

PG9504-0924

095—301020200G1—002

玉山國家公園台灣黑熊族群生態學 及保育研究(1/4)

The Study of Population Ecology and the
Development of Conservation Plan for Formosan
Black Bears in Yushan National Park (1/4)

受委託者：中華民國國家公園學會

研究主持人：黃美秀

協同主持人：祁偉廉

研究助理員：吳尹仁

內政部營建署玉山國家公園管理處委託研究報告

中華民國 95 年 12 月

該研究報告非本處立場、僅供參考

目次

表次	II
圖次	III
摘要	IV
第一章 緒論：研究緣起與背景	1
第二章 究方法及過程	4
第一節 台灣黑熊棲地利用模式	4
第二節 堅果豐富度與台灣黑熊分佈之關係	6
第三節 黑熊族群和遺傳變異之先期調查	9
第三章 結果與討論	11
第一節 台灣黑熊棲地利用模式	11
第二節 堅果豐富度與台灣黑熊分布之關係	26
第三節 黑熊族群和遺傳變異之先期調查：熊排遺偵測犬	31
第四章 結論及建議	35
第一節 結論	35
第二節 建議	36
附錄一 發現台灣黑熊調查問卷	37
附錄二 第三次台灣森林資源及土地利用調查之林型重新分類 對應表	42
附錄三 黑熊排遺偵測犬輸入許可證明及相關檢驗	44
附錄四 1999-2000 玉山國家公園捕捉繫放台灣黑熊個體資料 (n=15)	45
附錄五 黑熊排遺偵測犬健康檢查及證明	46
謝誌	49
參考書目	50

表次

表次

表 3-1	1990 年以來於玉山國家公園樣區發現黑熊之累計資料數量和 類型	11
表 3-2	發現黑熊的記錄所在位置於一公里網格內的各項環境變項分 析結果	27
表 3-3	玉山國家公園大分地區自動相機系統拍攝的哺乳動物種類及 出現指數	30

圖次

圖 1-1	成功的熊類保育計劃所應強調的議題及各種因素之關係 . . .	2
圖 2-1	研究樣區堅果產量及中大型哺乳動物之調查樣線及樣點 . . .	7
圖 3-1	玉山國家公園樣區 1990 年以來發現台灣黑熊之地理分佈及記錄次數	12
圖 3-2	1990 年以來於玉山國家公園樣區發現台灣黑熊之海拔分布 . .	14
圖 3-3	研究樣區中的海拔梯度之面積分佈比例，以及熊定點出現之海拔分佈頻度之關係	15
圖 3-4	人造衛星發報器(PTTs)追蹤兩隻黑熊(F7 及 M8)的海拔分布 . .	17
圖 3-5	無線電追蹤玉山國家公園台灣黑熊之季節性海拔分佈變化 . .	18
圖 3-6	衛星追蹤玉山國家公園台灣黑熊(雌性 FA7 及雄性 MA8)之季節性海拔分佈變化	18
圖 3-7	無線電追蹤及非無線電追蹤黑熊位點與玉山國家公園樣區林型分布之關係	21
圖 3-8	玉山國家公園研究樣區植被組成比例，以及無線電追蹤定位點和非無線電追蹤熊位點所出現之林型分布	22
圖 3-9	玉山國家公園研究樣區及黑熊分布網格(1*1 公里)之森林密度分布百分比	23
圖 3-10	玉山國家公園研究樣區及黑熊分布網格(1*1 公里)之植生指數分布百分比	23
圖 3-11	無線電追蹤和非無線電追蹤黑熊定位點之坡度分布 . . .	24
圖 3-12	玉山國家公園研究樣區發現黑熊位點之坡度分布	25
圖 3-13	玉山國家公園研究樣區發現黑熊位點之坡向分布	25
圖 3-14	2006 年目視法調查大分地區落果前青剛櫟的結果量	28
圖 3-15	2006 年以 30 秒掃視大分地區落果前的青剛櫟數量	29
圖 3-16	訓練師利用裝著熊排遺及玩具的箱子進行偵測犬的氣味認知訓練	32
圖 3-17	沒有綁上溜繩的熊偵測犬於圈養的台灣黑熊附近演練，對於身後的黑熊表現出沒有興趣或注意的行為，專注於領犬員手中的球	33

摘 要

關鍵詞：台灣黑熊、棲地利用、玉山國家公園、堅果產量、排遺偵測犬

一、研究緣起

有鑑於保育瀕危物種的迫切性以及長期生態研究對於野生動物經營管理之必要性，本計畫將延續過去(1998—2002)於玉山國家公園進行之台灣黑熊生態研究，進一步利用四年之調查探討黑熊棲息地利用、族群、該物種與生態環境之交互作用，以增加我們對此物種野外生態習性之瞭解，作為成功保育該物種的依據。第一年之主要研究目標乃在收集和彙整過去玉山國家公園黑熊的無線電追蹤、自動照相機、目擊、痕跡等定位點資料，分析黑熊的棲地利用模式。同時於玉山國家公園過去黑熊生態調查頻繁的大分地區，設置永久調查樣線及樣點，以監測該地區秋冬季節殼斗科植物之堅果年產量，以及黑熊潛在獵物豐富度的逐年變化情況，瞭解此食物資源的時空變化與黑熊食性及活動模式之關係。我們也訓練黑熊排遺偵測犬及培訓領犬員，建立野外搜尋及收集黑熊排遺的能力和技術，以增進日後收集黑熊遺傳樣本之效率。

二、研究方法及過程

我們彙整過去十五年來於玉山國家公園區域所記錄的出沒資料，來源包括：(1)1998-2001 年所累計的無線電追蹤黑熊的定位點(地面、高空、人造衛星；資料來源：黃美秀、吳煜慧)，(2)紅外線感應自動照相機照片(資料來源：吳海音等，2002-2005 年)，(3)黑熊狩獵人文訪查記錄(黃美秀 2003)；同時利用問卷及訪查方式收集黑熊目擊及痕跡等。之後以 ArcGIS V9.0 分析黑熊之棲地利用模式，探討可能影響其棲息地選擇的天然及人為活動因素。

為監測大分地區青剛櫟(*Cyclobalanopsis glauca*)之結果量，我們於五公里調查樣線上，每隔 20 公尺標記二棵青剛櫟樹，於開始落果前的十月中旬，目視法估算該季的相對結果豐度指標。同時於落果前至結果結束期間，每隔 50 公尺設

置種子陷阱，每隔三至四星期定期收集，以計算該季堅果生產量。我們並架設紅外線自動照相機，監測樣區內黑熊潛在哺乳類獵物豐富度的相對時空變化。本研究亦與屏東科技大學偵測犬中心合作訓練黑熊排遺偵測犬，期能達到增加收集黑熊排遺效率之目的。

三、重要發現

黑熊於玉山國家公園區域的海拔分布從 300 至 3700 公尺不等，84% 分布於海拔 500-2500 公尺範圍，於 500 公尺以下及 2000 公尺以上出現的百分比例皆較樣區所佔面積比例為低。黑熊的分布海拔(300-3700 公尺)有季節性及個體差異，一般春季似乎較傾向活動於較低海拔地區，夏季的活動海拔範圍較廣，秋冬季則偏高。無線電追蹤定位點及非無線電追蹤熊位點皆無出現於農地，二者於各林型之出現百分比例，皆與研究樣區內林型組成的百分比例呈顯著差異，於針闊葉混合林及水域出現的頻度皆較於預期值高。有熊記錄地點的坡度隨坡度增加而百分比例漸減，2/3 皆小於 30 度，而且朝東坡面的百分比例(59%)亦比預期值稍高。

青剛櫟落果前以目視掃瞄 527 棵樹顯示，樹上沒有觀察到堅果者佔 19%，仔細搜尋後可發現少量堅果者佔 34%，有一些堅果者佔 27%，堅果產量不錯者佔 13%，堅果產量十分豐盛僅佔 5%。此結果(Garves'修正指數)與 30 秒內所掃瞄到的果實數量成顯著相關，($r=0.91$, $P<0.001$)，顯示今年樣區青剛櫟的結果量不佳。

秋季自動照相機共 12 月台，累計 5071 總工作小時，拍攝 12 種可辨識的較大型哺乳動物，累計 269 隻/群有效個體照片，整體 OI 值(每 1,000 個工作小時中，所拍得的個體數或群體數)為 53.04。食肉目動物的 OI 值以台灣黑熊($OI=0.79$, $n=4$ 張)最高；有蹄類動物則以台灣野豬($OI = 10.45$)最高，山羌($OI = 7.30$)次之。

熊排遺偵測犬經密集訓練後已完成室內、戶外、野地山區的訓練，可以尋找約一個月內新舊程度不一的野外黑熊排遺，正確率達 95% 以上，尋獲排遺的效率估計為一般人的 2-3 倍。偵測犬於發現目標物時，頭會朝目標物站立或趴下，靜

止不動等候領犬員接近，但若看不到領犬員時，則會跑回領犬員身旁表現發現獵物的行為。偵測犬於作業時可以聽從領犬員的指示，面臨其他登山客、其他犬隻或動物時，並沒有表現出特別的注意或興趣。整體訓練成果顯示該熊排遺偵測犬已達成訓練的目標，並適應台灣山區的搜尋環境。

四、主要建議事項

為長期監測國家公園境內台灣黑熊活動的時空變化，適當且及時地經營管理人熊關係，玉山國家公園應該積極發展並建立一套「發現黑熊出沒的通報系統」，提供並鼓勵管理處員工及一般民眾隨時登錄園區及附近區域所發現的黑熊蹤跡，以長期累積玉山國家公園黑熊活動分布資料，並密切地監測人熊關係之可能變化。

大分地區之森林生態和地理環境特殊，對玉山國家公園區域的台灣黑熊和其他野生動物的活動和生態具重要影響。除了加強及持續台灣黑熊及殼斗科森林的交互作用之長期研究之外，建議加強方向之研究：(1)殼斗科及樟科優勢的森林生態系之森林群聚結構、物候學、營養能量循環等相關森林學研究；(2)其他野生動物豐度及活動與大分地區青剛櫟結果量變動之關係。故於短期上，建議增置自動照相機及簡易自動氣象監測系統，以充分瞭解樣區內野生動植物及環境之複雜作用，並提高在深山地區的團隊研究效益。此外，對於已訓練完成的熊排遺偵測犬，建議能夠持續訓練及實際執行任務，以發揮其協助研究瀕危物種之其效能。

英文摘要

英 文 摘 要

Based on the importance of conserving endangered species and of long-term ecological research, the overall objective was designed to extend the previous study (1998-2002) on the ecology of wild Formosan black bears (*Ursus thibetanus formosanus*) in Yushan National Park. Through survey, interviews, and literature reviews, we collected 588 bear occurrences, covering 155 grids of 1*1 km grid squares where 83% were located within Yushan National Park. Although bears occurrences ranged from 300 m to 3,800 m in elevation, they were largely located in 500-2,500 m (84%) and occurred in conifer-broadleaf mixed forest and riparian areas more often than expected. There seemed no significant differences of occurrences in elevation among seasons but in autumn, about 70% of occurrence was detected in elevation of 1000-1500 m. The visual survey of the ring-cupped oak (*Cyclobalanopsis glauca*) indicated a poor mast-production year, with 53% of trees with none or few acorns. We identified 12 species of mammals out of 269 effective animal photos (OI value = 53.04) and the most representative species for carnivores and ungulates were Formosan black bears and *Sus scrofa*, respectively. Additionally, a bear scat detecting dog was trained and the detection accuracy rate was more than 95%. This suggested the potential of applying such a new research technique in studying rare, elusive species in rugged and dense forests. In order to enhance our further understanding of the complicated interaction between bears and forest ecosystems, we suggested an extensive and continuous monitoring program on animal-plant interaction.

Key Words: Formosan black bears, habitat use, Yushan National Park, acorn production, scat detection dog

第一章 緒論

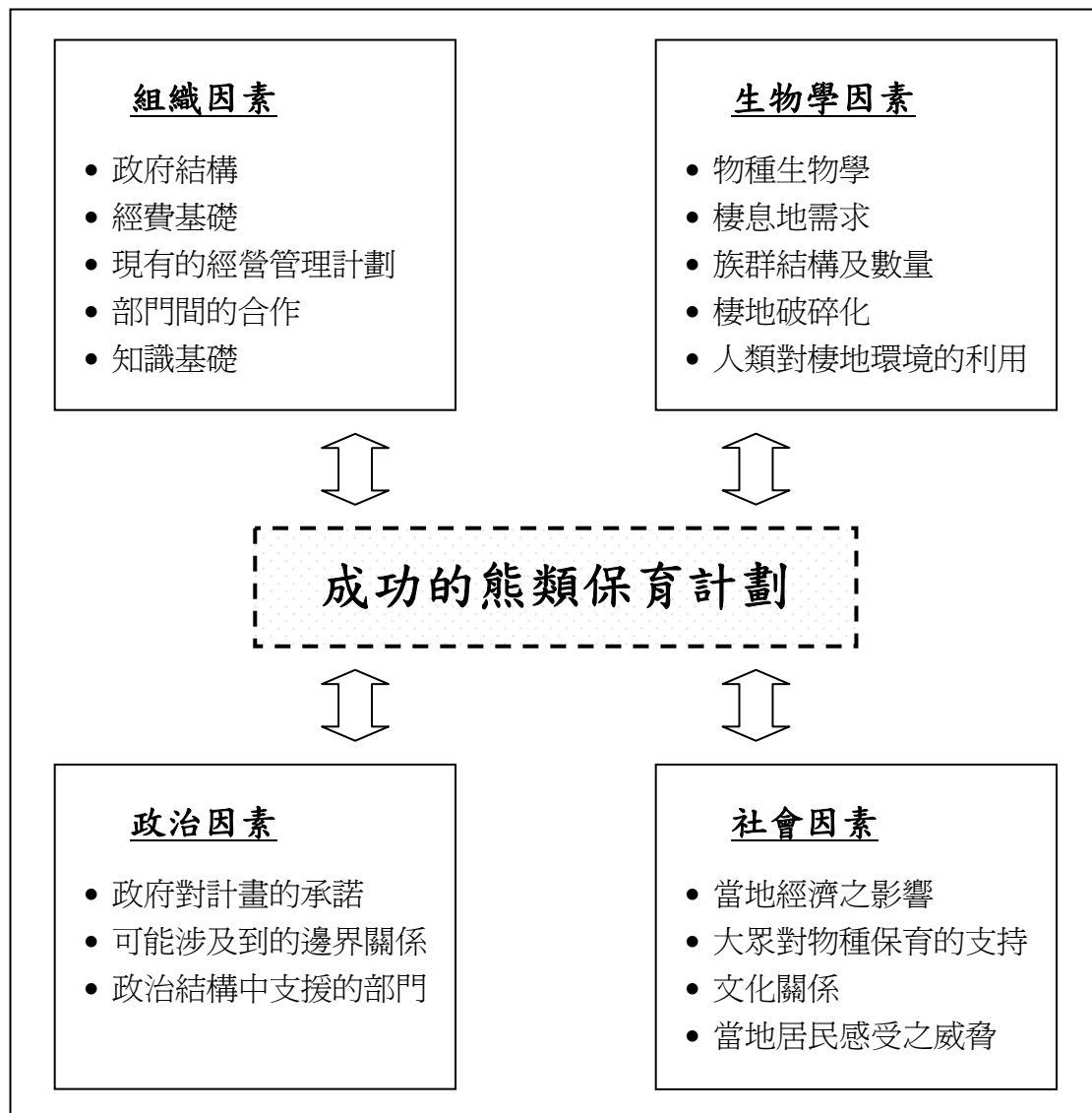
第一節 研究緣起與背景

台灣黑熊(*Ursus thibetanus formosanus*)是台灣唯一原產的熊類，屬亞洲黑熊的種群之一。由於近幾十年來台灣自然環境過度開發及人為活動頻繁，使得該物種的分布範圍大幅縮減，目前黑熊多侷限於地形較崎嶇陡峭或高海拔、人為活動較少的山區，其族群也處於受威脅或瀕臨滅絕的狀態(Wang 1999)。台灣黑熊為「瀕臨絕種」的保育類動物，意指該動物的族群量降至危險標準，其生存已面臨危機。牠們也被列為世界自然保育聯盟(IUCN)紅皮書上的易受害物種(Vulnerable species)，也被列為華盛頓公約(CITES)附錄 I 的保育類動物，表示該物種已經瀕臨絕種，必須受到完全的保護，禁止商業性的國際貿易。這些立法保護措施皆顯示出，保護此物種存續的重要性及迫切性。

雖然黑熊為保育類野生動物，也被台灣民眾票選為 2001 年台灣最具代表性野生動物之首，然而獵殺或販賣黑熊的新聞或消息仍是偶有所聞(Hwang 2003；黃美秀 2003a)。這現象不僅反映出現今的立法及執法似乎未能減輕黑熊所遭受的存續威脅—非法狩獵，也彰顯出國人對於此物種的瞭解缺乏，甚至誤解(比如「恐熊症」；黃美秀 2004a)，刺激非法狩獵黑熊以及造成使用熊類製品的行徑持續，成為直接或間接威脅此物種存續的主因(黃美秀 2003b)。

和保護其他大型食肉類動物相似，保育熊類的永續種群有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、涉及多領域學科的挑戰；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(圖 1-1)。這方面的資訊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。就瀕危的台灣黑熊而言，有關其族群大小、分布、棲地利用、遺傳變異、生殖、死亡率等基本生物學和生態學的資料，則付之闕如，這往往造成相關單位及人士於積極推展保育行動時的限制與障礙。

圖 1-1 成功的熊類保育計劃所應強調的議題及各種因素關係



(資料來源：Peyton et al. 1999)

台灣黑熊除了因為野外數量稀少、以及動物習性隱蔽且機警之外，台灣山林植相複雜、遮蔽度高、地形崎嶇、交通不便，皆使野外研究黑熊的族群及生態習性的作業十分困難。事實上，這也是有關台灣其他大型的野生哺乳動物，深入且長期的野外研究調查難以持續進行的主因。

1998 至 2002 年期間，玉山國家公園管理處與研究者(黃美秀、吳煜慧、王穎

等)密切合作，在園區進行捕捉繫放和無線電追蹤 15 隻黑熊等研究，累積了相當多的寶貴資料(王穎及黃美秀 1999，2000；王穎及吳煜慧 2001；Hwang et al. 2002；Hwang 2003；吳煜慧 2004)。這也是國內成功捕捉及追蹤台灣黑熊的首例。在這些研究計畫中，研究者除了長期深入山區收集野外黑熊的各種生態習性資料之外，該研究計畫也針對居住於園區附近的原住民獵人，訪查其狩獵黑熊的經驗，以及收集有關狩獵黑熊相關的文化、價值和態度，增進我們對於人與熊關係的瞭解。這些研究成果不僅獲得相關保育及管理單位的重視，也獲得許多媒體、保育團體、以及社會大眾的關注；這些研究資料後來更被彙整成一系列保育宣導教育的題材，直接或間接地助益該物種的保育推展工作(如台灣黑熊保育研究網 <http://wildmic.npust.edu.tw/fbb/data5.htm>)。

台灣黑熊雖為瀕危保育類物種，然而有關其於本島的野外族群及分布的資料，卻十分有限。有鑑於保育瀕危物種的迫切性，以及長期生態研究對於野生動物經營管理之必要性，本計畫延續過去(1998－2002)於玉山國家公園進行之台灣黑熊生態研究，擬利用四年的調查進一步探討黑熊棲息地利用、族群、該物種與生態環境之交互作用，以增加我們對此物種野外生態習性之瞭解，作為成功保育該物種的依據。

本研究為四年延續性計畫的第一年調查，其目標乃在收集和彙整過去玉山國家公園黑熊的無線電追蹤、自動照相機、目擊、痕跡等定位點資料，分析黑熊的棲地利用模式。同時，我們開始於過去玉山國家公園黑熊生態研究調查頻繁的大分地區，設置永久調查樣線及樣點，以監測該地區秋冬季節殼斗科堅果的年產量，以及黑熊潛在獵物豐富度的逐年變化情況，瞭解此食物資源的時空變化與黑熊食性及活動模式之關係。我們也訓練黑熊排遺偵測犬及培訓領犬員，建立野外搜尋及收集黑熊排遺的能力和技術，以增進日後收集黑熊遺傳樣本之效率。

第二章 研究方法及過程

第一節 台灣黑熊棲地利用模式

過去於玉山國家公園區域所累積的黑熊定位研究資料來源包括：(1)玉山國家公園 1998-2001 年所收集的無線電追蹤黑熊的定位點資料(資料來源：黃美秀、吳煜慧)，包括地面、高空，以及 Agros 人造衛星(Location class：A-0-1-2-3)，(2)紅外線感應自動照相機系統(2002-2005 年，資料來源：吳海音、黃美秀)，(3)黑熊狩獵人文訪查(1998-2000 年，資料來源：黃美秀)，(4)黑熊目擊及痕跡等。

爲了增加黑熊分布資料來源，我們同時收集 1990 年以來其他的熊資料，包括(1)黑熊出沒問卷調查(一平方公里的方格)，問卷內容包括回答者個人資料、發現黑熊的狀況(時間、地點、棲地特徵、熊及人的行爲與反應等)(附錄一)。我們利用郵寄及網路系統，寄發給較常深入山區活動的研究者或個人、單位，包括國家公園管理處、林管處及其地方工作站、山地檢查哨、保育民間相關團體及組織、登山用品店和登山社團、鳥會等，並將問卷放置於玉山國家公園的山屋。

我們同時規劃網路版問卷「發現台灣黑熊」，網址 <http://tve.npust.edu.tw/project/meibear/Chinese/iwc/>，並將此資訊寄送於相關學術研究人員、鳥會、保育機構或登山協會團體留言板、林務局網頁、大學電子佈告欄(BBS)等(黃美秀等 2006)。(2)人文訪查：我們選擇鄰近玉山國家公園的山地鄉，逢機尋訪任何曾有發現黑熊或其痕跡的受訪者，累積過去十五年來黑熊於玉山國家公園出沒的情況。(3)我們搜尋近十年(1996-2005)年間於玉山國家區域發表的動物調查報告以及有黑熊的報章雜誌，資料內容包含目擊黑熊、黑熊活動痕跡和自動照相機記錄等。

問卷廣告回信和網路問卷收集後，我們設法聯絡到填寫問卷當事人，遵循資料篩選的規則詢問相關問題，以確認所提供資料之可信度。若最後依仍無法聯絡上當事者，則暫不採用該資料在確認資料的可信度上，由於黑熊體態特殊，並不容易被誤認，若當事人相當確定目擊到的動物是黑熊，便直接視爲確認。若當事人無法確定目擊之動物是否爲黑熊，便加註「無法確定」，不放入資料庫分析。至於黑熊的活動痕跡，則需要相當的野外經驗方能正確辨識，因此我們透過相關

資訊來幫助確認痕跡的可信度。例如，當事者或隨行其他人的野外經驗如何，是否足以正確判斷？若當事者經驗不足，則詳細詢問所發現痕跡之性質(如爪痕之大小、深度或高度、是否平行，排遺之大小、形狀及內含物，足跡之大小及形狀，熊窩之大小、材質等)，以及是否有其他可供參考的資訊(如照片或樣本)。黑熊叫聲部分，若無法驗證，則不列入後續分析。

無線電追蹤玉山國家公園捕捉繫放的台灣黑熊資料顯示，其活動範圍廣大，27 至 100 平方公里以上不等，而活動範圍直徑從 12 至 34 公里，平均 25 公里 (Hwang 2003)，此值大於玉山國家公園的中心點至邊界的距離(最大長度約 45 公里)，表示棲息於園區內的黑熊可以移動到玉山國家公園行政邊界外。無線電追蹤的黑熊也有活動於園區以外的範圍。因此，我們將玉山國家公園行政邊界外圍五公里區域內，皆列入黑熊潛在棲地的分析範圍，總計為 1865 平方公里(包含玉山國家公園 1052 平方公里)。

我們以大尺度的地理資訊系統為基礎模組分析黑熊資料，利用 ArcGIS V9.0 分析動物棲地利用模式，探討可能影響棲息地選擇的天然及人為活動因素。黑熊出沒定位點記錄的棲地屬性分析，乃利用每 40*40 公尺等間距的規則網格取樣的數值地形模型 DTM (Digital Terrain Model)，搭配 EDARS IMAGINE8.5，萃取出該點的海拔、坡度和坡向。並以第三次台灣森林資源及土地利用調查(台灣省農林廳林務局，1995)中的林型屬性，依照林型特性重新分類(附錄二)，計算研究樣區不同類別林相面積以及定位點之林相屬性。熊定位點距離溪流、林道、步道的遠近，則由上河文化出版社之南北島地圖為底圖，數化出步道、林道等圖層，再利用地理資訊系統所提供的距離計算函式求出距離。

我們利用國立台灣大學李培芬之空間生態研究室所建立的台灣地區生態與環境因子地理資料庫，分析熊記錄所屬一公里網格所對應的環境因子資料。其中植生指數(normalized difference vegetation index, NDVI)，乃定量計算衛星影像綠度之變化，研究顯示植生指數與生態系的狀態有明顯的關係，尤其能反應植物生長、生態系活力與生產力等，故可以用來評估植物生長狀態，其值範圍為 1 至 -1，值越大表示地表植生生育旺盛植被覆蓋越高。森林密度則是指該網格(一平方公里)內森林的面積。道路密度則是指該網格內不同等級的道路面積的加總，包括

高速公路、省道、鄉道、一般道路等。建築物密度是利用該網格內建物的面積大小所求得，而人口密度由 83 年度台閩地區人口統計之人口值，以各鄉鎮為單位轉為人口密度值，再與網格系統套疊，以 SAS 計算每網格人口的密度。

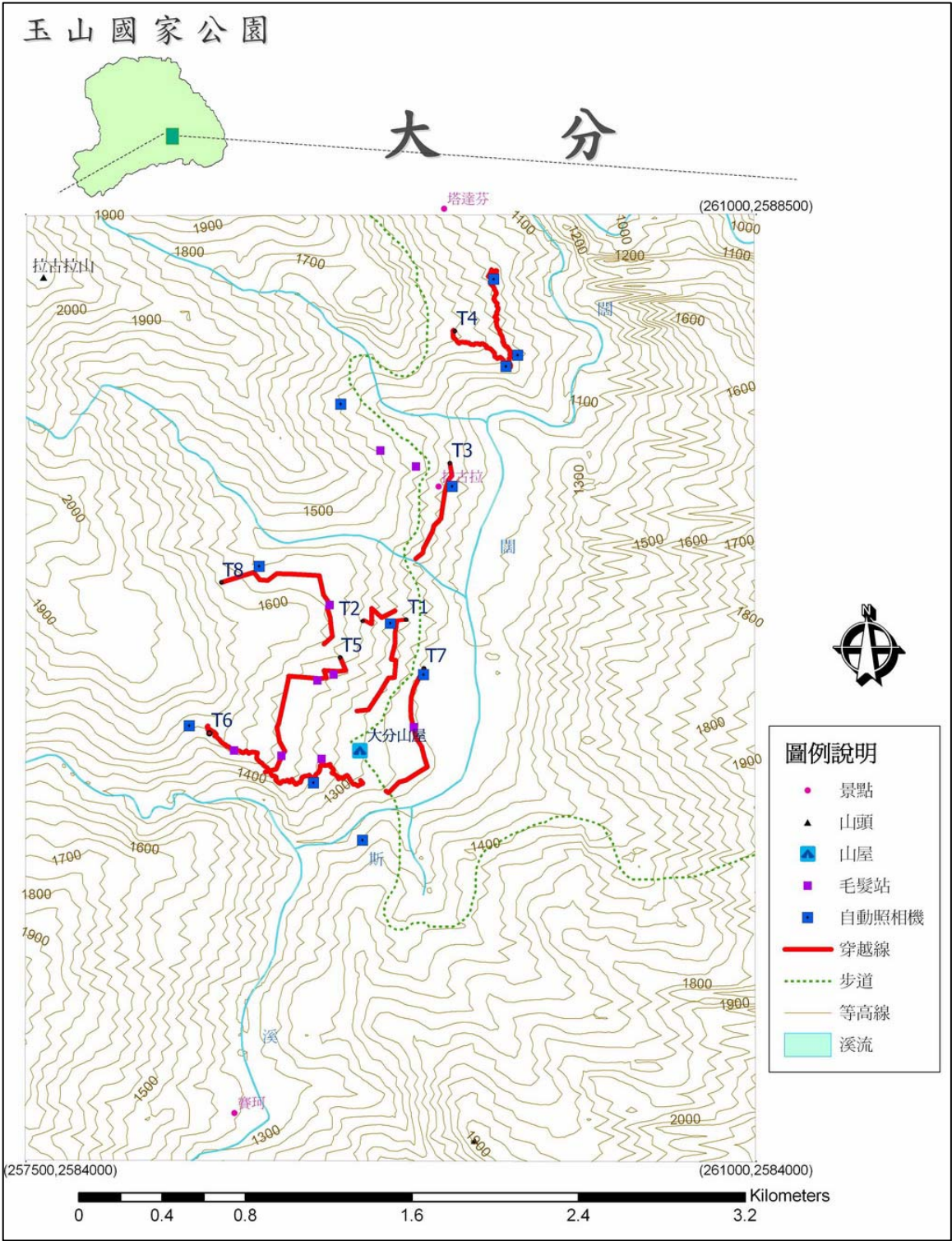
為了解黑熊對棲息地之利用頻度，我們將熊記錄網格資料分為兩類，一是黑熊活動痕跡、捕獲及無線電追蹤，另一是目擊及自動照相機。就第一類資料而言，為了避免同一事件被多次記錄，將此類型的熊記錄對應至同一網格的同年記錄視為一筆，如黑熊在同一網格的同一棵樹上所留下的爪痕，可能會因為不同時間被發現而黑熊記錄增加；假設在 1998 年，一網格有 5 筆黑熊活動痕跡和 10 筆無線電追蹤記錄，那麼黑熊記錄則視為一筆。而目擊以及自動照相機資料，則較不會有被重複記錄的可能，故此類型的資料全數保留。分析黑熊對棲息地的利用，採用有精確座標值的熊點位資料，如果記錄中沒有確切的點位資料，則利用轉換方式取得該筆的網格中心座標值。

第二節 堅果豐富度與台灣黑熊分布之關係

許多亞洲及美洲地區的黑熊於秋冬季，常有大量覓食堅果的現象(reviewed by Hwang et al. 2002, Kirkpatrick and Pekins 2002)，此時的覓食活動對於黑熊的生殖和生存亦皆有顯著的影響。環境中的食物資源的豐富度不僅會影響黑熊的食性，也會影響其活動及移動模式(Clark et al. 2005, Hashimoto et al. 2005)。根據研究者過去於玉山國家公園逐年的觀察發現，東側園區不同種類或從種的櫟實秋冬季的結果量有年間的波動現象，黑熊於此季節的食性、移動、空間分布也皆隨之變動(Hwang 2003)，也影響到其他大型哺乳動物於此地區的活動。

我們在大分地區青剛櫟分布的主要區域(258000E, 2585500N；260000E, 2588500N)，範圍約五平方公里的樣區，設置三條稜線型和五條等高線型樣線，海拔範圍 1,200-1,550 公尺(圖 2-1)。於總計五公里調查樣線上，每隔 20 公尺，挑選並標記二棵胸高直徑大於十公分的青剛櫟(*Cyclobalanopsis glauca*)樹木，並於開始落果前(通常十月中旬)，以目視法(visual counts)估算該季的相對結果豐度指標。我們採用兩種目視估計法：Koenig 法(Koenig et al. 1994)乃觀測者針對標記的樹木，利用望遠鏡任意選擇樹冠上的枝條，15 秒內所計數到的果實，再移至

圖 2-1 研究樣區堅果產量及中大型哺乳動物調查之樣線及樣點



該樹的另一側，另 15 秒內所計數到的果實。二筆結果相加，即代表該樹於 30 秒內所得的結果豐度指標。另外 Grave 修正指數(Graves' modified scale, cited in Koenig et al. 1994)，乃主觀將結果量界定為四種等級，0=沒有觀察到堅果，1=仔細搜尋後可發現少量堅果，2=有一些堅果，3=堅果產量不錯，4=堅果產量十分豐盛。

爲了瞭解樣區青剛櫟果實產量的密度，我們每隔 50 公尺，並挑選及標記二棵胸高直徑大於十公分的青剛櫟樹木，總計 200 棵。我們於開始落果前(九月中旬)至結果結束(次年一月)期間，將 0.9 公尺見方的蘭花網作為種子陷阱(seed trap)，置於樹冠下離地一公尺的高度，每隔三至四星期定期收集，並記錄堅果的數量、乾重、果實完整及成熟狀況，以計算樣區該季生產堅果的密度(公斤/公頃)。

爲了監測黑熊出現於樣區利用堅果的起迄時間和相對數量，我們於堅果結束後(一月)將沿著堅果調查樣線，樣線兩側各十公尺內的各種黑熊痕跡(排遺、爪痕、休息處等)，作為該季黑熊出現的相對密度。此外，我們也將從大分山屋至塔達芬崩壁的日據古道，約四公里，一起列入黑熊活動指標的調查樣線。

除了黑熊之外，我們將同時記錄調查樣線上發現的四種草食動物(黑熊潛在獵物：山羌、山羊、水鹿、山豬)的目擊和活動痕跡出現的頻度，再配合黑熊排遺的食性分析(Hwang et al. 2002)，以瞭解堅果結果量與黑熊及其獵物活動之交互關係。

另外，爲瞭解樣區內黑熊及其共域物種，包括潛在哺乳類獵物，的豐富度的相對時空變化，我們同時利用紅外線自動照相機監測法，架設 10 台被動式紅外線感應的自動照相設備，底片爲 Fujicolor superia 100。每個月至樣點收集已拍攝完畢之底片卷，以及更換底片、照相機和紅外線感應器之電池。

自動照相機樣點主要沿堅果調查樣線架設，並儘量讓相鄰機點間的直線距離爲 1 km，將相機架於獸徑的交會點附近，增加可能拍攝到動物的機會，同時將相機設置於茂密的樹冠層底下，以降低相機因光照變化而造成空拍的機率。相機置於離地約 1.5~2 m 的樹幹上，以約 45°俯角架設。

沖洗的照片經物種鑑定之後，提供分析出現於該地區的動物種類、相對數

量，以及活動時間。為方便和其他研究結果比較，本研究參考裴家騏等人(1998)對於物種出現相對密度的定義和計算方式，即樣區中自動照相設備在每 1,000 個工作小時中，所拍得的個體數或群體數(=出現指數; Occurrence Index, OI)。並將同一隻個體於半小時以內的連拍照片皆只視為 1 張有效個體照片(individual photo)，除非照片可明顯地分辨為不同個體(性別、體型)，方視為不同的有效照片；對於群居性的台灣獼猴，則採用群體 OI 值計算。

第三節 黑熊族群和遺傳變異之先期調查

本研究持續長期地收集野外黑熊的新鮮排遺和毛髮，待累積適量(3-4 年)的樣本數後進行遺傳分析，分析粒線體 DNA 內 12S rRNA 基因及 16S rRNA 基因序列變異的檢測分析(陳元龍及楊吉宗 2002)，以期瞭解玉山國家公園黑熊的遺傳結構、變異度、族群組成。

為增加黑熊遺傳樣本的收集效率，本研究利用黑熊排遺偵測犬(scats detection dog)協助，此法將可能成為研究台灣稀有、隱蔽性動物的突破技術。排遺偵測犬近年來已經開始被許多野生動物研究者利用，並且被證實是一非常有效且實用的作法(Wasser et al. 2004)。此法為台灣利用偵測犬隻於山區協助野生動物研究之先例。使用之熊排遺偵測犬，為自紐西蘭輸入之指示犬種(附錄三)，犬隻之訓練及照養則與屏東科技大學偵測犬中心合作，訓練課程由該中心特聘的國際偵測犬訓練師 Rene Gloor 負責，搭配受過領犬員訓練的研究者和犬隻執行尋找野外黑熊排遺的任務。

偵測犬之訓練課程包括準備期和訓練期二階段。準備期為犬隻適應訓練中心的環境、氣候及照養人員，並由儲備領犬員定期隨同外出散步。訓練期則包括(a)氣味認知訓練：為期一個月，由訓練師進行，教導犬嗅聞找尋目標物「熊排遺」，並且在目標物旁坐下為指示反應方式。考量偵測犬於野外之本身安全以及對環境可能造成的影響，訓練也包括訓練偵測犬避開危險氣味(如蛇、蜂、熊、有毒食物)，並禁止追逐其他動物。此時期並儲備領犬員，協助準備目標物及觀摩訓練方式。(b)領犬員與犬組成訓練：為期兩個月，在訓練師指導下儲備領犬員與偵

測犬一起訓練。訓練領犬員觀察偵測犬的動作並做出正確的反應，以加強偵測犬之服從，及與領犬員之間的合作關係。

第三章 結果與討論

第一節 台灣黑熊棲地利用模式

一、地理分布

本研究於玉山國家公園及行政邊界外五公里範圍內的樣區，共收集 725 筆有熊的資料，其中有精確座標值的熊記錄佔了所有原始資料的 81.1%，其他的點位則是 1*1 平方公里網格資料經轉換後所取得中心座標值(18.9%)。在具精確座標值的資料中，主要為熊活動痕跡(45.7%，n=588)和無線電追蹤黑熊(1998~2001 年)的定位點(39.6%)，其他資料來源尚包括目擊、研究捕獲及自動照相機(14.6%，表 3-1)。

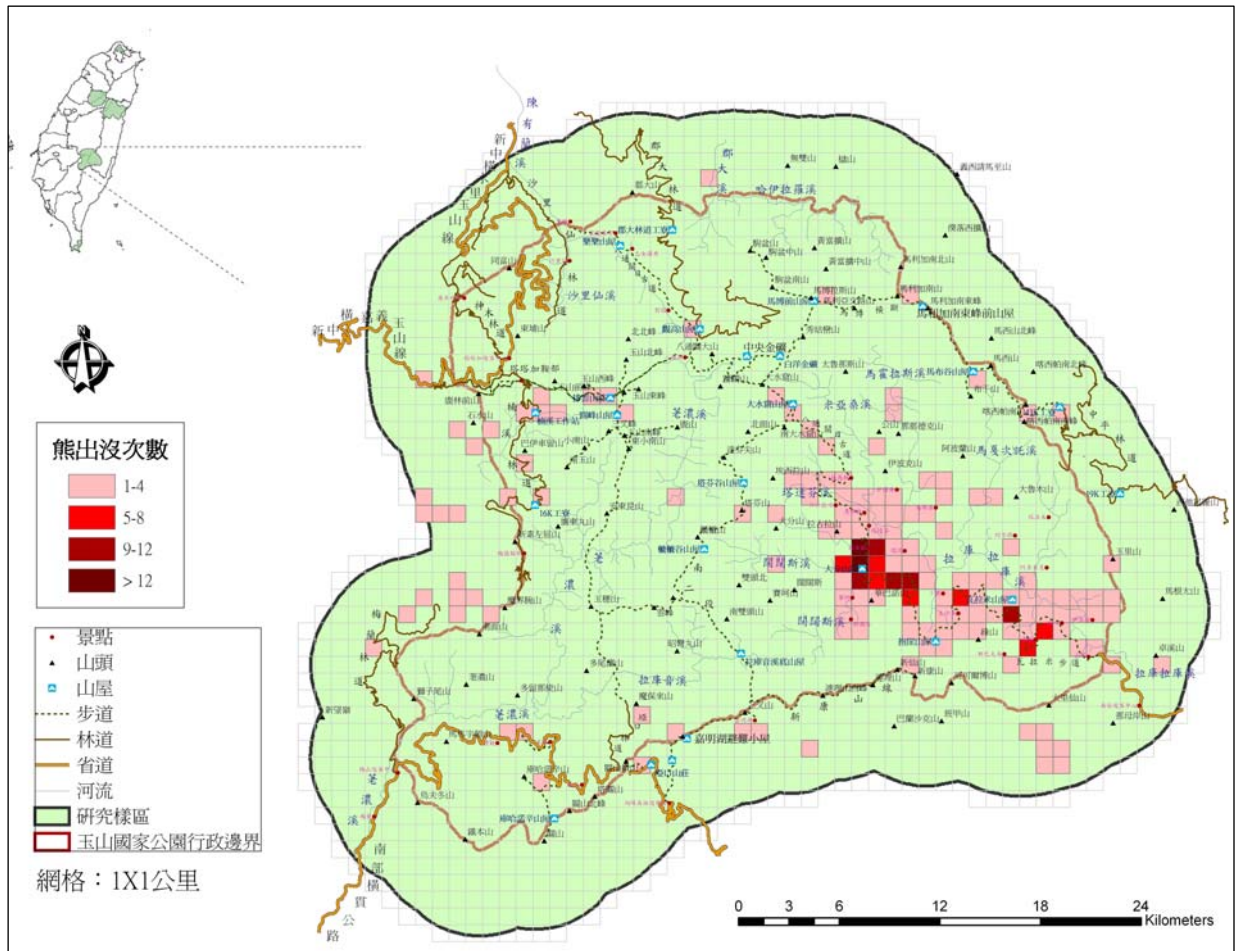
表 3-1 1990 年以來於玉山國家公園樣區發現黑熊之累計資料數量和類型

	精確座標值	1*1 公里網格	合計
目擊	37	42	79
無線電追蹤	233	0	233
研究捕獲繫放	15	4	19
活動痕跡	269	91	360
自動照相機	34	0	34
合計(%)	588 (81.1%)	137 (18.9%)	725

我們利用有熊出沒記錄所在的網格所屬的環境特質，分析黑熊對於不同棲息地的利用情況。將同年的黑熊活動痕跡、捕獲和無線電追蹤位於同一網格的記錄者，皆視為一筆，而自動照相機以及目擊的記錄全數保留後，經過這樣的處理後，共得364筆黑熊記錄，然後對應到一公里網格系統，再扣除所屬網格重複者，最後總計獲得155個網格，其中83%位於玉山國家公園內(圖3-1)。

記錄到黑熊頻度較高的區域，是日據越嶺道東段佳心至大分沿線的拉庫拉庫溪區域(圖3-1)。相對的，園區北側的郡大溪上游區域，則僅有一筆記錄於觀高附

圖 3-1 玉山國家公園樣區 1990 年以來發現台灣黑熊之地理分布及次數。



近的目擊資料。園區東南側黑熊記錄除了在楠溪林道、南橫公路及南二段登山路線附近區域有發現之外，其他老濃溪上游流域地區的黑熊記錄則非常稀疏。

玉山國家公園及鄰近區域地形複雜，很多地區道路或步道系統不發達，導致不同地區對人的可及程度不一，從而影響到偵測到動物存在的機率。從有熊網格的空間分布圖可看出，野外研究調查的執行似乎是影響這些黑熊記錄的關鍵因素之一。尤其是在持續而密集的野外調查上，研究人員進出樣區較其他地方頻繁，將會增加記錄到稀有性物種的可能性，這或許可以部分解釋有些區域記錄到較多黑熊出沒。國家公園東側園區自 1990 年以來，黑熊生態以及其他大型野生動物豐富度的研究持續於此區域進行，此區累積最多的黑熊資料。另一方面，研究調查的目標項目(是否鎖定黑熊)，以及團隊本身對於辨識黑熊痕跡的專業訓練，也

會影響到對特定動物痕跡的偵測度，因為除了黑熊目擊之外，許多人對於如何辨識黑熊痕跡多是不甚清楚(黃美秀等 2006)，如此將導致低估黑熊出現頻度的情況。在園區或鄰近地區的林道，比如楠溪、中平、梅蘭林道，黑熊的記錄多為目擊和排遺等痕跡，主要是由在該區進行持續調查(皆偶蹄類動物)的研究者所提供(林宗以、吳幸如、梁又仁等 私人通訊)。由此顯示一般大型哺乳動物的監測計畫的執行，若是持續性而非暫時性，則同時可達到監測數量稀少物種(如黑熊)的目的。

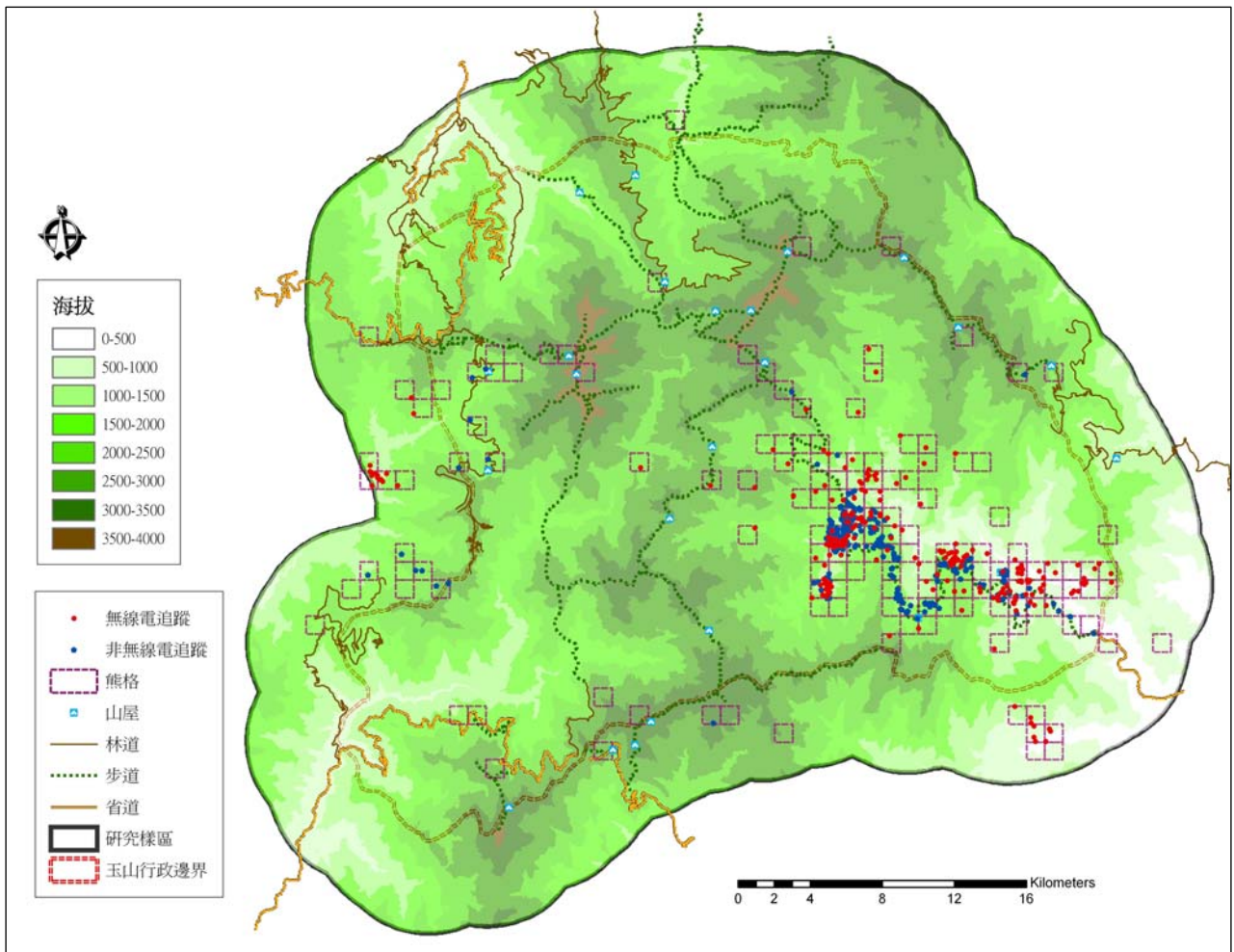
值得注意的是，記錄上沒有黑熊出沒的區域，不一定反映沒有黑熊分布的情況。因為此調查結果顯示，尚未有熊記錄的區域可能與該區地處偏遠，人的可及度較低有關，導致來自非研究者本身觀察的間接調查熊密度偏低。此外，本資料庫包括無線電追蹤及非無線電追蹤黑熊定位點資料，前者包括地面追蹤，以及直昇機和人造衛星追蹤，雖然地面追蹤較非地面的追蹤定位點的分布容易受限於步道或是人的可及度，但是相較之下，非無線電的熊位點也常多分布於人為活動的區域，比如登山步道附近。

根據同時期另一有關台灣黑熊於全島地理分布的調查結果顯示，受訪的當地林管處(南投、嘉義、花蓮)林務工作者描述可能有黑熊分布的區域，涵蓋整個玉山國家公園以及行政界線外約五公里或更遠的範圍(黃美秀等 2006)。雖然該訪查結果指出玉山國家公園全區皆為潛在的黑熊棲息生境，但是該研究使用較大尺度的 4*4 公里網格系統卻顯示，整個園區北側區域幾乎皆沒有黑熊出現的記錄。此現象是否受限於抽樣方法而導致結果偏差，抑或與該區可能的人為干擾，如新中橫水里玉山線道路或其他非法活動等，因而黑熊相對密度偏低，則需進一步累積資料或現場實地勘查。

二、海拔分布

樣區內發現黑熊的記錄分布於低至高海拔(圖 3-2)，最高目擊黑熊海拔位於約為 3700 公尺的玉山圓峰稜線，最低海拔為無線電追蹤黑熊的資料，300 公尺(2001 年 3 月)。有黑熊出沒的 1*1 公里網格的平均海拔高度為 1759 ± 710 (平均值 $\pm$ 標準偏差)公尺，有熊網格平均海拔高度的分布頻度與樣區內各 500 公尺海拔梯

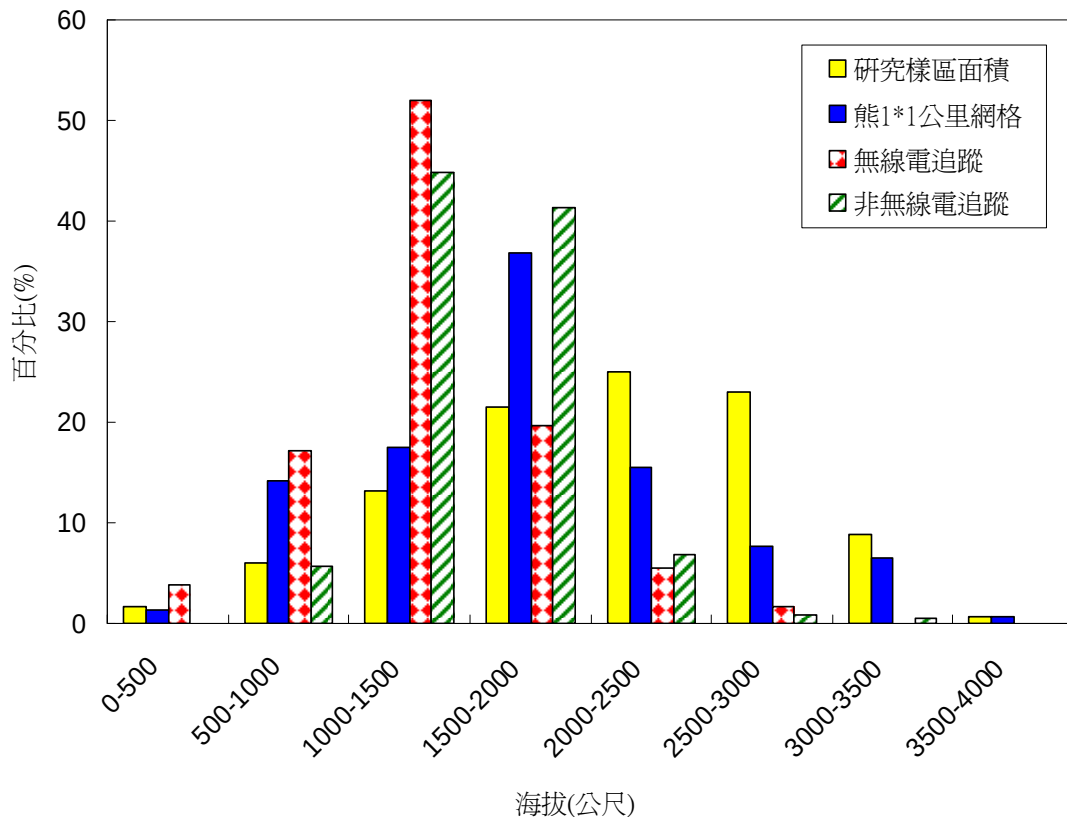
圖 3-2 1990 年以來於玉山國家公園樣區發現台灣黑熊之海拔分布



度所涵蓋的面積比例呈顯著差異(X^2 test, $P < 0.001$, $df = 7$)。其中 83.9% 分布於 500-2,500 公尺海拔範圍，比樣區內該海拔範圍所涵蓋面積百分比(65.8%)高；反之，黑熊於 500 公尺以下和 2500 公尺以上的出現百分比例(1.3%、14.8%)，皆較樣區內該海拔範圍之涵蓋面積出現百分比低(1.7%、32.7%，圖 3-3)。

無線電追蹤黑熊的定位點的海拔位於 300 至 2789 公尺之間，平均海拔高度 1307 ± 461 公尺($n=233$)，89% 則位於海拔 500-2000 公尺，其中一半以上的定位點更集中於 1000-1500 公尺(圖 3-3)。至於非無線電追蹤的熊位點的海拔位於 525 至 3146 公尺之間，平均海拔高度為 1504 ± 369 公尺($n=355$)，比無線電追蹤定位點海拔平均值高出近 200 公尺，其中 45% 的點位出現在 1000-1500 公尺，41%

圖 3-3 研究樣區中的海拔梯度之面積分布比例，以及熊定點出現之海拔分布頻度之關係。



出現於 1500-2000 公尺(圖 3-3)。無論是無線電追蹤抑或非無線電追蹤的位點的海拔分布比例，皆與樣區內 500 公尺的海拔梯度所涵蓋的面積比例呈顯著差異(X^2 test, $P < 0.001$, $df = 7$)。

整體而言，近年來玉山國家公園黑熊分布的海拔範圍與過去全省的調查結果相似(王冠邦 1990)。該研究發現黑熊分布於海拔 200 公尺至 3000 公尺以上，並指出海拔 2000-2500 公尺發現黑熊的頻度最高(26%， $n=57$)，其次為 1500-2000 公尺(22%)、2500-3000 公尺(16%)及 1000-1500 公尺(16%)、>3000 公尺(15%)、<1000 公尺(5%)，與本研究結果不同(X^2 test, $P < 0.001$, $df = 7$)。此差異顯示該調查所記錄的黑熊分布海拔比本於玉山國家公園(本研究)為高，本研究推測此差異應該與該調查的低樣本數較($n=57$)有關。因為與另一同期的全省黑熊分布調查結果比較，顯示有熊出沒地區的海拔分布和本研究結果並無顯著差異($P = 0.285$ ，

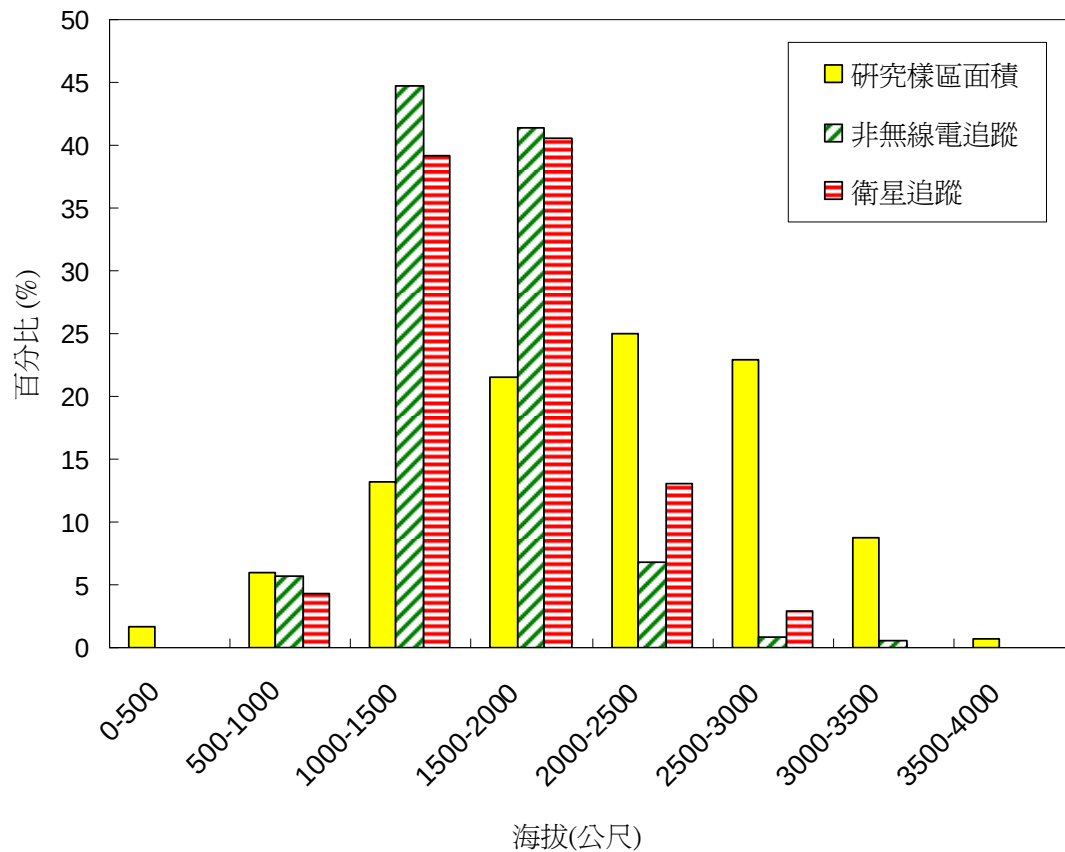
df=7)，黑熊於全島的分布以 1500-2000 公尺(35%)和 1000-1500 公尺(25%)較高，其次為 2000-3000 公尺(26%)、<1000 公尺(9%)、>3000 公尺(5%)。

在發現熊的海拔分布上，無論是一平方公里網格的平均海拔高度、或是無線電追蹤定位點、非無線電追蹤位點的海拔，三者皆呈顯著相關(Spearman test, $r=0.861-0.970$ ， P 皆小於 0.01，圖 3-3)。綜合不同分析方法及定位點取樣的屬性，本研究顯示研究樣區內海拔 1000-2000 公尺為台灣黑熊主要活動的區域。但由於三者與研究樣區內各海拔梯度所佔的面積比例皆呈顯著差異(P 皆小於 0.01)，顯示黑熊會有傾向於利用某些海拔範圍的情形，而非隨機分布。研究樣區 70%的面積位於 1500-3000 公尺，但三種不同資料類型的熊定位點出現於 2500 公尺以上的分區海拔範圍的頻度，皆較研究樣區中現有的海拔面積分布比例為低(圖 3-3)，顯示黑熊對海拔 2500 公尺以上地區的利用偏低；而熊定點於 1000-1500 公尺之出現頻度，則皆較研究樣區中的海拔面積分布比例高，顯示黑熊對於此區有較高的利用程度。

熊類的研究多指出，除了人為干擾之外，食物資源的時空分布是影響黑熊移動及活動範圍的關鍵因素(Reid 1991, Vaughan 2002, Izumiyama and Shiraishi 2004)。許多黑熊的野外植物性食物的種類和豐富度，常隨海拔梯度不同而有明顯的季節性變化，從而影響黑熊的時空分布。本研究中各項發現黑熊的記錄(圖 3-3)一般顯示園區黑熊對於海拔 500-2000 公尺有偏高的利用程度，推測應與此區具有豐富的植物性和動物性資源有關；反之，黑熊對於海拔 2000 公尺以上山區的利用程度偏低，則可能與冬季的惡劣氣候和較低的潛在食物生產量有關。至於熊對海拔<500 公尺地區的偏低使用程度，雖不見得與植物性食物資源的可及度或豐富度有關，但卻可能與低海拔地區具有較高程度的人為干擾程度(遊憩及狩獵壓力)，和黑熊自然棲地劣質化有關，此包括棲地破壞、較高的道路密度、低密度的動物獵物(偶蹄類動物等)(黃美秀等 2006)。

雖然過去玉山國家公園黑熊的相關研究顯示，園區黑熊於大分地區青剛櫟大量結果時，一般 10 月至 12 月，會有聚集此區覓食的情況(Hwang et al. 2002, Hwang 2003)，但於結果季之後或結果量差的季節，熊則會活動於大分以外的地區。

圖 3-4 人造衛星發報器(PTTs)追蹤兩隻黑熊(FA7 及 MA8，n=69 定位點)的海拔分布



無線電追蹤定位點於海拔 1500-2000 公尺的分布比例，略低於樣區所涵蓋的面積比例(20% vs. 22%)，但筆者懷疑無線電追蹤的結果可能受樣區地形崎嶇及交通不便影響(Hwang 2003)，反而高估黑熊全年對於海拔 1000-1500 公尺區域的使用(52%)。這是因為地面無線電追蹤大多沿著日據越嶺古道沿線進行，海拔多在 500-1600 公尺範圍(佳心至新康地區)，而且在青剛櫟結果的秋冬時期，捕捉繫放黑熊作業亦同時在大分地區進行，所以研究者在人力資源有限而導致無線電追蹤黑熊的取樣在時空上分配不均，並且對於追蹤路線上無線電收訊範圍以外的黑熊活動，無可避免地也會出現低估的情況。這也是地面追蹤應用於困難地形時會出現的問題。

圖 3-5 無線電追蹤玉山國家公園台灣黑熊之季節性海拔分布變化。

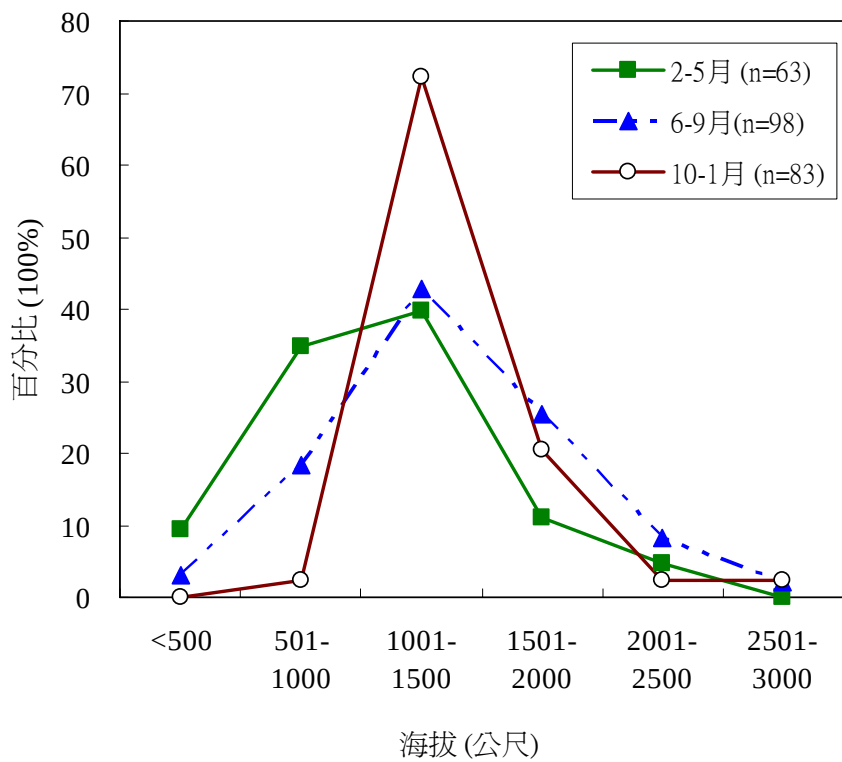
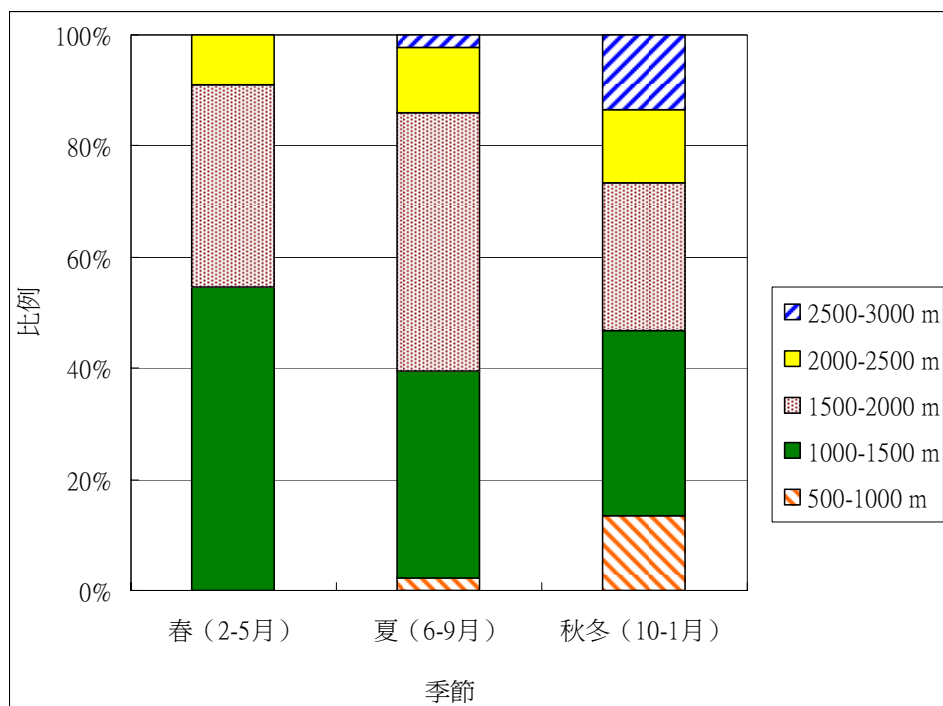


圖 3-6 衛星追蹤玉山國家公園台灣黑熊(雌性 F7 及雄性 M8)之季節性海拔分布變化



因此我們進一步分析 1999 年 12 月至 2001 年 12 月利用人造衛星發報器 (platform transmitter terminals, PTTs) 追蹤黑熊一成體雌性(ID-7)及一雄性(ID-8; 附錄四)個體之結果。累計的 69 筆衛星定位點資料，海拔位於 936-2789 公尺，39% 及 41% 的定位點分別位於海拔 1000-1500 公尺及 1500-2000 公尺的範圍(圖 3-4)，與非無線電追蹤位點的海拔分布情況十分相似($r=0.96$, $P<0.001$, $n=8$)，然與樣區海拔分布百分比有所差異(X^2 test, $P<0.001$, $df=7$)，顯示此二隻黑熊對於海拔 1000-2000 公尺偏高的利用程度。此結果應該也是反應出沒有受限於人可及度的限制下，該個體活動的空間分布，只不過由於此類衛星追蹤定位資料的誤差範圍較大(吳煜慧 2004)，而衛星追蹤定位點實際的海拔高度誤差則難以確實驗證。

所有的無線電追蹤黑熊的資料顯示，黑熊各季節活動的海拔皆可出現於 500-2000 公尺的區域，分布頻度皆以海拔 1000-1500 公尺最高（依次為春 40%，夏 43%，秋冬 73%）。唯春季熊的活動海拔偏低(301-2389 公尺)，秋冬季則偏向於較高海拔(936-2789 公尺)，夏季的垂直活動範圍則較廣（388-2556 公尺）。此外，黑熊於夏季及秋季的各海拔的分布頻度似乎較為接近，主要於 1000-2000 公尺範圍（68%，93%），但相較之下，春季則傾向於在較低海拔的 500-1500 公尺範圍地區活動(75%，圖 3-5)。

若考量不均勻取樣可能產生的結果偏差，針對人造衛星追蹤的定位點分析，則發現發現繫掛人造衛星發報器的黑熊皆活動於 500 公尺以上區域，但是各季仍是皆以海拔 1000-2000 公尺為主要的活動範圍，分別佔 91%、84%、60%(圖 3-6)，唯春季活動的海拔範圍較窄，僅於 1000-2500 公尺，夏季和秋冬季則皆可出現於海拔 500-3000 公尺的範圍。此差異除了受不同無線電追蹤技術應用的限制之外，有限的追蹤個體亦可能影響結果的一致。例如 Huygen 等人(2003)無線電追蹤日本的亞洲黑熊，發現夏季有些個體會至>2300 公尺的較高海拔，以多汁的植物為食，但有些則停留在<1500 公尺的較低海拔，以漿果為食，只不過到了秋季時，大部分的黑熊則前往低海拔的闊葉落葉林地區(mountain zone)覓食櫟果。

同為亞洲黑熊於日本黑熊於本州中部長野縣山區的年活動範圍 32-123 平方公里(Izumiyama and Shiraishi 2004)，與台灣黑熊近似(Hwang 2003)，但該區黑熊於夏季(7-9 月)利用海拔較高(2100-2300 公尺)的櫟木或針葉林之亞高山(subalpine)

區域，但於秋季則降至 1000-1500 公尺的闊葉落葉林地區(mountain zone)活動。其他溫帶地區的亞洲黑熊亦有隨季節而垂直移動的類似情況，冬天在亞高山帶(通常 2000 公尺以上)冬眠的黑熊，於冬眠之後會降至較低海拔的山區活動，並隨著融雪漸增而往較高處活動，但秋季則多停留於殼斗科森林覓食堅果(Hazumi and Maruyama 1987, 王小明 1988)。

然而誠如 Y. Hashimoto (2006, edited by Oi and Yamazaki)指出，在日本亞洲黑熊大多棲息於地形崎嶇處，棲息地利用的描述很不完整。這不外是因為資料收集效率受地形困難及技術本身的限制，以及無線電追蹤的個體樣本數通常很少所致。此情況在台灣(Hwang 2003)、中國大陸(Reid et al. 2003)皆是如此。

與其他地區的亞洲黑熊和美洲黑熊食性相近(Hwang et al. 2002)，黑熊在台灣之主要食性是春季為鮮嫩多汁之植物為，夏季為樟科植物果實，秋冬季為殼斗科之堅果，後二者亦為台灣內、中低海拔之優勢植物組成，但釐清二者如何影響黑熊對於棲地環境的利用，則需要相關植物的地理分布、生態及物候學資料庫的建立，以及同時監測黑熊活動之變化。

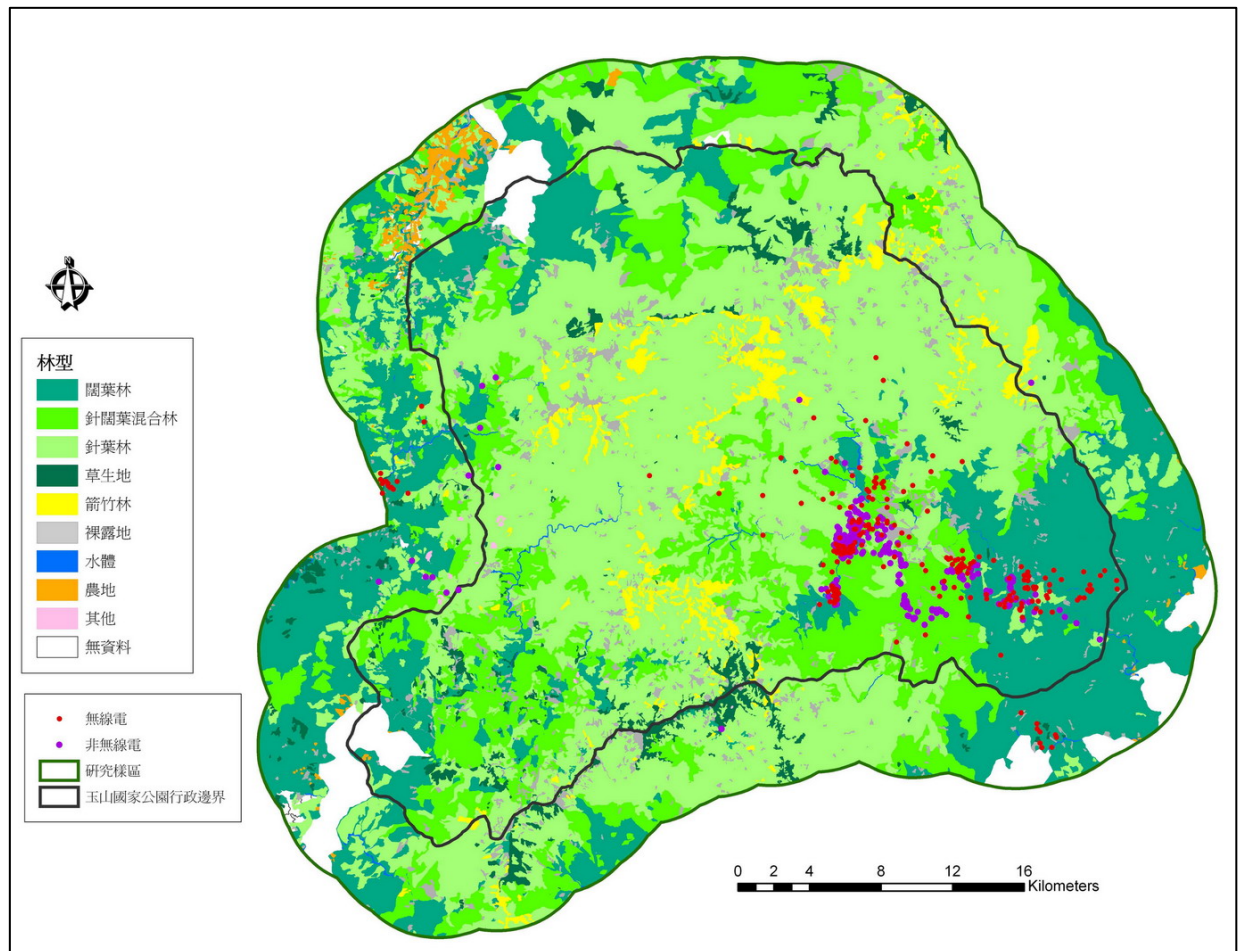
三、植被環境及植生指數

研究樣區於扣除 1.68%缺乏林型資料之區域後，針葉林佔研究樣區最大比例，46.5%，其次是闊葉林(24.3%)、針闊葉混合林(19.2%)，草生地(2.5%)，箭竹林(3%)，裸露地(3.1%)，水體(0.5%)，農地(0.7%)，其他(0.1%，圖 3-7)。

無線電追蹤定位點 34.9%出現於闊葉林，其次是 31.5%於針闊葉混合林、25.9%於針葉林、3.9%於裸露地、3.4%於水域附近、0.4%於草生地。而非無線電追蹤的熊位點則有 51%出現於針葉林，其次為 29.9%於針闊葉混合林、12.7%於闊葉林，其他環境類型尚包括草生地(3.38%)、水體(2.0%)、裸露地(0.9%)、箭竹林(0.3%)。

無線電追蹤定位點及非無線電追蹤熊位點皆無出現於農地，二者於各林型之出現百分比例，皆與研究樣區中林型組成的百分比例成顯著差異(X^2 test, P 皆小於 0.001)。無線電追蹤定位點及非無線電追蹤的熊位點於針闊葉混合林及水域出現的頻度皆較於預期值高，而於箭竹林的出現頻度則皆較預期值低。

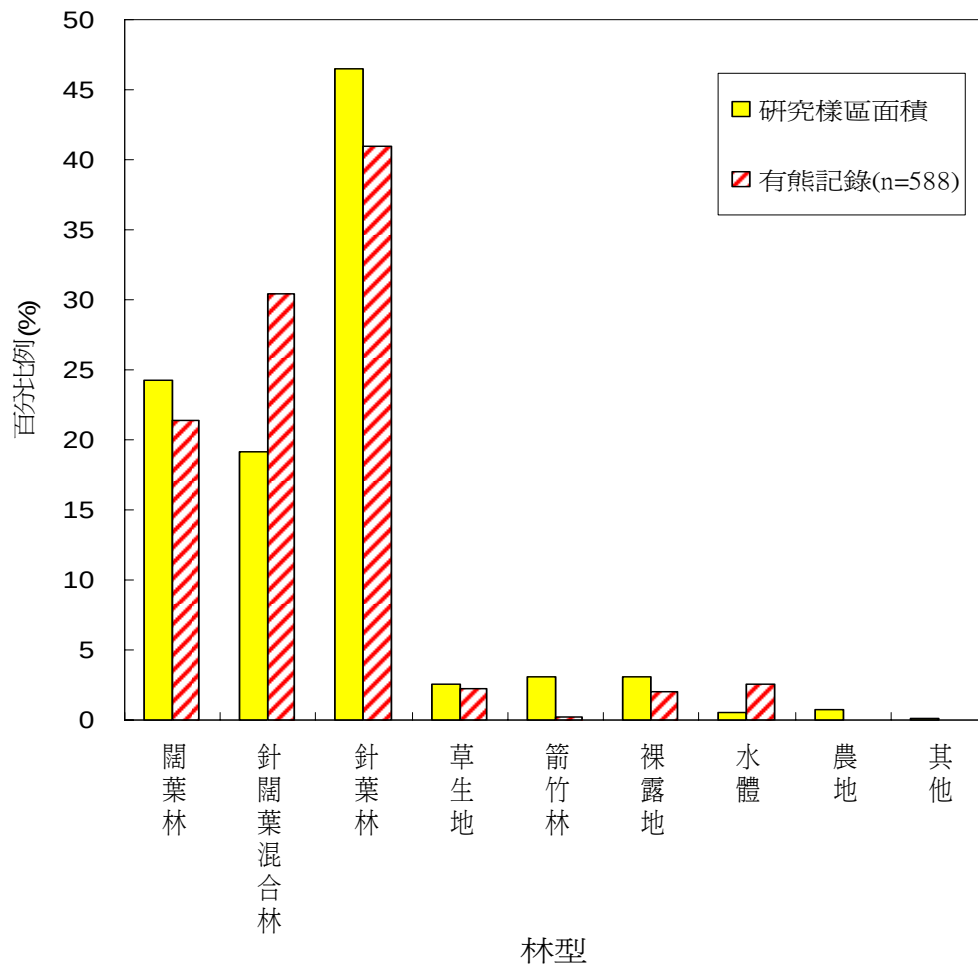
圖 3-7 無線電追蹤及非無線電追蹤黑熊位點與玉山國家公園樣區林型分布之關係。



就所有累計具精確座標值的有熊資料分析，樣點各林型出現的百分比與研究樣區中林型組成的百分比成顯著差異(X^2 test, $P=0.015$, 圖 3-7)。其中以針葉林的出現頻度最高(41%)，其次為針闊葉混合林(30.4%)和闊葉林(21.4%)，亦即黑熊出現於森林環境高達 93%，顯示黑熊為典型的森林性動物。熊位點於

針闊葉混合林及水域附近出現的百分比(30.4%、2.6%)皆較預期值高(19.2%、0.5%)。雖然熊位點於針葉林和闊葉林的出現百分比皆較預期值低，但我們也發現黑熊出現於針闊葉林的頻度以及樣區針闊葉林的面積皆可能有低估的情況。因為本研究在方法上利用第三次森林資源及土地利用調查之結果，將林型予以重新

圖 3-8 玉山國家公園研究樣區植被組成比例，以及無線電追蹤定位點和非無線電追蹤熊位點所出現之林型分布。



分類(附錄二)，卻發現有現場為二葉松及青剛櫟優勢的針闊葉混合林的部分地區，於該調查結果中被分類為「松類天針(編號 14)」，再經本研究重新分類則為「針葉林」。由此也顯現，欲解釋台灣山區野生動物的棲地利用模式，完整且精確的植被圖是不可或缺的工具。

有熊出現的 1*1 公里網格的森林密度皆大於 45.6，平均 95.9 ± 7.9 ，其中有 89% 網格之森林密度大於 90(圖 3-9)，有熊出沒之網格與研究樣區之森林密度之比例分布無顯著差異(X^2 test, $P=0.87$)，平均 95.6 ± 8.8 (範圍 6.7-100)。有熊網格的平均植生指數為 0.42 ± 0.07 (範圍 0.23-0.58)，與研究樣區相同，其分布百分比與研究

圖 3-9 玉山國家公園研究樣區及黑熊分布網格(1*1 公里)之森林密度分布百分比例。

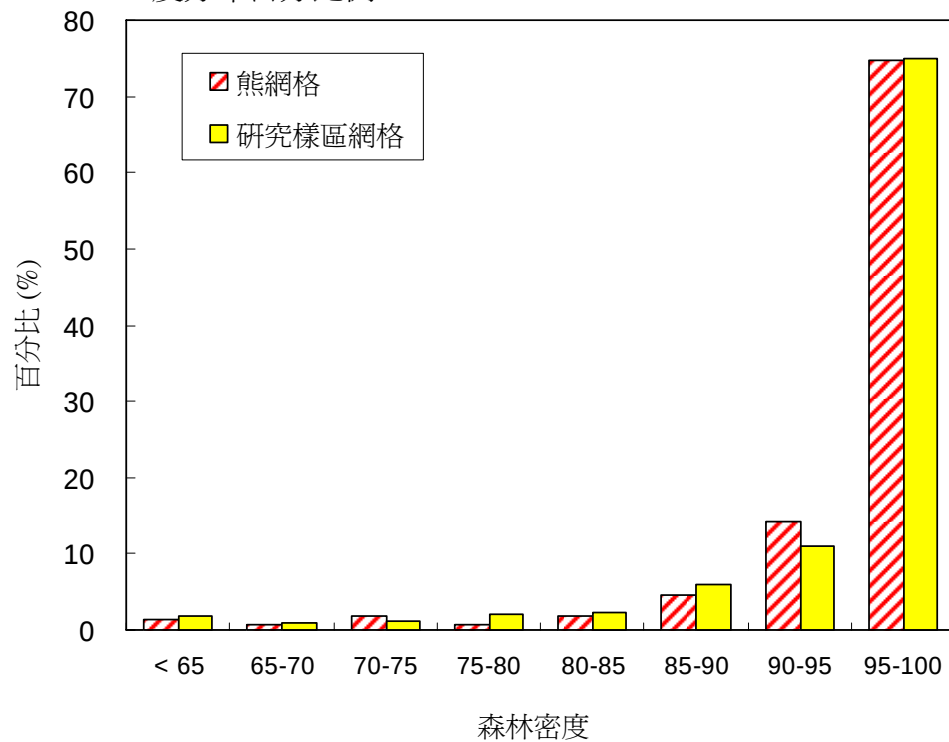
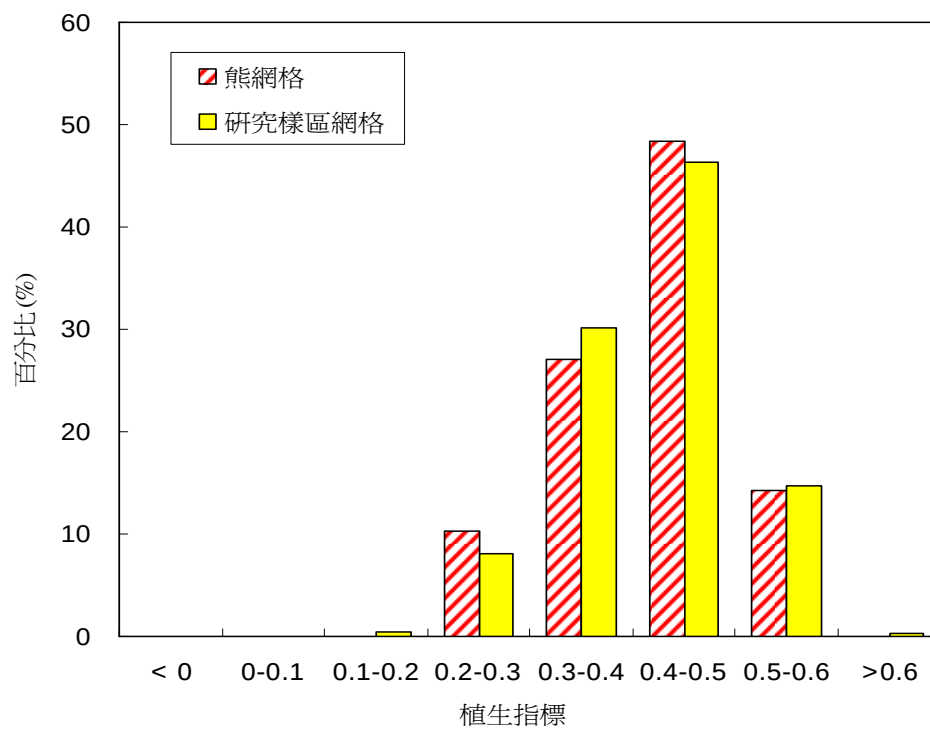


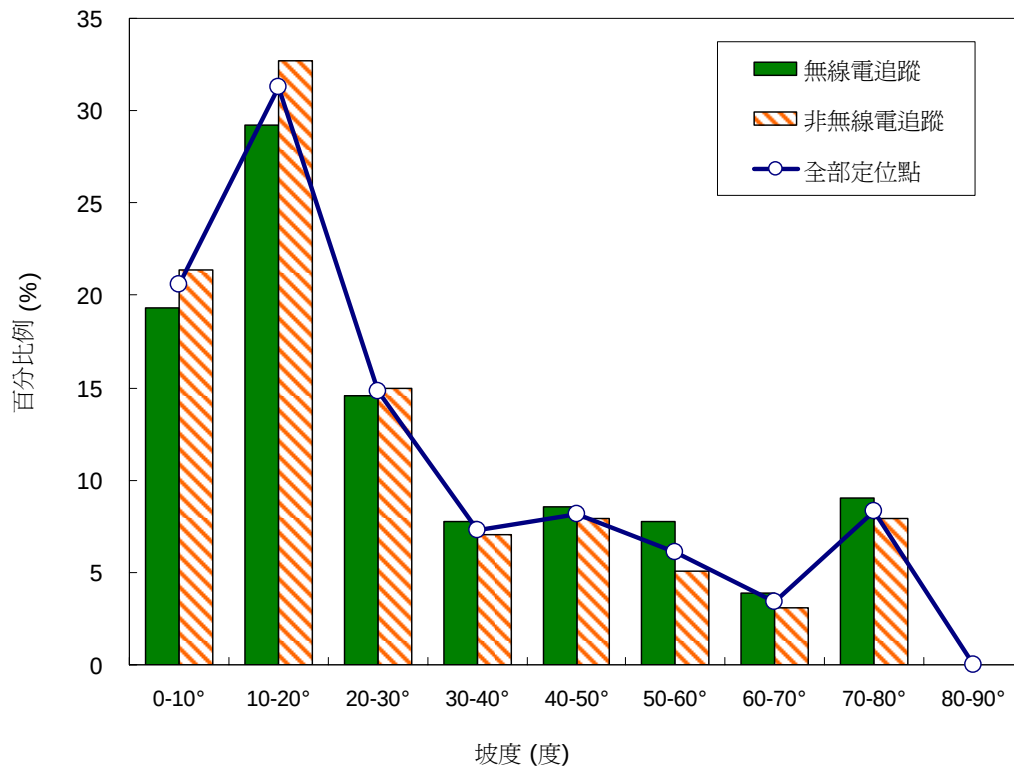
圖 3-10 玉山國家公園研究樣區及黑熊分布網格(1*1 公里)之植生指標分布百分比例。



樣區無顯著差異(X^2 test, $P=0.88$ ，圖 3-10)。研究樣區除了具有高植生指數之外，94%的區域的森林密度皆大於 85，顯示樣區之森林覆蓋度十分高，故若在有限的人為干擾情況下，應該可以提供許多野生動物(包括黑熊)適合的生境棲所。

黑熊無線電追蹤定位點的坡度為 1 至 87 度，其中 66.7%的熊位點的坡度皆小 30 度，21.6%位於 30-60 度，僅 11.7%位於 60 度以上之坡度，顯示黑熊的活動隨坡度增加而遞減的趨勢。無線電追蹤和非無線電追蹤位點的平均坡度，分別為 28.8 ± 22.0 度、 26.4 ± 20.9 度，二者於坡度以 10 度分級的分布百分比例上並無顯著差異(X^2 test, $P=0.96$ ，圖 3-11)。此結果顯示人可及之處所記錄的黑熊出沒的地點坡度，似乎沒有別於利用無線電追蹤系統遠距所估測的熊位置。

圖 3-11 無線電追蹤和非無線電追蹤黑熊定位點之坡度分布。



有熊出現的網格與研究樣區的網格坡度分布百分比例並無顯著的差異(X^2 test, $P=0.95$ ，圖 3-12)，平均坡度皆為 22 度，94.8%皆小於 40 度。黑熊無線電定位點的坡度，與樣區 1 平方公里網格內的平均坡度分布十分不同。熊定位點的坡

圖 3-12 玉山國家公園研究樣區發現黑熊位點之坡度分布。

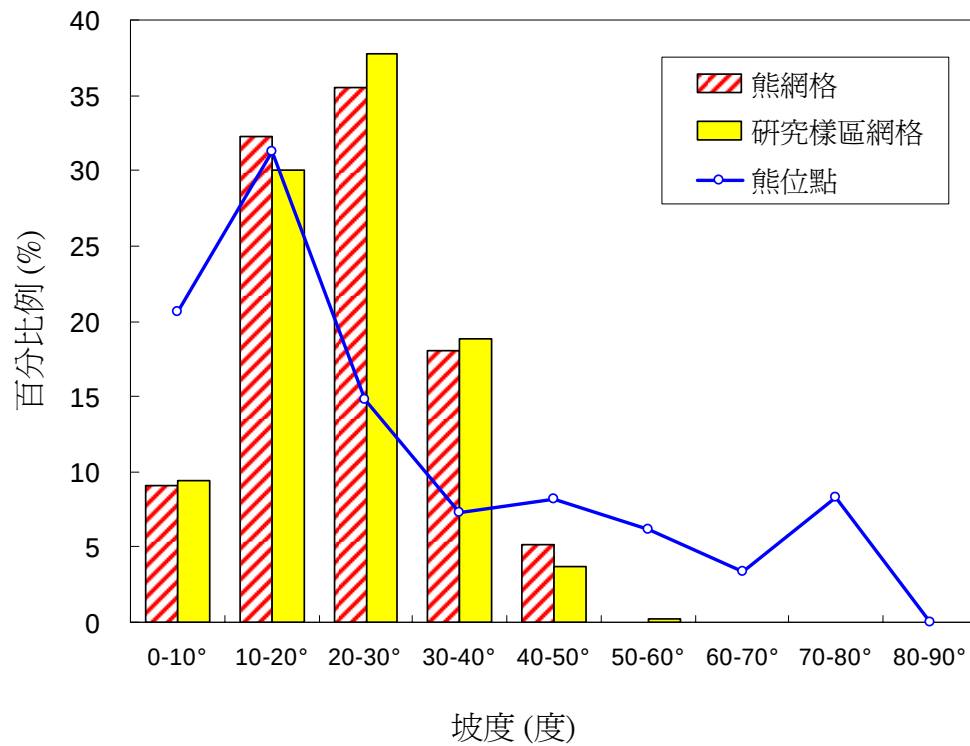
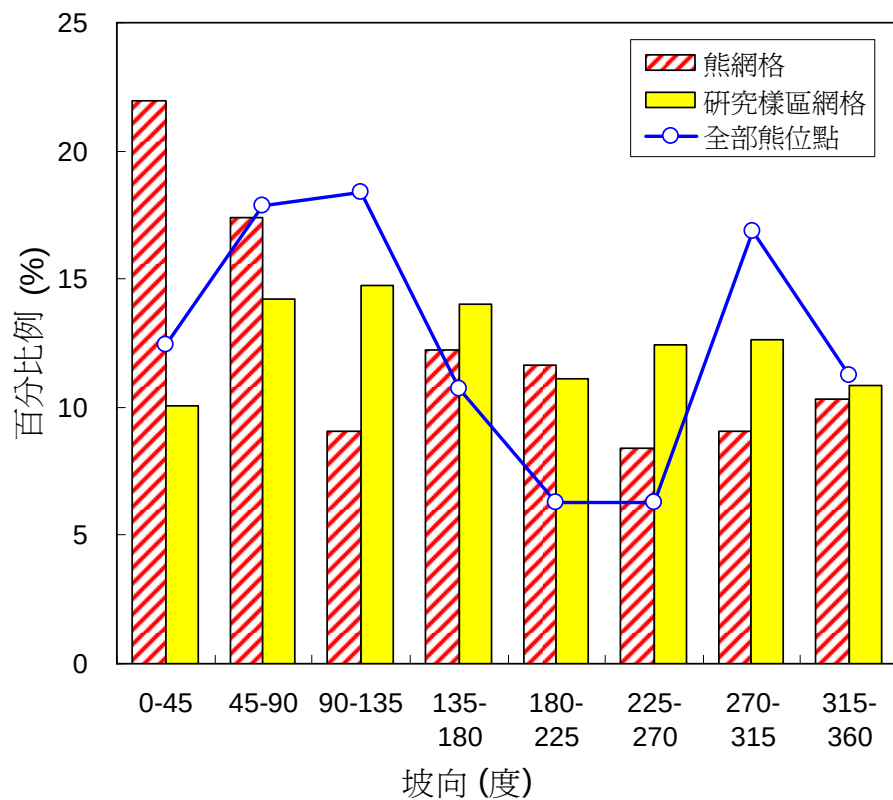


圖 3-13 玉山國家公園研究樣區發現黑熊位點之坡向分布。



度於小於 10 度(20.6%)，以及大於 40 度(26%)的百分比例皆較網格坡度為高(9.4%，3.9%)。我們利用網格系統所計算出的坡度，與熊位點的投影坡度分布不同，推測可能是前者並非點位資料，而是計算一平方公里內 40 公尺見方小格的平均值，故恐有稀釋坡度極端高或低的地點的比值，坡度分布遂呈現較集中(0-50 度)的現象。

記錄黑熊的位點的坡向並沒有特別集中分布的趨勢(X^2 test, $P=0.07$, $df=7$)，也與樣區網格的坡向分布百分比例無顯著差異(X^2 test, $P=0.21$, $df=7$ ，圖 3-13)，但朝東坡面的百分比例(59%)亦比預期值稍高。記錄黑熊所在的網格和研究樣區的網格坡向度分布百分比例，則呈顯著的差異(X^2 test, $P=0.007$ ，圖 3-13)，黑熊網格於坡向 0-90 度的出現百分比例(39.4%)較研究樣區(24.3%)高。中國岷山地區的亞洲黑熊選擇東坡(50-150 度)的情況，推測可能因為一般所謂的陽坡(東坡及南坡)由於日照多，植物生長較佳，結果狀況亦較好，可提供動物較充足的食物(魯慶彬及胡錦矗 2003)。大分地區便是位在陽坡，提供需要日照充足的青剛櫟樹一適當的生長環境。

記錄黑熊位點的一公里網格內的平均人為干擾程度皆雖較研究樣區低，但除建築物密度為 0.004 ± 0.03 ，約為樣區環境的十分之一之外，黑熊網格的平均人口密度為 8.19 ± 2.71 (單位面積內人口數)，以及道路密度 1.60 ± 5.08 ，皆與研究樣區內的平均值相差不多(表 3-2)，此結果應該與樣區大部分地區皆是未開發的天然環境有密切關係。

第二節 堅果豐富度與台灣黑熊分布之關係

種子陷阱的集果顯示，大部分的青剛櫟樹於十月底尚未出現成熟果掉落的情形。九月底落果前，我們利用望遠鏡目視掃瞄 527 棵青剛櫟，利用 Garves'修正指數評估結果量發現，樹上沒有觀察到堅果者佔 19%，仔細搜尋後可發現少量堅果者佔 34%，有一些堅果者佔 27%，堅果產量不錯者佔 13%，堅果產量十分豐盛僅佔 5%(圖 3-14)。

另外，30 秒內所計數的青剛櫟果實數量顯示，高達 19%的樹上未發現任何果實，36%僅觀察到 1-9 顆果實，其次 17%觀察到 10-19 顆果實，11%觀察到 10-19

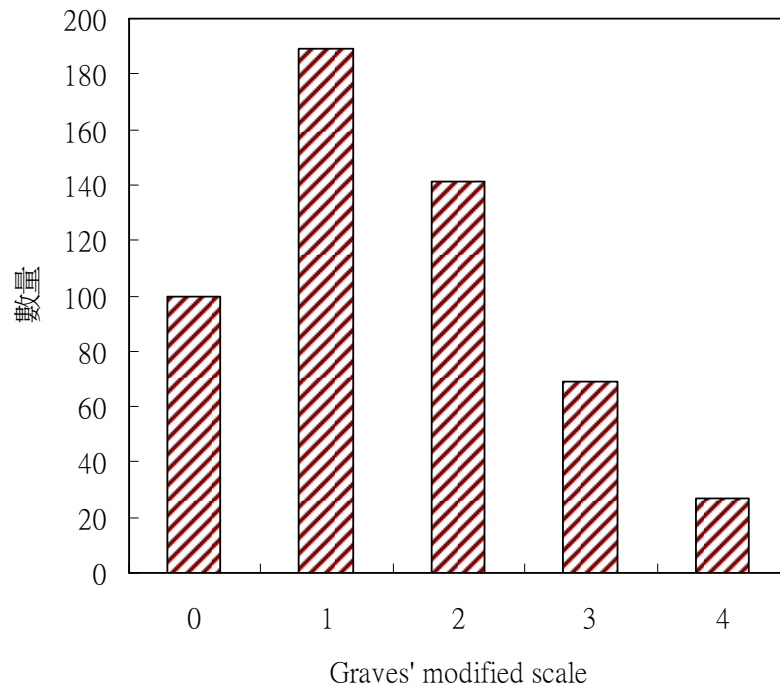
表 3-2 發現黑熊的記錄所在位置於一公里網格內的各項環境變項分析結果。

	有熊記錄網格 (n=155)			研究樣區網格 (n=1976)		
	平均± 標準差	最小值	最大值	平均± 標準差	最小值	最大值
環境變因						
平均海拔	1759±710	411	3556	2082±708.39	187	3707
平均坡度	22.9±9.57	4.43	49.33	22.7±9.58	1.21	55.73
平均坡向	153±108	1.85	355	178±100	0.38	360
平均植生指標	0.42±0.07	0.23	0.58	0.42±0.08	0.12	0.63
森林密度	95.9±7.88	45.60	100	95.6±8.76	6.72	100
距溪流遠近	2213±1665	0	6325	2640±1823	0	8062
人爲干擾						
人口密度	8.19±2.71	5.00	31	9.11±7.07	5.00	134
建築物密度	0.004±0.031	0	0.34	0.03±0.4	0	12.03
道路密度	1.60±5.08	0	26.46	1.80±6.00	0	82.20

顆果實，21%是 20-49 顆果實，其他 7%是 50-111 顆果實之間(圖 3-15)。一棵樹於 30 秒內所計數的青剛櫟果實數量，與 Garves'修正指數評估結果量成顯著相關($r=0.91$, $P<0.001$)。初步觀察也發現當一棵樹結果豐盛時，30 秒內所掃瞄到的果實通常大於 50 顆，由此可見此季結實纍纍的樹所佔的比例極低。

研究者於實地活動時發現，雖然今年整個樣區的青剛櫟結果量一般均屬不佳，甚至包括大分南側的賽珂地區，但相較之下仍可以看出北側的拉古拉至土葛地區的青剛櫟結果較豐富的狀況，今年此季的大部分黑熊排遺和其他活動痕跡也是多在此區發現。新鮮的黑熊上樹取食青剛櫟果實的活動痕跡首次記錄於 10 月 26 日，與過去於十月底黑熊活動此區漸趨頻繁的觀察結果相似(Hwang 2003)。青剛櫟結果量於年間和空間分布上的變化，以及和黑熊和其他野生動物的活動關

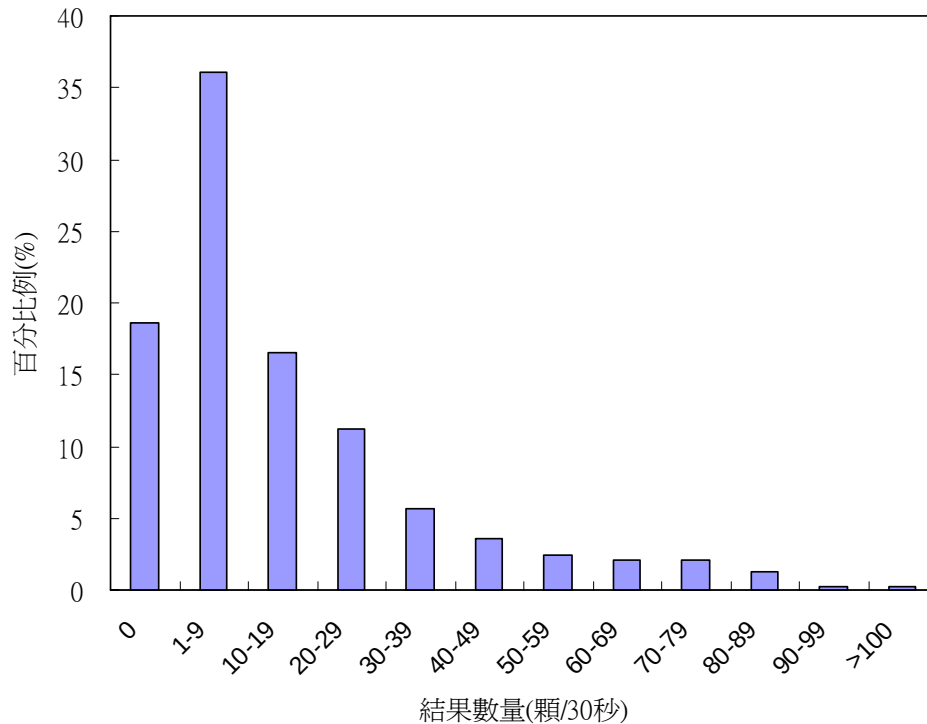
圖 3-14、2006 年目視法調查大分地區青剛櫟落果前的結果量(Graves' modified scales: 0=沒有觀察到堅果，1=仔細搜尋後可發現少量，2=有一些，3=產量不錯，4=產量極豐盛)。



係，則有待長期資料的累積，方可略窺一二。

當秋季間堅果產量低時，當地的美洲黑熊或日本黑熊會有增加活動範圍，移動到其他地方覓食的情況，甚至會接近平常可能會避免的高人為干擾區域，比如遊樂場或農地，而導致無可避免的人熊衝突，增加熊被人獵殺的死亡率(Beeman and Pelton 1980, Noyce and Garshelis 1997, Oka et al. 2004)。過去研究者於玉山國家公園園區捕獲的黑熊，其掌部或趾部曾因非法陷阱而受傷的比例高達 53%，甚至是活動範圍一般較小的兩隻雌性個體也皆呈現斷掌的情況(附錄四，Hwang 2003)。由於捕捉繫放地點位於園區核心位置，該區那時步道系統不便利且人為活動極微稀少，而無線電追蹤結果顯示有些個體會移動至園區以外的區域活動，因此我們推測黑熊可能是移動至靠近園區外圍人為干擾較頻繁的區域，誤中陷阱而受傷。因此，釐清環境中重要食物資源的時空變動以及動物對此變化的行為適應，對於保護區內台灣黑熊的經營管理將有直接的貢獻。

圖3-15、2006年以30秒掃視大分地區落果前的青剛櫟數量。



二、紅外線自動照相機監測

我們自2006年10月起於大分地區總共架設自動照相機12月台(即每一相機工作回合的加總)。運作正常的相機總工作時數為5,071小時，其中僅有一台相機底片回收時未拍完，以及一台相機架設不良產生死角，使得未拍攝到動物的照片數偏高。

總共拍攝 400 張含有動物出現的照片，扣除於半小時內連拍動物的照片和少數無法辨識物種的照片，相機共拍攝到 12 種可辨識的哺乳動物，累計 269 隻/群有效個體照片，整體 OI 值為 53.04。所拍攝動物的相對出現頻度依次為刺鼠(*Rattus coXinga*)、台灣野豬(*Sus scrofa*)、山羌(*Muntiacus reevesi*)、台灣獼猴(*Macaca cyclopis*)、水鹿(*Cervus unicolori*)、長鬃山羊(*Naemorhedus swinhoei*)、台灣黑熊(*Selenarctos thibetanus*)、黃鼠狼(*Mustela sibirica*)、鼬獾(*Melogale moschata*)、白鼻心(*Paguma larvata*)、黃喉貂(*Martes flavigula*)、赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)(表 3-3)。

自動照相機所拍攝的哺乳動物中較大型動物的 OI 值以台灣野豬(OI = 10.45, n = 53 隻有效個體照片)最高；其次為山羌(OI = 7.30, n = 37)。其他偶蹄目動物依次為水鹿(OI = 4.34)，長鬃山羊(2.96)。食肉目動物的 OI 值則以台灣黑熊(OI = 0.79, n = 4)最高，其次為黃鼠狼(OI = 0.59, n = 3)、鼬獾(OI = 0.39, n = 2)、白鼻心(OI = 0.39, n = 2)、黃喉貂(OI = 0.20, n = 1)；台灣獼猴介於山羌與水鹿中間(OI = 4.93, n = 25)；齧齒目的兩種動物，刺鼠是所有動物最多記錄的(OI=20.51, n=104)，赤腹松鼠則只有一筆記錄(OI = 0.20, n = 1)。

本研究的較大型草食獸及熊類的 OI 值皆高於園區楠溪林道地區(黃美秀及簡熒芸 2004)，以及其他曾利用同樣技術較長時間監測中大型野生動物的雪霸國家公園、丹大地區、大武山區為高(黃美秀及簡熒芸 2004 整理)，顯示本研究地區較大型哺乳動物的資源十分豐富。然而，此差異是否受限大分地區該年秋冬季節殼斗科的結果狀況，季節性的吸引較多野生動物聚集覓食，並非全年性的整體趨勢，抑或是反應不同地區的動物組成和豐富度差異，則有賴季節性的全年監測此區的動物豐富度及植物性食物資源的變動方可進一步釐清。

表 3-3、玉山國家公園大分地區自動相機系統拍攝的哺乳動物種類及出現指數。

物種	總相片數	OI 值
刺鼠	104	20.5
臺灣野豬	53	10.5
山羌	37	7.3
臺灣獼猴	25	4.9
水鹿	22	4.3
長鬃山羊	15	3.0
臺灣黑熊	4	0.8
黃鼠狼	3	0.6
鼬獾	2	0.4
白鼻心	2	0.4
赤腹松鼠	1	0.2
黃喉貂	1	0.2

第三節 黑熊族群和遺傳變異之先期調查：熊排遺偵測犬

熊排遺偵測犬訓練期的第一階段在訓練教室進行，第二階段則在戶外、野地山區進行。當組合的犬組於戶外(屏東科技大學校園農場及森林，圖 3-16)演練正確率達 80%以上時，我們至野外山區實習。此偵測犬被訓練為在發現目標物時，會頭朝前站立或趴下，靜止不動等候領犬員接近；然而，當偵測犬看不到領犬員時，偵測犬會跑回領犬員身旁，表現發現獵物的行為，領犬員隨後跟隨偵測犬至目標物所在。

偵測犬訓練截至十二月為止，已在野外山區(屏東縣涼山、北大武山區)尋找新舊程度不一的熊排遺(來自圈養個體或野外收集)目標皆無誤。而且訓練期間遇到其他登山客及其同行的其他犬隻時，並沒有表現出特別的注意或興趣，顯示出此犬執行任務的專注力，並且不會有干擾其他人(比如遊客)或犬隻的情況。

為了進一步瞭解該偵測犬對於野生動物的可能反應，我們 12 月 5 日將犬隻帶至屏東科技大學野生動物收容中心，讓或有或無溜繩在身的偵測犬於黑熊、獼猴等圈養動物附近演練。觀察發現該偵測犬對於周遭的動物並沒有表示任何的興趣或敵對的行為，也沒有主動接近其他動物的行為(圖 3-17)。訓練至此，結果顯示該偵測犬已完成所有室內以及野外環境的必要訓練，達到訓練所預期的效果。

為確保偵測犬隻健康情況良好，一則可以正常工作，一則不致將可能的病原體帶至研究區域，故在進入研究區域之前已進行各項健康檢查、體內外寄生蟲驅除和預防針注射。(a)健康檢查項目：骨骼 X-ray 檢查、血球數、血清生化學、肝功能、腎功能、血液寄生蟲、萊姆病-埃利西氏體-心絲蟲診斷劑、犬瘟熱等檢查。(b)內外寄生蟲驅除項目：體外寄生蟲跳蚤、壁虱和毛蟲驅除，內寄生蟲線蟲、條蟲驅除，心絲蟲仔蟲每月口服預防藥劑。(c)預防注射項目：年度注射犬瘟熱、出血性腸炎、犬肝炎、副流行性感冒、鉤端螺旋體等混合疫苗和狂犬病疫苗(附錄五)。

此外，為了適應台灣一般山區及保護區的環境，熊排遺偵測犬於野外執行任務時，我們為其所準備的配件包括：(1)無線電追蹤頸圈，此可提供領犬員若遇到偵測犬發生特殊意外狀況時，可以於最短時間內，尋回犬隻。(2)標示有「熊

圖 3-16、訓練師利用裝著熊排遺及玩具的箱子進行偵測犬的氣味認知訓練。



偵測犬，屏科大野保所」的偵測犬背心及背包，除了讓讓犬隻背負部分的狗食及排泄物之外，也讓人不會產生攜帶寵物入園之誤解。野外作業期間我們也發現，遭逢的遊客對於此偵測犬大多抱持十分的好奇心及興趣，並要求與之合影留念，顯示此犬隻具有黑熊保育宣導之效果及潛力，值得有關單位重視。

我們熊偵測犬於野外搜尋天然黑熊排遺的過程中發現，搜尋過程本身對於犬隻以及領犬員和訓練師皆是學習過程，對於犬隻準確偵測目標物具關鍵性影響。犬隻於野外執行任務之初，偶爾會表現出發現「目標物」但人卻找不到「熊排遺」的情況，而是發現疑似黑熊吃過的食物、熊毛、黑熊的嘔吐物，或是沒有任何發現。犬隻也曾分別錯誤地指向新鮮的山豬排遺及半腐朽的果實，推測可能是排遺內含物或果實味道，與附近剛發現的熊排遺，或是過去用來訓練的圈養熊排遺內未消化的食物果實殘渣相似，而導致犬隻感到困惑。在此從錯誤中學習的過程上，領犬員或訓練師在熊類研究者的配合協助之下，對於現場狀況的掌握，就變得十分重要，若領犬員可以立即給予犬隻適當的回饋或獎勵，讓犬隻清楚地

圖 3-17 沒有綁上溜繩的熊偵測犬於圈養的台灣黑熊附近演練，對於身後的黑熊表現出沒有興趣或注意的行為，專注於領犬員手中的球。



瞭解哪些東西重要，而哪些東西要忽略，並且犬隻也可以很快地就學會找出沒訓練過但值得找的目標，例如黑熊的嘔吐物。

黑熊排遺偵測犬於野外經過三日的搜尋及逐漸熟悉野外環境之後，於第四日一整天的搜尋中，總計搜尋到 72 堆黑熊排遺，其中有 28 堆由犬隻發現，佔所有記錄之 38.9%。由於該日研究團隊高達 7 人，包括領犬員小組三人，由此可見一隻偵測犬的相對搜尋效能。犬隻該日所發現的黑熊排遺的新鮮程度不一，從不到一星期到約一個月之久，並發現黑熊嘔吐物，顯示該犬隻已經將不同新鮮程度的黑熊排遺及嘔吐物皆概括化了。

由於台灣山區野外研究環境困難，加以直接觀察動物不易，排遺分析不僅已廣被利用於探討野生動物族群的棲息地利用，分布範圍及相對豐富度，以及食性

和寄生蟲相，野外動物排遺更因為遺傳及其他分生的技術應用，而提供了鑑定物種、族群大小、性別比、活動範圍、親緣關係、生殖及緊迫生理的機會(John and Wayne 1997)。但是對於低密度或形跡隱密的物種，比如台灣黑熊或雲豹等，欲獲得大量的排遺樣本數，遂顯得十分困難。雖然排遺偵測犬最近才開始被野生動物學者應用於野外調查，但相關報告對於此技術應用於研究大型或保育類的食肉目動物的生態習性，皆已提出正面和支持的建議(Akenson et al. 2001; Wasser et al. 2004; Smith et al. 2003, 2005, 2006)。本研究根據初步訓練成果來評估，對於排遺偵測犬亦抱持相同支持的立場。

第四章 結論及建議

第一節 結論

玉山國家公園樣區之森林密度及植生指數高，加以園區內人爲干擾少，是台灣黑熊重要的棲息生境，黑熊於本區出現的海拔也有較全島其他地區低的趨勢。黑熊於樣區的分布從海拔 300 至 3700 公尺不等，84%則分布於 500-2500 海拔範圍，然於 500 公尺以下及 2000 公尺以上的出現百分比例皆較預期值爲低，推測應該分別與低海拔較高的人爲干擾程度，以及高海拔地區的氣候多變和食物豐富度低有關。黑熊出現於針闊葉混合林及水域出現的頻度皆較預期值高，且對於坡度緩及面東坡的利用程度似乎較高。

雖然大分地區今年青剛櫟的結果量不佳，自動照相機的整體 OI 值 53.04 顯示，結果季時期仍有許多動物在此區活動，尤其是十一及十二月時，取食樹上堅果或落果，食肉目動物以台灣黑熊最常見，偶蹄類動物則以台灣野豬和山羌較常見。由於生態體系複雜的交互作用觀察不易，長期的監測園區黑熊的活動習性，以及環境資源和各項重要因子的變化，方能有效釐清黑熊於台灣生態體系中之功能和角色。

熊排遺偵測犬經密集訓練後，已完成室內、戶外、野地山區的訓練，已可以偵測到約一個月內新舊程度不一的野外黑熊排遺，正確率達 95%以上，尋獲排遺的效率估計爲人的 2-3 倍以上。該偵測犬於發現目標物時，頭會朝目標物站立或趴下，靜止不動等候領犬員接近，但若看不到領犬員時，則會跑回領犬員身旁表現發現獵物的行爲。偵測犬於作業時可以聽從領犬員的指示無誤，面臨其他登山客、其他犬隻或動物時，並沒有表現出特別的注意或興趣。整體訓練成果顯示該熊排遺偵測犬已成功達成訓練的目標，並適應台灣山區的搜尋環境，深具保育宣導及研究的目的，值得妥善發揮其效能。

第二節 建議

1. 玉山國家公園發現台灣黑熊調查問卷的回覆結果不佳，可能受限於一般國人對於問卷的傳統的「不在意」反應。爲了長期監測國家公園境內黑熊的時空活動，適當且及時地經營管理人熊關係，本研究建議玉山國家公園積極發展並建立一套「發現黑熊出沒的通報系統」，提供並鼓勵管理處員工及一般民眾隨時登錄園區及附近區域所發現的黑熊蹤跡，以長期累積玉山國家公園黑熊活動分布之資料，監測人熊關係之變化，同時建立資料庫，提供經營管理所必需的參考資料。
2. 本研究計畫之密集野外監測工作於十月至次年一月進行，也是大分研究樣區黑熊活動的重點時期，故初期之野外研究資料較爲有限。由於大分研究樣區，地處偏遠，交通、補給、通訊極爲不便，長期研究監測有賴持續的人力支援，因此建議計畫委託單位於此關鍵調查期間，提供一至二名人力暫時支援野外研究之進行。
3. 根據現有全省的研究資料顯示，大分地區森林生態和地理環境特殊，對玉山國家公園區域的台灣黑熊和其他野生動物的活動生態具重要影響。在鎖定以黑熊及殼斗科森林的交互作用爲主題的長期研究架構下，本研究建議加強其他兩大方向的研究，以充分瞭解台灣黑熊和該生態環境之複雜交互作用，並同時達到提高在深山地區團隊研究的效益。(1)殼斗科及樟科優勢森的林生態系之森林群聚結構、物候學、營養能量循環等相關森林學研究；(2)其他野生動物豐度及活動與大分地區青剛櫟結果量變動之關係。
4. 爲長期監測黑熊重要棲息環境之動植物資源變動，需要深入探討其間可能的各種機制及影響之環境因素，故建議於大分地區設置自動收氣象監測系統，長期集該區氣象資料，以協助瞭解影響黑熊重要食物資源及棲地環境之變動。