

行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 96-00-8-02 號

臺灣黑熊於南臺灣之分布及棲地利用調查

Distribution and Habitat Use of Formosan Black Bears in Southern Taiwan



研究主持人：黃美秀 Mei-Hsiu Hwang

協同主持人：王 穎 Ying Wang

研究助理員：劉曼儀 Man-I Liu

委託機關：行政院農業委員會林務局

執行機關：屏東科技大學野生動物保育研究所

中華民國九十七年七月

林務局保育研究系列 96-02 號

臺灣黑熊於南臺灣之分布及棲地利用調查

黃美秀、王穎、劉曼儀 民國 97 年 7 月

摘 要

棲息地的喪失及破碎化為現今保育大型食肉目動物最主要的議題，有效的經營管理野生動物遂繫於瞭解動物對棲息地的需求和預測其分佈。本研究旨在持續收集近年來（1990~2006）本島發現台灣黑熊的紀錄，同時藉由野外樣帶調查及部落訪查，建立南台灣地區台灣黑熊的地理分佈，以釐清實際可能影響此物種棲地選擇之因素。利用基因演算（Genetic algorithm for rule-set prediction，GARP）法分析第一年度計畫所收集的黑熊資料所建立分佈預測模式顯示，台灣黑熊與早期研究的地理分佈上有縮減的趨勢，預測黑熊會出現的面積佔台灣本島之25.5%，其中56.4%於保護區系統內。野外於284段密集調查的線段（長0.5 km 寬6公尺）上，記錄101筆黑熊痕跡，黑熊出現百分比為12.7%。黑熊於樣帶上出現的頻度以玉穗山區最高（41.7%），其次為關東松轆轤（37.5%）、中平林道（33.3%）、卑南橫斷（21.3%）、伊加之蕃（14.7%）、小鬼湖（4.5%）。旗鹽山、舊萬安-平和、崙天山區、雙龍-人倫、丹大山區於皆沒有發現任何熊的紀錄。結果顯示南橫公路以北的玉山國家公園，以及南橫以南延伸至雙鬼湖保護區的中央山脈區域，仍有連續大面積的黑熊分佈紀錄。樣帶上發現到黑熊痕跡的記錄於不同的海拔、植被、偶蹄類豐富度指標與調查樣帶預期的預期值皆呈顯著差異，此與Logistic迴歸模式分析此三項環境變因可有效地解釋與預測台灣黑熊的出現的結果相似。台灣黑熊於海拔1000-2500 m，針闊葉混生林及闊葉林，以及偶蹄類相對豐富度中等以上（>10 排遺/0.5 km）的環境，有偏高的利用程度。雖然狩獵活動與黑熊記錄無顯著相關，然調查樣帶記錄到黑熊的百分比及機率皆與抵達調查地點的時間以及偶蹄類豐富度皆呈正相關，顯示人為干擾可能間接或直接的影響台灣黑熊的分佈。此外，三分之一的樣帶有紀錄到疑似非法狩獵的痕跡，而且仍於一些村落查訪到近期非法狩獵黑熊的紀錄，顯示加強保育此數量稀少的種群免於非法狩獵及貿易的威脅有其必要性。

關鍵詞：台灣黑熊、地理分布、棲息地選擇、基因演算法

Abstract

Habitat loss and fragmentation have become the primary issues for conserving large carnivores. Understanding habitat requirement of animals and predicting their geographic distribution are the basis for successful wildlife management. The study objective was to continue the data collection for occurrences of Formosan black bears (*Ursus thibetanus formosanus*) since 1990. By constructing the geographic distribution of bears in southern Taiwan, we conducted field and interview surveys, and examined the factors which may influence their habitat selection. We also used the Genetic algorithm for Rule-set Prediction (GARP) to analyze the bear occurrence database collected last year. The result indicated a dwindling distribution, which comprised 25.5% of the island area and 56.4% of them were within protected areas. We recorded 101 bear signs within 284 transect unites (500 m*6 m). The overall occurrence percentage was 12.7%, and was highest in Yusuei mountain (41.7%), then followed by Guandongsong-lulu (37.5%), Jhongping trail (33.3%), Beinan (21.3%), Yijiajhihfan (14.7%), and Siaooguei Lake (4.5%) . However, we did not find any bear sign in Ciyan mountain, Jiouwanan-Pinghe, Luntian, Shuanglong-Renlun, and Danda areas. We found that there were extensively large areas in both sides of the Southern Cross-Island Highway, i.e., Yushan National Park and the southern areas up to the Shuanggueihu Major Wildlife Habitat, respectively. The percentage of transect unites with bear occurrences differed significantly from the expected value according to elevations, vegetations, and ungulate abundance indexes. Logistic regression model also identified these 3 important factors which could effectively predict the bear occurrence. Formosan black bears preferred areas of 1000-2500 m in elevation, broad-leaved and coniferous mixed forests, and broad-leaved forests, and appropriately high ungulate abundance index (> 10 pellets/0.5 km). Although hunting pressures was not significantly related to bear occurrences, the transect percentage and ratio of bear occurrences positively related to time for hiking to the survey site and ungulate abundance index. This indicated human disturbance would directly or indirectly influence bear presence. Moreover, one third of the transect units had signs of illegal hunting activities, and illegally hunting black bears derived from local interviews were confirmed. Our study suggested the necessity of enhancing protection of the already-rare bears from illegal hunting and trades.

Keywords: *Ursus thibetanus formosanus*, geographic distribution, habitat selection, Genetic Algorithm for Rule-set Prediction

致 謝

本研究承蒙農委會林務局提供經費支持，感謝承辦人員王冠邦先生，於行政事務與資料調閱上熱心地提供協助，以及計畫執行上的諸多建議。南台灣各林管處在調查過程中所提供的協助與資訊，在此一並感謝。

在一年以來曾經協助過野外調查的志工為南台灣黑熊調查的幕後功臣，郭彥仁、古總結、游秀雲、劉純宇，以及國立屏東科技大學野生動物保育研究所張書德、蔡幸蓓、林廷輝等人長期協助深入台灣山林協助調查。另外，在 12 個訪談部落當中來義鄉、霧台鄉、桃源鄉、金峰鄉、阿里山鄉、卓溪鄉、萬榮鄉、信義鄉、桃源鄉、茂林鄉、三民鄉、海端鄉等 58 位受訪者，以及所有在部落當中曾經幫助過我們的朋友們，所提供的資訊與知識著實帶給我們偌大的幫助。同時特別感謝在部落訪談中的引介者胡金男、松文華、沙韻文、林淵源、馬遠村長等人，協助尋找相關受訪者，並讓受訪者較願意卸下防備心與我們分享他們的資訊。

審查委員台灣大學李玲玲教授及東海大學林良恭教授對於本研究結果提出悉心指教與建議。此外，詳實填寫「發現台灣黑熊」問卷或網路問卷者，在此一併感謝提供資訊。本研究中有關 GIS 之棲息地分析和繪圖，皆由吳尹仁小姐製作完成，在此致上最深的謝意。

目 錄

摘要.....	I
Abstract.....	II
致謝.....	III
目錄.....	IV
表目錄.....	V
圖目錄.....	VI
壹、前言.....	1
貳、研究方法.....	6
參、結果.....	11
肆、討論.....	21
伍、結論與建議.....	32
陸、參考文獻.....	34
附錄一、南台灣野外調查台灣黑熊所記錄的痕跡.....	40
附錄二、南台灣穿越帶調查所發現的狩獵痕跡.....	42

表目錄

表一、分析影響台灣黑熊出現之自然和人為環境因素的列表及說明.....	43
表二、以七項環境變因利用基因演算法(GARP)所建立之台灣黑熊分佈預測 模式.....	44
表三、南台灣野外調查台灣黑熊分佈之區域及時程.....	45
表四、南台灣野外調查區域的樣帶，以及發現台灣黑熊痕跡結果.....	46
表五、南台灣野外調查樣帶發現台灣黑熊的痕跡類型及數量.....	47
表六、南台灣各地區調查樣帶發現有關狩獵活動痕跡的類型及數量.....	48
表七、利用海拔、植被、偶蹄類動物相對豐富度三項變因所建立之台灣黑 熊分佈之邏輯回歸分析模式.....	49
表八、南台灣部落訪查台灣黑熊分佈之區域範圍及結果總表.....	50

圖目錄

圖一、成功的熊類保育計畫所應強調的議題及各種因素關係.....	3
圖二、利用第一年訪查資料庫（黃美秀等 2006）以基因演算法所預測之台灣黑熊地理分佈圖（1*1 公里網格單位）.....	51
圖三、南台灣野外調查台灣黑熊之路線與發現有熊格之分布。共計調查 279 個 1*1 公里網格，包括 49 個有熊格.....	52
圖四、南台灣地區利用沿線痕跡調查法於寬 6 m 長 500 m 樣帶上記錄台灣黑熊的痕跡數量.....	53
圖五、野外調查樣帶之海拔分佈和紀錄台灣黑熊痕跡的百分比例（柱狀圖），以及於各海拔梯度發現黑熊痕跡的機率（曲線圖）.....	54
圖六、野外調查樣帶之植被分佈和紀錄台灣黑熊痕跡的百分比例（柱狀圖），以及於各種植被環境下發現黑熊痕跡的機率（曲線圖）.....	55
圖七、圖七、抵達野外調查樣帶步行所需花費時間（天）和紀錄台灣黑熊痕跡的百分比例分佈（柱狀圖），以及於不同行程發現黑熊痕跡的機率（曲線圖）.....	56
圖八、野外調查樣帶每 500 公尺上記錄偶蹄類動物排遺的數量分佈和發現台灣黑熊痕跡的百分比例（柱狀圖），以及於不同偶蹄類豐富度指標下發現黑熊痕跡的機率（曲線圖）。.....	57
圖九、於南台灣（以丹大林道與萬榮林道為南北界的劃分；TWD67, 2636000 m N），進行訪談台灣黑熊之部落和發現熊地點分佈.....	58
圖十、根據本調查結果與 2006 年之訪查結果（黃美秀等 2006）所繪製之南台灣有熊格分佈圖.....	59

壹、前言

有效的野生動物經營管理繫於能夠瞭解和預測動物對棲息地的需求。因此，對於保育受威脅的物種如台灣黑熊而言，所需採取的積極保育行動包括瞭解現有種群的地理分布範圍，以作為未來可能進行重要棲息地復育的位置及方式的選擇，以及評估各種開發或環境變化對於種群的潛在影響的重要參考(Palma *et al.* 1999, Anderson *et al.* 2004, Hidalgo-Mihart *et al.* 2004)。

台灣黑熊 (*Ursus thibetanus formosanus*) 為亞洲黑熊於台灣的特有亞種 (Nowak 1991)，是台灣最大型的食肉目動物。此物種於 1989 年被列為野生動物保育法的「瀕臨絕種」保育類動物，迄今目前的分布仍缺乏明確的資料。雖然早期的紀錄顯示台灣黑熊曾廣泛的分布在台灣本島，主要於台灣全島海拔 100~2000 m 的森林地區 (Kano 1940; cited by Wang 1999)。然近幾十年來，台灣工商業急遽的發展，許多自然棲息地遭受破壞，加上人為干擾和非法狩獵的壓力，台灣黑熊數量不僅大幅縮減，種群的活動範圍也日漸縮小，似乎有被迫往海拔較高、人為活動較少的區域活動的趨勢 (Wang 1999)。

為了提供台灣地區現今台灣黑熊的最新資訊，以及落實保育黑熊的最基本目標，研究者 (黃美秀等 2006a) 於上一年度之研究計畫中，藉由一系統性且密集式的全國調查，利用座談訪查、問卷、文獻等方法，收集近年來野外黑熊於全島的出現記錄，有系統地建立台灣黑熊自 1990 年以來於本島的分布資料庫，對於此物種目前在全島的地理分布區域和棲地利用模式、族群變化趨勢，以及保育現況和經營管理上所面臨的相關困難或議題，提供了初步的基礎資訊。該研究並利用地理資訊系統 (Geographic Information System)，與現有的土地利用型等環境資料。

研究者 (黃美秀等 2006a) 所蒐集的 692 筆熊資料涵蓋 214 個 4*4 km 網格，主要集中於中央山系，所勾勒出的黑熊分布範圍面積約為 10,473 平方 km，為台灣島面積之 29%；此區域內有黑熊出沒資料者則佔該範圍之 33%，另有極少數的黑熊記錄出現於海岸山脈。其中近一半的黑熊資料出現於國家公園與自然保留區以外的地區，可見保護區之設置對於台灣黑熊保育很重要。黑熊由北而南於四個區域出沒百分比分別為：插天山-雪霸 31%、能安-丹大 15%、玉山國家公園 54%、大武-雙鬼湖 41%。能安-丹大區之黑熊資料特別少，初步推測可能與人類可及度較低而使資料收集偏少，或是因該地區黑熊密度較低有關 (黃美秀等

2006a)。

該研究結果同時顯示台灣黑熊於 250-3800 m 皆有出沒紀錄，但主要出現於 1000-2000 m (60%) 和 2000-3000 m (25.8%)；其出現於針闊葉混合林 (43%, n=398) 及溪流與湖泊 (17%) 之比例，也皆比預期值高。一半以上的林管處受訪者表示黑熊的數量稀少，且 40% 不知道黑熊之族群變化，顯示此物種相關的族群生態資訊及監測十分不足。因此，建議進一步分區實際調查野外黑熊之族群相對豐富度，以及探討攸關黑熊存續的環境因子，以評估其分布熱點和重要的復育經營管理區域。

一、擬解決問題

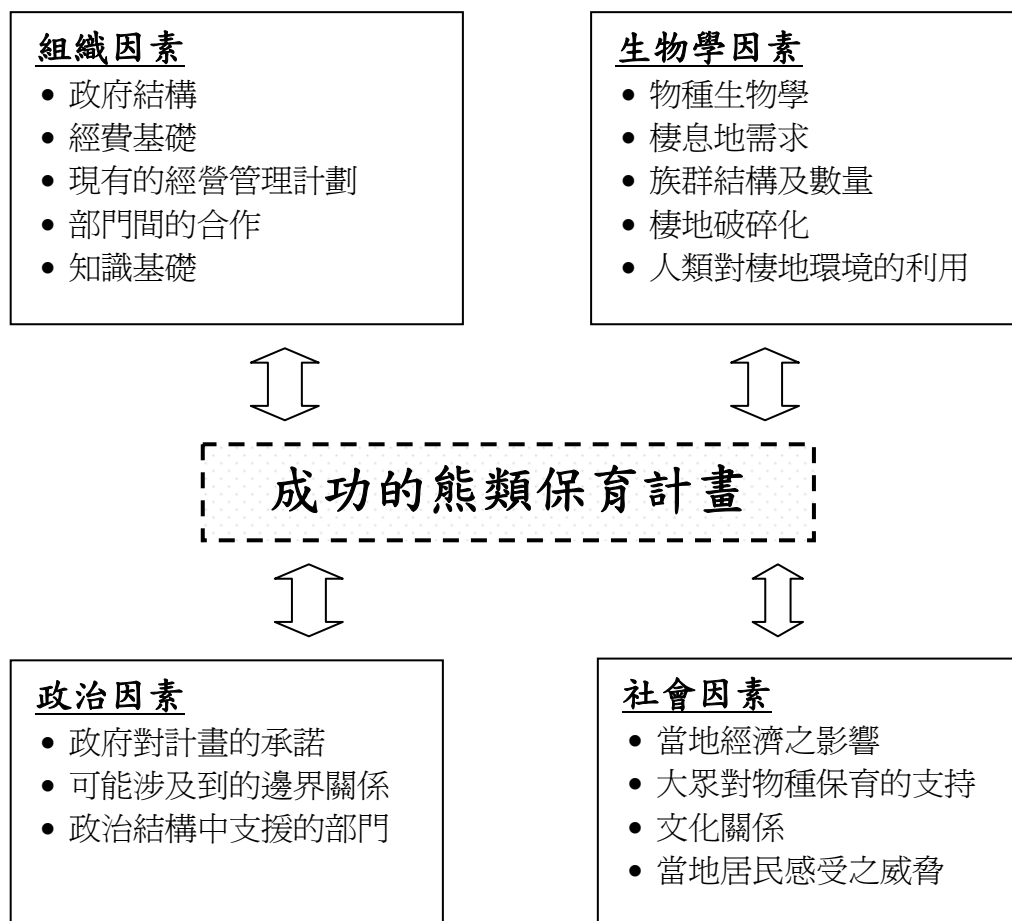
和保護其他大型食肉類動物相似，保育熊類的永續族群端賴社會大眾和政府機關的持續支持才能成功。熊類的保育是一個複雜、且涉及多領域學科的挑戰，因為人對動物及其棲息地可能造成的干擾往往是多樣、且程度不一的(圖一；Peyton *et al.* 1999)。因此，成功的黑熊保育不僅依賴人們對於野生動物經營管理上的認識，包括社會、經濟、行政、組織的因素，更有賴研究及經營管理單位對於熊類生物學資訊的累積。這方面資訊的傳遞更是保育宣導教育的必要手段，也是最有效率、影響最深遠的方式之一。

台灣黑熊的數量稀少且習性隱蔽，加上台灣山區研究環境相當艱惡，野外調查活動範圍廣泛的動物(如黑熊)十分困難，此物種現今於野外族群的分布、豐富度依然不夠明朗，往往造成管理單位於擬定相關保育政策及行動時的限制。不僅在台灣，亞洲黑熊在大部分的其它亞洲地區的資訊更形貧乏，而且所有的熊類物種皆為受威脅或瀕危的保育類動物，國際自然保育聯盟亞洲黑熊專家群組(IUCN, Asiatic Black Bear Specialist Group)於 2004 年遂策劃同步普查亞洲地區熊類分布現況，並於 2006 年的國際熊類研討會中由各國研究者共同發表成果。

動物的分布一般並非呈現逢機型態，而是與棲息地中的環境因素存在著某種程度的關係。傳統的調查方式常受環境、人力、物力、財力、時間上的限制，很難在短時間之內完成有關物種大範圍分布的全面野外調查，以提供完整的動物分布資料，尤其是密度低或活動範圍廣大的種類，例如熊科動物。近年來許多研究者遂使用各種數學統計方式，利用若干重要的環境因素建立野生動物的棲息地模式，預測該物種在尚未調查的地區的可能分布情形，此法不僅可以彌補野外調

查研究的不足，也及時提供了野生動物保育和經營管理於決策上的重要資訊（Guisan and Zimmermann 2000，Kobler and Admic 2000，Glenz *et al.* 2001，McLellan *et al.* 2001）。

事實上，台灣黑熊除了數量稀少之外，其於生態上及保育上所扮演的功能和角色，不僅攸關此物種於本島的保存，更影響更大尺度的生物多樣性保育。深入瞭解受威脅物對於棲息環境的需求，不僅關係著能否有效地保護該物種的野外族群，同時也保護到台灣全島大範圍的生態系及所屬生物多樣性。因此，瞭解此物種之地理分布及棲息地利用模式，無疑應該列為當前保育台灣黑熊及生物多樣性的優先重要課題。



圖一、成功的熊類保育計畫所應強調的議題及各種因素關係（資料來源：Peyton *et al.* 1999）

近年來地理資訊系統 (Geographic information system, GIS) 已廣泛地應用於建立各種物種地理分布的預測模式。其中，最常被使用的技術之一便是基因演算法 (genetic algorithm for rule-set prediction, GARP)。此法係以人工智慧學習工具 (artificial intelligence model) 為基礎，使用環境資料和物種出現的地點，以找出各組成 (環境因子) 之間的規則，此規則得以決定該物種出現於何種生態區位上 (Stockwell and Noble 1992)。GARP 僅需物種出現 (presence only) 資料的模式，模式測試結果亦顯示其良好的預測力 (Peterson 2001)。例如，Peterson (2001) 利用北美鳥會調查資料，發現 34 種鳥類的試驗皆呈高度顯著差異，顯示模式具極高的預測能力。另在台灣於預測八色鳥的全島分布，此法也是五種模式中預測準確度最高者，模式準確度高達 85% (李培芬等 2005)。

雖然現有可用的GIS圖層可能僅涵蓋目標物種的部分生態棲位方位 (nich dimension; Hutchinson 1957)，但卻提供了通常會影響動物巨觀地理分布的重要環境資料 (Brown and Lomolino 1998)。GARP模式顯示出動物潛在可棲息的地區，但很少物種實際分布於所有潛在的棲息地上。因此，除了考量生物因素之外，若進一步列入其他限制分布的變因，如物種間的競爭作用或地理隔離而導致無法成功的播遷等，則GARP模式乃反映出物種的歷史或現今的分布狀況 (Anderson and Martínez-Meyer 2004)。

因此，本研究目的旨在利用上一年度計畫所收集的黑熊出現資料，利用地理資訊系統與各項與黑熊活動相關的重要環境變因圖層資料套疊，並搭配基因演繹法 (GARP) 等數學模式，建立台灣黑熊的分布預測模式，以釐清黑熊分布與環境因子之關係。

此外，為了增加預測分布模式的準確性及適用性，本計畫同時分區進行野外調查，實地蒐集黑熊的活動情況，以進一步和初步建構的預測分布模式的結果相互驗證，並且分析台灣黑熊的棲息地環境的特徵，以完成開發更精準之分布預測模式。同時，藉由野外調查及訪查之進行，加強與當地林業工作者或居民合作調查研究，進一步釐清當地實際可能影響黑熊族群分布之重要威脅因素，以達促進監測台灣黑熊野生族群之能力。

二、計畫目標

- (一) 利用數學統計及地理資訊系統，初步建立台灣黑熊於全島之分布預測模式，預測潛在的分布區域。
- (二) 勾勒台灣南部台灣黑熊的地理分布範圍，以及探討影響的重要因素。
- (三) 瞭解台灣南部野外台灣黑熊的棲息環境特徵及相關生態習性。

貳、研究方法

一、基因演算法建立分布預測模式

為初步建立台灣黑熊於全島之分布預測模式，本研究利用上一年度計畫所收集的黑熊出現資料（黃美秀等 2006a）作為建立模式之台灣黑熊資料庫。本研究中採用李培芬等人（1997）所建置之台灣地區生態與環境因素資料庫，環境圖層皆為 1*1 km 網格，台灣本島共 37,552 個網格。玉山國家公園無線電追蹤台灣黑熊的出現最低海拔於約為 300 m（Hwang 2003）。為了瞭解台灣黑熊對於棲息地的選擇性，本研究樣區的界定乃移除臺北市及高雄市所屬範圍，並選取海拔高度大於 100 m 的連續網格，遂得研究樣區共 24,260 個 1*1 km 網格。

我們檢視相關文獻上提及影響熱帶至溫帶地區熊類對棲息地利用的各種環境因素，以及考量國內相關圖層資料的可得性之後，選出七種可能影響黑熊出沒的變因，包括自然和人為干擾因素，作為建立台灣黑熊預測分布模式和分棲息地利用的變因。前者包括海拔、坡度、植生指標（Normalized Difference Vegetation Index, NDVI）、離溪流最近距離；後者包括道路密度、離道路的最近距離和自然度指標。其中植生指標為定量計算衛星影像綠度之變化，此指數能反應植物生長、生態系活力和生產力等，可用來評估植物生長狀態，數值介於-1 至 1，值越大表示地表植物生育旺盛、植被覆蓋佳。這些環境資料圖層源自於台灣地區生態與環境因素資料庫（李培芬等 1997），各環境因素說明列於表一。

由於沒有發現到台灣黑熊的資料準確度對於解釋該物種的實際分布有很大的影響（吳尹仁 2007），因此本研究採用僅需物種出現資料的模式，即基因演算法（GARP），預測台灣黑熊的地理分布。我們利用以 GARP 演算法為基礎的套裝軟體 Desktop GARP（<http://www.lifemapper.org/desktopgarp>）進行。本研究利用亂數表將出現黑熊的點位資料逢機分成兩組：（1）training data（n= 439）：用來建立預測模式，並於找出最佳模式後，再將所有的組合累加後再除以最佳模式總數，便是預測該物種出現的機率值。也就是說，假設選定 10 個最佳模式後，利用 GIS 中 ASCII to Raster 的轉換功能，將每一模式（.asc）轉成 raster 檔，再利用 Raster Calculator 功能累加所有的模式，再除以 10，就是該網格預測物種出現的機率值。（2）test data（n= 150）：隨機選出有黑熊出沒的資料，以驗測已建立模式的準確性。先用 7 個環境變因建立第一次的預測分布模式，再將衍生的變因（離道路最近距離）拿掉後，以 6 個環境進行第 2 次預測，第 3 次再將離溪流

最近距離移掉後，進行預測，而選取 3 次不同變因組合中最佳模式。

爲了驗證模式的準確度及方便闡釋結果，研究者常將生物分布的資料依據一適當的切點 (cut point) 做分類，將預測分布值大於切點者，視爲物種會出現的區域，而預測值小於切點者，視爲該物種不會出現的位置。本研究採用平均值 $-1 \times$ 標差的方法選定切點 (Buckland *et al.* 1993)，並以此建立誤差矩陣 (confusion matrix、error matrix)，用來評估預測分布模式準確性。其中 a 爲該物種實際上有出現，而預測有出沒；d 是實際上不存在，而預測呈現該物種不會出現的結果；a 和 d 皆爲正確預測的部份。另 b 則是實際上沒有出現，卻預測有該物種出沒；c 是物種實際上有出現，卻預測該物種不存在，故前者屬 commission error (false positives, overprediction)，而後者爲 omission error (false negatives, underprediction)。

利用 sensitivity 和 Kappa 作爲評估模式的指數，前者爲「實際上有出現且預測也爲出現」的機率，而 Kappa 值雖和物種分布廣泛程度的相關性較低，但相對地較能反應物種對於棲地環境的高選擇性 (Manel *et al.* 2001)。Kappa 值介於 0~1 之間，若值大於 0.75，表示預測模式準確性極好；若值介於 0.40 和 0.75 之間，表示模式預測力尚可；若值小於 0.4，表示其預測力差 (Landis and Koch 1977)。

資料分析則以地理資訊系統 (ArcGIS 9.2) 爲基礎模組分析黑熊資料，搭配 ERDAS IMAGINE 8.5 萃取相對應環境屬性。黑熊出現點位的棲息地屬性乃利用 40*40 m 解析度的數值地形模型 DTM (Digital Terrain Model)，搭配 ERDAS IMAGINE 8.5 萃取出該點所對應的海拔，並以第三次台灣森林資源及土地利用調查 (台灣省林廳林務局 1995) 中的林型屬性，經林型特性重新分類後，再萃取熊資料點位所對應的林型。

二、野外台灣黑熊分布調查

爲了進一步確認黑熊於全島的地理分布範圍，提供增進黑熊分布模式之預測能力之資料，本研究以前一年計畫所建立的台灣黑熊 1990-2006 年分布資料 (黃美秀等 2006a) 爲架構資料庫。依此資料庫所繪製的發現台灣黑熊之校正最小凸多邊形範圍，配合由計畫執行當時林務局座談會受訪者估計黑熊可能分布範圍，套疊所得的最大範圍作爲本研究野外時地調查黑熊出沒狀況的區域。

本年度計畫所執行的南台灣部分主要劃分為大武山區、雙鬼湖區、南橫山區、丹大山區等。我們挑選至少 8*8 km (4 個 4*4 km 網格) 網格範圍內沒有黑熊記錄資料的區域，範圍涵蓋台灣南部潛在黑熊之分布地區，作為台灣南部野外黑熊調查以及訪查鄰近村落的樣區。路線選擇原則除了滿足 4 個 4*4 km 網格外，以能涵蓋最多網格範圍為優先。並考量調查路線安全性為優先。我們儘量於 4km 的網格當中至少選取 2 km 作穿越帶調查。在既定路線之外，亦選取具有調查潛力的穿越帶路線比如支稜等，以增加穿越帶的環境豐富度。

調查地區包括南投、嘉義、屏東、台東、花蓮五個林區管理處所轄之國有林區，以及保護區系統範圍和鄰近的山地鄉部落等地在選定的野外黑熊調查樣區上，我們利用穿越帶痕跡調查法，調查不同地區野外黑熊的出現有無及其痕跡相對密度，以瞭解之黑熊相對豐富度，以及可能影響黑熊分布的天然環境和人為活動等因子。穿越線儘量選擇非開放使用的登山步道或林道區域，避免人為活動對調查樣本收集的干擾。

調查樣帶的選取乃是每 1 km 的行進樣線內進行連續 2 個 250 m 的大型哺乳動物痕跡(包括台灣黑熊及四種偶蹄類動物)及環境調查，亦即每 km 進行 0.5 km 的密集調查記錄(後續以密集調查樣帶稱之)，而另 500 m 則僅限於搜尋黑熊的痕跡(後續以一般調查樣帶稱之)。觀察黑熊痕跡時，範圍是行進樣線左右各 3 m 的寬度。研究者詳細搜尋每棵胸高徑 > 10 cm 的樹木上的黑熊爪痕或上樹痕跡，以及地面上的任何黑熊活動痕跡(爪痕、折枝痕、食痕、排遺等)及數量。若這些痕跡是同時期新舊程度相當且疑似為同一個體所留，位於半徑 5 m 內出現者，則於後續分析中合併為一筆獨立的黑熊出沒資料。在穿越帶調查當中，若發現熊出沒痕跡，該位置均以 GPS 標定座標，以利後續紀錄作精確的判讀。

於自然環境因子上，我們以穿越帶為記錄單位，將樣區所在地森林類型分為原始林、人造林、次生林、草地、其他，再搭配子項目為針闊葉混生林、闊葉林、針葉林、草地等，並記錄優勢樹種組成。此外，也利用 GPS 儀記錄該地海拔高度。

為了解動物性獵物(Hwang 2003)對於台灣黑熊分布的影響，本研究記錄偶蹄類動物的相對豐富度。我們計數穿越帶上寬度 1 m 範圍內，所有的偶蹄類動物排遺的種類及堆數，以此指標評估黑熊潛在獵物(preyn base)之相對豐富度。水鹿(*Cervus unicolor*)、山羌(*Muntiacus reevesi*)、台灣野山羊(*Naemorhedus*

swinhoei) 的排遺，係以一堆顆粒數量大於 5 者，方視為一筆有效的樣本記錄，而山羌排遺顆粒數量較少（通常十餘個），且有時因動物邊走邊排糞而使顆粒沒有集中，故不易分辨是否為同一堆排遺，因此將散落於 5 m 內、新鮮度相同的顆粒，視為一獨立樣本記錄。

為評估人為活動對於台灣黑熊分布之的影響，我們記錄抵達調查地點所需花費的時間（天數）。同時記錄調查樣帶上各種人活動的痕跡，包括狩獵、登山遊憩、施工等。其它人為活動痕跡記錄包含垃圾（保特瓶、菸盒等）、營地、登山布條、其他。狩獵活動的相關痕跡，則包括陷阱（鐵夾、脖吊、腳吊）、砍痕、獵徑、獵寮、彈殼、生火餘燼、遇見獵人等。

將研究樣區內，發現黑熊記錄和沒有熊出現紀錄對應出網格所屬的環境變因屬性，以分析黑熊棲息地利用模式，探討可能影響黑熊棲息地選擇的相關環境因子。為瞭解南台灣地區野外台灣黑熊對棲息地的選擇性，我們針對於 0.5 km 密集調查樣帶的記錄資料，分析比較發現有黑熊出現地區（i.e., use）和整個研究樣區（i.e., availability）於各項環境變因上的百分比例，利用卡方分析檢定二者是否有顯著差異。同時就黑熊有無出現為依變數，以各個環境因子為自變數，以 Logistic 迴歸分析檢視影響野外台灣黑熊分布的重要因素。

三、原住民部落訪查及問卷

部落訪查的目的在於補足野外台灣黑熊分布調查的資訊，因此在透過第一年計畫所得資料與最大分布範圍中找尋合適部落作為訪談區域，以涵蓋最多網格範圍的部落作為優先訪談對象。訪談方式主要延續第一年的訪談技術（黃美秀等 2006），藉由人員訪談來增加熊分布的資料庫；同時也透過部落訪談補足野外調查無法逐一涵蓋的淺山地區之熊況，並進一步累積人熊關係的資料庫，瞭解村落居民對於台灣黑熊的態度、狩獵活動，或相關的價值和文化。

針對部落訪查所獲得原始資料加以整理，主要以 15 年內的資料優先採用。根據受訪者所提供資料加以驗證，主要以能提供清楚的事件與明確位置者為優先，並且以受訪者的第一手資料為主。部份受訪者所提供資料為部落間的訊息流通，除非有明確的「人事時地物」佐證，否則不予以採用。

延續去年全台灣黑熊問卷的調查，本年度仍持續接收來自各方的「發現台灣黑熊」問卷，以及台灣黑熊保育網上的問卷登錄資料（黃美秀等 2006a）。因問

卷數量較少，因此在結果部份與部落訪查合併。本研究主要透過實際野外調查了解第一現場的資訊，提供在深山地區當中黑熊分布的狀況以及環境、動物、人為因子的資料；另外，再透過沿山周邊的山地部落訪查以勾勒出黑熊在淺山邊界的分布情形，綜合兩者資料以呈現南台灣黑熊分布圖。

參、結果

一、台灣黑熊分布預測模式

利用第一年彙整的 589 筆點位資料，涵蓋了 344 個 1*1 km 網格（簡稱「有熊格」，其中 99% 有熊格位於中央山脈，1% 位於海岸山脈。利用基因演算法進行三次預測模式，分別包含 6-7 個環境變因，結果顯示預測模式的 sensitivity 為 0.873-0.893，Kappa 值為 0.307-0.360（表二），其中以採用包含所有變因（即海拔、坡度、植生指標、自然度指標、道路密度、離道路最近距離）所建立的模式，為最佳的預測模式，遂以此模式作為本研究預測台灣黑熊地理分布之應用模式。

雖然此模式的 Kappa 值小於 0.4，顯示偏低的預測水準度，然本研究實際紀錄有發現黑熊的有熊格中，即 96% 位於模式預測內，顯示此模式對於有熊分布的預測能力高。利用切點 0.525 將預測分布機率大於此值的網格歸類為「黑熊會出現（有熊）」，而小於或等於此值者則歸類為「黑熊不會出現（無熊）」，結果顯示預測黑熊會出現的面積為 9,587 km²，佔台灣本島之 25.5%（圖二），或佔本研究樣區之 40%，有 56.4% 於保護區系統內，其中 20% 位於國家公園內。

預測台灣黑熊的地理分布圖顯示，最北至臺北縣坪林鄉的三角崙附近，為零星的小區塊，從臺北縣烏來鄉以及桃園縣復興鄉呈現大範圍的區域，而南邊最遠到佳音安山和茶茶牙頓山一帶，從屏東縣的春日鄉、達仁鄉、獅子鄉交界，才開始有較大區塊連結。西邊則位於嘉義縣的阿里山鄉以及高雄縣三民鄉、桃源鄉一帶；東邊海岸山脈呈現一狹長條區域，並與中央山脈分隔開（圖二）。

二、野外沿線痕跡調查

（一）調查區域及記錄台灣黑熊分布狀況

本年度針對南台灣尚無台灣黑熊紀錄的地區進行調查，96 年 3 月至 97 年 4 月期間，野外調查總計進行 12 次，執行費時 72 日（不含交通往返）；每次調查約 4-5 人不等，總計 281 人天。涵蓋屏東縣、高雄縣、南投縣、花蓮縣、台東縣等山區，北抵丹大山區，南至北大武山區。其中調查路線中有 5 條路線位在西部山區（南投、高雄、屏東），4 條位於東部山區（花蓮、台東），3 條橫跨東西部山區的路線。其中卑南橫斷地區分別做了兩次調查，故之後合併分析討論。調查地區如表三所示，包括旗鹽山區、舊萬安-舊平和、中平林道、小鬼湖山區、卑南橫斷-內本鹿、丹大橫斷、關東松-轆轤、伊加之蕃、雙龍人倫。

每一調查地區的調查天數從 2 至 11 天不等，橫斷路線皆為一星期以上。研究者調查所經的累計總里程數約 341 km (表三)，其中涵蓋 284 段調查線段，包括 9 條 250 m 沿線穿越帶，其餘調查單位長度皆為 0.5 km (表四)，總計發現 101 筆黑熊痕跡。在密集調查的穿越帶上，36 條樣帶發現黑熊的痕跡，即熊於樣帶的出現百分比為 12.7% (n=284, 表四)。其中旗鹽山、舊萬安-平和、崙天山區、雙龍-人倫、丹大山區均沒有發現任何熊的紀錄，甚至於密集調查穿越帶之外的區域也皆無發現。

就密集調查穿越帶上有紀錄到黑熊痕跡的頻度而言，各調查地區以玉穗山區最高，為 41.7%，其次分別為關東松轆轤 (37.5%)、中平林道 (33.3%)、卑南橫斷 (21.3%)、伊加之蕃 (14.7%)、小鬼湖 (4.5%，表四)。在上述這些發現熊痕跡的樣帶上，平均單位長度 (0.5 km) 所記錄的熊痕跡數量則以卑南橫斷的 4 筆 (SD=3.65) 最高，關東松轆轤和中平林道平均分別為 3.2、3 筆次之，伊加之蕃和玉穗山分別為 2.6、2 筆，而小鬼湖則僅於一個樣帶單位發現一筆黑熊破壞枯腐木的痕跡 (表四)。由此可見在這些調查地區中，玉穗山區的黑熊痕跡分布較普遍但有熊樣帶上的密度偏低，反之卑南橫斷地區的黑熊痕跡則分布雖較不普遍，但一旦樣帶上發現熊痕跡，則密度偏高。

野外調查所行經的區域共計涵蓋 279 個 1*1 km 網格，其中 49 個網格有發現黑熊的痕跡，故有熊格比例佔 18% (圖三)。82% 的有熊格皆集中在南橫以南，中央山脈以東的「卑南橫斷-內本鹿」、「伊加之蕃」與「關東松轆轤」等山區，此區有熊格的密度達 34% (n=118)。在北邊原本黑熊資料偏低的丹大山區，雖執行過兩次野外調查 (丹大橫斷、雙龍人倫)，皆無發現有熊格紀錄。屏東縣境內山區發現黑熊痕跡也偏低，僅在小鬼湖發現一有熊格 (圖三)。

在 0.5 km 密集調查的樣帶上紀錄黑熊痕跡的最高數量為 11 筆，出現於卑南橫斷之內本鹿地區，此區為海拔 1000-1500 m，其中有 10 筆為黑熊爬殼斗科 (青剛櫟與三斗石櫟) 樹取食果實的痕跡。調查樣帶上發現黑熊的痕跡經 0.5 km 的標準化之後，有熊樣帶上 0.5 km 紀錄到黑熊的平均數量為 3.1 筆 (SD = 2.7)，樣帶所發現的黑熊痕跡數量以 1 筆者最多，佔 41.7% (n=36)，其次為 2-3 筆及 4-5 筆，各佔 22.2%，6 筆以上者為 13.9% (圖四)。

除了於密集調查的穿越帶內所調查到的 101 筆黑熊痕跡之外，研究者在一般穿越帶持續進行黑熊痕跡調查，亦發現到 89 筆黑熊的痕跡，佔全部黑熊紀錄之

46.8% (n=190)，顯示一般樣帶與密集調查樣帶所記錄的黑熊痕跡數量相近。其中尤以位於南橫以南到延平林道，中央山脈以東的調查區域，包括關東松轆轤、卑南橫斷、伊加之蕃等三區的黑熊記錄最多，分別發現 69、56、39 筆記錄（表五），顯示就大範圍的地景尺度來看，南橫公路以南、雙鬼湖以北所包夾的『卑南橫斷』、『關東松-轆轤』以及『伊加之蕃』、『內本鹿』，似乎有較豐富的黑熊痕跡。

發現的所有台灣黑熊痕跡 (n=190) 以樹幹上的爪痕最常見，佔 68.9%，其次分別為排遺 (15.8%)、熊窩 (9.5%)、食痕 (即倒木被剝開的食痕及挖土食痕，3.7%)、腳印 (1.1%)，以及其他 (包括熊毛及折枝，1.1%，表五)。卑南橫斷各種黑熊痕跡皆有紀錄，並發現 15 個黑熊利用芒草或灌叢樹枝折疊而成的地面窩巢。這些「熊窩」全發現於延平林道 (海拔 1700-2400 m)，除了 1 個發現於小稜上之外，其他皆為在林道外側的芒草叢中，而且還發現有 4 處有兩個並鄰出現的情況。另外 3 筆熊窩的記錄則於轆轤溫泉附近稜線 (n=1)，以及伊加之蕃 (n=2) 發現，其他地區皆沒有發現熊窩現象。雖然大部分地區皆以黑熊爪痕為最常見的黑熊痕跡 (n=131)，但在中平林道，卻以排遺紀錄 (n=8) 為多 (表五)。

在密集調查及一般調查樣帶上所記錄到的所有黑熊爪痕，總共 131 筆。其中可判斷或取得樣本的樹種為 54 筆，以殼斗科 (*Fagaceae*) 與樟科 (*Lauraceae*) 為主，各佔 65%、22%。殼斗科樹種包括狹葉櫟 (*Quercus stenophylloides*, 19%)、青剛櫟 (*Quercus glauca*, 19%)、錐果櫟 (*Quercus longinu*, 15%)、三斗石櫟 (*Lithocarpus hancei*, 9%)、森氏櫟 (*Cyclobalanopsis morii*, 2%)；樟科樹種包括長葉木薑子 (*Litsea acuminata*, 9%)、霧社槿楠 (*Machilus mushaensis*, 6%)、台灣土肉桂 (*Cinnamomum osmophloeum*, 4%)、豬腳楠 (*Machilus thunbergii*, 2%)、瓊楠 (*Beilschmiedia erythrophloia*, 2%)。其他科別的樹種則包括山黃麻 (*Trema orientalis*, 9%) 以及紅檜 (*Chamaecyparis formosensis*, 4%)，然紅檜樹幹上雖發現爪痕，但未發現其上樹痕跡。

(二) 發現台灣黑熊之樣帶環境

密集調查樣帶的海拔分布從 400m 至 3600m，主要集中於海拔 1000-3000 m 地區 (86.6%，圖五)，海拔 >3000 m 佔 12%，低海拔 (500-1000 m) 地區僅為 1.4%。有紀錄到黑熊記錄的樣帶有 94.4% (n=36) 位於海拔 1000 m-2500 m 的

地區，5.6%位於海拔 2500 m-3000 m 的地區，然於 1000 m 以下及 3000 m 以上地區皆無發現黑熊記錄。各海拔梯度的密集調查樣帶上，於 1000-1500 m 的樣帶上記錄到熊痕跡的機率最高，為 0.208，其次分別為 2000-2500 m (0.173)、1500-2000 m (0.147)、2500-3000 m (0.04)。

於各海拔梯度範圍上，樣帶上有發現黑熊與樣帶分布的比例有顯著差異 ($X^2=13.76$, $P=0.032$, $df=6$)。有熊痕跡在 2000-2500 m (36.1%)、1000-1500m (30.6%)、1500-2000 m (27.8%) 海拔梯度的分布百分比例皆高於調查樣帶的海拔分布比例 (圖五)；樣帶上有熊痕跡於 2500-3000 m 的分布百分比例 (5.6%) 則比預期值 (17.6%) 低，顯示於 >2500 m 海拔發現黑熊痕跡的比例較預期低。

樣帶上發現黑熊痕跡的密度也因海拔梯度而異 ($F=2.912$, $P=0.009$)，其中以 1000 m-1500 m 區最高，每 0.5 km 平均可發現 0.91 ($SD=2.26$, $n=53$) 個黑熊痕跡，並隨海拔梯度增加而遞減，1500-2000 m 為 0.65 個 ($SD=1.83$, $n=68$)，2000-2500 m 為 0.23 個 ($SD=0.53$, $n=75$)，2500-3000 m 為 0.04 個 ($SD=0.20$, $n=50$)。此結果顯示於中海拔 1000-2500 m 地區發現台灣黑熊痕跡的相對密度也是最明顯的。

密集調查樣帶有近一半於原始森林中進行，包括 27.5%針闊葉林、12.7%闊葉林、11.6%針葉林，另有 25.7%人造林、9.9%次生林及河床地，以及 12.7%包含高山箭竹林的草生地。有發現到黑熊痕跡的樣帶主要出現於針闊葉混生林 (72.2%) 和原始闊葉林 (16.7%)，其他少數發現黑熊記錄的樣帶則出現於次生林及河床地 (5.6%)，以及針葉林 (2.8%) 和草生地 (2.8%)。唯在人造林的密集調查樣帶中，未曾記錄到黑熊痕跡。密集調查樣帶上的植被環境和有發現黑熊的百分比例有顯著差異 ($X^2=47.92$, $P<0.001$, $df=5$)。黑熊痕跡出現於針闊葉混生林及闊葉林的比例比預期中的高，但於其他植被環境則偏低 (圖六)。

在不同的植被環境中，樣帶上記錄到熊的機率以於原始針闊葉林最高，為 0.333，其次為原始闊葉林 (0.167)，至於針葉林、次生林及河床地、草生地等環境樣帶上發現熊的機率皆不及 0.1 (0.03-0.071 不等 (圖六))。0.5 km 樣帶上發現黑熊痕跡的密度也因植被而異 ($F=6.509$, $P<0.001$)。原始針闊葉混生林的黑熊痕跡密度最高，每 0.5 km 記錄 1.06 個 ($SD=2.24$, $n=78$)，顯著大於針葉林及草生地的 0.03 個 (SD 皆=0.17, $n=33$ 、36)；闊葉林的熊痕跡密度 0.56 個/0.5 km ($SD=1.56$, $n=36$) 亦顯著高於針葉林 ($P<0.05$)。

調查地區可能影響人為活動程度的因素之一為抵達調查地點所花費的時間，若為東西橫貫路線，本研究則以從研究團隊開始或結束步行調查點來計算抵達調查樣線所費時日（保守估算）。抵達調查樣帶所花費的最短時間，不論是從中央山脈以西或東側進入，以半日為計數單位，抵達各調查樣線的天數由 1 日至 5.5 日不等，平均所需時間為 2.0 天（SD=1.26），最遠者需步行 5.5 天，百分比例隨天數增加而遞減，33.5%至 2.1%（圖七）。

抵達調查地點的時間與該樣帶有記錄到黑熊痕跡的百分比例以及機率皆呈現正相關（ $r_s=0.129$ 、 0.130 ， $P=0.03$ 、 0.029 ）。發現黑熊紀錄的百分比例以 3 天路程為最高，占 33.3%，依序為 2 天（27.8%）、1 天（19.4%）、4 天（13.9%），以及 5 天（5.6%，圖七）。雖然於 3-4 日可抵達的調查樣帶上發現熊的百分比例比預期中的高，與 2 日內可抵達的情況相反，抵達調查樣帶所費時日和發現黑熊的百分比例並未達顯著差異（ $X^2=10.58$ ， $P=0.06$ ， $df=5$ ）。

抵達調查地所費天數與發現黑熊的機率的關係，發現 3 天者機率最高，為 0.245，其次為 4 天（0.185）、5 天（0.133）、2 天（0.109）、1 天（0.074），而在費時需 6 天的樣帶，則未發現任何黑熊痕跡。

所有記錄到的有狩獵活動的樣帶皆發生於四日步行可抵達的範圍內，調查樣帶上發現狩獵痕跡與否與抵達該調查地點所需的時間呈顯著負相關（ $r=-0.372$ ， $P<0.001$ ， $n=284$ ）。調查所經之處一天內步行可到之處發現狩獵的機率為 54.7%，二日者為 33.7%，三日者為 12.2%，四日者為 14.8%。抵達沒有記錄到狩獵活動的樣帶費時平均為 2.34 日（SD= 1.31， $n=191$ ），顯著高於抵達有狩獵紀錄之處所費時間，1.32 日（SD=0.80， $n=93$ ， $F=47.48$ ， $P<0.001$ ）。

密集調查樣帶有 34.9%沒有發現任何偶蹄類動物排遺的記錄，相對地顯示 0.5km 樣帶上動物的相對豐富度較低的排遺量，分別有 20.8%、12%發現 1-4、5-9 堆；動物相對豐富度中等的排遺量，分別有 16.9%發現 10-29 堆；而某種程度反應動物相對豐富度較高的排遺量，分別有 8.5%、7%發現 30-49、> 50 堆（圖八）。樣帶所記錄到偶蹄類排遺數量的百分比例與紀錄到黑熊痕跡的百分比例呈顯著差異（ $X^2=30.47$ ， $P<0.005$ ， $df=5$ ）。於偶蹄類動物排遺大於 10 堆的樣帶上，發現黑熊痕跡的百分比例比預期中的高，反之當偶蹄類動物排遺小於 4 堆時，在樣帶上發現黑熊痕跡的百分比例比預期中的低很多。

以樣帶上排遺數量代表的偶蹄類動物相對豐富度，與該區是否發現黑熊以

及黑熊的痕跡密度呈正相關 ($r_s=0.242$ 、 0.240 ， $P<0.0301$)。在不同偶蹄類動物排遺量的樣帶上，發現黑熊的機率略成鐘型分布趨勢，以記錄 10-29 堆排遺的樣帶上發現黑熊的機率最高 (0.333)，其次為 30-49 堆 (0.25)、5-9 堆 (0.118)、>50 堆 (0.1)，而排遺稀疏的 1-4 堆機率為 0.068，沒有任何排遺的樣帶出現黑熊的機率僅 0.04 (圖八)。

各調查區域的人為干擾類型及程度不一，皆涵蓋某種程度的登山遊憩和狩獵活動。所有密集調查樣帶上所記錄到的有關狩獵活動的痕跡共計 168 筆，有關狩獵活動的痕跡以估計為半年以內的生火餘燼為常見 (36.3%)，其次為曾經或還在使用中的獵寮 (24.4%)，彈殼或陷阱 (17.8%) 則包括散彈彈殼、鐵夾、尼龍吊索或鋼索，以及獵徑 (14.3%) 和砍痕 (7.1%，表六)。

就整個調查區域而言，發現狩獵活動痕跡的樣帶佔 32.7% (表六)。調查區域中調查樣帶有一半以上有發現狩獵活動痕跡者包括舊平和-萬安、中平林道、小鬼湖、關東松轆轤 (53.1-92.9%)；而丹大橫斷則最低 (12%)。狩獵痕跡密度以中平林道最高，密度 4.2 個/km 痕跡，在該地研究者除了發現在陷阱上的長鬃山羊屍體之外，也發現使用中的獵寮、獵徑，以及屍解水鹿的現場；其次為小鬼湖和舊平和-萬安地區，密度 >2 個/km，狩獵痕跡密度較低 <1 個/km 的地區則包括崙天山區、丹大、卑南橫斷、雙龍人倫 (表六)。

在有發現熊痕跡的樣帶上，則有四分之一有狩獵活動。在有狩獵痕跡的樣線上記錄到黑熊的比例為 9.7%，略低於沒有記錄到狩獵痕跡的樣線上發現到黑熊的比例，14.1%，然樣線上是否有狩獵活動與是否發現黑熊痕跡似乎無顯著相關 ($X^2=1.123$ ， $P=0.289$ ， $df=1$)。

Logistic 迴歸分析結果顯示在上述這些變因中，僅海拔梯度、植被類型、偶蹄類動物 (獵物) 相對豐富度三項環境變因所建立的模式之整體模式適配度 (Goodness of fit) 檢定之卡方值為 61.103 ($P=0.0013$)，顯示至少有一變因可有效地解釋與預測樣本於黑熊是否與否之結果。然狩獵活動、抵達調查地點所費時間則未列入模式之內。此模式之 Hosmer-Lemeshow 檢定值為 0.232 (>0.05)，顯示模式適配度佳。模式中投入的自變項的 Wald 檢定值均 <0.005，表示此三個因素與台灣黑熊的出現與否有顯著關連，可以有效預測台灣黑熊之出現 (表七)。

三、原住民部落訪查及問卷

爲了解南台灣沿山部落近年是否有黑熊出沒的狀況及黑熊地理分布的可能邊界，本研究從南投縣、嘉義縣、高雄縣、屏東縣、台東縣、花蓮縣中選擇迄今黑熊資料較爲缺乏的沿山部落進行訪談。沿山部落的訪談涵蓋 12 個山地鄉，包括來義鄉、霧台鄉、桃源鄉、金峰鄉、阿里山鄉、卓溪鄉、萬榮鄉、信義鄉、桃源鄉、茂林鄉、三民鄉、海端鄉。訪談總計 58 人次，並獲得 46 筆黑熊記錄。除此之外，透過網路問卷、私人通訊，以及林管處等 14 人所提供之資料，共計獲得 18 筆黑熊記錄，將與部落訪查所獲得資料一併納入分析（表八）。

（一）發現台灣黑熊訪查問卷結果

訪談對象主要由研究單位熟識人引薦，或請當地林管處或村長的推薦適合人選，主要對象皆爲經常在山林活動者。在部落訪談 58 人中，針對有 30 位有遇熊/看過熊痕跡的經驗，受訪者從事野外活動的目的 46% 爲從事山上活動¹、採草藥（n=28），其餘目的依序爲採愛玉（25%）、林班工作（14%）、協助調查研究（7%）、登山遊客（7%）。年齡則以 41-50 歲爲高峰群（54%），依序爲 31-40 歲與 51-60 歲（皆爲 18%）、60 歲以上（7%），以 21-30 歲最少（4%）。

綜合原住民部落訪查及問卷所發現的 64 筆資料中包括 27 筆目擊、33 筆發現黑熊痕跡，4 筆爲來自自動攝影的資料。與熊相遇經驗當中多爲遇到 1 隻個體（n=25），另外有 2 筆資料一次遇到 2 隻個體，其中最特殊的一筆資料（1998 年）爲一次目擊 6 隻²。另外在阿里山鄉訪談獲得 1 筆獵熊資料，因事發地點位在淺山地區且爲已開發的嘉義中埔石弄村，且具受訪者表示籠中逸熊的機會很大，因此不納入後續台灣黑熊分布圖的分析資料庫內。

受訪者所發現之黑熊痕跡（n=33）類型中，其中 5 筆資料爲同時段發現 2 種痕跡（如：同時發現獸夾獵物被吃與腳印），共計 38 筆痕跡記錄。各種痕跡當中以樹木的爪痕或折枝最爲常見（n=16），腳印（n=11），其餘痕跡類型發現率皆偏低，包括排遺與熊窩各 3 筆，動物食痕、叫聲各 2 筆，以及獵人巡視陷阱時發現已腐爛的黑熊屍骸 1 筆。

¹ 巡視陷阱或上山打獵。

² 發現地點在荖濃事業區 19 林班，出雲山林道下切約 300 m 處。該獵人在巡視陷阱時夾到山羊，發現熊在爭奪山羊，距離大約 20-25 m，另外有三隻體型較小的熊在更遠處圍觀。受訪者目擊黑熊時爲林班工作人員，訪談現場除林務局旗山工作站人員以外亦同時有部落其他推薦人在場。

受訪者遇到黑熊的季節分布多集中在秋季（9-11 月，n=10）及冬季（12-2 月，n=9），其次分別是春季（3-5 月，n=5），以及夏季（6-8 月，n=3）。目擊黑熊當時的熊活動狀態以覓食（野生果實 n=4，哺乳動物 n=2，喝水、野生蜂蜜、農作物各占 1 筆）居多（33%），依序為休息（19%），逃跑與走路（各 15%），爬樹與其他（看不清楚）（各占 7%），僅一筆資料顯示黑熊當時企圖接近人（n=27）。

在人熊相遇的過程當中（n=27），人類主要的反應為靜止不動（44%），依序是快速逃跑（30%）、大聲喊叫發出噪音（15%）、緩慢離開（7%）與主動攻擊（4%）。唯一主動攻擊的一筆是民國 81 年，在梅蘭林道上與黑熊狹路相逢，受訪者兩位為愛玉子工人當時接在車上，工頭情急之餘嘗試以貨車撞擊黑熊，但黑熊快速往峭壁逃跑。

受訪者表示當黑熊看到人時，黑熊最常見的反應為快速逃離（37%，n=27）與緩慢走開（22%）。其它反應則為繼續原先活動（15%）、沒發現人（11%）、朝人觀望（7%），而朝人吼叫與接近人仍有 2 筆（各占 4%），但最後仍是離開現場。此結果顯示野外黑熊遇到人類的主要反應為趨避人類或不動聲色。

（二）部落訪談勾勒台灣黑熊分布範圍

訪查的部落分布廣泛地涵蓋南台灣中央山脈外圍地區。透過在沿山部落訪談，受訪者根據在山區活動的觀察經驗以及鄰近部落區域是否有熊出沒的消息，提供台灣黑熊分布可能的邊界範圍。部落訪談當中明確可指出近 15 年來「無熊出沒」的網格作為分界，將「可能還有熊」的模糊地帶納入有熊推測範圍內，劃出南台灣黑熊分布推測範圍（圖九）。訪查部落主要有十個區塊，在部落訪談區塊當中針對受訪者所提供資料重新繪製推測範圍，在部落訪談無法涵括的區域則是沿用 2006 年林務局計畫（黃美秀等 2006）的推測範圍。

根據訪查所繪製的台灣黑熊分布圖以丹大林道與萬榮林道為南北界的劃分（TWD67，2636000mN），根據訪察結果推估南台灣黑熊分布範圍，但部落訪談無法涉及到之區域則沿用 2006 年的推估範圍（黃美秀等 2006）。推測的台灣黑熊分布面積約為 5854 km²（圖九）。地理分布輪廓自西部地利村的丹大林道三分所附近、阿里山鄉以「草山-十字路」為分布邊界、高雄的桃源鄉以南橫公路為邊界、霧台鄉的大武與霧台為邊界、南邊以來義鄉衣丁山附近為邊界；東部萬榮

鄉以森榮里、拔子山爲界、卓溪鄉以崙天山稜線爲界、海端鄉在轆轤溫泉有新增資料，因此分布範圍較 2006 年往外擴張，延平鄉則以武陵、桃源村等部落爲界，金峰鄉黑熊分布範圍則以靠近中央山脈的密荖荖山、方屯山、大里力山爲界。

(三) 部落民眾對於台灣黑熊的認知與態度

除了了解台灣黑熊在部落山區之分布狀況外，受訪者亦會提及個人或該部落對於台灣黑熊的認知與價值觀。所訪談的原住民族群包含布農族、鄒族、魯凱族、排灣族、阿美族 (n=35, 10, 5, 6, 1)³，在訪談中，可發現各部族同異之處，就各家訪談資料整理，以下主要歸納部落對於台灣黑熊生態習性的認知和民眾態度：

1. 民眾對台灣黑熊生態習性的認知

- (1) 築窩：有 4 人表示熊會築草窩，並以交叉的方式讓芒草成碗狀不至於倒下，熊窩位在路旁做爲埋伏或暫時休息之處，且熊會選擇一個視野較佳的位置以方便偵測環境。另有 3 人提到黑熊會在樹上做「樹窩」，其中 1 名曾目擊樹上的熊窩，認爲熊會在高處作樹窩以保護小熊，當作育嬰房。
- (2) 覓食行爲：受訪者紀錄黑熊痕跡除了藉由熊折枝判斷之外，亦會依據陷阱中的獵物被其他動物的食用狀況來判斷是否有黑熊活動。受訪者表示黑熊會去沿路人的獵路，在獵人巡視陷阱前就把獵物吃掉 (n=4)。同時黑熊也會到工寮吃人類的食物，在霧台、阿里山、勤合村都有這樣的說法。
- (3) 其他行爲：多位受訪者提及，熊平常不會主動攻擊人，但在帶小熊的時候，母熊會特別具有攻擊性。

2. 民眾對於台灣黑熊的態度

- (1) 禁忌：訪談當中布農族、排灣與鄒族對於打到熊皆有會招致不幸的說法。布農族的禁忌是與小米收穫的傳說有關，若在非獵熊季節打到熊不可帶下山只能放在山上工寮，一直到打耳祭才能把熊肉帶下山，否則家中會招致不幸，且該年度的小米收成會不好。鄒族的相關說法則是，打到熊要到部落以外的石洞去處理獵物，若帶回村子裡，會帶來饑荒、沒落。在排灣族的說法熊是麻煩的東西，他們的觀念裡認爲獵場是屬於熊的，基於尊重的心態，因此打到熊是會招致厄運。
- (2) 榮耀：訪談部落當中在沒有忌諱打熊的魯凱族，打到熊的就是英雄，並且

³ 提供資料的受訪者當中只有一名爲平地人。

可以提高獵人的階層。基於這樣的文化，研究者也發現在霧台鄉魯凱族的部落訪談時，部落的非當事人對於獵熊案件比較不會忌諱談論。

3. 非法狩獵台灣黑熊

在部落訪查過程當中，發現各部落若有打到熊的消息容易在週邊部落流傳，但是基於議題與時機的敏感性，當研究者到案發部落或是當事人面前，往往無法獲得正面回答，受訪者對於研究人員的造訪多少仍有防備心，擔心透露過多資訊而引來麻煩。部落打熊的資訊多是透過第三者，或鄰近部落所提供的間接資訊。

部落訪查雖無刻意詢問近期獵熊消息，但 2007 年結果以高雄縣茂林鄉與桃源鄉得知較多打熊資訊或傳聞，部落包括多納、寶山、桃源、勤合村，其中又以勤合村的案例最多人（n=4）提及。2007 年（9-10 月間）1 隻熊常下到勤和村工寮偷吃雞和蜂蜜，該屋主不甚其擾，因而召集人馬圍捕熊隻，捕獲黑熊處理方式則不得而知。訪談高雄縣桃源鄉時，幾乎這是眾所皆知的話題，甚至連詳細的人名都可獲得，但當事人卻否認這樣的傳聞。同時期屏東林管處在小關山林道 14.5 km 處亦拍攝到黑熊畫面，桃源村村民亦在接近林道的農路上發現台灣黑熊，這幾項事件的地點與時間十分相近，是否為同一隻個體因證據不足尚無法判斷。

在多納部落則是 2007 年 9 月有獵熊傳聞，除了透過一名常在當地部落活動的保育人士主動以書信告知研究者以外，在當地進行研究採樣的一名屏科大研究生當時也在部落聽獲打熊消息。透過我們實地訪談，大多人不願意談論部落有熊的消息，訪談當中只有 1 名部落的受訪者確認在多納溫泉有人打到熊的資料。

在東部訪談，2007 年亦得知 2 筆獵熊的訊息，分別是延平鄉武陵村與金鋒鄉嘉蘭村。在武陵村的打熊傳聞發生在同年打耳祭前（4 月底），訪談當時因缺乏引薦當事人，因此只能透過部落間的談論得知此訊息。嘉蘭村狩獵黑熊的消息同樣也是面臨相似的情況，即在該部落問不出訊息，仍是透過周邊部落的「聽說」嘉蘭村在舊部落有打到熊的消息。

在阿里山來吉部落進行訪談時，研究者無意的自一名部落原住民（族）家庭主婦獲贈收藏在家中的熊毛皮一小塊，從樣本保存的狀況來看，推測應該是近一年來所留。但在當地部落訪談最近一筆打到熊的資料已是 15 年前的資料。從這些狩獵黑熊活動的訪談過程中顯示，非法狩獵台灣黑熊仍發生，而且有些活動的消息會在部落內甚至以外地區流傳，但該村落民眾對於黑熊研究者則有避開談論此議題的趨勢。

肆、討論

一、GARP 模式預測

本研究利用 GARP 模式預測台灣黑熊分布的出現網格，佔全島的 25.5%，略低於黃美秀等人（2006a）利用林務局座談會受訪者根據對林班地及附近區域的瞭解所勾勒出的黑熊分布範圍，為台灣本島的 30%（10,416 平方公里）。此差異可能是因為後者乃依據中央山脈地區為中軸，以實際可能有黑熊分布的最外圍地區所勾勒的輪廓，而未考量在此範圍之內，台灣黑熊對於不同棲息環境的使用選擇性。

GARP 模式是利用數理統計預測可能適合黑熊分布的棲息地範圍，然而此模式沒有將可能干擾台灣黑熊的人為活動因素，比如遊憩和非法狩獵活動，列入模式分析內，如此模式預測值恐將高估黑熊的實際分布範圍，尤其是在靠近人類活動較為頻繁的淺山地區。然若沒有其他限制因子，此模式的預期值則提供台灣黑熊可能的空間分布。另一方面，對於人為活動較少而可能導致紀錄黑熊頻度偏低的地區，除非分析樣本數具代表性，否則模式亦可能會低估黑熊於此類棲息地出現的頻度。此因素或許可以解釋模式預測台灣黑熊於玉山國家公園及丹大高海拔地區出現頻度偏低（圖二）的原因。

若考量國有林內森林（包括闊葉林、針闊葉混合林、針葉林）於全島所佔的比例，預期約有 40% 為台灣黑熊至少的潛在分布環境，遠高於目前模式可推估的分布範圍，然此亦與早期紀錄黑熊廣泛的分布於台灣本島的情況大為不同（Kano 1940, cited by Wang 1999），顯示過去半個世紀以來，台灣黑熊地理分布隘縮的狀況。模式同時預測黑熊會出現網格有 20% 位於國家公園內或近一半位於保護區以外的區域，顯示這些保護區以外的區域對於保護現有台灣黑熊種群所扮演的重要角色。

本研究發現 GARP 模式的應用受到以下因素影響，從而限制其預測能力。

- （1）用來進行預測模式的台灣黑熊資料，主要不是源自訪查或野外研究調查，皆受限於人可以到達的地方。
- （2）建立預測分布模式的所納入環境因素不僅影響台灣黑熊出現的機率，也會影響該物種於該樣區的地理分布位置，因此關鍵因素的選擇對於模式預測力具有重要的影響。我們認為本研究有幾項因素可能會影響台灣黑熊分布，但卻是目前尚無法量化或變因尺度不完整的資料庫，包括狩獵壓力、熊食物豐富度（包括植物及動物性）、人類活動類型及位置、不同類型的道

路系統。(3) 現今預測模式限於資料的可得性，僅止於靜態資料，故所建立的分布預測模式無法反應出其他可能影響大型哺乳動物分布的動態過程，比如種間交互作用、隔離機制等。此資料庫則需要更充分的個體及族群生態學的研究，這對數量稀少且隱密的物種如台灣黑熊而言，將更形困難。

環境中食物資源的多寡及其豐富度，不僅影響熊類的活動及食性，也影響牠們對棲息地的選擇 (Hashimoto et al. 2003, Iszumiyama and Shiraiishi 2004)。許多亞洲或美洲地區的黑熊，於秋冬季節大多以堅果為主要食物來源，而熊科動物又屬食肉目的雜食性動物，也吃動物性的食物，如偶蹄類動物、蜂蜜、腐屍等 (Hwang et al. 2002)。例如，Marquínez et al. (1997) 利用已知棕熊會食用的植物如蘋果 (*Malus sp.*)、山桑子 (*Vaccinium myrtillus*)、栗子 (*Castanea sativa*) 等，建立棕熊對食物的選擇指標，發現草本植物、非橡樹、矮灌木和栗樹所組成的森林，為棕熊重要的棲地組成因子。其他研究者也利用野生偶蹄類豐富度指標，確認狼群的最適棲息地 (Massolo and Meriggi 1998)。因此，本研究建議建立及量化台灣黑熊的重要食物指標資料庫，尤其是偶蹄類動物，以及殼斗科和樟科植物的分布圖，將有助於日後進一步利用數理模式預測台灣黑熊地理分布及棲地利用模式

二、南台灣地區台灣黑熊之分布圖全觀

本研究以丹大林道與萬榮林道做為南北台灣的分界 (TWD67, 2636000 m N)，以前一年訪查所建構的無熊格為基礎規劃野外調查路線，並輔以部落訪談以獲得黑熊分布邊界的資料。利用部落訪查資訊所勾勒的台灣黑熊分布輪廓 (圖九)，與前一年的調查結果 (黃美秀等 2006a) 相當一致。這多少是因受訪對象長年活動於該區山林而累積長期的觀察資訊，加上在部落中有機會從其他人口中接收其他黑熊出沒的相關訊息，提供的黑熊出沒範圍具有重要的參考價值。

綜合這些資料獲得南台灣黑熊的分布涵蓋 96 個有熊格 (4*4 km 網格式圖)，其中 31% 與前一年利用訪查及問卷調查的有熊格 (黃美秀等 2006a) 重疊 (圖十)。前一年主要利用林務局林班工作人員訪談及網路問卷 (黃美秀等 2006a)，此次調查所新增的有熊格紀錄大部分也都位於前一年的黑熊分布範圍之內或鄰近地區，顯示二次調查所採用的各種資料來源雖不盡相同，然所勾勒的黑熊地理分布範圍十分接近，故此地理分布範圍應該具有相當的代表性。其中在 2006 年

的全省調查當中黑熊分布在南大武山以南近年已無資料，透過屏東來義鄉與台東金峰鄉的部落訪談再次確認黑熊分布的南限。

合併此兩年所記錄的有熊格分布的結果來看，台灣黑熊於南台灣的分布在南橫公路以北玉山國家公園地區以及南橫公路以南至雙鬼湖保護區一帶較為集中。玉山國家公園地區台灣黑熊的研究及監測自 1998 年迄今（Hwang 2003，黃美秀等 2002，2005，2006b；黃美秀、林冠甫 2007），該地區台灣黑熊的活動相較於其他地區似乎較為頻繁。南橫公路以南，中央山脈以東在前一年的調查中呈現無資料狀態的山區（黃美秀等 2006a），此次野外調查發現該地區仍有很豐富的黑熊痕跡，透過「卑南橫斷-內本鹿」、「關東松-轆轤」以及「伊加之蕃」三條路線的野外調查，共新增 12 個 4*4 km 有熊網格的資料，本計畫中所發現 82% 的 1*1 公里的有熊格記錄皆位於此區域（圖十）。此區域主要涵蓋台東縣延平鄉、海端鄉境內山區，南接雙鬼湖保護區，建議值得未來加強重視此區的台灣黑熊的相關監測及保育工作。

本研究顯示玉山國家公園北側的丹大山區，以及南側霧頭山至南大武山區的台灣黑熊的分布稀疏且零散（圖十）。在 2006 年的全省訪談資料當中已顯示以 MPC 四區來比較，能丹地區的有熊比例是四區當中最低者（15%，黃美秀等 2006a），該年度所獲得黑熊出沒資料大多位在林道附近支線，深入丹大山區核心的有熊資料近乎零，故分布圖呈現「中空」現象。本年度雖著力在深入山區進行實地探勘但仍未果，推測可能原因如下：（1）因為野外調查在此地區的行經路線多為形的登山路線（圖三），雖然人跡相較地較為頻繁，可能會干擾黑熊的活動，但由於此路線為高難度的橫斷路線，每年攀登的登山隊伍稀少，故登山遊憩活動的影響可能有限。（2）此調查路線當中有 60% 在 2500 m 以上，高海拔的植被環境多以箭竹草地或針葉林為主，也是台灣黑熊活動頻度相對較低的環境（Hwang 2003，黃美秀等 2006），故此結果也可能某種程度與台灣黑熊棲地選擇行為有關。（3）由於野外發現台灣黑熊的痕跡以樹上爪痕為多，然高海拔的調查路線多為稜線地或是高海拔箭竹草地，樣帶上可觀察的樹木也較少，可能導致對台灣黑熊活動的偵測度相對地較低。

本調查所經的丹大山區高山深壑、人類易達性不高，恐有低估台灣黑熊活動的頻度。雖然研究者在本野外調查當中沒有偵測到任何黑熊活動痕跡，然而在調查結束卻收到網友回報同年同月（7 月）在該區域（斷稜西山前鞍：海拔約 3200

m) 我們所經路線下方山谷約 50 m 處目擊一台灣黑熊個體。而前一年的訪查資料在丹大區域也有 21 筆黑熊資料，包括 6 筆為目擊 (黃美秀等 2006a)。丹大區域已劃設為「野生動物重要棲息環境」，且位於中央山脈銜接南北的特殊位置，但考量週邊部落的狩獵活動以及區域調查環境的限制，此區域的台灣黑熊相對豐富度建議值得進一步深入探查。

本研究也發現南橫公路似乎成為南台灣黑熊分布的分格線 (圖十)，切割了兩塊重要的黑熊分布區-玉山國家公園以及南橫以南到雙鬼湖山區。究竟南橫公路的阻隔對於兩區的生物交流造成多大阻隔，目前還不清楚，然道路阻隔對於黑熊此類大型哺乳動物的影響不容小覷，是否會阻礙南橫南北台灣黑熊的交流則有帶更進一步研究。

在台灣，道路系統的發展無意間增加非法狩獵黑熊以及買賣的活動 (Hwang 2003)。吳尹仁 (2007) 的研究發現台灣黑熊會避開人為活動頻繁地區 (城市、漁塢、農地、果園和造林地)，偏好沒有道路經過的區域，對離道路 > 2 公里的較遠地區有較高的利用程度。美洲黑熊的研究也指出，道路會降低美洲黑熊對於棲息地的使用，人為使用則進一步造成棲息地的流失與碎片化，而黑熊會傾向於遠離人為活動 6 km 遠以外的區域活動 (van Manen and Pelton 1997a, Cuesta et al. 2003, Gaines et al. 2005)。道路的開發同時增加人為活動的可及性，例如 Mace et al. (1996) 提及在 1988 到 1994 年間，八隻棕熊因人為活動而被殺害，因為道路可深入更偏遠的地方，而人為活動帶來吸引熊類的非自然食物，棕熊因此被殺害。雖然靠近道路的棲息地可能也會提供熊隻重要的自然食物，比如出現於初級演替地區的漿果，吸引棕熊接近並利用這樣的棲息地，但道路的可及性也可能增加非法狩獵的機會，導致狩獵壓力成為熊隻死亡率的主因 (McLellan and Shackleton 1988)。

雖然道路可能因狩獵、車輛撞擊增加了死亡風險而影響了動物生存的機率，但不同道路系統、車流量、季節都會影響動物距離道路的遠近。研究顯示不同性別、年齡的美洲黑熊對於碎石路和泥土小徑有著不同的反應 (Reynold-Higland et al. 2007)。Reynold-Higland 等人分析阿帕拉契山區 (Appalachians) 保護區內美洲黑熊 20 年的無線電追蹤累積資料，探討不同道路類型的影響，發現夏季冬季全部的美洲黑熊比起泥土路較易避開碎石路 (2rd-order)，夏天時成年黑熊也會如此 (3rd-order)，推測因獵人都由碎石路進入，且夏季為開放打獵的時間，比

起泥土路整年大多是休閒遊憩的遊客，碎石路的風險就大許多。秋季時，大部分黑熊都會比較靠近碎石路以取食路旁的食物資源，只有成年雌性會避開碎石路大於泥土路，可能雌熊值懷孕期會特別小心謹慎之故。社會地位的高低也會影響到黑熊的棲地使用，亞成體雄性則比起成年的黑熊靠近碎石路，因為前者地位較低，較會被排擠到活動核心較邊緣的地方（靠近道路之處）。從美洲黑熊的活動範圍也可發現，296 個季節性活動範圍內有 81 個範圍內沒有碎石路，而 296 個活動範圍內都有泥土路，可見狩獵對道路系統有負面加成的效果。

台灣山區地形及海拔變化急遽，影響到區域性的物候環境及植被類型，直接或間接地影響到植物和動物群落的生長。本研究的野外樣帶調查發現於 1000-2500 m 海拔梯度發現黑熊痕跡的機率（15%-21%），皆遠高於其他海拔梯度，發現黑熊痕跡的樣帶百分比例也比預期值高，顯示台灣黑熊對於此海拔範圍偏高的利用程度。此結果與前一年利用訪查的結果相似，該調查顯示低海拔（<1000 m）和高海拔（>3000m）的使用頻度皆較低，出現於 1000-2500 m 的有熊格高達 73%（黃美秀等 2006a）。台灣黑熊對於中海拔偏高的利用程度亦出現於最早期的調查，64%的黑熊資料集中於此區（王冠邦 1990）。

在玉山國家公園，利用不受人為可及度限制的人造衛星頸圈追蹤二隻台灣黑熊的活動範圍，結果亦顯示中海拔地區對於台灣黑熊的重要性，分別有 39%和 41%的定位點位於海拔 1000-1500 m 及 1500-2000 m 的範圍，其次 13%的定位點位於海拔 2000-2500 m（黃美秀等 2006b）。黑熊相對利用程度較高的中海拔梯度範圍，氣候溫和，年平均溫度 > 10°C，涵蓋溫涼帶針闊葉混合林、暖溫帶闊葉林、常綠闊葉林，闊葉林又以樟科（槿楠屬）和殼斗科為主要組成（台灣省林廳林務局 1995），也提供了台灣黑熊豐富的植物性食物來源（Hwang et al. 2002）。這也與本調查發現的紀錄相符。

環境中的食物資源的多寡及其豐富度，不僅影響其活動及食性，也影響黑熊對棲息地的選擇（Hashimoto *et al.* 2003，Iszumiyama and Shiraiishi 2004）。許多亞洲或美洲地區的黑熊，秋冬季節大多以堅果為主要食物來源，而熊科動物又屬大型食肉目的雜食性動物，食物需求量大，也取食動物性的食物，如偶蹄類動物、蜂蜜、腐屍等（Hwang *et al.* 2002）。在台灣，黑熊是以植物為主的標準雜食性動物，食性有季節性變化；黑熊的季節性活動受隨環境中植物性食物的可得度影響（Hwang 2003）。分布玉山國家公園地區的黑熊春季多以新鮮多汁的嫩草、樹木

的幼芽嫩葉爲主食；夏季則以富含碳水化合物營養的果實和漿果爲主，例如懸鉤子、各種樟科的果實等；秋冬季節則脂肪含量較高的堅果爲主，例如山胡桃和殼斗科的堅果（Hwang *et al.* 2002）。本研究所野外記錄的黑熊爪痕以殼斗科和樟科爲主（87%），與提供夏季及秋冬季黑熊的食物來源有關（Hwang *et al.* 2002）。此食痕記錄，以及黑熊對於 1000-2500 m 偏高的利用程度皆與本島的櫟林帶和楠櫟林帶的分布相符。

相關研究指出殼斗科植物對於生態系過程有重要影響，包含動物的族群和群落組成，以及植物動物間的動態，堅果的季節產量亦影響動物族群分布的變動（Ellison *et al.* 2005）。例如，研究發現北美黑熊的活動範圍與殼斗科植物的分布範圍有相當的重疊（Bunnell and Tait 1981）。在台灣玉山國家公園，台灣黑熊隨著境內大分地區殼斗科堅果產量的逐年變動，移動和活動亦隨之變化。秋冬季（10月至次年 1 月），當大分地區青剛櫟（*Cyclobalanopsis glauca*）森林的堅果結果量豐富時，較多的黑熊聚集於此地區覓食堅果。當堅果產量高時，不僅較多的黑熊個體活動於此森林，而且停留的時間可能超過 2 個月，比結果量低的季節久。而在秋冬季耗盡該地堅果之後，追蹤的黑熊會離開該區塊，移動至春夏季的活動範圍（Hwang 2003, Hwang and Garshelis 2007）。

在不考量人爲干擾的情況下，溫帶及亞熱帶地區的黑熊似乎傾向於利用低、中海拔地區，此情況也出現於其他地區。玉山國家公園的有些台灣黑熊個體春季活動於海拔較低（<1000 m）區域，夏季移動至出 1000-2100 m 活動，秋季會降至 1110-1690 m 的區域（Hwang 2003; 黃美秀等 2006b）。同樣的，日本本州長野縣北部海拔 600-3180 m 的樣區，亞洲黑熊分布於海拔 600-3000 m 區域，不同季節出現於不同的海拔段，夏天偏好 2100-2300 m，高於冬天的 1000-1500 m，推測溶雪後山區植物大量成長，黑熊便移動較高的山區覓食，而值秋冬季節時，山區開始積雪，熊便下降到海拔較低的區域覓食（Iszumiyama and Shiraishi 2004）。美洲黑熊，夏天較常使用中高海拔，秋天則移動到較低處（Clark *et al.* 1993）；也偏向出現於中海拔山區，因爲中海拔地區殼斗科的橡樹林的比例較高，但對於低（<600 m）和高（>900 m）海拔的區域，則沒有預期高的利用程度（van Manen and Pelton 1997b）。

本研究於海拔<1000 m 和>3000 m 地區，野外皆未曾紀錄有黑熊痕跡。雖然高海拔區域沒有發現黑熊痕跡，可能部分是因爲高海拔多爲箭竹杉林與短箭竹草

坡交錯，而稜頂環境又多以矮箭竹與矮灌叢為主，故不易發現樹幹上的熊爪痕，因而可能低估黑熊於此地區的活動頻度。然台灣高海拔 3000 m 以上之地區冬季乾燥寒冷，年均溫多不及 10°C，植被以矮性灌木或草本或亞高山針葉林為主（台灣省林廳林務局 1995），所能夠提供台灣黑熊的植物性食物資源的豐富度及季節性，相對的較其他中、低海拔地域有限。雖然此高海拔地區人為干擾通常較少，在考量調查可能產生的某種程度的偏差情況下，本研究推測台灣黑熊對於高海拔的利用程度，仍可能因氣候環境較嚴苛及食物資源的限制而隨之降低。

許多研究顯示在低海拔區域，人為干擾與開發程度相對地高，可能導致棲息地品質降低以及棲息地碎片化，各種人熊衝突的機會也跟著增加，因人而致的死亡率也跟著增加（棕熊：McLellan 1989，Mattson *et al.* 2004，Nielsen *et al.* 2004；美洲黑熊：van Manen and Pelton 1997b，Clark *et al.* 1998）。在玉山國家公園地區，台灣黑熊於 500-1000 m 的出現頻度較預期中的高，與在 <500 m 地區的偏低利用程度不同（黃美秀等 2006b）。與本研究結果相較，此地區性的差異可能與區域性的環境特色有關。玉山國家公園為台灣最大的國家公園，園區海拔落差大（300-3950 m），鄰近地區因緩衝區之故，自然棲地環境保護尚完善，因此除非靠近人類活動頻繁的低海拔地區，否則低海拔地區仍可以提供台灣黑熊適當活動棲所。雖然源自全島訪查的台灣黑熊資料顯示，海拔 <1000 m 的有熊格（4*4 km²）百分比比例較預期中的低，顯示黑熊對於低海拔偏低的利用程度（吳尹仁 2007）。本研究的樣帶調查沒有台灣黑熊出現於 <1000 m 低海拔的紀錄，除了反映南台灣地區黑熊對於低海拔山區偏低的利用程度之外，另外由於本研究野外調查樣帶大多是遠離人類聚落的偏遠山區，海拔 <1000 m 的樣帶僅佔 1.4%，故沒有偵測台灣黑熊的蹤跡很可能是因為調查樣帶數量少所致。

植被環境不僅與提供動物的食物來源有密切關係，也提供適當的微棲地環境和庇護。吳尹仁（2007）發現台灣黑熊偏好植生指標大於 4 的環境，與另前一年調查結果顯示黑熊記錄出現於針闊混生林（43%）和闊葉林（19%）的環境，以及本研究的野外調查結果相符（72%、17%）。雖然本研究密集調查雖有近四分之一的樣帶位於人造（針葉）林上，然未記錄任何黑熊痕跡。但是，我們於一般樣帶（未列入資料分析）上，卻在人造林記錄到 1 筆黑熊的紀錄，顯示黑熊對於人造林仍有利用。人造針葉林的植物組成雖然較為單調，能夠提供黑熊所需的植物性果實較天然林有限，但因台灣山區的人造林多疏於密集的管理，常有雜木混

生的情況，且在人為干擾少之處，有些地區的偶蹄類動物豐富（黃美秀、簡熒芸 2007），或許也可以吸引台灣黑熊的利用。

本研究發現台灣黑熊偏好針闊混生林和闊葉林的情況，與其他地區亞洲黑熊和美洲黑熊的研究結果類似。中國岷山地區，黑熊最適合的棲息環境為闊葉林和針闊葉混合林（魯慶彬等 2003）；於四川唐家河自然保護區內，黑熊主要利用熱帶常綠闊葉林（侯萬儒等 2003）。日本的黑熊對棲地的選擇有季節性差異，春天較常出現於針葉樹林和闊葉樹林，夏天則出現於較涼爽的高山地區，冬天則於出沒於闊葉林（Izumiyama *et al.* 2004）。在美國馬里蘭州落葉林所佔比例最高的地區，美洲黑熊卻優先使用混合林，其次才使用落葉林區域（Fecske *et al.* 2002）。

本研究於野外調查期間並未目擊任何黑熊，雖然調查進行時研究團隊儘量採安靜的方式進行，此結果反映野外目擊台灣黑熊偏低的程度。在野外調查樣帶中，最常紀錄的黑熊痕跡為爪痕（68.9%），與部落訪談的結果紀錄 48%發現黑熊痕跡亦為爪痕相符。這主要與痕跡可偵測得時間長度有關，因為筆者於玉山國家公園東側園區長期的台灣黑熊研究觀察發現，黑熊爬樹所留下的爪痕可長達至 10 年仍持續可見；而芒草所建構而成的熊窩則可維持約 1-2 年之久。因此，不同活動痕跡可偵測到的時間長度應該會影響到一個地區偵測台灣黑熊的程度。

本研究野外調查所包括範圍為整個南台灣，因此提供機會記錄到有別於玉山國家公園的狀況。本研究所收集的 30 坨排遺當中，初步發現有 6 坨排遺含有偶蹄類動物的毛髮及骨頭，包括山羌、台灣野山羊、水鹿，之外另有 5 坨含有昆蟲類（螞蟻）食痕的排遺，此外亦有發現有黑熊啃痕動物骨骸 3 付（2 付水鹿與 1 付山羊）。相較於過去研究者於玉山國家公園收集到的黑熊排遺發現，動物性食物的出現頻度為 12.3% 或相對重要性為 7% 的比例（Hwang *et al.* 2002）相較，本研究所記錄的動物性食物組成似乎有偏高的趨勢。此差異可能與南台灣調查涵蓋較大範圍的環境梯度及地理區域有關，因為玉山國家公園的台灣黑熊研究樣區主要侷限於海拔 1100-1600 的山區，而且排遺多侷限發現於秋冬季的殼斗科森林中。然本研究黑熊排遺收集自南台灣海拔 1237 至 2744 m 的各山區，故所建立的食性資料對於全島台灣黑熊食性應該更具有參考價值。玉山國家公園台灣黑熊對於偶蹄類動物的取食程度是目前已知亞洲黑熊食性中最高的記錄者（Hwang *et al.* 2002），全島性的台灣黑熊對於動物性食物的取食是否較玉山國家公園的黑熊食性為高，則有待一步資料累積分析。

在本調查當中發現有三分之一的穿越帶有狩獵活動，雖然結果無法指出樣帶上黑熊出沒與狩獵活動有顯著相關，然有狩獵活動記錄的樣帶上發現有熊的比例，仍遠低於沒有任何狩獵活動的樣帶。針對三種美國大型食肉動物（郊狼、美洲獅、山貓）的研究（Markovchick-Nicholls *et al.* 2008）發現，在廣大的碎片棲地中，中等程度的人為活動干擾不會對這些動物的移動和行為產生負面的影響。Linnell 等人（2001）的研究也指出，大型食肉目動物似乎能某種程度存活於人類活動頻繁的地區；在限制狩獵的相關法令頒佈後，食肉目族群數量增加，但對於人口密度和食肉目分布之間的關係則沒有很明確。由於台灣獵人很少主動要去獵熊，黑熊仍會逢機性地被捕獲或是因為誤中了陷阱而亡（黃美秀 2003）。雖然獵人設置陷阱主要是針對其他獵物，但因為被捕動物發出的哀嚎聲或屍肉臭味，可能會吸引黑熊前來覓食，這些地區無形中也成為了黑熊的覓食地點（王穎 1999）。獵人設陷阱多會選擇動物資源豐富的地區，這些地區也常會與黑熊的適合生境重疊，同時增加了黑熊誤中陷阱，以及和獵人相遇的機率，提高了人熊之間的衝突（黃美秀 2003）。因此，台灣黑熊雖可能會利用有適度狩獵活動的地區，然不同程度的狩獵壓力對於台灣黑熊的影響，則需進一步評估。且值得注意的是，對已被列為瀕臨滅絕的物種而言，即使是低程度的狩獵壓力，都可能對原本數量已經稀少的小族群的未來存續，產生深遠的致命影響（Wang *et al.* 1994）。故在經營管理上，仍是應減少各種人為致死的可能性。

調查樣帶發現狩獵活動與步行天數成呈負相關，88%的狩獵痕跡位於步行二天以內的距離，此與訪查玉山國家公園附近村落的原住民獵人結果相符，該受訪者多表示現今的狩獵活動大多發生於村落附近，交通方便或一、二日可到達的地方（Hwang 2003）。雖然黑熊並非主要狩獵的目標物種，但偶蹄類動物為台灣黑熊潛在的獵物，其整體豐富度指標與黑熊的痕跡密度呈現正相關，因此狩獵活動仍有可能間接地影響到台灣黑熊的活動分布。Lauranc 等人（2006）在非洲加彭（Gabon）的研究發現，距道路的遠近與偶蹄類動物如大象和羚羊的豐富度呈負相關，且在狩獵壓力大的地區，此斜率更大，同時狩獵活動也與數種哺乳動物豐富度都呈負相關。數種羚羊與紅河豬（red river hog）在保護區外狩獵壓力較大的區域的豐富度皆較小，而且狩獵與道路不只會造成哺乳動物群結構的改變，也會改變了動物的行為，例如當調查隊伍在有狩獵地區遇到羚羊、水獺鹿時，動物比起無狩獵地區有較明顯逃走的傾向。

在國外已有不少針對狩獵活動對當地野生動物族群影響的研究，並且透過估算最大存續產量的方式來評估該地區適當的獵捕量，加以檢驗當地是否過度消耗野生動物，除此之外亦根據研究結果提出適當狩獵範圍（Muchaal and Ngandjui 1999）。然國內此方面的資訊目前仍付之闕如，缺乏長期且有系統的野生動物及狩獵活動的監測計畫。當我們將碎片化棲地設為一個做為生態保護區時，了解人為活動與土地利用模式如何影響野生動物族群，是十分重要的議題（Czech *et al.* 2000）。

目前台灣黑熊棲息地所面臨的威脅，可能與道路系統有密切關聯。因為道路不僅提供獵人輕易地深入黑熊的自然棲息環境，也提供一便利轉運熊體到市場的途徑。深入山林的各種人為活動（包括休閒遊憩、非法採集及獵捕等）的增加，以及道路系統的發展，不但可能導致非法狩獵或誤捕黑熊的壓力增加，而且也可能使目前仍適合熊居住的棲地持續破碎化，如此將會限制黑熊的播遷和移動，也需注意和監測（Hwang and Wang 2006）。

本研究發現一些原住民族對於台灣黑熊存在著禁忌，只不過我們無法評估此行為規範類對於現今人們活動的實際約束程度。世界上許多原住民都將某些大型的野生食肉動物神化或人格化的現象，作為行為依循和準則，或是膜拜的對象（Black 1998）。透過這些繁瑣的禁忌，人對自然資源的使用程度可受到某種程度的限制，避免過度或無節制的開發利用，此乃原住民永續資源管理的方式之一（Colding and Folke 1997，Hill and Padwe 2000）。這樣攸關野生動物保育的文化多樣性，或許也是過去維繫台灣黑熊免於遭受過度的獵捕的原因之一。基於以社區為基礎（community-based）的自然資源經營管理原則，本研究亦建議對於台灣黑熊保育的宣導，若能基於尊重原住民文化，積極發揚與探索其歷代相傳的生態智慧，則在原住民自覺日趨蓬勃發展之今日，此方法不僅可以達到保育台灣瀕危物種之目的，減少非法狩獵台灣黑熊，亦可以保存台灣斯土之文化多樣性，讓人瞭解早期原住民族對自然資源永續利用的觀念。

本研究中的村落受訪者的年齡成鐘型分布，30-60 歲者佔 89%。推測主要可能因為部落中年輕族群多外流，再加上被視為經驗不足，故較少成為推薦受訪對象；年長者（大於 60 歲以上）則因年歲增長上山活動頻繁度普遍減低，因此無法獲得近年山區黑熊出沒狀況，再加上語言溝通上的障礙，也較少成為受訪對象。部落訪查過程中發現可信度高的狩獵活動資料很難取得，當地人可能會質疑

研究者（以及林務單位）的調查動機，而不願透漏完整資訊，因此如何取得當地人的信任，以獲得可信度高的資料，也將是未來研究調查狩獵型野生動物利用需突破的課題。

非法狩獵瀕臨絕種的台灣黑熊在部落訪談當中仍有聽聞，顯示加強保育此物種的必要性。雖然在受訪部落傳統上大多有打熊的禁忌（魯凱族除外），但是現今基於自我保護以及保障自己的財產（獵物或農地的作物、工寮），面對黑熊的態度，也是「只好剷除」。就玉山國家公園地區的布農族獵人而言，台灣黑熊通常不是獵人的最主要目標物，因為黑熊為稀少的野生動物，再加上捕抓難度高、味道不好，以及人們認為獵熊具有危險性；傳統上，基於文化及經濟的理由，以偶蹄類動物為主要狩獵對象，但若有機會，仍會獵熊，理由包括保護自己與財產（48%），經濟收益（26%），英雄主義（17%），以及肉類來源（10%，Hwang 2003）。

獵熊訊息在部落間傳播快速，然部落或許基於自保的心態，對於部落附近獵熊消息仍是語多保留。此種獵人網絡之間的訊息流通，雖無法提供第一人稱的目擊資料，但卻也讓研究者得知，2007年仍有熊下到部落淺山並遭致獵捕的消息。雖然在六個部落聽聞獵熊消息，但只有在兩個部落得到當地人較正面的回應，且地點多位於靠近部落的淺山區域，若消息正確的話，正面來看則顯示在少數地區，黑熊活動似乎有靠近人類聚落的情況。但也由於台灣黑熊的年活動範圍極為廣大（27至117km²，Hwang and Wang 2006），故不能貿然詮釋為族群可能擴張的趨勢。反之，此情況也凸顯出加強化解此人熊衝突的急迫性和重要性。

部落訪談與問卷的結果顯示，人熊相遇時，台灣黑熊大多採驅避反應，與前一年的訪查結果相同。唯本研究資料樣本數較少（n=27），待完成北臺灣黑熊分布調查，並整合第一年資料分析，將可提出更具說服力的證據，以瞭解台灣的人熊互動關係。這資訊發現可以作為未來台灣黑熊宣導教育上，提供人熊共處之道的重要訊息。

伍、結論及建議

本研究顯示近年來台灣黑熊的分布主要侷限於中央山脈地區，並且有範圍日益縮減的趨勢。臺灣黑熊棲息地的選擇除了受到自然因素（海拔、植被、偶蹄類動物豐富度）影響之外，人為干擾亦扮演著重要的角色，此情況於較低海拔地區或國家公園以外的範圍尤為明顯。這些潛在的棲息地除了提供該物種重要的植物性和動物性食物來源之外，也提供適當的庇護和生存環境。

由於台灣黑熊的活動範圍廣大，往往超乎保護區的範圍之外（Hwang 2003），因此要確保台灣島上永續族群，則需要大範圍的有效保護台灣黑熊的棲息環境。為此，不僅應落實現有保護區的對於野生動物保育的目標，對於保護區以外地區黑熊潛在棲息地之間的生態廊道也應該建立，並且有效的經營管理，以提供充足且安全的活動空間，如此方有可能確保維繫種群永續發展的有效族群。

本計畫於南台灣地區調查台灣黑熊的活動蹤跡發現，南橫公路以北的玉山國家公園，以及南橫以南延伸至雙鬼湖保護區的中央山脈區域，仍有連續較大面積的黑熊分布紀錄。然而，除了玉山國家公園區域過去已累積長期的調查資料之外，本研究因選擇調查地區條件的限制，則無法全面地有系統量化台灣黑熊於南台灣各地區的相對豐富度，因此建議日後進一步釐清台灣黑熊活動頻繁的分布熱點以加強保護，並針對棲地劣質化的區域，控制並減低威脅因素。

針對法定的瀕臨絕種動物種而言，本研究並建議針對一些特定的地區，擬定長期監測台灣黑熊的計畫，或是建立一套完善的族群監測機制，以建立此物種於本島的族群變化趨勢之資料庫，提供適應性經營管理的依據。

雖然近年來非法狩獵黑熊的程度似乎不如以往，且台灣黑熊並非狩獵的目標物種（黃美秀 2003），但本研究在部落訪查時仍有所聞，野外調查也發現相當的非法狩獵活動痕跡。為此，加強執法效能雖是必要途徑之一，然非法狩獵與交易的稽查卻不僅會受組織編制所限制（例如組織內部的執法能力、權限，以及使用資源的權力等），大型野生動物活動的場域多位於地形崎嶇、植被茂密、交通不便的山區，更大大提高有效執法的困難度。因此，建議至少應該落實在保護系統區內加強瀕危物種的保育行動，消除非法狩獵，如此保護區或許尚可成為提供台灣黑熊族群增長的來源（population source）。

雖然目前國內狩獵仍受相關法規所規範，但原住民開放狩獵議題卻因民族自覺風潮而日漸浮出檯面，因此建議有關管理單位應該及早建立及發展區域性的

野生動物族群的監測。適當與當地住民合作討論協商，以備將來林管處等管理單位於面對開放狩獵議題時執行配套措施之便。同時，建議加強建立與部落社區夥伴關係，進行野生動物保育宣導和意見交流，整合社區經驗和文化，並獲得社區認同，從而善用在地資源與力量，以遏止非法狩獵和貿易，以達資源共管的達雙成效。

落實台灣黑熊的保育需要從供、需二方面著手。針對不同城鄉地區或對象而設計規劃的台灣黑熊保育教育宣導方案，遂成不可或缺的保育手段。必需的相關資訊除了加強對該物種基本生物學上的瞭解之外，也應持續瞭解地方居民對黑熊及其狩獵的行為和態度，人對熊體的利用方式和其經濟價值，以及原住民和其他一般社會大眾（是潛在的熊體消費者）二者的文化價值和社經因素的改變。在林務局正籌組將森林遊樂區轉型為自然教育中心之際，建議善運用現有的教育場域，配合以往長期委託執行計畫所收集的野生動物研究的相關資訊，作為保育教育宣導的基石，以加強民眾對於台灣黑熊保育現況及其生態習性的認識，讓人瞭解野生動物保育的成果與重要性。

陸、參考資料

- Anderson, R. P., and E. Martinez-Meyer. 2004. Modeling species' geographic distributions for preliminary conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. *Biological Conservation* 116:167-179.
- Black L. T. 1998. Bear in human imagination and in ritual. *Ursus* 10:343-347.
- Brown, J. H., and Lomolino, M. V. 1998. *Biogeography*, second ed. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Buckland, S. T., D. R. Anderson, K. P. Burnham, J. L. Laake, D. L. Borchers, and L. Thomas. 1993. *Distance sampling: estimation abundance of biological populations*. Chapman and Hall, London, UK.
- Bunnell, F. L., and D. E. N. Tait. 1981. population dynamics of bear: Implications. Pages 75-98 in C. W. Fowler and T. D. Smith, editors. *Gynamics of Large Mammal Populations*. John Wiley and Son, New York.
- Clark, J. D, S. G. Hayes, and J. M. Pledger. 1998. A female black bear denning habitat model using a geographic information system. *Ursus* 10:181-185.
- Clark, J. D., J. E. Dunn, and K. G. Smith. 1993. A multivariate model of female black bear habitat use for a geographic information system. *Journal of Wildlife Management* 57:519-526.
- Colding, J., and C. Folke. 1997. The relations among threatened species, their protection, and taboos. *Conservation Ecology* 1(1). Available from <http://www.consecol.org/vol1/iss1/art6>
- Czech, B., P. R. Krausman, and P. K. Devers. 2000. Economic associations among causes of species endangerment in the United States. *Bioscience* 50:593-601.
- Cuesta, F., M. F. Peralvo, and F. T. van Manen. 2003. Andean bear habitat use in the Oyacachi River Basin, Ecuador. *Ursus* 14:198-209.
- Ellison, A. M., M. S. Banks, B. D. Clinton, E. A. Colburn, K. Elliott, C. R. Ford, D. R. Foster, B. D. Kloeppel, J. D. Knoepp, G. M. Lovett, J. Mohan, D. A. Orwig, N. L. Rodenhouse, W. V. Sobczak, K. A. Stinson, J. K. Stone, C. M. Swan, J. Thompson, B. Von Holle, and J. R. Webster. 2005. Loss of foundation species: consequences for the structure and dynamics of forested ecosystems. *Frontiers in Ecology and Environment* 3:479-486.
- Fecske, D. M., R. E. Barry, F. L. Precht, H. B. Quigley, S. L. Bittner, and T. Webster.

2002. Habitat use by female Black bears in Western Maryland. *Southeastern Naturalist* 1:77-02.
- Glenz C., A. Massolo, D. Kuonen, and R. Schlaepfer. 2001. A wolf habitat suitability prediction study in Valais (Switzerland). *Landscape and Urban Planning* 55:55-65.
- Guisan, A., and N. E. Zimmermann. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135:147-186.
- Gaines, W. L., A. L. Lyons, J. F. Lehmkuhl, and K. J. Raedeke. 2005. Landscape evaluation of female black bear habitat effectiveness and capability in the north Cascades, Washington. *Biological Conservation* 125:411-425.
- Hashimoto, Y., M. Kaji, H. Sawada., and S. Takatsuki. 2003. Five-year study on the autumn food habits of the Asiatic black bear in relation to nut production. *Ecological Research* 18:485-492.
- Hidalgo-Mihart, Mircea G., Cantu-Salazar. Lisette, Gonzalez-Romero. Alberto, Lopez-Gonzalez. C. A. 2004. Historical and present distribution of coyote (*Canis latrans*) in Mexico and Central America. *Journal of Biogeography* 31: 2025-2038.
- Hill, K., and J. Padwe. 2000. Sustainability of Ache' hunting in the Mbaracayu Reserve, Paraguay. Pages 79-105 in J. G. Robinson and F. L Bennett, editors. *Hunting for sustainability in tropical forests*. Columbia University Press, New York.
- Hutchinson, G. E., 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 22:415-427.
- Hwang, M-H., D.L. Garshelis, and Y. Wang. 2002. Diet of Formosan black bears with methodological and graphical comparison. *Ursus* 13:111-125.
- Hwang, M-H. 2003. Ecology of Asiatic black bears (*Ursus thibetanus formosanus*) and People-bear interactions in Yushan National Park, Taiwan. Dissertation, University of Minnesota, Twin Cities, Minnesota.
- Hwang, M-H. and D.L. Garshelis. 2007. Activity patterns of Asiatic black bears in the Central Mountains of Taiwan. *Journal of Zoology* 271:203-209.
- Hwang, M. H., and Y. Wang. 2006. The status and Management of Asiatic black bears in Taiwan. Pages 107-110 in K. Yamazaki, *et al.*, editors. *Understanding Asian Bears to Secure Their Future*. Japan Bear Network Press, Japan.
- Izumiyama S., and T. Shiraishi. 2004. Seasonal changes in elevation and habitat use of

- the Asiatic black bear (*Ursus thibetanus*) in the Northern Japan Alps. *Mammal Study* 29:1-8.
- Kano, T. 1940. Zoogeographic studies of Tsugitaka mountains of Formosa: Shibusawa Institute of Ethnographic Resource, cited by Wang, Y. *Zoological*. 1999. Status and management of the Formosan black in Taiwan. *Bears*, p213, IUCN, Gland, Switzerland.
- Kobler, A., and M. Admic. 2000. Identifying brown bear habitat by a combined GIS and machine learning method. *Ecological Modeling* 135:291-300.
- Linnell, J. D. C., J. E. Swenson, and R. Andersen. 2001. Predators and people: conservation of large carnivores is possible at high human densities if management policy is favourable. *Animal Conservation* 4:345-349.
- Laurance, W. F., B. M. Croes, L. Tchignoumba, S. A. Lahm, A. Alonso, M. E. Lee, P. Campbell, and C. Ondzeano. 2006. Impacts of roads and hunting on central African rainforest mammals. *Conservation Biology* 20:1251-1261.
- Landis, J. R., and G. G. Koch. 1977. An application of hierarchical Kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among Multiple observers. *Biometrics* 33:363-374.
- Mattson, D. J., and T. Merrill. 2004. A model-based appraisal of habitat conditions for grizzly bears in the Cabine-Yaak region of Montana and Idaho. *Ursus* 15:76-89.
- McLellan, B. N. 1989. Dynamics of grizzly bear population during a period of industrial resource extraction extraction. II. Mortality rates and causes death. *Canadian Journal of Zoology* 67:1861-1864.
- Markovchick-Nicholls, L., H. M. Regan, D. H. Deutschman, A. Widyanata, B. Martin, L. Noreke, and T. A. Hunt. 2008. Relationships between human disturbance and wildlife land use in urban habitat fragments. *Conservation Biology* 22:99-109.
- Mace R. D., J. S. Waller, T. L. Manley, L. J. Lyon, and H. Zuuring. 1996. Relationships among grizzly bears, roads and habitat in the Swan Mountain, Montana. *Journal of Applied Ecology* 33:1395-1404.
- Marquínez, J., P. García, J. Naves, and A. Ruano. 1997. Geographic information system for the analysis of Cantabrian brown bear habitat quality. *International Conference Bear Research and Management* 9:57-66.
- Massolo, A., and A. Meriggi. 1998. Factors affecting habitat occupancy by wolves in

- northern Apennines (northern Italy): a model of habitat suitability. *Ecography* 21:97-107.
- Manel, S., H. C. Williams, and S. J. Ormerod. 2001. Evaluating presence-absence model in ecology: the need to account for prevalence. *Journal of Applied Ecology* 38:921-931.
- Manly, B. F. J., L. L. McDonald, D. L. Thomas, T. L. McDonald, and W. P. Erickson. 2002. *Resource selection by animals: statistical design and analysis for field studies*. Second edition. Kluwer, New York.
- McLellan, B. N., and F. W. Hovey. 2001. Habitat selected by Grizzly Bears in a multiple use landscape. *Journal of Wildlife Management* 65:92-99.
- McLellan, B. N., and D. M. Shackleton. 1988. Grizzly bears and resource-extraction industries: effects of roads on behaviour, habitat use and demography. *Journal of Applied Ecology* 25:451-460.
- Muchaal, P. K., and G. Ngandjui. 1999. Impact of village hunting on wildlife populations in the Western Dja Reserve, Cameroon. *Journal of Conservation Biology* 13:385-396.
- Nowak, R. M. 1991. *Walker's Mammals of the World*. Fifth Edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, UK. 1629pp.
- Nielsen, S. E., S. Herrero, M. S. Boyce, R. D. Mace, B. Benn, M. L. Gibeau, and S. Jevons. 2004. Modelling the spatial distribution of human-caused grizzly bear mortalities in the Central Rockies ecosystem of Canada. *Biological Conservation* 120:101-113.
- Palma, L., P. Beja, and M. Rodrigues. 1999. The use of sighting data to analyse Iberian lynx habitat and distribution. *Journal of Applied Ecology* 36:812-824.
- Peterson, A. Townsend. 2001. Predicting species' geographic distributions based on ecological niche modeling. *Condor* 103:599-605.
- Peyton, B., C. Servheen, and S. Herrero. 1999. An overview of bear conservation planning and implementation. Pages 8–24 in C. Servheen, C. Herrero, and B. Peyton, editors. *Bears: status survey and conservation action plan*. IUCN, Gland, Switzerland.
- Reynolds-Hogland, M. J., and M. S. Mitchell. 2007. Effects of roads on habitat quality for bears in the Southern Appalachians: a long term study. *Journal of Mammalogy* 88:1050-1061.
- Stockwell, D. R. B., and I. R. Noble. 1992. Induction of sets of rules from animal

- distribution: a robust and informative method of data analysis. *Mathematics in Computer and Simulation* 33:385-390.
- van Manen, F. T., and M. R. Pelton. 1997a. Procedures to enhance the success of a black bear reintroduction program. *International Conference Bear Research Management* 9:67-77.
- van Manen, F. T., and M. R. Pelton. 1997b. A GIS model to predict black bear habitat use. *Journal of Forestry* 95:6-12.
- Wang, Y., S-W. Chu, and U. S. Seal, editors. 1994. Asiatic black bear population and habitat viability assessment. Taipei Zoo, Taipei, Taiwan, and Conservation Breeding Specialist Group, Apple Valley, Minnesota.
- Wang, Ying. 1999. Status and management of the Asiatic Black Bear in Taiwan. Pages 213–215 in C. Servheen, C. Herrero, and B. Peyton, editors. *Bears: status survey and conservation action plan*. IUCN, Gland, Switzerland.
- 王冠邦。1990。台灣黑熊之生態學研究—分布、棲地及動物園行爲。國立台灣師範大學生物研究碩士論文。37 頁。
- 王穎。1999。台灣黑熊族群調查及保育研究計劃。台北市動物園之友協會。52 頁。
- 台灣省農林廳林務局。1995。第三次台灣森林資源調查與土地利用調查。台灣省政府農林廳林務局。175 頁。
- 吳尹仁。2007。台灣黑熊棲息地利用及分布預測模式。國立屏東科技大學碩士學位論文。100 頁。
- 李培芬、廖倩瑜、李玉琪、潘彥宏、傅維馨、陳宣汶。1997。台灣地區生態與環境因素地理資訊資料庫。行政院農業委員會。94 頁。
- 李培芬、白梅玲、林瑞興。2005。利用遙測與GIS 探討瀕危物種八色鳥之棲地喜好與分布。農委會94 年度遙測應用計畫成果發表會專刊。1-10頁。
- 侯萬儒、任正隆、胡錦矗。2003。唐家河自然保護區黑熊種群生存力初步分析。廣西科學 10:301~304。
- 黃美秀、王穎、D. L. Garshelis。2002。玉山國家公園台灣黑熊活動模式之初探。國家公園學報 10:26-40。
- 黃美秀、王穎、李培芬、姚中翎。2006a。台灣黑熊的分布繪製及保育現況之探討。行政院農業委員會。77 頁。

- 黃美秀、林冠甫。2007。玉山國家公園台灣黑熊之族群生態學研究及保育計畫擬定。玉山國家公園管理處。48 頁。
- 黃美秀、祁偉廉、吳尹仁。2006b。玉山國家公園台灣黑熊之族群生態學研究及保育計畫擬定。玉山國家公園管理處。53 頁。
- 黃美秀、簡熒芸。2007。玉山國家公園楠溪林道較大型哺乳動物之監測。台灣林業科學 22(2):145-157。
- 黃美秀。2003。尋找保育台灣黑熊的鑰匙：人熊關係。第四次野生動物研究與調查方法研討會論文集。野生動物保護基金會。87-104 頁。
- 黃美秀。2005。玉山國家公園楠梓仙溪地區中大型哺乳動物之族群監測。生物多樣性保育與永續利用成果發表會。玉山國家公園管理處。47-62 頁。
- 魯慶彬、胡錦矗。2003。岷山黑熊生鏡選擇初步分析。獸類學報 23:98-103。

附錄一、南台灣野外調查台灣黑熊所記錄的痕跡



幼熊排遺含螞蟻食痕（卑南橫斷）



黑熊含水鹿毛骨排遺（卑南橫斷）



黑熊的植物性排遺（伊加之蕃）



黑熊啃過水鹿骨頭（卑南橫斷）

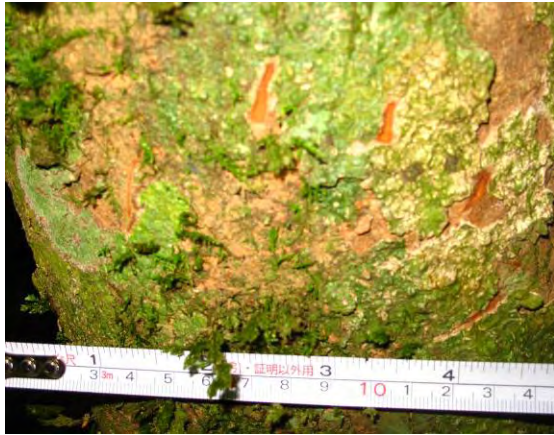


黑熊爬樹的爪痕（關東松轆轤）



芒草編折的熊窩（延平林道）

附錄一、南台灣野外調查台灣黑熊所記錄的痕跡(續)



黑熊上樹爪痕（伊加之蕃）



黑熊挖掘枯木及泥土（卑南橫斷）



黑熊啃蝕人丟棄的塑膠桶（玉穗社）



青剛櫟樹上的新鮮折枝（內本鹿）

附錄二、南台灣穿越帶調查所發現狩獵痕跡



啓用中的鋼索陷阱(套脖子用,舊萬安)



各式陷阱(鐵夾與吊子)及烤乾的山豬皮(射鹿)



廢棄工寮發現一串獵具(吊索與踏板,中平林道)



水鹿屍解現場(獵人僅留下皮毛,中平林道)



使用中的獵寮(內發現製吊索,小鬼湖礦道支稜)



獵人製作的鹿皮仍留在工寮(卑南橫斷)

表一、分析影響台灣黑熊出現之自然和人為環境因素的列表及說明

變因	範圍	說明
(一)自然因素		
海拔（公尺）	50 ~ 3429	由內政部所發行的五萬分之一地形圖，每 100 公尺數劃一條等高線，建成 Arc/Info 檔案，再轉成網格系統。
坡度（度）	0 ~ 60.6	將已建構的 100 公尺等高線海拔資料庫，載入 IDRISI (Eastman 1992)，計算坡度。
植生指數	1 ~ (-1)	資料取自美國地質調查所 (USGS)的網站，每個月三張影像，代表月初、中、末的植物的生長狀況；資料取得後經過地理位置校正或轉換投影方式後，與網格系統套疊所得（李培芬等 1997）。
到河流最近距離 （公里）	0 ~ 10.4	以 Arc/Info 數化行政院農委會編制的「台灣地區台灣集水區分佈圖」，此圖僅提供台灣三級以上重要河流(孫志鴻 1988)。再轉為網格式資料，載入 IDRISI 作距離分析，將結果轉回 Arc/Info，以 dBase 檔案格式。
(二)人為干擾因素		
自然度指標	1~10	採用徐國士(1984)年所使用的自然度之概念，將台灣植被圖依土地利用型態 (landuse)或土地覆蓋度 (landcover)，依原始程度分為十級，自然度指標最低則人為開發的程度則偏低，依次為(1)城市、(2)漁塭、(3)農地（稻田、茶園、甘蔗園）、(4)果園（低海拔果園、溫帶果園）、(5)造林（相思樹造林、雜林、竹林）、(6)柳杉造林、(8)次生林（二葉松林、玉山箭竹）、(9)山毛櫸、(10)原始林（冷杉林、鐵杉林、針葉混合林、櫟林、楠儲林、榕樹林等；李培芬等 1997）。
道路密度 （公尺/公頃）	0~288.83	數化農委會編制的「台灣地區道路交通圖」(1994)，包含國道、省道、縣道、一般道路，再計算單位面積內之道路長度。
離道路最近 距離（公尺）	0~16279	網格中心至道路密度大於 0 的網格中心座標的最近距離。

表二、以七項環境變因利用基因演算法(GARP)所建立之台灣黑熊分佈預測模式

模式	使用環境變因	變因 個數	Kappa	Sensitivity
I	海拔、坡度、植生指標、離溪流最近距離、自然度指標、離道路最近距離、道路密度	7	0.360	0.893
II	海拔、坡度、植生指標、自然度指標、離溪流最近距離、道路密度	6	0.307	0.880
III	海拔、坡度、植生指標、自然度指標、道路密度、離道路最近距離	6	0.347	0.873

表三、南台灣野外調查台灣黑熊分佈之區域及時程

調查區域	分佈山區	海拔範圍	執行時程 (年/月/日)	調查 天數	調查 人天	調查總里 程 (km)	登山口最近村落	進出道路系統
旗鹽山區	西部	600-1986m	07/03/24-26	3	12	8.4	瑪家	
舊萬安舊平和	西部	1081-1566m	07/04/09-10	2	9	11.1	瑪家	
中平林道	東部	1059-1420m	07/5/05-06	2	10	10.1	太平	中平林道
小鬼湖	西部	1211-2078m	07/05/18-23	6	24	35.5	阿禮	小鬼採礦道
卑南橫斷/ 內本鹿	橫斷	1661-3296m	07/07/14-21	8	36	54.1	寶來(西)	石山林道
丹大橫斷	東部	1380-2400m	07/12/25-1/12	10	10	32	台東紅葉(東)	延平林道
	橫斷	1268-3626m	07/09/01-11	11	55	73.2	豐丘(西) 花蓮紅葉(東)	郡大林道 瑞穗林道
關東松-轆轤	東部	400-2614m	07/10/10-17	8	40	31.1	武陵 霧鹿	武陵林道 下馬產業道路
伊加之蕃	橫斷	1668-3258m	07/11/16-22	7	28	34.7	寶來(西) 霧鹿(東)	小關山林道 霧鹿林道
崙天山區	東部	1500-2300m	08/01/30-2/2	4	12	17.1	卓清	長良林道
雙龍人倫	西部	1300-3100m	08/02/22-26	5	15	24	雙龍 人倫	雙龍林道 人倫林道
玉穗山區	西部	1200-2000m	08/03/29-4/2	6	30	9.7	梅山	南橫中之關
總計				72	281	341		

表四、南台灣野外調查區域的樣帶，以及發現台灣黑熊痕跡結果

地區	調查樣帶 ^a			發現有熊的樣帶				記錄熊痕跡總數	痕跡總密度 (數量/0.5 km)
	250 m	500 m	總計(n)	數量	百分比 (%)	熊痕跡密度 (數量/0.5 km)	標準差 (SD)		
小鬼湖		22	22	1	4.5	1	—	1	0.05
中平林道		9	9	3	33.3	3	1	9	1.00
丹大	3	72	75	0	0	0	0	0	0
玉穗山區	1	11	12	5	41.7	2	1.73	10	0.83
伊加之蕃	2	32	34	5	14.7	2.6	1.82	11	0.38
卑南橫斷	2	45	47	10	21.3	4	3.65	32	0.85
崙天山區		16	16	0	0	0	0	0	0
舊平和_萬安		14	14	0	0	0	0	0	0
雙龍人倫		23	23	0	0	0	0	0	0
關東松轆轤		32	32	12	37.5	3.2	2.72	38	1.19
總計	8	275	284	36	12.7	3.1	2.7	101	0.39

^a 每公里進行 2 個連續 250 m 為樣帶基本單位，寬度為左右兩側各 3 m。

表五、南台灣野外調查樣帶發現台灣黑熊的痕跡類型及數量

地區	黑熊痕跡							樣帶 ^a	
	排遺	爪痕	腳印	食痕	巢	其他 ^b	總計	密集調查	一般調查
小鬼湖	0	0	0	1	0	0	1	1	0
中平林道	8	1	0	0	0	0	9	9	0
卑南橫斷/內本鹿	13	21	1	4	15	2	56	32	24
玉穗社	0	14	0	2	0	0	16	10	6
伊加之蕃	6	30	1	0	2	0	39	11	28
關東松轆轤	3	65	0	0	1	0	69	38	31
總計	30	131	2	7	18	2	190	101	89
(%)	15.8	68.9	1.1	3.7	9.5	1.1		53.2	46.8

^a 每公里進行 2 個連續 250 m 為樣帶基本單位，寬度為左右兩側各 3 m。一般調查樣帶指沒有進行密集調查，但僅搜尋熊痕跡的調查路段。

^b 其他：熊毛及折枝

表六、南台灣各地區調查樣帶發現有關狩獵活動痕跡的類型及數量

地區	調查樣帶 ^a			痕跡類型 ^b								密度 (個/km)	樣帶狩獵 百分比例 (%)	
	250 m	500 m	總計	彈殼	鐵夾	脖吊	腿吊	生火	獵徑	砍痕	獵寮			總計
小鬼湖		22	22	0	0	0	0	9	4	9	4	26	2.36	
中平林道		9	9	0	1	4	1	6	5	0	2	19	4.22	66.7
丹大	3	72	75	1	0	1	0	10	1	0	9	22	0.60	12.0
玉穗山區	1	11	12	3	0	0	1	2	0	2	0	8	1.39	25.0
伊加之蕃	2	32	34	4	0	0	0	10	0	1	3	18	1.09	35.3
卑南橫斷	2	45	47	2	0	3	1	12	0	0	0	18	0.78	23.4
崙天山區		16	16	0	0	0	0	3	0	0	1	4	0.50	25.0
舊平和_萬安		14	14	0	2	0	0	2	8	0	3	15	2.14	92.9
雙龍人倫		23	23	0	0	0	0	0	2	0	7	9	0.78	26.1
關東松轆轤		32	32	1	0	4	1	7	4	0	12	29	1.81	53.1
總計 (n)	9	275	284	11	3	12	4	61	24	12	41	168	1.20	
(%)				6.5	1.8	7.1	2.4	36.3	14.3	7.1	24.4		0.72	32.7

^a 每公里進行 2 個連續 250 m 為樣帶基本單位，寬度為左右兩側各 3 m。

^b 套索陷阱分為套脖子與腿吊兩種，以因應不同獵物或地形。有升火搭帆布痕跡者歸類為「獵寮」。

表七、利用海拔、植被、偶蹄類動物相對豐富度三項變因所建立之台灣黑熊分佈之邏輯回歸分析模式

變因 ^a	B	S.E.	Wald	df	Sig	R	Exp(B)	關連強度
海拔	-.6269	0.2055	9.3117	1	00023	-0.1840	.5342	
植被	-.6691	0.1601	17.4749	1	0.0000	-.2677	.5122	
偶蹄類動物 相對豐富度	0.4674	0.1317	12.5864	1	0.0004	.2214	1.5958	Cox-Snell R ² =0.194 Nagelkerke R ² =0.364
常數項	1.0973	0.8999	1.4868	1	0.2227			
整體模式適配度 檢定	Goodness- of-fit test: X ² =61.103, df=3, P=0.0013 Hosmer-Lemeshow test: X ² = 10.494, df=8, P=0.232							

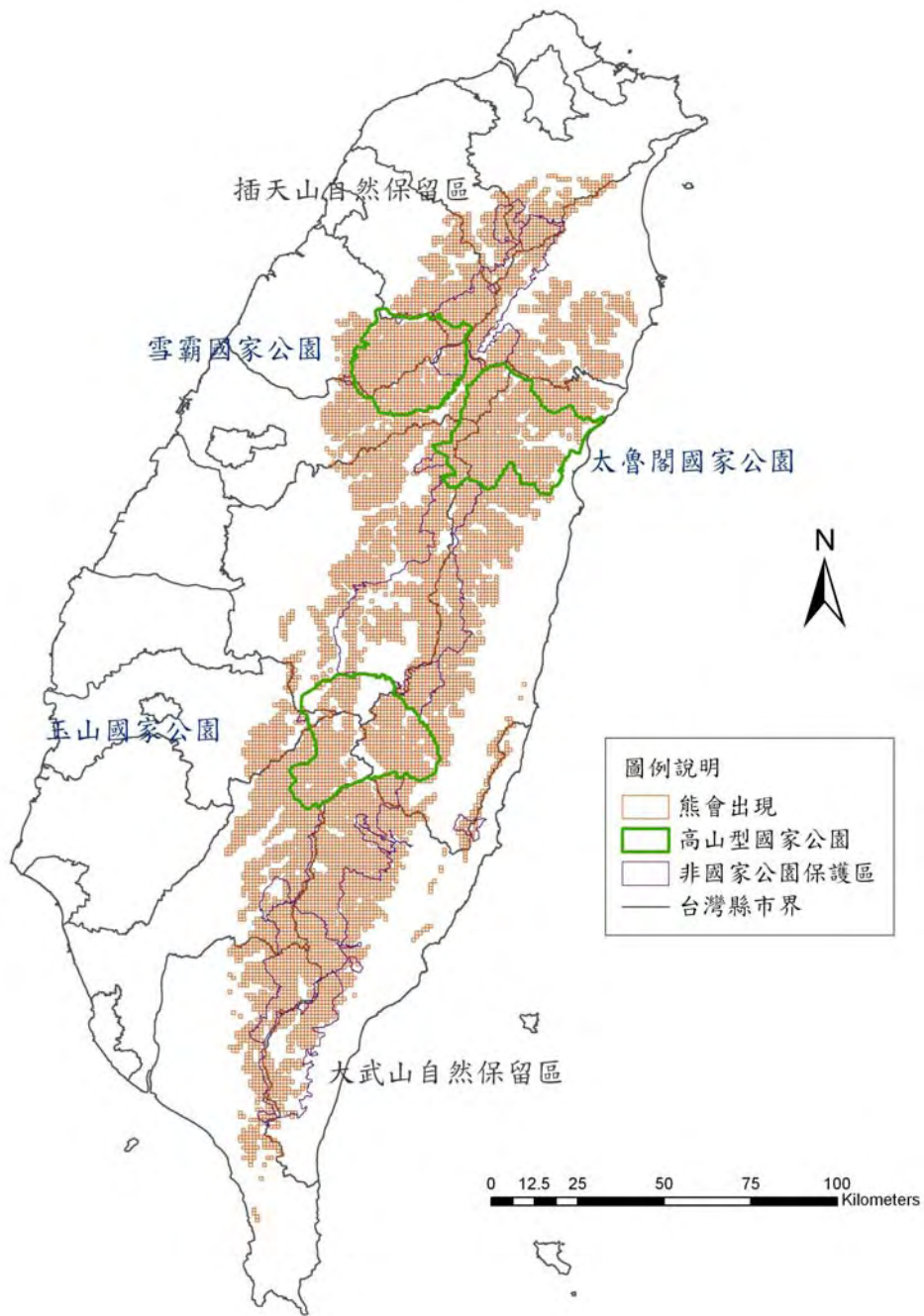
^a根據 Score 檢定與 Wald 檢定逐步選擇顯著的自變項 (Forward: Wald)。

表八、南台灣部落訪查台灣黑熊分佈之區域範圍及結果總表

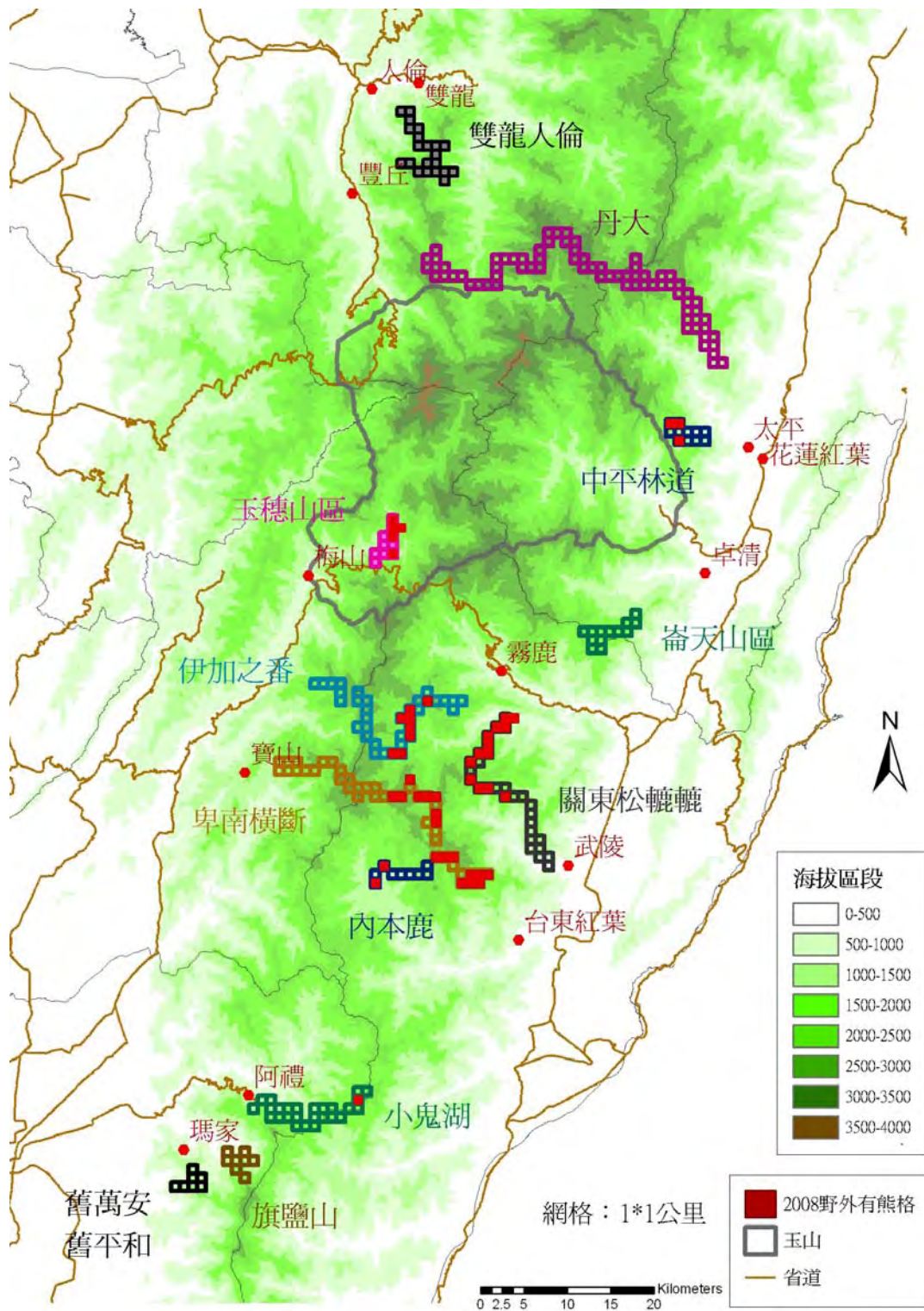
	訪查範圍		訪查人數	發現黑熊紀錄(筆)
	鄉名	村落名稱(人數)		
屏東縣	來義鄉	文樂(2)	2	0
	霧台鄉	霧台(2)、阿禮(1)	3	6
台東縣	桃源鄉	桃源(5)、紅葉(2)	7	7
	金峰鄉	太麻里(1)、嘉蘭(1)、 香蘭(2)、壠丘(2)	6	0
嘉義縣	阿里山鄉	香林(4)、達邦(3)、 里佳(1)、來吉(3)	11	15
花蓮縣	卓溪鄉	崙天(2)、龍泉(3)	5	0
	萬榮鄉	馬遠(5)、萬榮(1)	6	2
南投縣	信義鄉	雙龍(2)、地利(3)	5	4
高雄縣	桃源鄉	寶山(2)、建山(1)、 桃源(2)、復興(2)、 梅山(2)	9	8
		茂林鄉	多納(1)	1
	三民鄉	民生(2)	2	3
其他	海端鄉	下馬 ^a (1)	1	1
		問卷 ^b	14	18
		累計	72	64

^a 進行野外調查在轆轤溫泉遇下馬部落的人，藉機會同時進行訪談。

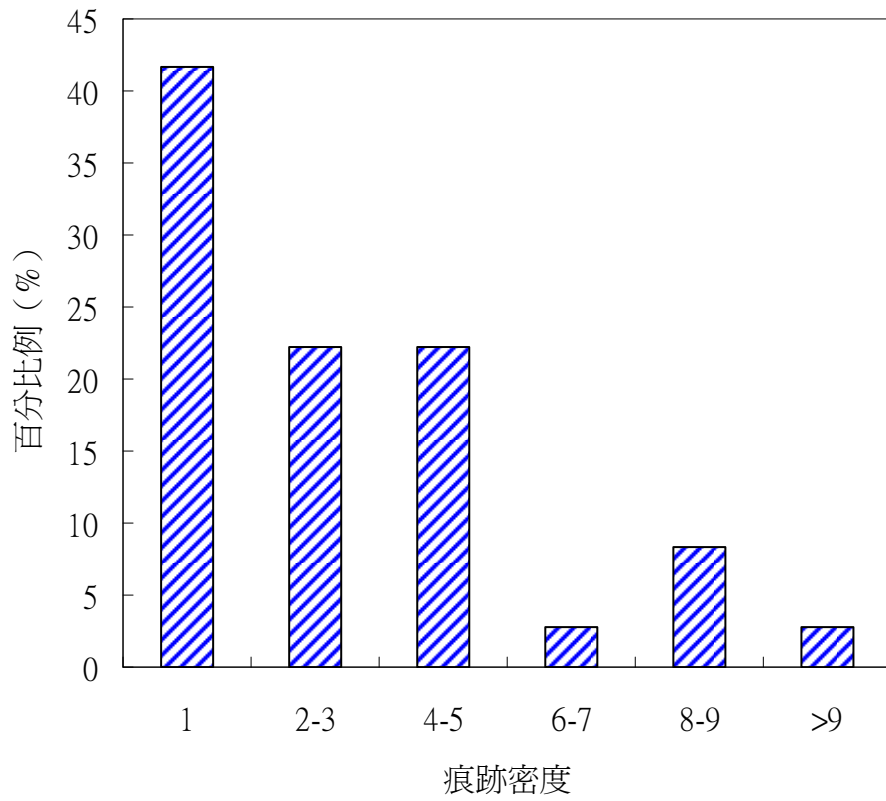
^b 來源包括私人通訊、網路問卷、以及林管處所提供的資料。



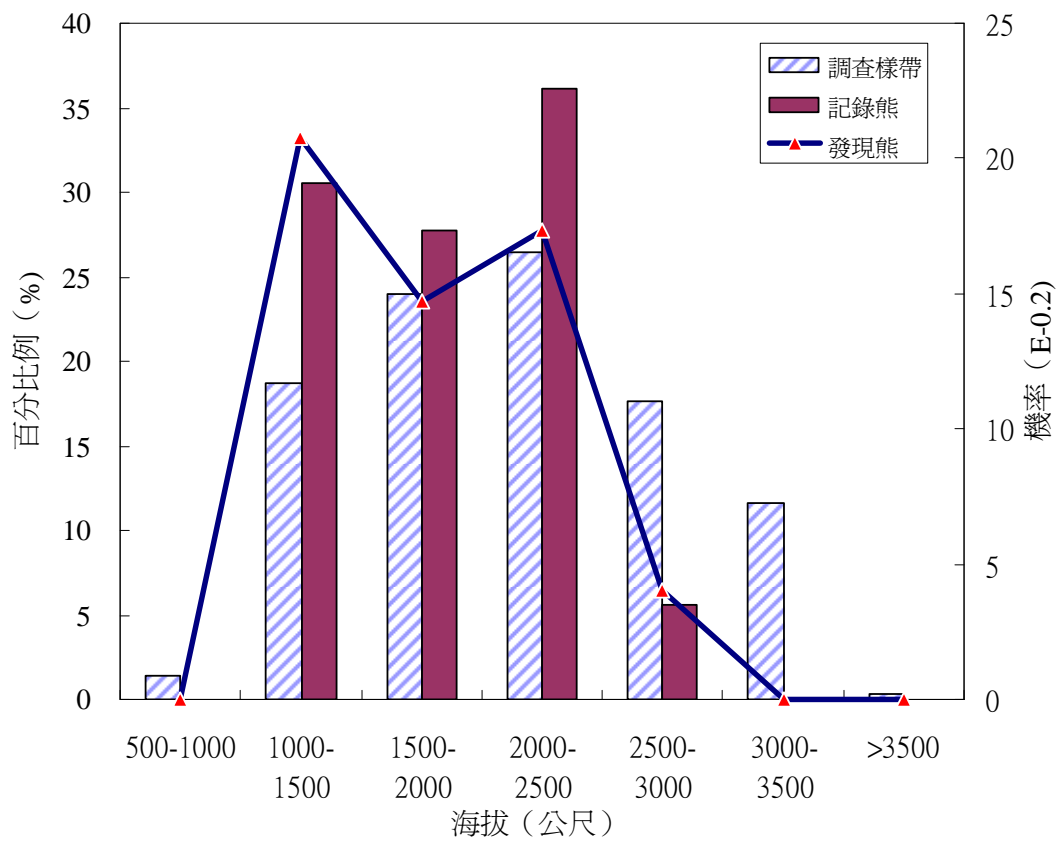
圖二、利用第一年訪查資料庫（黃美秀等 2006）以基因演算法所預測之台灣黑熊地理分佈圖（1*1 公里網格單位）



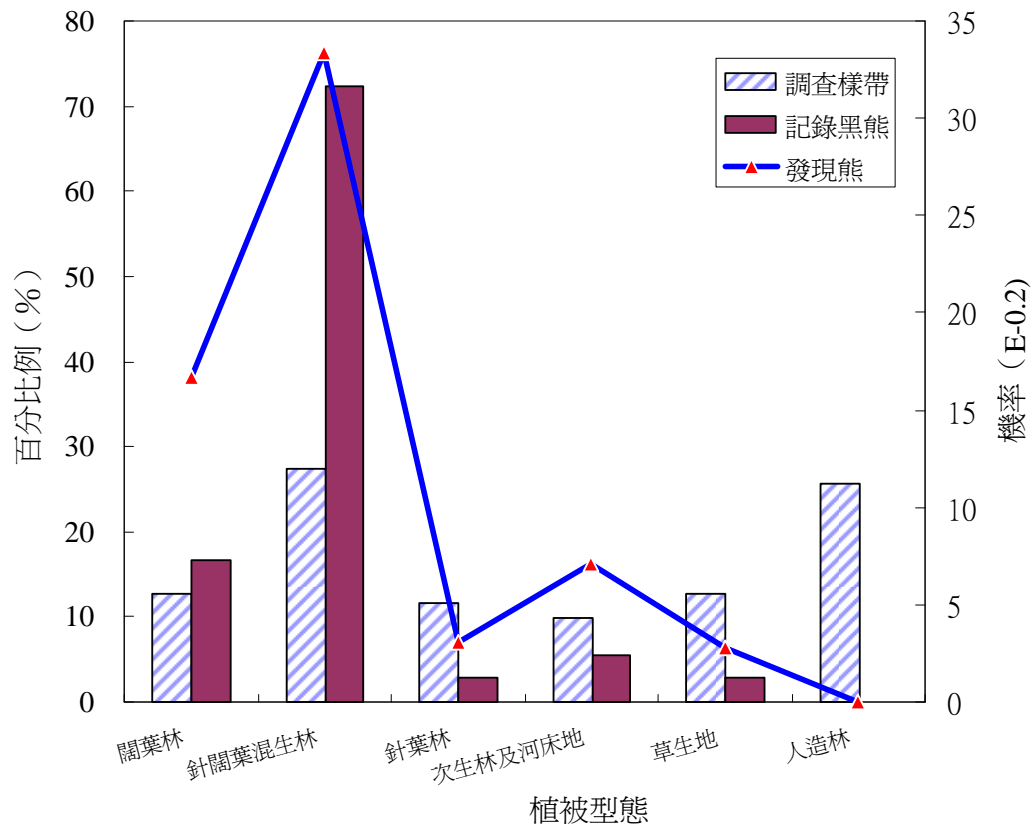
圖三、南台灣野外調查台灣黑熊之路線與發現有熊格之分布。共計調查 279 個 1*1 公里網格，包括 49 個有熊格（18%，地圖上所顯示村落為離登山口最近部落名稱）



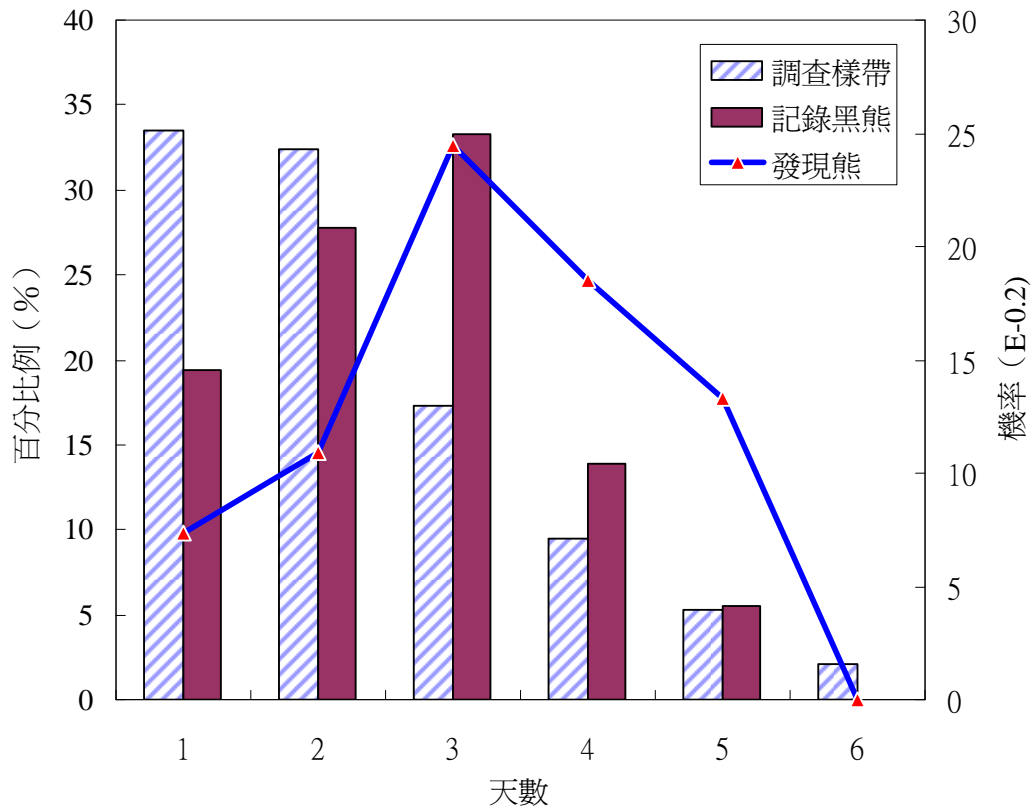
圖四、南台灣地區利用沿線痕跡調查法於寬 6 m 長 500 m 樣帶上記錄台灣黑熊的痕跡數量。



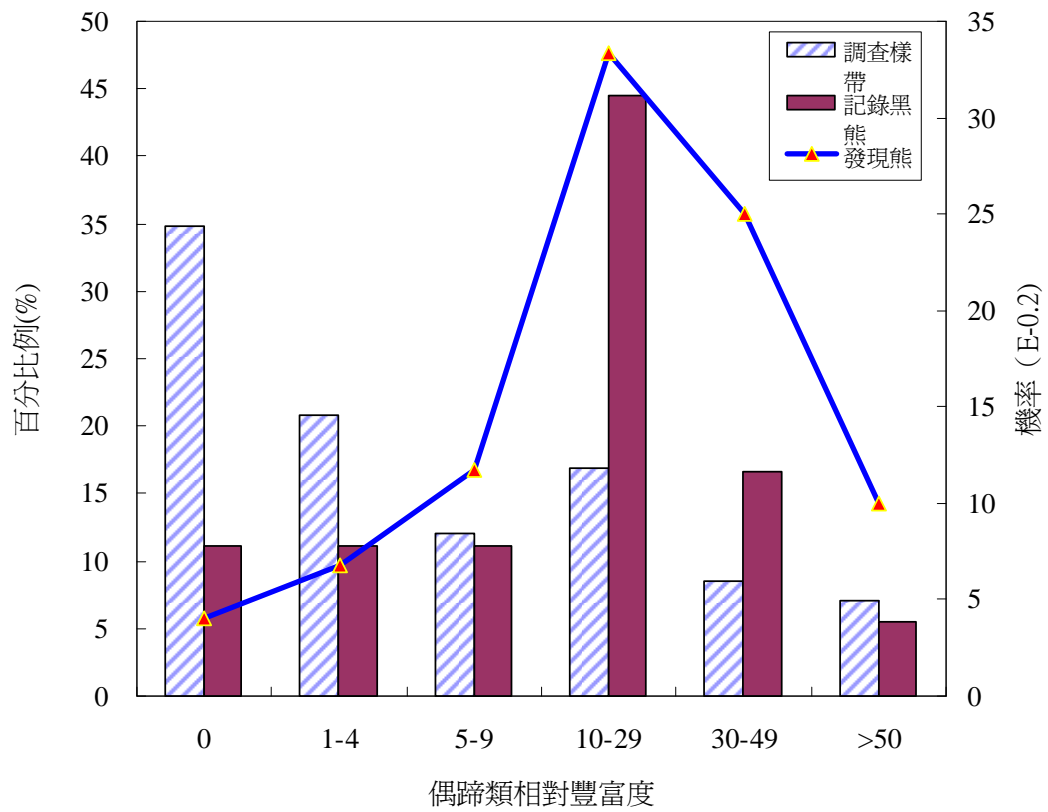
圖五、野外調查樣帶之海拔分佈和紀錄台灣黑熊痕跡的百分比例（柱狀圖），以及於各海拔梯度發現黑熊痕跡的機率（曲線圖）。



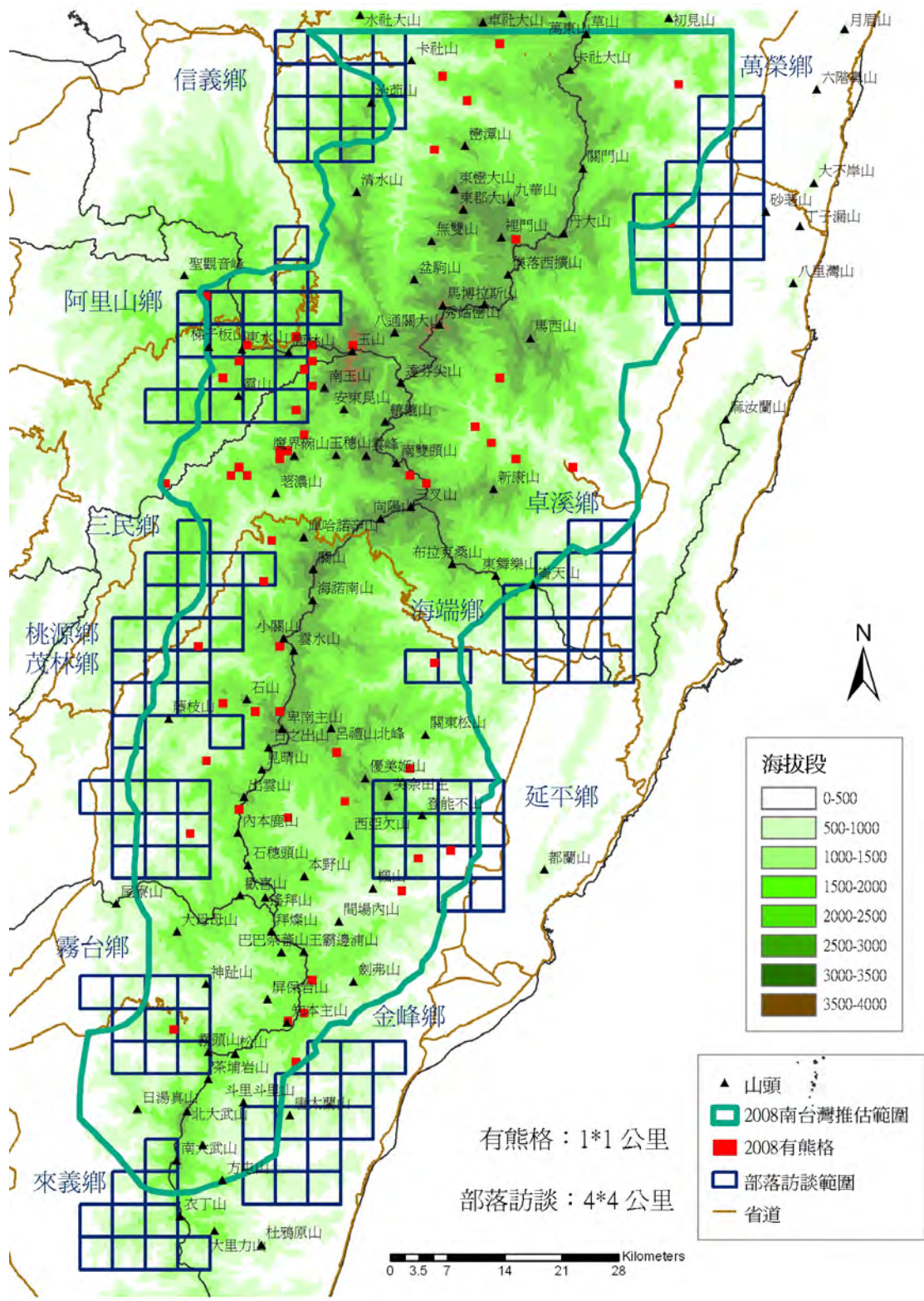
圖六、野外調查樣帶之植被分佈和紀錄台灣黑熊痕跡的百分比例（柱狀圖），以及於各種植被環境下發現黑熊痕跡的機率（曲線圖）。



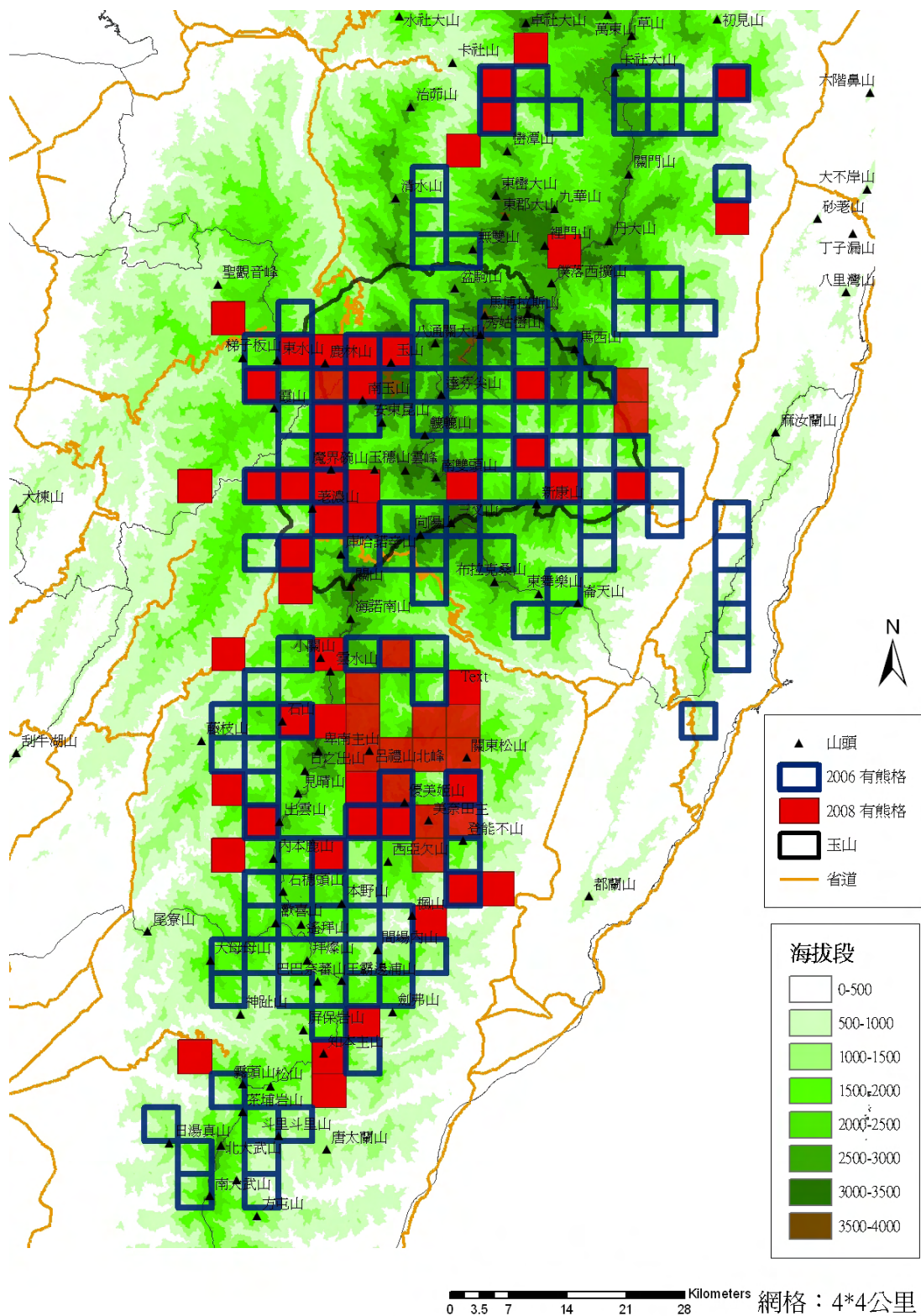
圖七、抵達野外調查樣帶步行所需花費時間(天)和紀錄台灣黑熊痕跡的百分比分佈(柱狀圖)，以及於不同行程發現黑熊痕跡的機率(曲線圖)。



圖八、野外調查樣帶每 500 公尺上記錄偶蹄類動物排遺的數量分佈和發現台灣黑熊痕跡的百分比 (柱狀圖)，以及於不同偶蹄類豐富度指標下發現黑熊痕跡的機率 (曲線圖)。



圖九、於南台灣（以丹大林道與萬榮林道為南北界的劃分；TWD67，2636000 m N），進行訪談台灣黑熊之部落和發現熊地點分佈，以及受訪者推測台灣黑熊之分布範圍（綠色多邊形）。推估範圍的框線以內表示仍有熊出沒，框線以外表示近 15 年以內已無熊出沒的消息。



圖十、根據本調查結果與 2006 年之訪查結果（黃美秀等 2006）所繪製之南台灣有熊格分佈圖。前者總計紀錄 96 個有熊網格，包括 66 個（69%）新增紀錄。