於南臺灣之分布及棲地利用調查。行政院農業委員會林務局保育研究系列第 96-00-8-02 號。
- 黃美秀、林冠甫、何冠助。2010。玉山國家公園臺灣黑熊族群生態及遺傳狀況評估研究 (1/4)。內政部營建署玉山國公園管理處。
- 黃美秀、朱有田、蔡幸蓓、陳昇衛、蔡蕙雯。2012a。玉山國家公園臺灣黑熊族群生態及遺傳狀況評估研究 (3/4)。內政部營建署玉山國公園管理處。87 頁。
- 黃美秀、潘怡如、林容安。2012b。臺灣黑熊分布預測模式及保育行動綱領之建立 (二)。行政院農業委員會林務局保育研究系列第 100-14 號。
- 黃美秀、朱有田、蔡幸蓓、蔡蕙雯。2013。玉山國家公園臺灣黑熊族群生態及遺傳狀況評估研究 (4/4)。內政部營建署玉山國公園管理處。126 頁。
- 黃美秀、林宛青。2019。大雪山地區臺灣黑熊之族群監測和保育宣導。行政院農業委員會林務局東勢林區管理處。

- 黃美秀、張鈞皓、葉子維、高瑄鎂。2021 鳥瞰臺灣黑熊：玉山國家公園臺灣黑熊人造衛星追蹤暨生態監測計畫案。內政部營建署玉山國公園管理處。
- 彭筱晴。2022。大雪山地區臺灣黑熊 (*Ursus thibetanus formosanus*) 的活動範圍和棲息地選擇模式
- 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
- 蔡幸蒨。2011。臺灣黑熊 (*Ursus thibetanus formosanus*) 族群相對豐富度及分布預測模式。碩士論文。國立屏東科技大學。
- 葉子維。2020。利用梯度提升樹建構玉山國家公園臺灣黑熊 (*Ursus thibetanus formosanus*) 棲地選擇模型。碩士論文。國立屏東科技大學。
- 顏士清。2012。以棲地適合度模式與 GPS 遙測技術探討臺灣水鹿之空間使用及不同尺度下之棲地選擇方式。博士論文。國立臺灣師範大學。
- 鍾佳玲。2019。台灣水鹿 (*Rusa unicolor swinhoii*) 歷史分布與豐度。碩士論文。國立屏東科技大學。
- Ayers, A. M., A. T. L. Allan, C. Howlett, A. S. W. Tordiffe, K. S. Williams, S. T. Williams, and R. A. Hill. 2019. Illuminating movement? Nocturnal activity patterns in chacma baboons. *Journal of Zoology* 310:287-297.
- Börger, L., N. Franconi, F. Ferretti, F. Meschi, G. D. Michele, A. Gantz, and T. Coulson. 2006. An integrated approach to identify spatiotemporal and individual-level determinants of animal home range size. *The American Naturalist* 168:471-485.
- Bacon, E. S., and G. M. Burghardt. 1976. Learning and color discrimination in the American black bear. *Bears: Their Biology and Management*:27-36.
- Bashir, T., T. Bhattacharya, K. Poudyal, Q. Qureshi, and S. Sathyakumar. 2018. Understanding patterns of distribution and space-use by *Ursus thibetanus* in Khangchendzonga, India: Initiative towards conservation. *Mammalian Biology* 92:11-20.
- Boydston, E. E., K. M. Kapheim, M. Szykman, and K. E. Holekamp. 2003. Individual variation in space use by female spotted hyenas. *Journal of Mammalogy* 84:1006-1018.
- Brandenburg, D. M. 1996. Effects of roads on behavior and survival of black bears in coastal North Carolina.
- Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 24:346-352.
- Burton, A. C., E. Neilson, D. Moreira, A. Ladle, R. Steenweg, J. T. Fisher, E. Bayne, S. Boutin, and P. Stephens. 2015. REVIEW: Wildlife camera trapping: a review and recommendations for linking surveys to ecological processes. *Journal of Applied Ecology*

52:675-685.

- Caro, T. Umbrella species: critique and lessons from East Africa. Cambridge University Press, 2003.
- Carroll, C., R. F. Noss, and P. C. Paquet. 2001. Carnivores as focal species for conservation planning in the Rocky Mountain region. *Ecological applications* 11:961-980.
- Cederlund, G., and H. Sand. 1994. Home-range size in relation to age and sex in moose. *Journal of Mammalogy* 75:1005-1012.
- Coulombe, M.-L., A. Massé, and S. D. Côté. 2006. Quantification and accuracy of activity data measured with VHF and GPS telemetry. *Wildlife Society Bulletin* 34:81-92.
- Craine, J. M., A. J. Elmore, K. Olson, and D. Tolleson. 2010. Climate change and cattle nutritional stress. *Global Change Biology* 16:2901-2911.
- D'Eon, R. G., and D. Delparte. 2005. Effects of radio-collar position and orientation on GPS radio-collar performance, and the implications of PDOP in data screening. *Journal of Applied Ecology* 42:383-388.
- Dahle, B., and J. E. Swenson. 2003. Home ranges in adult Scandinavian brown bears (*Ursus arctos*): effect of mass, sex, reproductive category, population density and habitat type. *Journal of Zoology* 260:329-335.
- Ditmer, M. A., S. J. Rettler, J. R. Fieberg, P. A. Iaizzo, T. G. Laske, K. V. Noyce, and D. L. Garshelis. 2018. American black bears perceive the risks of crossing roads. *Behavioral Ecology* 29:667-675.
- Dobey, S., D. V. Masters, B. K. Scheick, J. D. Clark, M. R. Pelton, and M. E. Sunkist. 2005. Ecology of Florida black bears in the Okefenokee-Osceola ecosystem. *Wildlife Monographs* 158:1-41.
- Entwistle, A. C., and N. Dunstone. 2000. Future priorities for mammalian conservation. *CONSERVATION BIOLOGY SERIES-CAMBRIDGE-*:369-387.
- Fuller, T. K., and P. R. Sievert. 2001. Carnivore demography and the consequences of. *Carnivore conservation* 5:163.
- Gantchoff, M., G. Wang, D. Beyer, and J. Belant. 2018. Scale-dependent home range optimality for a solitary omnivore. *Ecology and evolution* 8:12271-12282.
- Garshelis, D. 2009. Handbook of the Mammals of the World, Vol. 1, Carnivores.
- Garshelis, D. L., and M. R. Pelton. 1981. Movements of black bears in the Great Smoky Mountains national park. *The Journal of wildlife management*:912-925.
- Gervasi, V., S. Brunberg, J. E. Swenson, and J. Bowman. 2006. An Individual-Based Method to Measure Animal Activity Levels: A Test on Brown Bears. *Wildlife Society Bulletin* 34:1314-1319.

- Ghiyamat, A., H. Z. M. Shafri, G. A. Mahdiraji, A. R. M. Shariff, and S. Mansor. 2013. Hyperspectral discrimination of tree species with different classifications using single-and multiple-endmember. *International journal of applied earth observation and geoinformation* 23:177-191.
- Gunther, K. A., M. A. Haroldson, K. Frey, S. L. Cain, J. Copeland, and C. C. Schwartz. 2004. Grizzly bear–human conflicts in the Greater Yellowstone ecosystem, 1992–2000. *Ursus* 15:10-22.
- Harestad, A. S., and F. Bunnell. 1979. Home range and body weight--A reevaluation. *Ecology* 60:389-402.
- Heurich, M., A. Hilger, H. Kuchenhoff, H. Andren, L. Bufka, M. Krofel, J. Mattisson, J. Odden, J. Persson, G. R. Rauset, K. Schmidt, and J. D. Linnell. 2014. Activity patterns of Eurasian lynx are modulated by light regime and individual traits over a wide latitudinal range. *PloS one* 9:e114143.
- Hostetler, J. A., J. W. McCown, E. P. Garrison, A. M. Neils, M. A. Barrett, M. E. Sunquist, S. L. Simek, and M. K. Oli. 2009. Demographic consequences of anthropogenic influences: Florida black bears in north-central Florida. *Biological Conservation* 142:2456-2463.
- Hsiao, C., Y.-T. Ju, C.-H. Chang, S.-W. Chen, H.-W. Tsai, L. Wang, W.-C. Lin, and M.-H. Hwang. 2022. Genetic status and conservation implications of endangered Formosan black bears. *Ursus* 2022(33e10).
- Hwang, M.-H. 2003. Ecology of Asiatic black bears and people-bear interactions in Yushan National Park, Taiwan. University of Minnesota.
- Hwang, M.-H., D. L. Garshelis, and Y. Wang. 2002. Diets of Asiatic black bears in Taiwan, with methodological and geographical comparisons. *Ursus*:111-125.
- Hwang, M.-H., D. L. Garshelis, Y.-H. Wu, and Y. Wang. 2010. Home ranges of Asiatic black bears in the Central Mountains of Taiwan: Gauging whether a reserve is big enough. *Ursus* 21:81-96.
- Hwang, M., and Y. Wang. 2006. The status and management of Asiatic black bears in Taiwan. *Understanding Asian bears to secure their future*. Japan Bear Network, Japan:107-110.
- Hwang, M. H., and D. Garshelis. 2007. Activity patterns of Asiatic black bears (*Ursus thibetanus*) in the Central Mountains of Taiwan. *Journal of Zoology* 271:203-209.
- Izumiya, S., and T. Shiraishi. 2004. Seasonal changes in elevation and habitat use of the Asiatic black bear (*Ursus thibetanus*) in the Northern Japan Alps. *Mammal Study* 29:1-8.
- Jachowski, D., R. Slotow, and J. Millsaugh. 2014. Good virtual fences make good neighbors: opportunities for conservation. *Animal Conservation* 17:187-196.
- Johann, F., M. Handschuh, P. Linderoth, C. F. Dormann, and J. Arnold. 2020. Adaptation of wild boar (*Sus scrofa*) activity in a human-dominated landscape. *BMC Ecol* 20:4.

- Johnson, D. H. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology* 61:65-71.
- Kaczensky, P., D. Huber, F. Knauer, H. Roth, A. Wagner, and J. Kusak. 2006. Activity patterns of brown bears (*Ursus arctos*) in Slovenia and Croatia. *Journal of Zoology* 269:474-485.
- Karlin, M., and G. De La Paz. 2015. Using camera-trap technology to improve undergraduate education and citizen-science contributions in wildlife research. *The Southwestern Naturalist* 60:171-179.
- Kasworm, W. F., and T. L. Manley. 1990. Road and trail influences on grizzly bears and black bears in northwest Montana. *Bears: Their Biology and Management*:79-84.
- Katrak-Adefowora, R., J. L. Blickley, and A. J. Zellmer. 2020. Just-in-time training improves accuracy of citizen scientist wildlife identifications from camera trap photos. *Citizen Science: Theory and Practice* 5.
- Kautz, T. M., N. L. Fowler, T. R. Petroelje, D. E. Beyer, N. J. Svoboda, and J. L. Belant. 2021. Large carnivore response to human road use suggests a landscape of coexistence. *Global Ecology and Conservation* 30:e01772.
- Kearney, S. P., T. A. Larsen, T. R. H. Goodbody, N. C. Coops, and G. B. Stenhouse. 2021. Characterizing Off-Highway Road Use with Remote-Sensing, Social Media and Crowd-Sourced Data: An Application to Grizzly Bear (*Ursus Arctos*) Habitat. *Remote Sensing* 13.
- Kernohan, B. J., R. A. Gitzen, and J. J. Millsaugh. 2001. Analysis of animal space use and movements. Pages 125-166 in *Radio tracking and animal populations*. Elsevier.
- Kjellander, P., A. Hewison, O. Liberg, J.-M. Angibault, E. Bideau, and B. Cargnelutti. 2004. Experimental evidence for density-dependence of home-range size in roe deer (*Capreolus capreolus*): a comparison of two long-term studies. *Oecologia* 139:478-485.
- Koehler, G. M., and D. J. Pierce. 2003. Black bear home-range sizes in Washington: climatic, vegetative, and social influences. *Journal of Mammalogy* 84:81-91.
- Kostyria, A., I. Seryodkin, and D. Goodrich. Home range of the Asiatic black bears of east macroslope central Sikhote-Alin. 2002.
- Kowalczyk, R., A. Zalewski, and J. Bogumiła. 2006. Daily movement and territory use by badgers *Meles meles* in Białowieża Primeval Forest, Poland. *Wildlife biology* 12:385-391.
- Ladle, A., T. Avgar, M. Wheatley, G. B. Stenhouse, S. E. Nielsen, and M. S. Boyce. 2019. Grizzly bear response to spatio-temporal variability in human recreational activity. *Journal of Applied Ecology* 56:375-386.
- Larivière, S., J. Huot, and C. Samson. 1994. Daily activity patterns of female black bears in a northern mixed-forest environment. *Journal of Mammalogy* 75:613-620.
- Laver, P. N., and M. J. Kelly. 2008. A critical review of home range studies. *The Journal of*

- wildlife management 72:290-298.
- Lewis, J. S., J. L. Rachlow, E. O. Garton, and L. A. Vierling. 2007. Effects of habitat on GPS collar performance: using data screening to reduce location error. *Journal of Applied Ecology* 44:663-671.
- Mace, R. D., J. S. Waller, T. L. Manley, L. J. Lyon, and H. Zuuring. 1996. Relationships among grizzly bears, roads and habitat in the Swan Mountains Montana. *Journal of Applied Ecology*:1395-1404.
- Mandel, J., K. Bildstein, G. Bohrer, and D. Winkler. 2008. Movement ecology of migration in turkey vultures. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105:19102-19107.
- Manly, B., L. McDonald, D. L. Thomas, T. L. McDonald, and W. P. Erickson. 2007. Resource selection by animals: statistical design and analysis for field studies. Springer Science & Business Media.
- Martin, J. 2009. Habitat selection and movement by brown bears in multiple-use landscapes. Norwegian University of Life Sciences, Department of Ecology and Natural
- McLellan, B., and D. Shackleton. 1988. Grizzly bears and resource-extraction industries: effects of roads on behaviour, habitat use and demography. *Journal of Applied Ecology*:451-460.
- McLoughlin, P. D., and S. H. Ferguson. 2000. A hierarchical pattern of limiting factors helps explain variation in home range size. *Ecoscience* 7:123-130.
- McShea, W. J., T. Forrester, R. Costello, Z. He, and R. Kays. 2016. Volunteer-run cameras as distributed sensors for macrosystem mammal research. *Landscape Ecology* 31:55-66.
- Nellemann, C., O.-G. Støen, J. Kindberg, J. E. Swenson, I. Vistnes, G. Ericsson, J. Katajisto, B. P. Kaltenborn, J. Martin, and A. Ordiz. 2007. Terrain use by an expanding brown bear population in relation to age, recreational resorts and human settlements. *Biological Conservation* 138:157-165.
- Nielsen, S. E., M. S. Boyce, and G. B. Stenhouse. 2004. Grizzly bears and forestry: I. Selection of clearcuts by grizzly bears in west-central Alberta, Canada. *Forest ecology and Management* 199:51-65.
- Ordiz, A., S. Sæbø, J. Kindberg, J. Swenson, and O. G. Støen. 2017. Seasonality and human disturbance alter brown bear activity patterns: implications for circumpolar carnivore conservation? *Animal Conservation* 20:51-60.
- Packer, C., M. Kosmala, H. S. Cooley, H. Brink, L. Pintea, D. Garshelis, G. Purchase, M. Strauss, A. Swanson, and G. Balme. 2009. Sport hunting, predator control and conservation of large carnivores. *PloS one* 4:e5941.
- Papouchis, C. M., F. J. Singer, and W. B. Sloan. 2001. Responses of desert bighorn sheep to increased human recreation. *The Journal of wildlife management*:573-582.

- Peyton, B., C. Servheen, and S. Herrero. 1999. An overview of bear conservation planning and implementation. Bears. Status survey and conservation action plan:8-24.
- Powell, R. A., R. A. Powell, J. W. Zimmerman, and D. E. Seaman. 1997. Ecology and behaviour of North American black bears: home ranges, habitat, and social organization. Volume 4. Springer Science & Business Media.
- Pu, R., and S. Landry. 2012. A comparative analysis of high spatial resolution IKONOS and WorldView-2 imagery for mapping urban tree species. Remote Sensing of Environment 124:516-533.
- Pulliam, H. R. 1988. Sources, sinks, and population regulation. The American Naturalist 132:652-661.
- Reynolds-Hogland, M. J., and M. S. Mitchell. 2007. Effects of roads on habitat quality for bears in the southern Appalachians: a long-term study. Journal of Mammalogy 88:1050-1061.
- Rivrud, I. M., L. E. Loe, and A. Myrsetrud. 2010. How does local weather predict red deer home range size at different temporal scales? Journal of Animal Ecology 79:1280-1295.
- Roberge, J. M., and P. Angelstam. 2004. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. Conservation Biology 18:76-85.
- Sahlen, V., A. Friebe, S. Saebo, J. E. Swenson, and O. G. Stoen. 2015. Den Entry Behavior in Scandinavian Brown Bears: Implications for Preventing Human Injuries. J Wildl Manage 79:274-287.
- Sathyakumar, S., L. Sharma, and S. Charoo. 2015. Ecology of Asiatic black bear (*Ursus thibetanus*) in Dachigam National Park, Kashmir, India. Final project report, Dehradun.
- Seaman, D. E., and R. A. Powell. 1996. An evaluation of the accuracy of kernel density estimators for home range analysis. Ecology 77:2075-2085.
- Signer, J., N. Balkenhol, M. Ditmer, and J. Fieberg. 2015. Does estimator choice influence our ability to detect changes in home-range size? Animal Biotelemetry 3:1-9.
- Simek, S. L., J. L. Belant, Z. Fan, B. W. Young, B. D. Leopold, J. Fleming, and B. Waller. 2015. Source populations and roads affect American black bear recolonization. European journal of wildlife research 61:583-590.
- Sorensen, A., G. Stenhouse, M. Bourbonnais, and T. Nelson. 2015. Effects of habitat quality and anthropogenic disturbance on grizzly bear (*Ursus arctos horribilis*) home-range fidelity. Canadian Journal of Zoology 93:857-865.
- South, A. 1999. Extrapolating from individual movement behaviour to population spacing patterns in a ranging mammal. Ecological modelling 117:343-360.
- Stache, A., E. Heller, T. Hothorn, and M. Heurich. 2013. Activity patterns of European roe

- deer (*Capreolus capreolus*) are strongly influenced by individual behaviour. *Folia Zoologica* 62:67-75.
- Stache, A., P. Löttker, and M. Heurich. 2012. Red deer telemetry: Dependency of the position acquisition rate and accuracy of GPS collars on the structure of a temperate forest dominated by European beech and Norway spruce. *Silva Gabreta* 18:35-48.
- Steiniger, S., T. Timmins, and A. Hunter. Implementation and comparison of home range estimators for grizzly bears in Alberta, Canada, based on GPS data. 2010.
- Takahata, C., A. Takii, and S. Izumiyama. 2017. Season-specific habitat restriction in Asiatic black bears, Japan. *The Journal of wildlife management* 81:1254-1265.
- Thomas, D. L., and E. J. Taylor. 1990. Study designs and tests for comparing resource use and availability. *The Journal of wildlife management*:322-330.
- Trolliet, F., C. Vermeulen, M.-C. Huynen, and A. Hambuckers. 2014. Use of camera traps for wildlife studies: a review. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 18.
- Ulrey, W. A. 2008. Home range, habitat use, and food habits of the black bear in south-central Florida.
- van Beest, F. M., I. M. Rivrud, L. E. Loe, J. M. Milner, and A. Mysterud. 2011. What determines variation in home range size across spatiotemporal scales in a large browsing herbivore? *Journal of Animal Ecology* 80:771-785.
- Waller, J. S., and C. Servheen. 2005. Effects of transportation infrastructure on grizzly bears in northwestern Montana. *The Journal of wildlife management* 69:985-1000.
- Wang, Y. 1999. Status and management of the Asiatic black bear in Taiwan. Pages 213-215 *in* C. Servheen, editor. *Bears : status survey and conservation action plan*. IUCN, Gland, Switzerland.
- Wearn, O., and P. Glover-Kapfer. 2017. Camera-trapping for conservation: a guide to best-practices. *WWF conservation technology series* 1:181.
- Worton, B. 1987. A review of models of home range for animal movement. *Ecological modelling* 38:277-298.
- Worton, B. J. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology* 70:164-168.

捌、附錄

附錄 一、根據行政院農業委員會林務局之臺灣現生天然植群圖分類（邱祈榮, 2010）定義本研究植生分類。

群系綱	群系亞綱	群系	傳統植被帶（非國家植群分類系統項目）	本研究分類
森林	闊葉林	上部山地—山地—下部山地崩塌地	上部山地植被帶（鐵杉林帶）	闊葉林
森林	闊葉林	下部山地—低地次生常綠闊葉林	下部山地植被帶（楠櫨林帶）	闊葉林
森林	闊葉林	下部山地常綠闊葉林	下部山地植被帶（楠櫨林帶）	闊葉林
森林	闊葉林	山地—下部山地—低地半落葉闊葉	山地植被帶（上部櫟林帶及部櫟林帶）	闊葉林
森林	闊葉林	山地常綠闊葉林	山地植被帶（上部櫟林帶及下部櫟林帶）	闊葉林
森林	闊葉林	山地常綠闊葉矮林	山地植被帶（上部櫟林帶及部櫟林帶）	闊葉林
森林	闊葉林	低地常綠闊葉林	低地植被帶（榕楠林帶）	闊葉林
森林	闊葉林	竹林	低地植被帶（榕楠林帶）	闊葉林
森林	針闊葉	上部山地—山地—下部山地針闊葉	上部山地植被帶（鐵杉林帶）	針闊葉林
森林	針闊葉	上部山地針闊葉混淆林	上部山地植被帶（鐵杉林帶）	針闊葉林
森林	針闊葉	山地針闊葉混淆林	山地植被帶（上部櫟林帶及部櫟林帶）	針闊葉林
森林	針葉林	上部山地—山地—下部山地次生針	上部山地植被帶（鐵杉林帶）	針葉林
森林	針葉林	上部山地針葉林	上部山地植被帶（鐵杉林帶）	針葉林
森林	針葉林	山地針葉林	山地植被帶（上部櫟林帶及部櫟林帶）	針葉林
森林	針葉林	亞高山針葉林	亞高山植被帶（冷杉林帶）	針葉林
人工植群	人工植生	人工林	人工植被及其他土地利用類型	人工林
其他	其他	水域	人工植被及其他土地利用類型	水域及裸地
其他	其他	天然裸露地	人工植被及其他土地利用類型	水域及裸地
特殊棲地植群	岩壁與碎石坡	下部山地—低地岩壁及碎石坡植群	下部山地植被帶（楠櫨林帶）	水域及裸地
特殊棲地植群	岩壁與碎石坡	亞高山—上部山地—山地岩壁及碎石坡植群	亞高山植被帶（冷杉林帶）	水域及裸地

附錄 一、根據行政院農業委員會林務局之臺灣現生天然植群圖分類（邱祈榮, 2010）定義本研究植生分類(續)。

群系綱	群系亞綱	群系	傳統植被帶（非國家植群分類系統項目）	本研究分類
灌叢	針闊葉	下部山地—低地闊葉灌叢	下部山地植被帶（楠櫨林帶）	灌叢
灌叢	針闊葉	亞高山—上部山地—山地針闊葉灌叢	亞高山植被帶（冷杉林帶）	灌叢
灌叢	針闊葉	高山針闊葉灌叢	高山植被帶	灌叢
草本植群	草本植群	下部山地—低地草本植群	下部山地植被帶（楠櫨林帶）	草本植群
草本植群	草本植群	亞高山—上部山地—山地草本植群	亞高山植被帶（冷杉林帶）	草本植群
草本植群	草本植群	高山草本植群	高山植被帶	草本植群
其他	其他	人工裸露地	人工植被及其他土地利用類型	人為用地
其他	其他	建地	人工植被及其他土地利用類型	人為用地
人工植群	人工植生	耕地	人工植被及其他土地利用類型	人為用地

附錄 二、繫放研究臺灣黑熊個體(BB02)追蹤報告。

繫放研究臺灣黑熊個體(BB02) 地面追蹤搜索報告

一、執行單位：國立屏東科技大學野生動物保育研究所

二、計劃依據：108-110年鳥瞰臺灣黑熊：玉山國家公園臺灣黑熊人造衛星追蹤暨生態監測計畫

111年度玉山國家公園臺灣黑熊族群監測暨保育行動策略推廣

三、追蹤行程期間與地點：

1. 2021/10/7-2021/10/8 清水林道、清水溪
2. 2021/12/27-2021/12/29 瓦拉米步道山風-黃麻溪
3. 2022/1/27 清水林道、長良林道

四、任務目標：

1. 偵測並定位衛星發報器頸圈(YNP-BB02, Collar ID: 39919)位置
2. 下載衛星發報器頸圈數據
3. 若判斷頸圈脫落，搜索頸圈

五、任務實際執行情況：

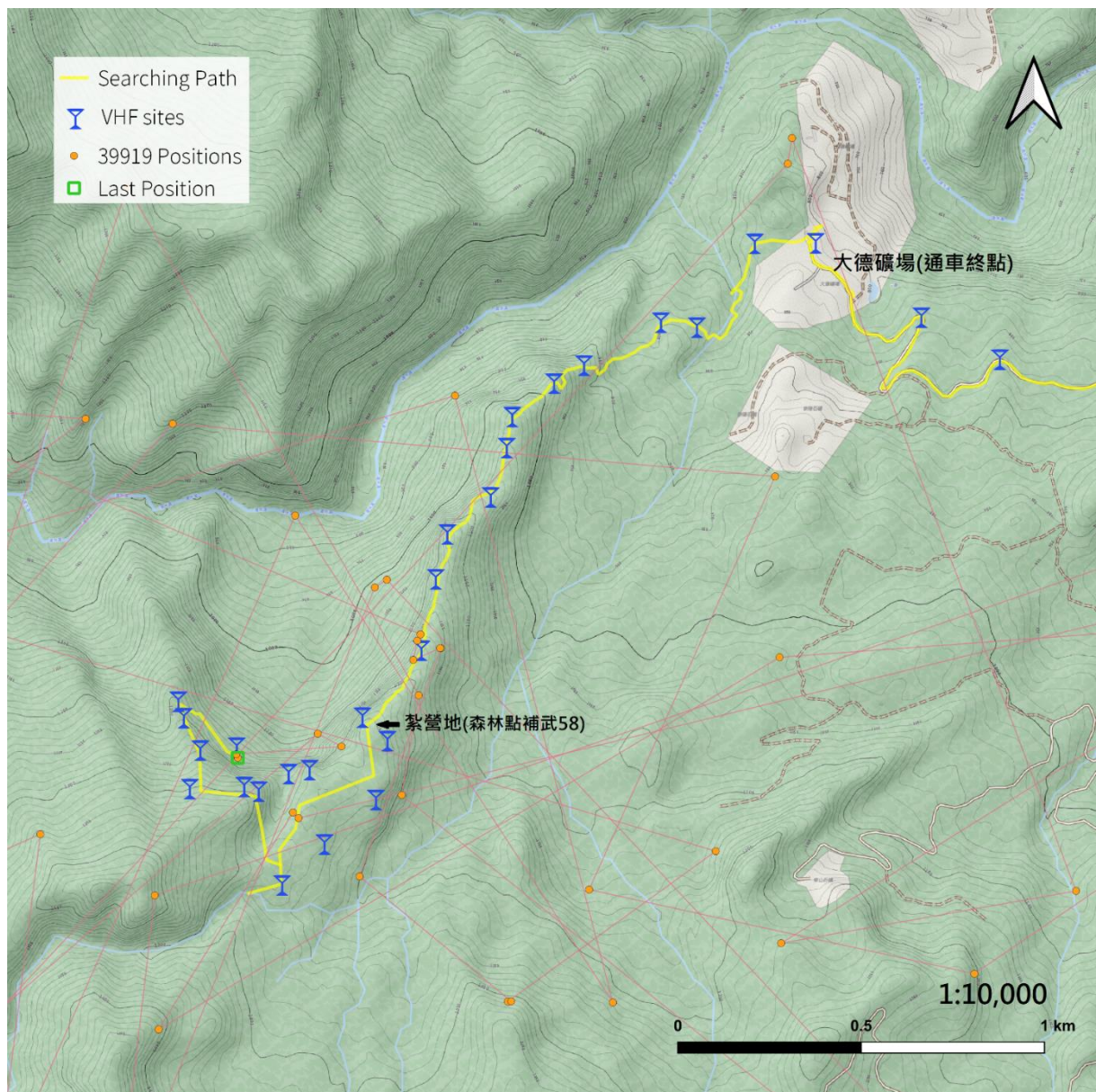
1. 2021/10/7-2021/10/8 清水林道、清水溪
全程皆未偵測到頸圈 VHF 及 UHF 訊號，至頸圈最後回傳點位搜索，亦未尋獲頸圈。
2. 2021/12/27-2021/12/29 瓦拉米步道:山風登山口-12k黃麻溪支流
全程皆未偵測到頸圈 VHF 及 UHF 訊號。
3. 2022/1/27 清水林道、長良林道
全程皆未偵測到頸圈 VHF 及 UHF 訊號。

六、分析與研判

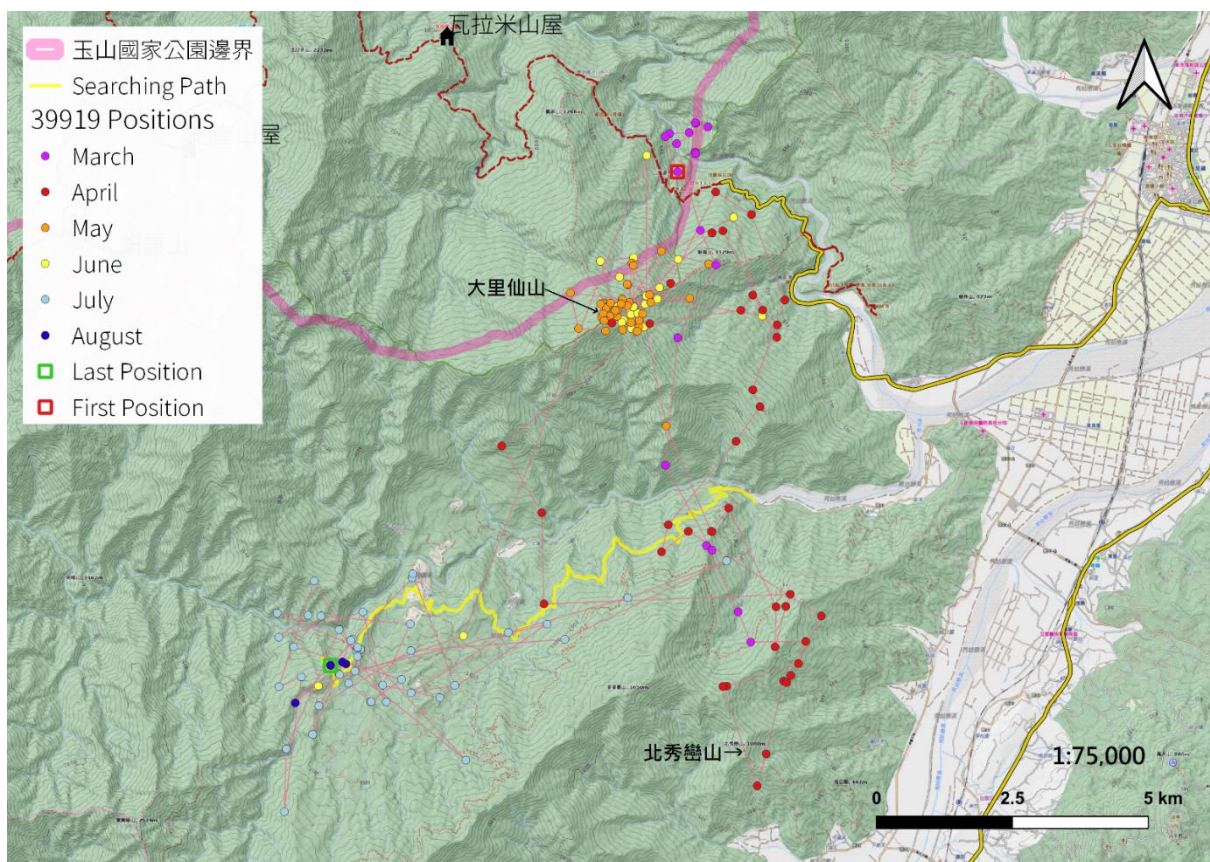
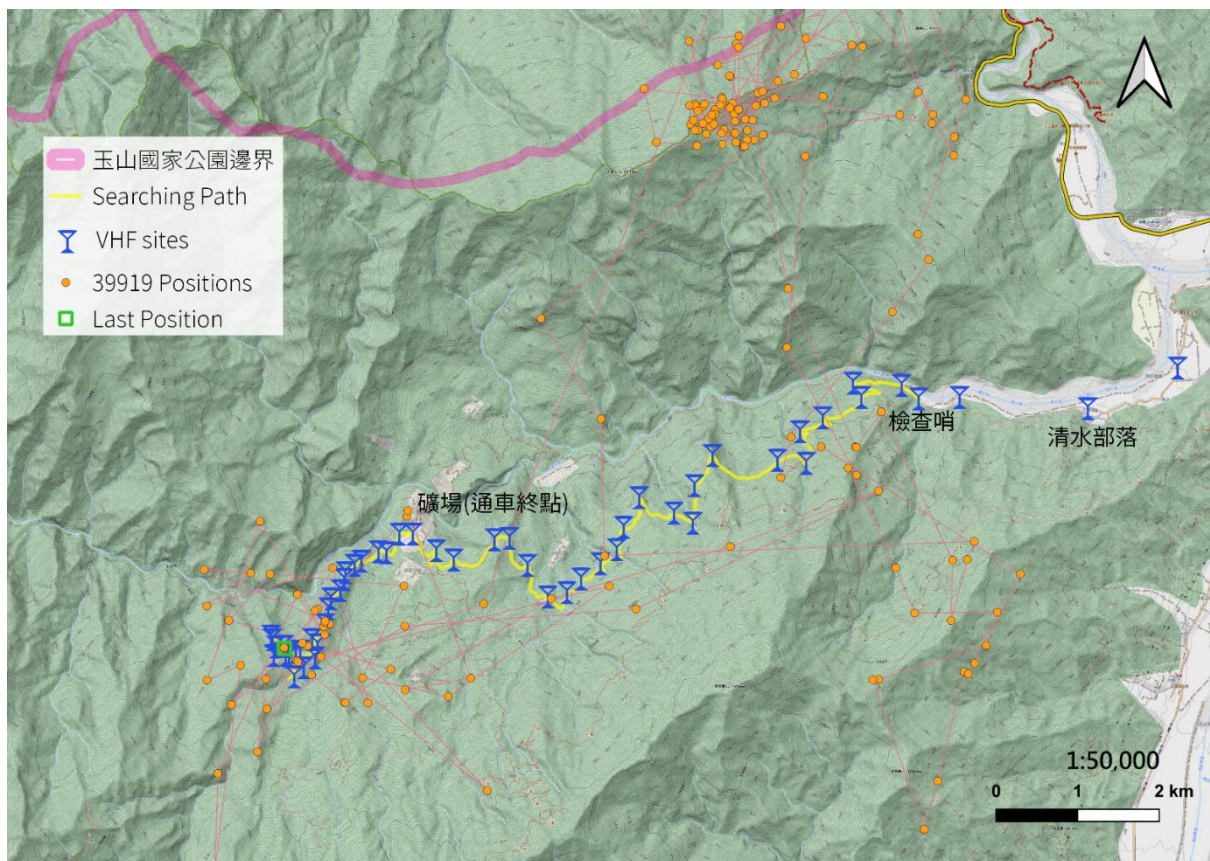
未偵測到頸圈，推測有三種可能：

1. 39919離開最後定位點後遠離該地區，頸圈脫落在屏蔽訊號的地方。
2. 頸圈故障 a. VHF和GPS同時故障、b.GPS故障， 39919遠離操作VHF偵測區域。
3. 頸圈受外力破壞(不排除39919遭人獵殺)。

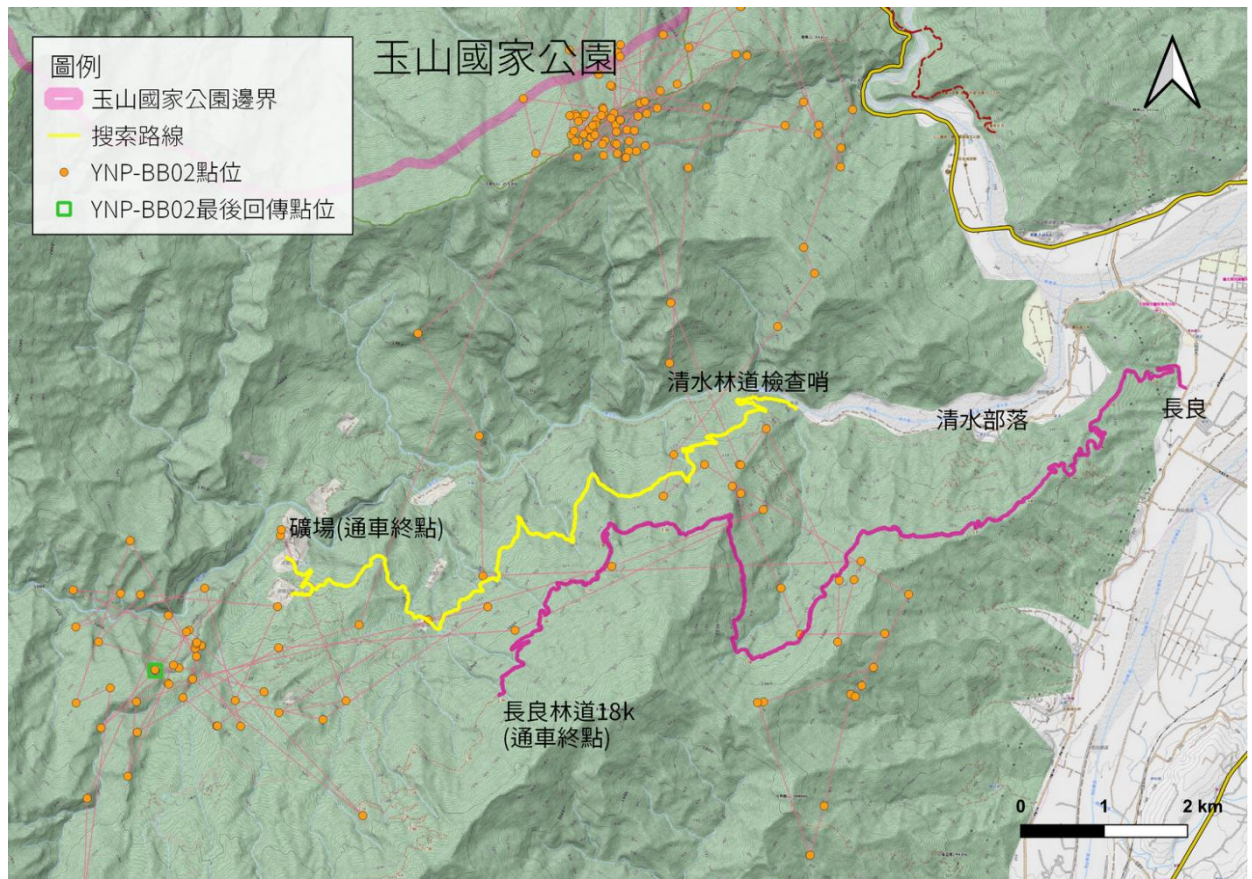
七、 追蹤搜索航跡與39919點位圖



▲ 2021/10/7-10/8清水林道及清水溪流流域搜索航跡、VHF 偵測點位與黑熊衛星定位點地形圖



▲ 2021/10/7-10/8清水林道及清水溪流域搜索航跡與黑熊衛星定位點地形圖



▲2022/1/27清水林道與長良林道 VHF 搜索航跡與黑熊衛星定位點地形圖

附錄 三、繫放研究臺灣黑熊個體(BB03)追蹤報告。

繫放研究臺灣黑熊個體(BB03)地面追蹤搜索報告

一、執行單位：國立屏東科技大學野生動物保育研究所

二、計劃依據：108-110年鳥瞰臺灣黑熊：玉山國家公園臺灣黑熊人造衛星追蹤暨生態監測計畫

三、團隊成員：張鈞皓(領隊)、李其軒(技術協作)、汪葦如(技術協作)

四、活動地點：瓦拉米步道à黃麻溪支流

五、活動期間：2021/12/27-2021/12/29

六、任務目標：尋找並回收黑熊BB03衛星發報器頸圈(ID:39915)

七、實際行程與工作執行情況：

日期	預計行程與工作項目
D1(12/27)	玉里à瓦拉米步道登山口à12k 瓦拉米吊橋à黃麻溪支流à擇地紮營 C1
D2(12/28)	C1à頸圈最後點位(WGS84: 23.34151, 121.17833)搜尋àC1
D3(12/29)	C1à瓦拉米步道à登山口

1. 黃麻溪支流沿途經過至少5個落差超過5 m的瀑布，皆由兩岸高繞通過。
2. 溪谷兩側有許多胸高徑超過80公分的殼斗科大樹，主要為鬼欖和大葉石欖，這些大樹上多有舊黑熊爪痕。
3. 沿途發現一舊營地痕跡(23.34143, 121.17998)，有酒瓶、塑膠瓶，應為獵人營地。
4. 溪谷及週圍地面有許多鬼欖落果，皆已老熟而未被動物吃掉，推測甫經過的秋季鬼欖產量高。
5. 頸圈發現處為邊坡旁一新崩塌鬆軟土石堆，頸圈被厚約30公分的土石掩埋，大約挖掘15分鐘才取出。
6. 頸圈電池非drop-off裝置端，一顆pin大約被拉出了4mm，推測是黑熊曾用力拉扯，並於黑熊在邊坡上休息時脫落，後頸圈又因降雨，隨土石被沖落掩埋(經查活動模式紀錄，沖落日期應為10/4)。

八、檢討事項

1. 自頸圈脫落後持續有點位傳回，應先篩選頸圈精度衰減因子(DOP)較低的點位作為主要搜尋目標。
2. 溪谷中水聲會造成干擾，測VHF應該戴耳機。
3. 應留意不穩定的邊坡地形，頸圈有掉落並被掩埋的可能性。

九、行程照片紀錄



圖1. 頸圈埋藏於約30公分厚土石下方



圖2. 挖掘出頸圈位置



圖3. 頸圈被埋藏的邊坡崩塌處



圖4. 頸圈電池旁一顆 pin 被拉出約4mm



圖5. 頸圈電池旁一顆 pin 被拉出約4mm，電池外殼有爪痕。



圖6. 發現頸圈的溪谷。



圖7. 團隊合影。



圖8. 技術協作團隊。

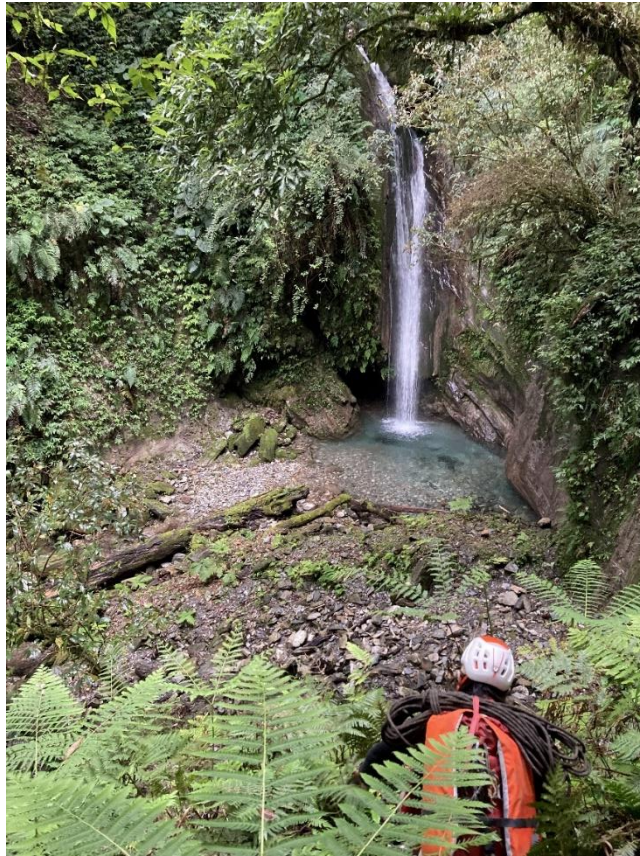


圖9. 溪谷多瀑布與深潭。



圖10. 溪谷中的舊獵人營地。



圖11. 溪谷中多熊爪痕。

附錄 四、本計畫臺灣黑熊保育教育推廣及宣導相關活動照片與紀錄。

2022 年 08 月 20 日「2022 玉山國家公園有熊國系列講座－臺灣黑熊生態習性與人熊共存之遇到熊怎麼辦？」活動照片。



1.專任助理 張鈞皓為民眾進行臺灣黑熊生態習性的解說。



2.專任助理 張鈞皓解說使用自動相機監測拍攝到臺灣黑熊。



3.民眾聆聽專任助理 張鈞皓解說課程。



4.原定位置已滿，民眾站在聆聽專任助理 張鈞皓解說課程。



5.專任助理 張鈞皓利用台灣黑熊保育協會東部教育館的模型進行世界八大熊解說教學。



6.台灣黑熊保育協會志工帶領民眾進行黑熊骨骼生理構造解說。

附錄 四、本計畫臺灣黑熊保育教育推廣及宣導相關活動照片與紀錄(續)。

2022 年 08 月 22 日「2022 玉山國家公園臺灣黑熊監測自動相機培力工作坊」活動照片。



1.玉山國家公園管理處 林忠杉副處長
為本活動開場致詞。



2.專任助理 張鈞皓進行自動相機監測
以及本計畫監測樣區說明。



3.專任助理 張鈞皓至戶外進行自動相
機架設實務教學。



4.工作人員實際進行相機設定解說教
學。



5.參加學員分組學習操作自動相機設
定。



6.參加學員將設定完成的相機實際架
設在樹上。

附錄 四、本計畫臺灣黑熊保育教育推廣及宣導相關活動照片與紀錄(續)。

2022 年 09 月 01 日「國家公園保育成果與經營管理研討會-生物多樣性目標之實踐—【黑熊研究調查體驗營】戶外導覽解說」。



1.計畫主持人 黃美秀教授帶領學員至玉山國家公園東部園區進行臺灣黑熊野外痕跡踏查。



2.計畫主持人 黃美秀教授帶領學員觀察臺灣黑熊在樹上留下的痕跡與辨識方法與技巧。



3.帶領學員行徑在臺灣黑熊出沒的步道以及認識周遭生態環境植物。



4.帶領學員行徑在臺灣黑熊出沒的步道以及認識周遭生態環境植物。

附錄 五、玉山國家公園臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊計畫書。

玉山國家公園臺灣黑熊 救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊 活動計畫書



指導單位：玉山國家公園管理處

主辦單位：國立屏東科技大學 野生動物保育研究所

辦理依據：111年度玉山國家公園臺灣黑熊族群監測暨保育行動策略推廣計畫

計畫名稱: 玉山國家公園臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊

壹、計畫背景與目標:

玉山國家公園是臺灣黑熊重要棲息地，長期研究累積了大量生態習性和保育科研資料，另一方面因其豐富的人文及自然景觀資源，吸引無數遊客前往遊歷，也是山野及生態教育的重要據點。有鑑於近年臺灣黑熊救傷與人熊衝突事件發生頻仍，以及因政府山林開放政策興起的登山熱潮，有必要強化玉山國家公園對相關事件的防範和處理能力。

本工作坊將安排人熊衝突與野生動物救傷基礎學理課程，也將以臺灣過往相關事件為例做系統性分析與檢討，並邀請曾處理相關黑熊事件的相關單位進行案例報告與經驗分享，此外也將設計相關情境案例，由參與學員共同討論對策並提供建議。

工作坊除由玉山國家公園管理處同仁參加，也擬邀請相關鄰近政府單位(包括國家公園警察小隊、林務局嘉義、南投林區管理處)、野生動物救援與醫療單位參與。另外亦將開放部分名額供其他國家公園、學術機構，相關民間保育組織等單位參與。

貳、指導/主辦單位

玉山國家公園管理處/國立屏東科技大學野生動物保育研究所

參、活動日期時間

2022/9/5(一) 9:00-17:00

肆、活動地點

玉山國家公園管理處(南投縣水里鄉中山路一段 515 號)

伍、參加對象

- (1) 玉山國家公園管理處同仁
- (2) 野生動物保育及管理相關單位(縣市政府、林務局、其他國家公園)
- (3) 野生動物及獸醫學研究相關學術單位和機構
- (4) 執法單位(國家公園警察小隊、保安警察第七總隊)
- (5) 民間野生動物保育及救援組織

陸、 活動內容

一、 課程形式

(一) 專題演講

(二) 分組討論-沙盤推演

學員 10 人左右分為一組，主辦單位將提供臺灣黑熊救傷、人熊衝突事件情境各一，由各小組討論應變方式，因應未來相似事件的風險管理策略。

(三) 成果分享與綜合討論

各小組輪流報告: (1)各組情境說明、(2)應變方式、(3)因應未來相似事件的風險管理策略。其他組別可針對報告內容提出疑慮或建議。

二、 活動流程表詳見附件

玖、 報名資訊

一、 報名網址:

尚未開放報名

二、 工作坊聯繫窗口:

張鈞皓 專案計畫助理(hny6109@gmail.com)

拾、 其他

若活動遭遇颱風等天然災害，則延期舉辦

附件:活動流程表。

時間	課程	講者
08:40-09:00	報到	
Section 1 臺灣黑熊保育與經營管理、人熊衝突、瀕危物種救傷概述 主持人: 盧淑妃 處長		
09:00-09:20	玉山國家公園臺灣黑熊保育與經營管理歷程	郭淳茶 課長
09:20-9:40	人熊衝突-21 世紀世界熊類動物保育重要課題	黃美秀 教授
9:40-10:00	由臺灣黑熊人造衛星追蹤研究探討人熊衝突風險	黃美秀 教授
10:00-10:20	獸醫觀點看瀕危野生動物的救傷	余品與 副教授
10:20-10:30	Q & A	
10:30-10:40	Coffee break	
Section 2 案例分享與討論 I- 野生傷病黑熊及落單幼熊救援 主持人: 詹芳澤 研究員		
10:40-10:50	近年臺灣黑熊救傷與人熊衝突案件通報概況	張鈞皓 獸醫師
	落單幼熊救援	
10:50-11:00	案例 1: 南安落單小熊(2018)	花蓮林管處
11:00-11:10	案例 2: 廣原及利稻落單小熊(2019)	臺東林管處
11:10-11:20	Q & A	
	野生傷病黑熊救援	
11:20-11:30	案例 3: 卓溪黑熊受困山豬套索陷阱(2019)	花蓮林管處
11:30-11:40	案例 4: 錦屏、崁頂黑熊受困山豬套索陷阱(2020)	臺東林管處
11:40-11:50	案例 5: 大雪山森林遊樂區牙疾黑熊(2018)	東勢林管處
11:50-12:00	Q & A	
12:00-13:00	午休	

Section 3 野生傷病黑熊救傷、收容照養及野放評估

主持人: 余品奐 副教授

13:00-13:15	野生傷病黑熊的前線處置與考量	張鈞皓 獸醫師
13:15-13:30	傷病黑熊的後送醫療	陳貞志 副教授
13:30-13:45	傷病黑熊的復健訓練與野放評估	詹芳澤 研究員
13:45-14:00	傷病黑熊的長期收容及照養	陳元龍 副研究員
14:00-14:10	Q & A	

Section 4 案例分享與討論 II - 臺灣黑熊人熊衝突事件

主持人: 陳貞志 副教授

14:10-14:25	案例 6: 美雅谷養蜂場、卓溪禽舍人熊衝突事件	台灣黑熊保育協會
14:25-14:40	案例 8: 嘉明湖/向陽山屋友善黑熊的遊憩管理	米亞桑戶外中心
14:40-14:55	案例 9: 16711 黑熊人熊衝突事件(2020)	東勢林管處
14:55-15:05	Q & A	

15:05-15:15 Coffee break

Section 5 分組討論-玉山國家公園人熊衝突與黑熊救傷沙盤推演

主持人: 黃美秀 教授

15:15-16:10	分組討論-沙盤推演	
	(1) 模擬案例: 臺灣黑熊救傷事件	
	(2) 模擬案例: 人熊衝突案件	
	(3) 以玉山國家公園為例, 如何建立人熊衝突防範及應變機制?	

Section 6 成果分享與綜合討論

主持人: 盧淑妃 處長、黃美秀 教授

16:10-17:00	成果分享與綜合討論
-------------	-----------

附錄 六、樂樂山屋熊出沒勘查報告。

樂樂山屋 熊出沒勘查報告

紀錄: 黃美秀 2022.04.30

- 調查日期: 2022/4/29(五)
- 調查地點: 八通關古道-樂樂山屋
- 人員-研究團隊: 黃美秀(領隊)、書合頡(聯繫窗口)、呂竹萱
- 人員-玉管處: 邦卡兒(主秘)、李毓芃(保育課)、伍文章(巡查員)、謝佑龍(巡查員)

5:30 屏科大出發

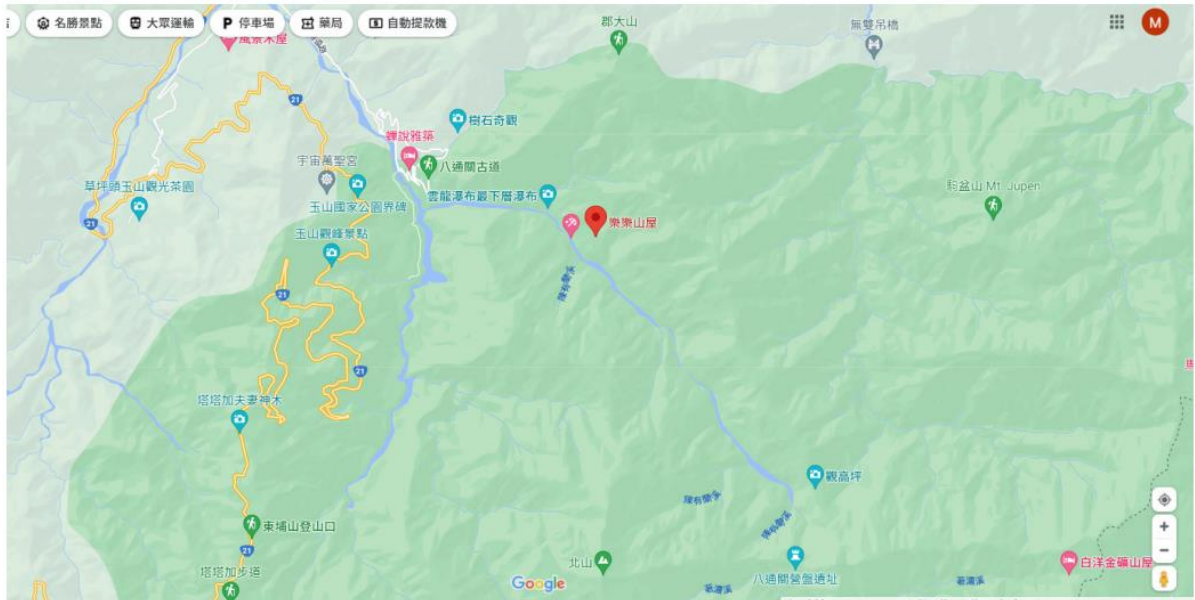
8:00 玉管處 團隊會合

9:10 抵東埔，搭小發財到登山口。

12:15 抵樂樂山屋，位於步道約5.5K處

天晴而熱，近日無雨，林中乾燥。

步道多懸崖和崩壁，偶有小落石。地基看來仍不穩定。沿途青剛櫟和栓皮櫟常見，灌叢可見正在結果的牛奶榕，正在開花的呂宋夾蒴，台灣笑靨花，紅毛杜鵑等。很紅色的小杜鵑(紅毛杜鵑?)花期近尾聲，但仍未綠意增色不少。沿陳有蘭溪而上，U溪谷開闊，八通關山及西鋒二山頭駐立於溪上源。



山屋

抵山屋前約十公尺下方位置的路面駁坎，昨天玉管處人員經過發現路面下方石頭被熊挖扒出，掏空。路面塌陷，故放置樹枝和樹葉當路障覆蓋，避免遊客踩空。

挖掘大坑，外徑和深度都一公尺寬和深，內部潮濕。掏空的地基，可見樹根盤繞，內部潮濕，但無發現特別的殘骸或熊毛。被熊扒挖而出者多石塊，數量多。

扒洞測量: 外觀80*70 公分，深達110公分。內部往下傾斜30度。

下午則發現有熊蜂進出基部尚未被破壞的駁坎縫隙內，後來近傍晚，蜂越來越多，有二三十幾隻，多數體型長約2公分，但亦見到一支特別大3公分長。我們架設自動照相機。看看是否有機會記錄到黑熊返回。

種類: 台灣熊蜂

精選熊蜂〔*Bombus eximius* Smith, 1852〕係蜜蜂科熊蜂屬（Genus *Bombus*）九種成員中體型最肥胖粗大的，體長超過2公分，全身密布黃褐色絨毛，頭胸部及觸角黑色，腹部前段1/3黑色，後段2/3黃褐色，具不明顯黑色環紋，各腳褐色密布黃褐色絨毛，翅膀淡褐色透明。



山屋環境:

從山屋後方森林看山屋，芒草灌叢密生，其間山友留下許多垃圾，也有不少衛生紙。陳年累積的垃圾，髒亂不堪，有些是商業團登山社或工人藏起來的日常生活用品。塑膠汽油桶，沙拉油桶都有黑熊撕咬的齒痕，也有近期熊扒出垃圾的痕跡。

山屋前，有一堆燒火餘燼。屋旁有一棵桃樹，有些結果，微泛紅，三公分大，可食但不澀亦不甜。樹無折枝或爪痕，可見熊對此無興趣。

山屋木造。寬度僅容一人睡的長度，軟墊約可睡6-8人。

唯一入口，鋁門下方有熊扒抓痕。屋後的其中一窗戶，摺頁窗上，亦有爪痕。



山屋後窗戶合板被熊扒落



山屋前門基部 熊爪痕

山屋內部除通鋪外，無什雜物。通鋪黑色軟墊上隱約可見黑熊的腳掌(爪，趾和掌墊)的泥印，已乾燥。通鋪內側有一灘水，未完全乾，有騷味，疑似熊尿。

山屋後方發現三個黑熊折芒草所做的窩。依發現先後順序:

- (1) 巢一: 形狀完整，屋右後方，離山屋約2公尺。熊窩碗型完整，窩內徑70公分，窩外徑100公分，窩深度30公分，外徑上緣離地80公分，芒草左右間距220公分。熊攀折芒草叢內側的芒草，編折成碗型，但外側的留下不動，一圈直立芒草剛好環繞著底部的熊窩，十分巧妙而隱密。熊若趴臥巢內，外側或不容易發現。



(2)巢二: 山屋右方, 芒草叢中, 距離約5-7公尺。巢位於芒草叢基部, 巢底部即是有枯枝葉的地面。碗型較不完整, 但仍明顯可見。內徑60公分, 外徑130公分, 面積130公分x110公分, 芒草高230公分。因為位在芒草叢內, 十分隱蔽。



(3)巢三: 外觀巢型不明顯, 但一撮芒草內折, 以及熊趴臥處仍可見, 內徑約65公分, 位在鋸過過離地及膝的綠竹叢上。第一時間未發現。位在山屋正後方, 僅離一公尺不到。



◎》三個熊窩，從趴臥處的大小來看，動物體型差異似乎不大，懷疑是同一隻。非幼體。



森林裡: 此區是東一鄰的家屋遺址

(一)山屋前，下坡:

坡下稍平緩，前人留下的垃圾四散。有熊足跡，但未見其他草食獸。

監測: 架相機一台，另一台為熊蜂窩前的相機。

(二)山屋後

我進林子探勘時，不想撞見熊，刻意發出咳嗽的聲音。未見熊影。

四五十尺後，有小平台，原住民家屋駁坎清楚。

黑熊在駁坎邊上，席地而臥，地面落葉壓平凹陷。此處也是前一天巡查員(緯忠，謝佑龍)目擊黑熊所在位置。休息處位在駁坎邊上的一株三叉巒大杉(二人合抱)旁，距離約一公尺，有遮蔽下方山屋人為活動之效。

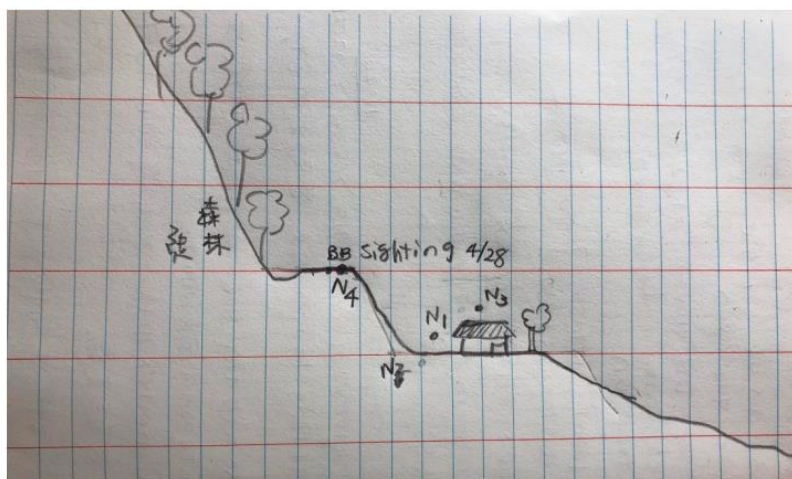
平坦腹地不大，約20公尺，隨即是後方森林坡陡，多碎石。林相完好。

駁坎邊上，下方約一公尺處有兩坨熊大便，內容物類似，味濃略臭，估計2-3天久，糞金龜正在滾球。

離此平坦處約15公尺處，有第三坨熊排遺，新鮮，1-2天。內有類似熊蜂多毛的腳，和透明翅膀。但內含物有待進一步檢驗確認。

>> 研究室: 75%酒精，DNA樣本一罐。

>> 架設簡訊型相機四台。



山屋附近地形剖面圖。 *N: bear nest

本次行程架設相機紀錄總表(共架設6台，2台一般紅外線自動相機；4台簡訊相機)：

廠牌	Model	熊窩標籤	廠商標籤	位置描述	座標X (WGS84)	座標Y (WGS84)	備註
Browning	BTC-7-4K-E DGE	-	BR20100 5003	樂樂山屋後方 (玉山計畫預計樣點)	23.54639	120.95849	記憶卡編號LL04
Browning	BTC-7-4K-E DGE	-	BR20100 5001	熊蜂窩	23.54623	120.95792	記憶卡編號LL03

Keepguard	KG895簡訊相機	KG895 BB001	KG210624001	山屋後方小平台 獸徑交會處	23.54629	120.9585	SIM卡號碼 0905548645
Keepguard	KG895簡訊相機	KG895 BB002	KG210624002	樂樂山屋正後方	23.54611	120.95811	SIM卡號碼 0905548705
Keepguard	KG895簡訊相機	KG895 BB003	KG210624003	邊坡獸徑交會處	23.54693	120.95809	SIM卡號碼 0905548574
Keepguard	KG895簡訊相機	KG895 BB004	KG210624004	熊蜂窩往下切的平緩邊坡	23.545922	120.957675	SIM卡號碼 0905548575

記憶卡皆為64G，考量流量傳輸問題，拍攝模式設定為觸發後連拍3張照片，每次觸發間隔1s。

17:30 返程

18:30 抵登山口，小發財車迎接。

19:30 抵玉管處 郭課長碰面，報告勘查狀況。課長堅持招待團隊晚餐。

簡訊處長，簡短報告勘查結果。

21:18

黃美秀: 山屋旁 就有三個熊窩，熊有進山屋。森林裡尋獲三坨新鮮排遺，無人為食物。故熊在此區逗留應沒有太多天，這樣很好。

熊為了熊蜂挖了一個一公尺深的大洞，移動自如，健康狀況應暫無大礙！

相關管理建議已提供主秘，他十分贊同。這也是很多山屋現存問題。我很開心親臨現場，知道問題所在。

近日會將勘查報告提送貴處參考。

處長勿念，這本就是該有熊的地方，很開心熊回來了！

21:10 玉管處回屏東 車程

23:30 抵屏科大

小結及建議

(現場勘查時，已和主秘意見交流)

1.黑熊狀況

四月於5-10K有多起巡查員和遊客目擊熊的情況，不確定是否是同一隻熊。但由現場勘查可知，黑熊移動應該沒有問題。該熊滯留樂樂山屋的時間應該沒有太多天，因為現場排遺僅發現三坨。山屋前後皆有熊的足跡，有一處翻扒前人埋藏東西(沙拉油桶，之前已被熊咬破)，另熊蜂在地面駁坎的被扒挖。因此，吸引熊如此靠近山屋活動，甚

至進入山屋的原因，雖不完全明瞭，但猜測可能與人為食物(垃圾等)和自然食物(蜂窩)的吸引有關。

現場已作為：自動照相機及時回傳系統於山屋旁及上側平坦處，共架設四台。一般相機於山屋下方架設2台。總計6台，收集三坨熊排遺。

■參考建議:

1. **玉管處可配合之處:** (1)山屋旁一相機，請玉管處前往張貼公告，避免遊客靠近(山屋正後方，遊客出入較頻繁，上廁所)。(2)山屋下方的林中相機，二台，需要巡查人員於巡視路經此區時，前往檢視相機是否有黑熊出入。
2. 為防範該熊滯留該區步道，故仍可加強落實通報系統的宣導，有熊出沒便詳細記錄相關資訊，以利追蹤。同時，或利用登山口附近的“愛玉子”攤位，協助宣導，讓出入遊客了解。

<https://www.taiwanbear.org.tw/questionnaire/> (有熊便登錄，建立詳細資料)

3. 由於該黑熊目前可能活動無礙，故應無須緊急處理。但可請現場巡查人員於巡查時，注意可能的黑熊痕跡，同時透過落實有熊通報系統，加強對該熊(是否為“病熊”)的持續追蹤。

2.山屋管理

樂樂山屋有熊出沒的議題涉及(1)山屋環境和管理，以及(2)遊客的遊憩行為。

■參考建議:

- (1) 山屋附近應該要開闊，不宜草木叢生，減少黑熊靠近山屋的風險。因此建議山屋旁的平地，定期除草，並剷除所有芒草叢，維持開闊無遮蔽的視野，例如山屋方圓10-20公尺內除大樹之外，無灌叢草叢孳生。
>> 山屋的管理，應該盡可能應用於園區其他所有山屋，這是一個值得努力的方向。因為熊會四處亂跑，只要有一個山屋把黑熊“養”壞了，該熊舊循此經驗，到別的山屋去碰運氣，增加人熊衝突的風險。
- (2) 清理山屋外歷年來積藏的各種垃圾，維持現場清潔。如此減少人為垃圾吸引黑熊或其他野生動物，開闊而乾淨的環境也會遏止民眾隨意丟垃圾，或商業登山隊就近找遮蔽處隱藏登山器具或食物。

附錄 七、繫放研究臺灣黑熊個體(BB04)地面追蹤搜索報告。

目標：追蹤頸圈 39917 並取回

人員：黃美秀、林子宸、潘培原、伍文彰(玉管處保育巡查員)

Day 0 (11/14)

8:26 收到通知，玉山國家公園追蹤臺灣黑熊個體(YNP BB04/頸圈編號 39917)頸圈死亡通報(可能為動物死亡或頸圈脫落)，最後點位 23.47371,120.85705(WGS84)。

17:00-21:20 驅車前往塔塔加遊客中心住宿，預計隔日(11/15)前往石山地區追蹤頸圈 39917 並取回

Day 1(11/15)

6:40 塔塔加遊客中心出發

7:00 石山引水道入口與文彰大哥會合，起登

8:50 抵達石山三角點，往頸圈的點位下切

9:30 於距離昨日回報點位(23.47371,120.85705)約 20 公尺處尋獲頸圈 39917。頸圈於緩坡上的平台，海拔約 2620m，周邊林相為闊葉林 (如下圖)

9:30-11:00 黑熊痕跡調查。共觀察到排遺*5、爪痕*3、折枝*1、腳印*2、熊窩*1 以及多處殼斗科橡實食痕。

13:00 返回石山引水道入口(停車處)

16:30 抵達屏科大



工作照:



附錄 八、玉山國家公園「111 年度玉山國家公園臺灣黑熊族群監測暨保育行動策略推廣」期中審查意見回覆表。

評審委員意見	回覆內容
李玲玲委員 1. 初步結果一、臺灣黑熊生態習性調查及棲息地分析：除活動範圍外，應補充季節變動、棲地利用及與各地電子圍網距離之分析。 2. 初步結果二、公民科學家協力參與野生動物族群監測：除黑熊與中大型哺乳類分布、相對豐度變化及行為觀察外，請說明是否有更明確的監測目的與假說？如以了解黑熊分布為監測重點，建議依過去研究成果，建立影響黑熊分布之因子假說，並在相機布設與資料分析時須考慮相機布設點位之海拔、地形、植群等背景因素，並說明相機所得相片資料將如何配合相機點位之背景資料進行分析及預期成果？ 3. 初步結果三、臺灣黑熊保育教育推廣及宣導相關活動：應注意對象與成效，若是針對登山客之教育訓練是否可造訪登山協會或要求登山客在入山前先接受宣導？ 4. 初步結果四、建構臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊：建議同時整合各單位間之救傷與人熊衝突管理資訊，正式出版救傷處理流程與人熊衝突風險管理手冊，並隨資料累積，逐年更新版本。 5. 初步結果五、製作玉山國家公園人熊關係宣導短片：避免用「人類是危險動物」的說法，避免製造不良對立印象，大部分的人是無害只是不知如何應對。腳本用詞應再斟酌，如動物不用「肖像」及「社交距離」等。 6. 報告應有後續工作說明。 7. 報告須再檢查錯漏字，如 p. 4 林曜松老師的「曜」須修正及刪除 p. 22-25 附錄 2 文字。前言請進一步說明，如 p. 5 相較於 Wang 1999，現今黑熊分布與相對數量可否比較？所謂目前低密度的族群表現意思為何？預期的狀況又如何？ 8. 建議本計畫應整合分析既有調查、監測及呈報資料，逐步建構與經營管理有關的資訊，或是針對經營管理後續應優先加強的資訊，例如(但不限於)黑熊是否因季節性青剛櫟結實狀況而比較傾向在何處出現，以利預防與預警；或玉山國家公園核心族群活動範圍應包含玉山國家公園周邊多大範圍，以利單位間整合對黑熊保育與經營管理之策略。	1. 進一步的活動範圍分析、棲息地利用，包含季節變化等將於期末報告。 2. 本研究主要目的為國家公園園區的黑熊相對豐度普查，後續監測並將延伸分析樣點海拔、植被等因素與動物分布和相對豐度的關係。 3. 本計畫製作之人熊關係宣導短片，即設定以入園遊客、登山客為主要受眾。可提供管理處做入園報到的教育宣導素材。 4. 工作坊將邀請包含林務局、動物園等不同相關單位參與，促進跨單位的合作。謝謝委員建議，然目前本計畫並未有出版之規畫。 5. 謝謝委員建議，團隊會再與影片製作單位酌商。 6. 謹遵委員建議修正。 7. 謹遵委員意見修正並補充內文。 8. 本計畫將於期末報告彙整研究成果，提供管理處相關經營管理建議
鄭錫奇委員	

9. 格式調整建議：如目錄之肆缺第「三」項；文內參考文獻名與年度間是否有「，」，並不一致；目之拉丁字不斜體；p. 9 最後一段之字體大小較大；月份之數字用法不一致；全文之「台」及「臺」不一致；腳本之「他」應為「牠」等等。 10. p. 12所謂「提供管理單位野生動物衝突及經營管理策略短、中、長期各項建議」之短、中、長期之定義為何？是以時間、案件或內容嚴重性來定義？ 11. p. 21標題為「一、臺灣黑熊生態習性調查及棲息地分析」，惟成果中除了活動範圍外，似乎未論及所謂的「生態習性」？不知本計畫要呈現的生態習性為何？ 12. p. 33國家公園外活動的比例東部個體高於西部個體，不知原因為何？以及如何建議管理單位關注園區內外之活動個體的經營管理策略？ 13. 表一或本計畫結果所用之人造衛星資料是3D模式或2D模式，還是均用於計算活動範圍？ 14. 短片腳本內容之對象主要為何？小學生？社會大眾？或登山客？應釐清目的及鋪陳文字內容之適當性。	9. 謹遵委員意見修正。 10. 團隊建議歸納為立即可執行建議，和三年以上中長期階段建議。 11. 進一步的活動範圍分析、棲息地利用、活動模式包含季節變化等研究將於期末報告。 12. 進一步的活動範圍分析和棲息地利用將於期末報告 13. 本計畫僅採用 3D 衛星定位資料 14. 團隊規劃影片適用於所有入園遊客或登山者
管理處內部委員意見 15. 臺灣黑熊生態習性調查及棲息地分析 (1)簡報中提及玉山線夜間有熊出沒，是否有通過之時間點紀錄？ (2)黑熊停留較久處是否可透過點位資料得知，並分析這些地點有哪些環境特性，且是否僅與習性有關？ (3)可否從衛星回傳的點位訊息做更進一步的分析，以得到更多的訊息與了解？例如今每8小時訊息回傳一次，能否做到分析這8小時內的位置資訊，如白天與夜晚的點位資訊，甚至是分析不同季節的點位，期能呼應先前對青剛櫟調查之結果及了解青剛櫟結果期以外的黑熊分布地區。 (4)依據多年調查結果，黑熊生活範圍逐漸向園區外擴張，表示其行為模式可能與人類有相關，期能在報告內提及此部分。 (5)頸圈訊號消失多久時間後，會去現場重新檢視與確認？是依計畫安排時程檢視，或有特殊情況會專程前往現場確認訊號情形？	15. (1)追蹤相關研究將於期末報告 (2)棲地分析可了解黑熊的植被選擇，然特定位置的停留原因，除非前往現場調查物候，否則無法得知。 (3)衛星定位點同時會記錄確切時間，故後續能進一步探討其時空分布。 (4)將於期末報告 (5)跟據研究團隊過往經驗，若黑熊在溪谷中活動，最久甚至1個月才順利回傳定位資訊。團隊綜合判斷黑熊所在位置、天氣狀況，決定是否加派人力進行無線電追蹤。

(6)前期捕捉繫放的6隻黑熊其中有3隻都終止追蹤，依據本次的期中報告書，追蹤器訊號停止移動後，研究人員前往現場勘查追蹤器與黑熊狀況間隔日期，從18天(YNP-BB01)、36天(YNP-BB03)到60天(YNP-BB02)不等，若未來類似的情形再度發生，在時序上的安排是否會更標準化、更快速的反應在頸圈的搜索上，當然臺灣地區地形複雜多變，本就不易到達，再次強調研究團隊辛苦了。 (7)5年以上無進行任何撫育之人工林，老師將之重新定義為次生林(p. 16)，此種次生林與經人為干擾之次生林之生態環境會有所不同，對於黑熊來說是否此兩類次生林較無差異？ 16. 公民科學家協力參與野生動物族群監測 感謝老師幾乎在全區所有長程路線預計設置相機，對了解全園區黑熊移動資訊相當有幫助。設置相機之路線長，進行電池及記憶卡更換的頻率為何？及未來的持續性為何？ 17. 臺灣黑熊保育教育推廣及宣導相關活動 梅山的黑熊保育推廣講座，若日期確定請盡早告知梅山站，可提早至梅山部落以及青年活動中心張貼相關講座海報，南橫開通遊客量多，假日住宿皆為客滿，晚上8至9時遊客都在戶外散步，不論是黑熊生態習性、遇熊或痕跡通報方式都可藉講座宣傳。非常期待黑熊講座、救傷工作坊的辦理跟南部園區自動相機的監測，因為南部園區這幾年陸續有熊出沒的消息傳出。 18. 建構臺灣黑熊救傷處理流程及人熊衝突風險管理工作坊 除個案分享外，建議納入機關間整合資源合作處理黑熊救傷死亡之標準作業流程或機制，以利轄區內及周邊黑熊緊急應變處理事宜。 19. 製作玉山國家公園人熊關係宣導短片 (1)目前內容較針對學生進行科普教育，若用於登山客入園前觀賞，知識性稍有不足，應釐清短片適用之對象。若影片對象設定在登山客，建議應可著重遇到熊如何因應。 (2)短片腳本建議多著墨在玉山園區可能發生的人熊遭遇故事及場景，以利民眾吸收學習，及將來登山遇熊之直觀反應。 (3)短片腳本中有兩次提出「熊比人更怕人」之觀念，可理解目的是為了降低人對熊的懼	(6)若頸圈遲未回傳定位點，則同前題所述。若頸圈回傳「死亡通知」，則應盡量在人員器材天氣皆許可的情況下前往查看，人員安全第一。不同地點所需的準備程度相差極大。另一方面臺灣地形崎嶇，頸圈傳出通知，也經常會有數天不等的間隔。 (7)由於後續棲地分析樣區超出原本預設的範圍，故後續分析僅以天然植群圖為基礎重新分類，不再另以撫育與否區分人工林和次生林。 16. 相機約 4 個月進行一次維護。預計進行兩季(6 個月)的監測，將視相機運作狀況調整。 17. 後續將盡早規畫保育推廣活動。 18. 工作坊將邀請國內相關主管機關和獸醫學術單位、野生動物救傷機構共同參與。 19. 謝謝委員建議，團隊會再與影片製作單位酌商。
---	--

怕程度及傳達人通常也不會主動攻擊熊之觀念，但須考量此觀念可能會造成登山客去逗弄熊、威嚇熊之動作，反而增加人熊衝突之機會。	
20. 提供經營管理建議 (1)黑熊進入到電子圍籬範圍內，管理處可於多久時間內接獲訊息？可否預擬管處收到電子圍籬訊號時的處理建議？如黑熊僅停留一天便離開，管處應做場域巡視並移除人為吸引因素？或若持續停留，應有相對應對遊客進行人熊相遇對策的宣導。 (2)根據近幾年調查，發現黑熊有在主峰線的南、北路徑移動，甚至到達自忠及阿里山國家森林遊樂區，足跡範圍廣泛，對於單攻或是夜行的活動者，本處是否需與嘉義林管處橫向聯繫，及是否在現場工作的同仁要有所應對預備或向遊客進行宣導？ (3)黑熊出沒之某些區域與居民或遊客有高度重疊，是否可透過本次追蹤，將黑熊出沒地點區分為不同等級？現場工作的同仁可因應地區分級差異而有不同的處理方式。 (4)這幾年黑熊出沒庫哈諾辛山屋，不知團隊是否有機會可到山屋來探勘，提供相關處置建議？如除草讓視野空曠，避免熊藏身其中及架相機監測等。 (5)野聲團隊最近於圓峰山屋之取水點拍攝到黑熊，目前排雲站張貼宣導海報。可否請團隊至南玉山線架設相機時，對圓峰山屋周遭環境提供相關處置建議？圓峰山屋周遭植被為圓柏與杜鵑，不知是否適宜進行清除？有些協作會放置宿營用品於荖濃溪營地，排雲站於巡察時若發現，目前做法為張貼公告與限期清除，不知是否可能會像樂樂山屋發生黑熊將用品挖出進行取食或干擾的動作？ (6)東部園區如卓溪鄉與南安部落對於黑熊出沒於周遭地區已較為熟悉，相較於對東埔地區及南橫地區的部落則是較新的體驗，但黑熊出沒應是未來的趨勢，針對此情形，能否提供一些在部落布局之建議？又因園區內及鄰近部落多為布農族，建議可安排部落間相互交流關於黑熊之議題。 (7)期能提供管處短、中、長期建議方向於報告書中。	20. (1)黑熊進入圍籬範圍後，需先等到原先排程的定位時間，頸圈才會判定進入圍籬範圍，此時將即時傳遞email通知，並改採圍籬內的定位排程。進入圍籬內的個體，管理單位應密切留意該個體有無逗留的情況，若有逗留再前往現場勘查。 (2)此處本來就是黑熊的棲息地，目前追蹤個體尚未觀察到於步道附近逗留，因此不需過度緊張。但仍因持續推動保育推廣，讓民眾了解黑熊分布與習性。同時仍可與其他單位橫向聯繫，互相提醒。 (3)後續將進行核心活動範圍分析。 (4)團隊調查行程經過園區內山屋設施，會協助勘查。但每個山屋的管理原則其實都是一致的。 (5)雖然研究發現黑熊較少利用高海拔地區，但滋擾和人熊衝突事件仍可能發生。建議宣導和清除私藏物品和垃圾，皆是有用的作法。宣導應著重在讓民眾了解吸引黑熊接近的後果。排雲山莊也是潛在人熊衝突熱點。 (6)東埔登山口入山者眾，確實應加強於部落的保育推廣，建議對象可分為揆工協作，以及居民。前者應著重在無痕山林和遭遇黑熊應變，後者可著重在預防黑熊接近農地並推廣通報。 (7)相關建議將於期末報告提供。

附錄 九、玉山國家公園「111 年度玉山國家公園臺灣黑熊族群監測暨保育行動策略推廣」期末審查意見回覆表。

評審委員意見	回覆內容
鄭錫奇委員 (一)部分詞句建議調整或補充:如今(111)年……;文獻名字與年代間之逗點可省;字體大小一致;學名需斜體;p.58”今天”是否為”今年”之誤等。 (二)全文未提及黑熊族群數量,不論是玉山國家公園報告/轄區、全臺灣、或是永續族群量,以呼應計畫名稱”111 年度玉山國家公園臺灣黑熊族群監測暨保育行動策略推廣”,並作適度討論以評估監測成效。 (三)活動範圍或活動模式之結果整體而言以秋季最大、春季最小,不知其原因為何?是否可能與食物資源有關。 (四)圖 14、15 的樣區環境之數值如何取得?請受託單位補充說明,而柱狀圖案應儘量簡明清晰易看並有一致性。 (五)表 8 列出未發現資料的穿山甲,不知其用意為何? (六)未來(或已有)可呈現臺灣黑熊在玉山國家公園轄區之食物名錄,及可能利用之比重,並針對重要的食源植物之分布、物候狀況、甚至食物量資訊進行調查及研究。 (七)p.75 第二段及第三段對小尺度棲地選擇分析之建議似有重複,可整併。 (八)針對推廣短片之用字”他”及”牠”之適當性,以及小熊舉手讓體型變大以嚇阻人類(小孩)之行為的正確性請再酌。	謝謝委員指正,已修訂報告內文文獻格式、遣詞之訛誤 委員所提 p8 標註文獻有缺漏,已補正。本計畫規模僅能透過自動照相機了解園區黑熊出沒頻度的變化,尚無法計算確切數量。 根據其它熊類還有過往臺灣黑熊的研究結果,黑熊季節性的活動差異應與食源植物物候變化有關。 樣區的棲地背景資料,係透過內政部網格數值地形模型資料,以及臺灣現生天然植群圖重新分類後計算面積比例所得,已於內文適當補強敘述。 柱狀圖格式已校正。 因玉山園區明確有穿山甲分布,前期計畫亦有監測到穿山甲,故仍將之寶留。 謹遵委員意見,於結論補充相關建議。 謝謝委員指正,已修訂。 謝謝委員指正,已修訂。
管理處審查意見 (一)書面報告內容: 1、透過本次研究中,玉山園區內黑熊數量是否有增加?因本處黃喉貂研究顯示黃喉貂數量未增加,僅為可見度增加,臺灣黑熊是否有此狀況。 2、研究報告中比較 BB01、BB06 之活動模式,分別活動於園區西部與東部,是否可比較同位於西部(或東部)之熊的活動模式,應更具代表意義。 3、p.29 有效追蹤資料目前僅至 111 年 9 月 1 日,請於成果報告中補充更新近期追蹤數值。	本計畫規模僅能透過自動照相機了解園區黑熊出沒頻度的變化,尚無法計算確切數量。但從近年的觀察紀錄來看,玉山國家公園東部園區的黑熊族群或有擴張趨勢。 因目前回收的活動資料,僅有 BB01 和 BB06 有包含全年度的資料。 因本研究黑熊衛星追蹤分析項目包含定位點分布、活動範圍計算、棲息地利用等多種分析,至少需兩個月的時間進行,故僅能提供至 9 月初的結果。後續更新追蹤紀錄,仍會將資料提供管理處。

- 4、報告書中有關黑熊教育及宣導請活動，依照辦理日期順序依序說明，以利閱讀。
- 5、研究中指出黑熊於秋冬季活動範圍大，且夜晚活動度較高，表示園區內夜間活動民眾或登山者可能會遇到臺灣黑熊機率較高，如何於夜間加強宣導教育提醒民眾，請教團隊能否給予建議。簡報中提及玉山線夜間有熊出沒，是否有通過之時間點紀錄？
- 6、有關於楠溪林道研究樣區，今年開始有特別針對受理申請入園（其他路線）人數予以控管（每月 12 人），p. 59 表十樣點編號 F3/楠溪 16K，今年有 4 筆（5-8 月）黑熊出沒紀錄，自動相機資料起始 4/5-9/26 無秋冬的資料（p. 52）是否會再補充資料，該區入園人數控管後對於該區的影響是否有改善？
- 7、BB04 於今年 11 月 15 日前往石山周邊找到項圈，請於成果報告中補充更新，並將項圈資料下載分析更新於成果報告中。
- 8、請補充解釋 p. 10，…根據親緣關係在臺灣之臺灣黑熊族群遺傳多樣性可歸屬之 3 大類群(clade)為何？
- 9、p. 23 圖片顯示預計於全園區架設紅外線自動相機，僅部分網格未架設，惟結果中尚有多臺相機未分析，因本計畫為 1 年期計畫，請再補充說明。圖四圖示中有“清水(紫色)”，而圖中無顯示。
- 10、p. 52-53 紅外線相機點位僅列出編號起始時間等，相機架設點位之基本資料如坐標、海拔、架設周邊環境描述、相機架設相片等，倘因涉及研究不便於公開報告中列出，請隨成果報告繳交時另提供予本處存參。
- 11、有關 34 位公民科學家，在本計畫如何運用？實際上有幾位可全程參與多日高山長程縱走及資料分析者有幾位呢？或僅部份人力可在既定步道路線如：瓦拉米步道至大分及楠溪林道協助及資料照片之判讀？
- 12、錯別字及其他待修正處如下述，請參考修訂：
 - (1)報告內之年度 111、2022 年，建議統一。
 - (2)p. 16. 「啞口」應為「埡」口；請刪處「該處」說法；p. 18 向陽國家森林遊客區，應為「向陽國家森林遊樂區」；
 - (3)p. 21 「往」格請修正為「網」格；「座」標請修正為「坐」標；
 - (4)請補充 6 隻黑熊個體之項圈編號，以利瞭解不同個體之軌跡現況；
 - (5)p. 46 最末行 BB02 應為誤植；

謹遵意見修正。

預防遭遇黑熊，或是遭遇後的應變不因日夜有所不同，重點仍在於讓入園者了解園區有黑熊出沒，任何時間點都應留意。因衛星追蹤定位間隔 8.5 小時，目前的資訊無法得知黑熊通過玉山線的確切時間，以及停留時間等資訊。

後續完整回收、分析自動相機資料，將再提供管理處參考。

因今年監測尺度擴及全園區，較難以透過現有自動相機紀錄了解入園限制的影響。僅就目前粗略觀察，並無顯著差異。

BB04 頸圈脫落並順利拾回，相關紀錄已更新於成果報告中。因本研究黑熊衛星追蹤分析項目包含定位點分布、活動範圍計算、棲息地利用等多種分析，至少需兩個月的時間進行，故僅能提供至 9 月初的結果。

臺灣黑熊遺傳 3 類分群，於其它研究和前一期計畫，皆有詳細說明

後續完整回收、分析自動相機資料，將再提供管理處參考。

清水為先期規劃，實際上未架設的樣線，謝謝委員指正，已刪除。

相機相關資訊，將隨成果報告一併提供。

具備長程縱走能力者約 10 位。

謝謝指正，皆悉修正。

(6)p. 62 工項 3 自動相機培力工作坊辦理日期實際為 111 年 8 月 22 日。 (7)p. 75 第 4 行高雄市那馬夏區應為「那瑪夏區」 (8)p. 81 第 2 段(討論)與 p. 83 第 4 段(結論)，段落用詞重複，請再確認。 13、建議將報告之監測成果納入經營管理建議，作為本處未來黑熊族監測規劃及經營管理參考。如：本案東部 2 隻黑熊 BB05（110 年 6 月 2 日繫放）、BB06（110 年 7 月 11 日繫放），此兩隻黑熊是否持續追蹤？另報告中呈現黑熊的季節移動是否與不同海拔的植群有關連等。	追蹤相關建議已放入結論提供管處參考。 根據其它熊類還有過往臺灣黑熊的研究結果，黑熊季節性的活動差異應與食源植物物候變化有關，尚需進一步研究。
(二)影片審查意見： 13、影片中音樂、畫面、圖片等使用，請團隊依據契約著作權規定，並確認取得授權。 14、影片中小熊畫面看起來較像亞成個體，是否修正影片中描述。 15、小熊名字 Daubas 的意思為何？建議可以於影片中說明名字意涵。 16、黑熊出場以演場會形式，建議可改以庇護物種（umbrella species）的意涵呈現。 17、影片中儘量能呈現黑熊的生態資訊，如跑步、行走以 4 足著地呈現；熊是否很會游泳？若是，建議以熊正常游泳的姿態呈現，而非人的仰式；爬樹圖像蛇或藤蔓，建議以不同位差呈現快速上樹。 18、在國家公園園區內未經許可不得採集，男孩拿捕蟲網畫面似乎較不適合，建議改拿相機或是手機拍照。 19、用「好誘人的氣味」形容廚餘似較不恰當，請更正。 20、原提供之影片 4:09-4:18 文字「我快閃尿了」似較直白，請修飾。 21、影片中「那比中統一發票還要幸運呢」，似較口語，是否有更好的詞彙。 22、星空畫面可考慮縮短。 23、後段無痕山林的宣導，建議可有對應的畫面，以增加宣導效能。 24、請受託單位審查黑熊短片資訊傳達及內容正確性，並加上中、英文字幕、片尾內容，影片畫質、調光、音量等請團隊調整一致，以利影片整體完整性。中英文字幕請於成果報告提交前，本處可以再協助確認。	小熊 Daubus 設定為約 1 歲齡尚未獨立生活之亞成體黑熊，為易於一般民眾理解，故稱之為小熊。 使用布農族名 Daubas 係為增強玉山國家公園與布農族文化之連結。礙於影片時長有限，不再詳述其意涵。 黑熊出場演唱會畫面，係以誇張風趣的方式強調臺灣黑熊明星物種的地位，盼能獲得觀眾關注。影片主軸聚焦在人熊衝突的預防和應變，也難以額外詳述護傘物種的意涵。 黑熊快速爬上樹的殘影，將調降飽和度處理。 人類的食物香氣四溢，對野生動物來說是誘人的氣味沒錯呀。 該段文字將刪除。 比發票中獎還幸運係刻意安排的誇張風趣的用法，一方面讓觀眾理解，黑熊族群稀少，不容易遇到，若遇到了也是非常幸運的事。 研究團隊將把關影片傳達資訊正確性，其餘影片風格和效果，盼能尊重原創導演的巧思。