Journal of Agriculture and Forestry,73(2):89-96(2026)
10.30089/JAF.202606_73(2).0001

惠蓀森林遊樂區臺灣穿山甲 (*Manis pentadactyla pentadactyla*)之棲地利用

陳姮諠、阮莫涵、陳相伶*

摘　要 中華穿山甲(*Manis pentadactyla*)為全球極度瀕危物種之一，臺灣穿山甲(*Manis pentadactyla pentadactyla*)為其中華穿山甲的特有亞種，列為我國珍貴稀有保育類野生動物。過去關於臺灣穿山甲棲地利用的研究多集中於海岸山脈及北部地區，缺乏中部地區的資料，因此本研究於 2020 年 2 月至 2021 年 2 月在南投惠蓀森林遊樂區內設置六條調查樣線，記錄穿山甲洞穴痕跡並測量洞穴形質，並與沿線隨機樣點之環境因子進行比較，以探討其棲地利用特性。研究期間共發現 290 個洞穴。結果顯示，臺灣穿山甲普遍分布於惠蓀森林遊樂區，洞穴多位於坡度較緩、林型為闊葉林的地區，且洞穴坡向偏好北向與西向。本研究為惠蓀森林遊樂區首次穿山甲系統性調查，為園區提供穿山甲分布與所在環境的基礎資料。

關鍵詞：穿山甲、洞穴、森林遊樂區、南投、臺灣

Habitat Use of the Formosan Pangolin (*Manis pentadactyla pentadactyla*) in Huisun Forest Recreation Area, Taiwan

Ming-Hsuan Chen, Mo-Han Ruan, and Hsiang-Ling Chen*

ABSTRACT The Chinese pangolin (*Manis pentadactyla*) is one of the most critically endangered species in the world, and the Formosan pangolin (*Manis pentadactyla pentadactyla*), an endemic subspecies, is listed as a Category II protected species in Taiwan. Previous studies on the habitat use of Formosan pangolins have been mostly conducted in the Coastal Mountain Range and northern region, with little information available for the central region of Taiwan. To address this gap, we conducted a field survey in the Huisun Forest Recreation Area, Nantou County in central Taiwan. From February 2020 to February 2021, six survey routes were established within the study area to record burrow of pangolin and measure burrow characteristics. Environmental variables at burrow sites were compared with those from randomly selected points along the survey routes to assess habitat use. A total of 290 burrows were recorded during the survey period. Results indicate that Formosan pangolins was commonly found in the recreation area, and tended to inhabit areas with gentle slopes and broadleaf forest cover, with burrow orientations preferentially facing north and west. This study represents the first systematic survey of pangolins in the Huisun Forest Recreation Area, providing the park with baseline information on pangolin distribution and habitat.

Keywords: pangolins; burrow, forest recreation area; Nantou county; Taiwan

國立中興大學森林學系。Department of Forestry, National Chung Hsing University. 40227 臺中市南區興大路 145 號。145 Xingda Rd., South Dist., Taichung City 40227, Taiwan.

* 通訊作者。Corresponding author. Email: hsiangling@dragon.nchu.edu.tw

一、前言

穿山甲屬於鱗甲目(Pholidota) 穿山甲科(Manidae)，分布在非洲及亞洲的熱帶與亞熱帶地區[15] 。由於穿山甲主要棲息於與人類活動接近的環境，加上低海拔地區過度開發造成棲地破壞，以及鱗片與肉具有經濟價值而遭受過度獵捕，全球族群數量急遽下降[9]，2014 年，國際自然保育聯盟 (IUCN) 紅色名錄將中華穿山甲(*Manis pentadactyla*) 的保育等級提升為「極危」(Critically Endangered, CR)，並列入瀕臨絕種野生動植物國際貿易公約 (CITES) 附錄 I 中。而臺灣穿山甲 (*Manis pentadactyla pentadactyla*)為中華穿山甲在臺灣的特有亞種[7][9]，名列《野生動物保育法》珍貴稀有保育類動物[8]。

臺灣穿山甲分布於全島中低海拔地區，其中以 300–500m 最為常見[9]，在棲地利用方面，過往研究多集中於臺灣的北部及海岸山脈南段。例如翡翠水庫與新店四嵌水地區的研究均指出，臺灣穿山甲主要覓食於闊葉林[4][5]，其洞穴多偏向於南及西南坡[5]。在陽明山國家公園穿山甲則偏好利用相思樹林，較高的太陽輻射強度和較低海拔的區域[13]。在臺東鸞山地區、翡翠水庫及新店四嵌水地區，洞穴多分布於坡度 30–60° 的地形，且土壤質地以砂分含量低的鬆軟黏土或壤土為主[3][4][5]。相較之下，臺灣中部地區的穿山甲棲地利用研究仍相當稀少。然而，中部山區的地形、氣候與林型可能與北部或東部有所差異。國際研究也顯示，地形因子如海拔和坡度會影響穿山甲洞穴的所在位置[16][20]，因此本研究選擇於中部南投惠蓀森林遊樂區進行調查，以更全面了解其棲地利用特性。

了解穿山甲的棲地利用是制定有效保育策略的基礎。由於穿山甲為夜行性動物，且會掩埋排遺、足跡淺顯，難以直接發現其蹤跡。作為中小型穴居哺乳類[16]，穿山甲的洞穴可分為覓食洞穴和居住洞穴。由於覓食洞穴數量多且易於被觀察，其洞穴數量與分布可反映活動範圍[19]，作為棲地利用評估的指標[3] [23] [24]。本研究旨在描述惠蓀森林遊樂區穿山甲洞穴分布與其相關環境特徵，並透過洞穴與隨機樣點的比較，初步瞭解中部地區穿山甲棲地選擇的趨勢。本研究為探索型與描述性研究，目的在於提供惠蓀森林遊樂區穿山甲生態之基礎資料，以作為未來棲地管理與保育規劃的參考。

二、材料與方法

(一) 研究樣區

惠蓀森林遊樂區，位於台灣南投山區，為惠蓀林場的第一林班、第二林班、第三林班、第八林班及第九林班範圍，面積為 1,567 ha [6]，本次研究樣區為第一林班和第三林班的林道與步道。惠蓀森林遊樂區年平均溫 19.46˚C，年平均雨量 2,512.94 mm (中興實驗林管理處提供)，具亞熱帶、暖帶、溫帶氣候等不同的氣候特色，保留豐富的森林景觀及生物資源，在園區內的登山步道旁亦時有發現穿山甲挖掘的洞穴，然而卻一直缺乏全面性的調查資料，對其了解極為有限。

(二) 沿線洞穴痕跡調查

本研究共設置六條沿線調查樣線，分別為湯公碑步道(3.8 km)、杜鵑嶺步道(2 km)、山嵐小徑加巨松臺步道(2.9 km)、小出山林道(3 km)、以及松風山步道(2.5 km)(圖 1)。自 2020 年 2 月至 2021 年 2 月共進行 4 次調查。調查於白天進行(08:00-18:00)，調查人員沿樣線以固定速度(約 1 km/h)前進，往左右兩側 5m 範圍進行地毯式搜索，尋找並記錄穿山甲之洞穴痕跡，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。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，以避免重複計算。洞穴形質測量方法參考[5][10]，包括以下(1)直徑 : 測量洞口水平方向的最大直徑。(2)洞穴深度：以林業調查專用的 5 m 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深度。 (3)洞口坡面坡度 : 以洞口上緣為基準，沿坡向平行測量，以機械式傾角測量儀測量洞穴的坡度。

(三) 環境因子

環境條件如海拔、坡度、坡向、太陽輻射量及植被類型可能影響穿山甲的出現機率[11][13][18][21][22]。為了探討惠蓀森林遊樂區環境因子對棲地利用的影響，本研究分析沿線調查所記錄穿山甲洞穴的海拔、坡度、坡向、太陽輻照度及林木類型。

1. 洞穴海拔

於 ArcMap 10.3[14]利用中興大學實驗林管理處提供的惠蓀林場 20 × 20 m 數值高程模型(Digital Elevation Model, DEM)的網格所紀錄之高程資料 (Z 值)萃取而得。

2. 洞穴坡度:

於 ArcMap 10.3 中利用 DEM 計算坡度值。

3. 太陽輻照度

太陽輻照度為太陽輻射經過大氣層的吸收、散射等作用到達地球上單位面積時間內的輻射能量，而太陽之

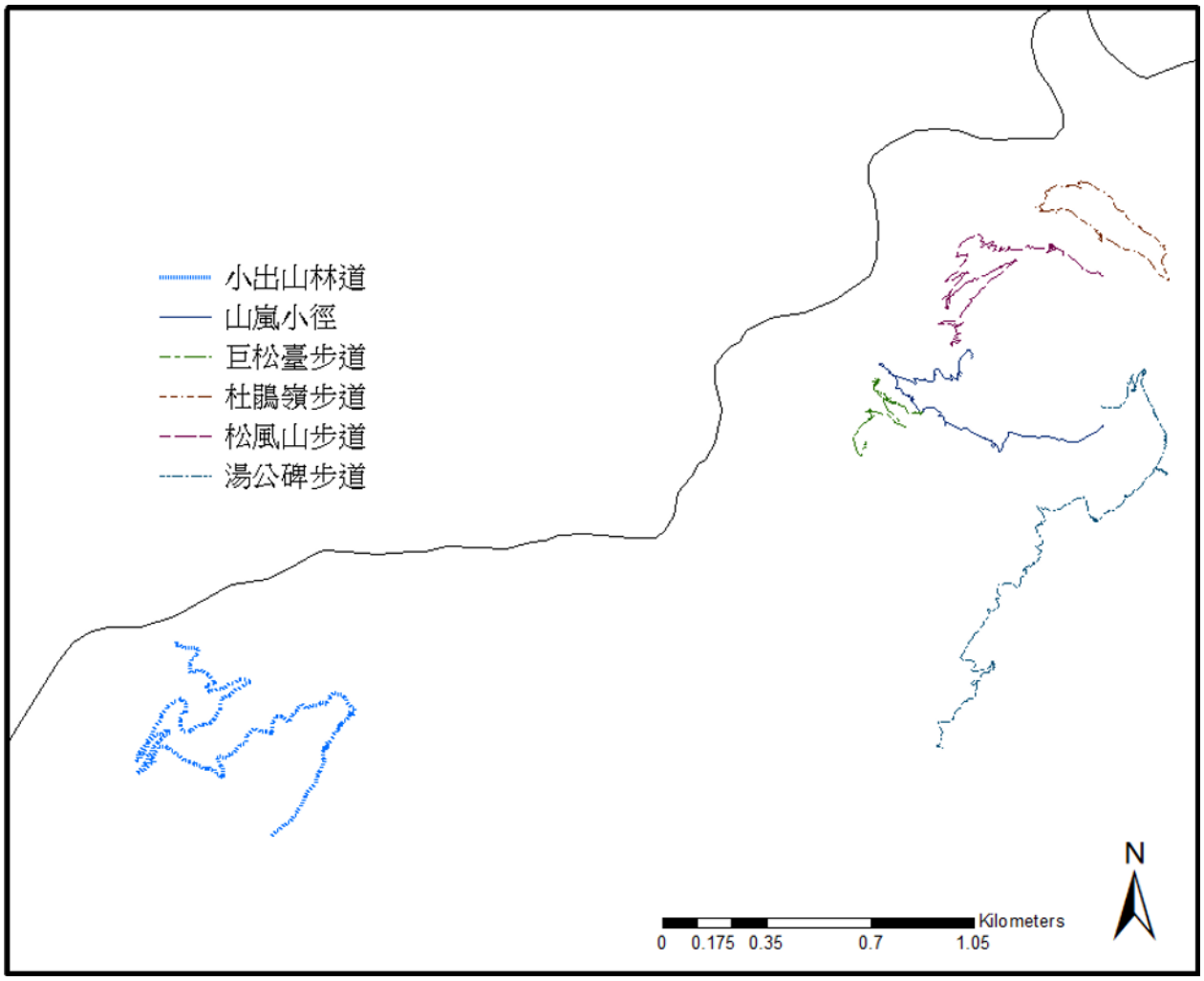


圖 1、惠蓀森林遊樂區調查樣線分布圖。

Fig. 1 Survey routes in Huisun Forest Recreation Area.

直射光隨海拔升高逐漸增加。太陽輻照圖層係使用 DEM，並在 ArcMap10.3 中的區域太陽輻射求導而得太陽輻照值。

4. 洞穴周圍坡向

不同坡向所受之太陽輻射、濕度、溫度與受風程度等都可能有所不同[12]，而濕度同時會影響植物生長與森林植物組成。因此利用 DEM 導出各網格之坡向值，並於 ArcMap 10.3 中計算每個網格的平均坡向，並將其劃分為八個方向:北 (337.5-22.5˚)、東北 (22.5-67.5˚)、東 (67.5-112.5˚)、東南 (112.5-157.5˚)、南(157.5-202.5˚)、西南 (202.5-247.5˚)、西 (247.5-292.5˚) 及西北 (292.5-337.5˚)。

5. 林木類型

使用行政院農業委員會林務局第四次森林資源調查之森林土地覆蓋型資料[1]所整理，而林地利用又依針葉樹、闊葉樹、竹類所佔比例再細分為七個林型，分別為竹林、針葉樹林型、針闊葉樹混淆林、闊葉樹林型、竹闊混淆林、經改造天然林、待成林地，並用 ArcMap10.3 從中萃取洞穴點位的所屬林木類型。

(四) 分析方法

為檢驗穿山甲棲地利用是否具有偏好性，並比較其與調查樣線周邊環境因子之差異，本研究將洞穴樣點與隨機樣點的環境因子進行比較。2020-2021 年沿線調查共記錄 290 個穿山甲洞穴痕跡。為建立背景環境資料，於 ArcMap 10.3 中在六條樣線兩側各延伸 5 m 劃定樣區，隨機選取 290 個不含洞穴的點位作為隨機樣點，並萃取各點之環境因子。統計分析方面，使用獨立樣本 t 檢定 (independent samples t-test)比較洞穴與隨機樣點的坡度值、太陽輻照度及海拔，並以卡方檢定 (χ^2 test)比較洞穴與隨機樣點的坡向和林木類型。在進行 t 檢定前，先以 Levene’s test 檢驗兩組變異數的同質性，若顯著性 > 0.05，則採用相等變異數模型；若顯著性 < 0.05，則採用不相等變異數的 t 檢定。

三、結果

(一) 洞穴分布與形質

自 2020 年 2 月底至 2021 年 2 月底，共紀錄 290 個穿山甲洞穴(圖 2)，於六條調查樣線皆發現洞穴。穿山甲洞穴之平均直徑為 18.77 ± 5.11 cm，單一洞穴最寬者為巨松臺的一處 55 cm 直徑之洞穴，深度約 33 cm。洞穴之平均深度為 42.75 ± 23.23 cm，單一洞穴深度最深者為於小出山林道所記錄的洞穴，可測量深度達 130 cm，其次為山嵐小徑靠近巨松臺步道的洞穴，可測量深度達 120 cm。洞穴之平均坡度為 43.65 ± 21.39°。

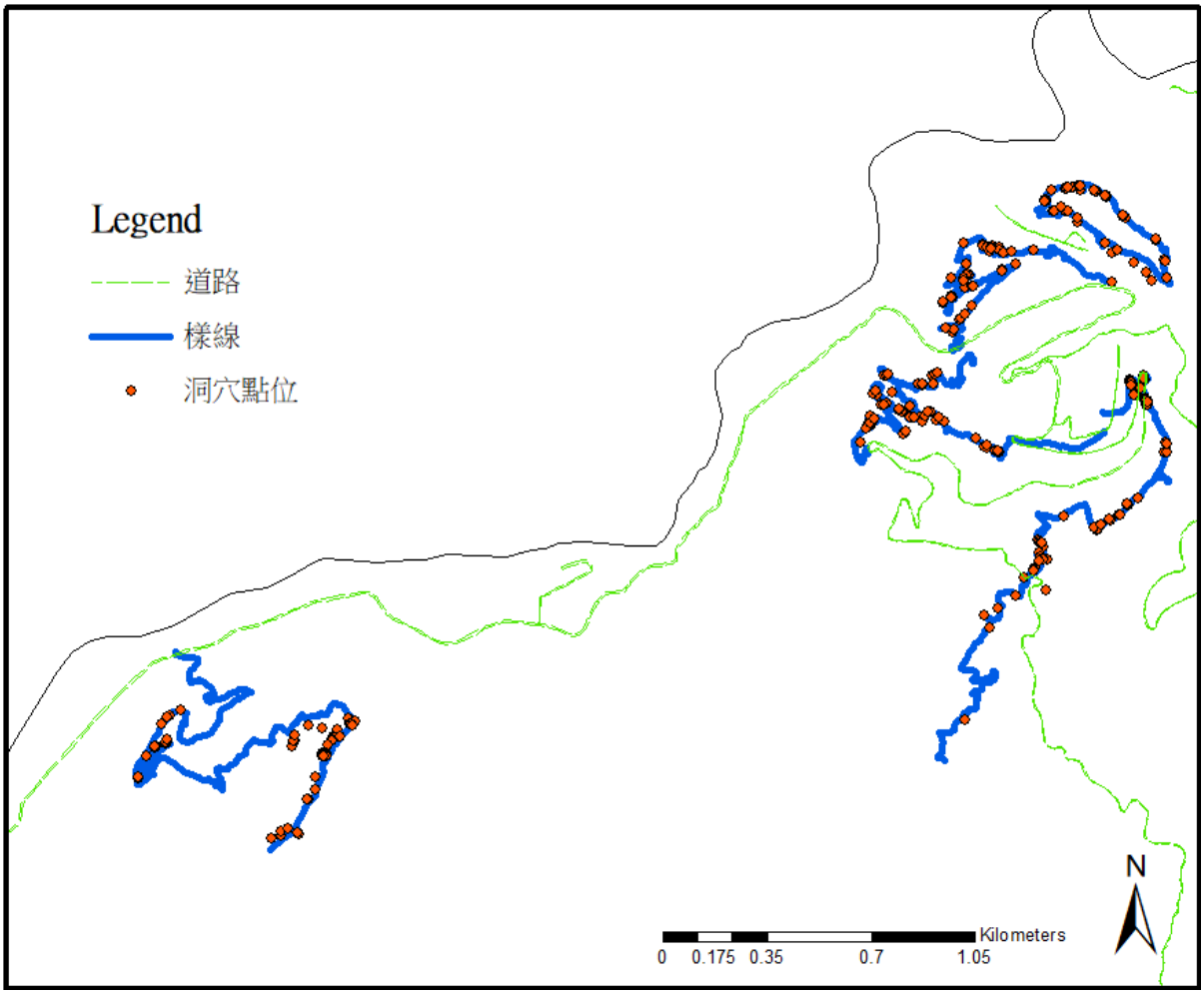


圖 2、惠蓀森林遊樂區臺灣穿山甲洞穴分布。

Fig. 2 Burrow of Formosan pangolin in Huisun Forest Recreation Area.

(二) 穿山甲棲地利用

1. 海拔

沿線調查之洞穴平均海拔為 810.45 ± 99.89 m (表 1)；隨機樣點之平均海拔為 806.32 ± 167.89 m (表 1)，檢視沿線調查與隨機點位的海拔高度，在 Levene 檢定時，有顯著性，所以採用變異數不相等之 t 檢定，結果顯示兩者無差異顯著 (p = 0.719)。

2. 洞穴坡度值

沿線調查之洞穴坡度值平均坡度為 43.65 ± 21.39°(表 1)；隨機樣點之坡度為 30.02 ± 11.65°(表 1)，檢視沿線調查與隨機點位的洞穴坡度值，在 Levene 檢定時，無顯著性，所以採用變異數相等之 t 檢定，結果顯示兩者無顯著差異 (p = 0.085)

3. 太陽輻照度

沿線調查之洞穴平均太陽輻射為 1339822.53 ± 385672 WH/m^2 (表 1)；隨機樣點之平均太陽輻射為 1357120.94 ± 228610.97 WH/m^2 (表 1)，檢視沿線調查與隨機點位的太陽輻射因子，在 Levene 檢定時，有顯著性，所以採用變異數不相等之 t 檢定，結果顯示兩者無差異顯著 (p = 0.511)。

4. 洞穴周圍坡向

沿線調查所得的洞穴周圍之坡向以向北者比例最高(25.86%)，其次為東南(17.93%)、西(17.93%)、東北(15.52%)、西北(14.48%)、南(6.90%)，向東者為最少

(1.38%)；而在隨機樣點的坡向中，以向北者和西北比例最高 (25.86%)，其次為東北 (17.24%)、東南 (9.66%)、西 (7.93%)、西南 (6.55%)、南 (4.48%)，向東者為最少 (2.41%) (表 1)。檢視沿線調查與隨機點位的洞穴周遭之坡向，發現兩者有顯著差異 (p <0.001)。

5. 林木類型

沿線調查所得的洞穴之林木類型以闊葉樹林型為最多 (61.72%)，其次為針闊葉混淆林 (18.62%)、針葉樹林 (12.76%)、待成林地 (5.86%)，竹林為最少 (2.09%)；而在隨機樣點的林木類型中以闊葉樹林型為最多 (65.17%)，其次為針闊葉混淆林 (20.34%)、針葉樹林 (8.62%)、待成林地 (4.14%)，竹林為最少 (1.72%) (表 1)。檢視沿線調查與隨機點位的林木類型，發現兩者無差異顯著 (p = 0.411)。

四、討論

本研究為惠蓀森林遊樂區首次穿山甲系統性調查，結果顯示穿山甲於惠蓀森林遊樂區是廣泛分布，從入口的小出山林道到湯公碑步道的盡頭都有其洞穴痕跡。在過往臺東的穿山甲研究中[3]，五隻雌性的居住洞穴平均深度為 233 cm (n=55)，最淺為 90 cm，最深為 505 cm。本研究所記錄的洞穴之平均深度為 42.75 ± 23.23 cm，推測大多數為覓食洞穴。由於惠蓀森林遊樂區屬中高海拔區域，本研究記錄的洞穴中有三分之二分布於海拔 750-850 m。洞口平均坡度與[2]的結果一致，顯示多位於坡度 30-60° 的地形，且穿山甲的洞穴多位於較緩的斜坡上[2][9][10]，推測：(1) 穿山甲為了節省挖掘洞穴時所耗費的能量。(2)穿山甲的洞穴避免被雨

表 1、洞穴痕跡與隨機樣點的環境因子。

Table 1 Environmental factors of pangolin burrows and random points.

環境因子	Levene 檢定 p value	t 檢定 p value	卡方檢定 p value	洞穴痕跡 (n=290) (Mean±SD)	隨機樣點 (n=290) (Mean±SD)
海拔 (m)	0.000	0.719	-	810.45±99.89	806.32±167.89
坡度值(°)	0.097	0.085	-	43.65±21.39	28.41±10.81
太陽輻射 (WH/m^2)	0.000	0.511	-	1339822.53±385672	1357120.94±228610.97
坡向	-	-	0.000	北(25.86%) 東南(17.93%) 西(17.93%) 東北(15.52%) 西北(14.48%) 南(6.9%) 東(1.38%)	北(25.86%) 西北(25.86%) 東北(17.24%) 東南(9.66%) 西(7.93%) 西南(6.55%) 南(4.48%) 東(2.41%)
林木類型	-	-	0.411	闊葉樹林型(61.72%) 針闊葉混淆林(18.62%) 針葉樹林(12.76%) 待成林地(5.86%) 竹林(2.09%)	闊葉樹林型(65.17%) 針闊葉混淆林(20.34%) 針葉樹林(8.62%) 待成林地(4.14%) 竹林(1.72%)

水入侵造成內部環境不良。(3)過於陡峭之環境不利於穿山甲活動。而比較沿線調查與隨機樣點的環境因子時，除了洞穴坡向呈顯著差異外，洞穴坡度、海拔及太陽輻照度均無顯著差異。洞穴周邊坡向多偏向北或西，與翡翠水庫集水區洞穴多朝西南不同[5]，但與海岸山脈地區多朝西或西北的情況相近。而先前研究認為，為維持洞穴內溫度，穿山甲會選擇朝西、西南或南的坡面，以獲得充足日照[11]，但本研究並未檢測到沿線與隨機樣點在太陽輻照度上的顯著差異，此結果可能與本研究多調查到覓食洞穴有關，覓食洞穴的選擇可能更側重於覓食效率，而非為長期休息或育幼所進行的熱量調節，因此推測太陽輻照度可能不是影響坡向選擇的直接因素，但仍需進一步驗證。

植被方面，本研究洞穴所在的林型以闊葉樹林型為最多，與新北新店地區[4]、翡翠水庫集水區[5] 的調查結果相符。然而，洞穴與隨機樣點在林木類型上並無顯著差異，與鸞山地區與翡翠水庫的研究結果一致[3][5]，但不同於北部陽明山國家公園發現穿山甲偏好相思樹林的現象[13]。這可能暗示在惠蓀森林遊樂區，穿山甲對林型的利用具有廣泛性，其掘穴活動可能更受地形因子或微氣候的影響。

五、結論

研究從 2020 年至 2021 年於惠蓀森林遊樂區六條樣線皆有發現穿山甲洞穴，共計 290 個，平均洞口直徑為 18.77 ± 5.11 cm，平均深度為 42.75 ± 23.23 cm，顯示出臺灣穿山甲的普遍分布。在棲地利用方面，臺灣穿山甲洞穴多位於闊葉林內，且周邊坡向以北向與西向為主，坡度多介於 30-60°。本研究是惠蓀森林遊樂區首次系統性的穿山甲調查，提供了重要的基礎分佈資訊，為後續族群監測與保育規劃提供基礎。雖然本研究為探索性研究，但初步觀察到的現象對於園區的保育管理仍具參考價值。由於穿山甲洞穴多集中於北向與西向坡，建議在規劃遊客活動或進行林地管理時，應將這些區域視為潛在的重點棲地。此外，本研究尚未評估人為活動(如遊客數量與道路距離)對穿山甲棲地利用的影響，未來可進一步針對遊憩干擾因素進行量化分析，以作為惠蓀森林遊樂區經營管理之依據。

六、致謝

感謝國立中興大學實驗林管理處經費補助與行政協助，感謝國立中興大學研究助理廖昱銓與諸多學生協助調查。

七、參考文獻

[1] 行政院農委會林務局 (2015) 第四次森林資源調查報告。

[2] 吳詩寶、馬廣智、陳海、徐昭榮、劉迺發 (2003) 大霧嶺保護區穿山甲冬季生境選擇。生態學報 23(6): 1079-1086。

[3] 林敬勛 (2011) 臺東鸞山地區臺灣穿山甲 (*Manis pentadactyla pentadactyla*) 活動範圍與洞穴利用之研究。國立屏東科技大學碩士學位論文。

[4] 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。

[5] 范中衍 (2005) 翡翠水庫台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。

[6] 張小飛 (2001) 以生態規劃法探討惠蓀林場土地利用。東海大學景觀學系碩士論文。

[7] 張啟彥 (2004) 台灣穿山甲飼糧表面消化率之研究。國立台灣大學畜產學系碩士論文。

[8] 野生動物保育法 (1989) 行政院內政部。中華民國。

[9] 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。臺灣省林業試驗所合作。

[10] 蔡育倫、袁孝維、陳寶忠、楊翕雯 (2004) 木柵山區台灣穿山甲(*Manis pentadactyla pentadactyla*) 野外棲地初探。臺大實驗林研究報告 18: 29-34。

[11] 賴智恩 (2013) 以物種分布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。

[12] 蘇鴻傑 (1987) 森林生育因子及其定量評估。中華林學季刊 20(1): 1-14。

[13] Chen HL, Liao YC, Lin WJ, Li HF (2025) Historic record, current distribution and habitat selection of Chinese pangolin in Yangmingshan National Park, Taiwan. Global Ecology and Conservation 59: e03521. https://doi.org/10.1016 /j.gecco.2025.e03521

[14] Environmental Systems Research Institute (2016) ArcGIS Desktop: Release 10.3. Redlands. Environmental Systems Research Institute. http://www.esri.com/

[15] Gaubert P, Antunes A (2005) Assessing the taxonomic status of the Palawan pangolin *Manis culionensis* (Pholidota) using discrete morphological characters. Journal of Mammalogy 86(6): 1068-1074.

[16] Katuwal HB, Sharma HP, Parajuli K (2017) Anthropogenic impacts on the occurrence of the critically endangered Chinese pangolin (*Manis pentadactyla*) in Nepal. Journal of Mammalogy 98:1667-1673.

[17] McDonough CM, Delaney MJ, Le PQ, Blackmore MS, Loughry WJ (2000) Burrow characteristics and habitat associations of armadillos in Brazil and the United States of America. Revista de Biologia Tropical 48(1): 109-120.

[18] Panta M, Dhami B, Shrestha B, Kc N, Raut N, Timilsina YP, Khanal Chhetri BB, Khanal S, Adhikar H, Varachova S, Kindlmann P (2023) Habitat preference and distribution of Chinese pangolin and people' s attitude to its conservation in Gorkha District, Nepal. Frontiers in Ecology and Evolution 11: 1081385. https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1081385

[19] Reichman OJ and Smith SC (1990) Burrowing behavior by mammals. In:Current Mammalogy. (Ed. By H.H.Genoways). p197-244. New York:Plenum Press.

[20] Sabin KC, Regmi S, Pant B, Nepali A, Katuwal HB, Sharma HP (2024) Factors influencing Chinese pangolin (*Manis pentadactyla*) burrow selection in the Chandragiri-Champadevi hills of Kathmandu Valley, Nepal. Heliyon 10(4). https://doiorg/101016/jheliyon2024e25774

[21] Sharma S, Sharma HP, Chaulagain C, Katuwal HB, Belant JL (2020) Estimating occupancy of Chinese pangolin (*Manis pentadactyla*) in a protected and non-protected area of Nepal. Ecology and evolution 10(10): 4303-4313. https://doiorg/101002/ece36198

[22] Shrestha A, Bhattarai S, Shrestha B, Koju NP (2021) Factors influencing the habitat choice of pangolins (Manis spp.) in low land of Nepal . Ecology and Evolution 11(21): 14689-14696. https://doi.org/10.1002/ece3.8156

[23] Sun NCM, Lin JS, Pei KJ (2025) Characteristics, location, and usage patterns of resting burrows in Chinese pangolins: Insights from radio-telemetry tracking. Global Ecology and Conservation 57: e03406. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2025.e03406

[24] Willcox D, Nash HC, Trageser S, Kim HJ, Hywood L, Connelly E, Ichu Ichu G, Kambale Nyumu J, Mousset Moumbolou CL, Ingram DJ, Challender DWS (2019) Evaluating methods for detecting and monitoring pangolin (*Pholidata: Manidae*) populations. Global Ecology and Conservation 17: e00539. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00539

2025 年 08 月 13 日 收稿
2025 年 12 月 28 日 修正
2026 年 03 月 09 日 接受