

**107-108 年度陽明山國家公園穿山甲
生態習性與棲地環境調查
Ecology and habitat of Formosan
pangolin (*Manis pentadactyla*
pentadactyla) in Yangmingshan
National Park
期末報告**

陽明山國家公園管理處委託辦理報告

中華民國 108 年 12 月

(本報告內容及建議純係研究小組觀點，不應引申為本機關之意見)

**107-108 年度陽明山國家公園穿山
甲生態習性與棲地環境調查
Ecology and habitat of Formosan
pangolin (*Manis pentadactyla*
pentadactyla) in Yangmingshan
National Park
期末報告**

受委託單位：國立中興大學

研究主持人：陳相伶

協同主持人：胡正恆

研究期程：中華民國 107 年 5 月至 108 年 12 月

研究經費：新臺幣 177 萬元

陽明山國家公園管理處委託辦理報告

中華民國 108 年 12 月

(本報告內容及建議純係研究小組觀點，不應引申為本機關之意見)

目次

表次.....	I
圖次.....	V
摘 要.....	1
Abstract.....	3
第一章 緒 論	5
第二章 研究方法	8
第三章 結果與討論	43
第四章 結論與建議	78
附錄一、2018-2019 年陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲 地環境調查自動照相機設定	82
附錄二、評選會議紀錄	88
附錄三、工作會議紀錄	91
附錄四、工作計劃書修正表	98
附錄五、期初會議記錄	100
附錄六、期初報告修正表	106
附錄七、第一次期中報告會議紀錄	107

附錄八、第一次期中報告修正期初報告修正表	114
附錄九、第二次期中報告會議紀錄	117
附錄十、第二次期中報告修正第一次期中報告修正表	126
附錄十一、期末工作會議記錄	130
附錄十二、期末工作會議報告修正第二次期中報告修正表	138
附錄十三、期末報告修正期末工作會議報告修正表	144
附錄十四、期末報告會議紀錄	153
附錄十五、成果報告修正期末報告修正表	158
附錄十六、保育類動物利用申請核准函	161
附錄十七、科普文章	153
參考書目	172

表次

表 1、2004 -2017 年間有關臺灣穿山甲 (<i>Manis pentadactyla</i> <i>pentadactyla</i>)之碩博士論文	8
表 2、1900 -2018 年間有關臺灣穿山甲 (<i>Manis</i> <i>pentadactylapentadactyla</i>)之中文/日文期刊文章	10
表 3、1974 -2019 年間有關臺灣穿山甲 (<i>Manis pentadactyla</i> <i>pentadactyla</i>)之英文期刊文章	12
表 4、1995 -2017 年間陽明山國家公園內曾紀錄臺灣穿山甲 (<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>)之研究調查報告	20
表 5、2018-2019 年陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環 境調查樣線	25
表 6、2018-2019 年陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環 境調查樣線調查日期	28
表 7、2018-2019 年陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環 境調查自動照相機架設日期與區域	32
表 8、2018-2019 年陽明山國家公園穿山甲洞穴痕跡空間群聚 分析	51
表 9、本研究沿線調查範圍與全區環境因子之比較	56

表 10、臺灣穿山甲棲地選擇模型比較	58
表 11、2018-2019 年臺灣穿山甲洞穴痕跡與沿線調查範圍隨 機樣點(n=506)環境因子之比較	59
表 12、2018-2019 年穿山甲洞穴棲地選擇模型	59
表 13、2018-2019 年穿山甲洞穴(深度>100 cm)棲地選擇模型	59
表 14、有無穿山甲洞穴痕跡區域之白蟻豐富度比較	61
表 15、陽明山國家公園 2018 年 6-11 月遊蕩犬與臺灣穿山甲 活動指數及相對數量	66
表 16、陽明山國家公園 2019 年 1-5 月遊蕩犬活動指數與臺 灣穿山甲活動指數及相對數量	68
表 17、陽明山國家公園 2019 年 6-11 月遊蕩犬活動指數與臺 灣穿山甲活動指數及相對數量	71
表 18、熱像儀 Testo 885 所偵測動物與周圍環境溫度	76

圖次

圖 1、陽明山國家公園 1995-2017 年臺灣穿山甲(<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>)調查記錄	22
圖 2、2018-2019 年陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查之調查網格、相機與調查樣線位置	23
圖 3、陽明山國家公園白蟻與土壤調查樣區設置示意圖	40
圖 4、2018-2019 年陽明山國家公園臺灣穿山甲(<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>)洞穴痕跡新舊等級	46
圖 5、2018-2019 年陽明山國家公園臺灣穿山甲(<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>)洞穴狀態變化	47
圖 6、2018-2019 年陽明山國家公臺灣穿山甲紀錄與 1995-2017 年穿山甲歷史紀錄對照圖	49
圖 7、2018 年陽明山國家公園臺灣穿山甲相對數量	50
圖 8、2019 年第一次調查陽明山國家公園臺灣穿山甲相對數量	50
圖 9、2019 年第二、三次調查陽明山國家公園臺灣穿山甲相對數量	51

圖 10、2018-2019 年陽明山國家公園自動照相機調查記錄之 臺灣穿山甲(<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>)活動模式	52
圖 11、2018-2019 年陽明山國家公園自動照相機調查記錄之 臺灣穿山甲(<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>)春夏與秋冬 的活動模式.....	52
圖 12、臺灣穿山甲與鼬獾進出洞穴照片	53
圖 13、臺灣穿山甲(<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>)於居住 洞穴 YH205 的活動變化.....	55
圖 14、陽明山國家公園臺灣穿山甲棲地分布圖	60
圖 15、2018-2019 年陽明山國家公園臺灣穿山甲與遊蕩犬空 間分布情形.....	64
圖 16、2018 年 6-11 月陽明山國家公園遊蕩犬活動指數	64
圖 17、2019 年 1-5 月陽明山國家公園遊蕩犬活動指數	65
圖 18、2019 年 6-11 月陽明山國家公園遊蕩犬活動指數	65
圖 19、2018-2019 年陽明山國家公園自動照相機調查記錄之 遊蕩犬活動模式.....	73

圖 20、臺灣穿山甲與遊蕩犬活動時間重疊情形..... 73



摘要

穿山甲是全球最瀕危的物種之一，2014 年在 IUCN 紅色名錄將中華穿山甲 (*Manis pentadactyla*) 的保護級別提升至「極危」。而臺灣穿山甲 (*Manis pentadactyla pentadactyla*) 是中華穿山甲的亞種，名列我國保育等級第二級，陸域哺乳類紅皮書「易危」的珍貴稀有野生動物。陽明山國家公園是北臺灣佔地最廣，保育層級最高的中低海拔山地，也是提供國民環境教育與生態旅遊的場域。在園區內的登山步道旁，時有發現穿山甲挖掘的洞穴，過去的資源調查中，亦有零星穿山甲紀錄，然而卻一直缺乏全面性的調查資料，對其族群狀態的了解極為有限。本計畫調查園區內穿山甲的族群現況及棲地利用，研擬其保育策略，作為主管機關經營管理的參考。計畫內容包括：1. 彙整臺灣穿山甲相關文獻及園區內穿山甲的調查紀錄；2. 沿線調查並設置紅外線自動照相機調查以了解其分布範圍、生態習性、棲地利用，並估算族群之相對數量；3. 藉由通報救援的穿山甲個體，了解其救傷原因與健康狀況；4. 評估園內人為干擾(例如道路與流浪犬)及其他潛在威脅對穿山甲的影響；5. 根據計畫執行結果提出穿山甲保育策略規劃；6. 利用調查所得的影像與資料撰寫科普文章進行教育宣導。共蒐集中文碩博士論文 10 篇，中文和日文期刊文章 20 篇，英文期刊文章或報告 15 篇，並統整文獻中穿山甲的生態習性、棲地利用與面臨威脅相關內容。園區內穿山甲調查記錄相關報告 16 份，共彙整穿山甲調查紀錄位置 223 筆。為調查穿山甲於國家公園內的分布，根據 TWD97 座標系統，將國家公園切分為 140 個 1 平方公里的網格，作為設置調查樣線與紅外線自動照相機的依據。2018-2019 年設置 43 條穿越線共 125 公里，於 112 個樣點架設自動照相機，共調查 122 格網格。自 2018 年 6 月至 2019 年 11 月共紀錄 707 個洞穴痕跡，於 35 臺相機點共記錄 670 筆穿山甲影像紀錄，其中 80 筆為有效照片。本研究所調查的 122 格 1 平方公里網格中，89 格(72.3%)有穿山甲分布。1995-2017 年園區內穿山甲紀錄所涵蓋的區域，本研究皆有紀錄。穿山甲為夜行性，活動時間為夜間 6 點至清晨 6 點，活動高峰為凌晨 3 點至 5

點。洞穴痕跡的棲地選擇模型顯示穿山甲洞穴痕跡出現的機率隨海拔上升而遞減；主要位於海拔 300-600 公尺區域，隨坡度增加遞減，太陽輻照度越高，穿山甲使用機率越高，距離溫泉露頭越遠，發現洞穴痕跡的機率越高。與紅楠型林型相比，穿山甲更傾向利用相思樹型林型，而不傾向使用其他林型，與非森林區域包括草地與人為開發區，如建地、耕地、遊憩區等。透過棲地選擇模型，模擬園區內穿山甲棲地分布，顯示園區內穿山甲使用機率大於 50%的網格佔 44%。多分布於園區內 300-500 公尺的相思樹型與紅楠型森林中。研究期間共收集 9 筆穿山甲通報紀錄；於二號廊道夜間搜尋 26 次，大屯溪與阿里磅瀑布步道 1 次，結果無發現穿山甲。穿山甲分布的 89 格網格中約一半有遊蕩犬活動，遊蕩犬的活動指數大多與穿山甲活動指數和相對數量無顯著相關；但遊蕩犬活動最頻繁的相機點皆無記錄到穿山甲活動。兩者活動時間於晨昏重疊度最高。本研究結果顯示穿山甲於陽明山廣泛分布，分布範圍沒有縮減的跡象。園區穿山甲相對數量較高的區域在西邊為富士坪、榮潤古道、鹿窟坪和磺嘴山，北邊則為阿里磅瀑布步道、老梅瀑布、青山瀑布與尖山湖步道周邊，東北邊則為內柑宅古道與大屯溪古道，東邊為山仔頂與十八彎古道，南邊則是頂山西南峰步道、擎天崗至風櫃口、坪頂古圳。主要棲地分布於園區靠邊界的外圍區域，低海拔的相思樹林型和紅楠型林型中。穿山甲並不迴避道路與人為聚落，但研究期間曾記錄一筆路殺，顯示仍有路殺風險。穿山甲的空間分布範圍與遊蕩犬高度重疊，而遊蕩犬活動程度最高的地方包和二子坪遊憩區、龍鳳谷與硫磺谷、公車總站、小觀音山戰備道等皆無穿山甲蹤跡。建議園區持續監測穿山甲族群狀況，加強巡護，控制遊蕩犬數量並持續改善路殺情形，並與園區內和周邊居民合作，減少對穿山甲的干擾。

關鍵字：自動照相機、棲地利用、臺灣穿山甲、國家公園、人為干擾

Abstract

Pangolins are one of the most endangered species on the earth. In 2014, Chinese pangolins (*Manis pentadactyla*) has been listed under critical endangered on the IUCN Red List. Formosan pangolins (*Manis pentadactyla pentadactyla*) are subspecies of Chinese pangolins, and are protected in Taiwan. Yangmingshan National Park conserves low-middle elevation areas in the northern Taiwan , and provide opportunities for environmental education and ecotourism. Burrows of pangolins sometime are found along the trails in the park. However, systematic survey of Fomosan pangolins has not been conducted. We aim to investigated the distribution, ecology and habitat use of Formosan pangolins in the park. Our objectives are: 1) Review the literature and record of pangolins in the park; 2) Survey burrows of pangolins and collect images with camera traps to investigate the distribution, ecology and habitat use, and estimate the relative abundance of pangolins ; 3. Use rescue individuals to understand health condition of pangolins; 4. Assess human disturbance including feral dogs and roads, and other potential threats to pangolins ; 5. Plan for conservation actions of pangolins ; 6. Write two articles to general public for education and outreach. For literature, we collected 10 Chinese thesis, 20 Chinese and Japanese journal articles, 15 English journal articles and reports, and synthesize the ecology, habitat use, and threats of pangolins. We also collected 16 reports of research projects and compiled 223 records of pangolins. To survey distribution of pangolins in the park, we divided park into 140 grids of 1 km² cell, and allocated survey effort accordingly. From 2018 to 2019, we set up 43 survey routes (125 km), and installed cameras at 112 sites , covering 122 grids. We recorded 707 burrows, and recorded 670 images or videos of pangolins, among which 80 are independent photos. Of 122 grids, pangolins were detected at 89 grids (72.3%). Areas with records of pangolins from 1995-2017, pangolins were still active in nowadays. Our results show that pangolins

are nocturnal, was active from 6 pm to 6 am, with the peak at 3-5 am. Resource selection functions suggested that burrows were more likely to occur at areas with low elevation, particularly 300-600 m, with lower slope, higher solar radiation, and further from hot springs. Compare to *Machilus thunbergii* forest, pangolins were more likely to use *Acacia confusa* forest, and avoided non-forest area such as farms, buildings, and recreation areas. We applied the habitat suitability model to the entire park, and the results shows that 44% of areas of park with probability of occurrence over 50%. We received 9 records of pangolins from the park service and other agencies. Feral dogs were present at half of girds with signs of pangolins, indicating the spatial distribution of the two species were overlapped. However, the activity levels of dogs were not significantly correlated with the activity level of pangolins, neither to the relative abundance of pangolins. Temporal overlap of the two species was highest during dawn and dusk. Our study suggests pangolins are wide distributed in the park, and the range is likely not in decline. There are some hot spots of pangolins in the park, mainly located in *Acacia confusa* forest and *Machilus thunbergii* forest near park boundary, at low elevation area. Pangolins do not avoid roads and human settlement, but may still face threats of road kills. Distribution of pangolins and feral dogs are highly overlapped. As we did not detect pangolins at sites with highest level of activity of dogs, feral dogs may also affect pangolin distribution. We suggest park service initiate long-term monitoring project for pangolins; contril population od feral dogs in park, and keep reduce road kill in park. Since pangolins are most likely to occur near boundary of the park, where human disturbance may be high, we suggest park service work with residents to protect pangolins as well as habitat.

第一章、緒論

目前全世界僅有八種穿山甲，屬於鱗甲目(*Pholidota*)穿山甲科(*Manidae*)，其中四種在非洲，四種在亞洲，多分布在非洲熱帶與東洋界(Indomalayan realm) 地區 (Gaubert and Antunes 2005)。非洲地區的穿山甲有：樹穿山甲 (*Phataginus tricuspis*)、長尾穿山甲 (*Phataginus tetradactyla*)、大穿山甲 (*Smutsia gigantea*) 及南非穿山甲 (*Smutsia temminckii*)，亞洲地區的穿山甲有：中華穿山甲 (*Manis pentadactyla*)、馬來穿山甲 (*Manis javanica*)、印度穿山甲 (*Manis crassicaudata*) 及菲律賓穿山甲 (*Manis culionensis*)。2014 年國際自然保護聯盟紅色名錄(The IUCN Red List of Threatened Species) 物種存續委員中夥伴之一發出警訊，指出全球八種穿山甲是目前世界上最常被走私買賣的哺乳類動物，中華穿山甲在此一名錄中的保護級別被提升至「極危」。同年，中華穿山甲亦被列入瀕臨絕種野生動植物國際貿易公約(CITES) 附錄一中，禁止在國際間交易。分布於臺灣的臺灣穿山甲 (*Manis pentadactyla pentadactyla*)，又稱「臺灣鱗鯉」，為中華穿山甲於臺灣的特有亞種 (Allen 1938；林恭良 1981)，名列我國保育等級第二級 (野生動物保育法 1989)，陸域哺乳類紅皮書「易危」(鄭錫奇等 2017) 的珍貴稀有野生動物。

臺灣穿山甲頭部呈圓錐狀，吻端尖，腹面呈淡紅色。除了吻部、臉頰、下顎、喉部、腹部及四肢內側外，全身都覆蓋著灰褐色的鱗片，呈覆瓦狀排列。四肢短，具五爪，前肢發達，利於挖掘洞穴。口腔中沒有牙齒，長條狀之舌頭具有豐富唾液，方便取食蟻類 (楚南 1923, 1924；堀川 1932；Heath 1992)。體長 44-56 公分，尾長 30-40 公分，體重約 2-4 公斤 (李玲玲等 2010；Rupak 2016)。臺灣穿山甲為夜行性，以白蟻及螞蟥為主食 (趙榮台 1989)。

臺灣穿山甲分布在臺灣本島各地海拔 2,000 公尺以下山麓、丘陵臺地、盆地與沖積平原 (堀川 1931; 李玲玲等 2010)，包含中央山脈周邊地區、海岸山脈、大屯火山群、臺北盆地、埔里盆地與屏東沖積平原，尤以海拔 300- 500 公尺的

地區最為常見(趙榮台 1989)。由於早期濫捕與棲地破壞，臺灣穿山甲族群數量急遽減少。儘管自臺北市立動物園1997年選定臺灣穿山甲為重點保育物種開始，發展人工飼育方法(張啟彥 2004，金仕謙等 2007)，逐步累積疾病救傷(王珮蓉 2007)、死亡病理解剖(金仕謙等 2012)、與繁殖育幼(詹雅婷 2009；Chin 2012)等基礎生理資料，然相關野外研究仍十分缺乏，在北臺灣僅有少數調查紀錄，例如新北市木柵地區洞穴痕跡的穿越線調查(蔡育倫等 2004)，及翡翠水庫的洞穴棲地研究(范中衍 2005)。陽明山國家公園是北臺灣佔地最廣、保育層級最高的中低海拔山地，也是提供國民環境教育與生態旅遊的場域。在園區內的登山步道旁，亦時有發現穿山甲挖掘的洞穴，卻一直缺乏穿山甲分布的全面普查資料，僅能依據零星的調查紀錄，如 2012-2017 年的長期生態研究中所記錄到的 9 筆穿山甲資料(朱有田及裴家騏 2014；顏士清等 2017)，推測園內穿山甲分布的現況。

身為都會型國家公園，陽明山內遊客眾多，園內穿山甲也可能面臨人為干擾如道路交通及流浪狗的威脅。穿山甲傾向居住位於低度人為干擾區域的洞穴(林敬勛 2011)，且不規避非鄉道與省道的次要道路(賴智恩 2013)。陽明山國家公園區內道路密度高，進一步分割了穿山甲的棲息地，除了增加道路致死的可能性，亦可能因人類出沒與交通噪音等干擾而影響穿山甲的活動與棲地利用。流浪狗是臺灣穿山甲的主要威脅之一，許多救傷個體為流浪狗攻擊所致 (Chao et al. 2005)。由於民眾的棄養與餵食，園區內六個主要遊憩區的流浪犬數量高達 200 多隻 (顏士清等 2017)，周蓮香及莊子聿(2003)曾報導竹雞 (*Bambusicola sonorivox*)、赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*) 受流浪犬攻擊紀錄，2012-2014 年間記錄到 3 筆麝香貓(*Viverricula indica*)疑似受犬隻攻擊致死案例(顏士清 2015)。本計畫將彙整園內穿山甲路殺紀錄，並利用穿越線調查與紅外線自動照相機資料，檢視道路與流浪犬活動對於穿山甲分布的影響。

為裨益穿山甲保育規劃與未來整體園區的經營管理，本計畫將調查園內穿山甲的分布、生態習性、棲地利用與健康狀況，並評估人為活動及其他潛在威脅的

影響，作為主管機關經營管理的參考。計畫目標包括：1.彙整國內外臺灣穿山甲相關文獻及歷年園內穿山甲之紀錄，利用沿線調查法調查穿山甲洞穴痕跡以了解其分布熱點與範圍、相對數量與棲地環境；2. 架設紅外線自動照相機以記錄穿山甲之影像並建立其活動模式；3. 檢測救援穿山甲之健康狀況，綜合調查結果評估人為活動例如道路與遊蕩犬及其他潛在威脅對園區內穿山甲族群的影響；4. 根據研究結果與相關文獻紀錄提出穿山甲之保育策略規劃；5. 提供調查園區內穿山甲之照片影像紀錄並撰寫兩則關於穿山甲保育之科普文章。

第二章、研究方法

(一)、臺灣穿山甲文獻回顧

本研究蒐集國內外臺灣穿山甲相關文獻與 1995-2017 年園區內穿山甲紀錄，並統整歸納文獻中與本計畫相關之穿山甲生態習性、棲地利用與受威脅因子，做為後續研究與保育管理之參考。文獻搜尋包含學術期刊、碩博士論文、政府機關調查研究報告，搜尋資料庫及網站包括全國碩博士論文網、Web of Science、中國期刊全文資料庫、Google Scholar、各國家公園網站、林務局自然保育網及臺北市立動物園。

共蒐集臺灣穿山甲相關之碩博士論文 10 篇(表 1)，中文/日文期刊文章 20 篇(表 2)，英文期刊文章或報告 15 篇(表 3)。

表 1、2004 -2017 年間有關臺灣穿山甲(*Manis pentadactyla pentadactyla*)之碩博士論文

編號	碩博士論文資訊
1	王珮蓉。2007。臺灣穿山甲救傷通報系統在保育上的應用。國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所。碩士論文。
2	呂亞紋。2014。臺東鸞山地區臺灣穿山甲腸道寄生蟲相調查。國立屏東科技大學野生動物保育研究所。碩士論文。
3	林敬勛。2011。臺東鸞山地區臺灣穿山甲活動範圍與洞穴利用之研究。國立屏東科技大學野生動物保育研究所。碩士論文。
4	范中行。2005。翡翠水庫臺灣穿山甲洞穴棲地研究。國立臺灣大學森林環境暨資源學系。碩士論文。
5	張啟彥。2004。臺灣穿山甲飼糧表面消化率之研究。國立臺灣大學畜產學研究所。碩士論文。
6	張淑萍。2014。利用微衛星基因座變異探討臺東鸞山地區臺灣穿山甲之親屬關係與社會結構。國立屏東科技大學野生動物保育研究所。碩士論文。
7	梁竣傑。2017。臺東鸞山地區土壤環境與穿山甲排遺中的白蟻物種組成。國立屏東科技大學野生動物保育研究所。碩士論文。
8	詹雅婷。2009。圈養臺灣穿山甲繁殖行為與親子關係之研究。國立屏東科技大學野生動物保育研究所。碩士論文。

- 9 盧帕克。2016。臺灣東南部野生臺灣穿山甲之健康監測與疾病監控。國立屏東科技大學獸醫學系所。博士論文。
- 10 賴智恩。2013。以物種分佈模式預測海岸山脈穿山甲之棲地分佈。國立屏東科技大學野生動物保育研究所。碩士論文。
-



表 2、1900 -2018 年間有關臺灣穿山甲(*Manis pentadactylapentadactyla*)之中文/日
文期刊文章

編號	文章資訊
1	王齡敏、林依蓉、詹芳澤。2011。救援病例回溯分析臺灣穿山甲的傷病原因。 灣生物多樣性研究。13: 245-255。
2	安達島次。1939。臺灣產穿山甲ノ成體及胎兒ノ解剖學的立立ビニ比較解剖學的研究第一報臺灣產穿山甲ノ種類決定。解剖學雜誌 13(1): 179-182。
3	林敬勛、裴家騏。2010。穿山甲的活動範圍及洞穴利用。野生動物保育彙報及通訊。14: 2-11。
4	金仕謙、余品奐、詹雅婷、陳志瑩、郭俊成、葉力森。2012。臺灣穿山甲(<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>)10 年期間 (1995-2004)死亡的病例死因回溯調查。臺灣獸醫學雜誌。38: 243-250。
5	金仕謙、楊翕雯、莊蕙瀚、連振曄、陳俊麟、王翰聰。2007。飼糧調整對臺灣穿山甲 (<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>)糞便菌像之影響。動物園學報 19: 51-59, 2007。
6	青木文一郎、立石新吉。1940。天然紀念物調查報告(第六輯, 穿山甲) 臺灣總督府內務局。臺灣。
7	青木文一郎。1913。本邦に於ける哺乳動物の分布狀況。動物學雜誌 25(300): 498-517。
8	青木文一郎。1930。哺乳動物より見たる臺灣島と其周圍。地學雜誌 11(499): 11-19。
9	胡正恆。2018。新北生態茶的遮陰生長與穿山甲覓食洞穴分布, 濕地學刊 7(1): 92-110。
10	高橋定衛。1934。穿山甲の食性再吟味。科學 4(9): 370-371。
11	堀川安市。1931。臺灣哺乳動物圖說。頁 95-98。臺北: 臺灣博物學會。
12	楚南仁博。1912。穿山甲與クロトゲアリ。臺灣博物學會會報 8: 215-219。
13	楚南仁博。1913。クロトゲアリの研究附穿山甲。昆蟲世界 16(11): 10-14。
14	楚南仁博。1923。穿山甲の觀察。臺灣博物學會會報 63: 93-98。
15	楚南仁博。1924。穿山甲雜記。臺灣博物學會會報 67: 69-70。
16	楚南仁博。1941。穿山甲の食物調査。科學的台灣 9(3): 9-10。
17	趙榮台。1989。臺灣穿山甲(<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>)之繁殖保存研究: 一般生物學與現況分析。78 年生態研究第 032 號。行政院農業委員會印行。57 頁。
18	趙榮台。1991。穿山甲的生物學及其保育。pp. 319-331, in Proceedings of the First

International Symposium on Wildlife Conservation, R.O.C.

- 19 趙榮台。1993。穿山甲的人工飼育。pp.12-1~12-13, in Proceeding of International Symposium on the Conservation of Endangered Animals. Taipei. Taiwan. R.O.C.
 - 20 蔡育倫、袁孝維、陳寶忠、楊翕雯。2004。木柵山區臺灣穿山甲(*Manis pentadactyla pentadactyla*)野外棲地初探。臺大實驗林研究報告。18: 29-34。
-



表 3、1993 -2019 年間有關臺灣穿山甲(*Manis pentadactyla pentadactyla*)之英文期刊文章

編號	文章資訊
1	Chao, J. T., Y. M. Chen and W. C. Yeh. 1993. Notes on a newborn Formosan pangolin, <i>Manis pentadactyla pentadactyla</i> . J. Taiwan Museum 46(1): 43-46.
2	Chao, J., E. Tsao, K. Traylor-Holzer, D. Reed, K. Leus. Taiwanese Pangolin Population and Habitat Viability Assessment: Final Report. IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group; 2005.
3	Chin, S. C., C. Y. Lien, Y. T. Chan, C. L. Chen, Y. C. Yang, and L. S. Yeh. 2012. Monitoring the gestation period of rescued Formosan pangolin (<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>) with progesterone radioimmunoassay. Zoo Biology 31:479–489.
4	Chin, S. C., C. Y. Lien, Y. Chan, C. L. Chen, Y. C. Yang, and L. S. Yeh. 2015. Hematologic and serum biochemical parameters of apparently healthy rescued formosan pangolins (<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>). Journal of Zoo and Wildlife Medicine 46:68–76.
5	Kao, J., J. Y. W. Li, C. Lees, K. Traylor-Holzer, N.H. Jang-Liaw, T. T. Y. Chen, F. H. Y. Lo, H. Y. Yu, C. M. Sun (Eds). 2019. 2017 Population and Habitat Viability Assessment and Conservation Action Plan for the Formosan Pangolin, <i>Manis p. pentadactyla</i> . IUCN SSC Conservation Planning Specialist Group, Apple Valley, MN, USA.
6	Khatri-Chhetri, R., C. M. Sun, H. Y. Wu, and K. J. C. Pei. 2015. Reference intervals for hematology, serum biochemistry, and basic clinical findings in free-ranging Chinese Pangolin (<i>Manis pentadactyla</i>) from Taiwan. Veterinary Clinical Pathology 44:380–390.
7	Khatri-Chhetri, R., H. C. Wang, C. C. Chen, H. C. Shih, H. C. Liao, C. M. Sun, N. Khatri-Chhetri, H. Y. Wu, and K. J. C. Pei. 2016. Surveillance of ticks and associated pathogens in free-ranging Formosan pangolins (<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>). Ticks and Tick-borne Diseases 7:1238–1244.
8	Khatri-Chhetri, R., T. C. Chang, N. Khatri-Chhetri, Y. L. Huang, K. J. C. Pei, and H.Y. Wu. 2017. A retrospective study of pathological findings in endangered Formosan pangolins (<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>) from southeastern Taiwan. Taiwan Veterinary Journal 43:55–64.
9	Li, H. F., J. S. Lin, Y. C. Lan, K. J. C. Pei, and N. Y. Su. 2011. Survey of the termites (Isoptera: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Termitidae) in a Formosan pangolin habitat. Florida Entomologist 94:534–538.
10	Lin, M. F., C. Y. Chang, C. W. Yang, and E. S. Dierenfeld. 2015. Aspects

編號	文章資訊
	of digestive anatomy, feed intake and digestion in the Chinese pangolin (<i>Manis pentadactyla</i>) at Taipei zoo. Zoo Biology 34:262–270.
11	Sun, N. C.-M., J. Sompud, and K. J.-C. Pei. 2018. Nursing period, behavior development, and growth pattern of a newborn Formosan pangolin (<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>) in the wild. Tropical Conservation Science 11:194008291878845.
12	Sun, N. C. M., C. C. Liang, B. Y. Chen, C. C. Lin, K. J. C. Pei, and H. F. Li. 2019. Comparison of two faecal analysis techniques to assess Formosan pangolin <i>Manis pentadactyla pentadactyla</i> diet. Mammalia.
13	Sun, N. C. M., B. Arora, J. S. Lin, W. C. Lin, M. J. Chi, C. C. Chen, and C. J. C. Pei. 2019. Mortality and morbidity in wild Taiwanese pangolin (<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>). PLoS ONE 14:e0198230.
14	Wu, S. H., M. Chen, S. C. Chin, D. J. Lee, P. Y. Wen, L. W. Chen, B. T. Wang, and H. T. Yu. 2007. Cytogenetic analysis of the Formosan pangolin, <i>Manis pentadactyla pentadactyla</i> (Mammalia: Pholidota). Zoological Studies 46:389–396.
15	Yu, H. T., G. C. Ma, D. J. Lee, S. C. Chin, H. S. Tsao, S. H. Wu, S. Y. Shih, and M. Chen. 2011. Molecular delineation of the Y-borne Sry gene in the Formosan pangolin (<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>) and its phylogenetic implications for Pholidota in extant mammals. Theriogenology 75:55–64.

以下統整歸納文獻中與本計畫相關之穿山甲生態習性、棲地利用與族群面臨威脅。

1. 臺灣穿山甲分類與型態

臺灣穿山甲為哺乳綱 (Mammalia)，鱗甲目 (Pholidota)，鱗鯉科 (Manis)，穿山甲屬 (pentadactyla)。為中華穿山甲的指名亞種 (Allen 1938) 是目前全世界八種穿山甲，分布於亞洲的四個種類之一 (Gaubert and Antunes 2005)。然而在哺乳動物分類學上，穿山甲反而與食肉目下的貓科動物比較接近，與其他食蟻動物或盆齒類動物關聯性則非常低 (Nisa et al. 2005)。臺灣穿山甲頭部呈圓錐狀，吻端尖，眼小，虹彩黑色，眼瞼厚，腹面呈淡紅色。除了吻部、臉頰、下顎、喉部、腹部及四肢內側外，全身覆蓋灰褐色鱗片，呈覆瓦

狀排列。各鱗片呈三角形，尾部上下各有鱗三列，左右各一列，共為八列。背中央鱗列由區幹部直達尾端呈一直線，另有黑褐色粗毛散生。四肢短，具五爪，前肢發達，利於挖掘洞穴。口腔中無牙齒，長條狀之舌頭具有豐富唾液，方便取食蟻類。其嗅覺靈敏，而視覺與聽覺則較為遲鈍（楚南 1923, 1924；堀川 1932；Heath 1992）。體長 44-56 公分，尾長 30-40 公分（李玲玲等 2010），一般成體體重 4-6 公斤，雄性平均 3.4 公斤，雌性平均 2.9 公斤(Rupak, 2016)，圈養環境下雄性穿山甲最高體重可達 9.47 公斤，雌性穿山甲最高可達 5.65 公斤(金仕謙等 2012)。

2. 臺灣穿山甲日常活動與行為

臺灣穿山甲為夜行性，臺東鸞山地區的穿山甲約在晚上七點半出洞，在外活動四小時，晚上 11 點半回到洞穴中，其餘時間在洞中休息(梁竣傑 2017)。步行時，頭部微微向下，背部彎曲，尾部稍離地面。生性敏感，遭遇危險時會將頭向腹部蜷縮成球狀，以背部鱗片抵禦外敵(趙榮台 1989)。臺灣穿山甲除了會游泳外，也擅長爬樹，以前爪鉤住樹幹，螺旋方向攀爬(楚南 1923, 1924；堀川 1932)。除育幼期外，穿山甲多為單獨行動，發情期外無發現雌雄同居的情形。雌性穿山甲 1-1.5 歲即可繁殖，懷孕期為 318 天 到 372 天，推測一年僅能繁殖一次(Chin et al. 2012)。圈養環境下的穿山甲發生配對行為的月份在 5 月及 10 月至隔年的 2 月(詹雅婷 2009)。剛出生的幼獸閉眼、無鱗，出生一個月後鱗片角質化變成黑褐色，且可以爪或尾攀附在母獸尾部隨母獸外出(詹雅婷 2009；Sun et al., 2018)，兩個月後便可獨自外出，野外幼體的成長速度為每週 1.2 公分，高於圈養個體(Sun et al., 2018)。

在鸞山地區的無線電追蹤結果顯示，雄性穿山甲 ($n=1$) 的平均活動範圍約為 66 公頃，雌性穿山甲 ($n=6$) 的平均活動範圍約為 17 公頃，且 1 隻雄性至少與 8 隻雌性活動範圍重疊(林敬勛 2011)。穿山甲在進行日常活動時 (如覓食或於洞穴中休息時)，也有死亡的風險，雖然穿山甲善於挖掘洞穴，但困

於樹洞或洞穴中可能是造成穿山甲死亡的重要因素之一。這類事情常發生於旱季，推測可能是因為穿山甲主食的螞蟻數量減少，導致其必須挖掘洞穴來取食白蟻。而旱季食物的匱乏導致身體狀況惡化，導致穿山甲無法自行脫困。另外臺灣東南部農地利用的方式可能影響到地形與土壤特性，增加洞穴塌陷導致穿山甲受困與死亡的風險(Sun et al. 2019)。

3. 臺灣穿山甲食性

穿山甲主要以白蟻及螞蟻為食，也會取食蜜蜂、蜂蛹與雞母蟲(趙榮台 1989)。過去解剖胃袋所發現的蟻類有懸巢舉尾蟻(*Crematogaster rogenhoferi*)、多氏舉尾蟻(*C. dohrni fabricans*)、黑棘蟻(*Polyrhachis dives*)、矢野擬大頭家蟻(*Pheidologeton yanoi*)、大黑巨山蟻 (*Camponotus friedae*)等螞蟻，及黑翅土白蟻(*Odontotermes formosanus*)與黃肢散白蟻(*Reticulitermes flaviceps*)兩種白蟻(高橋 1934；楚南 1941)。臺東鸞山地區白蟻的研究中，在穿山甲排遺及土壤環境中皆發現四種白蟻，分別為臺灣土白蟻、小象白蟻(*Nasutitermes parvonasutus*)、新渡戶歪白蟻(*Pericapritermes nitobei*)及黃肢散白蟻。其中以臺灣土白蟻所占比例最高。排遺的白蟻組成和環境土壤中的白蟻組成相似，表示臺灣穿山甲並無偏好白蟻種類(梁竣傑 2017)。穿山甲在夏季取食的白蟻數量顯著少於春季、秋季及冬季，但土壤環境中白蟻數量並無此季節差異，推測穿山甲於夏季時以螞蟻為主食，因此取食白蟻數量較少(梁竣傑 2017)。

4. 臺灣穿山甲洞穴型態與利用

穿山甲洞穴直徑約為20公分(范中衍 2005；林敬勛 2011)，洞口坡度25-35度(蔡育倫等 2004；范中衍 2005；林敬勛 2011)。洞穴多為聚集分布(蔡育倫等 2004；范中衍 2005)，其原因可能與臺灣穿山甲的覓食行為有關，當穿山甲挖掘覓食時，若挖掘後並無發現食物或食物不足，則多在周圍另行挖掘搜尋(范中衍 2005)。穿山甲洞穴多為單一開口(范中衍 2005；林敬勛 2011)，翡翠水庫集水區的洞穴開口方向與其洞穴周圍之坡向多偏向西南方。平均深

度為 80-100 公分(范中衍 2005)。在林敬勛(2011) 的研究中，五隻雌性穿山甲的居住洞穴平均深度為 233 公分 ($n=55$)，最淺為 90 公分，最深為 505 公分。其洞穴內部溫度穩定，日均最大溫差顯著低於洞穴外，可說是冬暖夏涼(范中衍 2005)。翡翠水庫地區的穿山甲新挖掘洞穴出現時間多在冬季與春季，推測原因為此時期食物資源較難以尋找或繁殖期間需要更多食物資源的原因(吳詩寶 2004；范中衍 2005)。臺灣穿山甲的洞穴可依使用功能分為居住及覓食，覓食所挖掘的洞穴較淺，居住用之洞穴較深(約 300-500 cm)(趙榮台 1989；林敬勛 2011)。在中國中華穿山甲的研究中將洞穴分為冬洞與夏洞，冬洞通常較深且數目較多，而夏洞通常較淺且數量較少，推測造成此差異的主要原因為食物獲取的容易程度，夏季蟻類多分布在較淺的土層，捕食容易，而冬季蟻類則分布在較深的土層中，因此需要挖掘較多且較深的洞(吳詩寶等 2004)。臺東鸞山地區濕季時雌性穿山甲平均每次居住洞穴利用天數為 1.5 天，雄性為 1.3 天，乾季時較長，雌性為 3 天，雄性為 2.7 天。雌性穿山甲在產後的育幼期則明顯增加了每次居住洞穴的利用天數(平均 9.7 天)。單隻雌性穿山甲的利用居住洞穴總數量推估在 29.4-39.6 個洞穴之間，雄性則推估為 72.5-83.3 個洞(林敬勛 2011)。

5. 臺灣穿山甲分布與棲地利用

臺灣穿山甲主要分布在亞熱帶至熱帶地區的淺山森林，海拔 300-500 公尺地區最為常見，海拔 2,000 公尺為其分布上限(趙榮台 1989)。臺灣穿山甲主要棲息於林地，翡翠水庫的調查顯示洞穴所在位置的土壤多為含沙量少具防水性的黏土或壤土，常位在森林的斜坡處。穿山甲偏好中等鬱閉度的環境，洞穴植物覆蓋度為 $62.4 \pm 24.7\%$ ，而洞穴周圍平均林下植群高度為 $68.9 \pm 84.4\text{cm}$ (蔡育倫等 2004；范中衍 2005)。翡翠水庫集水區的穿山甲洞穴密度平均為 56.7 個/ha，洞穴所在植被類型以闊葉人工林最高，其次為針葉人工林，與整體環境中植被比例相近，顯示穿山甲並無偏好特定植被類型挖掘洞穴(范中

衍 2005)。屏東鸞山地區的研究顯示，穿山甲的居住洞穴多為舊的洞穴，且多位在低度干擾的地區，包含次生林、竹林、箭竹林、芒草等，然而在冬季時發現的新挖洞穴卻多位在高度人為干擾的環境，但這些洞穴通常較短，且發現的多屬於小型的白蟻窩，推測這些位在高度人為干擾環境如農地、梅園或檳榔園的洞穴，通常多為覓食用(林敬勛 2011)。

海岸山脈地區的穿山甲分布模型結果顯示穿山甲棲息利用主要偏向 10-40° 的中低坡度、海拔 200-1,000 公尺、1 月降雨量較少、全天光空域 125 以上、NDVI 中高範圍及坡向為西和西北坡的地區(賴智恩 2013)。

6. 臺灣穿山甲的威脅

全球穿山甲受藥用與食用價值的誘因影響，成為走私貿易威脅最嚴重的哺乳類動物。而在過往幾年中，亞太地區的穿山甲面臨區域性的生存危機，由於中國為穿山甲本體及鱗片需求的大宗國，大多數走私案件都發生在亞洲地區(Heinrich et al. 2017; Trageser et al. 2017)，包含越南、馬來西亞、泰國等。臺灣穿山甲過去因為皮件與藥用的市場需求，曾造成大量的穿山甲被捕殺(趙榮台 1989)，所幸近年由於相關政策與法規的訂立，與生態保育概念的興起，已較少濫捕。現今相較於其他國家，臺灣並非穿山甲的主要消費市場，同時也非運輸航線理想中繼站，因此非法交易的案件並不多，除了零星幾件查獲外，非法走私與過度捕獵並非臺灣穿山甲的主要威脅因素。

臺灣穿山甲現今的主要威脅為棲地破壞、捕獸夾誤夾與野狗攻擊所造成的創傷。1993-2009 年間臺灣穿山甲送至特有生物研究保育中心野生動物急救站處理之病例，就診原因以創傷最多，占病例總數 51.3%，其中 70% 為陷阱造成，以後肢被獸夾夾傷比例最高 (王齡敏等 2011)，屏東保育類野生動物收容中心資料也有同樣趨勢，在過去救援的臺灣穿山甲當中，受到捕獸夾誤夾而導致的創傷比例高達近八成 (Sun et al. 2019)。

由於人的攜帶，犬隻成為世界上分布最廣、也是威脅性很高的入侵種

(Lowe et al. 2000)。在臺灣，曾發現自由活動的犬隻（包括流浪犬與不受到活動限制的家犬）攻擊臺灣穿山甲（王齡敏等 2011），在 1990-2005 年間，臺北市立動物園所救援的穿山甲有多達 20-30% 是遭野狗襲擊而受傷（Chao et al. 2005），專家分析由於穿山甲多生活在海拔 1,000 公尺以下，與人類生活圈高度重疊，而伴隨著人們一起進駐的家犬（有些日後成為流浪犬）成為騷擾穿山甲的潛在對象。另外屏東保育類野生動物收容中心紀錄顯示，在 2006-2017 年間，受犬隻攻擊而送傷的臺灣穿山甲數目僅次於捕獸夾所導致的創傷，疑似遭野狗攻擊所導致的尾巴創傷佔創傷案件中的 20.4%（Sun et al. 2019）。路殺雖非造成臺灣穿山甲受傷的主因，但仍有撞擊車輛救傷的案例發生（王齡敏等 2011）。臺灣動物路死觀察網（Taiwan Roadkill Observation Network）的數據顯示，從 2011-2019 年間，一共獲報 70 筆的路殺紀錄，路殺數量逐年上升，以 5-9 月居多。

(二)、歷年園區內穿山甲紀錄彙整

園區內穿山甲紀錄來源包括研究報告、國家公園管理處、2010-2011 年國家公園生物多樣性資料庫-物種調查點資料，「106-107 年度陽明山國家公園生態廊道監測計畫」所得自動照相機相片，及 2016 年至 2017 年臺灣動物路死觀察網彙整之路殺資料。

本研究共蒐集 1995 -2017 年園區內穿山甲調查記錄相關報告 16 份(表 4)，整理穿山甲調查紀錄點位或區域資料 72 筆，然而大多數記錄缺乏詳細座標資訊。結合 2010-2011 年國家公園生物多樣性資料庫-物種調查點資料(148 筆)，與陽明山國家公園管理處提供路殺紀錄 1 筆，朱有田與顏士清自行研究(朱有田及顏士清 私人通訊)自動照相機資料 2 筆，共彙整穿山甲調查紀錄位置 223 筆(圖 1)，其中 40 筆報告中無提供座標資訊的調查紀錄則依據該報告內文描述標示大致區域。223 筆紀錄中包含紅外線自動照相機紀錄 19 處，洞穴痕跡

54 處，舔食蟻類紀錄 1 處，路殺紀錄 1 處，而國家公園生物多樣性資料庫-物種調查點資料的資料類型與資料來源則無明確標記。穿山甲歷史紀錄分布區域包含倒照湖、八連溪、山仔頂、擎天崗、風櫃口、天溪園、鹿窟坪、阿里磅、大屯溪等地。



表 4、1995 -2017 年間陽明山國家公園內曾紀錄臺灣穿山甲(*Manis pentadactyla pentadactyla*)之研究調查報告 (依年份排序)

編號	年份	計畫名稱	計畫主持人/ 調查負責人	紀錄類型(筆數)
1	1995	陽明山國家公園動物資料庫之初步建立	陳育賢	舔食蟻類(1 筆)
2	2004	核二~仙渡 345KV 線經陽明山國家公園段環境 影響評估工作陸域生態評估工作 (第一期)	劉威廷	洞穴痕跡(7 處)
3	2008	陽明山國家公園陸域脊椎動物相調查(一) 竹子 山、小觀音山地區	趙榮台	洞穴痕跡(8 處、184 個)、自動相機影 像(2 處)
4	2009	陽明山國家公園陸域脊椎動物相調查(二)-百拉 卡公路以南，陽金公路以西地區	李玲玲	洞穴痕跡(12 個)
5	2009	核二~仙渡 345KV 線經陽明山國家公園段環境 影響評估工作陸域生態評估工作 (第二期)	劉威廷	洞穴痕跡(累計 2004 年報告共 19 處)、 自動相機影像(2 處)
6	2010	陽明山國家公園磺嘴山生態保護區動物相調查 研究	林曜松	洞穴痕跡(1 個)
7	2010	陽明山國家公園陽金東路以東地區資源調查	陳俊宏	洞穴痕跡(4 處)、自動相機影像(2 處)
8	2011	人類活動對陽明山國家公園百拉卡公路以北， 陽金公路以西地區資源影響調查	陳俊宏	洞穴痕跡(2 處)
9	2012	陽明山國家公園自然生態環境及其土地利用之 研究 (百拉卡公路以南，陽金公路以西地區)	陳俊宏	洞穴痕跡(3 處)
10	2013	陽明山國家公園特殊稀有動物(麝香貓)生活史 之研究	朱有田	自動相機影像(6 處)
11	2014	陽明山國家公園珍貴稀有動物麝香貓之調查	朱有田	洞穴痕跡(8 處)

編號	年份	計畫名稱	計畫主持人/ 調查負責人	紀錄類型(數量)
12	2016	陽明山國家公園指標生物及長期生態監測指標 先驅研究(2/2)	陳俊宏	洞穴痕跡(1處)
13	2017	106 年度陽明山國家公園生態廊道監測工作計 畫	陳怡惠	自動相機影像(1處)
14	2017	陽明山國家公園流浪動物族群現況調查	顏士清	自動相機影像(1處)
15	2017	陽明山國家公園園區野化偶蹄類動物調查及經 營管理探討	賴玉菁	自動相機影像(1處)
16	2017	105-106 年度夢幻湖重要濕地(國家級)基礎調 查計畫	林幸助	自動相機影像(1處)

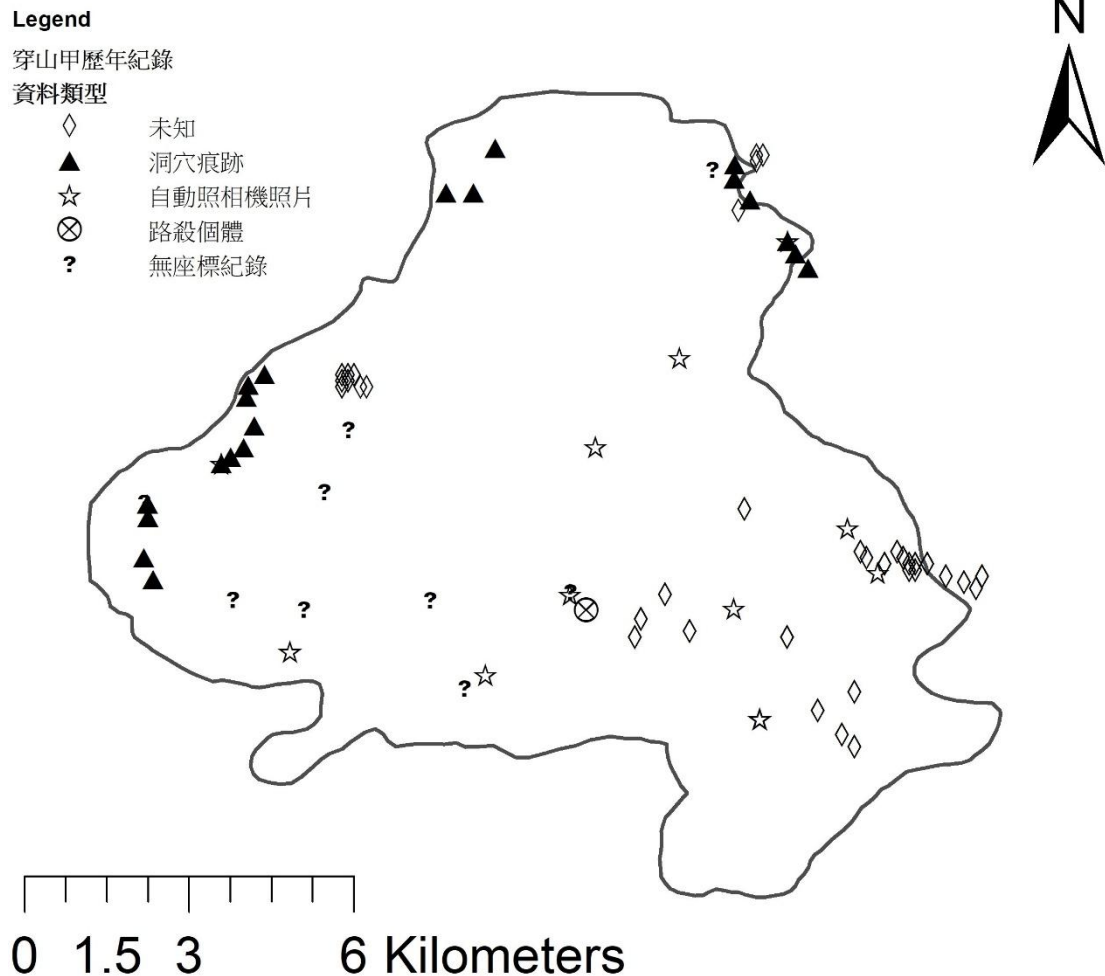


圖 1、陽明山國家公園 1995-2017 年臺灣穿山甲 (*Manis pentadactyla pentadactyla*) 調查記錄

(三)、研究樣區

陽明山國家公園成立於 1985 年，為鄰近大臺北都會區的都會型國家公園，在行政區域屬於臺北市及新北市，包括臺北市北投區、士林區，新北市的萬里區、金山區、石門區、三芝區、淡水區一帶；地理上則屬於大屯火山群區域。其面積 113.38 km²，海拔範圍 56-1,120 m (內政部 2013)，植群以常綠闊葉林為主，占總面積約 76.41%，人類的耕地、建地則占總面積的 9.89% (許立達等 2008)。氣候屬亞熱帶季風型，年降雨量約 4,000 mm。本區目前居民大約 1.2 萬人，每年還有約 459 萬人次的遊客 (內政部 2018)。本研究將季節區分為春(3-5 月)、夏(6-8 月)、秋(9-11 月)、冬(12-2 月)四季。

(四)、穿山甲之分布、相對數量、生態習性與棲地利用

調查方法包括利用沿線調查法調查記錄穿山甲的洞穴痕跡，及架設紅外線自動照相機拍攝穿山甲之照片或影片。

1. 調查網格

為調查穿山甲於國家公園內的分布，根據 TWD97 座標系統，將國家公園切分為 140 個 1 平方公里的網格，作為設置調查樣線與紅外線自動照相機的依據，於計畫執行期間分批調查。其中 18 格網格經探勘後因地形限制難以到達，或位處國家公園邊境，較多住宅與道路，無適合的調查路線或架設相機點，故不予調查。全區調查 122 格網格，每一網格於計畫執行期間至少設置一臺自動照相機或一段調查樣線 (圖 2)。

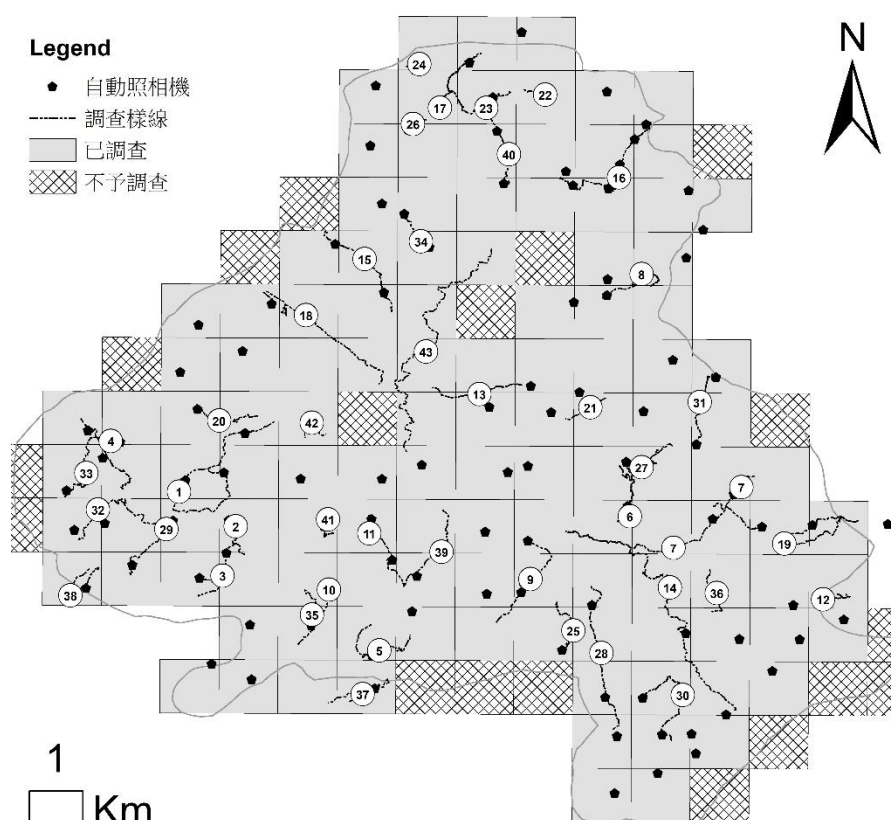


圖 2、2018-2019 年陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查之調查網格、相機與調查樣線位置。數字代表樣線編號，座標系統為 TWD97。

2. 沿線調查與洞穴痕跡測量

2018 年 6 月依據園區內穿山甲歷史紀錄設置第 1 至 19 號調查樣線 (圖 2、表 5)，共 66.1 公里。自 6-7 月起每兩個月調查一次，於調查時複查已發現之洞穴痕跡，每次調查皆在洞口及四周拍照紀錄，以記錄穿山甲洞穴痕跡隨著時間的變化，並依據複查結果設計判定穿山甲洞穴痕跡之新舊程度的標準，了解洞穴使用程度與外觀新舊程度的關係。2019 年新增第 20 至 43 號調查樣線(圖 1、表 5)，調查樣線總長度共 125 公里。因穿山甲的活動區域可能隨季節改變 (林敬勛 2011)，於不同季節所進行的分區調查結果不宜互相比較，由於人力與時間限制，難以於每個季節將全部調查樣線皆調查一次，因此於 2019 年調查一次 1-42 號穿越線，之後則選擇路況較佳的第 1-20 號、23 號、25 號與 27 號調查樣線重複調查 (表 6)。第 43 號樣線(竹子山戰備道)於 2019 年 10 月調查一次。

調查方式為於白天(約 8 點至 18 點間)沿調查樣線行進，往左右兩側各 5 公尺範圍尋找並記錄穿山甲之洞穴痕跡。發現洞穴後，以 GPS 定位並於洞穴周圍處以防水布條標記標號，以方便複查並避免重複計算，因此每次調查新記錄的洞穴皆為上次調查至該次調查期間所產生或發現的洞穴。沿線調查皆由相同人員進行，以減少不同調查人員所造成的誤差。調查人員具豐富的動物調查經驗，於研究初期探勘調查樣線時即開始建立穿山甲洞穴的搜尋印象，雖然樣區內有其他具挖掘洞穴能力之動物(如鼬獾 *Melogale moschata* 與野豬 *Sus scrofa taiwanus*)，然依洞口的形狀、大小、深度、土堆大小等外觀，可資判斷是否為穿山甲所挖掘。調查人員的洞穴痕跡的辨認及搜尋能力，雖可能隨著調查次數增加而提升，使調查時間縮短，但應不影響調查結果，儘管部分洞穴可能因植被遮蔽而遺漏，但在調查方法一致的情況下仍能得到調查樣線周圍的相對洞穴痕跡數量。

洞穴基本形質參考范中衍 (2005)與蔡育倫等(2004)的方法量測，包含(a).洞口直徑：測量水平與垂直兩個方向的最大直徑值。(b). 洞穴深度：以林業調查專

用的 5 公尺軟性鐵尺伸入洞穴，儘可能深入至洞穴之底部後測量，如有無法推進者，則記錄該洞穴至少之長度。並利用洞穴直徑與深度計算搜尋土方量($\pi \times \text{半徑}^2 \times \text{深度}$)。(c). 喬木鬱閉度: 以洞口為中心，在洞口上方 1.5 公尺處分別朝東/南/西/北方垂直向上拍攝照片 (McLanghlin 1978)，以 Gap Light Analyzer (GLA) 2.0 軟體進行分析，計算破空相對光度 (Canopy Openness, %)。

表 5、2018-2019 年陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查樣線

編號	區域	路線描述	長度 (km)
1	二子坪	二子坪遊客服務站→二子坪遊憩區→面天坪→大屯西峰→二子坪遊憩區→二子坪遊客服務站	5.4
2	大屯南峰	中正山停車場登山口→0.5k 觀景台→大屯南峰及西峰叉路口→原路折返	2.3
3	中正山	中正山停車場登山口→0.5k 觀景台→中正山→中正山第一登山口→原路折返	2.1
4	山仔頂	淡水天元宮登山口-山仔頂步道入口-巴拉卡水管路-山仔頂步道入口-淡水天元宮登山口	5.3
5	紗帽山	橫嶺古道湖山登口→橫嶺古道紅潭登山口→左上叉路沿駁坎路陡上→紗帽山頂→旗桿座-前山 0.5k→陽明湖登山口	4.4
6	魚路古道	魚路古道南入口→水源路→金包里大路→觀景台→許顏橋→山豬豐厝地→土地公廟旁小徑往舊駁坎→土地公廟→2k→原路折返	2
7	磺嘴山	擎天崗→磺嘴山入口→避難小屋→稜線岔路→往鹿窟坪→梯田岔路→原路折返	5.6
8	磺溪頭	陽金公路往金山方向 4k 處左轉→磺溪頭山登山口→沿產業道路往苗圃→產業道路盡頭→原路折返	3
9	絹絲瀑布	絹絲瀑布步道菁山路登山口→絹絲瀑布→冷水坑	3.5
10	陽峰古道	鼎筆橋左方岔路口淨水場進入→繞過屋舍後進入陽鋒古道→私人菜園→溪谷右岸緩坡上行→鐵柵門→原路折返	0.7
11	環七星山人車分離步道	七星山苗圃登山口→竹子湖氣象站→陽明書屋站→竹子湖派出所站→竹子湖觀景台→交會右轉前往金露天宮產業道路約 100 m→原路折返	2.5
12	富士坪山腰古道	大坪國小溪底分校→水泥產道→富士坪古道登山口→富士坪山腰古道登山口→竹林→原路折返	1.45

編號	區域	路線描述	長度 (km)
13	鹿角坑	鹿角坑保護區管理站→淨水場後方→沿楓林溪而行→楓林瀑布→原路折返	2.7
14	擎天崗-風櫃口	擎天崗→石梯嶺→頂山→風櫃口	6.6
15	內柑宅古道	西內柑宅登山口→過溪→紅葉瀑布→原路折返	3.2
16	阿里磅瀑布步道	倒照湖 49 號民宅登山口→福德同→九丁榕板根→阿里磅瀑布→原路折返	3.6
17	青山瀑布步道	青山瀑布登山口→鐵橋取右上→三芝冷泉→原路折返	1.95
18	大屯溪古道	古厝停車場登山口→過溪→小觀音山北峰→小觀音山西北峰→竿尾崙→古厝停車場登山口	6.3
19	鹿窟坪古道	石橋登山口→取右沿溪向上→鹿窟坪大草原叉路口→稜線路→石橋登山口	4.4
20	十八彎古道	巴拉卡公路登山口→大屯公園→原路折返	2.0
21	下七股山	後山產業道路下七股山登山口→下七股山→稜線尾端→原路折返	1.1
22	土地公嶺步道	土地公嶺步道登山口→土地公嶺→原路折返	1.1
23	尖山湖步道	尖山湖步道登山口→尖山湖紀念碑→二坪頂古道叉路口→青山瀑布→原路折返	2.8
24	有盡頭的產道	大坑頭旁的廢棄產業道路	1.0
25	竹篙山步道	瑪礁山登山口→竹篙山→瑪礁山登山口	2.0
26	老梅瀑布步道	老梅瀑布步道登山口→二坪頂冷泉→原路折返	1.6
27	冷水山步道	上磺溪停車場→冷水山叉路→冷水山→原路折返	3.5
28	坪頂古圳	坪頂古圳登山口→擎天崗叉口→陽明山牧場→原路折返	4.1
29	清天宮步道	清天宮登山口→向天池→原路折返	3.2
30	頂山西南峰步道	頂山南峰登山口→墓園→道路→沿稜上切→頂山西南峰→士林觀光農園→瑪番山登山口	3.9
31	榮潤古道	富貴墓園→古道接溪溝→溪溝最後水源→原路折返	2.8
32	興福寮步道	興福寮登山口→向天池→原路折返	1.8
33	九天宮步道	九天宮→腰繞水管路→向天池叉口→原路折返	2.7
34	八連古道	北極真武殿→水泥路盡頭→水管路→水管路終點→原路折返	1.6
35	十八挖水圳	北投市民農園→沿水圳走→東昇路(公車風尾站)	1.7
36	瑞泉古道	大尖山道路→瑞泉古道登山口→廢棄產道→接古	1.4

編號	區域	路線描述	長度 (km)
		道→山腰平台	
37	天母古道	天母古道入口→拓印亭→中山北路七段 219 巷	2.7
38	小坪頂步道	小坪頂登山口→小坪頂山→水圳路→小坪頂登山口	2.3
39	七星山步道	七星山苗圃登山口→七星山公園叉路→七星山東峰岔路→七星山頂	2.9
40	二坪頂古道	尖山湖登山口→二坪頂古道岔口→密箭竹叢	2.5
41	楓香步道	竹子湖路登山口→水圳路→上稜線→腰繞路→竹子湖路→竹子湖路登山口	1.7
42	小觀音戰備道	大屯鞍部停車場→山之家→戰備道→海拔約 920m	0.9
43	竹子山戰備道	戰備道管制站入口→竹子山雷達站哨口	6.5

表 6、2018-2019 年陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查樣線調查日期

編 號	調查樣線名稱	2018 年			2019 年		
		第一次調查	第二次調查	第三次調查	第一次調查	第二次調查	第三次調查
1	二子坪步道	7/15/2018	9/10/2018	11/6/2018	4/10/2019	6/12/2019	9/10/2019
2	大屯南峰步道	7/13/2018	9/10/2018	11/6/2018	4/10/2019	6/12/2019	9/10/2019
3	中正山步道	6/10/2018	8/22/2018	10/9/2018	4/10/2019	6/12/2019	9/10/2019
4	山仔頂步道	7/12/2018	9/11/2018	11/16/2018	4/28/2019	6/27/2019	9/18/2019
5	紗帽山步道	6/5/2018	8/7/2018	10/7/2018	4/15/2019	7/15/2019	9/11/2019
6	魚路古道	6/13/2018	8/11/2018	10/26/2018	4/6/2019	7/13/2019	9/19/2019
7	磺嘴山	6/18/2018	8/16/2018	10/27/2018	5/8/2019	6/26/2019	9/20/2019
8	磺溪頭	6/11/2018	8/10/2018	10/15/2018	4/6/2019	6/16/2019	9/13/2019
9	絹絲瀑布步道	7/14/2018	8/21/2018	10/27/2018	4/25/2019	7/23/2019	9/11/2019
10	陽峰古道	7/14/2018	9/8/2018	11/7/2018	4/15/2019	7/23/2019	9/5/2019
11	環七星山人車分離步道	7/14/2018	9/8/2018	11/7/2018	4/15/2019	6/14/2019	9/11/2019
12	富士坪山腰古道	6/17/2018	8/15/2018	10/14/2018	4/8/2019	6/9/2019	9/16/2019
13	鹿角坑生態保護區	6/16/2018	8/14/2018	10/28/2018	4/25/2019	7/6/2019	9/19/2019
14	擎天崗-風櫃口	6/7/2018	8/8/2018	10/13/2018	5/8/2019	7/23/2019	9/23/2019
15	內柑宅古道	7/22/2018	9/17/2018	11/8/2018	4/16/2019	6/21/2019	9/14/2019
16	阿里磅瀑布步道	7/23/2018	9/12/2018	11/15/2018	4/24/2019	6/16/2019	9/13/2019
17	青山瀑布步道	7/21/2018	9/14/2018	11/15/2018	5/9/2019	6/24/2019	9/14/2019
18	大屯溪古道	7/24/2018	9/18/2018	11/17/2018	4/28/2019	8/3/2019	9/24/2019
19	鹿窟坪古道	7/20/2018	9/6/2018	11/17/2018	4/8/2019	7/16/2019	9/16/2019

20	十八彎古道	5/10/2019	7/13/2019	9/18/2019
21	下七股山	5/10/2019		
22	土地公嶺步道	5/9/2019		
23	尖山湖步道	5/9/2019	6/24/2019	9/14/2019
24	有盡頭的產道	4/14/2019		
25	竹篙山步道	4/29/2019	7/16/2019	9/23/2019
26	老梅瀑布步道	4/14/2019		
27	冷水山步道	4/27/2019	6/26/2019	9/19/2019
28	坪頂古圳	4/26/2019		
29	清天宮步道	4/11/2019		
30	頂山西南峰步道	4/13/2019		
31	榮潤古道	4/27/2019		
32	興福寮步道	4/11/2019		
33	九天宮步道	4/9/2019		
34	八連古道	4/14/2019		
35	十八挖水圳	4/11/2019		
36	瑞泉古道	5/25/2019		
37	天母古道	5/30/2019		9/5/2019
38	小坪頂步道	6/12/2019		
39	七星山步道	6/14/2019		
40	二坪頂古道	6/24/2019		
41	楓香步道	6/27/2019		
42	小觀音戰備道	6/27/2019		



3. 自動照相機調查

以每網格 1 個相機點的密度來設置自動照相機，藉以蒐集穿山甲的影像，作為解說教育的素材，並透過影像紀錄時間了解穿山甲的活動模式，同時監測樣區內其他動物如遊蕩犬之活動。由於相機數量有限，計畫執行期間於 111 個網格輪流架設相機，相機架設順序以有穿山甲歷史紀錄的 1 km² 網格優先架設，其餘網格採隨機架設。2018 年 6 月至 2019 年 11 月共設置 112 臺次相機(圖 2、表 7)，自動相機架設位置以發現穿山甲痕跡的地方為主，其中位於天溪園附近的網格設置兩臺次，而 YC37 相機因於附近發現穿山甲洞穴痕跡而架設於國家公園邊境外。架設時於樹幹上以綁帶固定相機，距離地面 0.3-0.8 公尺，鏡頭略向下傾斜拍攝，詳細參數設定如附錄一。研究人員每 2-4 個月巡視相機一次，更換記憶卡與電池，以確保相機正常運作。大多數相機架設約 4 個月後即移至新的相機點，除了 YC01、YC05、YC12、YC14、YC19、YC24、YC27、YC29、YC30、YC55、YC64 相機於記錄穿山甲後，為了解穿山甲使用該區域的變化，架設時間自 7 個月至 1 年半不等。

表 7、2018-2019 年陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查自動照相機架設日期與區域

編號	架設日期	結束日期	工作時數	海拔 (m)	區域
YC01	2018/6/2	2019/9/23	11472	439	天溪園
YC02	2018/6/2	2018/8/6	1560	370	天溪園
YC03	2018/6/4	2018/12/25	4176	489	二號廊道
YC04	2018/6/5	2018/10/7	1704	492	紗帽山
YC05	2018/6/7	2019/7/23	6408	775	擎天崗-風櫃口
YC06	2018/6/7	2018/10/13	3072	757	擎天崗-風櫃口
YC07	2018/6/10	2018/10/9	2904	748	中正山
YC08	2018/6/11	2018/10/15	3024	282	磺溪頭
YC09	2018/6/12	2018/10/26	3264	132	倒照湖
YC10	2018/6/13	2018/10/26	3240	519	魚路古道
YC11	2018/6/13	2018/10/26	3000	455	魚路古道
YC12	2018/6/16	2019/5/7	7800	347	鹿角坑
YC13	2018/6/16	2018/10/28	1968	552	後山
YC14	2018/6/17	2019/6/9	8400	410	富士坪
YC15	2018/6/17	2018/10/28	3192	318	萬溪產道
YC16	2018/6/18	2018/10/30	2376	761	磺嘴山
YC17	2018/6/18	2018/10/27	1896	759	磺嘴山
YC18	2018/6/18	2018/10/27	3072	597	磺嘴山
YC19	2018/6/18	2019/9/11	10800	760	絹絲瀑布
YC20	2018/6/18	2018/10/27	3144	589	絹絲瀑布
YC21	2018/6/28	2018/10/2	2304	545	菜公坑
YC22	2018/6/28	2018/10/9	2472	512	北新庄
YC23	2018/7/9	2018/10/15	2352	267	倒照湖
YC24	2018/6/29	2019/8/28	9816	306	倒照湖
YC25	2018/7/3	2018/10/24	1320	853	二子坪
YC26	2018/7/3	2018/11/6	3024	880	夢幻湖
YC27	2018/7/4	2019/6/17	8352	555	大屯溪
YC28	2018/7/12	2018/11/16	3048	377	山仔頂
YC29	2018/7/12	2019/9/18	10392	521	山仔頂
YC30	2018/7/12	2019/11/9	11640	446	大屯溪
YC31	2018/7/13	2018/11/7	2808	361	菜公坑
YC32	2018/7/13	2018/11/7	2808	566	向天湖
YC33	2018/7/13	2018/11/6	2784	887	大屯南峰
YC34	2018/7/14	2018/11/7	2784	696	環七星山

編號	架設日期	結束日期	工作時數	海拔 (m)	區域
YC35	2018/7/20	2018/11/17	2880	554	擎天崗-風櫃口
YC36	2018/7/20	2018/11/17	2880	504	鹿窟坪
YC37	2018/7/20	2018/11/17	2880	395	萬溪產道
YC38	2018/7/21	2018/11/15	2808	471	老梅瀑布
YC39	2018/7/21	2018/11/15	2808	275	青山瀑布
YC40	2019/1/8	2019/5/10	2928	596	竹子湖
YC41	2019/1/8	2019/5/10	2928	698	頂湖
YC42	2019/1/10	2019/5/10	2880	709	小油坑
YC43	2019/1/10	2019/5/10	2880	813	馬槽
YC44	2019/1/10	2019/5/11	1608	594	日月農莊
YC45	2019/1/10	2019/5/11	2904	551	下七股
YC46	2019/1/10	2019/5/10	2880	446	溪股農場
YC47	2019/1/10	2019/5/10	2880	370	大路崁步道
YC48	2019/1/11	2019/5/11	2880	260	八煙
YC49	2019/1/11	2019/5/11	2880	357	高厝
YC50	2019/1/11	2019/5/11	2880	254	富士坪
YC51	2019/1/15	2019/5/25	3120	404	富士坪
YC52	2019/1/15	2019/6/9	3480	307	瑞泉古道
YC53	2019/1/15	2019/5/25	3120	511	靈泉寺
YC54	2019/1/15	2019/6/9	3480	375	頂北投
YC55	2019/1/18	2019/9/11	5664	322	向天湖
YC56	2019/1/18	2019/6/8	3384	502	向天湖
YC57	2019/1/18	2019/6/8	3384	433	白石腳
YC58	2019/1/18	2019/6/8	3384	489	中正山
YC59	2019/1/18	2019/6/8	3384	181	磺嘴山
YC60	2019/1/21	2019/6/26	2040	800	聖人瀑布
YC61	2019/1/26	2019/6/8	1512	260	天溪園
YC62	2019/1/26	2019/6/9	1776	374	鵝尾山
YC63	2019/1/26	2019/6/9	1872	317	坪頂古圳
YC64	2019/1/26	2019/11/10	6912	560	坪頂古圳
YC65	2019/1/26	2019/6/9	3216	586	坪頂古圳
YC66	2019/1/26	2019/6/9	2592	500	瑪礁山
YC67	2019/1/26	2019/6/9	3216	595	老梅瀑布
YC68	2019/1/27	2019/6/8	3168	438	真武寶殿
YC69	2019/1/27	2019/6/8	3168	574	八連古道
YC70	2019/1/27	2019/6/8	3168	647	二坪頂
YC71	2019/1/27	2019/6/8	3168	405	尖山湖

編號	架設日期	結束日期	工作時數	海拔 (m)	區域
YC72	2019/1/29	2019/5/10	2064	335	土地公嶺
YC73	2019/1/29	2019/5/23	768	502	冷水山
YC74	2019/1/30	2019/6/26	3528	609	榮潤古道
YC75	2019/1/30	2019/6/26	3528	672	中正山
YC76	2019/1/30	2019/6/8	3096	297	新北投登山步道
YC77	2019/1/30	2019/6/8	3096	181	竹子湖
YC78	2019/6/12	2019/10/14	2976	307	小坪頂
YC79	2019/6/12	2019/10/14	2976	555	中正山
YC80	2019/6/12	2019/10/14	2976	873	面天古道
YC81	2019/6/12	2019/10/14	2976	756	面天-向天步道
YC82	2019/6/12	2019/10/14	2976	749	面天-向天步道
YC83	2019/6/14	2019/10/16	2976	591	七星山步道
YC84	2019/6/14	2019/10/16	2976	762	七星山步道
YC85	2019/6/14	2019/9/11	2136	685	環七星山人車分離 步道
YC86	2019/6/16	2019/10/19	3000	351	阿里磅瀑布
YC87	2019/6/16	2019/10/19	3000	440	阿里磅瀑布
YC88	2019/6/16	2019/10/19	3000	564	阿里磅瀑布
YC89	2019/6/16	2019/10/19	3000	608	阿里磅瀑布
YC90	2019/6/16	2019/10/19	3000	683	阿里磅瀑布
YC91	2019/6/16	2019/10/16	2928	116	礮溪頭
YC92	2019/6/16	2019/10/16	2928	312	礮溪頭
YC93	2019/6/16	2019/10/16	2928	392	礮溪頭
YC94	2019/6/21	2019/10/26	3048	384	內柑宅古道
YC95	2019/6/21	2019/10/26	3048	406	內柑宅古道
YC96	2019/6/21	2019/10/26	3048	504	內柑宅古道
YC97	2019/6/21	2019/10/26	3048	620	八連古道
YC98	2019/6/21	2019/10/26	3048	375	有盡頭的產道
YC99	2019/6/21	2019/10/26	2232	222	老梅瀑布
YC100	2019/6/24	2019/11/2	3144	559	二坪頂古道
YC101	2019/6/24	2019/11/2	3144	761	二坪頂古道
YC102	2019/6/25	2019/11/1	3096	338	天母古道
YC103	2019/6/25	2019/11/1	3096	620	菁山路
YC104	2019/6/26	2019/11/1	3072	373	榮潤古道
YC105	2019/6/26	2019/11/1	3072	408	馬槽
YC106	2019/6/27	2019/11/9	3240	592	楓香步道
YC107	2019/6/27	2019/10/23	2832	856	小觀音山戰備道

編號	架設日期	結束日期	工作時數	海拔 (m)	區域
YC108	2019/6/27	2019/11/9	3240	619	山仔頂
YC109	2019/6/28	2019/9/16	1920	222	山溪村
YC110	2019/6/28	2019/10/14	2592	397	瑞泉古道
YC111	2019/7/6	2019/11/10	3048	695	坪頂古圳
YC112	2019/7/6	2019/11/10	3048	504	瑪蕃山

國立臺灣大學

4. 穿山甲分布、相對數量與洞穴群聚情形

透過沿線調查所得洞穴位置與自動照相機所攝得的穿山甲影像可知園區內穿山甲的分布範圍，並對照 1995-2017 年園區內的穿山甲歷史紀錄。

本研究使用沿線調查所記錄的洞穴痕跡估算穿山甲相對數量並分析洞穴位置空間群聚情形，由於不同研究階段所實行的沿線調查區域不同，因此將沿線調查資料分為三部分，分別計算穿山甲相對數量並分析洞穴群聚情形：(1) 2018 年調查(1-19 號調查樣線)、(2) 2019 第一次調查(1-42 號調查樣線)、(3) 2019 第二、三次調查 (1-20、23、25、27 號調查樣線)。穿山甲洞穴紀錄僅使用距離調查樣線 5 公尺內之洞穴痕跡。

穿山甲相對數量以 1 平方公里網格為尺度計算穿山甲使用率，計算方式為：穿山甲使用之 1 公頃網格數/調查之 1 公頃網格數，即為該 1 平方公里網格的穿山甲使用率。首先將圖 1 中的 1 平方公里網格切分為 1 公頃網格，並選取含有調查樣線的網格，進而計算每 1 平方公里網格中之含有調查樣線的 1 公頃網格數目，再乘以調查次數，即為該 1 平方公里網格的調查網格數，再計算該 1 平方公里網格中含有穿山甲洞穴紀錄的 1 公頃網格數目，即為穿山甲使用網格數目。

為了解園內穿山甲空間群聚情形，本研究使用空間分析軟體 ArcMap 10.1 的 Spatial Statistic Tools 之最近鄰分析 (Nearest Neighbor Analysis)功能，分析園區內穿山甲洞穴分布。

5. 活動模式

本研究以自動相機影像資料分析穿山甲的活動模式並比較春夏與秋冬季節穿山甲活動模式的差異。假設當動物在某一時段活動比例越高，則該時段動物被拍攝到的機率越高，因此每個時段動物被拍攝到的照片可以當作該種動物在該時段的活動頻度指標，累積全天 24 個小時相機拍攝資料，則可說明穿山甲的全

日活模式(姜博仁 2011)。

6. 棲地利用

棲地利用使用穿山甲洞穴痕跡紀錄分析。所探討的環境因子包含海拔、坡度、坡向、太陽輻照度、植被類群、常態化差異值植生指標(NDVI)、與主要水源距離、與主要道路距離、與溫泉露頭距離以及與人為聚落包含農田、住家及遊憩區的距離。本研究使用農林航空測量所發行之 $20 \times 20 \text{ m}^2$ 數字高程模型(Digital Elevation Model)圖層計算海拔、坡度、坡向與太陽輻照度。坡向依據數值區分為東北(0-90 度)、東南(91-180 度)、西南(181-270 度)與西北(271-360 度)。NDVI 使用 USGS 大地資源衛星(Landsat 8)於 2019/9/8 的影像計算,解析度為 $20 \times 20 \text{ m}^2$ 。園區內河流、道路、溫泉露頭與人為聚落的圖層由陽明山國家公園管理處提供,再使用 ArcMap10.1 轉換為與河流距離、與道路距離、與溫泉露頭距離和與人為聚落距離的圖層(解析度為 $20 \times 20 \text{ m}^2$)。園區內植被類型分類共參考三個圖層:許立達(2008)、陳俊宏(2011)、與第四次森林資源調查報告(行政院農委會林務局 2015),區分為相思樹型、紅楠型、其他林型(箭竹、竹林、其他林型如柳杉型)、和非森林(草地、耕地、建地、裸露地、公園、遊憩區等人工開發區)。紅楠型主要樹種為紅楠(*Machilus thunbergii*),代表常綠闊葉林中,較高海拔的天然林相。相思樹型以相思樹(*Acacia confusa*)為優勢樹種,其他冠層樹種包括樹杞(*Ardisia sieboldii*)、江某(*Schefflera octophylla*)、紅楠、細葉饅頭果(*Glochidion rubrum*)等,為早期低海拔全面進行相思樹造林後,逐漸演替為天然常綠低海拔闊葉林(陳俊宏 2011)。

為了解本研究調查樣線調查範圍是否能適切代表園區內環境,以 Geospatial Modelling Environment (GME, Spatial Ecology LLC)軟體計算全區 12486 格一公頃網格的平均環境因子,並與含有調查樣線的一公頃網格比較。

(1)穿山甲洞穴棲地選擇

由於不同研究階段所實行的沿線調查區域不同，因此先將 2018-2019 年調查資料綜合分析穿山甲的棲地選擇，再如同上述相對數量估算方法，將沿線調查資料分為三部分，分別分析穿山甲的棲地選擇：(1) 2018 年調查、(2) 2019 年第一次調查、(3) 2019 年第二、三次調查。為比較穿山甲洞穴痕跡的環境與調查範圍內整體環境的差異，首先標示園區內含有調查樣線的一公頃網格，選取位於網格內的穿山甲洞穴痕跡，以代表穿山甲使用的環境，再於網格內產生與穿山甲洞穴痕跡數量相同的隨機樣點，以代表調查範圍內穿山甲可用之環境因子。使用 ArcMap10.1 取得穿山甲洞穴與隨機樣點的環境因子數值後，使用邏輯迴歸 (logistic regression) 建立棲地選擇模型 (resource selection function, Keating and Cherry 2004)。使用相同資料所建構的不同棲地選擇模式以 Akaike' s Information Criterion (AIC) 值最小的模式為最佳模式。決定每個資料集的最佳棲地選擇模型後，以未包含在棲地利用分析的洞穴紀錄驗證模型。

(2) 棲地分布圖

過去臺灣穿山甲棲地適合度模擬皆使用 1 公頃網格做為空間解析度(賴智恩 2013)，因此本研究以 1 公頃的尺度計算每公頃的平均環境因子，植被類型則以該 1 公頃網格內所占面積比例最高的植被類型為主，再使用驗證成果最佳的棲地選擇模型推估穿山甲於園區內的棲地分布。

(3) 白蟻豐富度和土壤密度與穿山甲洞穴痕跡

由於穿山甲排遺中白蟻與螞蟥的生物量比例約為 1:1(孫敬閔等 私人通訊)，且排遺中白蟻物種與數量的比例與野外土壤內白蟻組成具顯著相似性(梁竣傑 2017)，因此土壤中的白蟻豐富度可作為穿山甲食物豐富度的參考依據。為了解食物豐富度與土壤密度是否影響穿山甲棲地利用，本研究與中興大學昆蟲學系李後鋒副教授及中興大學土壤環境科學系劉雨庭副教授合作，依據本研究 2018 年穿山甲洞穴痕跡調查結果，於阿里磅步道、大路坎、大屯溪古道各選擇一個於

100 公尺內有穿山甲洞穴痕跡的區域，另於陽峰古道、紗帽山、天母古道各選擇一個於 100 公尺內無穿山甲洞穴痕跡的區域，共設置六個樣區調查白蟻豐富度與土壤密度。由於一個家白蟻群體的地下隧道直線距離可以超過 100 公尺，隧道可遍及甚至超過 1 公頃(King and Spink 1969, Ehrhorn 1934)。成熟的臺灣土白蟻(*Odontotermes formosanus*)的地下巢腔可達地表下 1-3 公尺，由數十個腔室組成，雖然一個群體的隧道距離仍屬未知，但曾記錄隧道從巢中央延伸 20-30 公尺(Tsai et al. 1965)，因此隧道直線距離加上地表搜尋食物建構泥道的距離，可推測一個白蟻群體的範圍可達 100 公尺。

白蟻調查方法參考 Jones and Eggleton (2000) 的研究，每個區域選擇周遭至少有 2 公尺林地的路段設置長 100 公尺，寬 2 公尺的穿越帶，植被類型皆為相思樹型。為量化穿越帶中的白蟻豐富度，將穿越帶分為 200 個 1m^2 的小格子，用草刀移除地上雜草後以 1m^2 為單位搜尋採集白蟻(圖 3)，計算發現白蟻的 1m^2 格子數目作為白蟻豐富度指標。例如 200 個 1m^2 格子中有 50 個發現白蟻，則該樣區的白蟻豐富度為 50。由於大部分白蟻取食植物與富含有機質的土壤，因此白蟻主要集中在 0-15 公分的表土中活動(Abe and Matsumoto 1979)。本調查白蟻採集方式為每 1m^2 以小鏟子(鏟面長約 16 公分寬約 8 公分，重約 156 克，全白鐵鉻鉬鋼移植鏟)輔助挖掘進行 1 人×1.5 分鐘的採集。此方式易於調查表土白蟻數量與種類，亦能合理推估一個地區土壤內的白蟻豐富度。尋找白蟻的範圍包含枯倒朽木、樹表泥道及地下土壤，並記錄該 1m^2 有無發現白蟻。若有白蟻則予以採集以鑑定物種。採集的樣本立即浸於 95% 酒精，樣本在一個禮拜內置換一次酒精，維持酒精濃度。樣本保存於國立中興大學都市昆蟲研究室白蟻典藏庫。白蟻物種鑑定依據參考吳文哲和李後鋒 (2010) 的臺灣地區白蟻物種檢索表，樣本鑑定至種層級。

土壤採集則在範圍 100 公尺長的穿越帶上，於 5 公尺處設為第一個樣點，之後每隔 10 公尺設一樣點，一條穿越帶總計共 10 樣點。在每個樣點處隨機採集 3

個土壤樣本以測量密度。採集前先撥除土壤表面的枯枝落葉層，再利用圓形金屬環(直徑: 7 公分，高度: 7 公分)搭配金屬蓋採集土壤 (United States Department of Agriculture 2001)。採集時確保金屬環中的土壤與金屬環表面切齊，且土壤表面無凹陷處，採集完將樣本裝入夾鏈袋中保存。土壤樣本攜回研究室後置於 105°C 烤箱烘烤一天以上後秤重，再將重量除以金屬環空心體積即為土壤密度。

統計分析以 t 檢定比較穿山甲痕跡有無區域的白蟻豐富度與土壤密度，以及其他環境因子包含與溫泉露頭距離、與水源距離、與道路距離、與人為聚落距離、海拔、坡度和太陽輻照度。上述環境因子使用 GME 軟體計算每條穿越帶的平均值。

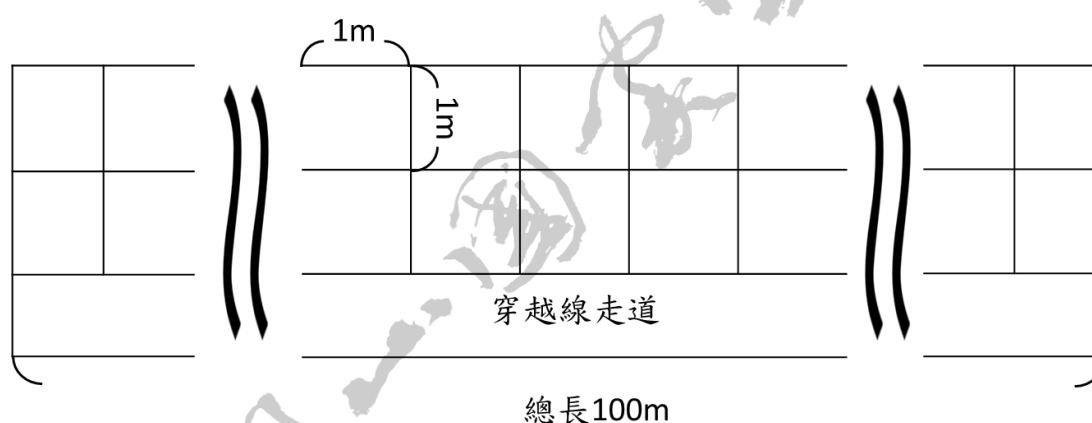


圖 3、陽明山國家公園白蟻與土壤調查樣區設置示意圖

(4)遊蕩犬活動與穿山甲活動及相對數量

本計畫利用自動照相機資料分別計算遊蕩犬與穿山甲的相對活動指數 (relative activity level index, RAI; Sollmann et al., 2013; Yen et al., 2019) 與活動時間重疊情形。相對活動指數為每樣點每 100 天所能攝得的有效照片數量，為避免同個體在短時間內重複被拍攝導致資料偏差，當同物種被連續拍攝時，間隔 30 分鐘以上始視為有效照片，若間隔 30 分鐘以內但可辨識為不同個體，亦視為有效照片。由於研究每階段所設置的相機地點不同，因此將自動照相機資料區分為三部分，分別計算遊蕩犬與穿山甲活動指數，並分析兩者活動時間重疊情形：

(1)2018 年 6-11 月，(2)2019 年 1-5 月，(3)2019 年 6-11 月。

計算活動指數後，以 Pearson 相關指數，分析遊蕩犬活動指數與穿山甲活動指數及相對數量的相關性，每臺相機的穿山甲相對數量為該相機所在的 1 平方公里網格的穿山甲相對數量。關於遊蕩犬與穿山甲活動時間重疊情形，我們使用 kernel density estimation (Ridout and Linkie 2009)計算兩物種重疊指數 Δ 。 Δ 的值介於 0 與 1 之間，若數值越接近 1 代表活動時間高度重疊，反之則代表越低。

(四)、穿山甲健康檢測

研究期間，若有通報救傷的個體，本團隊將前往採樣測量，記錄體重、心率、體溫，外傷與體外寄生蟲感染情形，以及是否為過去救援個體，並採集血液樣本，檢驗血球數量、血液生化值與體內寄生蟲，以了解其健康情形。

從臺北市立動物園所得的資訊，穿山甲體表溫度約 30 度，體內 32 度左右，應可用熱顯像儀偵測於洞穴外活動的個體，進而捕捉進行健康檢測。研究人員於 2018 年 12 月攜帶熱顯像儀(Testo 885)至臺北市立動物園臺灣穿山甲展場外測試，隔著玻璃約 3-4 公尺的距離內可偵測到穿山甲，但當時穿山甲位在深度較野外洞穴淺的人造岩穴或展場玻璃帷幕邊，與野外情形仍有差距。自 2019 年 1 月起，每月不定期於夜間攜帶熱顯像儀搜尋洞穴外活動的穿山甲，搜尋範圍包含陽明公園、二號廊道、前山公園、遊客中心、第二停車場等，若發現穿山甲則經現場評估後決定是否捕捉及採樣測量，以增加觀察樣本數。此部分之工作由國立臺灣大學獸醫專業學院季昭華教授、余品奐助理教授團隊協同進行，並避免穿山甲生產期間(12-3 月；王珮蓉 2007)進行捕捉以免造成動物緊迫。自 2019 年 7 月起於大屯溪古道穿山甲居住洞穴前架設能即時傳輸資料的簡訊相機(隆盈科技)，每天檢視相機紀錄以隨時監測穿山甲動態，若發現穿山甲回到該居住洞穴，即能於隔天傍晚至現場等候穿山甲離開洞穴時予以捕捉以了解健康情形。

(五)、保育策略規劃與科普文章

本計畫參考 IUCN – SSC Species Conservation Planning Sub-Committee (2017)規劃園區內臺灣穿山甲的保育策略。包含：

1. 族群現狀：統整目前園區內穿山甲的分布情形、生態習性、棲地利用及潛在威脅。
2. 願景：所希望的未來園區內穿山甲的狀況。
3. 目標：設定長程目標。
4. 標的與行動：達成長程目標的各個標的與建議行動。

科普文章內容則參考研究結果撰寫，一篇關於生態習性與棲地利用，另一篇關於遊蕩犬與穿山甲的空間和時間分布重疊情形及潛在影響。

第三章、結果與討論

(一)、穿山甲之分布、相對數量、生態習性與棲地利用

1. 洞穴痕跡外觀變化與新舊程度判定

經 2018 年 6-11 月所進行的 3 次調查樣線調查，透過複查洞穴時的觀察加上所記錄的洞穴照片以監測洞穴狀態的變化。發現洞穴會受所處的位置、植被、雨量、動物、土質、含水量及人為活動等影響其外觀及狀態，因此洞穴的變化在小區域內較為一致，但國家公園裡不同區域之間差異較大，難以制定一致判定新舊的標準。有些洞穴開口朝天，其上的植被落葉量或樹枝掉落量大，若穿山甲或其他動物沒有持續使用，洞穴很快即被掩埋。有些洞穴位在土質鬆軟的土坡上，洞緣在 2 個月後複查時即崩落蓋住洞口。有些洞穴位在芒草叢、蕨類叢或植物生長更替速率較高的地方，在 3-4 個月內洞口外觀的變化極大，比如初次發現時洞口清晰可見，然而兩個月後洞穴已遭草叢掩蓋而難以看見，需用手在草堆中翻找才能發現。而在公路邊的洞穴則易受除草、工程及小規模土石流影響而改變外觀。此外洞穴的外觀亦會受附近活動的野生動物影響，如臺灣野豬、水鹿(*Rusa unicolor swinhoei*)與水牛(*Bubalus bubalis*)經過洞穴周邊時，因其體型龐大，活動時對洞穴狀態的影響也大，如野豬將附近地表的土石拱起，造成穿山甲洞穴口的土堆變形或消失，甚至使洞穴被掩埋變形或消失。儘管由於上述原因，除了兩次穿越線調查間新發現的洞穴可確定是 2 個月內新產生的洞穴之外，其餘洞穴難以依據外觀而回推其大致產生的時間來斷定其新舊程度，然而經過複查監測洞穴外觀變化發現，洞穴若未經重複使用，4 個月後即幾近完全消失，因此穿越線調查所發現的洞穴應可判定為穿山甲近半年所挖掘。

以下依據 2018 年沿線調查的觀察經驗，將洞穴以剛發現時的狀態區分為 4 個等級(圖 4)：

(a): 依據複查結果，確定是 2 個月內新產生的洞。

(b)：洞穴的外觀看來很新，是第一次調查時發現，但無法確定是否為 2 個月內產生。洞口清晰可見，洞穴邊緣完整幾乎無土石崩落跡象，洞穴內無蜘蛛絲、無植物菌類生長。挖出的土堆顆粒較細，有時成粉狀，大多未結成球或結成塊，顏色鮮明與周邊泥土顏色有較大對比。土堆上沒有植物生長或少量植物生長，若有植物生長，其生長狀態仍處於剛萌發或小苗階段。土堆上落葉量或樹枝量少且幾乎無青苔生長。土堆上或周邊有時會有穿山甲的新鮮腳印或痕跡。此一分類有可能是穿山甲挖出的較新的洞且仍然有一定的使用頻度，使洞穴狀態仍能維持。

(c)：洞穴外觀仍可清晰可辨，不需特別尋找。洞穴邊緣有輕微土石崩落但洞口仍完整，洞口有結蜘蛛網或被植物輕微遮蔽，洞中有時有少許植物菌類生長。挖出的土堆已完全消失或有部分保留，土堆的泥土大多已結塊，或有雨水淋溶的痕跡、或遭動物與人踩踏壓實。顏色慢慢與周邊土色接近，土堆上大多有青苔及植物生長，生長的植物有一定大小甚至遮住洞口。洞穴周邊或土堆有粗樹枝、細樹枝與落葉覆蓋其上，些微遮住洞口，但不影響洞口辨識。土堆上或周邊有時發現穿山甲的腳印或新鮮痕跡。此分類可能為穿山甲挖掘過了較長時間的洞穴，但穿山甲仍有一定使用頻度，使洞穴仍能維持。

(d)：此一分類代表幾乎消失或完全消失的狀態。外觀幾乎看不到洞口的形狀或甚至無法辨別洞口位置。洞穴被樹枝、樹幹或落葉泥土覆蓋，周邊已有植物生長遮蓋，內部已有枯枝落葉堆積，深度大幅縮減。從(b)發展至(d)的時間不等，根據複查的紀錄，有些洞穴在第一次發現時很新，2 個月後第一次複查時就幾乎消失，至四個月後第二次複查時完全消失。但目前為止，調查時所有的洞第一次發現時，都未呈現此階段狀態，經 2-4 個月後才可能記錄到此狀態。

穿山甲的使用頻度和洞穴外觀與新舊程度的關聯仍不明確。2018 年第一次調查的 376 個洞穴經過 4 個月後，外觀為 b 級者有 98 個(26%)，c 級者 266 個(71%)，完全消失難以辨認有 12 個(3%)。有些洞穴因所處位置干擾較少，2 個月後甚至 3

個月後外觀仍無太大變化，但無法確認穿山甲是否持續使用，而有些洞外觀看來已明顯老舊，但仍是使用中的洞，如經自動照相機紀錄判斷為居住洞穴的 YH205，2018 年調查時其外觀為 c 類，洞口已有蜘蛛網，而 2019 年第一次調查複查時洞口已難以辨識，附近亦無穿山甲新鮮痕跡，若非自動照相機持續拍攝到穿山甲進出洞的畫面，難以得知此洞穴持續為穿山甲所使用(圖 5)。

研究期間所記錄的 707 個洞穴中，a 級(新洞)有 87 個，b 級 232 個，c 級 432 個，d 級 7 個。由於外觀為 a, b, c 級的洞穴在近四個月間皆可能為穿山甲所使用，因此棲地利用分析時，將此三級的洞穴皆納入後續的棲地選擇分析。

新洞(a 級)	舊洞(b 級)	舊洞 (c 級)	舊洞 (d 級)
經調查確  產生的洞	第一次發現的洞，但不確定為兩個月內產生 	第一次發現洞口已有 	 第一次發現後 2-4 個月，洞口已幾乎消失

圖 4、2018-2019 年陽明山國家公園臺灣穿山甲(*Manis pentadactyla pentadactyla*)洞穴痕跡新舊等級

	第一次發現	兩個月後複查	四個月後複查
--	-------	--------	--------

國立臺灣大學
醫學院
牙醫系

YH45 (無明顯變化)			
YH74 (由新變舊)			
YH205 (持續使用)			

圖 5、2018-2019 年陽明山國家公園臺灣穿山甲(*Manis pentadactyla*
pentadactyla)洞穴狀態變化

2. 穿山甲分布、相對數量與洞穴群聚情形

自 2018 年 6 月至 2019 年 11 月共記錄 707 個洞穴痕跡。112 臺次自動照相機總工作時數為 384,024 小時，於 35 臺相機點共記錄 670 筆穿山甲影像紀錄，其中 80 筆為有效照片，蒐集 9 筆穿山甲通報記錄，其中 6 筆有位置座標資訊(圖 6)。本研究所調查的 122 格 1 平方公里網格中，89 格(73%)有穿山甲分布，顯示穿山甲於園區內是廣泛分布，除了南邊園區邊界人為聚落較密集的區域與園區中間僅調查一次的竹子山戰備道周邊較少穿山甲紀錄外，其他區域皆有分布。竹子山、嵩山、小嵩山這段稜線與沿著山腰所開的竹子山戰備道，是本研究難以調查的區域，除屬於軍事管制區外，該稜線亦沒有適合路線可供調查，稜線上的箭竹密布，難以調查。各個山頭的洞穴痕跡紀錄大多是由不同路線上去，例如嵩山、小嵩山是由內柑宅古道跟八連溪，竹子山是由竹子山古道。將本研究調查所得穿山甲紀錄對照 1995-2017 年園區內穿山甲紀錄所涵蓋的 39 網格(圖 6)，其中 34 格本研究亦有記錄穿山甲痕跡，5 格無紀錄，但皆在鄰近網格發現穿山甲痕跡，顯示 1995-2017 穿山甲所利用的區域，2018-2019 年仍有穿山甲出沒。

2018 年沿線調查涵蓋 62 個 1 平方公里網格，平均穿山甲相對數量為 0.04 (SE 0.008)，即 1 平方公里中有 4%的調查區域有穿山甲洞穴痕跡，最高為 0.33(位於富士坪)，其次為 0.22(位於阿里磅瀑布步道)與 0.2 (位於山仔頂)，其餘相對數量較高的區域包含大屯溪古道、頂山西南峰步道、磺嘴山、涓絲瀑布、鹿窟坪、青山瀑布步道、二子坪等(圖 7)。2019 年第一次調查(4 月)涵蓋 90 個 1 平方公里網格，平均穿山甲相對數量為 0.06 (SE 0.01)，最高為 0.57(位於榮潤古道)，其次為 0.45 與 0.4 (位於頂山西南峰步道)，其餘相對數量較高的區域包含大屯溪古道、尖山湖步道、二坪頂、老梅瀑布步道、竹篙山步道、坪頂古圳、阿里磅瀑布、十八彎古道等(圖 8)。2019 年第二、三次調查(6-9 月)涵蓋 71 個 1 平方公里網格，平均穿山甲相對數量為 0.03 (SE 0.008)，最高為 0.5(位於磺嘴山)，其次為 0.16 (位於大屯溪)，其餘相對數量較高的區域包含鹿窟坪、尖山湖步道、內柑宅古道、竹篙山步道、阿里磅瀑布、山仔頂、十八彎古道等(圖 9)。

整體而言，不同調查階段所估算穿山甲相對數量較高的區域大致一致，園區西邊相對數量較高的區域為富士坪、榮潤古道、鹿窟坪、礮嘴山，北邊則為阿里磅瀑布步道、老梅瀑布、青山瀑布與尖山湖步道周邊，東北邊則為內柑宅古道與大屯溪古道，東邊為山仔頂與十八彎古道，南邊則是頂山西南峰步道、擎天崗至風櫃口、坪頂古圳。

2018 年三次沿線調查、2019 年第一次調查及 2019 年第二、三次調查所得洞穴分布皆為聚集分布(表 8)，與前人研究相同(范中衍 2005)。

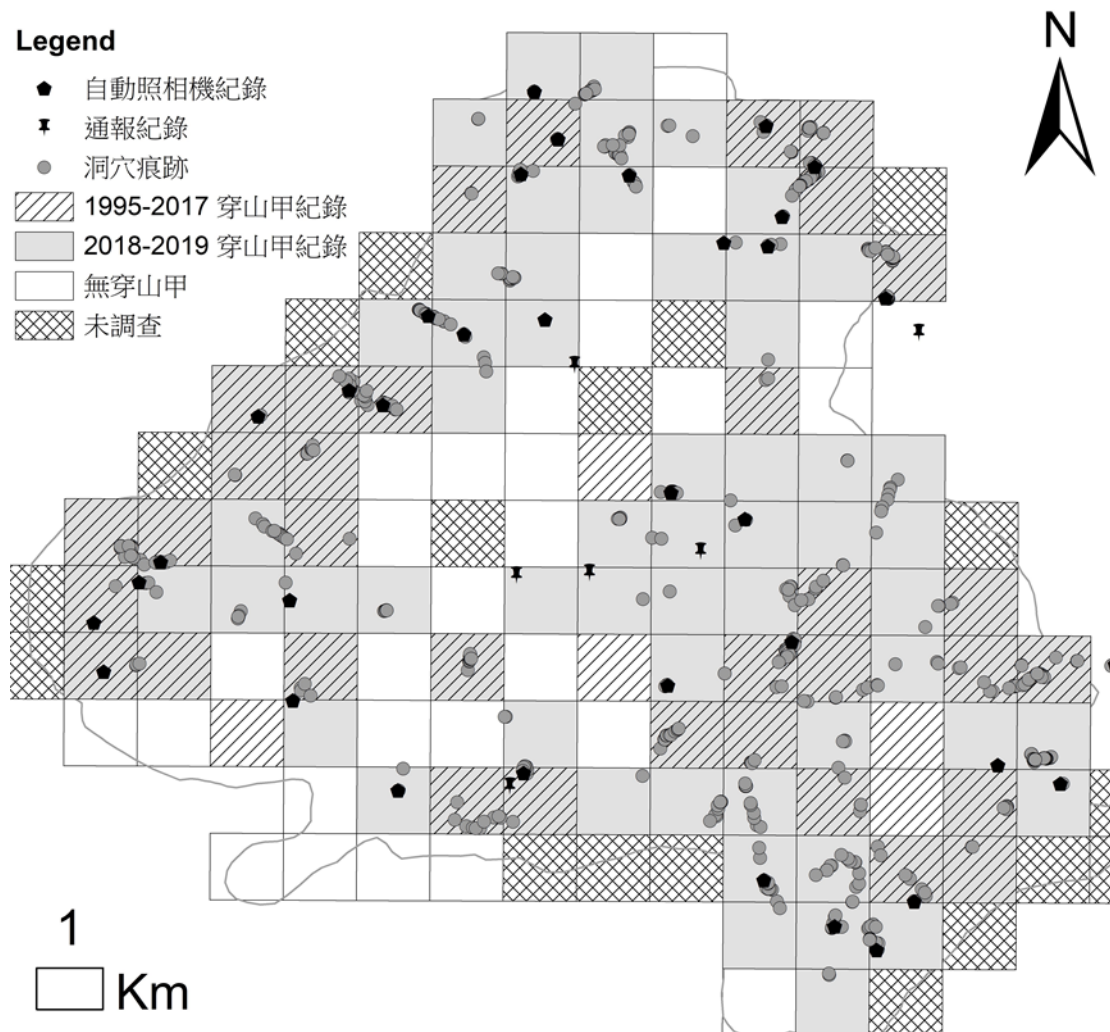


圖 6、2018-2019 年陽明山國家公臺灣穿山甲紀錄與 1995-2017 年穿山甲歷史紀錄對照圖

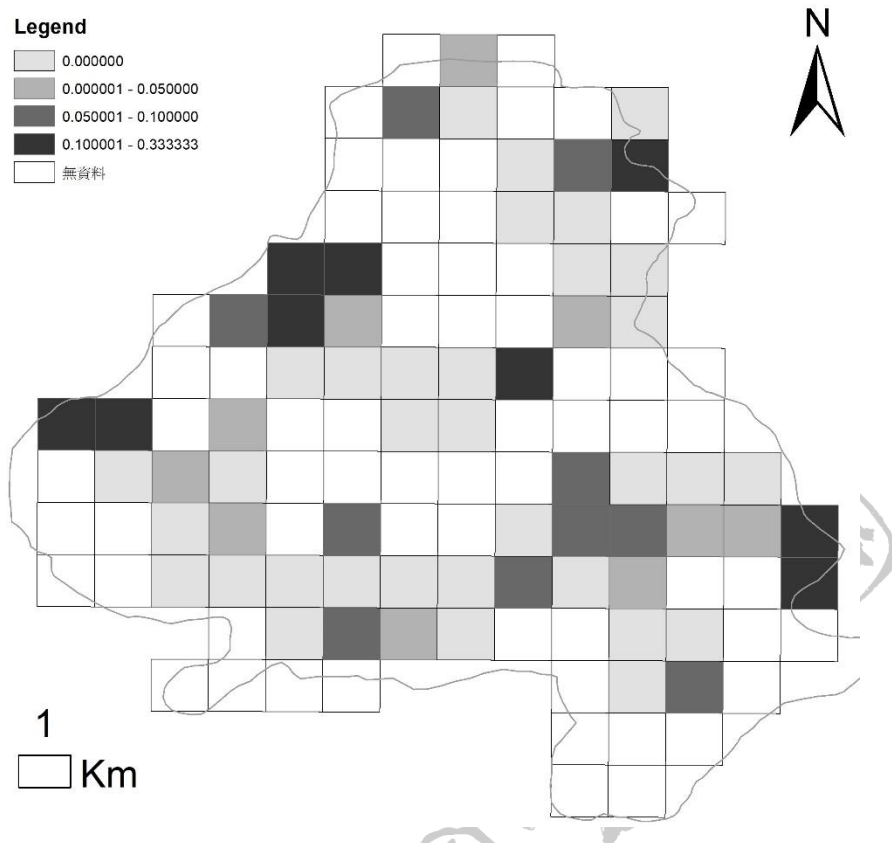


圖 7、2018 年陽明山國家公臺灣穿山甲相對數量(以四分位數分級)

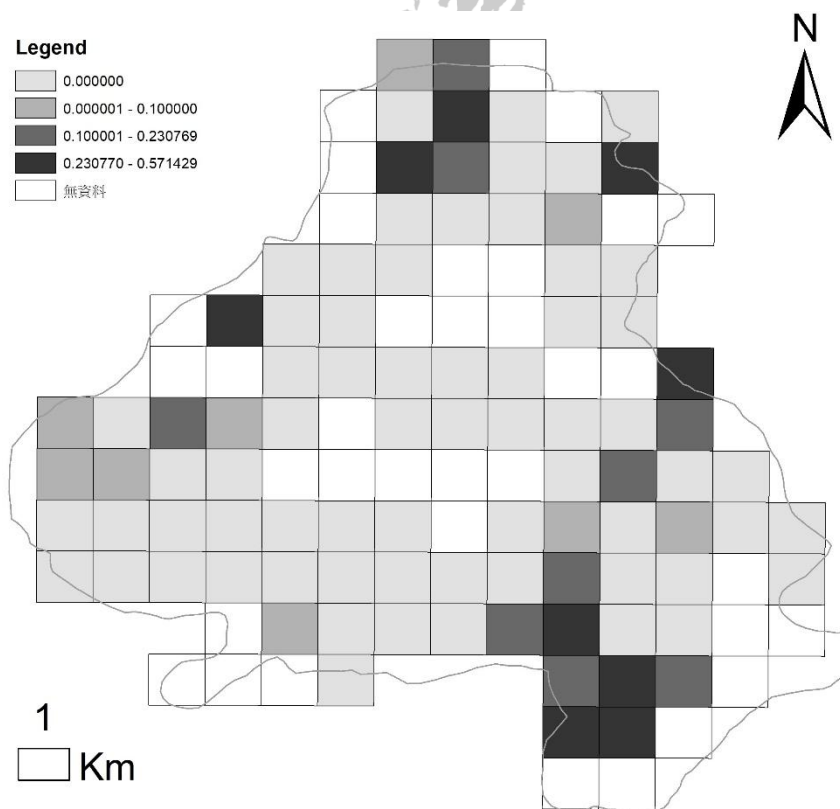


圖 8、2019 年 4 月陽明山國家公臺灣穿山甲相對數量(以四分位數分級)

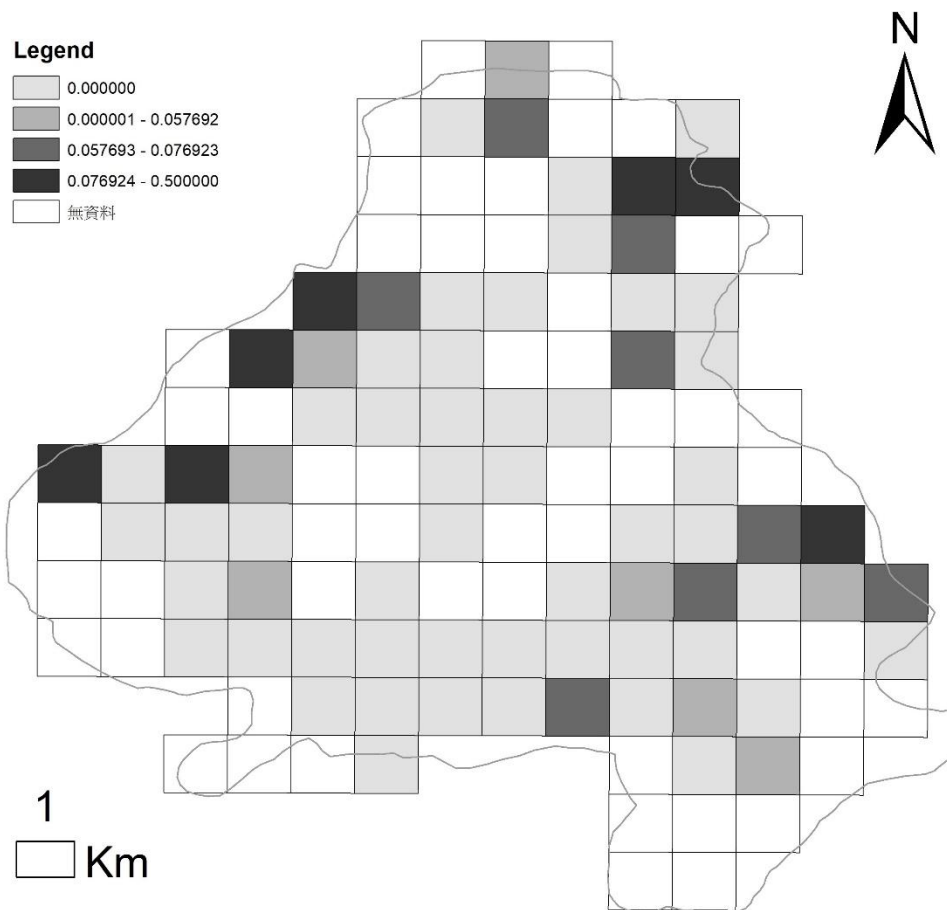


圖 9、2019 年 6-9 月陽明山國家公臺灣穿山甲相對數量(以四分位數分級)

表 8、2018-2019 年陽明山國家公園穿山甲洞穴痕跡空間聚集分析

	2018 年調查 (n=237)	2019 春季全區調查 (n=106)	2019 年夏秋調查 (n=48)
觀察洞穴間平均距離(m)	64.58	126.36	100.46
預期洞穴間平均距離(m)	360.13	537.89	214.73
近鄰指數	0.18	0.23	0.46
Z-Score (p 值)	-24.16 (<0.001)	-15.06 (<0.001)	-27.78 (<0.001)
群聚分布	聚集分布	聚集分布	聚集分布

3. 活動模式

利用自動照相機所得的 80 筆有效照片分析其活動模式，結果顯示穿山甲為夜行性，不曾於白天記錄過穿山甲影像。活動時間為夜間 6 點至清晨 6 點，活動

高峰為凌晨 3 點至 5 點 (圖 10)。比較春夏(3 月至 8 月, n=49)與秋冬(9 月至 2 月, n=31)的活動模式(圖 11), 春夏季較活躍時段為晚上 11 點至凌晨 4 點, 秋冬季較活躍時段則為凌晨 2 點至 4 點。

洞穴 YH205(海拔 443 m)經自動照相機 YC30 拍攝到穿山甲進出洞多次後確認為居住洞穴(圖 12)。自 YC30 的影像紀錄得知, 穿山甲夜間會進出洞穴兩三次, 於晚上 7-8 點出洞, 11 點至凌晨 12 點返回洞穴, 凌晨 1-2 點再次出洞, 至凌晨 5-6 點返回洞穴便不再外出。

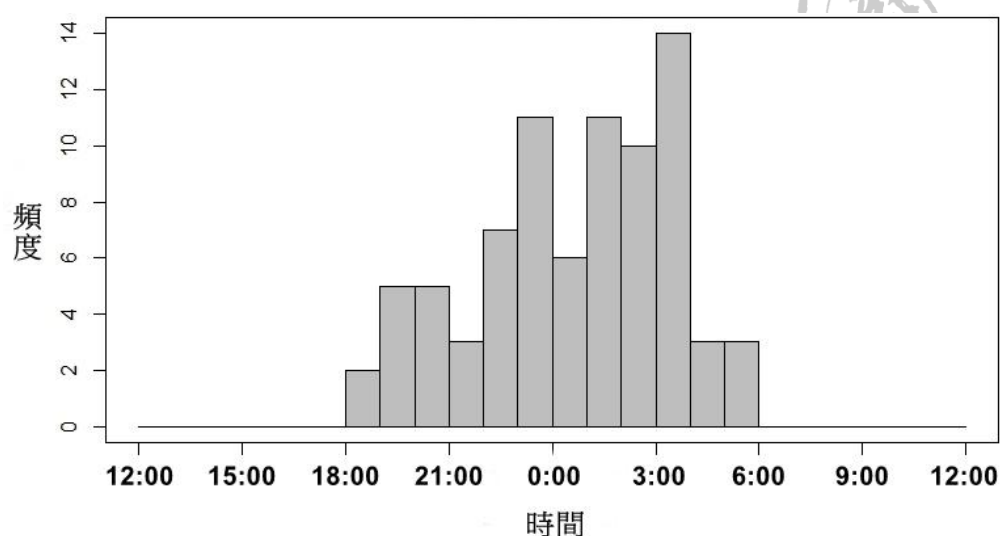


圖 10、2018-2019 年陽明山國家公園自動照相機調查記錄之臺灣穿山甲(*Manis pentadactyla pentadactyla*)活動模式

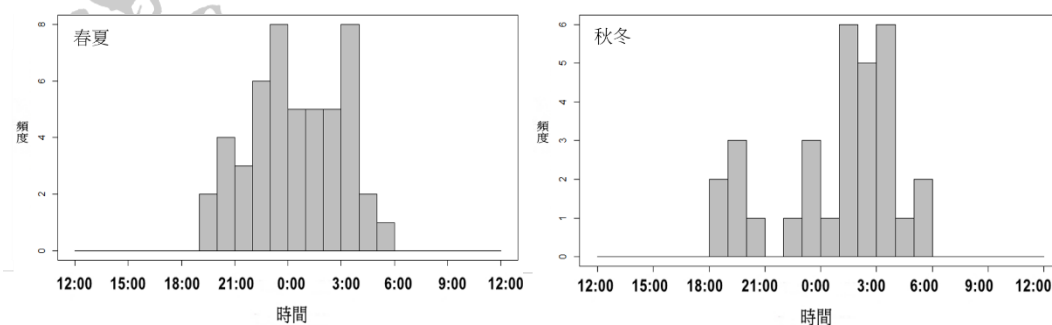


圖 11、2018-2019 年陽明山國家公園自動照相機調查記錄之臺灣穿山甲(*Manis pentadactyla pentadactyla*)春夏(3 月至 8 月, n=49)與秋冬(9 月至 2 月, n=31)的活動模式

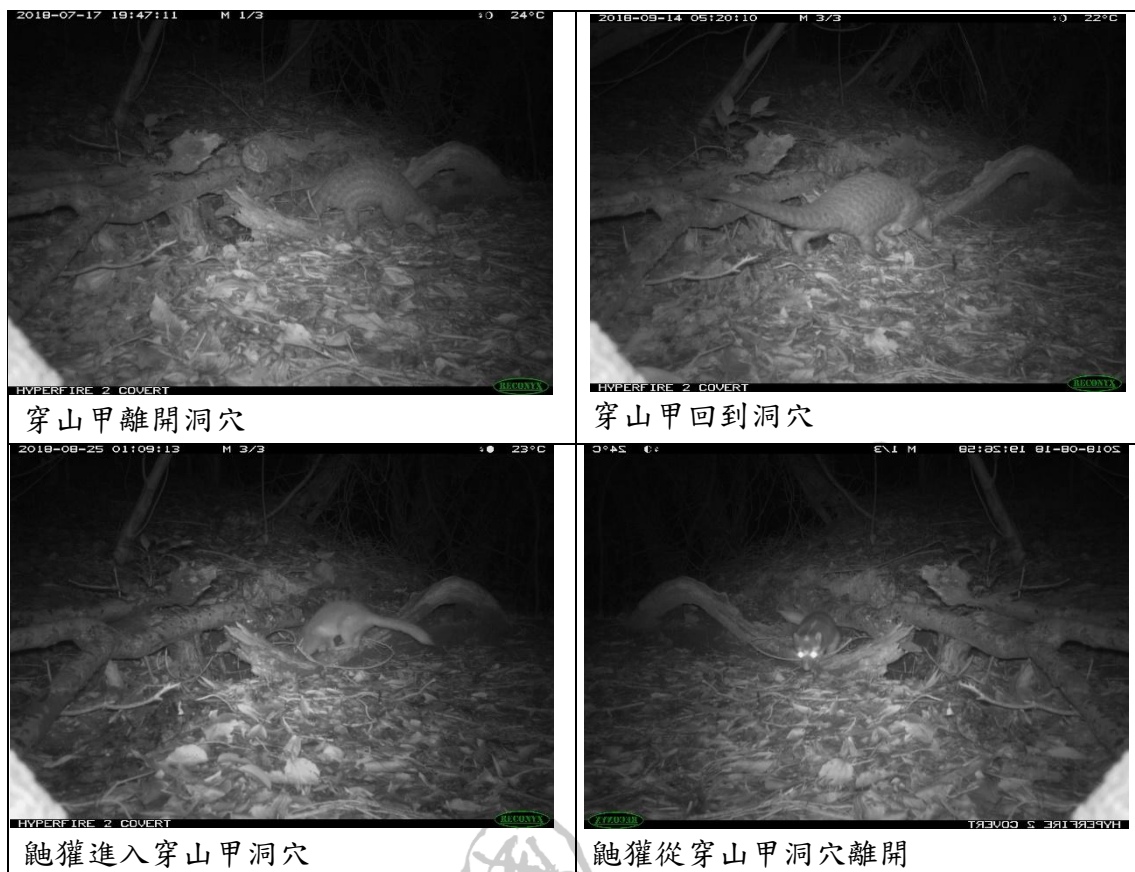


圖 12、臺灣穿山甲與鼬獾進出洞穴照片

4. 洞穴形態、利用與季節數量變化

2018-2019 年所記錄的 707 個洞穴的平均直徑為 21.31 公分(SE: 0.20)，平均深度為 70.57 公分(SE: 1.60)，與翡翠水庫的研究相近(范中衍 2005)，推測大多數的洞穴皆為覓食洞穴。平均搜尋土方量為 0.04 立方公尺(SE: 0.002)，單一洞穴最寬者為前山二號廊道的一處 54 公分直徑之洞穴，深度約 104 公分。最窄洞穴的案例有 2 處，直徑介在 9-10 公分間，由於其正圓形結構和周圍洞穴群，判定應不是鼬獾或其他鼠類造成，故無排除在紀錄之外，而小於 9 公分的洞穴易與鼬獾所挖掘出的淺穴混淆，故一律不予登錄。在洞穴深度方面，單一洞穴深度最深者為大屯溪古道所記錄的 YH153，可測量深度達 375 公分，其次為富士坪的 YH105，可測量深度達 335 公分，另位於菜公坑的 YH126、北新莊的 YH129 以及榮潤古道上的 YH560，可測量深度皆達 300 公分。居住洞穴 YH205 的可測得深度為

130 公分，但實際深度應該更深。

比較 YC30 各月份的穿山甲的相對活動指數可知穿山甲使用 YH205 的季節集中於夏秋兩季 (圖 13)，但一個月僅會使用該洞穴 1-2 次。且每次皆隔天即離開，與屏東鸞山濕季時平均使用天數約為 1 天的情形類似(林敬勛 2011)，可能是陽明山普遍較為潮濕的原因所致。且從照片中穿山甲的體型看來，似乎不只一隻穿山甲使用該洞穴。前人研究亦發現一個居住洞穴會有不同穿山甲個體使用(林敬勛 2011)。翡翠水庫與鸞山的洞穴皆只有一個出入口(范中衍 2005；林敬勛 2011)，然而 YH205 洞口前相機有時僅拍到穿山甲進入或離開的影像，推測該居住洞穴不只一個出入口。除穿山甲外，由自動相機拍攝的照片影片及洞穴複查紀錄可發現鼬獾、白鼻心(*Paguma larvata taiwana*)、鼠類也會進入洞裡，但皆於短時間內便出洞 (圖 12)。山羌(*Muntiacus reevesi* Micrurus)、貓(*Felis silvestris catus*)與狗則會嗅聞洞穴且在洞穴周邊活動。

除 YC30 外，架設於天溪園的 YC01、山仔頂的 YC29 和頂北投的 YC55 皆於不同月份多次拍攝到穿山甲經過，YC29 相機架設於一個坡面最下層的平台，以地形來看可能是動物移動的主要道路，YC55 架設於步道邊筍園上緣，深度為 220 公分的 YH448(海拔 324 m)旁，自 2019 年 1 月中架設完起，連續數月拍攝到穿山甲至 7 月，推測可能也是居住洞穴。2 月更記錄到兩隻穿山甲一前一後經過相機，兩隻體型並無明顯差異，應不是母獸與幼獸，但也無法判別性別。YC01 周圍並無特別深的洞穴，自 2019 年 3 月後再無紀錄，附近亦無發現新洞穴。其餘拍攝到穿山甲的相機點大多僅有一到兩次的紀錄。

比較 1-19 號調查樣線的左右 5 公尺內的洞穴痕跡數量，2018 年 6-7 月第一次調查記錄 209 個洞穴，間隔兩個月於 8-9 月記錄 37 個新洞穴、10-11 月記錄 21 個新洞穴。間隔 5 個月於 2019 年 4-5 月記錄 26 個新洞，6-7 月記錄 10 個新洞，9 月記錄 50 個新洞。由於大部分樣線調查時間的間隔皆跨越季節，難以確

切估計每個季節所記錄的新洞穴數量，且由於本研究缺乏冬季(12-2 月)的調查資料，雖然 2019 年 4-5 月所記錄的洞穴有可能包含冬季挖掘洞穴，但亦可能多是春季挖掘，所以無法確定不同季節新產生的洞穴數量。且 1-19 條樣線在 2018 年 6-7 月調查之後總共新記錄的洞穴數為 144，低於首次調查的 209，調查人員亦發現雖然在調查樣線五公尺內較少記錄新的洞穴痕跡，但往兩旁搜尋一段距離後，即能發現新的洞穴，表示有可能穿山甲在一區域覓食後，由於該地已無新的食物資源，因此短期內不會出現新的覓食洞穴，但穿山甲仍在該區域活動，但由於不是每個路段皆能往兩旁擴大搜索，因此相對數量分析仍使用調查樣線內 5 公尺內的洞穴痕跡。

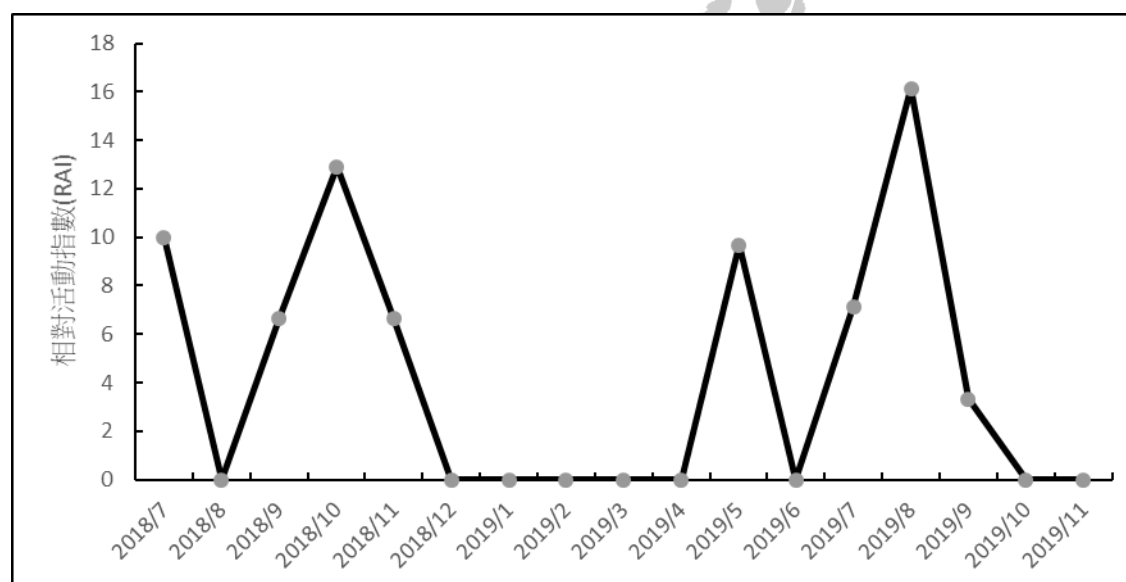


圖 13、臺灣穿山甲(*Manis pentadactyla pentadactyla*)於居住洞穴 YH205 的活動變化

5. 棲地利用

本研究沿線調查區域共涵蓋 1095 格 1 公頃網格，其環境因子的平均值與範圍皆與全園區差異不大，顯示調查區域足以代表園區環境(表 9)。檢視 2018-2019 年所記錄的 707 個洞穴痕跡的所在位置，51%的洞穴(356 個)位於相思樹型森林，

33%的洞穴(236 個)位於紅楠型森林，11.7%的洞穴(87 個)位於其他林型，僅有 4% 洞穴(29 個)位於非森林區域。平均 NDVI 值 0.29 (SE: 0.006)。有 22 個洞穴由於影像問題無法進行破空度分析，平均破空度為 13.38% (SE: 0.53)，即冠層覆蓋度達 86%左右。平均海拔 474 公尺 (SE: 6.06)，一半洞穴分布在 353-588 公尺之間，與前人研究相符(趙榮台 1989；范中衍 2005；賴智恩 2013)。最高為位於磺嘴山生態保護區的 YH684 (916 公尺)，最低為位於倒照湖的 YH31(121 公尺)。洞口平均坡度 37.08 度(SE: 0.88)，較翡翠水庫與鸞山地區高(范中衍 2005；林敬勛 2011)。達 80 度以上的洞穴有 49 個，其中高達 90 度的有 6 處，分別為菜公坑的 YH127、山頂仔步道的 YH193 與 YH202、涓絲瀑布的 YH223 和內柑宅古道的 YH283 與 YH645。平均距離道路 354 公尺 (SE: 13.4)，最遠距離道路 2 公里，最近就在道路邊。

表 9、本研究沿線調查範圍與全區環境因子之比較

環境因子	調查樣線 (1095 公頃) 平均(範圍)	全區 (12487 公頃) 平均(範圍)
海拔 (m)	613.23 (139-1093)	553.55 (29-1093)
坡向	191.85 (13-347)	183.46 (8-355)
坡度	23.52 (2-46)	23.67(1-52)
太陽輻照度(*1000)	1480 (872-1775)	1459 (850-1771)
與道路距離(m)	485 (8-2018)	417 (3-2018)
與住家距離(m)	520 (0-1783)	482 (0-1971)
與水源距離(m)	216 (8-967)	208 (8-1094)
與溫泉距離(m)	2576 (41-7019)	2673 (30-7218)
NDVI	0.25 (0.01-0.56)	0.27 (0-0.59)
土地類型	紅楠型 (40%)、相思樹 型 (30%)、其他林型 (17%)、非森林 (13%)	紅楠型 (43%)、相思 樹型 (30%)、其他林 型 (16%)、非森林 (11%)

(1)棲地選擇

2018-2019 年記錄位於調查網格內的穿山甲洞穴痕跡共 506 個，因此於調查

網格中產生 506 個隨機樣點，以代表穿山甲可用環境因子。比較不同資料所建構的棲地選擇模型，以綜合 2018-2019 年資料的模型準確率最高(表 10)。不同模型間重複出現的變數包括與溫泉距離，海拔、植被類型、太陽輻照度與坡度。洞穴痕跡的棲地選擇模型顯示穿山甲洞穴痕跡出現的機率隨海拔上升而遞減；隨坡度增加遞減，太陽輻照度越高，穿山甲使用機率越高，距離溫泉露頭越遠，發現洞穴痕跡的機率越高。與紅楠型林型相比，穿山甲更傾向利用相思樹型林型，而不傾向使用其他林型，與非森林區域包括草地與人為開發區，如建地、耕地、遊憩區等(表 11、12)。由於調查範圍內僅有少數洞穴深度大於林敬勛(2011)的平均居住洞穴深度，因此使用深度達 100 公分以上的洞穴了解可能的居住洞穴棲地選擇，其棲地模型與上述類似，但坡度並無顯著影響(表 13)。鸞山地區一些居住洞穴位在大型石塊下方或大樹的樹洞(林敬勛 2011)，有一定的隱蔽度。本研究居住洞穴 YH205 也位於倒木下方，洞口隱蔽，與前人研究相符。

本研究的棲地選擇模型與前人研究類似(范中衍 2005；賴智恩 2013)，皆發現穿山甲傾向於低海拔，坡度緩和太陽輻照度較高的地方活動。由於穿山甲不喜歡低溫的環境(吳詩寶等 2004)，選擇太陽輻照度高的地方可能是為了維持洞穴溫度。穿山甲的嗅覺靈敏，但是否因溫泉味道而選擇距離溫泉較遠的區域活動仍需進一步研究。本研究發現在考量海拔因子後，穿山甲仍明顯偏好相思樹型大於紅楠型林型。賴智恩(2013)於海岸山脈的研究顯示穿山甲較不偏好天然闊葉林，紅楠型為園區內較高海拔區域的天然林相，而相思樹型則是過去相思樹造林所逐漸演替而成的半天然林(陳俊宏 2011)，但是否代表穿山甲在園區內偏好人工林或是次生林，仍需進一步確認。

本研究顯示人為因子包含與道路距離和與人為聚落距離並不影響穿山甲棲地選擇，鸞山地區穿山甲偏好距離省道及縣道等主要道路較遠的地區，但對於其餘次要道路則沒有選擇性(賴智恩 2013)。本研究的道路並未區分為主要或次要道路，但於 2017-2018 年間共發生兩次穿山甲路殺，通報目擊記錄也多在路邊，而

過去園區內自動照相機調查結果顯示與人為聚落越近，哺乳動物的佔據度越低，進而影響物種多樣性(Yen et al. 2019)，因此仍須注意道路與人為聚落對於穿山甲的影響。

表 10、臺灣穿山甲棲地選擇模型比較

資料期間	變項 ^a	準確率	洞穴數	隨機樣點
2018 全年	海拔(-)、與道路距離(-)、植被類型(相思樹型>紅楠型>其他林型>非森林)、太陽輻照度(+)、坡向(東南>西南)、與溫泉距離(+)、NDVI(-)	67%	237	283
2019 年 4-5 月調 查	與溫泉距離(+)、與水源距離(-)、與人為聚落距離(-)、坡向(西北>西南)、太陽輻照度(+)、植被類型(相思樹型>紅楠型>其他林型>非森林)、坡度(-)	14%	106	463
2019 年 6-9 月調 查	太陽輻照度(+)、與溫泉距離(+)、海拔(-)、植被類型(相思樹型>紅楠型>其他林型>非森林)	30%	121	360
全部資料	海拔(-)、植被類型(相思樹型>紅楠型>其他林型>非森林)、太陽輻照度(+)、與溫泉距離(+)、坡度(-)	88%	506	506

a. + 號表係數為正，-號表係數為負

表 11、2018-2019 年臺灣穿山甲洞穴痕跡與沿線調查範圍隨機樣點(n=506)環境因子之比較

環境因子	洞穴痕跡 平均(範圍)	隨機樣點 平均(範圍)
海拔 (m)	519.30 (211-916)	619.52 (152-1083)
坡度	21.31 (1-47)	23.77(2-56)
太陽輻照度(*1000)	1493 (859-1741)	1481 (753-1777)
與溫泉距離(m)	3331 (268-6870)	2533 (63-6791)
土地類型	紅楠型 (40%)、相思樹型 (46%)、其他林型 (9%)、非森林 (5%)	紅楠型 (44%)、相思樹型 (25%)、其他林型 (18%)、非森林 (13%)

表12、2018-2019年穿山甲洞穴棲地選擇模型

變項	係數	SE	χ^2	P value
海拔(m)	-0.003	0.0005	40.53	<0.0001
與溫泉距離 (m)	0.0002	<0.0001	19.40	<0.0001
坡度	-0.024	0.008	8.49	0.0036
太陽輻照度(*1000)	0.0017	0.0005	11.03	0.0009
土地類型-非森林(紅楠型為基準)	-0.83	0.20	17.73	<0.001
土地類型-其他林型(紅楠型為基準)	-0.37	0.16	4.87	0.0273
土地類型-相思樹型(紅楠型為基準)	0.59	0.14	17.40	<0.0001

表13、2018-2019年穿山甲洞穴(深度>100 cm)棲地選擇模型

變項	係數	SE	χ^2	P value
海拔(m)	-0.004	0.001	20.17	<0.0001
與溫泉距離 (m)	0.0002	<0.0001	8.24	0.0041
太陽輻照度(*1000)	0.0041	0.0009	18.66	<0.0001
土地類型-非森林(紅楠型為基準)	-1.57	0.78	4.03	0.044
土地類型-相思樹型(紅楠型為基準)	0.99	0.34	8.56	0.0034

(2) 棲地分布圖

我們使用利用調查網格內全部 506 個洞穴所建構的棲地選擇模型推估陽明山國家公園臺灣穿山甲的棲地分布(圖 14)，12433 個 1 公頃網格中，穿山甲使用機率大於 50%的網格佔 44%。多分布於園區內 300-500 公尺的相思樹型與紅楠型森林中。

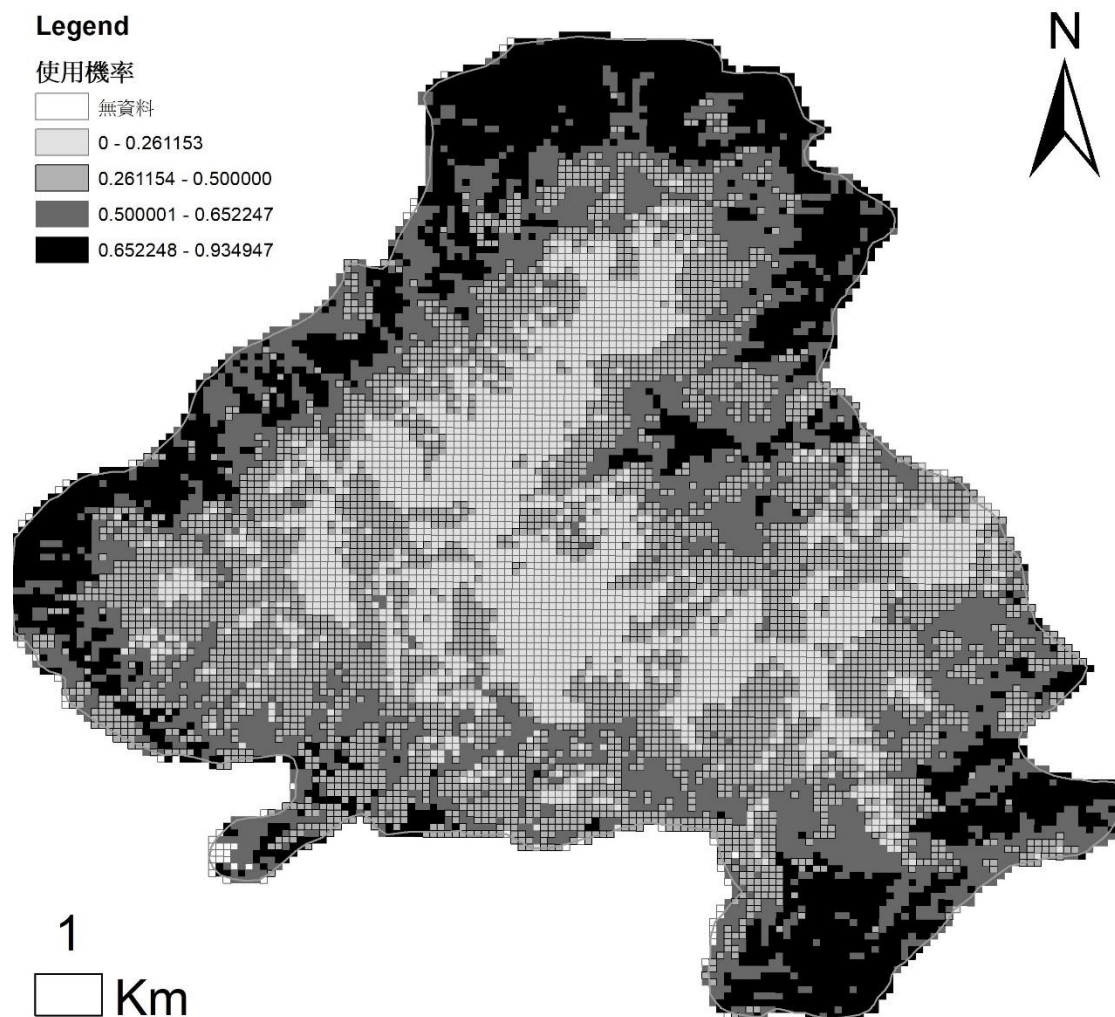


圖 14、陽明山國家公園臺灣穿山甲棲地分布圖

(3) 白蟻豐富度和土壤密度與穿山甲洞穴痕跡

根據沿線調查所得的穿山甲洞穴痕跡記錄，有穿山甲洞穴的區域(阿里磅、大路崁、大屯溪) 平均每次調查於每條穿越帶 100 公尺內記錄 3.5 個洞穴痕跡，

無穿山甲洞穴痕跡區域(陽峰古道、紗帽山、天母古道)則無發現穿山甲洞穴痕跡。白蟻調查共採集三科 6 屬 6 種白蟻: 臺灣土白蟻、黃肢散白蟻、霧社華歪白蟻(*Sinocapritermes mushae*)、新渡戶歪白蟻、小象白蟻、恆春新白蟻(*Neotermes koshunensis*)。由於霧社華歪白蟻與新渡戶歪白蟻的工蟻形態相似, 而部分樣本僅採集到工蟻, 無法區分兩物種, 且兩種歪白蟻皆屬於食土白蟻, 所以歸為同一類。

有無穿山甲洞穴區域的平均白蟻豐富度分別為32 (SE: 6.6)和26 (SE: 11.9)(表14), 無顯著差異($t_2 = 0.46$, $p = 0.67$), 土壤密度分別為0.7(SE: 0.02)和0.7(SE: 0.03), 亦無顯著差異($t_2 = 0.17$, $p = 0.86$)。其他環境因子中, 僅與溫泉露頭距離有顯著差異($t_2 = 8.56$, $p = 0.001$), 有穿山甲洞穴痕跡的區域平均距離溫泉露頭3.8公里(SE: 0.27), 高於無穿山甲洞穴痕跡的區域(0.5公里, SE: 0.27)。

從結果可看出有穿山甲洞穴痕跡的區域, 皆有一定程度的白蟻豐富度, 但白蟻豐富的地方不見得會有穿山甲活動, 尚會受到其他環境因子的影響。由於本次調查僅設置6個穿越帶調查, 樣本數較少, 未來可再深入擴大調查。

表14、有無穿山甲洞穴痕跡區域之白蟻豐富度比較

	有穿山甲洞穴			無穿山甲洞穴		
	阿里磅	大路崁	大屯溪	陽峰古道	紗帽山	天母古道
臺灣土白蟻 (<i>Odontotermes formosanus</i>)	18	12	30	7	7	34
黃肢散白蟻 (<i>Reticulitermes flaviceps</i>)	2	3	6	6	0	2
霧社華歪白蟻 (<i>Sinocapritermes mushae</i>)與新渡 戶歪白蟻 (<i>Pericapritermes nitobei</i>)	9	14	8	8	12	15
小象白蟻	1	0	8	0	1	3

(*Nasutitermes*
parvonasutus)

恆春新白蟻	0	0	0	1	0	0
-------	---	---	---	---	---	---

(*Neotermes*
koshunensis)

白蟻豐富度	27	24	45	10	18	49
-------	----	----	----	----	----	----

(4) 遊蕩犬活動與穿山甲活動及相對數量

自 2018 年 6 月至 2019 年 11 月於架設在 51 個 1 平方公里網格的 52 個相機點拍攝 4871 筆犬隻影像，其中有效照片 391 筆。其中 44 個網格有穿山甲洞穴或影像紀錄(圖 15)，占穿山甲分布的 89 格網格的 49.4%。自動照相機並無記錄遊蕩犬攻擊穿山甲或是穿山甲尾巴缺損情形。

2018 年 6-11 月架設 39 個相機點，平均活動指數 1.25 (SE 0.36)，最高為位於二子坪遊憩區的 YC25(RAI: 9.09)，次高為位於紗帽山靠近公車總站的 YC04(RAI: 7.04) (表 15、圖 16)。遊蕩犬活動指數與穿山甲活動指數無顯著相關($r = -0.01$, $p = 0.92$)，與穿山甲相對數量亦無顯著相關($r = -0.07$, $p = 0.65$)。有穿山甲紀錄(洞穴或影像)的網格的遊蕩犬活動指數(平均 1.13，SE:0.27， $n=38$)顯著高於沒有穿山甲紀錄的網格(平均 0.05，SE:0.3， $n=29$)($t_{66}=2.58$ ， $p=0.012$)。

2019 年 1-5 月架設 47 個相機點，平均活動指數 4.17 (SE 1.55)，最高為位於中正山靠近國家公園邊境住宅區的 YC59(RAI: 62.88)，次高為位於惇敘高工對面，靠近硫磺谷與龍鳳谷的 YC77(RAI: 30)與位於平等里坪頂古圳的 YC66(RAI: 27.55)(表 16、圖 17)。遊蕩犬活動指數與穿山甲活動指數無顯著相關($r = 0.07$, $p = 0.56$)，但與穿山甲相對數量呈正相關($r = 0.35$, $p = 0.03$)。有穿山甲紀錄(洞穴或影像)的網格的遊蕩犬活動指數(平均 2.17，SE:1.32， $n=42$)與沒有穿山甲紀錄的網格(平均 2.98，SE:1.44， $n=35$)無顯著差異($t_{76}=-0.41$ ， $p=0.68$)。

2019 年 6-11 月架設 42 個相機點，平均活動指數 1.99 (SE 1.51)，最高為位於

小觀音山戰備道的 YC107(RAI: 63.56)，次高為位於菁山路的 YC103(RAI: 6.2) (表 17、圖 18)。遊蕩犬活動指數與穿山甲活動指數無顯著相關($r = -0.03$, $p = 0.65$)，與穿山甲相對數量亦無顯著相關($r = -0.08$, $p = 0.61$)。有穿山甲紀錄(洞穴或影像)的網格的遊蕩犬活動指數(平均 2.98, SE:1.44, $n=35$)與沒有穿山甲紀錄的網格(平均 0.34, SE:1.39, $n=29$)無顯著差異($t_{71}=-0.75$, $p=0.22$)。

調查結果顯示遊蕩犬的活動指數在靠近遊憩區與人為聚落的相機較高，幾乎穿山甲相對數量較高的幾個區域都有遊蕩犬活動。由於穿山甲為夜行性，而遊蕩犬偏日行性(圖 19)，故兩者活動時間除晨昏時外，整體重疊度不高(重疊指數 $\Delta=0.21$ ，圖 20)。過去陽明山的自動照相機資料也發現遊蕩犬的出現頻度和麝香貓的出現頻度無顯著相關(顏士清 2015)。然而本研究幾個遊蕩犬活動指數特別高的相機點皆無記錄穿山甲活動，顯示當遊蕩犬仍有可能降低穿山甲使用該區域的機率。過去已有許多文獻資料報導臺灣的自由活動犬隻(包括流浪犬與活動不受限制之家犬)攻擊梅花鹿(*Cervus nippon* 鄭筑云 2003)，在 1990-2005 年間，臺北市立動物園所救援的穿山甲有多達 20-30% 是遭野狗襲擊而受傷(Chao et al. 2005)，而屏東保育類野生動物收容中心在 2006-2017 年間，疑似遭野狗攻擊所導致的尾巴受傷佔創傷案件中的 20.4% (Sun et al. 2019)。根據族群量評估及居民訪查結果，在陽明山的自由活動犬之中，放養家犬與流浪犬可能各占大約一半，因此使居民善盡責任減少放養及管理流浪犬族群，兩者同樣重要(顏士清及余品奐 2018)。

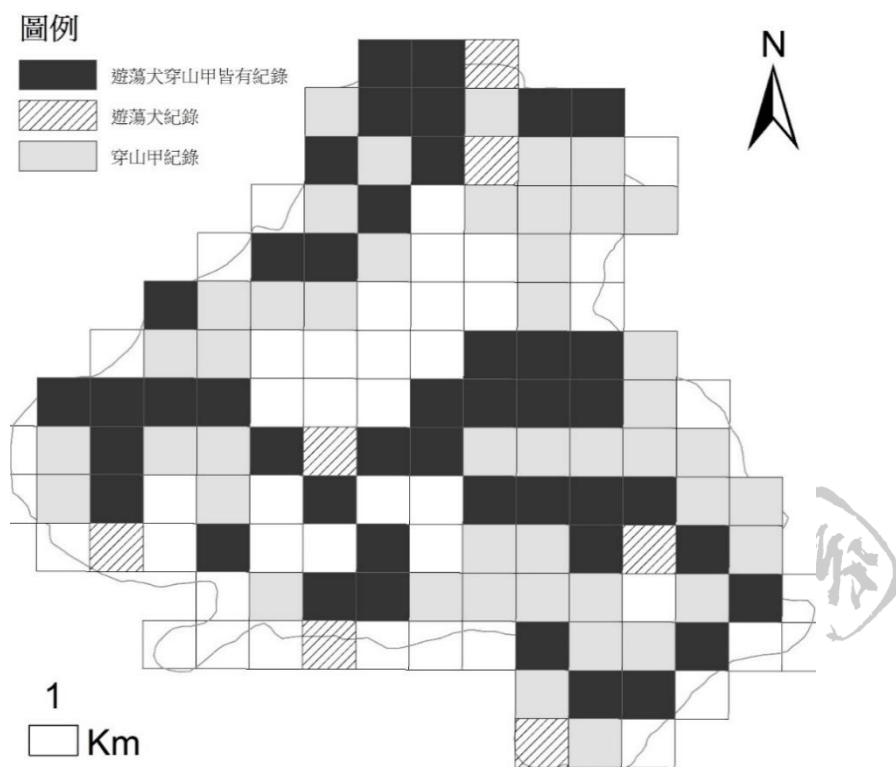


圖 15、2018-2019 年陽明山國家公園臺灣穿山甲與遊蕩犬空間分布情形

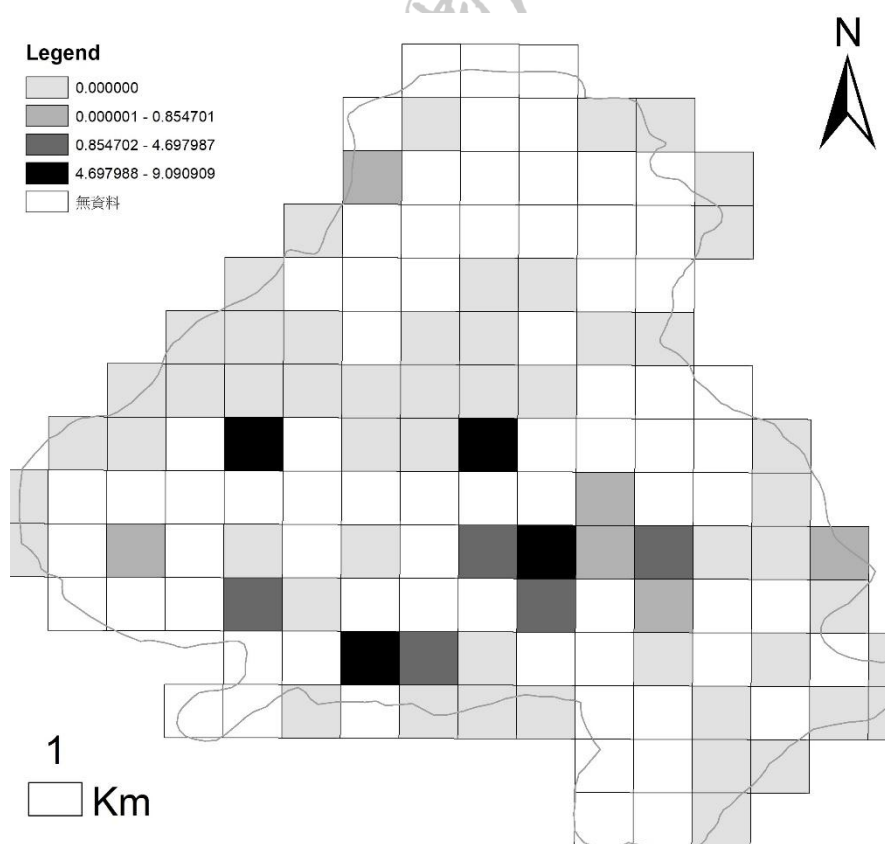


圖 16、2018 年 6-11 月陽明山國家公園遊蕩犬活動指數(以四分位數分級)

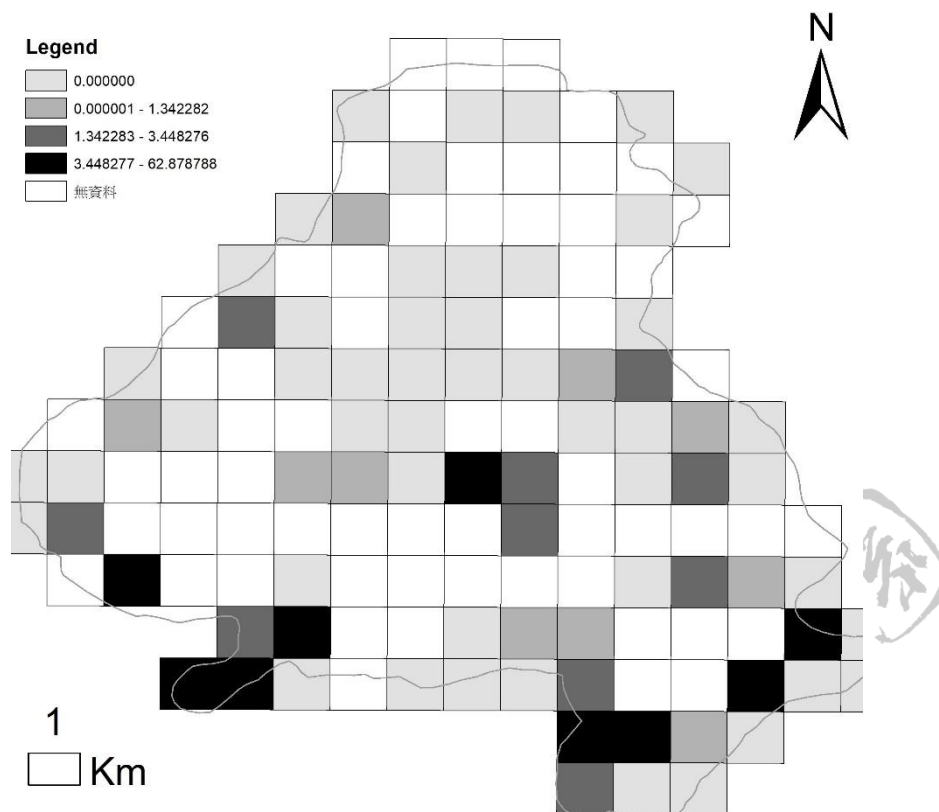


圖 17、2019 年 1-5 月陽明山國家公園遊蕩犬活動指數(以四分位數分級)

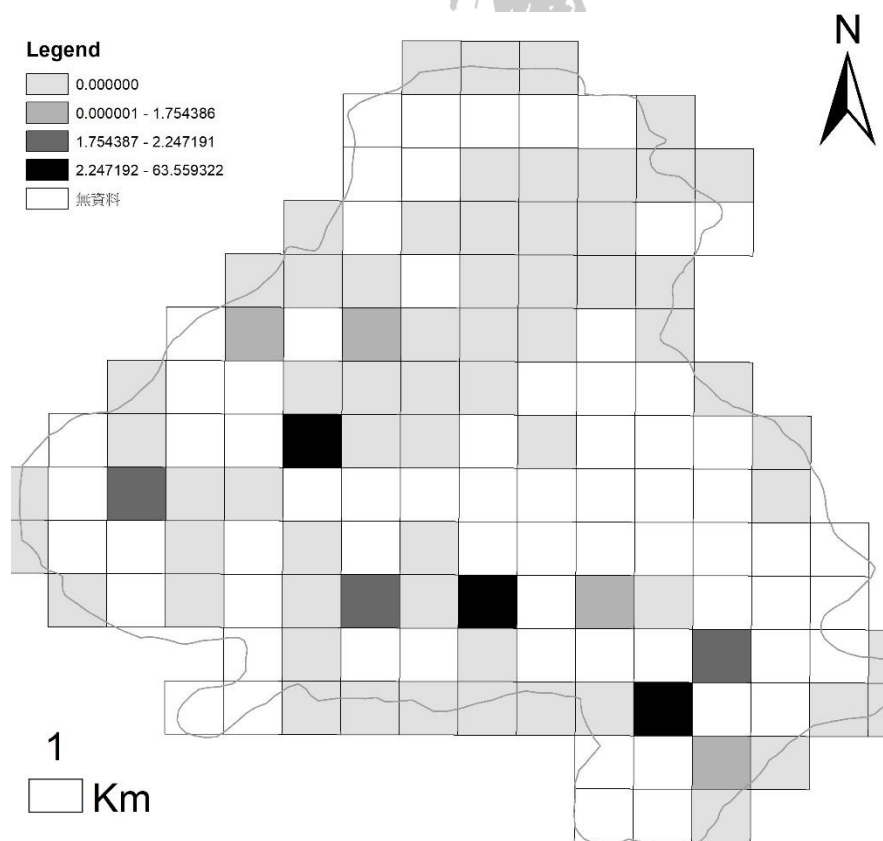


圖 18、2019 年 6-11 月陽明山國家公園遊蕩犬活動指數(以四分位數分級)

表 15、陽明山國家公園 2018 年 6-11 月遊蕩犬與臺灣穿山甲活動指數及相對數量

相機編號	區域	有效照片	工作天數	活動指數(犬)	活動指數(穿山甲)	穿山甲相對數量(2018 年)
YC01	天溪園	0	181	0.00	1.66	-
YC02	天溪園	0	65	0.00	0.00	-
YC03	2 號廊道	7	149	4.70	1.34	0.00
YC04	紗帽山	5	71	7.04	0.00	0.05
YC05	擎天崗-風櫃口	1	176	0.57	0.00	-
YC06	擎天崗-風櫃口	0	128	0.00	0.00	0.00
YC07	中正山	3	121	2.48	0.83	0.00
YC08	磺溪頭	0	126	0.00	0.00	0.00
YC09	倒照湖	0	136	0.00	0.74	-
YC10	魚路古道	1	135	0.74	0.74	0.06
YC11	魚路古道	1	125	0.80	0.00	0.00
YC12	鹿角坑	0	167	0.00	0.60	-
YC13	後山	4	82	4.88	0.00	-
YC14	富士坪	0	166	0.00	0.00	-
YC15	萬溪產道	0	133	0.00	0.00	-
YC16	磺嘴山	2	99	2.02	0.00	0.03
YC17	磺嘴山	0	79	0.00	0.00	0.05
YC18	磺嘴山	0	128	0.00	0.00	0.13
YC19	絹絲瀑布	10	165	6.06	0.61	0.06
YC20	絹絲瀑布	3	131	2.29	0.00	0.00

YC21	菜公坑	0	96	0.00	0.00	0.00
YC22	北新庄	0	103	0.00	0.00	-
YC23	倒照湖	0	98	0.00	1.02	0.00
YC24	倒照湖	0	138	0.00	1.45	-
YC25	二子坪	5	55	9.09	0.00	-
YC26	夢幻湖	2	126	1.59	0.00	0.00
YC27	大屯溪	0	348	0.00	0.29	0.04
YC28	山仔頂	0	127	0.00	0.00	0.20
YC29	山仔頂	0	141	0.00	2.84	-
YC30	大屯溪	0	141	0.00	7.09	0.12
YC31	菜公坑	0	117	0.00	0.85	0.06
YC32	向天湖	1	117	0.85	0.00	0.00
YC33	大屯南峰	0	116	0.00	0.00	-
YC34	環七星山人車分離步道	0	116	0.00	0.00	-
YC35	擎天崗-風櫃口	0	120	0.00	0.83	-
YC36	鹿窟坪	1	120	0.83	0.00	-
YC37	萬溪產道	6	120	5.00	0.83	-
YC38	老梅瀑布	1	117	0.85	0.00	0.00
YC39	青山瀑布	0	117	0.00	0.85	0.00

表 16、陽明山國家公園 2019 年 1-5 月遊蕩犬活動指數與臺灣穿山甲活動指數及相對數量

相機編號	區域	有效照片	工作天數	活動指數(犬)	活動指數(穿山甲)	穿山甲相對數量(2019 年春季)
YC01	天溪園	2	149	1.34	1.34	
YC05	擎天崗-風櫃口	0	22	0.00	0.00	0.00
YC12	鹿角坑	0	126	0.00	0.00	
YC14	富士坪	0	142	0.00	0.00	
YC19	絹絲瀑布	4	149	2.68	0.00	0.04
YC24	倒照湖	0	149	0.00	0.00	0.10
YC27	大屯溪	0	149	0.00	0.00	0.00
YC29	山仔頂	1	149	0.67	0.00	0.11
YC30	大屯溪	4	149	2.68	2.01	0.00
YC40	十八彎古道	0	122	0.00	0.00	0.05
YC41	竹子湖	1	122	0.82	0.00	
YC42	頂湖	1	120	0.83	0.00	
YC43	小油坑	0	120	0.00	0.00	
YC44	馬槽	4	67	5.97	0.00	
YC45	日月農莊	3	121	2.48	0.00	0.00
YC46	下七股	0	120	0.00	0.83	0.00
YC47	溪股農場	1	120	0.83	0.00	
YC48	大路崁步道	0	120	0.00	0.00	
YC49	八煙	0	120	0.00	0.00	0.23

YC50	高厝	4	120	3.33	0.00	0.57
YC51	富士坪	1	130	0.77	0.77	0.00
YC52	富士坪	16	135	11.85	1.48	
YC53	瑞泉古道	2	130	1.54	0.00	
YC54	靈泉寺	7	135	5.19	0.00	
YC55	頂北投	8	132	6.06	3.03	0.00
YC56	向天湖	5	132	3.79	0.00	0.00
YC57	向天湖	2	132	1.52	0.76	0.00
YC58	白石腳	0	132	0.00	0.76	0.06
YC59	中正山	83	132	62.88	0.00	
YC60	磺嘴山	2	58	3.45	0.00	0.00
YC61	聖人瀑布	0	54	0.00	0.00	
YC62	天溪園	6	64	9.38	1.56	0.40
YC63	鵝尾山	2	68	2.94	0.00	
YC64	坪頂古圳	2	124	1.61	0.81	0.45
YC65	坪頂古圳	1	124	0.81	0.00	0.00
YC66	坪頂古圳	27	98	27.55	0.00	0.25
YC67	瑪礁山	1	124	0.81	0.00	0.29
YC68	老梅瀑布	0	123	0.00	0.81	0.17
YC69	真武寶殿	1	123	0.81	0.00	0.00
YC70	八連古道	0	123	0.00	0.81	
YC71	二坪頂	0	123	0.00	0.00	0.00
YC72	尖山湖	0	106	0.00	0.00	0.00

YC73	土地公嶺	0	39	0.00	0.00	
YC74	冷水山	0	120	0.00	0.00	0.00
YC75	榮潤古道	1	120	0.83	0.00	
YC76	中正山	3	120	2.50	0.00	0.06
YC77	新北投登山步道	36	120	30.00	0.00	0.00

表 17、陽明山國家公園 2019 年 6-11 月遊蕩犬活動指數與臺灣穿山甲活動指數及相對數量

相機編號	區域	有效照片	工作天數	活動指數(犬)	活動指數(穿山甲)	穿山甲相對豐度(2019 年夏秋)
YC01	天溪園	2	114	1.75	0.00	-
YC05	擎天崗-風櫃口	0	52	0.00	0.00	-
YC24	倒照湖	0	88	0.00	0.00	-
YC29	山仔頂	0	109	0.00	2.75	0.11
YC30	大屯溪	4	161	1.24	4.35	0.03
YC55	頂北投	0	102	0.00	2.94	0.00
YC64	坪頂古圳	0	162	0.00	0.00	0.00
YC78	小坪頂	1	124	0.00	0.00	-
YC79	中正山	4	124	0.00	0.00	0.00
YC80	面天古道	0	124	0.00	0.81	-
YC81	面天-向天步道	1	124	0.00	0.00	0.00
YC82	面天-向天步道	1	124	0.00	0.00	0.03
YC83	七星山步道	0	124	0.00	0.00	0.00
YC84	七星山步道	4	124	0.00	0.00	-
YC85	環七星山人車分離步道	3	89	2.25	0.00	0.00
YC86	阿里磅瀑布	0	125	0.00	0.00	-
YC87	阿里磅瀑布	1	125	0.00	0.80	0.08
YC88	阿里磅瀑布	0	125	0.00	0.80	-
YC89	阿里磅瀑布	0	125	0.00	1.60	0.07

YC90	阿里磅瀑布	4	125	0.00	0.00	0.10
YC91	礮溪頭	1	122	0.00	0.00	-
YC92	礮溪頭	16	122	0.00	0.00	0.00
YC93	礮溪頭	2	122	0.00	0.00	0.06
YC94	內柑宅古道	7	127	0.00	1.57	0.06
YC95	內柑宅古道	8	127	0.00	0.79	0.00
YC96	內柑宅古道	5	127	0.79	0.00	0.00
YC97	八連古道	2	127	0.00	0.00	-
YC98	有盡頭的產道	0	127	0.00	0.79	0.06
YC99	老梅瀑布	83	93	0.00	0.00	0.10
YC100	二坪頂古道	2	131	0.00	1.53	0.00
YC101	二坪頂古道	0	131	0.00	0.00	0.00
YC102	天母古道	6	129	0.00	0.00	-
YC103	菁山路	2	129	6.20	0.00	0.00
YC104	榮潤古道	2	128	0.00	0.00	-
YC105	馬槽	1	128	0.00	0.00	-
YC106	楓香步道	27	135	0.00	0.00	0.00
YC107	小觀音山戰備道	1	118	63.56	0.00	-
YC108	山仔頂	0	135	2.22	0.74	0.00
YC109	山溪村	1	80	0.00	0.00	-
YC110	瑞泉古道	0	108	1.85	0.00	-
YC111	坪頂古圳	0	127	0.79	0.00	0.00
YC112	瑪蕃山	0	127	3.15	0.00	0.03

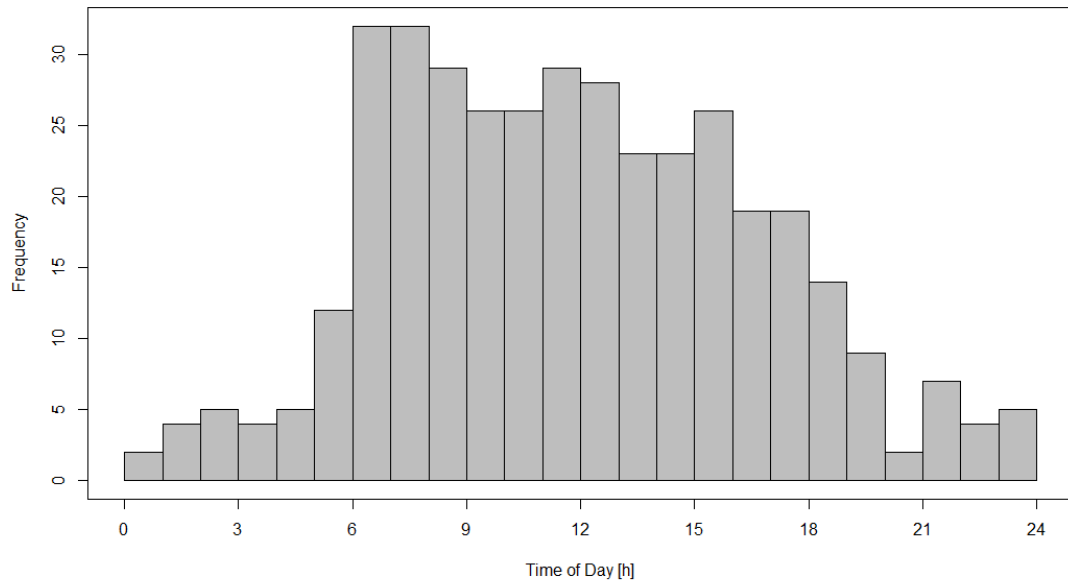


圖 19、2018-2019 年陽明山國家公園自動照相機調查記錄之遊蕩犬活動模式。

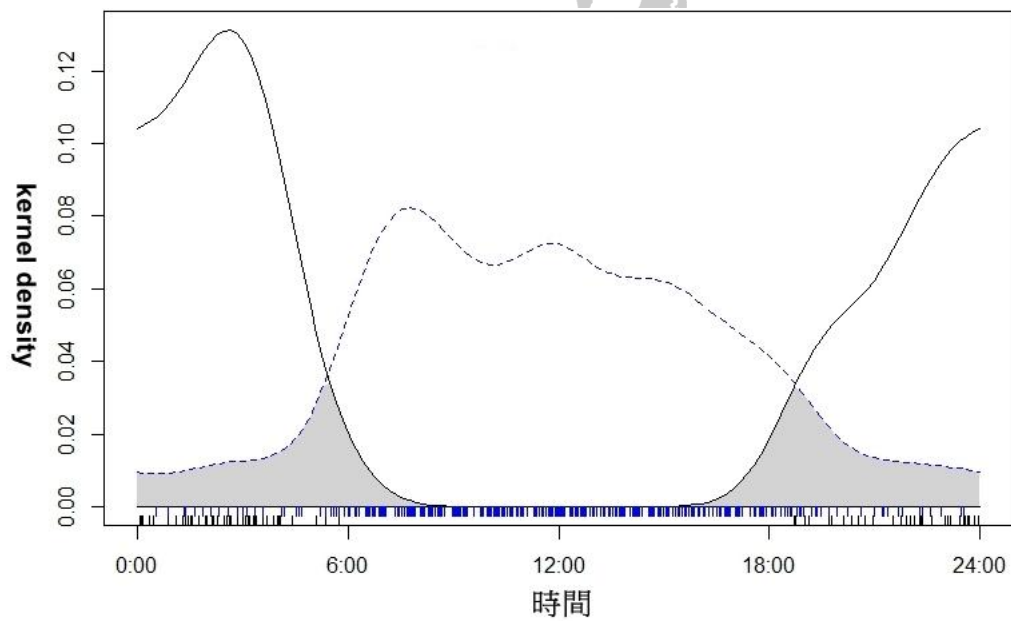


圖 20、臺灣穿山甲與遊蕩犬活動時間重疊情形。以 kernel density estimation 評估各物種活動模式，實線為穿山甲，虛線為遊蕩犬。

(5) 調查方法檢討

本研究相機架設的目的為蒐集穿山甲的影像，因此並非隨機架設，無法和洞穴痕

跡所估算的相對數量比較。沿線調查在不同調查時間所記錄的洞穴痕跡數量有很大的差異，例如 2019 年 7 月的調查僅比 4 月調查多記錄 12 個洞穴，但無洞穴痕跡不一定代表穿山甲不在此處活動，有可能是夏季蟻類資源充足，穿山甲無須挖掘洞穴即可攝食足夠的食物。過去文獻指出穿山甲冬天挖掘的洞穴較多，但本研究為了於 2019 年 4 月調查全園區，2018 年 12 月至隔年 2 月期間多半在探勘調查路線與架設相機，缺少冬季的資料，無法確認園區內冬天調查的洞穴痕跡數量。研究過程中發現，穿越線兩旁 5 公尺的洞穴在首次調查該區域時所記錄的數量最多，其後一年半時間新記錄的洞穴數都不及第一次調查所記錄的量，所以第一次調查的那些洞穴究竟存在於該地區多少時間，是否有洞穴是重複利用，仍是未知。至為可惜的是，本研究在重複調查樣線時，僅記錄新發現洞穴痕跡，未能一併記錄洞穴狀態為 b 或 c 級的舊洞穴，儘管調查人員的印象是第一次記錄的洞穴之後多半已消失，但並非系統性的記錄。此外雖然在第一次調查後穿越線兩旁 5 公尺內較少新洞穴痕跡，但往兩側更進一步延伸搜尋，即可發現新鮮洞穴，因此穿山甲必非沒有在該區域活動，僅是換一個地方挖掘覓食而已。綜合本研究調查的觀察，我建議長期監測一年進行一次調查即可，因為就算一年調查兩次，第二次調查到的洞穴痕跡很可能比第一次少，也無法確切反映穿山甲棲地使用的季節差異。調查季節不一定要秋冬，春夏也可記錄到相當數量的洞穴痕跡，但調查時間必須固定。若未來研究志在了解穿山甲活動的季節差異，建議建立調查樣區，而非使用調查樣線，且在研究開始之前先調查一次穿山甲洞穴痕跡數量，作為基準值，使用首次調查後新記錄洞穴痕跡和外觀為 b、c 級的舊洞穴痕跡來代表新挖掘和持續使用的洞穴，此外同時監測樣區內螞蟻和白蟻的數量，以了解食物豐度和穿山甲洞穴數在不同季節的關係。

(四)、穿山甲健康檢測

1. 通報與訪談記錄

研究期間共蒐集 9 筆通報紀錄。2018 年接獲兩件目擊穿山甲的通報，皆為事後轉知本研究團隊。其一由文化大學動物科學系學生夜間騎機車於路邊目擊穿山甲後轉知研究團隊，另一件則是臺北市動物保護處接獲通報後轉知陽明山國家公園管理處，再告知本團隊。目擊地點與時間分別為 2018 年 6 月 7 日 22 點 30 分左右於金山八煙地區，及 2018 年 6 月 19 日近 23 點於前山公園。2019 年 1 月臺北市與新北市動物保護處啟用「傷病野生動物醫療資源通報系統」，2019 年臺北市動物保護處共接獲兩筆位於陽明山國家公園內的通報目擊紀錄，分別於 2019 年 5 月 26 日北投紗帽山由民眾拾獲後送至公園派出所，經檢視無外傷後野放，以及 2019 年 7 月 29 日北投民眾發現沿山房屋的天井有穿山甲受困，救援後野放。2019 年新北市動物保護處無接獲園區內穿山甲通報。2018-2019 年臺灣動物路死觀察網於 2018 年 2 月 27 日接獲一筆位於園區內八煙地區的穿山甲路殺通報。另陽明山國家公園管理處人員於 2019 年 8 月 29 日發現一具穿山甲遺體，10 月 25 日於湖田里發現一處新鮮洞穴痕跡。竹子山戰備道軍事管制區人員於研究人員前往調查時告知 2019 年過年時於管制哨入口目擊穿山甲，2019 年間於戰備道發現一處穿山甲洞穴。

2019 年 1 月研究團隊調查經過萬溪產道過風櫃口後路段，發現有一輛停在路邊的車，兩位年輕人正在挖掘穿山甲的洞。研究人員上前詢問，年輕人回答說無聊看到就挖，但車上載有麻布袋且手持網具，應是為獵捕穿山甲而挖掘洞穴。

2. 使用熱顯像儀偵測穿山甲

從臺北市立動物園所得的資訊，穿山甲體表溫度約 30 度，體內 32 度左右，應可用熱顯像儀偵測於洞穴外活動的個體，進而捕捉進行健康檢測。研究人員於 2018 年 12 月攜帶熱顯像儀(Testo 885)至臺北市立動物園臺灣穿山甲展場外測試，隔著玻璃約 3-4 公尺的距離內可偵測到穿山甲，但當時穿山甲位在深度較野外洞穴淺的人造岩穴或展場玻璃帷幕邊，與野外情形仍有差距。2019 年至二號廊道周邊測試熱顯像儀，結果顯示若標的物種溫度與環境溫度差距 1-2 度 C 即可辨識

(表 18)。

研究人員於 2019 年共至二號廊道夜間搜尋 24 次，並無發現穿山甲。另外於 2019 年 7-8 月至大屯溪古道與阿里磅瀑布步道各進行夜間搜尋一次，同樣未發現穿山甲。經過數次夜間搜尋後，發現專業熱顯像儀重量不輕，且須不斷調整焦距對準感測物感方能準確偵測，然而夜間於山間行進時，一手持熱像儀，一手調整焦距搜尋穿山甲有一定難度，因此較適合於定點偵測附近野生動物，而不適合夜間沿著調查樣線搜尋。

表 18、熱像儀 Testo 885 所偵測動物與周圍環境溫度(單位:°C)

物種	核心溫度	邊緣溫度	鄰接環境溫度	可鑑識度
人	35.8	34.8	34.1	輪廓清晰
黑冠麻鷺鳥巢	34.5	34.5	34.4	隱沒
黑冠麻鷺		19.2	34.4~35.1	輪廓清晰
穿山甲洞穴 (晴天夜晚)		28.6~28.7	25~28.6	輪廓清晰
穿山甲洞穴 (下雨後)	24.7~24.8	25.3~25.4	25.4~25.5	輪廓清晰

(五)、穿山甲保育策略規劃

願景：參考 IUCN – SSC Species Conservation Planning Sub-Committee (2017)，配合全臺穿山甲保育規畫的願景。在 2030 年之前，園區內的民眾皆認知穿山甲的生態價值，且願意與管理機關同心協力保護其棲息地，根據科學研究結果致力於維持穩定的穿山甲族群，使穿山甲與人類能和諧共存。

目標 1：監測園區內穿山甲的族群狀況，包含相對數量、分布範圍、棲地品質、健康情形與面臨威脅。

標的(1):開展園區穿山甲長期監測行動，使用固定調查方法監測穿山甲族群狀況。

標的(2): 了解穿山甲園區內穿山甲族群健康狀況。與臺北市和新北市動物

保護處、臺北市立動物園、國立臺灣大學獸醫學院合作，優化穿山甲救傷通報系統，使管理處及早接獲園區內穿山甲救援通報，了解其健康情形。

亦可與學術單位合作，捕捉園區內穿山甲以了解健康情形。

標的(3): 持續記錄園區內穿山甲路殺狀況。與特有生物研究中心臺灣路死動物觀察網合作，利用公民科學持續記錄園區內穿山甲路殺事件。

標的(4): 進一步了解園區內遊蕩犬對穿山甲的影響。

標的(5): 與學術單位合作了解園區內穿山甲主要食物(白蟻與螞蟥)分布情形。

目標 2: 保育園區內穿山甲族群與棲息地

標的(1) 杜絕穿山甲盜獵活動。與警察機關合作加強園區內巡守與督察，確保穿山甲不受獵捕威脅。

標的(2) 維持園區內穿山甲棲息地環境。與園區內居民合作，推廣友善環境的農業，減少開發，以維持園區內的林相。

標的(3) 減少人為干擾包含改善路殺與控制遊蕩犬族群。

標的(4) 提升當地居民與遊客對穿山甲的認知與保育意識。

標的(5) 與居民合作共同維護穿山甲族群與棲息地。透過訪問居民尋找在地的保育夥伴，在園區內的各區域共同巡護穿山甲族群與棲息地。

第四章、結論與建議

(一)、族群現況

本研究所調查的 122 格 1 平方公里網格中，89 格(73%)有穿山甲分布，顯示穿山甲於園區內是廣泛分布，除了南邊園區邊界人為聚落較密集的區域與園區中間僅調查一次的竹子山戰備道周邊較少穿山甲紀錄外，其他區域皆有分布。而過去園區內曾記錄穿山甲活動的區域，現在仍有穿山甲活動，推測園區內穿山甲分布範圍並沒有減少。園區穿山甲相對數量較高的區域在西邊為富士坪、榮潤古道、鹿窟坪和礮嘴山，北邊則為阿里磅瀑布步道、老梅瀑布、青山瀑布與尖山湖步道周邊，東北邊則為內柑宅古道與大屯溪古道，東邊為山仔頂與十八彎古道，南邊則是頂山西南峰步道、擎天崗至風櫃口、坪頂古圳。

自動照相機結果顯示穿山甲為夜行性，活動時間為夜間 6 點至清晨 6 點，活動高峰為凌晨 3 點至 5 點，春夏季較活躍時段為晚上 11 點至凌晨 4 點，秋冬季較活躍時段則為凌晨 2 點至 4 點。影響洞穴棲地選擇的環境因子包括與溫泉距離，海拔、植被類型、太陽輻照度與坡度。穿山甲洞穴痕跡出現的機率隨海拔上升而遞減；大多位於海拔 300-600 公尺，太陽輻照度越高，穿山甲使用機率越高，坡度越緩，距離溫泉露頭越遠，發現洞穴痕跡的機率越高。與紅楠型林型相比，穿山甲更傾向利用相思樹型林型，而不傾向使用其他林型，與非森林區域包括草地與人為開發區，如建地、耕地、遊憩區等。12433 個 1 公頃網格中，穿山甲使用機率大於 50%的網格佔 44%。多分布於園區內 300-500 公尺的相思樹型與紅楠型森林中。

人為干擾部分，雖然與道路距離和與人為聚落距離皆不影響穿山甲棲地利用，道路與交通仍可能造成路殺，研究期間也發現疑似盜獵穿山甲的行為。穿山甲分布的區域約一半有遊蕩犬活動，儘管遊蕩犬活動指數與穿山甲活動指數和相對數

量無顯著負相關，但遊蕩犬活動指數最高的地方幾乎都沒有穿山甲紀錄，因此園區內穿山甲仍可能面臨些許人為干擾威脅。

(二)經營管理方法建議

建議一：持續監控園區內穿山甲的族群狀況

建議性質：立即可行建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

說明：本研究為首次全面調查園區內穿山甲族群分布，依據調查結果，建議以第 4 號(山仔頂)、5 號(紗帽山)、7 號(磺嘴山)、16 號(阿里磅瀑布)、17 號(青山瀑布步道)及 18 號(大屯溪古道)樣線作為長期監測樣線。此六條樣線涵蓋園區東南西北各區穿山甲相對數量最高的區域，建議未來每年於固定季節調查，以監測園區內穿山甲族群變化。

建議二：進一步了解園區內穿山甲生態習性與棲地環境

性質：立即可行建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

協辦機關：臺北市立動物園

說明：本研究初步調查穿山甲的生態習性與棲地環境，顯示穿山甲偏好相思樹林型，但未能明瞭其原因，建議未來進一步調查穿山甲洞穴痕跡的微棲地，包括溫度、地質、土壤密度、樹種組成、有機質含量與白蟻豐富度等。此外本研究發現與溫泉露頭的距離顯著影響穿山甲棲地利用，建議可進一步了解溫泉露頭周遭的地質環境是否因溫度過高等原因不利於穿山甲使用，並與臺北市立動物園合作，利用圈養的穿山甲進行操作實驗，了解穿山甲是否迴避溫泉氣味。

此外若管理處能提供園區內的工作站與住宿點，亦能考慮捕捉穿山甲以了解其野外族群健康狀況，和從事無線電追蹤以了解活動範圍等。

建議三：控制遊蕩犬的族群量以減少對穿山甲的干擾

性質：立即可行建議

主辦機關：臺北市動物保護處、新北市動物保護處、陽明山國家公園管理處

說明：本研究發現在遊蕩犬分布的 51 格一平方公里網格中，44 格(86%)有穿山甲活動，顯示遊蕩犬與穿山甲的空間分布高度重疊。儘管研究期間並未發現園區內遊蕩犬攻擊穿山甲的情形，但鑒於臺灣其他地區穿山甲受遊蕩犬攻擊而導致創傷的案例頻傳，建議減少園區內遊蕩犬數量以減少對穿山甲的干擾與威脅。特別是園區內遊蕩犬活動程度較高的區域，包含二子坪遊憩區、公車總站、中正山、龍鳳谷與硫磺谷、坪頂古圳、與小觀音山戰備道。

建議四：加強園區內與邊界周遭路殺改善

性質：立即可行建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

協辦機關：臺北市交通局、新北市交通局、特有生物研究中心

說明：本研究棲地選擇模型顯示穿山甲並不迴避道路周邊區域，而研究期間所蒐集的穿山甲目擊和救援通報亦多半發生在道路旁，儘管本研究執行期間僅記錄一筆穿山甲路殺，園區內穿山甲仍面臨路殺風險，建議與特有生物研究中心臺灣路死動物觀察網持續合作加強宣導，並設立警示牌警告車輛減速。由於路

殺與一次路邊目擊穿山甲的紀錄地點皆位於八煙，顯示八煙地區為園區內首要需改善穿山甲路殺的區域。

建議五：宣導以提升居民對穿山甲的認識程度與保育意識

性質：立即可行建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

協辦機關：園區內與周邊中小學、園區內各派出所

說明：園區內穿山甲活動的海拔主要為 300-600 公尺，且棲地分布圖顯示園區靠近國家公園邊界區域是穿山甲的主要分布範圍，其中部分區域鄰近人為聚落，然而有些地方由於缺乏適合調查路線，本研究未能調查穿山甲的狀況。此外研究期間於萬溪產業道路目擊一起疑似盜獵的事件，顯示園區內穿山甲仍有些微盜獵壓力。除與園區內派出所合作加強巡護外，建議訪問園區內居民，蒐集當地穿山甲的資訊，了解其對穿山甲的認知程度與價值觀，尋找適合的在地保育夥伴，並與當地中小學合作宣導推廣穿山甲保育，以提升居民對穿山甲的保育意識。

附錄一、2018-2019 年陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查自動照相機設定

相機編號	品牌	模式	相片大小	拍照張數	影片解析度	影片長度	拍照間隔	敏感度
YC01	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC03	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC04	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC05	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC06	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC07	RECONYX	camera	3.1mp	5			no delay	high
YC08	RECONYX	camera	3.1mp	5			no delay	high
YC09	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC10	Keep Guard	dual	12m	3	1980*1080	10s	1s	high
YC11	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC12	Keep Guard	dual	12m	3	1980*1080	10s	1s	high
YC13	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC14	RECONYX	camera	3.1mp	5			no delay	high
YC15	Keep Guard	dual	12m	3	1980*1080	10s	1s	high
YC16	RECONYX	camera	3.1mp	5			no delay	high
YC17	BROWNING	camera	12m	3-rapidfire			1s	high
YC18	RECONYX	camera	3.1mp	5			no delay	high
YC19	Keep Guard	dual	12m	3	1980*1080	10s	1s	high
YC20	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC21	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC22	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high

相機編號	品牌	模式	相片大小	拍照張數	影片解析度	影片長度	拍照間隔	敏感度
YC23	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC24	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC25	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC26	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC27	BROWNING	camera	12m	3-rapidfire			1s	
YC28	BROWNING	camera	12m	3-rapidfire			1s	
YC29	BROWNING	camera	12m	3-rapidfire			1s	
YC30	RECONYX	dual	3mp	3	720p	10s	1s	high
YC31	BROWNING	camera	12m	3-rapidfire			1s	
YC32	BROWNING	camera	12m	3-rapidfire			1s	
YC33	BROWNING	camera	12m	3-rapidfire			1s	
YC34	BROWNING	camera	12m	3-rapidfire			1s	
YC35	BROWNING	camera	12m	3-rapidfire			1s	
YC36	BROWNING	camera	12m	3-rapidfire			1s	
YC37	BROWNING	camera	12m	3-rapidfire			1s	
YC38	BROWNING	camera	12m	3-rapidfire			1s	
YC39	BROWNING	camera	12m	3-rapidfire			1s	
YC40	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC41	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC42	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC43	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	

相機編號	品牌	模式	相片大小	拍照張數	影片解析度	影片長度	拍照間隔	敏感度
YC44	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC45	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC46	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC47	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC48	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC49	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC50	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC51	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC52	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC53	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC54	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC55	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC56	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC57	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC58	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC59	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC60	Keep Guard	dual	12m	3	1980*1080	10s	1s	
YC61	RECONYX	camera	3.1mp	3			no delay	
YC62	RECONYX	camera	3.1mp	3			no delay	
YC63	RECONYX	camera	3.1mp	3			no delay	
YC64	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	

相機編號	品牌	模式	相片大小	拍照張數	影片解析度	影片長度	拍照間隔	敏感度
YC65	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC66	RECONYX	camera	3.1mp	3			no delay	
YC67	Keep Guard	dual	12m	3	1980*1080	10s	1s	
YC68	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC69	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC70	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC71	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC72	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC73	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC74	RECONYX	dual	3mp	3	720p	10s	1s	high
YC75	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC76	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC77	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC78	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC79	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC80	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC81	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC82	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC83	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC84	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC85	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC86	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	

相機編號	品牌	模式	相片大小	拍照張數	影片解析度	影片長度	拍照間隔	敏感度
YC87	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC88	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC89	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC90	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC91	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC92	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC93	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC94	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC95	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC96	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC97	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC98	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC99	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC100	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC101	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC102	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC103	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC104	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC105	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC106	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC107	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	

相機編號	品牌	模式	相片大小	拍照張數	影片解析度	影片長度	拍照間隔	敏感度
YC108	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	
YC109	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC110	Keep Guard	camera	12m	3			1s	high
YC111	RECONYX	dual	3mp	3	720p	10s	1s	high
YC112	BROWNING	camera	20m	3-rapidfire			1s	

陽明山國家公園管理處

107-108 年度委託辦理「陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查」勞務採購案

評選委員答詢：

廠商一(國立中興大學)

(一)委員一：

1. 本案有需進行健康評估，但研究團隊成員中未有獸醫師加入。
2. 穿山甲的個體辨識請問將如何進行？
3. 本案選擇秋冬捕捉穿山甲，有無特別意義？第二年是否仍有捕捉需求？季節為何？
4. 有關保育類研究動物申請相關資訊需多加注意。
5. 陽明山地區似乎沒有明顯乾溼季，建議可進行相關氣象資料收集；秋冬季為穿山甲懷孕哺育期，建議減少干擾。
6. 穿山甲為嗅覺敏感之物種，建議硫磺區附近可減少調查能量。
7. 回顧前人研究資料文獻，穿山甲調查不易，建議應有彈性調整的空間與相對應之態度。

(二)委員二：

1. 本案預計需架設多少自動相機，相機來源為何？另 P.6 交叉點半徑 10m 內搜尋，該數值是引用自何處？
2. 除了穿山甲外，尚有其他物種也會有挖洞行為，請問該如何分辨？
3. 穿山甲棲地除鬱閉度有過去資料外，是否會增加調查其他影響棲地利用之環境因子？並可了解其與活動熱點影響

因子之一致性，以供經營管理上預測可能之分布。

4. 穿越線調查過程中有關流浪犬調查方式為何？另與穿山甲之關聯為何？
5. 貴團隊將計畫如何捕捉穿山甲？
6. P. 5 文獻彙整的目的和功能為何？
7. 本案第 1 年與第 2 年工作內容上之差異為何？
8. 穿山甲與流浪犬之相互關係是否已有文獻可加以佐證？
9. 陽明山的保育策略與臺灣其他區域有何不同？另外臺北市立動物園去年底有舉辦穿山甲國際交流活動，建議可向臺北市立動物園取得資料參考。
10. 因本案穿山甲自動相機拍攝不易且使用洞穴數量不等於個體數量，請教團隊將如何調整調查方式？
11. 建議研究團隊善用過去文獻資料，找到可能的活動熱點。

(三) 委員三：

1. 本案網格交會點自動相機架設的方式是「全區同時」或「分區分期」？
2. 本案各項調查的頻度為何？
3. 本案經費調整可於議價之後再行修訂，服務建議書建議須膠裝成冊。

(四) 委員四：調查範圍所使用之地圖建議可使用較為精確之版本。

(五) 委員五：

1. 研究團隊過去是否執行過穿山甲相關之研究，團隊內的工作內容如何分配？
2. 胡正恆老師過去是否有野外調查穿山甲的經驗？再請胡

老師回應剛才委員所提問的問題。

廠商回應

1. 有關獸醫部分，調查時將會有臺大獸醫系余品奐教授、康主霖研究生的支援協助。
2. 有關穿山甲的捕捉將取得穿越線、先期調查資料與過去文獻並加以匯整分析後，再行捕捉。
3. 自動相機的架設將會分期隨機調查，並會在架設地點周邊調查穿山甲活動痕跡，以了解穿山甲利用的棲地情形。
4. 有關穿山甲使用洞穴方面，已有文獻記載其他動物使用之情況，棲地影響因子除了坡度、鬱閉度之外，根據文獻可使用 NDVI 或全天光空域等，全天光空域為相當顯著之影響因子，會加入調查項目中。
5. 流浪犬將於穿越線調查時沿途加以記錄。
6. 穿山甲的個體標記會於救傷時進行，捕捉上的個體將再請教專家學者。
7. 穿山甲與流浪犬的時間與空間利用解讀將會綜合過去文獻與現在調查紀錄加以分析評估。
8. 過去文獻與調查將供作目前調查規劃之參考，因陽明山國家公園之易達性與其他地區不同，所帶來的遊憩壓力需納入經營管理策略中。
9. 我（陳相伶老師）過去曾在動物園內作過穿山甲餵食方式之行為豐富化實驗，工作分配上胡正恆老師統籌野外調查部分，我（陳相伶老師）進行資料整理分析。
10. 我（胡正恆老師）過去曾在文化大學烏來林場進行穿山甲的調查，2013 至 2017 年共計拍攝到 4 張照片。
11. 有關利用晶片個體辨識部分，將考量相關資料流程再行斟酌運

用。

附錄三、工作會議紀錄

陽明山國家公園管理處

「107-108 年度陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查」委託辦理案工作會議紀錄

- 壹、時間：中華民國 107 年 6 月 29 日(星期五)下午 2 時整
貳、地點：本處 2 樓會議室
參、主持人：本處盧副處長淑妃 記錄：潘昱光
肆、出(列)席單位人員：(詳簽到簿)
伍、業務單位報告：略
陸、討論：

一、東海大學生命科學系林良恭教授：

- 
- (一) 研究進度表中自動相機調查應維持持續追蹤(107 年 11 月至 108 年 3 月無進行調查)。
 - (二) 網格調查應進行更詳細的規劃，例如棲地因子的比較分析，並設計一些無發現穿山甲的網格來比對。
 - (三) 穿山甲洞穴外面可架設監測器，監測器可多放，且位置需與洞穴有相連性。
 - (四) 如 107 年作出穿山甲潛在分布圖，建議應於 108 年進行實地驗證。
 - (五) P.6 在生態習性方面建議多一些蟻類相關調查，可與食性、棲地等關連性進行結合。
 - (六) 相機有效照片數需加以注意。
 - (七) 建議陽管處可能需有 5 年調查時間才會有完整的研究結果。
 - (八) 網格調查應進行更詳細的規劃，例如棲地因子的比較分析，並設計一些無發現穿山甲的網格來比對。
 - (九) 107 年按照既有資料與現地調查，有穿山甲之網格持續以自動相機紀錄，彙整分析取得環境棲地因子之後，使用大尺度分析，108 年應可作出潛勢分布圖。

二、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授
(書面意見):

期初工作計畫書之內容在整理與善用既有資料與研究方法步驟之說明等方面較服務建議書改善許多。以下幾點建議供執行團隊參考:

(一) 請補充草擬規劃保育策略之內容的初步構想。

(二) 補強以下幾處方法之論述:

1. 穿越線調查預計每網格穿越線長度為 1 公里,但每網格大小為 1x1 公里,除非登山步道剛好斜切經過每個網格,否則很難在每網格中都能找到一條長 1 公里的登山步道穿越線。是否考慮往既有道路兩側延伸?或是有其他作法?
2. 穿山甲洞穴可否依實際狀況區分新舊或判斷為覓食或居住洞穴,因為不同狀況的洞穴反映不同的利用狀況,或許資料分析時可分別處理,以茲比較,並討論以何種洞穴資料分析棲地利用與相對豐度較為適合?
3. 自動相機需四個月更換一個網格,如何輪換?是否有具體之規劃?是否可透過管理處協調園區內既有的其他自動相機,增加可監測之相機數?

三、臺北市立動物園金仕謙園長(書面意見):

(一) 研究方法中(一)研究樣區建議應更具體,依過往研究調查資料穿山甲被記錄的出沒區域,先行進行調查,利用 11~12 月進入冬季及生產季前,確認出主要核心區,盡可能進行調查,資料收集。並接續即時調整未發現個體樣區,以達預期效益。在第一次期中報告中,方能適時以數據調整下一階段研究策略。

(二) 研究方法(三)分布與棲地利用的工作項目,建議要有連結並適時調整。檢視穿山甲過往資料,建議穿越線調查可利用暑假較密集操作(人力及溫度考量)並將



相機進行監測。

- (三) 調查 4 個月後就會轉移自動相機設置的位置嗎？
- (四) 穿山甲潛在分布的棲地條件建議需要多研析，以免做白工。
- (五) 自動相機調查資料回收之頻率為何？
- (六) 穿越線調查每網格走 1 公里，調查穿越線旁左右 5 公尺，是否足夠？建議視現況調整。



八、受託單位回應：

- (一) 感謝長官所提各項建議，團隊會遵照辦理，並於期初報告改進呈現。
- (二) 過去點位棲地條件因子會再參閱歷史文獻。
- (三) 各網格將調查 4 個月，未監測到穿山甲行蹤之網格，會移至新地點進行監測，有出沒之網格會持續追蹤。
- (四) 107 年穿越線調查的洞穴痕跡密度與自動相機資訊會作為穿山甲活動的頻度，分析其活動環境之棲地因子，作出潛勢分布圖，並將規劃網格以自動相機進行監測驗證。
- (五) 每 2 個月收一次自動相機資料，每個網格將監測 4 個月。
- (六) 過去文獻有些為穿越線調查，無詳細點位資料，會再調查。
- (七) 現場實際穿越線調查時，因有時步道有些限制，故至少調查 1 公里，穿越線旁 5 公尺內就有洞穴，且會沿有洞穴方向深入調查，並記錄各蟻種與巢，會進行小尺度較為精細調查。
- (八) 因國內研究常有穿山甲在馬路上出沒的紀錄，故請學生使用熱成像儀在步道與馬路上進行夜間調查。
- (九) 覓食與居住洞穴在歷史文獻上區分標準並不明確，實際執行時再行判斷，架設自動相機時會配合洞穴位置並洞穴標示。

- (十) 預計今年 10 月份將結束野外調查並收完自動相機資料，並於第 1 次期中報告中提出 108 年之規劃。
- (十一) 目前已架設 24 台自動相機，選點位置會依現場穿山甲的痕跡為主，如有大量洞穴，拍攝角度會盡量包含大部分的洞穴，以增加偵測的機率。
- (十二) 因穿山甲在乾濕季利用的差異，預計於 7 月前後各作一次野外調查。

柒、結論：

本次工作會議原則通過，請受託單位參考委員及與會者意見修正及辦理後續相關工作。

捌、散會：下午 15 時 30 分。



陽明山國家公園管理處

「107-108 年度陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查」委託辦理案工作會議簽到簿

時間：107 年 6 月 29 日（星期五）下午 2 時整

地點：本處 2 樓會議室

主席：本處詹處長德樞 李 祥 代 記錄：潘昱光

出（列）席單位人員：

受託單位：國立中興大學	職 稱	簽 到 處
國立中興大學	助理教授	陳相合
		胡正恆
		廖昱銓
		顏士蔚



出席單位	職 稱	簽 到 處
東海大學生命科學系	教授	林良芬
國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所 李政政	教授	書面意見
臺北市政府動物園 全仕謙	園長	書面意見



(107 年 6 月 29 日「107-108 年度陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查」委託辦理案工作會議簽到簿)



出席機關(單位)(人員)	職 稱	簽 到 處
本處盧副處長淑妃	副處長	盧 淑 妃
張秘書順發	秘書	張 順 發
企劃經理課		
環境維護課		
遊憩服務課		
解說教育課	課長	韓 志 彬
小油坑管理站		
龍鳳谷管理站		
擎天崗管理站		
陽明書屋管理站		
保育研究課	課長	吳 子 豪
	技佐	潘 星 光

(107年6月29日「107-108年度陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查」委託辦理案工作會議簽到簿)

附錄四、工作計劃書修正表

章節 名稱	服務建議書		工作計畫書	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
文獻彙 整	1. 善用前人研究文獻資料，作為調查及穿山甲活動熱點依據。 2. 建議向臺北市立動物園取得 2017 穿山甲 PHVA 工作坊資料。	5	1. 將於 2018 年 6-7 月蒐集彙整文獻，並依據園區內過去的穿山甲記錄規劃 2018 年調查樣區。 2. 已將台北市立動物園納入文獻搜尋來源	4-5
穿山甲 分布與 棲地利 用調查	1. 穿山甲調查不易，建議應有彈性調整的空間與相對應之態度。 2. 穿山甲為嗅覺敏感之物種，建議硫磺區附近可減少調查能量。 3. 調查範圍所使用之地圖建議可使用較為精確之版本。 4. 本案預計需架設多少自動相機，相機來源為何？是「全區同時」或「分區分期」？ 5. 各項調查的頻度為何？因穿山甲自動相機拍攝不易且使用洞穴數量不等於個體數量，將如何調整調查方式？除了穿山甲外，尚有其他物種也會有挖洞行為，請問該如何分辨？ 6. 穿越線調查過程中有	5-7	1. 團隊會依據調查進行的狀況隨時調整計畫執行方法。 2. 已修正 2018 年調查樣區。 3. 調查網格已改為 1 km²。 4. 2018 年將全區同時架設 25 台相機。 5. 穿越線調查將進行 3 次，自動照相機每網格監測時間為 4 個月。除利用自動照相機估算穿山甲 OI 值之外，將參考文獻利用單位面積新鮮洞穴痕跡數作為另一相對豐度指標。鼬獾和野豬也會挖洞，但能依洞口的形狀、大小、深度等外觀分辨。 6. 穿越線調查已將流浪狗部分刪除，改以自動照相機、文獻及救傷紀錄綜合評估流浪狗對穿山甲的影響。2004 年台北市立動物園的穿山甲 PHVA 報告提及流浪狗是穿山甲的主要威脅之一，有近 30% 的救傷個體為流浪狗攻擊所致。 7. 預計納入的棲地因子包含植被類群、海拔、坡度、坡向、全天光空域、常態化差	5-8

章節 名稱	服務建議書		工作計畫書	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
	關流浪犬調查方式為何？另與穿山甲之關聯為何？是否已有文獻可加以佐證？ 7. 穿山甲棲地除鬱閉度有過去資料外，是否會增加調查其他影響棲地利用之環境因子？		異值植生指標(NDVI)、與主要水源距離、與人為活動包含農田、住家及遊憩區的距離。	
穿山甲 健康檢 測	1. 本案有需進行健康評估，但研究團隊成員中未有獸醫師加入。將計畫如何捕捉穿山甲？如何進行穿山甲的個體辨識？第二年是否仍有捕捉需求？季節為何？ 2. 陽明山地區似乎沒有明顯乾溼季，建議可進行相關氣象資料收集；本案選擇秋冬捕捉穿山甲，然秋冬季為穿山甲懷孕哺育期，建議減少干擾。 3. 有關保育類研究動物申請相關資訊需多加注意。	7	1. 此部分工作將由國立台灣大學獸醫專業學院季昭華教授、余品奐助理教授團隊協同進行。將以通報救傷的穿山甲為主，以晶片辨識是否為過去救援個體。將於完成 2018 年度第一次穿越線調查後，於痕跡分布熱點嘗試夜間搜尋穿山甲。若發現穿山甲，將經現場評估後決定是否捕捉及採樣測量。捕捉將避開穿山甲生產季節(12-3 月)，並於捕捉前申請許可並完備相關證明。 2. 根據鞍部氣象站資料，我們將陽明山分為三個季節，分別是冷季(12-3 月；平均溫度：13.2℃；月平均降雨量：224 mm)、熱季(4-7 月；平均溫度：22.4℃；月平均降雨量：274 mm)、雨季(8-11 月；平均溫度：21.3℃；月平均降雨量：406 mm)。	7
研究進 度表	本案第 1 年與第 2 年工作內容上之差異為何？	26-27	第一年將著重於文獻彙整及調查過去有穿山甲紀錄的區域，第二年樣區將會依據第一年調查結果設計，並預訂於第一次期中報告時提出。	14-15

陽明山國家公園管理處

「107-108 年度陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查」委託辦理案期初會議紀錄

壹、時間：中華民國 107 年 8 月 13 日(星期一)下午 2 時整

貳、地點：本處 2 樓會議室

參、主持人：本處詹處長德樞

記錄：潘昱光

肆、出(列)席單位人員：(詳簽到簿)

伍、業務單位報告：略

陸、討論：

一、臺北市立動物園金仕謙園長：

- (一) 研究報告書 P.21 英文文獻第 14 與第 16 為同一份文獻請修正。
- (二) 有關穿山甲洞穴新舊的辨識，范中衍先生在其碩士論文中針對此題目有作相當多的研究，請參考並檢視相關文獻。
- (三) 建議調查穿山甲洞穴時記錄有無螞蟻分布，並標記較深的洞穴。
- (四) 建議自動相機巡視的頻度應高一些，並同時進行相機位置、高度的調整。
- (五) 調查穿山甲洞穴時，可使用照片加以記錄。
- (六) 相機有效照片數需加以注意。
- (七) 調查穿山甲洞穴時建議可配合照相紀錄、GPS 點位。
- (八) 報告中網格位置圖請按照國際通用格式進行繪製，並於圖上標示所採用的格式。
- (九) 報告中所提主要道路與次要道路的區別為何？
- (十) 如發現穿山甲洞穴時建議可在旁邊搜尋，或有更多痕跡發現。

二、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授：

- (一) 請注意報告格式的問題，研究方法與進度說明皆有結果。
- (二) 中文文獻如依年份排列，請註明，英文文獻請以正統寫法進行排列。
- (三) 文獻內容與本次計畫有關部分應摘錄出來。
- (四) 在穿越線調查時洞穴的辨識可使用照片記錄追蹤，調查洞穴形質，目的為何？並請於研究方法中詳述。
- (五) 簡報內容與期初報告書不一致：
 - 1. 報告書 P.5 第四行切分成多個網格，應更明確，目前是否按照簡報上的網格，總數多少？需要調查網格有多少？今年預計調查多少網格？明年預計調查多少？
 - 2. 如報告內容有再加以更新應於會議中提供更新表。
 - 3. 調查路徑中主要道路比例有多高？
 - 4. P.6 每網格穿越線調查長度至少 1 公里，另 P.7 自動相機在每網格架設一臺，此與欲建置的預測模型有何關連？
- (六) 建議在穿山甲保育策略上需思考陽明山國家公園與全臺灣的關連性。
- (七) 初步建議事項需可再更具體一些，以供陽明山國家公園管理處據以執行。
- (八) 在無法進行穿越線調查之區域是否有與當地民眾進行訪談調查？
- (九) 請團隊思考設置自動相機的功用為何？

三、華課長予菁：

- (一) 進入生態保護區請攜帶研究證並著本處保育課資源調查背心。
- (二) 本處圖資於此次會議提供，請團隊對網格位置進行校正。
- (三) 報告書中摘要及內文所提陽明山國家公園應為低、中海拔山地，關鍵字請加臺灣穿山甲。

四、盧副處長淑妃：

- (一) 報告中研究調查方法、目的應詳細敘述。
- (二) 委員所提邏輯問題應釐清解決，並於報告中予以呈現。
- (三) 建議參考委員意見調查時發現新洞穴除調查洞穴形質外，並可於夜晚守候除驗證是否為新洞穴外，亦或許能觀察穿山甲的行為。

五、詹處長德樞：

- (一) 穿山甲研究方法中網格設計目的為何？
- (二) 請問團隊經檢視歷史文獻之後，陽明山國家公園境內穿山甲數量上是否相對較多？
- (三) 洞穴土壤調查意義為何？

六、受託單位回應：

- (一) 感謝長官所提各項建議，團隊會遵照辦理，並於期中報告改進呈現。
- (二) 穿山甲洞穴的新舊辨識會再參考金園長所提之文獻。
- (三) 除了自動相機照片外，洞穴痕跡也能作為棲地利用模型分析之用。
- (四) 自動相機巡視頻度如增加，會造成人力上無法負荷，會再斟酌巡視時間。
- (五) 因想於簡報中呈現目前所作進度，而與期初報告所述內容有所差異，會再加以注意。
- (六) 原則上以每網格一臺相機，根據歷史紀錄規劃放置網格，如該網格沒有痕跡而旁邊網格有，則放置於旁邊網格。
- (七) 目前團隊已進行訪談當地民眾，目前無目擊紀錄。
- (八) 自動相機除確認該網格近期是否有穿山甲活動外，並可供作資料比對之用。
- (九) 調查穿山甲洞穴時除有拍照紀錄外，並對洞穴進行標記。
- (十) 穿山甲洞穴測量直徑大小、深度、坡度等是為區分其

利用之型態，目前仍研究其區別點。

柒、結論：

本次期初會議原則通過，請受託單位參考委員及與會者意見修正及辦理後續相關工作。

捌、散會：下午 3 時 43 分。

國立臺灣大學圖書館

出席機關（單位）（人員）	職 稱	簽 到 處
本處盧副處長淑妃	副處長	盧淑妃
張秘書順發	秘書	張順發
企劃經理課		
環境維護課		
遊憩服務課	課長	梅家旺
解說教育課	課長	韓志彬
小油坑管理站		
龍鳳谷管理站		
擎天崗管理站		
陽明書屋管理站		
保育研究課	課長	吳子豪
	技佐	潘昱光

(107年8月13日「107-108年度陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查」委託辦理案期初會議簽到簿)

出席機關(單位)(人員)	職 稱	簽 到 處
本處盧副處長淑妃	副處長	盧淑妃
張秘書順發	秘書	張順發
企劃經理課		
環境維護課		
遊憩服務課	課長	梅家旺
解說教育課	課長	韓志彬
小油坑管理站		
龍鳳谷管理站		
擎天崗管理站		
陽明書屋管理站		
保育研究課	課長	吳子豪
	技佐	潘昱光

(107年8月13日「107-108年度陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查」委託辦理案期初會議簽到簿)

附錄六、期初報告修正表

章節 名稱	工作計畫書		期初報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
穿山甲分布與棲地利用調查	1. 2018 與 2019 年的調查網格規劃宜更清楚。 2. 每網格調查 1km 穿越線可能有困難。 3. 穿山甲洞穴是否依實際狀況區分新舊或判斷是覓食或是居住洞穴，分析時可分別處理。 4. 生態習性建議多一點蟻類調查，不要侷限舉尾蟻。 5. 陽明山國家公園的季節建議依四季區分。	5-7	1. 已於報告與簡報中加強說明。 2. 經第一次穿越線調查後發現確實有困難，已改為於網格附近就既有步道進行調查。 3. 文獻中區分洞穴痕跡新舊與利用方式的標準不明確，正嘗試根據實際洞穴測量情形區分。 4. 目前於穿山甲洞穴痕跡周邊紀錄的蟻窩數偏少，將視人力與時間考量增加蟻類調查。 5. 已移除工作計畫書中三個季節的劃分	5-14
穿山甲健康檢測	盡早提出保育類動物研究利用申請。	7	已著手準備。	15
預期成果	補充草擬保育策略規劃的初步構想。	10	已於報告中補充。	16
研究進度表	2018/11-2019/3 間自動照相機調查應持續進行(研究進度上無安排)。	15-16	2018/11-2019/3 間將會依 2019 年樣區規劃進行調整自動照相機設置地點。	

陽明山國家公園管理處

「107-108 年度陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查」委託辦理案第 1 次期中會議紀錄

貳、時間：中華民國 107 年 12 月 14 日(星期五)上午 10 時
整

貳、地點：本處 2 樓會議室

參、主持人：本處詹處長德樞

記錄：潘昱光

肆、出(列)席單位人員：(詳簽到簿)

伍、業務單位報告：略

陸、討論：

一、國立屏東科技大學農學院生物資源博士班孫敬閔博士：

(一) 覓食洞穴會有季節性，調查取樣時間需考量，無洞穴不代表無穿山甲出沒或數量少。

(二) 因流浪犬會攻擊穿山甲尾巴而造成缺損，或許可利用自動相機所拍攝到的紀錄來計算流浪犬危害的評估。

(三) 過去紀錄曾有在陽明山國家公園路旁之排水涵洞、水溝發現穿山甲的紀錄，建議團隊也可調查相關地點。

二、行政院農業委員會林業試驗所森林保護組趙榮台退休研究員：

(一) 文獻尚未收集完全，過去應有日文相關報告。中英文獻格式請一致性。

(二) 文獻摘要與本計畫有何關係，各文獻之矛盾或論點應可進行驗證。

(三) 自動相機架設的原則為何？

- (四) 洞穴數量與道路遠近及其與溫泉口的距離，該分析的生態學意義為何？
- (五) NDVI、全天光空域與穿山甲研究之關連性，建議需再加以考量？
- (六) 報告書中拉丁學名應斜體。
- (七) 報告書中圖 6 時間呈現方式建議修改中午 12 點至次日 12 點，使活動時段能夠連續。

三、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授：

- (一) 建議調查資料需與文獻資料作比對，並作出討論。流浪狗與人為干擾為重要因素，但未在報告中提出。
- (二) 將調查分析結果作成 100 公尺見方的方格，需考量尺度問題，另洞穴分成 4 等級的意義為何？其與分布、棲地利用之關連性？
- (三) 在穿山甲棲地利用分析需再詳細解釋利用植被的狀況。
- (四) OI 值是否也利用在棲地利用分析上？
- (五) 如穿山甲在此處會因季節而有不同活動頻率，建議原本有調查之處，應再重複調查。
- (六) 建議穿山甲經營管理策略需考量陽明山國家公園之特殊性。

四、東海大學生命科學系林良恭教授：

- (一) 資料應進行比較分析，以了解過去至現在族群演變的趨勢。
- (二) 洞穴痕跡密度數值很小，這生態意義為何？建議尺度須再修正。
- (三) 報告書圖 7 中棲地模型所使用的因子需加以考量。
- (四) 洞穴 YH130 與 YH205 建議可長期追蹤，了解個體活動

模式、食性等資料可供科普文章使用。

(五) 報告書編排建議文字圖表編排須考慮閱讀方便。

五、叢主任培芝：

- (一) 建議報告書中先簡述穿山甲特性、生態習性等。
- (二) 是否有可能對救傷或捕捉到的個體上標記以了解習、食性等。

六、華課長予菁：

- (一) 報告書 P.33 有效照片數低的原因請說明。
- (二) 因本處 2 號生態廊道也有穿山甲使用的紀錄，是否考慮將其 OI 值與相關資料加入分析？
- (三) 報告書 P.7 自動相機因施工而予以撤除，如再有此情形可通知本處保育課進行處理。
- (四) 從穿山甲使用生態廊道之資料可取得其出沒季節與時間，建議團隊可依其資料進行相關調查。

七、潘技佐昱光：

- (一) 建議報告書圖下比例尺圖例應與圖面上尺度一致。

八、詹處長德樞：

- (一) 計畫中研究與調查方法建議需再調整，以免浪費人、物力。

九、受託單位回應：

- (一) 感謝長官所提各項建議，團隊會遵照辦理，並於第 2 次期中報告改進呈現。
- (二) 文獻會再持續收集，並利用引用文獻進一步處理。
- (三) 因目前尚無入洞實際測量，因此無法判定區分覓食或居住洞穴。

- (四) 自動相機架設原則以有發現穿山甲活動痕跡之處，並參考過去有出現的資料。2019 年調查網格根據 2018 結果所作出穿山甲出沒潛在分佈圖進行規劃，2019 年 5 至 8 月會調查剩下的 43 個網格，因此 8 月底會調查完 140 個網格。至計畫結束前網格結果如有疑問，會再加以調查
- (五) NDVI、全天光空域 2 因子為參考賴智恩之碩士論文，因其所作之穿山甲棲地利用模型該 2 因子有顯著影響；與道路遠近因子為考量路殺為其數量之潛在威脅；與溫泉口的距離則為臺北市立動物園金仕謙園長之建議。
- (六) 調查到 2 個月新挖洞穴數量不多，如只用新洞穴加以分析，資料量不足，故將會使用所有調查到的洞穴進行處理。
- (七) 棲地使用類型將會進一步分析原始林和次生林。
- (八) 分析方法之後會再加以調整修正。
- (九) 部分資料因尚未分析，故未放進報告書中。
- (十) 未來將請中興昆蟲學系李後鋒副教授現地調查白蟻、螞蟻種類。
- (十一) 有效照片以 30 分鐘為一間隔，因個體在相機前活動會連續拍攝，雖有大量照片但計算上仍為 1 筆資料。
- (十二) 生態廊道未歸在 OI 值計算，但會了解其活動模式。

柒、結論：

本次第 1 次期中會議原則通過，請受託單位參考委員及與會者意見修正及辦理後續相關工作。

捌、散會：上午 11 時 25 分。

「107-108 年度陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查」委託辦理案第 1 次期中會議簽到簿

主席：本處詹處長德樞

[illegible]

出席單位	職 稱	簽 到 處
國立臺灣大學生態學與 演化生物學研究所	教授	李玲玲
東海大學生命科學系	教授	林良榮
臺北市立動物園	園長	
行政院農業委員會林業試 驗所森林保護組	退休 研究員	趙榮名
國立屏東科技大學農學院 生物資源博士班	博士	孫敬閔

(107 年 12 月 14 日「107-108 年度陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查」委託辦理案第 1 次期中會議簽到簿)

出席機關（單位）（人員）	職 稱	簽 到 處
本處盧副處長淑妃	副處長	盧淑妃
張秘書順發	秘書	張順發
企劃經理課		
環境維護課		
遊憩服務課		
解說教育課	課長	韓志武
小油坑管理站		
龍鳳谷管理站		
擎天崗管理站	主任	陳立伯
陽明書屋管理站	技正	葉培芝
保育研究課		吳子昂
		潘昱光 陳宏豪 高介文 林居賢

(107 年 12 月 14 日「107-108 年度陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查」委託辦理案第 1 次期中會議簽到簿)

附錄八、第一次期中報告修正期初報告修正表

章節 名稱	期初報告		期中報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
緒論	一、臺北市立動物園金仕謙園長： 1. 報告中所提主要道路與次要道路的區別為何？ 二、華課長予菁： 1. 報告書中摘要及內文所提陽明山國家公園應為低、中海拔山地，關鍵字請加臺灣穿山甲。	2	一、臺北市立動物園金仕謙園長： 1. 該文獻所指的主要道路為省道和鄉道，次要道路為其餘的一般道路。 二、華課長予菁： 1. 已修正	1-4
研究方法與進度說明	一、臺北市立動物園金仕謙園長： 1. 研究報告書 P.21 英文文獻第 14 與第 16 為同一份文獻請修正。 2. 有關穿山甲洞穴新舊的辨識，范中衍先生在其碩士論文中針對此題目有作相當多的研究，請參考並檢視相關文獻。 3. 建議調查穿山甲洞穴時記錄有無螞蟻分布，並標記較深的洞穴。 4. 建議自動相機巡視的頻度應高一些，並同時進行相機位置、高度的調整。 5. 調查穿山甲洞穴時建議可配合照相紀錄、GPS 點位。 6. 相機有效照片數需加以注意。 7. 報告中網格位置圖請按照國際通用格式進行繪製，並於圖上標示所採用的格式。 8. 如發現穿山甲洞穴時建議可在旁邊搜尋，或有更多痕跡發現。	5-14	一、臺北市立動物園金仕謙園長： 1. 英文文獻已修正。 2. 已參考文獻並依據調查結果制定穿山甲洞穴新舊標準。 3. 有記錄洞穴附近是否有蟻窩，但鮮少發現蟻窩，已洽詢中興昆蟲系李後鋒老師詢問蟻類調查合作事宜。有標記較深的洞穴。 4. 由於人力與時間限制，自動照相機每兩個月巡視一次，同時進行相機的調整。 5. 穿山甲洞穴皆有拍照記錄與定位。 6. 穿山甲棲地利用資料以洞穴痕跡為主，相機記錄為輔。 7. 網格以 TWD 97 格式繪製 8. 穿越線原則上搜尋兩旁 5 公尺內範圍，但發現洞穴時亦會在附近搜尋。	5-16

章節名稱	期初報告		期中報告	
	審查意見摘要	對應頁次	修正情形說明	對應頁次
研究方法與進度說明	二、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授： 1. 請注意報告格式的問題，研究方法與進度說明皆有結果。 2. 中文文獻如依年份排列，請註明，英文文獻請以正統寫法進行排列。 3. 文獻內容與本次計畫有關部分應摘錄出來。 4. 在穿越線調查時洞穴的辨識可使用照片記錄追蹤，調查洞穴形質，目的為何？並請於研究方法中詳述。 5. 簡報內容與期初報告書不一致，如報告內容有再加以更新應於會議中提供更新表。 6. 報告書 P.5 第四行切分成多個網格，應更明確，目前是否按照簡報上的網格，總數多少？需要調查網格有多少？今年預計調查多少網格？明年預計調查多少？ 7. 調查路徑中主要道路比例有多高？ 8. P.6 每網格穿越線調查長度至少 1 公里，另 P.7 自動相機在每網格架設一臺，此與欲建置的預測模型有何關連？ 9. 建議在穿山甲保育策略上需思考陽明山國家公園與全臺灣的關連性。	5-14	二、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授： 1. 因部分研究方法乃依據初步資料收集與田野調查結果制定，故在研究方法與進度說明中出現結果，已於期中報告中改進。 2. 已註明依年份排序，英文文現已改為按姓氏排序。 3. 已於本次報告中進行初步文獻回顧與統整。 4. 洞穴每次調查時皆有拍照記錄，已於研究方法中增加說明。洞穴基本形質為基礎測量，僅記錄位置、洞口直徑、深度與破空度。 5. 期中簡報會與報告一致，若有更新會提供更新表。 6. 將國家公園切分為 140 個 1 km × 1km 的網格。2018 年已調查 59 個網格，預計 2019 年調查 81 個網格。 7. 調查路線以步道為主 8. 經調查後發現受限於步道位置，每網格穿越線長度難以控制。此 1 km × 1km 網格為調查參考用的，模型建置以 100 m × 100 m 網格分析。	5-16
研究方法與進度	10. 初步建議事項需可再更具體一些，以供陽明山國家	5-14	9. 後續在保育策略規劃上會加強論述陽明山國家公園	5-17

章節 名稱	期初報告		期中報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
度說明	公園管理處據以執行。 11. 在無法進行穿越線調查之區域是否有與當地民眾進行訪談調查？ 12. 請團隊思考設置自動相機的功用為何？ 三、華課長予菁： 1. 進入生態保護區請攜帶研究證並著本處保育課資源調查背心。 2. 本處圖資於此次會議提供，請團隊對網格位置進行校正。 四、盧副處長淑妃： 1. 報告中研究調查方法、目的應詳細敘述。委員所提邏輯問題應釐清解決，並於報告中予以呈現。 2. 建議參考委員意見調查時發現新洞穴除調查洞穴形質外，並可於夜晚守候除驗證是否為新洞穴外，亦或許能觀察穿山甲的行為。 五、詹處長德樞： （一）穿山甲研究方法中網格設計目的為何？ （二）請問團隊經檢視歷史文獻之後，陽明山國家公園境內穿山甲數量上是否相對較多？ （三）洞穴土壤調查意義為何？		與全臺灣的關聯性。 10. 已刪除此段落，待資料蒐集得更完整後再提出具體的建議。 11. 若有遇到民眾會詢問是否有在附近看過穿山甲。 12. 設置自動照相機為記錄該區域流浪狗與其他動物活動，並蒐集穿山甲影像資料，以分析活動模式，及作為解說教育的材料。 三、華課長予菁： 1. 會請研究助理攜帶研究證並著調查背心。 2. 已取得圖資。 四、盧副處長淑妃： 1. 已參考委員的意見加強述。 2. 相機皆架設於穿山甲洞穴痕跡，亦有部分相機架設於洞穴外。2018 年有紀錄到穿山甲進出洞穴。 五、詹處長德樞： 1. 因本計畫目標之一為了解國家公園內穿山甲分布情形，利用網格規劃調查路線與相機配置。 2. 穿山甲的相對族群豐度待資料收集更完整後再評估。 3. 本計畫並無進行土壤調查，但有委員建議土壤的性質可能會影響穿山甲的棲地利用，故詢問管理處是否有土壤型態的 GIS 圖層以進行分析。	

陽明山國家公園管理處

「107-108 年度陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境
調查」委託辦理案第 2 次期中會議紀錄

壹、時間：中華民國 108 年 6 月 28 日(星期五)下午 2 時整

貳、地點：本處 2 樓會議室

參、主持人：本處劉處長培東

記錄：潘昱光

肆、出（列）席單位人員：（詳簽到簿）

伍、業務單位報告：略

陸、討論：

一、國立屏東科技大學農學院生物資源博士班孫敬閔博士
（書面意見）：

（一）建議未來的報告書中，居住洞穴座標(或居住洞穴的相機點位座標)簡化處理，或僅以圖說敘明即可，以避免及有心人士干擾與獵捕。

（二）調查人員針對洞穴痕跡的辨認及搜尋能力，是否隨著調查次數增加而提升？是否對調查結果的一致性產生 confounding error? 建議這部分在未來報告書中敘明。

（三）由於穿山甲在不同農業環境的利用程度可能差異大（如：茶園 VS 稻田）。樣區的農田類型分類是否有考量到此方面？

（四）頁次：26。建議補充穿山甲雌雄之間在體型和體重上存在明顯差異，雄性大於雌性(Rupak, 2016)。

（五）頁次：27。關於台灣穿山甲的繁殖時間與懷孕期參數之文獻回顧，建議參考 Chin et al., 2012，報告書中的數值可能需要調整。另外，幼獸出生一個月後即可隨

母獸外出(Sun et al., 2018)。

- (六) 頁次：27。報告書中引用林敬勛(2011)對於洞穴平均深度的描述，建議註明為居住洞穴。居住洞穴的平均深度顯著大於覓食洞穴。
- (七) 頁次：36。建議在報告書中說明使用”半徑 2,000 公尺”運算熱區的原因。

二、臺北市立動物園金仕謙園長：

- (一) 調查區域中有軍事管制區，建議可連絡軍營，以補完空白區域。
- (二) 穿山甲對溫度相當敏感，建議本區溫泉對其影響，可作為在未來保育策略上考量因子之一。
- (三) 動物體溫在 33 至 34 度之間，利用紅外線顯像儀在夏天夜間搜尋注意背景溫度的影響。
- (四) 洞穴座標的標示在保密基礎下如何呈現？請務必確認，以利前後資料可比對，對外亦可降低盜獵干擾壓力。
- (五) 在居住洞穴或熱點出沒區域，建議後續規劃階段新穿越線或推動普查洞穴（因非步道無割草很多洞穴不易發現）能夠精準掌握動物喜好出沒的環境。
- (六) 洞穴較深的點位，地質、環境條件可選出做細微調查（因此類洞穴可能為居住、繁殖利用區域），可作為未來棲地保育策略優先維護的區域。
- (七) 在人為環境下洞穴出現較多，此結論方式有疑義。因人為對環境改變，讓此型區域中易被檢出洞穴。

三、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授：

- (一) 請回顧以邏輯迴歸分析動物棲地利用機率之相關文獻，檢討與評估本計畫棲地利用分析之妥適性，包括出現有

無點位的選取、邏輯回歸分析之前提假設是否符合，以及環境因子分析尺度的適用性。

- (二) 請說明保育策略規劃內容之參考依據。
- (三) 請具體說明本計畫成果與既有文獻結果之差異，亦即本計畫的新發現。
- (四) 請依據研究目的從穿山甲生物學的角度適度調整調查與分析方式，以增加有關穿山甲習性的新資訊。

四、行政院農業委員會林業試驗所森林保護組趙榮台退休研究員：

- (一) 報告中將中國穿山甲的文獻與臺灣穿山甲混為一談，建議釐清。
- (二) 自動相機設置地點的經緯度座標，距離地面的高度，以及鏡頭方位請列表至於附錄中，以利日後可能的重覆比較。
- (三) 文獻回顧請確認中、英文，部分英文文獻置於中文。
- (四) 洞穴密度討論請加入范中衍（2005）的資料。
- (五) 頁次：27。穿山甲是一對乳頭還是兩對乳頭？
- (六) 缺少 2006、2007、2008 年金仕謙園長所作之文獻，2005、2017 年穿山甲 PHVA 工作坊論文。
- (七) 穿山甲死亡原因過去特生與金仕謙園長皆有相關著作，且早於報告中所引用的。

五、潘技佐昱光：

- (一) 有關棲地類型之分類建議可參考林務局所做第四次森林資源調查報告。
- (二) 初步建議事項第 3 點，前略，”而附近的...”建議

前應加上主詞。

(三) 報告中台應改為臺，風櫃口改為風櫃口，頁次：17。
平方公尺應改為公尺。

(四) 頁次：4。過去曾發生多起野生動物遭流浪動物攻擊致死的案例，請列出位於何處。

(五) 頁次：26。分類階層少”屬”字。

(六) 頁次：38。圖片太小，請放大。

(七) 頁次：48。不同棲地植被下洞穴狀況為何？

(八) 頁次：51。結論未有明確根據。

(九) 頁次：53。表 11 總數應加上(次數)

(十) 頁次：28。第二段文字放置此處的原因為何？

六、華課長予菁：

(一) 建議研究團隊如有研究調查需本處配合聯繫之需求，請向本處提出。

(二) 相關地質資料會向大屯火山觀測站進行索取。本處 97 年委託進行全區土壤分析調查可嘗試套疊到圖層中。

七、張秘書順發：

(一) 報告中自動相機數量上不一致，須注意。

(二) 請說明中正山自由犬隻密度特別高之原因。

(三) 近期有研究生對本區螞蟻進行研究，建議研究團隊可加以參考。

八、劉處長培東：

(一) 園區內軍事保護區建議也可進行穿山甲調查。

(二) 大屯火山觀測站應可提供相關地質資料給研究團隊。

- (三) 洞穴分布的關聯可再做進一步分析。
- (四) 土壤型態分析上，建議研究團隊每一洞穴應可目視並攜回樣本，進行定、特性上的敘述。
- (五) 研究邏輯需精準，架構需統合，避免浪費太多人物力。

九、受託單位回應：

- (一) 感謝長官所提各項建議，團隊會遵照辦理，並於期末報告改進呈現。
- (二) 內文筆誤會再修正，文獻回顧會再持續收集，並利用引用文獻進一步處理。
- (三) 軍事管制區如能同意本研究團隊架設自動相機與調查，研究團隊將進行調查。
- (四) 考量研究期程安排與避開穿山甲育幼期，便將野外利用紅外線顯像儀時間安排於 7、8 月。
- (五) 洞穴痕跡調查除人為步道外，也有無人到達區域或森林深處，因無法排除舊洞不再使用可能，便將所有等級皆加入分析。
- (六) 道路、棲地分析方法會再重新檢視，並再加以調整修正。
- (七) 洞穴附近土壤樣本將委託土壤系研究室進行分析，全區地質資料擬請貴處保育課協助提供。
- (八) 報告中因部分自動相機尚未完成內容檢視工作，因此數量上有所出入。

柒、結論：

本次第 2 次期中會議原則通過，請受託單位參考委員及與會者意見修正及辦理後續相關工作。

捌、散會：下午 3 時 47 分。

民國三十三年九月
張

陽明山國家公園管理處

「107-108 年度陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查」委託辦理案第 2 次期中會議簽到簿

時間：108 年 6 月 28 日（星期五）下午 2 時整

地點：本處 2 樓會議室

主席：本處劉處長培東

記錄：潘昱光

出（列）席單位人員：

[illegible]

出席審查委員	職 稱	簽 到 處
國立臺灣大學生態學與 演化生物學研究所	教授	李玲玲
東海大學生命科學系	教授	
臺北市立動物園	園長	金介士謙
行政院農業委員會林業試 驗所森林保護組	退休 研究員	張孝名
國立屏東科技大學農學院 生物資源博士班	博士	孫敬閔博士 提供書面意見

(108 年 6 月 28 日「107-108 年度陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查」委託辦理案第 2 次期中會議簽到簿)

出席機關(單位)(人員)	職 稱	簽 到 處
本處盧副處長淑妃	副處長	
張秘書順發	秘書	張順發
企劃經理課		
環境維護課		
遊憩服務課		
解說教育課	課長	韓志新
小油坑管理站	主任	李超然
龍鳳谷管理站	主任	周俊賢
擎天崗管理站	主任	陳齊伯
陽明書屋管理站	副主任	黃培芝
保育研究課	課長	吳子華
	主任	潘星光

(108年6月28日「107-108年度陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查」委託辦理案第2次期中會議簽到簿)

附錄十、第二次期中報告修正第一次期中報告修正表

章節 名稱	第一次期中報告		第二次期中報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
緒論	一、叢主任培芝： 1. 建議報告書中先簡述穿山甲特性、生態習性等。	3-4	一、叢主任培芝： 1.已於報告書中簡述穿山甲特性與生態習性等。	3-5
研究方法與進度說明	一、國立屏東科技大學農學院生物資源博士班孫敬閔博士： 1. 覓食洞穴會有季節性，調查取樣時間需考量，無洞穴不代表無穿山甲出沒或數量少。 2. 因流浪犬會攻擊穿山甲尾巴而造成缺損，或許可利用自動相機所拍攝到的紀錄來計算流浪犬危害的評估。 3. 過去紀錄曾有在陽明山國家公園路旁之排水涵洞、水溝發現穿山甲的紀錄，建議團隊也可調查相關地點。 二、行政院農業委員會林業試驗所森林保護組趙榮台退休研究員： 1. 自動相機架設的原則為何？ 2. 洞穴數量與道路遠近及其與溫泉口的距離，該分析的生態學意義為何？ 3. NDVI、全天光空域與穿山甲研究之關連性，建議需再加以考量？ 三、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授： 1. 將調查分析結果作成 100 公尺見方的方格，需考量尺度問題，另洞穴分成 4 等級	5-16	一、國立屏東科技大學農學院生物資源博士班孫敬閔博士： 1. 將會選擇數條穿越線於每個季節調查，以比較季節間穿山甲活動差異。而無重複調查的穿越線結果僅與同季節調查的結果比較。 2. 檢視過本團隊的自動照相機資料，並無發現尾巴缺損情形，會持續注意。 3. 經進一步詢問後確認是在石碇水溝發現穿山甲，日後調查若有經過水溝和排水涵洞會多加留意。 二、行政院農業委員會林業試驗所森林保護組趙榮台退休研究員： 1. 自動照相機每 1 平方公里網格架設一台，設置於穿山甲痕機附近。 2. NDVI、全天光空域 2 因子為參考賴智恩之碩士論文，因其所作之穿山甲棲地利用模型該 2 因子有顯著影響；與道路遠近因子為考量路殺為其數量之潛在威脅；與溫泉口的距離則為臺北市立動物園金仕謙園長之建議，這次報告已經溫泉口移除。 三、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授：	7-18

章節 名稱	第一次期中報告		第二次期中報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
研究方法與進度說明	的意義為何？其與分布、棲地利用之關連性？ 2. OI 值是否也利用在棲地利用分析上？ 3. 如穿山甲在此處會因季節而有不同活動頻率，建議原本有調查之處，應再重複調查。 四、叢主任培芝： 1. 是否有可能對救傷或捕捉到的個體上標記以了解習、食性等。 五、東海大學生命科學系林良恭教授： 1. 洞穴痕跡密度數值很小，這生態意義為何？建議尺度須再修正。 2. 報告書編排建議文字圖表編排須考慮閱讀方便。 六、華課長予菁： 1. 因本處 2 號生態廊道也有穿山甲使用的紀錄，是否考慮將其 OI 值與相關資料加入分析？ 2. 報告書 P.7 自動相機因施工而予以撤除，如再有此情形可通知本處保育課進行處理。 3. 從穿山甲使用生態廊道之資料可取得其出沒季節與時間，建議團隊可依其資料進行相關調查。 七、潘技佐昱光： 1. 建議報告書圖下比例尺圖例應與圖面上尺度一致。	5-16	1. 文獻中多以公頃為單位，因此調查時以 1 平方公里尺度分配調查資源，以進行全區普查，但分析時使用 1 公頃尺度分析。2018 年調查時發現 2 個月內新挖洞穴數量不多，如只用新洞穴加以分析，資料量不足，故將洞穴外觀新舊程度分級。原先計畫僅將最新兩等級的洞穴納入分析，但相機結果顯示外觀很舊的洞穴仍在使 用，因此會把所有調查到的洞穴納入棲地分析。 2. 目前棲地利用分析僅使用洞穴痕跡。 3. 2018 有 19 條樣線於不同季節重複調查，2019 年再新增 4 條樣線重複調查。 四、叢主任培芝： 1. 本計畫捕捉的目的為救援個體的健康檢測，標記追蹤非本計畫工作項目，但可列為未來研究方向。 五、東海大學生命科學系林良恭教授： 1. 洞穴密度尺度已修改。 2. 已調整圖表編排。 六、華課長予菁： 1. 二號廊道資料因為沒有取得攝影機工作時數，無法計算 OI，但能透過記錄時間了解其活動模式。 2. 日後有類似狀況會通報保育課。 3. 已分析穿山甲使用生態廊道季節並整理於初步研究結果。	7-18

章節名稱	第一次期中報告		第二次期中報告	
	審查意見摘要	對應頁次	修正情形說明	對應頁次
研究方法與進度說明	八、詹處長德樞: 1. 計畫中研究與調查方法建議需再調整，以免浪費人、物力。	5-16	七、潘技佐昱光: 1. 比例尺與圖面上的尺度經確認為一致。 八、詹處長德樞 1. 已調整研究方法避免浪費人力與物力。	7-18
初步研究發現	一、行政院農業委員會林業試驗所森林保護組趙榮台退休研究員： 1. 文獻尚未收集完全，過去應有日文相關報告。中英文獻格式請一致性。 2. 文獻摘要與本計畫有何關係，各文獻之矛盾或論點應可進行驗證。 3. 報告書中拉丁學名應斜體。 4. 報告書中圖6時間呈現方式建議修改中午12點至次日12點，使活動時段能夠連續。 二、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授： 1. 建議調查資料需與文獻資料作比對，並作出討論。流浪狗與人為干擾為重要因素，但未在報告中提出。 2. 在穿山甲棲地利用分析需再詳細解釋利用植被的狀況。 3. 建議穿山甲經營管理策略需考量陽明山國家公園之特殊性。 三、東海大學生命科學系林良恭教授:	18-45	一、行政院農業委員會林業試驗所森林保護組趙榮台退休研究員： 1. 文獻會再持續收集，並利用引用文獻進一步處理。 2. 主要統整與本計畫相關，關於穿山甲生態習性、洞穴型態、棲地利用的文獻。 3. 已修正為斜體。 4. 已把活動模式的時間改為中午12點至次日12點。 二、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授： 1. 已初步將結果與文獻和園區內歷史紀錄比對，唯調查仍在進行中，僅有初步資料，難以全面比較，進而討論，期末報告會有更全面的討論。此次報告已初步分析自由犬與穿山甲出現頻度的相關性，人為干擾因子已包含於棲地利用分析當中。 2. 已進一步解釋穿山甲洞穴所在的森林類型。 3. 調查尚在進行中，僅提出初步建議事項，未來經營管理策略會考量陽明山國家公園的特殊性。	19-53

章節 名稱	第一次期中報告		第二次期中報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
初步研 究發現	1. 資料應進行比較分析，以了解過去至現在族群演變的趨勢。 2. 報告書圖 7 中棲地模型所使用的因子需加以考量。 3. 洞穴 YH130 與 YH205 建議可長期追蹤，了解個體活動模式、食性等資料可供科普文章使用。 四、華課長予菁： 1. 報告書 P.33 有效照片數低的原因請說明。	18-4 5	三、東海大學生命科學系林良恭教授： 1. 過去園區內僅有零星記錄，無法得知族群量，僅能比較分布範圍是否不同，已將本研究調查所得穿山甲紀錄與園區歷史紀錄比對。 2. 棲地因子的選擇乃依據參考文獻。 3. YH205 前設有相機長期追蹤。 四、華課長予菁： 1. 有效照片以 30 分鐘為一間隔，因個體在相機前活動會連續拍攝，雖有大量照片但計算上仍為 1 筆資料。	19-53

陽明山國家公園管理處

「107-108 年度陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查」委託辦理案工作會議紀錄

參、時間：中華民國 108 年 11 月 1 日(星期五)上午 10 時 30 分

貳、地點：本處 2 樓會議室

參、主持人：本處盧副處長淑妃

記錄：潘昱光

肆、出（列）席單位人員：（詳簽到簿）

伍、業務單位報告：略

陸、討論：

一、臺北市立動物園金仕謙園長：

- （一）本案資料與臺東鸞山所做相比洞穴密度較低，兩者自然環境並不類似。
- （二）洞穴型態分布應持續進行收集分析，因陽明山區內雨季與其他研究區域不盡相同。
- （三）吳詩寶團隊所調查對象為中華穿山甲，名稱使用上須與臺灣種加以釐清。
- （四）穿山甲分布應與溫度、季節有關，穿越線的調查受限人力、時間而無法完成分析。所有穿越線資料時應做區隔，以免造成誤解或過度解讀，爾後如有計畫可加以補齊。
- （五）穿山甲分布（有紀錄）的點，未來可能與地質（溫泉分布，非僅限露頭）套疊，因地底溫度對其的活動、休息區（洞穴）應有影響。
- （六）整體報告附錄應該加「保育類利用申請核准」函以確認已合法申請。
- （七）救援動物：因本區涉臺北及新北兩個行政單位，建議

密切聯絡救援管理單位，以完整蒐集及把握救援機會。

- (八) 犬隻與穿山甲關聯性，在調查區沒有傷亡紀錄，可參考穿山甲救傷、死亡原因的研究報告，以論述犬隻的衝擊。

二、行政院農委會林業試驗所森林保護組趙榮台研究員：

- (一) 會議結論中各委員看法應做進一步處理，如有相矛盾之處，應擇一處理且加以說明，並應逐條回應。
- (二) 文獻資料應再加以閱讀消化。
- (三) 建議使用已發表文獻之內容進行論述。
- (四) 本期末進度報告的目次只有 1 個附錄，實際上卻包括 11 個附錄，請在目次中詳列所有附錄，以利讀者查詢。
1) 附錄一是照片紀錄，因為只有 1 頁，應該可以放在結果中，這樣就少掉 1 個附錄。2) 附錄二沒有內容，請補充。3) 11 個附錄的安排沒有邏輯，如果按照時序，附錄一應該是評選會議紀錄以及研究團隊對評選委員意見的回應；附錄二是工作會議紀錄和工作計劃書修正表；附錄三是期初會議記錄和期初報告修正表，其餘類。請修正。
- (五) P. 9「調查方式為…沿穿越線定速（每小時 1 公里左右）行進，往左右兩側 5 公尺範圍，尋找並記錄穿山甲…」，每小時走 1 公里的意思是每分鐘只走 16 公尺，確定調查人員是以這麼慢的速度行進嗎？請說明走這麼慢的目的？又左右兩側 5 公尺範圍是指左右各 5 公尺，還是左右合起來 5 公尺？
- (六) 洞穴基本形質是參考林敬勛（2011）還是范中衍（2005）？林敬勛（2011）的方法有沒有參照范中衍（2005）？。
- (七) 多處數據尚未分析，請補充。
- (八) 文獻部分錯誤頗多，請再仔細校對，僅列出本人的文

獻如下，請依此修正報告中的錯誤：

趙榮台。1989。臺灣穿山甲(*Manis pentadactyla* pentadactyla)之繁殖保存研究：一般生物學與現況分析。78 年生態研究第 032 號。行政院農業委員會印行。57 頁。

趙榮台。1991。穿山甲的生物學及其保育。pp. 319-331, in Proceedings of the First International Symposium on Wildlife Conservation, R.O.C.

趙榮台。1993。穿山甲的人工飼育。pp. 12-1~12-13, in Proceeding of International Symposium on the Conservation of Endangered Animals. Taipei. Taiwan. R.O.C.

Chao, J. T., Y. M. Chen and W. C. Yeh. 1993. Notes on a newborn Formosan pangolin, *Manis pentadactyla pentadactyla*. J. Taiwan Museum 46(1): 43-46.。

(九)表 8 請增加一欄，列出各計畫記錄到的穿山甲洞穴數。

(十)竹子山、嵩山、小嵩山到小觀音山的稜線有調查嗎？沒有穿山甲洞穴的地區似乎都在以此稜線為中心的地區，請嘗試洞穴點位套疊等高線圖。

(十一)請說明如何獲得不同季節間的洞口平均直徑和深度？

(十二)若要將陽明山的年溫度變化分為兩段，5-10 月/11-4 月可能比 3-8 月/9-2 月更恰當，請考慮。

(十三)請說明表 13 的白蟻豐富度在文字上表達得更清楚一點。又影響穿山甲分布的因子有哪些？其中白蟻豐富度在這些因子中佔有多大的重要性？都可以有些論述，並用以解釋本研究的資料。

三、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授：

(一)報告書中所提各種分析資料為何種資料，其種類、來

源、樣本數等應加以詳細敘述。

- (二) 材料方法中棲地分析的尺度大小、土地利用類型等須加以敘明。
- (三) 穿山甲與區內活動犬隻之相互關係及意涵應再加以思考。
- (四) 訪談資料頻度、數量有多少及其意義重要性？
- (五) 建議選擇比較白蟻豐富度之區域時，各區環境因子應相同，另調查白蟻的研究方式應加註引用之文獻。
- (六) 在陽明山國家公園區內影響穿山甲分布多寡之關聯性及其棲地類型。
- (七) 補強資料收集部分不夠清楚部分，例如相機架設的月份、時間長短、轉換方式等等。
- (八) 資料分析的合理性，是所有洞穴的資料，或者部分資料、有無考慮季節、棲地、調查時間等差異。
- (九) 文獻的使用注意適當引用相關文獻，以支持所使用的方法、推論、文獻內容與研究結果的關聯，修正錯誤引用的文獻、文獻格式。
- (十) 緒論中應修正為 2014 年國際自然保育聯盟紅色名錄物種存續委員會中夥伴之一發出警訊。
- (十一) 請在方法中說明用於各款分析的資料來源與分析方式，並嘗試將資料依分析目的用不同切割與分款的方式做分析，以決定分析的合理性。

四、東海大學生命科學系林良恭教授：

- (一) 思考如何在保育管理上應用穿山甲調查洞穴所得統計數值。
- (二) 建議圖 2 前人過去所調查之洞穴可再度追蹤分析，並進行討論。
- (三) 洞穴和穿山甲分布（相機獲得）的資料中，其中洞穴 YH205 和 YC30 是否可多深入描述說明，並以時間軸來描述變化情形。

- (四) 所謂 601 個洞穴進行核密度推估，所得熱區是否與相機所獲得穿山甲紀錄進行比較分析。
- (五) 白蟻豐富度和穿山甲洞穴痕跡多寡關係之探討，而有關小鏟子挖出多少深度，此方法與穿山甲在覓食行為是否可結合？換句話說，白蟻調查的方法其白蟻數量多寡與穿山甲洞穴之相關性如何？應可分析。
- (六) 活動模式之縱軸斑位應統一表示，避免高峰圖形差異，尤其和犬隻活動比較重疊狀況時。

五、國立屏東科技大學野生動物保育研究所裴家騏教授：

- (一) 「穿越線」方法並不適用於本計畫的規劃，應該改為「沿線調查」法，林敬勛研究中所做為標準穿越線調查，且為搜索式調查，其所得洞穴密度較無法與本計畫進行比較。
- (二) 圖 4.5 熱區建議使用最粗糙的資料(有/無)。
- (三) P. 56 春夏與秋冬動物洞穴數量是否正確？
- (四) 本計畫洞穴深度調查與林敬勛所做應有所差異，林敬勛所得結果較長或至洞底。
- (五) 流浪犬隻活動範圍應該大於穿山甲，分析上無直接相關性尚屬合理，然對穿山甲所造成之傷害應加以注意。
- (六) 洞穴密度的計算與比較，以及應用來做分析時，應該要更保守。
- (七) 白蟻並非穿山甲的主食，其資料分析的解讀要考慮其非主食的角色。
- (八) 除了分佈現況的分佈圖之外，可使用自動相機的資料進行棲地分佈分析。
- (九) 如果密度或頻度資料的一致性有疑慮，則可使用「有」與「無」的資料進行分析。

六、潘技佐昱光：提醒研究團隊需注意契約規定之相關資料繳交期程，避免逾期。

七、華課長予菁：

- (一) 考量穿山甲為保育類物種，成果資料繳交時詳細調查點位請另檔繳付，報告書上應有區域範圍。
- (二) 有關竹子山軍營口訪調查有無更具體資料？後續是否需再進入設立樣區？
- (三) 有關穿山甲與流浪犬隻活動範圍重疊之後續威脅及區內人類聚落所造成穿山甲分布的影響，請團隊考量是否列入保育策略中。
- (四) 如具價值的口頭訪問資料請放入報告附件中。
- (五) 建議可向雙北動物保護處詢問索取園區內穿山甲救傷資訊。

八、張秘書順發：

- (一) 建議或許可利用自動相機分析為主力，利用自動相機與洞穴密度進行反推全園區。

九、盧副處長淑妃：

- (一) 根據目前結果 1 至 20 號穿越線之洞穴在四季上有無變化？
- (二) 目前是否已有跟臺北市動物保護處與新北市政府動物保護防疫處進行聯繫？
- (三) 本計畫的方法陳述、文件資料整理與分析需再加強。
- (四) 對於本計畫調查目的、方法應加以詳述、研究設計上的邏輯需思考並釐清。

十、受託單位回應：

- (一) 感謝長官所提各項建議，團隊會遵照辦理，並於期末報告改進呈現。
- (二) 1-20、23、25、27 號穿越線已進行重複調查以了解不同季節的變化。
- (三) 有關陽明山區內地質方面資料會再進行收集。

- (四) 有關白蟻部分未來如有延伸計畫將進一步調查。
- (五) 棲地利用分析會加進期末報告中。
- (六) 目前部分資料仍尚待分析校正，如夏天才紀錄到的新洞穴會判定為夏季所挖。
- (七) 穿越線搜索時有深入樣線左右兩側 5 公尺進行搜尋調查。
- (八) 無穿山甲洞穴之處會再加以探究其不利用之原因。
- (九) 因自動相機皆架設於穿山甲洞穴旁邊，分析結果反推全園區會有問題。
- (十) 竹子山戰備道山壁皆為岩壁，周邊為箭竹林，穿山甲利用機率較低，軍方所觀察到的穿山甲紀錄為去年過年時管制站入口看見，推測應為他處過來的。

柒、結論：

本次工作會議原則通過，請受託單位參考委員及與會者意見修正及辦理後續相關工作。

捌、散會：下午 12 時 10 分。

出席機關（單位）（人員）	職 稱	簽 到 處
本處張秘書順發	秘書	張 順 發
企劃經理課		
環境維護課		
遊憩服務課		
解說教育課	技正	王 生 良
小油坑管理站	主任	李 超 然
龍鳳谷管理站		
擎天崗管理站	主任	陳 齊 伯
陽明書屋管理站		
保育研究課	課長	吳 子 青
	技佐	潘 星 光

(108 年 11 月 1 日「107-108 年度陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查」委託辦理案工作會議簽到簿)

附錄十二、期末工作會議報告修正第二次期中報告修正表

章節 名稱	第二次期中報告		期末工作會議報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
緒論	一、潘技佐昱光: 1. 過去曾發生多起野生動物遭流浪動物攻擊致死的案例，請列出位於何處。	3-5	一、潘技佐昱光: 1. 攻擊案例參考過去園區調查報告與相關文獻，文獻中並未列出確切位置。	3-5
研究方法	一、國立屏東科技大學農學院生物資源博士班孫敬閔博士： 1. 調查人員針對洞穴痕跡的辨認及搜尋能力，是否隨著調查次數增加而提升？是否對調查結果的一致性產生 confounding error? 建議這部分在未來報告書中敘明。 二、行政院農業委員會林業試驗所森林保護組趙榮台退休研究員： 1. 報告中將中國穿山甲的文獻與臺灣穿山甲混為一談，建議釐清。 2. 自動相機設置地點的經緯度座標，距離地面的高度，以及鏡頭方位請列表至於附錄中，以利日後可能的重覆比較。 3. 文獻回顧請確認中、英文，部分英文文獻置於中文。 4. 洞穴密度討論請加入范中衍（2005）的資料。 5. 穿山甲是一對乳頭還是兩對乳頭？ 6. 缺少 2006、2007、2008 年金仕謙園長所作之文獻，	7-18	一、國立屏東科技大學農學院生物資源博士班孫敬閔博士： 1. 已於方法中說明。沿線調查皆由相同人員進行，以減少不同調查人員所造成的誤差。調查人員具豐富的動物調查經驗，於研究初期探勘調查樣線時即開始建立穿山甲洞穴的搜尋印象，其洞穴痕跡的辨認及搜尋能力，雖可能隨著調查次數增加而提升，使調查時間縮短，但應不影響調查結果。 二、行政院農業委員會林業試驗所森林保護組趙榮台退休研究員： 1. 文獻回顧中以臺灣穿山甲為主，若引用中國地區中華穿山甲的資訊，已標註為中國地區的中華穿山甲。 2. 為避免干擾與獵捕，相機的座標資訊另外提供給陽管處，不納入報告書，相機設置資訊已於研究方法中補充。 3. 文獻回顧已確認中英文並修正。 4. 該段文字已修改。 5. 該段文字已修改。 6. 已補充文獻。	7-18

章節 名稱	第二次期中報告		期末工作會議報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
研究方法	2005、2017 年穿山甲 PHVA 工作坊論文。 7. 穿山甲死亡原因過去特生與金仕謙園長皆有相關著作，且早於報告中所引用的。 三、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授： 1. 請回顧以邏輯迴歸分析動物棲地利用機率之相關文獻，檢討與評估本計畫棲地利用分析之妥適性，包括出現有無點位的選取、邏輯迴歸分析之前提假設是否符合，以及環境因子分析尺度的適用性。 2. 請說明保育策略規劃內容之參考依據。 3. 請具體說明本計畫成果與既有文獻結果之差異，亦即本計畫的新發現。 4. 請依據研究目的從穿山甲生物學的角度適度調整調查與分析方式，以增加有關穿山甲習性的新資訊。 四、臺北市立動物園金仕謙園長： 1. 調查區域中有軍事管制區，建議可連絡軍營，以補完空白區域。 2. 穿山甲對溫度相當敏感，建議本區溫泉對其影響，可作為在未來保育策略上考量因子之一。 3. 動物體溫在 33 至 34 度之		7. 穿山甲死亡原因已補充相關著作。 三、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授： 1. 文獻中多以公頃為單位，因此調查時以 1 平方公里尺度分配調查資源，以進行全區普查，但分析時使用 1 公頃尺度分析。2018 年調查時發現 2 個月內新挖洞穴數量不多，如只用新洞穴加以分析，資料量不足，故將洞穴外觀新舊程度分級。原先計畫僅將最新 ab 兩等級的洞穴納入分析，但相機結果顯示外觀很舊的洞穴仍在使用的，因此新舊等級 abc 三級的洞穴皆納入棲地分析。 2. 保育策略規劃的參考依據為 IUCN Guidelines for Species Conservation Planning。 3. 已討論本計畫成果與既有文獻結果之差異。 4. 本研究的目的之一為調查全區穿山甲分布與熱點，調查樣線與相機涵蓋大部分園區範圍，足以反應全區穿山甲活動與熱點，已調整棲地利用分析方式。 四、臺北市立動物園金仕謙園長： 1. 已於 2019 年 10 月調查竹子山戰備道。 2. 已將溫泉露頭納入穿山甲棲地利用分析。 3. 經測試標的物溫度與背景溫度相差 1-2 度即可偵測。	

章節名稱	第二次期中報告		期末工作會議報告	
	審查意見摘要	對應頁次	修正情形說明	對應頁次
研究方法	間，利用紅外線顯像儀在夏天夜間搜尋注意背景溫度的影響。 4. 洞穴座標的標示在保密基礎下如何呈現？請務必確認，以利前後資料可比對，對外亦可降低盜獵干擾壓力。 5. 在居住洞穴或熱點出沒區域，建議後續規劃階段新穿越線或推動普查洞穴（因非步道無割草很多洞穴不易發現）能夠精準掌握動物喜好出沒的環境。 6. 洞穴較深的點位，地質、環境條件可選出做細微調查（因此類洞穴可能為居住、繁殖利用區域），可作為未來棲地保育策略優先維護的區域。 7. 在人為環境下洞穴出現較多，此結論方式有疑義。因人為對環境改變，讓此型區域中易被檢出洞穴。 五、張秘書順發： 1. 報告中自動相機數量上不一致，須注意。 2. 請說明中正山自由犬隻密度特別高之原因。 3. 近期有研究生對本區螞蟻進行研究，建議研究團隊可加以參考。 六、華課長予菁： 1. 建議研究團隊如有研究調查需本處配合聯繫之需求，請向本處提出。	7-18	4. 洞穴座標的詳細點位資訊僅提供給管理處，不納入報告書中。 5. 居住洞穴與熱點區域為沿線調查結果所得，因此皆在穿越線兩側，執行沿線調查時搜索兩側5公尺範圍內的洞穴，儘管部分洞穴可能因植被遮蔽而遺漏，但調查方法一致的情況下仍能得到調查樣線周圍的相對洞穴痕跡密度。 6. 棲地利用分析結果顯示深度大於80公分的洞穴較容易出現於低海拔、相思樹型林相、太陽輻照度高、與溫泉距離遠和NDVI低的區域。 7. 使用2018年洞穴資料及2019年4月洞穴資料的棲地選擇模型顯示距離道路和人為聚落越近，出現穿山甲洞穴的機率越高。比對調查區域和全區環境因子，調查區域並不特別靠近路邊和人為聚落，因此並無偏差。 五、張秘書順發： 1. 期中報告中部分相機已架設但資料尚在分析，未納入結果中，因此相機數量在報告中不同段落有所差異。 2. 該相機(YC59)靠近國家公園邊境住宅區。 3. 該報告尚未公開發表，無法取得。 六、華課長予菁： 1. 已請管理處協助聯絡軍方以調查戰備道及提供園區植被圖	
研究方				

章節 名稱	第二次期中報告		期末工作會議報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
法	2. 相關地質資料會向大屯火山觀測站進行索取。本處97年委託進行全區土壤分析調查可嘗試套疊到圖層中。 七、潘技佐昱光: 1. 有關棲地類型之分類建議可參考林務局所做第四次森林資源調查報告。 2. 初步建議事項第3點，前略，”而附近的...”建議前應加上主詞。 3. 報告中台應改為臺，風櫃嘴改為風櫃口，頁次：17。平方公尺應改為公尺。 八、劉處長培東: 1. 園區內軍事保護區建議也可進行穿山甲調查。 2. 大屯火山觀測站應可提供相關地質資料給研究團隊。 3. 洞穴分布的關聯可再做進一步分析。 4. 土壤型態分析上，建議研究團隊每一洞穴應可目視並攜回樣本，進行定、特性上的敘述。 5. 研究邏輯需精準，架構需統合，避免浪費太多人物力。	7-18	層。 2. 地質資料經詢問僅有97年委託進行的全區土壤分析調查報告可參考，然而該報告並未成功產生全區土壤圖層。 3. 已分析穿山甲使用生態廊道季節並整理於初步研究結果。 七、潘技佐昱光: 1. 棲地類型分類供參考三個圖層：許立達(2008)、陳俊宏(2011)、與第四次森林資源調查報告。 2. 此段論述於期末報告已整合至保育策略規劃。 3. 報告中台已改為臺，風櫃嘴已改為風櫃口，單位已再次確認。 六、劉處長培東: 1. 已於2019年10月調查竹子山戰備道。 2. 經詢問管理處並無相關地質資料可提供。 3. 已進一步分析。 4. 土壤樣本分析已諮詢國立中興大學土壤與環境科學系劉雨庭副教授，若每個洞穴皆測量，人力與經費成本太高，最終選取六個100公尺樣帶調查。 5. 已於期末報告加強論述。	

章節 名稱	第二次期中報告		期末工作會議報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
結果	一、潘技佐昱光： 1. 分類階層少”屬”字。 2. 熱區圖圖片太小，請放大。 3. 不同棲地植被下洞穴狀況為何？ 4. 結論未有明確根據。 5. 表 11 總數應加上(次數) 6. 28 頁第二段文字放置此處的原因為何？ 二、國立屏東科技大學農學院生物資源博士班孫敬閔博士： 1. 建議未來的報告書中，居住洞穴座標(或居住洞穴的相機點位座標)簡化處理，或僅以圖說敘明即可，以避免及有心人士干擾與獵捕。 2. 由於穿山甲在不同農業環境的利用程度可能差異大(如：茶園 VS 稻田)。樣區的農田類型分類是否有考量到此方面？ 3. 頁次：26。建議補充穿山甲雌雄之間在體型和體重上存在明顯差異，雄性大於雌性(Rupak, 2016)。 4. 關於台灣穿山甲的繁殖時間與懷孕期參數之文獻回顧，建議參考 Chin et al., 2012，報告書中的數值可能需要調整。另外，幼獸出生一個月後即可隨母獸外出(Sun et al., 2018)。 5. 報告書中引用林敬勳(2011)對於洞穴平均深度的描述，建議註明為居住洞	19-53	一、潘技佐昱光： 1. 分類階已修正。 2. 熱區圖已由相對數量圖取代。 3. 穿山甲對植被類型的偏好為相思樹型>紅楠型>其他林型>非森林區域。 4. 此段落已移除。 5. 表 11 已移除。 6. 活動範圍亦屬於穿山甲行為，故納入整理。 二、國立屏東科技大學農學院生物資源博士班孫敬閔博士： 1. 已將報告書中的點位座標資訊移除，僅將座標資訊提供給國家公園管理處 2. 人為聚落的圖層由陽管處提供，其中僅包含耕地、建地、公園與遊憩區，無再細分耕地類型。 3. 已補充雌雄在體型和體重上的差異。 4. 已修改穿山甲繁殖資訊。 5. 已補充說明為居住洞穴。 6. 熱區圖已由相對數量所取代。	19-53

章節 名稱	第二次期中報告		期末工作會議報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
	穴。居住洞穴的平均深度顯著大於覓食洞穴。 6.建議在報告書中說明使用”半徑 2,000 公尺”運算熱區的原因。			

附錄十三、期末報告修正期末工作會議報告修正表

章節 名稱	期末工作會議報告		期末報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
緒論	一、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授： 1. 緒論中應修正為 2014 年國際自然保育聯盟紅色名錄物種存續委員會中夥伴之一發出警訊。	3-5	一、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授： 1. 已修正為存續委員會中夥伴之一發出警訊。	5-7
研究方法	一、國立屏東科技大學野生動物保育研究所裴家騏教授： 1. 穿越線」方法並不適用於本計畫的規劃，應該改為「沿線調查」法，林敬勛研究中所做為標準穿越線調查，且為搜索式調查，其所得洞穴密度較無法與本計畫進行比較。 2. 圖 4.5 熱區建議使用最粗糙的資料(有/無)。 3. P.56 春夏與秋冬動物洞穴數量是否正確？ 4. 本計畫洞穴深度調查與林敬勛所做應有所差異，林敬勛所得結果較長或至洞底。 5. 流浪犬隻活動範圍應該大於穿山甲，分析上無直接相關性尚屬合理，然對穿山甲所造成之傷害應加以注意。 6. 洞穴密度的計算與比較，以及應用來做分析時，應該要更保守。 7. 白蟻並非穿山甲的主食，其資料分析的解讀要考慮其非主食的角色。 8. 除了分佈現況的分佈圖	7-18	一、國立屏東科技大學野生動物保育研究所裴家騏教授： 1. 已改為沿線調查法。 2. 已改為統一使用以(有/無)資料建立的穿山甲相對豐度來表示。 3. 春夏與秋冬調查次數不一，所呈現的不是單位調查努力量的洞穴數而是總共調查到的洞穴數，沿線調查所進行的時間皆列於報告中。 4. 已於討論中註明兩研究調查方法不同。 5. 已於討論中論述犬隻對於穿山甲的影響。 6. 穿山甲相對豐度已改為更保守的估計方式，以 1 平方公里網格為尺度計算穿山甲使用率，計算方式為：穿山甲使用之 1 公頃網格數/調查之 1 公頃網格數，即為該 1 平方公里網格的穿山甲使用率。 7. 根據孫敬閔等 (私人通訊) 的分析結果，白蟻占穿山甲排遺生物量的 50%，有一定程度的代表性。 8. 由於相機並非隨機設置，且部分相機刻意設置於洞口，目的是為了瞭解穿山甲的活動模式與收集穿山甲影像，因此相	8-28

章節 名稱	期末工作會議報告		期末報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
研究方 法	之外，可使用自動相機的資料進行棲地分佈分析。 9. 如果密度或頻度資料的一致性有疑慮，則可使用「有」與「無」的資料進行分析。 二、行政院農業委員會林業試驗所森林保護組趙榮台退休研究員： 1. P.9「調查方式為…沿穿越線定速（每小時1公里左右）行進，往左右兩側5公尺範圍，尋找並記錄穿山甲…」，每小時走1公里的意思是每分鐘只走16公尺，確定調查人員是以這麼慢的速度行進嗎？請說明走這麼慢的目的？又左右兩側5公尺範圍是指左右各5公尺，還是左右合起來5公尺？ 2. 洞穴基本形質是參考林敬勛（2011）還是范中衍（2005）？林敬勛（2011）的方法有沒有參照范中衍（2005）？ 三、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授： 1. 報告書中所提各種分析資料為何種資料，其種類、來源、樣本數等應加以詳細敘述。 2. 材料方法中棲地分析的尺度大小、土地利用類型等須加以敘明。 3. 建議選擇比較白蟻豐富		機所得資料不宜作棲地分析，但可用於檢驗棲地分析的結果。 9. 參考建議改為使用「有」與「無」的資料進行分析。穿山甲相對豐度，以1平方公里網格為尺度計算穿山甲使用率，計算方式為：有洞穴痕跡之1公頃網格數/調查之1公頃網格數，即為該1平方公里網格的穿山甲使用率。 二、行政院農業委員會林業試驗所森林保護組趙榮台退休研究員： 1. 調查時是往左右兩側各5公尺範圍搜尋，已將沿線調查速度的敘述刪除，因實際沿線調查時依周遭環境不同花費時間不同。 2. 洞穴基本形質是參考蔡育倫等(2004)與范中衍（2005），已修正。 三、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授： 1. 已詳細敘述各種分析所採用的資料、種類、來源和樣本數。 2. 已補充說明棲地分析的尺度大小與土地利用類型。 3. 由於時間與人力有限，白蟻調查難以選取各區環境因子相同的區域調查，但將各區環境因子納入比較討論。調查白蟻的研究方式已加註引用之文獻。 4. 已於棲地分析的段落討論。	

章節 名稱	期末工作會議報告		期末報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
研究方法	度之區域時，各區環境因子應相同，另調查白蟻的研究方式應加註引用之文獻。 4. 在陽明山國家公園區內影響穿山甲分布多寡之關聯性及其棲地類型。 5. 補強資料收集部分不夠清楚部分，例如相機架設的月份、時間長短、轉換方式等等。 6. 資料分析的合理性，是所有洞穴的資料，或者部分資料、有無考慮季節、棲地、調查時間等差異。請在方法中說明用於各款分析的資料來源與分析方式，並嘗試將資料依分析目的用不同切割與分款的方式做分析，以決定分析的合理性。 四、臺北市立動物園金仕謙園長： 1. 洞穴型態分布應持續進行收集分析，因陽明山區內雨季與其他研究區域不盡相同。 2. 穿山甲分布應與溫度、季節有關，穿越線的調查受限人力、時間而無法完成分析。所有穿越線資料時應做區隔，以免造成誤解或過度解讀，爾後如有計畫可加以補齊。 3. 穿山甲分布（有紀錄）的點，未來可能與地質（溫泉分布，非僅限露頭）套疊，	7-18	5. 相機架設月分與時間長短皆列表說明，已於方法說明相機轉換方式。 6. 已於分析時註明使用哪部分資料。 四、臺北市立動物園金仕謙園長： 1. 因本計畫將於 2019 年 12 月結案，沿線調查已於 2019 年 10 月結束。 2. 已將不同階段調查到的洞穴痕跡分開分析。 3. 地質資料經詢問陽管處僅有 97 年委託進行的全區土壤分析調查報告可參考，然而該報告並未成功產生全區土壤圖層。 4. 已連繫雙北動物保護處取得穿山甲救傷資訊 五、東海大學生命科學系林良恭教授： 1. 根據梁竣傑(2017)的穿山甲糞便分析發現，在秋、冬與春季，小工蟻的比例佔 17%，由於小工蟻主要出現在地下巢中，因此證明穿山甲的確會取食地下巢中的個體。由此證據推論，若能大面積從表土取樣至地下兩公尺的土壤樣本，可以得到較精準的白蟻生物量，然而這是非常困難的工作。除了在挖掘時白蟻會逃跑也需要大量的人力，調查僅能以人力挖掘，平均挖掘一個蟻巢需要 4-5 人用鏟子徒手挖掘一整天的時間，而且無法使用機械挖	8-28

章節 名稱	期末工作會議報告		期末報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
研究方法	因地底溫度對其的活動、休息區（洞穴）應有影響。 4. 救援動物：因本區涉臺北及新北兩個行政單位，建議密切聯絡救援管理單位，以完整蒐集及把握救援機會。 五、東海大學生命科學系林良恭教授： 1. 白蟻豐富度和穿山甲洞穴痕跡多寡關係之探討，而有關小鏟子挖出多少深度，此方法與穿山甲在覓食行為是否可結合？換句話說，白蟻調查的方法其白蟻數量多寡與穿山甲洞穴之相關性如何？應可分析。 六、張秘書順發： 1. 建議或許可利用自動相機分析為主力，利用自動相機與洞穴密度進行反推全園區。 七、盧副處長淑妃： 1. 對於本計畫調查目的、方法應加以詳述、研究設計上的邏輯需思考並釐清。	7-18	掘。目前尚無經費支持此類大型田間研究。由於大部分的白蟻取食植物與含高度有機質土壤，因此白蟻主要集中在表土中活動(0-15 公分)，使用 16 公分長的鏟子易於調查表土白蟻數量與種類，亦能合理推估一個地區土壤內的白蟻豐富度。 六、張秘書順發： 1. 由於相機並非隨機設置，且部分相機刻意設置於洞口，目的是為了瞭解穿山甲的活動模式與收集穿山甲影像，因此穿山甲棲息地仍主要使用洞穴痕跡資料。 七、盧副處長淑妃： 1. 調查目的、方法已加以詳述。	8-28

章節 名稱	期末工作會議報告		期末報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
結果	一、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授： 1. 穿山甲與區內活動犬隻之相互關係及意涵應再加以思考 2. 訪談資料頻度、數量有多少及其意義重要性？ 3. 文獻的使用注意適當引用相關文獻，以支持所使用的方法、推論、文獻內容與研究結果的關聯，修正錯誤引用的文獻、文獻格式。 二、行政院農委會林業試驗所森林保護組趙榮台退休研究員： 1. 文獻資料應再加以閱讀消化。 2. 建議使用已發表文獻之內容進行論述。 3. 多處數據尚未分析，請補充 4. 文獻部分錯誤頗多，請再仔細校對，僅列出本人的文獻如下，請依此修正報告中的錯誤： 趙榮台。1989。臺灣穿山甲(<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>)之繁殖保存研究：一般生物學與現況分析。78 年生態研究第 032 號。行政院農業委員會印行。57 頁。 趙榮台。1991。穿山甲的生物學及其保育。pp. 319-331, in Proceedings of the First International Symposium on Wildlife	19-5 3	一、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授： 1. 已於討論中加強論述。 2. 訪談資料僅有少數資料，為調查時順便詢問的，若有相關資訊即補充至報告中。 3. 已注意引用文獻的格式與關聯性。 二、行政院農委會林業試驗所森林保護組趙榮台研究員 1. 已進一步閱讀消化文獻並整理於文獻回顧。 2. 已盡可能使用已發表文獻進行論述。 3. 因工作會議時資料尚在分析，已於期末報告補充。 4. 已更正文獻。 5. 已增加一欄，列出各計畫的紀錄類型與筆數。 6. 竹子山、嵩山、小嵩山這段稜線離竹子山戰備道很近，戰備道幾乎是沿這段稜線的山腰開的，稜線上除了小觀音附近一小段從大屯溪古道的調查樣線調查過，其他點沒有調查到，各個山頭的洞穴痕跡紀錄中大多是由不同路線上去，例如嵩山、小嵩山是由內柑宅古道跟八連溪，竹子山是由竹子山古道，稜線上的箭竹蠻密的，難以調查。 7. 每次沿線調查時會記錄新發現的洞穴，因此得知該洞穴為	29-74

章節 名稱	期末工作會議報告		期末報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
結果	Conservation, R.O.C. 趙榮台。1993。穿山甲的人工飼育。pp.12-1~12-13, in Proceeding of International Symposium on the Conservation of Endangered Animals. Taipei. Taiwan. R.O.C. Chao, J. T., Y. M. Chen and W. C. Yeh. 1993. Notes on a newborn Formosan pangolin, <i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>. J. Taiwan Museum 46(1): 43-46.。 5. 表 8 請增加一欄，列出各計畫記錄到的穿山甲洞穴數。 6. 竹子山、嵩山、小嵩山到小觀音山的稜線有調查嗎？沒有穿山甲洞穴的地區似乎都在以此稜線為中心的地區，請嘗試洞穴點位套疊等高線圖。 7. 請說明如何獲得不同季節間的洞口平均直徑和深度？ 8. 若要將陽明山的年溫度變化分為兩段，5-10 月/11-4 月可能比 3-8 月/9-2 月更恰當，請考慮。 9. 請說明表 13 的白蟻豐富度在文字上表達得更清楚一點。又影響穿山甲分布的因子有哪些？其中白蟻豐富度在這些因子中佔有多大的重要性？都可以有些論述，並用以解釋本研究的資料。 三、臺北市立動物園金仕謙園長：	19-53	上次調查到該次調查期間所挖掘，但經再次審視資料發現難以判定挖掘的季節，故將該分析移除。 8. 若分為兩段 5-10 月/11-4 月兩段，則 11-4 月的有效照片只有 17 張，相較於 9-2 月有 31 張，由於 3-8 月/9-2 月區分，有效照片樣本數較平均，故維持原本的區分方式。 9. 已於研究方法補充說明，並在討論補充論述關於其他可能影響穿山甲分布的因子。 三、臺北市立動物園金仕謙園長： 1. 已移除此部分比較。 2. 已更正釐清。 3. 已參考穿山甲救傷、死亡原因的研究報告，於討論補充論述犬隻的衝擊。 四、東海大學生命科學系林良恭教授： 1. 從洞穴痕跡可推算穿山甲相對數量並了解棲地利用，進而提出經營管理建議。 2. 結果中將本研究調查結果對照歷史紀錄，1995-2017 有穿山甲紀錄的區域，本研究皆在該區域或鄰近地方發現穿山甲活動。 3. 已進一步分析 YC30 的資料呈現 YH205 使用的時間變化，	29-74

章節 名稱	期末工作會議報告		期末報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
結果	1. 本案資料與臺東鸞山所做相比洞穴密度較低，兩者自然環境並不類似。 2. 吳詩寶團隊所調查對象為中華穿山甲，名稱使用上須與臺灣種加以釐清。 3. 犬隻與穿山甲關聯性，在調查區沒有傷亡紀錄，可參考穿山甲救傷、死亡原因的研究報告，以論述犬隻的衝擊。 四、東海大學生命科學系林良恭教授： 1. 思考如何在保育管理上應用穿山甲調查洞穴所得統計數值。 2. 建議圖2前人過去所調查之洞穴可再度追蹤分析，並進行討論。 3. 洞穴和穿山甲分布（相機獲得）的資料中，其中洞穴YH205和YC30是否可多深入描述說明，並以時間軸來描述變化情形。 4. 所謂601個洞穴進行核密度推估，所得熱區是否與相機所獲得穿山甲紀錄進行比較分析。 5. 活動模式之縱軸斑位應統一表示，避免高峰圖形差異，尤其和犬隻活動比較重疊狀況時。 五、華課長予菁： 1. 考量穿山甲為保育類物種，成果資料繳交時詳細調查點位請另檔繳付，報告書	19-53	穿山甲使用YH205的月份集中在夏秋兩季。 4. 由於相機並非隨機設置，且部分相機刻意設置於洞口，目的是為了瞭解穿山甲的活動模式與收集穿山甲影像，因此相機所得穿山甲活動指數不宜與洞穴密度與熱區比較。 5. 已統一表示活動模式的縱軸尺度。 五、華課長予菁： 1. 報告書中關於穿山甲的位置皆不含點位，僅提及區域，詳細點位附在提供給管理處的光碟中。 2. 竹子山戰備道已完成調查。軍營口訪調查已在通報結果呈現，具體定位點提供於光碟中。 3. 約一半有穿山甲紀錄的1平方公里網格有遊蕩犬活動，但從兩者活動指數或是遊蕩犬活動與穿山甲相對數量的相關性分析和比較結果看來，並未發現遊蕩犬影響穿山甲分布的證據。已參考文獻論述遊蕩犬隊野生動物的影響。 4. 口頭訪問資已含在報告結果中。 5. 已向雙北動物保護處詢問索取園區內穿山甲救傷資訊。 六、盧副處長淑妃：	29-74

章節 名稱	期末工作會議報告		期末報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
結果	上應有區域範圍。 2. 有關竹子山軍營口訪調查有無更具體資料？後續是否需再進入設立樣區？ 3. 有關穿山甲與流浪犬隻活動範圍重疊之後續威脅及區內人類聚落所造成穿山甲分布的影響，請團隊考量是否列入保育策略中。 4. 如具價值的口頭訪問資料請放入報告附件中。 5. 建議可向雙北動物保護處詢問索取園區內穿山甲救傷資訊。 六、盧副處長淑妃： 1. 根據目前結果 1 至 20 號穿越線之洞穴在四季上有無變化？ 2. 目前是否已有跟臺北市動物保護處與新北市政府動物保護防疫處進行聯繫？ 3. 本計畫的方法陳述、文件資料整理與分析需再加強。	19-53	1. 重複調查的 1-19 條穿越線的洞穴數量有季節變化，已於結果陳述。 2. 已連絡雙北動保處關於穿山甲救傷資訊。 3. 已加強整理、分析與論述。	29-74
附錄	一、行政院農業委員會林業試驗所森林保護組趙榮台退休研究員： 1. 會議結論中各委員看法應做進一步處理，如有相矛盾之處，應擇一處理且加以說明，並應逐條回應。 2. 本期末進度報告的目次只有 1 個附錄，實際上卻包括 11 個附錄，請在目	71	一、行政院農業委員會林業試驗所森林保護組趙榮台退休研究員： 1. 已於報告書修正表中回應美位委員的意見。 2. 已將附錄一置於結果並重新按照時序編排附錄順序，在目次中詳列所有附錄。 二、臺北市立動物園金仕謙園長： 1. 已將「保育類利用申請核准」函置於附錄。	84-

章節 名稱	期末工作會議報告		期末報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
	次中詳列所有附錄，以利讀者查詢。1) 附錄一是照片紀錄，因為只有 1 頁，應該可以放在結果中，這樣就少掉 1 個附錄。2) 附錄二沒有內容，請補充。3) 11 個附錄的安排沒有邏輯，如果按照時序，附錄一應該是評選會議紀錄以及研究團隊對評選委員意見的回應；附錄二是工作會議紀錄和工作計劃書修正表；附錄三是期初會議記錄和期初報告修正表，其餘類。請修正 二、臺北市立動物園金仕謙園長： 1. 整體報告附錄應該加「保育類利用申請核准」函以確認已合法申請。			

陽明山國家公園管理處

「107-108 年度陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查」委託辦理案期末會議紀錄

肆、時間：中華民國 108 年 12 月 13 日(星期五)上午 9 時 30 分

貳、地點：本處 2 樓會議室

參、主持人：本處張秘書順發

記錄：潘昱光

肆、出(列)席單位人員：(詳簽到簿)

伍、業務單位報告：略

陸、討論：

一、行政院農委會林業試驗所森林保護組趙榮台研究員：

(一) 表 2 的 2018 年下分 3 次調查，2019 年則分 3 季調查，建議前後一致。在本文中及其他圖說、表說也有類似的問題，如果用月份，就捨棄季節，反之亦然。

(二) 前次建議紀錄相機放置經緯座標、高度及方位，這些資料請一併另行交付陽管處。

(三) 報告書中所有的「群聚分布」請改為「聚集分布」。

(四) 報告書中植被類型、林地或土地利用型等使用上需再加以釐清。

(五) P.61 應為惇敘高工。

(六) 遊蕩犬的活動時間建議做一個類似圖 10 之圖。

(七) 建議事項中請包括設立警示牌以降低夜間汽車行駛速度，建議四之造林內容應再加以保留。

(八) 穿山甲冬天行為挖的洞穴多或許可能代表食物資源不足。

二、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授：

(一) 本次報告內容已較前幾次改善許多，並已提出全區穿山甲潛勢

分布圖。

- (二) 建議部分是否符合陽管處的需求，並是否有與陽管處同仁進行討論。故報告建議部分應內容簡單化、具有明確之方法步驟、評估達到願景之指標或反映實際狀況之具體項目。
- (三) 保育策略之具體目標與衡量指標，應與處內人員及其他權益攸關方進行討論。
- (四) 建議結果與討論內針對方法學的適宜度進行討論，例如調查頻度、季節、照相機架設方式等對結果之影響與後續方法的建議等。
- (五) 報告書中名詞使用需一致，錯漏字與誤植請重新檢查修正。
- (六) 1-19 號樣線建議可單獨抽出進一步進行分析。

三、臺北市立動物園金仕謙園長（書面意見）：

（一）結果部分：

有一隻誤闖民宅的個體，接受救援野放，可惜沒有取得任何影像、相關健康資訊或寄生蟲檢驗結果，相關資訊傳遞網絡可能需於後續再強化，才不會遺漏珍貴資料。

（二）引用文獻部分：

幾篇與臺灣穿山甲有關的重要研究文獻，未見蒐錄進結案報告請再補實

Chao, J. T., Y. M. Chen, W. C. Yeh, K. Y. Fang. 1996. Notes on a newborn Formosan pangolin, *Manis pentadactyla pentadactyla*.

Journal of Taiwan Museum 46(1):43-46

Heath, M. E., and S. L. Vanderlip. 1988 The biology, husbandry and veterinary care of captive Chinese Pangolins *Manis pentadactyla*. Zoo Biology 7:293-312.

Yang Ci Wen, Ching Shi Chou and Chao, Ming Chieh 1999 The feeding of the Chinese Pangolin (*Manis pentadactyla pentadactyla*) at Taipei Zoo. 1999 AZA western yearling conference.

Chin, SC, Chen-Yah Lien, Yating Chan, Chun-Lin Chen, Yi-Ching Yang, and Lih-Seng Yeh, 2015 HEMATOLOGIC AND SERUM BIOCHEMICAL PARAMETERS OF APPARENTLY HEALTHY RESCUED FORMOSAN PANGOLINS (*MANIS PENTADACTYLA PENTADACTYLA*).

JZWM. 46(1): 68–76.

SHU-JIN LUO, QING-XIU CAI, VICTOR A. DAVID, LI ZHANG, PAOLO MARTELLI, NORMAN T-L. LIM, NUNO FERRAND, SHIH-CHIEN CHIN, PHILIPPE GAUBERT, MARIA JOÃO RAMOS, STEPHEN J. O'BRIEN, AGOSTINHO ANTUNES and WARREN E. JOHNSON 2007 Isolation and characterization of microsatellite markers in pangolins (Mammalia, Pholidota, Manis spp.) Molecular Ecology Notes 7, 269–272.

Sheng-Hai Wul, Ming Chen, Shih-Chien Chin, Dong-Jay Lee, Pao-Yin Wen, Li-Wen Chen, Bao-Tyan Wang, and Hon-Tsen Yu 2007 Cytogenetic Analysis of the Formosan Pangolin, *Manis pentadactyla pentadactyla* (Mammalia: Pholidota) Zoological Studies 46(4): 389–396.

四、華課長予菁：

- (一) 保育策略應為一完整架構，包含議題、目標、策略行動與相對應之域內外主辦機關。
- (二) 建議一應為具體建議進行長期監測，並包含相關調查方法。
- (三) 建議參酌 2017 整合保育暨穿山甲族群存續分析 (PHVA) 國際研討會中所得保育策略配合陽明山國家公園調查狀況加以擬訂經營策略。
- (四) 文獻回顧應獨立出來。

五、張秘書順發：

- (一) 報告書之架構建議應再加以調整。架構應為辦理本案之目的，透過文獻回顧，以確認調查方法與分析方式，並結合工作項目，對調查成果分析內容做出小結，以呼應結論與建議。

六、受託單位回應：

- (一) 感謝長官所提各項建議，團隊會遵照辦理，並於成果報告改進呈現。
- (二) 紅外線自動相機設置相關點位將以光碟形式提供給貴處，方向會配合現場地形架設。
- (三) 有關調查分期之敘述將改以第 1.2.3 次。

(四) 結論與建議部分將與貴處討論予以修正。

柒、結論：

本次期末會議原則通過，請受託單位參考委員及與會者意見修正及辦理後續相關工作。

捌、散會：上午 11 時 5 分。

國立臺灣大學圖書館

出席機關（單位）（人員）	職 稱	簽 到 處
企劃經理課		
環境維護課		
遊憩服務課		
解說教育課	技士	蕭淑碧
小油坑管理站		
龍鳳谷管理站		
擎天崗管理站		
陽明書屋管理站		
保育研究課		吳子豪
		潘呈光

(108 年 12 月 13 日「107-108 年度陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查」委託辦理案期末會議簽到簿)

附錄十五、成果報告修正期末報告修正表

章節 名稱	期末工作會議報告		期末報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
研究方 法	一、行政院農業委員會林業試驗所森林保護組趙榮台退休研究員： 1. 表 2 的 2018 年下分 3 次調查，2019 年則分 3 季調查，建議前後一致。在本文中及其他圖說、表說也有類似的問題，如果用月份，就捨棄季節，反之亦然。 2. 前次建議紀錄相機放置經緯座標、高度及方位，這些資料請一併另行交付陽管處。 3. 報告書中所有的「群聚分布」請改為「聚集分布」。 4. 報告書中植被類型、林地或土地利用型等使用上需再加以釐清。	7-18	一、行政院農業委員會林業試驗所森林保護組趙榮台退休研究員： 1. 已修改為次數與月份。 2. 相機座標於光碟中提供，相機設定參見附錄一。 3. 已修改為聚集分布。 4. 已統一用詞。	5-42
結果	一、行政院農委會林業試驗所森林保護組趙榮台退休研究員： 1. P.61 應為惇敘高工。 2. 遊蕩犬的活動時間建議做一個類似圖 10 之圖。 3. 穿山甲冬天行為挖的洞穴多或許可能代表食物資源不足。 二、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授： 1. 建議結果與討論內針對	19-53	一、行政院農委會林業試驗所森林保護組趙榮台研究員： 1. 已修改。 2. 已補充遊蕩犬的活動模式。 3. 文獻回顧已提及相關資訊。 二、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授： 1. 已增加方法學的討論。 2. 已檢查並修正錯漏字與誤植，並統一用詞。 3. 在結果已提供 1-19 號樣線各	43-77

章節 名稱	期末工作會議報告		期末報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
	方法學的適宜度進行討論，例如調查頻度、季節、照相機架設方式等對結果之影響與後續方法的建議等。 2. 報告書中名詞使用需一致，錯漏字與誤植請重新檢查修正。 3. 1-19 號樣線建議可單獨抽出進一步進行分析。 三、臺北市立動物園金仕謙園長： 1. 有一隻誤闖民宅的個體，接受救援野放，可惜沒有取得任何影像、相關健康資訊或寄生蟲檢驗結果，相關資訊傳遞網絡可能需於後續再強化，才不會遺漏珍貴資料。 2. 幾篇與臺灣穿山甲有關的重要研究文獻，未見蒐錄進結案報告請再補實。 四、華課長予菁： 1. 保育策略應為一完整架構，包含議題、目標、策略行動與相對應之域內外主辦機關。建議參酌 2017 整合保育暨穿山甲族群存續分析（PHVA）國際研討會中所得保育策略配合陽明山國家公園調查狀況加以擬訂經營策略。 2. 文獻回顧應獨立出來。 五、張秘書順發： 1. 報告書之架構建議應再加以調整。架構應為辦理本案之目的，透過文獻回顧，		次調查新發現的洞穴數，2018 年棲地模型即使用 1-19 號樣線資料，由於每次調查新發現洞穴數量不多，若將每次調查資料分開分析，資料量將不足。 三、臺北市立動物園金仕謙園長： 1. 加強資訊傳遞網路已列入建議事項中。 2. Chao et al. 1993 和 Chin et al. 2015 原先已在文獻列表中，Heath and Vanderlip 1988 為中華穿山甲文獻，故無列入。Yang et al. 1999 為研討會報告，不在搜尋的文獻類別當中，故無列入。 四、華課長予菁： 1. 已修改保育策略規劃。 2. 已將文獻回顧移至方法。 五、張秘書順發： 1. 已修改架構，將文獻回顧移至方法。	19-53

章節 名稱	期末工作會議報告		期末報告	
	審查意見摘要	對應 頁次	修正情形說明	對應 頁次
	以確認調查方法與分析方式，並結合工作項目，對調查成果分析內容做出小結，以呼應結論與建議。			
結論與 建議事項	一、行政院農業委員會林業試驗所森林保護組趙榮台退休研究員： 1. 建議事項中請包括設立警示牌以降低夜間汽車行駛速度，建議四之造林內容應再加以保留。 二、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授： 1. 建議部分是否符合陽管處的需求，並是否有與陽管處同仁進行討論。故報告建議部分應內容簡單化、具有明確之方法步驟、評估達到願景之指標或反映實際狀況之具體項目。2. 保育策略之具體目標與衡量指標應與處內人員及其他權益攸關方進行討論。 三、華課長予菁： 1. 建議一應為具體建議進行長期監測，並包含相關調查方法。	75-77	一、行政院農業委員會林業試驗所森林保護組趙榮台退休研究員： 1. 已修改建議事項。 二、國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所李玲玲教授： 1. 已與陽管處討論並修改保育策略規劃與建議事項。 2. 已與陽管處討論修改架構。 三、華課長予菁： 1. 已修改建議一。	78-81

檔 號：

保存年限：

行政院農業委員會 函

機關地址：100臺北市中正區南海路37號
聯絡人：楊育昌
電話：(02)2351-5441 #662
傳真電話：(02)2321-7661
電子信箱：m2571@forest.com.tw

受文者：國立中興大學

發文日期：中華民國107年10月19日

發文字號：農授林務字第1070242886號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：如說明二(附件1 A09550000Q0000000_107170D000972_1070242886_107D2006503-01.pdf)

主旨：本會同意貴校陳相伶助理教授、中國文化大學胡正恆助理教授及國立臺灣大學余品奐助理教授研究團隊共7人為執行「107-108年度陽明山國家公園穿山甲生態習性與棲地環境調查」計畫，利用保育類野生動物臺灣穿山甲10隻進行研究，詳如說明，請查照。

說明：

- 一、依據教育部107年10月15日臺教資(六)字第1070184529號函轉貴校陳相伶助理教授「利用保育類野生動物申請書」及相關文件辦理。
- 二、本會同意研究人員即日起至108年12月31日止，利用野外徒手捕獲之臺灣穿山甲個體進行形質測量、抽血及血液樣本分析、外傷與體外寄生蟲檢查，並以儀器記錄其生理資料。內容詳如附件「同意利用保育類野生動物事項」與「執行人員名冊」
- 三、本案研究地點位於國家公園內，應先取得主管機關之許可方能進行。
- 四、研究人員進行研究時請依下列事項辦理，本會將視配合情形列入下次申請保育類野生動物利用之評估依據。



- (一) 本案依據野生動物保育法第18條第1項第2款及其施行細則第21條之規定許可，如行為涉及其他法條或法規時請依相關規定辦理。
- (二) 利用期間如發現瀕臨絕種及珍貴稀有野生動物因病或不明原因死亡時，應依野生動物保育法規通知主管機關以進行後續處理。
- (三) 請於執行時攜帶本同意函（或相關核准函）影本及身分證明文件，並事前通知相關主管機關，俾視業務狀況派員瞭解及查驗執行利用情形。
- (四) 請於本同意利用案期滿後3個月內或新利用案申請前，將成果填寫「利用保育類野生動物成果報告書」及結案報告（若為延續性計畫，請繳交初步研究結果；註明核准日期及文號）函送本會備查。
- (五) 野生動物發現地點空間分布資料請提供檔案或逕上傳至林務局生態調查資料庫（<http://metacat.forest.gov.tw>）。
- (六) 為建檔保存臺灣野生動物遺傳物質，所採集遺傳物質請配合將其副份存放至本會補助成立之「臺灣野生動物遺傳物質冷凍儲存庫」（相關樣本典藏流程請參閱網址：<http://cryobank.sinica.edu.tw>）。
- (七) 進行動物實驗應以尊重、悲憫與感恩的態度，並朝配合國際通用的3R原則—取代、減量、精緻化之方向辦理。
- (八) 相關表格及報告書格式請至本會林務局自然保育網（網址：<http://conservation.forest.gov.tw>）。

正本：國立中興大學

副本：中國文化大學、國立臺灣大學、陽明山國家公園管理處、內政部警政署保安警察第七總隊、臺中市政府、臺北市政府、新北市政府、中央研究院生物多樣性研究中心、臺灣生物資源資料庫中心、本會林務局羅東林區管理處、本會林務

森林盔甲戰士-穿山甲

淺談臺灣穿山甲：

想像一天踏青出遊時，忽然發現路邊冒出一隻奇特的可愛生物，身上覆蓋著暗褐色的鱗甲，行動頗為悠哉緩慢，牠，是我們的臺灣穿山甲(*Manis pentadactyla pentadactyla*)，又稱「臺灣鱗鯉」(ㄌㄨㄛˊ ㄌㄨㄛˊ)。身性膽小的臺灣穿山甲，遇到天敵時會縮成球狀來保護自己，平常只在夜裡活動，喜歡吃白蟻、螞蟥，主要棲息在臺灣中低海拔淺山地區，其中又以海拔 500 公尺上下較常出現，最大的特徵為除了腹部外，全身皆佈滿如盔甲般的整齊鱗片，相當的好認。

屬於哺乳動物的臺灣穿山甲，為中華穿山甲(*Manis pentadactyla*)在臺灣的特有亞種(指的是雖然和原物種有特徵上的區隔，但尚未發展成不同的生物，仍能 and 原物種產生具有生殖能力的下一代)。全世界僅有八種穿山甲(四種在亞洲，四種在非洲)，皆屬於鱗甲目(Pholidota)穿山甲科(Manidae)，目前各地穿山甲都因為各種人為壓力，族群數量持續下滑。



圖 1：穿山甲基本介紹

全球穿山甲遇到什麼生存問題？

由於穿山甲肉及鱗片長期被人們視為珍饈及入藥強身的中藥材，因此每年遭到大量獵捕。雖然國際間陸續有訂定法規或政策來試圖阻止穿山甲被獵捕的命運，例如西元 2000 年立法禁止任何在亞洲地區野外捕捉的穿山甲出口到其他國家，

但市場長期供不應求的情形下，穿山甲商品價錢持續上升，造成有心人士開始利用黑市貿易大發橫財，穿山甲族群因此受非法貿易衝擊影響，成為受走私貿易下的犧牲品。根據國際瀕臨絕種野生動植物貿易調查委員會 (TRAFFIC)研究顯示，2010-2013 期間，全球非法走私穿山甲數量多達一百萬隻，交易地點遍及 67 個世界國家或地區，由於主要市場需求落在亞洲地區例如中國，造成中華穿山甲成為八種穿山甲中最瀕臨絕種的物種。所幸的是，目前相較於其他地區的穿山甲，臺灣並非穿山甲主要消費市場，同時也不是非法運輸航線理想轉運站，因此過去交易的案件並不多，除了查獲零星幾件外，非法走私與過度捕獵並不是臺灣穿山甲的主要威脅因素。

臺灣穿山甲遇到什麼威脅呢？

臺灣穿山甲主要面臨三項威脅為棲地喪失、捕獸夾和野狗咬傷。

1. 棲地喪失：由於臺灣穿山甲多棲息在淺山地區，因此平地人類居住地與農用地的擴增，都會影響穿山甲棲地品質，減少族群食物來源。同時近年道路開發的速度加劇，棲息地遭到切割和破碎化，迫使僅存的穿山甲必須穿越道路尋找食物、伴侶和棲息之地，族群遭逢路殺(指動物遭到車輛撞擊致死的現象)的機率大增，根據臺灣動物路死觀察網的資料顯示，過去五年間共記錄 19 筆穿山甲遭受路殺，多集中在中北部地區。
2. 捕獸夾：由於臺灣部分地區居民仍保有狩獵的習俗，雖然主要狩獵對象並非穿山甲，仍有臺灣穿山甲遭到捕獸夾夾傷的事件發生，加上現行的法律只約束不得製作、販售及輸入獸夾，對於「持有」捕獸夾則沒有約束力，導致野生動物遭到捕獸夾誤夾的事件層出不窮。根據屏東保育類野生動物收容中心資料顯示，在過去處理的臺灣穿山甲創傷案件中，受到捕獸夾誤夾比例高達近八成，為造成臺灣穿山甲傷亡的主因。另外捕獸夾常會導致穿山甲前腳或後腳的骨折，即便救傷人員及獸醫師全力搶救跟治療，仍有部分受傷穿山甲無法再次回到森林之中，更別提那些未被發現及搶救的個體了。
3. 野狗侵擾：臺灣穿山甲多棲息在中低海拔地區，與人類居住地有所重疊，而伴隨著人們一起進駐的家犬 (有些日後成為流浪犬) 成為騷擾穿山甲的潛在對象，透過捕食、疾病傳播、食物競爭等方式影響穿山甲族群。

我們本次在陽明山所做的研究，主要目的就包含調查當地流浪犬的活動頻度是否影響穿山甲的出沒，因此在園區內架設紅外線自動照相機，藉由資料收集來分別計算遊蕩犬與穿山甲的相對活動指數(relative activity level index, RAI)與活

動時間重疊情形，而計算方式為各樣點每 100 天所能攝得的有效照片數量，且為了避免同個體在短時間內重複被拍攝導致資料偏差，當同物種被連續拍攝時，間隔 30 分鐘以上始視為有效照片。計算活動指數後，以 Pearson 相關指數，分析遊蕩犬活動指數與穿山甲活動指數的相關性。活動時間重疊情形方面，我們使用 kernel density estimation 計算兩物種重疊指數 Δ 。 Δ 的值介於 0 與 1 之間，若數值越接近 1 代表活動時間高度重疊，反之則代表越低。

自 2018 年 6 月至 2019 年 11 月於 52 個相機點，共記錄有效照片 391 筆，其中 44 個網格有穿山甲洞穴或影像紀錄(圖 2)，占遊蕩犬分布的 86%，也曾記錄遊蕩犬在穿山甲居住洞穴前排徊(圖 3)。雖然遊蕩犬的活動指數和穿山甲活動指數並沒有呈現負相關，意味遊蕩犬活動程度越高，穿山甲活動程度並未隨之減少。然而本研究幾個遊蕩犬活動指數特別高的相機點，例如二子坪遊憩區、公車總站、硫磺谷與龍鳳谷等，皆無記錄穿山甲活動，顯示當遊蕩犬活動程度非常高時仍有可能降低穿山甲使用該區域的機率。由於穿山甲為夜行性，而遊蕩犬偏日行性，故兩者活動時間除晨昏時外，整體重疊度不高(重疊指數 $\Delta=0.21$ ，圖 4)。雖然本次陽明山調查自動照相機並無記錄遊蕩犬攻擊穿山甲或是穿山甲尾巴缺損情形，但 1990-2005 年間，臺北市立動物園所救援的穿山甲有多達 20-30% 是遭野狗襲擊而受傷，而屏東保育類野生動物收容中心在 2006-2017 年間，疑似遭野狗攻擊所導致的尾巴受傷佔創傷案件中的 20.4%，因此整體而言犬隻對台灣穿山甲所造成的影響可以說是僅次於棲地喪失和捕獸夾。

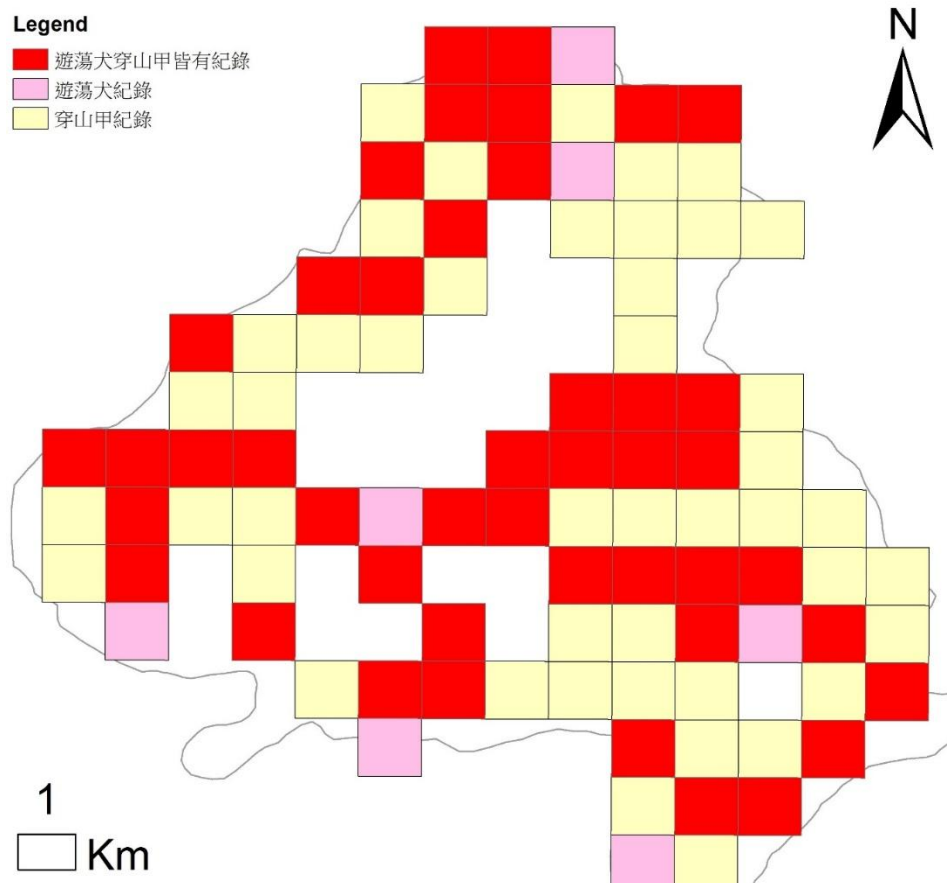


圖 2、2018-2019 年陽明山國家公園臺灣穿山甲與遊蕩犬空間分布情形



圖 3、遊蕩犬在穿山甲居住洞穴前活動

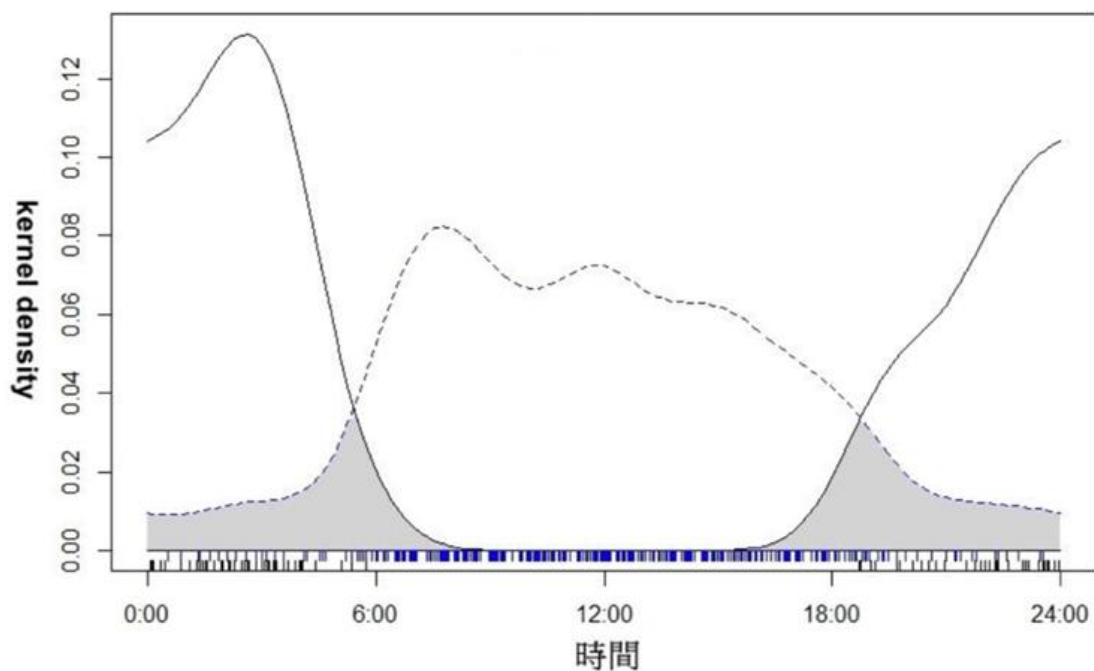


圖 4、臺灣穿山甲與遊蕩犬活動時間重疊情形。以 kernel density estimation 評估各物種活動模式，實線為穿山甲，虛線為遊蕩犬。

臺灣穿山甲保育情形：

目前全球穿山甲所遭受的危機，迫切需要跨國跨部門的合作評估和持續監測穿山甲的現況與威脅，2016 年第 17 屆瀕臨絕種野生動植物國際貿易公約(CITES)大會將八種穿山甲提升至附錄一等級(被視為極度瀕臨滅絕的物種，除了非商業的需求如科學研究外，禁止以任何形式貿易於國際間)，顯示穿山甲受威脅狀況極為嚴重；而目前中華穿山甲與馬來穿山甲在國際自然保護聯盟紅色名錄(IUCN)列為極危 (CR)，下一階段就是面臨野外滅絕，印度穿山甲與菲律賓穿山甲則列為次之的瀕危 (EN)，而非洲四種穿山甲則是易危 (VU) 等級。

而臺灣過去由於皮革與藥用市場需求，一年捕捉近六萬隻穿山甲，是如今數量稀少的主因。所幸近年外銷衰退，政府陸續將台灣穿山甲列名為《野生動物保育法》二級珍貴稀有保育類野生動物，陸域哺乳類紅皮書「易危」動物，加強對於台灣穿山甲內需市場的管制措施；加上民間生態保育概念的興起，濫捕的情況已鮮少出現。根據北部野生動物救援中心回報及野外穿山甲洞穴調查結果推估，近年臺灣穿山甲族群數呈現穩定且有些微提升的可能性，穿山甲研究人員孫敬閔先生在 2018 年第一季動保大眾講座表示，目前全臺保守估計約有 1.5 至 2 萬隻穿山甲，而記錄到穿山甲密度最高的地方在海岸山脈南段，每平方公里估計有 12.8 隻穿山甲，臺灣穿山甲野外族群密度可說是相當高的。

我們能為穿山甲做些甚麼？

除了仰賴政府的立法保護、研究端加強臺灣穿山甲族群數量調查監測和人工繁殖的研究，我們是否也能夠過公民參與的方式，改善臺灣穿山甲的命運呢？

方法是有的，透過支持為保育穿山甲族群及棲地努力的保育組織；勇於檢舉非法販售或烹煮穿山甲的市場或餐廳；購買對於環境友善或是無毒的農產品，減少穿山甲受捕獸夾夾傷或誤食農藥的風險；犬隻管理部分，不餵食野生犬隻，飼主除了幫狗狗登記及結紮外，帶犬隻外出時確實繫好牽繩，減少犬隻干擾和影響野生動物的機會。

我們的消費行為和生活習慣抉擇都將是決定穿山甲能否永存的關鍵，透過適當的發聲與行為支持，減少人們對於穿山甲產品的根本需求，共同營造友善的生存環境。我們都希望，自己每天能平平安安的返家與家人團聚，那麼，是否也能給予臺灣穿山甲們一條平安返家的道路呢？

欲保之必先瞭之-談談臺灣穿山甲棲地利用

臺灣穿山甲平常都在做什麼呢？

一般來說，臺灣穿山甲喜好在夜間行動和單獨居住，通常只有在發情期才會同居生活。而以活動範圍來說，根據在屏東縣鸞山地區的無線電追蹤結果發現，雄性穿山甲的平均範圍約為 66 公頃，雌性穿山甲平均範圍約為 17 公頃，且 1 隻雄性活動範圍至少會與 8 隻雌性範圍重疊。

穿山甲的日常行為可分為攝食、排泄、睡眠、挖掘。攝食又可細分為五個階段，分別為行走、搜尋、挖掘、取食及暫停，穿山甲在步行時，頭部微微向下，背部彎曲，尾部稍離地面，並且靠尾巴來尋求平衡；另外有趣的是穿山甲除了會游泳外，也擅長爬樹，爬樹時會以前爪鉤住樹幹，以螺旋方式攀爬。穿山甲會在固定地方排泄並將其掩埋，如同貓咪一般，深怕糞便氣味暴露牠的行蹤。

臺灣穿山甲的主要食物是螞蟻和白蟻，野生的穿山甲不需人們煩惱，到處挖掘找白蟻和螞蟻，覓食過程中所挖掘的洞穴成了研究人員了解穿山甲所到之處的重要線索。然而動物園內穿山甲的食物來源可讓保育員和研究人員傷透了腦筋，哪裡去找那麼多的螞蟻和白蟻給穿山甲吃呢？先前臺北市立動物園的飼養員嘗試餵食麵包蟲、蜂蛹、蘋果、蛋黃、蟻窩等替代飼料，但發現穿山甲對於這些食物的接受度不高，且有營養不足的狀況，因為缺乏自然蟻類體內中的胺基酸與脂肪酸，動物園的研究人員們花了好長的心力才終於調配出台

那些穿山甲挖的洞...

在野外調查時，最常看見的就是穿山甲挖的洞了，新鮮的洞穴痕跡洞口清晰可見，洞穴邊緣完整幾乎沒有土石崩落跡象，洞穴內也沒有蜘蛛絲和植物菌類生長。挖出的土堆顆粒較細，有時成粉狀，大多未結成球或結成塊，顏色鮮明與周邊泥土顏色有較大對比。土堆上沒有植物生長或少量植物生長，若有植物生長，也會是剛萌發或小苗階段。土堆上落葉量或樹枝量少且幾乎無青苔生長。土堆上或周邊幸運的話會發現穿山甲的新鮮腳印或痕跡喔！(圖 1)。洞穴可以分為覓食洞與棲息洞，前者如同字面意思挖掘作為捕食蟻類用的，通常較淺，而棲息洞通常較深。臺東鸞山地區的調查發現，棲息洞穴平均深度可到兩公尺呢！而中國中華穿山甲研究中，有的學者把洞穴分為冬洞與夏洞，顧名思義是冬天及夏天會利用的洞穴，冬洞通常較深且數目較多，而夏洞通常較短且數量較少，推測造成此差異的主要因為食物獲取的容易程度，夏季蟻類多分布在較淺的土層，捕食容易，而冬季蟻類則分布在較深的土層中，因此挖掘比較困難，需要挖掘較多且較深的洞。其中還有一個影響冬洞挖掘較深且較多的原因可能是因為穿山甲的繁殖季節在冬季，為了獲取足夠的能量生產與育幼，需要更多的食物來源呢。



圖 1、陽明山國家公園穿山甲洞穴痕跡

臺灣穿山甲喜歡什麼樣的環境呢？

臺灣穿山甲主要分布在亞熱帶至熱帶地區的淺山森林，以海拔 300-500m 地區最為常見，海拔 2000m 為其分布上限。臺灣中央山系的周邊地區，包括全島所有山麓丘陵及台地、海岸山脈及屏東沖積平原都可以見到他們的蹤跡。

2018-2019 年，我們總共記錄了 707 個洞穴痕跡，51% 的洞穴(356 個)位於相思樹型森林，33% 的洞穴(236 個)位於紅楠型森林，11.7% 的洞穴(87 個)位於其他林型，只有 4% 洞穴(29 個)位於非森林區域。可見陽明山的穿山甲絕大多數都是生活在森林當中。在其他地區的研究則發現穿山甲偏好棲息於竹林、造林地、火燒或砍伐之林地、原始林、芒草區等光線充足且乾燥的環境。讀者們可能會好奇說穿山甲在選擇牠們的居所時，是否會刻意避開人為活動高的地區呢？在我們的調查當中，並沒有發現穿山甲刻意遠離人為聚落像是農地、遊憩區和房子的情況，也不會離道路遠遠的，所以其實穿山甲活動的區域和人類居住的地方真的不遠呢！

分析穿山甲的棲地選擇，發現穿山甲會遠離溫泉露頭，海拔越高就越不容易看到牠們的蹤跡，所挖掘的洞有一定的坡度，但也不喜歡太陡的地方。太陽輻照度越高的地方，就越容易看到穿山甲挖的洞穴。比起以紅楠為主要樹種的紅楠型林型，穿山甲更喜歡過去相思樹造林後漸漸演變而成的半天然林。透過分析，把每個地方穿山甲出現的機率畫出來，發現其實陽明山國家公園中穿山甲活動最頻繁的地方是靠近邊界的外圍區域，所以國家公園周邊居民們對穿山甲的保育意識十分重要，因為穿山甲就在附近活動著。穿山甲是個溫馴卻膽小的動物，任何棲息地的改變都可能對族群帶來負面的影響，希望大家能一起努力，為棲息在山林裡的動物們留下最好的環境，或許哪天我們出外踏青時，會看到他們正在洞穴中呼呼大睡呢。

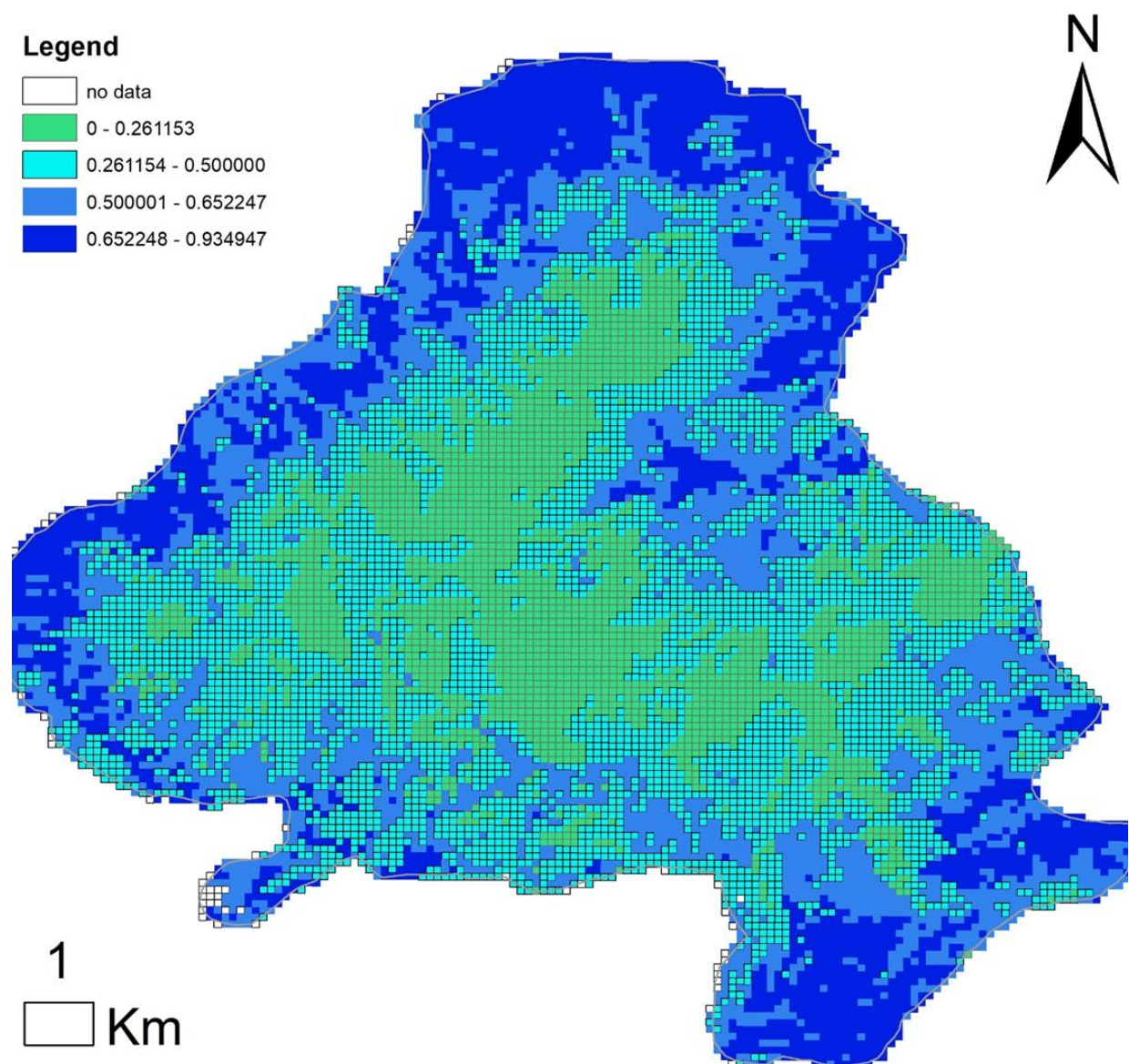


圖 2、陽明山國家公園臺灣穿山甲棲地分布圖。數字代表穿山甲洞穴出現的機率。

參考書目

- 內政部，2013。內政統計通報。行政院內政部，中華民國。
- 王珮蓉，2007。臺灣穿山甲救傷通報系統在保育上的應用。國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文。
- 王齡敏、林依蓉、詹芳澤。2011。以救援病例回溯分析臺灣穿山甲的傷病原因。臺灣生物多樣性研究 13 (3):245-255。
- 行政院農委會林務局。2015。第四次森林資源調查報告。
- 朱有田、裴家騏。2014。陽明山國家公園珍貴稀有動物麝香貓之調查。陽明山國家公園管理處。臺北，臺灣。
- 李玲玲、林良恭、姜博仁、張仕緯等。2010。臺灣地區保育類野生動物圖鑑。(馮雙、翁嘉駿、陳怡如 編)。行政院農業委員會林務局。
- 吳文哲、李後鋒，2010。台灣地區白蟻鑑定與採集。台灣白蟻生物學及防治研討會暨研習會手冊。
- 吳詩寶、劉迺發、馬廣智、唐玫、陳海、徐昭榮。2004。穿山甲生態學研究概況。動物學雜誌。39(2):46-52。
- 周蓮香、莊子聿。2003。陽明山國家公園園區內流浪犬族群變動、棲地選擇及對生態系的影響。陽明山國家公園管理處。臺北，臺灣。
- 林良恭，1981。臺灣陸生哺乳動物研究。東海大學生物學系碩士論文。
- 林敬勛，2011。臺東鸞山地區臺灣穿山甲活動範圍與洞穴利用之研究。國立屏東科技大學野生動物保育研究所碩士論文。
- 金仕謙、余品奐、詹雅婷、陳志瑩、郭俊成、葉力森，2012。臺灣穿山甲 10 年期間(1995-2004)死亡的病例死因回溯調查。臺灣獸醫誌 38 (4)：243-250。
- 金仕謙、楊翕雯、莊蕙瀚、連振暉、陳俊麟、王翰聰，2007。飼糧調整對臺灣穿山甲糞便菌相之影響。動物園學報 19：51-59。
- 范中衍，2005。翡翠水庫臺灣穿山甲洞穴棲地研究。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。

- 姜博仁。2011。玉山地區中大型哺乳動物與生多樣性之長期監測計劃。內政部營建署。
- 張啟彥，2004。臺灣穿山甲飼糧表面消化率之研究。國立臺灣大學畜產學系碩士論文。
- 梁竣傑，2017。臺東鸞山地區土壤環境與穿山甲排遺中的白蟻物種組成。國立屏東科技大學野生動物保育研究所碩士學位論文。
- 陳俊宏，2011。人類活動對陽明山國家公園百拉卡公路以北，陽金公路以西地區資源影響調查。陽明山國家公園管理處。臺北，臺灣。
- 詹雅婷，2009。圈養臺灣穿山甲繁殖行為與親子關係。國立屏東科技大學野生動物保育研究所碩士論文。
- 野生動物保育法，1989。行政院內政部，中華民國。
- 趙榮台。1989。臺灣穿山甲(*Manis pentadactyla pentadactyla*)之繁殖保存研究：一般生物學與現況分析。78 年生態研究第 032 號。行政院農業委員會印行。57 頁。
- 賴智恩，2013。以物種分佈模式預測海岸山脈穿山甲之棲地分佈。國立屏東科技大學野生動物保育研究所碩士論文。
- 堀川安市。1931。臺灣哺乳動物圖說。頁 95-98。臺北：臺灣博物學會。
- 許立達、王義仲、李載鳴、林志欽。2010。陽明山國家公園植被變遷研究。陽明山國家公園管理處。臺北，臺灣。
- 楚南仁博。1923。穿山甲の觀察。臺灣博物學會會報 63: 93-98。
- 楚南仁博。1924。穿山甲雜記。臺灣博物學會會報 67: 69-70。
- 鄭錫奇、張簡琳玟、林瑞興、楊正雄、張仕緯。2017 臺灣陸域哺乳類紅皮書名錄，行政院農業委員會特有生物研究保育中心。
- 蔡育倫、袁孝維、陳寶忠、楊翕雯，2004。木柵山區臺灣穿山甲(*Manis pentadactyla pentadactyla*) 野外棲地初探。臺灣大學生物資源暨農學院實驗林研究報告

18(1)：29-34。

鄭筑云。2003。墾丁國家公園內社頂地區自由活動的犬隻對臺灣梅花鹿的潛在衝擊。國立屏東科技大學野生動物保育研究所碩士論文。

顏士清、翁綉茗、龔明祥、曾建閔、張世欣、蘇迎晨、林宗以、朱有田。2015。陽明山國家公園麝香貓的分布、活動模式與潛在生存威脅。國家公園學報 25：58-65。

顏士清、胡正恆、余品奐、康主霖、陳柏翰。2017。陽明山國家公園流浪動物族群現況調查。陽明山國家公園管理處。臺北，臺灣。

顏士清、余品奐。2018。107 年度陽明山國家公園流浪動物族群現況調查。陽明山國家公園管理處委託報告。

Abe, T., and T. Matsumoto. 1979. Studies on the distribution and ecological role of termites in a lowland rain forest of west Malaysia:(3) Distribution and abundance of termites in Pasoh Forest Reserve. Japanese Journal of Ecology 29: 337-351.

Allen, G. M. 1938. The mammals of China and Monogolia. New York: American Museum of Natural History:514-522.

Chao, J-T., E. H. Tsao, K. Traylor-Holzer, D. Reed and, K. Leus (eds.). 2005. Formosan pangolin population and habitat viability Assessment: Final Report. IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group, Apple Valley, MN.

Chin, S. C., Lien, C. Y., Chan, Y. T., Chen, C. L., Yang, Y. C., and, L. S. Yeh. 2012. Monitoring the gestation period of rescued Formosan pangolin (*Manis pentadactyla pentadactyla*) with progesterone radioimmunoassay. Zoo Biology, 31, 479–489.

Ehrhorn, E. M. 1934. The termites of Hawaii, their economic significance and control, and the distribution of termites by commerce, pp. 321-333. In C. A. Kofoed (ed.), Termites and termite control, 2nd ed. University of California Press.

- Gaubert, P., and A. Antunes. 2005. Assessing the taxonomic status of the Palawan Pangolin *Manis culionensis* (Pholidota) using discrete morphological characters. *Journal of Mammalogy* 86:1068–1074.
- Heath, M. E., Vanderlip S. L. 1992. *Manis pentadactyla*. *Mammalian Species* 414: 1-6.
- Heinrich, S., T. A. Wittman, J. V. Ross, C. R. Shepherd, D. W. S. Challender, and P. Cassey. 2017. The global trafficking of pangolins: a comprehensive summary of seizures and trafficking routes from 2010–2015. TRAFFIC , Selangor, Malaysia.
- IUCN – SSC Species Conservation Planning Sub-Committee. 2017. Guidelines for Species Conservation Planning. Version 1.0. Gland, Switzerland: IUCN. xiv + 114 pp.
- Jones, D. T., and P. Eggleton. 2000. Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol. *Journal of applied Ecology* 37: 191-203.
- Lowe, S., M. Browne, S. Boudjelas, and M. De Poorter. 2000. 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the Global Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN). Invasive Species Specialist Group, Auckland.
- Keating, K. A., and S. Cherry. 2004. Use and interpretation of logistic regression in habitat-selection studies. *Journal of wildlife management* 68:774–789.
- King, E. G. J., and W. T. Spink. 1969. Foraging galleries of the Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus*, in Louisiana. *Annals of the Entomological Society of America* 62: 536-542.

- McLanghlin, S. P. 1978. Overstory, light, throughfall, and the interpretation of overstory-understory relationship. *Forest Science* 24:550-553.
- Nisa, C., N. Kitamura, M. Sasaki, S. Agungpriyono, C. Choliq, T. Budipitojo, J. Yamada, and K. Sigit. 2005. Immunohistochemical study on the distribution and relative frequency of endocrine cells in the stomach of the Malayan pangolin, *Manis javanica*. *Journal of Veterinary Medicine Series C: Anatomia Histologia Embryologia* 34:373-378.
- Ridout, M. S., and M. Linkie. 2009. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* 14:322-337.
- Rupak K. C. 2016. 臺灣東南部野生臺灣穿山甲之健康監測與疾病監控。國立屏東科技大學獸醫學系所博士論文。
- Sunarto, S., R. Sollmann, A. Mohamed, and M. J. Kelly. 2013. Camera trapping for the study and conservation of tropical carnivores. *The Raffles Bulletin of Zoology*: 28, 21-42.
- Sun, N. C.-M., J. Sompud, and K. J.-C. Pei. 2018. Nursing period, behavior development, and growth pattern of a newborn Formosan Pangolin (*Manis pentadactyla pentadactyla*) in the wild. *Tropical Conservation Science* 11:194008291878845.
- Sun, N. C. M. et al. 2019. Mortality and morbidity in wild Taiwanese pangolin (*Manis pentadactyla pentadactyla*). *PLoS ONE* 14:e0198230.
- Trageser, S. J., A. Ghose, M. Faisal, P. Mro, P. Mro, S. C. Rahman. 2017. Pangolin distribution and conservation status in Bangladesh. *PLoS ONE* 12(4): e0175450.
- Tsai, P. H., N. S. Chen, A. K. Chen, and C. H. Chen. 1965. Architecture and development of the termitarium of *Odontotermes (O.) formosanus* Shiraki. *Acta*

Entomologica Sinica 14: 53-70.

United States Department of Agriculture. 2001. Guidelines for soil quality assessment in conservation planning. USA.

Yen, S. C., Y. T. Ju, P. J. L. Shaner, and, H. L. Chen. 2019. Spatial and temporal relationship between native mammals and free-roaming dogs in a protected area surrounded by a metropolis. Scientific Reports, 9(1): 8161.

