

(1226)

## 國家公園臺灣黑熊保育監測及推廣

### Population Monitoring and Conservation Outreach Programs for Formosan Black Bears in National Parks

受委託者：國立屏東科技大學

研究主持人：黃美秀

協同主持人：朱有田

研究助理：潘姿麟、蔡蕙雯

玉山國家公園管理處委託研究報告

中華民國 103 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

## 目次

表次	III
圖次	V
摘要	VII
Abstract	X
謝誌	XII
第一章 緒論	1
第一節 計畫緣起及目的	1
第二節 計畫工作項目	7
第二章 方法及步驟	8
第一節 大分地區青剛櫟果實豐富度之監測	8
第二節 大分地區台灣黑熊相對豐富度監測及食性分析	11
第三節 台灣黑熊遺傳資料收集和分析	12
第四節 高山型國家公園台灣黑熊族群概況	17
第五節 建構國家公園台灣黑熊族群監測系統及強化管理單位之研究培力	20
第三章 結果	22
第一節 青剛櫟果實豐富度之監測	22
第二節 大分地區台灣黑熊相對豐富度監測及食性分析	25
第三節 台灣黑熊遺傳資料收集和分析	28
第四節 高山型國家公園台灣黑熊族群概況	32
第五節 建構及強化國家公園台灣黑熊族群動態之長期監測系統和研究培力	45
第四章 討論	49
第一節 大分地區青剛櫟結果與台灣黑熊之活動情況	49
第二節 玉山國家公園台灣黑熊族群遺傳學	52

第三節 高山型國家公園之台灣黑熊族群概況 · · · · ·	55
第四節 建構國家公園台灣黑熊族群動態之長期監測系統及強化研究培力 · · · · ·	56
附錄一、大分沿途及永久樣區之植物結實調查與熊痕跡調查詳細列表 ·	59
附錄二、台灣黑熊野外食物列表 · · · · ·	63
附錄三、本年度調查樣區和樣帶的自然環境及人為因素狀況 · · · ·	65
附錄四、玉山、太魯閣及雪霸三個高山型國家公園調查樣帶發現黑熊及四種偶蹄目動物痕跡之豐富度狀況 · · · · ·	67
附錄五、三個高山型國家公園各樣區環境照 · · · · ·	72
附錄六、雪霸、玉山、太魯閣國家公園發現之熊痕跡 · · · · ·	76
附錄七、三個高山型國家公園於各樣區記錄之人為活動痕跡 · · · ·	77
附錄八、「國家公園台灣黑熊保育及族群監測研習會」簽到單 · · · ·	79
附錄九、「國家公園台灣黑熊保育及族群監測研習會」之相關活動照片 ·	83
附錄十、台灣黑熊通報系統之「有熊出沒」調查問卷 · · · · ·	85
附錄十一、「國家公園臺灣黑熊保育監測及推廣」(跨域合作計畫)委託研究案期中審查會議紀錄 · · · · ·	87
附錄十二、「國家公園臺灣黑熊保育監測及推廣」(跨域合作計畫)委託研究案期末審查會議紀錄 · · · · ·	90
參考書目 · · · · ·	92

# 表次

## 圖次

圖 1、	大分研究樣區長期調查樣線及樣點的分布圖，包括青剛櫟調查樣線、年度熊痕跡調查樣線、熊毛陷阱和鳥類調查樣站(座標系統：TWD-67)	9
圖 2、	不同性別之台灣黑熊血液 DNA，以 ZF/SRY/Amel 三條引子進行擴增後不同性別之結果。M 為 marker。Lane 1 與 5 為 ZF 基因片段(144bp)，lane 2 與 6 為 SRY 基因片段(115bp)，雌熊無 Y 染色體，故無法增幅 SRY 基因序列。Lane 3 與 7 為 Amelogenin 基因片段(雄性：191、245bp，雌性：245bp)	17
圖 3、	2014 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=產量極豐富)	22
圖 4、	2014 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=產量極豐富)	23
圖 5、	(A)2013 年度青剛櫟結果季，平均每個種子陷阱收集青剛櫟落果及受損果實比例之情況。 (B)2006-2013 年大分地區青剛櫟產季(10 月至次年 2 月)，平均每個種子陷阱收集青剛櫟落果及受損果實比例之情形	24
圖 6、	2013 年大分青剛櫟結果季，青剛櫟樣樹上出現台灣黑熊痕跡之情況	26
圖 7、	大分地區 77 頭黑熊個體之遺傳結構 delta K 值(A)，以及遺傳結構分群圖(B)。A 圖橫軸為預設分群數 (K)，縱軸為群間差異值。B 圖橫軸為個體編號，每一長條代表一頭個體，總軸代表每個體最可能被分配至每個遺傳分群的可能性	31
圖 8、	玉山國家公園內 2 個調查樣區之行走路線及樣帶、發現熊痕跡織網格(1 Km*1 Km)分布圖	35
圖 9、	太魯閣國家公園內 7 個調查樣區之行走路線及樣帶、發現熊痕跡織網格(1 Km*1 Km)分布圖	36
圖 10、	雪霸國家公園內 6 個調查樣區之行走路線及樣帶、發現熊痕跡織網格(1 Km*1 Km)分布圖	

織網格(1 Km*1 Km)分布圖 · · · · ·	37
圖 11、三個國家公園園區(A)及調查樣帶(B)於不同海拔梯度之分布情形。網格單位:1x1 km <sup>2</sup> 。YNP 為玉山國家公園，TK 為太魯閣國家公園，SP 為雪霸國家公園 · · · · ·	39
圖 12、三個高山型國家公園調查樣帶(n=100)有無發現熊痕跡之狀況	40
圖 13、三國家公園發現有熊的調查樣帶，以及紀錄熊痕跡總數之海拔分布情形 · · · · ·	41
圖 14、三個國家公園範圍(A)及本研究調查樣帶(B)所屬不同植被類型的分布的情況。YNP 為玉山國家公園，TK 為太魯閣國家公園，SP 為雪霸國家公園 · · · · ·	42
圖 15、三國家公園熊類及四種偶蹄目動物之豐富度指數。在一調查樣帶上，每隔 100 m 記錄該次樣帶內及其附近各種動物痕跡之有無情況，有為 1，無則 0，故 500 m 樣帶上各動物的相對豐度之累計積分為 0-5 不等。YNP 為玉山國家公園，TK 為太魯閣國家公園，SP 為雪霸國家公園 · · · · ·	44
圖 16、國家公園發現台灣黑熊之簡易通報系統 · · · · ·	47

## 摘要

關鍵詞：台灣黑熊、青剛櫟、櫟實產量、遺傳、族群監測、痕跡調查法、相對豐富度、國家公園

### 一、研究緣起

有鑑於保育瀕危物種的迫切性和長期生態研究的重要性，本計畫擬延續前期(2006—2013)之調查，探討玉山國家公園大分地區台灣黑熊(*Ursus thibetanus formosanus*)與殼斗科森林之關係，以期提供成功保育該物種的經營管理依據。大分地區是台灣黑熊族群的高密度基準區(high-density benchmark)，為長期族群監測和生態研究的重要區域。該區的青剛櫟(*Cyclobalanopsis glauca*)的物候週期及結果變動，影響台灣黑熊等大型動物活動模式和族群的時空變動。整體的計畫目標除了持續監測大分地區堅果產量的逐年變化，並將利用遺傳分子生物學技術分析收集的排遺或毛髮樣本，估計玉山國家公園台灣黑熊有效族群量、遺傳多樣性、近親交配指數、族群結構，以及族群間基因交流程度，以探討此物種的族群永續力。為了進一步瞭解國家公園系統對於保育此物種的效能，本計畫擬依據「國家公園台灣黑熊跨域整合研究計畫」，擴大調查研究範圍至太魯閣國家公園及雪霸國家公園之園區，藉由訪查和痕跡調查等方法，初步瞭解這些地區黑熊族群概況和面臨的潛在威脅等。同時，我們也將藉由舉辦臺灣黑熊族群監測之訓練課程，強化管理單位之整體研究培力，並提供棲地經營應用及教育推廣之教材。

### 二、研究方法及過程

本研究於大分地區青剛櫟集中分布的區域，設定長期的調查樣點和樣線(總計 5.2 km 長)，以測量青剛櫟果實產量。於青剛櫟開始落果前(九月底至十月中旬期間)，以目視法估算該季的結果相對豐度指標。同時於結果季期間，每隔 50 m 設置種子陷阱( $0.85 \times 0.85 \text{ cm}^2$ , n=197)，每月定期收集落果，以計算該季青剛櫟果實生產量。同時為瞭解掉落在地面的櫟實的留存狀況，以及野生動物對地面櫟實的利用程度，研究者監測地面上落果的留存狀況和數量沿穿越線並間隔約 50 m，挑選一棵已標記為種子陷阱的青剛櫟樣樹，設置並標記  $1 \text{ m}^2$  的地面區塊，總共 100 個。每月例行調查計數殘存於各區塊較飽滿或內果徑大於 8.5 mm 的完整櫟實數量。

為了解青剛櫟果實豐富度與台灣黑熊活動之關係，於結果季結束後(2月)，沿著調查樣線計數樣線(共約 9.5 km)兩側各 3 m 內的所有黑熊痕跡，作為該季

黑熊活動的相對指標。為收集黑熊遺傳樣本，除了每次調查期間在調查樣線和行進路線旁搜尋、採集黑熊排遺。延續去(2013)年的計畫，將 2009 年到 2013 年在大分地區收集的臺灣黑熊排遺樣本，萃取 DNA 後進行粒線體 D-loop 擴增，篩選成功擴增 D-loop 序列的 DNA 樣本後進行 8 組微衛星基因座之分析。

為瞭解台灣黑熊於太魯閣及雪霸二個國家公園之族群和分布概況，本研究將以長期監測黑熊族群動態的玉山國家公園東側園區為比較基準，同時利用穿越帶痕跡調查法，調查樣帶長度為 500 m(即一分析單位)，每次調查團隊為 4-5 人，分工觀測寬度為 6 m 的調查樣帶內的黑熊與大型哺乳動物痕跡及紀錄環境因素。

為了有效建構國家公園長期監測台灣黑熊之動態族群，以協助提供經營管理所需之相關重要資訊，本計畫將研擬目擊台灣黑熊或發現其蹤跡之簡易通報系統，以及野外族群監測技術系統；同時，為強化管理單位之研究培力及員工或志工之調查研究水準和實務能力，協助規劃及舉辦台灣黑熊保育及族群監測調查工作坊一場次。

### 三、重要發現

以目視估計法調查 2014 年度青剛櫟結實狀況，Graves'修正指數平均值和 30 秒內計數青剛櫟果實數量分別為  $2.0 \pm 1.2$  ( $\pm SD$ ) 和  $70.0 \pm 47.0$  顆/棵。今(2014)年結果狀況為近六年來最好的一季，結果指數以產量不錯或極豐富的樣樹高達 41.3%。

2013 年青剛櫟結果季每個種子陷阱各月所收集之平均完整果實以 11 月 ( $4.1 \pm 5.9$ ) 顆為最高，並以 1 月 ( $0.2 \pm 0.5$  顆) 最低，各月份落果數與 2012 年趨勢相符。2013 年大分青剛櫟季的落果估計量為 18 顆/ $m^2$ ，包括完整果 10.9 顆/ $m^2$ ，以及受損果 7.5 顆/ $m^2$ 。地面區塊落果調查平均果實數從最低 9 月 0.35 顆/ $m^2$  漸增至 10 月 1.25 顆/ $m^2$  最高。地面果實被移除量以 11 月為最高 6.5 顆數/ $m^2$ ，12 月 2.3 顆數/ $m^2$  次之，1 月的果實移除量則下降至 0.4 顆數/ $m^2$ 。青剛櫟之目視資料、種子陷阱與地面留存狀況三份資料，皆顯示 2013 年度青剛櫟結實狀況不良，為八年來新低紀錄。

大分地區 2013 年度熊爪痕樹為 0-21 棵不等，與平均 1 km 內的熊痕跡單位數相近 ( $8.7 \pm 12.4$  棵爪痕樹/km, n=9 條)。針對青剛櫟樣樹檢視本結果季黑熊的利用情況，發現 97% 的樣樹沒有任何黑熊上樹的痕跡。與歷年調查結果相較之下，2013 年度調查樣帶林木出現有熊痕跡的比例偏低，其結果與年間青剛櫟結果的豐富度趨勢相當一致。

2009 年 10 月至 2014 年 1 月共收集 386 個 DNA 樣本，成功擴增 D-loop 序列的樣本數為 185 個，成功率為 48%。以 8 組微衛星基因座經由 GeneCap 分析，結果總共辨識出 77 頭個體，其中有 38 個個體的排遺樣本在當年度有重複在不同 GPS 點位被拾獲記錄，性別數量分別為 51 頭公熊和 26 頭母熊，性別比為 1.96。本研究中的各微衛星基因座 FIS 值均偏低且接近 0(平均來看也屬接近 0 的範圍)，結果顯示此 77 頭個體微衛星基因座具有遺傳多樣性。以 Structure 2.3.3 軟體分析這些個體關係，發三個遺傳分群。

2013-2014 年對高山型國家公園黑熊族群進行豐富度調查，在玉山、太魯閣及雪霸國家公園，我們分別調查 2、7、6 個樣區，涵蓋 13、46、41 段調查樣帶，總計 100 段樣帶。整體共發現 49 個熊痕跡，但僅半數位於調查的樣帶之內。發現的熊痕跡記錄具地區性差異，其中比例以玉山國家公園最高(46.2%, n=13)，6 個有熊樣帶共記錄 17 個熊痕跡，其次為雪霸國家公園 (12.2%, n=41)，其中 5 段樣帶共計 7 個熊痕跡。熊痕跡密度最低(2.2%, n=46)的太魯閣國家公園於托博闊社樣帶上發現黑熊排遺，但未發現熊爪痕跡。

#### 四、主要建議事項

1. 立即可行之建議：持續台灣黑熊核心族群之監測及研究。

主辦機構：內政部營建署玉山國公園管理處

協辦機構：科技部、大專院校等學術機構、社團法人台灣黑熊保育協會

2. 中長期建議：強化長期台灣黑熊之生態監測及跨域性研究計畫整合。

主辦機構：內政部營建署玉山國公園管理處

協辦機構：農委會林務局、科技部、雪霸國家公園和太魯閣國家公園管理處、大專院校等學術機構、社團法人台灣黑熊保育協會

3. 中長期建議：提升保育教育及社會參與。

主辦機構：內政部營建署玉山國公園管理處

協辦機構：教育部、環保署、文建會、農委會林務局、各國家公園管理處、科技部、大專院校等學術機構或民間相關生態保育團體(如社團法人台灣黑熊保育協會)

## Abstract

The eastern part of the Yushan National Park (YNP), especially in Dafen, is a critical habitat for locally endangered Formosan black bears (*Ursus thibetanus formosanus*). The phenology and acorn production of the dominant ring-cupped oaks (*Cyclobalanopsis glauca*) potentially influence the temporal and spatial movement, activity and abundance of bears. The study was designed to extend the past study (2006-2013) on monitoring the dynamics of acorn production of ring-cupped oaks and bear activity in Daphan of the Yushan National Park (YNP). Besides, for further understanding bears in other mountainous national park, we also applied sign survey to investigate the relative abundance of bears in Shei-Pa and Taroko national parks, respectively.

In Dnphan, the 2014 visual survey of Grace's index average and 30 seconds counting method result was  $2.0 \pm 1.2$  ( $\pm SD$ ) and  $70.0 \pm 47.0$  acorns/per tree representatively. It indicated that 2014 was once of the most productive year since 2006. The amount of fallen acorns on ground generally concentrated in November, followed by December, October and dropped down in January. Additionally, the results of 8-year seed-trap survey indicated that 2013 was the poorest season, which showed coincided with the results of both visual and ground plot surveys. The bear activity index indicated  $8.7 \pm 12.4$  claw-mark-tree/km, i.e., 3% of the oak trees with bear signs, which was highly related the acorn production.

Based on 185 fecal DNA samples with D-loop sequence successfully amplified, 77 bear individuals were identified during the acorn seasons in 2009-2014. These included 51 males and 26 females, with a sex ratio of 1.96. They were separated into 3 clusters by Structure 2.3.3 analysis. The locus' inbreeding coefficient value ( $F_{IS}$ ) for all of the 8 microsatellite were close to zero, indicating a high level of genetic polymorphism.

For sign transect surveys, we investigated 2, 7 and 6 areas, including 13, 46 and 41 transects (a total of 100 transects) in the Yushan, Torko and Shei-Pa national parks, respectively. We found 49 bear signs during the survey, but only half of them were within the 6-m wide transects. The relative abundance of bears varied by national parks. The amount of bear signs found in transects was the highest in the Yushan

## Abstract

National Park (46.2%, n=13, a total of 17 sign recorded), followed by the Shei-Pa National Park (7 bear signs recorded within 5 transects, 12.2%, n=41), and then the Taroko National Park (only 1 bear sign recorded, 2.2%, n=46).

**Keywords:** *Ursus thibetanus formosanus*, *Cyclobalanopsis glauca*, acorn production, genetic, sign surveys, population monitoring, relative abundance, national parks

## 謝誌

本研究承蒙內政部營建署玉山國家公園管理處長期提供經費補助及各項行政上的協助，感謝保育課蘇志峰課長和承辦人員吳沛珊技士於行政事務上熱心提供各項協助，以及太魯閣國家公園與雪霸國家公園相關工作人員於入園等行政方面的協助及建議。審查委員黃俊銘、吳和融、衛豐哲、高佽、林哲宇等人，以及玉山國家公園管理處諸位同仁對本研究結果提出悉心指導與建議，在此一併感謝。

野外繁重調查工作特別感謝歷年來的志工支持，包括郭彥仁、王郁傑、王祥恒、林宛青、秦庭媧、張家鎔、張茜、張簡宗逸、廖昱銓、蔣杰安、盧廷彥、蕭靖恒、謝尚廷、羅久格、方泉景、毛威仁、王君娣、王淑雲、白欽源、朱汶偵、何謙、吳元誠、吳盟慧、吳禎祺、呂家麒、巫國志、李文瑄、李香秀、李庭楷、李彩玉、李圓恩、汪仁傑、房兆屏、林可欣、林妤謙、林志忠、林育秀、林佳慧、林冠甫、林容安、林恩締、林淵源、邱一新、侯沛彥、段玉祥、胡憲雄、高嘉孜、陳正忠、陳君瑞、陳邦光、陳怡如、陳昇衛、陳長泉、陳昱斌、陳常鈞、陳淑梅、陳渝佑、陳進翔、陳詩佳、彭漢華、曾信翰、黃秉鈞、黃俊明、黃俊維、黃建陸、黃淑惠、黃揚傑、黃鏗達、楊宗憲、楊富強、潘怡如、蔡其芯、蔡榕、蔡蕙雯、鄭丞歲、魯增勇、賴彥成、賴智恩、簡淑瑩等人之熱情協助。

同時感謝南安管理站諸位工作人員於「國家公園台灣黑熊保育及族群監測研習會」上提供之各項協助(包含場地、設備之借用)。遺傳分析部分感謝台灣大學朱有田副教授遺傳研究室之研究生和助理們的協助：李冠逸、洪千翊、王翎、孫于婷；以及中央研究院國家基因體醫學研究中心提供毛細管電泳分析服務。

## 第一章 緒論

### 第一節 計畫緣起及目的

#### 一、台灣黑熊保育研究

台灣黑熊(*Ursus thibetanus formosanus Swinhoe*, 1864)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的狀態(Wang 1999, Hwang and Wang 2006)，為「瀕臨絕種」的保育類動物。此物種也被列為世界自然保育聯盟(IUCN)紅皮書上的易危物種(VU, Vulnerable)(IUCN 2009)。雖然黑熊為國內保育類野生動物，然而獵殺或販賣黑熊的新聞或消息仍是偶有所聞(Hwang 2003)，凸顯出積極採取保護此物種存續的行動的重要性及迫切性。

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、組織等因素，更有賴研究及經營管理單位對於熊類基本生物學資訊的累積(Peyton et al. 1999)。瀕危物種的保育及經營管理，除了需要了解該物種的生態及行為等資訊外，還需具備其遺傳多樣性及族群遺傳結構等分子遺傳的基礎資料，方可擬定有效的保育單位(Frankham et al. 2002)。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，本計畫將接續過去於玉山國家公園所進行之台灣黑熊生態研究，擬定延續性的長期研究計畫。藉由過去二期四年(2006–2009)的長期資料收集及累積，增加我們對於此物種於野外的行為和棲地利用等生態習性，以及族群和遺傳特性的瞭解。另為了進一步瞭解國家公園系統對於保育此物種的效能，本計畫乃依據「國家公園台灣黑熊跨域整合研究計畫」，擴大調查研究範圍至太魯閣國家公園及雪霸國家公園之園區，藉由訪查和痕跡調查等方法，初步瞭解這些地區黑熊族群概況和面臨的潛在威脅等，以提供相關經營管理單位實質的保育建議，作為成功保育該物種的依據。

根據甫完成的「台灣黑熊保育行動綱領」(黃美秀等 2012b)，歷年來相關研究資料的回顧指出，相較於國外健康的黑熊族群而言，台灣黑熊整體的密度不僅偏低，且在北部地區的族群受到威脅的情況尤為明顯，人為活動所致的各項干擾活動頻繁，如非法狩獵和道路開發等。近年來少數關於台灣黑熊的研究成果雖已獲得相關保育和管理單位的重視，以及許多媒體、保育團體和社會大眾的關注，然而主要的研究地區卻仍只侷限於玉山國家公園園區範圍 (Hwang 2003，黃美

秀等 2006-2012)。台灣的保護區系統約佔國土地面積之五分之一，但之於活動廣泛的台灣黑熊的重要性，除了玉山國家公園持續十餘年的保育研究調查之外，其他地區則缺乏詳盡的族群和相關生態習性的科學資訊。其他地區偶會有台灣黑熊出沒的零星記錄，如自動照相機或目擊記錄，但因皆缺乏其他實地的調查資料佐證，而無法提供合理的解釋說明，更遑論當地族群的豐度或分布變化。因此，加強針對台灣黑熊於台灣北部地區的密集研究調查工作，不僅有助於強化整體保護區的保育效能，並有助於增加我們對於不同地區台灣黑熊生態習性的瞭解。

## 二、台灣黑熊與櫟實之關係

台灣黑熊除了野外數量稀少、動物習性隱蔽且機警之外，台灣山區的植被林相複雜、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。玉山國家公園大分地區為台灣黑熊生態研究的重要根據地，1998 至 2002 年期間，玉山國家公園管理處與研究者(黃美秀、吳煌慧、王穎等)密切合作，在園區進行捕捉繫放和無線電追蹤黑熊等各項相關研究，累積許多關於黑熊生態之寶貴資料(王穎及黃美秀 1999, 2000, 王穎及吳煌慧 2001, Hwang et al. 2002, Hwang 2003, 吳煌慧 2004)。為接續最早期(1998-2002)於玉山國家公園東部園區進行台灣黑熊捕捉繫放和無線電追蹤的研究，2006-2009 年便針對大分地區長期監測台灣黑熊等大型哺乳動物的豐富度，以及該區殼斗科青剛櫟 (*Cyclobalanopsis glauca*) 森林的物候和結果量變動，並探討二者之關係(黃美秀及祁偉廉 2006, 黃美秀等 2007、2008b、2009b)。

玉山國家公園東側的重要黑熊棲息地一大分地區，主要的殼斗科植物為青剛櫟 (*Cyclobalanopsis glauca*)，其果實是許多動物的食物來源，包括鳥類、齧齒類、大型草食動物和黑熊等，不同物種對青剛櫟果實的利用方式和程度則有所差異。殼斗科(Fagaceae)植物的堅果為熊類以及許多其他野生動物在秋冬季或入冬前的重要食物來源。櫟樹在森林中的組成和數量，以及季節性的結果和其果實產量的差異，會造成食物資源的可得性和豐富度變動，而影響野生動物群落的組成 (Koenig and Knops 2005, McShea et al. 2007) 和族群動態(Wentworth et al. 1992, Elkinton et al. 1996, McShea 2000, Greenberg and Parresol 2002)。

櫟實是營養豐富的食物資源，擁有高含量的脂質和碳水化合物，加上容易消化和高代謝能的特性，櫟實可視為高度濃縮形式的食物能源(Pekins and Mautz 1987, Kirkpatrick and Pekins 2002)。因此，櫟實的生產和動物的覓食行為對大型

哺乳動物的許多生態層面都有直接或間接的重要影響，包括繁殖、生存、活動和生長(Vaughan 2002)。對美洲黑熊的研究發現，其分布狀況、族群動態、活動範圍、移動距離、活動模式、繁殖速率、繁殖成功率、食性、棲地利用和冬眠行為等都會受櫟實生產影響(Garshelis and Pelton 1981, Rogers 1987, Eiler et al. 1989, Smith and Pelton 1990, Noyce and Garshelis 1997, Powell et al. 1997, Vander Wall 2001, Vaughan 2002)。

在許多有殼斗科植物分布的地理區，森林性的熊類(如美洲黑熊[*U. americanus*]及亞洲黑熊)與殼斗科森林之間，有密不可分的關係(Hwang et al. 2002, Vaughan 2002, McDonald and Fuller 2005)。這些地區的黑熊，包括台灣黑熊，於秋冬季值堅果大量結果時，會出現大量覓食堅果的現象(reviewed by Hwang et al. 2002, Kirkpatrick and Pekins 2002)，此時期的覓食活動和秋季堅果的產量對於黑熊的移動、活動範圍、食性組成、營養、母熊生殖率、幼熊存活狀況亦有直接或間接的影響，甚至影響黑熊被人類獵捕或是人熊衝突的程度(Mattson 1998, Vaughan 2002, Costello et al. 2003, Hashimoto et al. 2003)。

過去研究者於玉山國家公園東側園區的長期野外調查發現，大分地區為台灣黑熊於秋冬季出沒較頻繁的地區，且青剛櫟結果量的變動對於台灣黑熊的活動有決定性的影響，不同種類的殼斗科櫟實於秋冬季的結果量有逐年波動的現象，且黑熊於此季節的食性和活動模式也隨之變動(Hwang 2003, 林冠甫 2009)。

2006-2009 年於大分地區進行台灣黑熊族群相對豐富度和青剛櫟果實產量的監測，透過自動照相機和痕跡調查的資料皆發現，台灣黑熊的相對豐富度於各年之青剛櫟結果季皆顯著大於非青剛櫟結果季，且青剛櫟結果季時，黑熊會增加夜間活動的頻度。此外，青剛櫟的結果狀況有明顯的年間差異，而黑熊豐富度的年間變動亦與結果量的多寡一致，熊毛陷阱記錄的相對豐富度同樣呈現相同的季節和年間趨勢(Hwang and Garshelis 2007, 黃美秀等 2009a、2010a、2011、2012a)。

### 三、台灣黑熊之遺傳學研究

瀕危物種的保育及經營管理，除了需要了解該物種的生態及行為等資訊外，還需具備其遺傳多樣性及族群遺傳結構等分子遺傳的基本資料，方可擬定有效的保育單位(Frankham et al. 2002)。成功的監測及管理瀕危物種取決於正確的族群結構及數量資訊(Sloane et al. 2000)，但在傳統的樣本採樣上，對於野外數量稀少、動物習性隱蔽且機警的動物而言，台灣山林林相複雜、遮蔽度高、地形崎嶇

與交通不便，更使野外研究黑熊的族群及生態習性的作業十分困難。在近年來分子技術發展快速，利用聚合酶連鎖反應(polymerase chain reaction, PCR)為基礎而開發技術被用以區分及鑑定不同的物種、族群、個體層次之研究，可提供更準確的遺傳資訊，以利回答多項族群結構問題，並輔助傳統的鑑定方法。這些技術包含微衛星 PCR (microsatellite PCR)(Baleiras Couto et al. 1996)、粒線體 PCR (mitochondria PCR)(Kohn et al. 1995)、核 DNA PCR(nuclear DNA PCR)(Flagstad et al. 1999)等。分子演化所透露的遺傳訊息能顯現出物種的遺傳結構，透過這些分子技術也可了解母系遺傳及父系遺傳、棲地破碎化程度、親緣關係(phylogeny)、有效族群量(effective population size, Ne)、族群結構(population structure)、基因轉殖(gene transfer)、基因交流(gene flow)等問題(Kirmaier et al. 2009)。

在玉山國家公園以外的地區，目前針對台灣黑熊進行分子遺傳變異的研究有三起。由於野生黑熊組織樣本取得不易，其中的兩項研究的樣本多來自於圈養個體，可確認來源之野生個體樣本太少(儲瑞華等 2000，陳元龍及楊吉宗 2002)；另一篇利用野外黑熊樣本的研究則是比較台灣與其他地區的黑熊在遺傳的變異性(Tsai 2009)。此三篇都利用粒線體 DNA (Mitochondrial DNA)去探討黑熊於大尺度空間上的族群差異。因此對於台灣野生黑熊的族群遺傳結構及個體間的遺傳多樣性上，尚無法提供充足的資訊。

台灣黑熊在過去遺傳研究多是以粒線體 DNA 針對大分類群進行研究(儲瑞華等 2000，陳元龍及楊吉宗 2002)，目前已完成其粒線體 DNA 完整定序，全長為 17,044bp，其中包含 13 個 protein coding genes、22 個 tRNA genes 及 2 個 rRNA genes (Tsai et al. 2009)。另石芝菁等人(Shih et. al 2009)研究粒線體 DNA 之控制區 (control region)的變異，嘗試解析出台灣黑熊於亞洲黑熊的亞種地，但發現台灣黑熊支序群內的遺傳變異極小，利用粒線體 DNA 恐不能解釋台灣島內是否會因為地理隔離等因素，造成亞族群(subpopulation)的現象。

相較於粒線體 DNA 適用於探討大尺度的遺傳分類問題，若欲探討小尺度的族群遺傳問題，微衛星 DNA 則較適合(Goldstein and Schlötterer 1999)。微衛星 DNA 微衛星適合用在個體辨識、物種判別，以及親緣的確認，並且具有以下的特色及優點：(1)廣泛存在於真核生物體中。(2)多型性(polymorphism)：微衛星基因座有高度的遺傳變異，有些基因座可能包含了十多種等位基因(allele; O'Connell et al. 1998)，相對其他 DNA 指紋技術此方法的鑑定力高出數十倍。(3)共顯性遺傳 codominant)：父、母系的微衛星基因座可以在子代同時被表現，此為共顯性

遺傳，遵循孟得爾遺傳定律。(4)中性遺傳(neutral genetic)：重複片段的 DNA 不會被轉錄或轉譯，不影響生物的表現型，故不受天擇或人擇的影響。(5)保守性：相似的物種具有類似重複片段 DNA 指紋。

針對野外台灣黑熊的族群遺傳研究，目前由玉山國家公園在 2008 年大分地區的研究報告(黃美秀等 2009a)顯示，經由微衛星 DNA 的分析，在樣區收集的排遺樣本源自 69 隻個體，且集中出沒在 11、12 月的青剛櫟結果季。在同時進行的長期(2006~2009 年)青剛櫟結果量監測調查中也發現，2008 年的結果量明顯地高於前 3 年，同年樣區紀錄的黑熊痕跡也最多。過去於大分地區的研究發現，當青剛櫟果實盛產時，會吸引較多的黑熊個體聚集，同時觀察到較多的個體間的衝突，體型較小的母熊和亞成體則會避開食物較多而成體公熊集中覓食的地點(Hwang et al. 2002, Hwang and Garshelis 2007)。因此，2008 年在大分地區紀錄的黑熊數量除了可能會比其他年度多之外，這些個體是否來自於國家公園以外的範圍則尚不清楚。

就瀕危物種的經營管理而言，除了有必要發展估計族群豐富度的基礎，提供未來監測的規劃之外，也需要建立長期的遺傳資料庫，以期估計玉山國家公園內台灣黑熊的族群數量、遺傳多樣性、近親交配指數、族群結構，以及雌性間的遺傳相似度與季節出現的性別差異等。此外，道路系統或狩獵相關的人為干擾是否可能會導致族群破碎化，尤其播遷能力較弱的雌熊可能因受阻於各種人為干擾，而被侷限於隔離的保護區內，則是檢視保護此物種和保護區效能的關鍵之一。因為棲地或族群破碎化除了會導致物種的族群量降低，也會降低了區塊之間基因交流，而導致基因多樣性降低、近親交配及滅絕風險提升等不良的影響(Frankham et al. 2002)。

本研究擬利用微衛星標記之多態性，進行 2009 年到 2013 年所蒐集之玉山國家公園大分地區青剛櫟季台灣黑熊野外排遺樣本，進行排遺中 DNA 純化分析，探討與鑑別各年度青剛櫟季時大分地區所聚集的黑熊個體數與親緣關係。並藉由微衛星基因座對偶基因型與頻率，估算大分地區聚集黑熊的遺傳多樣性、近親交配指數與族群結構。

#### 四、台灣黑熊於高山型國家公園之族群概況

保護區系統之於活動廣泛的台灣黑熊的重要性，除了玉山國家公園十年有餘的持續研究調查之外，其他地區則缺乏詳盡的族群和相關生態習性的科學資訊。

有關台灣黑熊全島的初步分布狀況調查，1988 年至 1993 年所收集的黑熊痕跡及目擊記錄顯示，野外目擊台灣黑熊的頻度十分低（約每天 0.064%），主要分布於中央山脈地區，集中於三個高山型國家公園和插天山與大武山二個自然保留區的範圍，顯示保護區對黑熊殘存族群的重要性（Wang 1999）。

目前有關台灣黑熊分布的最新資料乃根據林務局於 2006-2011 年收集的全島台灣黑熊出沒紀錄(黃美秀等 2008a, 2010b)，顯示近年來有熊出沒的點位紀錄的最低海拔為 270 m，於玉山國家公園東南方外側 2 公里的拉庫拉庫溪鹿鳴橋下發現熊腳印；最高紀錄為 3,700 m，亦為玉山國家公園圓峰附近的目擊紀錄，這也是唯一一筆直接觀測黑熊出現於 >3,500 m 的紀錄。雖說近年來的有熊紀錄主要出現於 1,000-3,000 m 的中海拔山區(86%)，但太魯閣和雪霸國家公園近二十年的有熊格（1 km\* 1 km）紀錄分別僅佔其園區面積之 2.1% 和 5.6%，遠低於玉山國家公園之黑熊分布情況。此差異是否反映實際的黑熊族群表現，抑或受限於調查技術和密集程度的差異，則亟需進一步釐清。而有關台灣黑熊於北部二個國家公園的生態習性資訊，也有待實地深入的調查。

因此，為了瞭解國家公園系統對於保育此物種的效能，本計畫依據「國家公園台灣黑熊跨域整合研究計畫」，擴大調查研究範圍至太魯閣國家公園及霸國家公園之園區，藉由痕跡調查等方法，加強對此區台灣黑熊生態習性的瞭解，以及初步探究此物種於這些地區的族群概況和面臨的潛在威脅等，以提供相關的經營管理單位相關的建議，作為成功保育該物種的依據。

## 第二節 計畫工作項目

1. 藉由持續性有系統的長期監測，了解玉山國家公園大分地區青剛櫟果實生產量，以及該地台灣黑熊季節性活動及豐富度之變動。
2. 建構及累積玉山國家公園地區台灣黑熊遺傳樣本之長期資料庫，並且深入了解玉山國家公園台灣黑熊有效族群量、遺傳多樣性、近親交配指數及族群結構。
3. 瞭解太魯閣及雪霸國家公園區台灣黑熊之族群動態和保育現況，並累積探討台灣黑熊於三個高山型國家公園之地理親緣關係所需之遺傳樣本。瞭解玉山國家公園地區台灣黑熊族群與其他國家公園的台灣黑熊。
4. 建立台灣黑熊野外族群監測，以及相關遺傳分析技術和野外採樣的參考流程。
5. 舉辦台灣黑熊族群監測及保育工作坊，提升管理單位對於台灣黑熊經營管理所需之整體專業能力和水準，並建立目擊台灣黑熊或發現其蹤跡之簡易通報系統，強化收集及追蹤轄區黑熊出沒情況之紀錄，以提升對此物種之整體研究調查效益。
6. 藉由長期野外台灣黑熊研究調查，持續累積台灣黑熊相關族群和生態習性之科學資訊，並且透過參與式服務與學習之過程，培訓兼具科學素養和保育熱誠之研究生及志工，提升台灣熊類研究能力及保育教育之水準。

## 第二章 方法及步驟

### 第一節 大分地區青剛櫟果實豐富度之監測

以玉山國家公園內大分地區為監測青剛櫟果實豐富度與台灣黑熊相對豐富度的永久樣區：大分地區位於花蓮縣卓溪鄉拉庫拉庫溪流域(北緯  $23^{\circ}22'25''$  47，東經  $121^{\circ}05'21''$  49)，地處中央山脈，屬於玉山國家公園東側園區，該區海拔約由闊闊斯溪溪床 1,100 m 至大分山 2,000 m。由南安管理站附近的山風登山口入山，單程需步行 40 km，耗費三日。

自 1998 年開始，大分地區成為台灣黑熊生態研究的重要根據地(Hwang 2003，吳煜慧 2004)。大分地區優勢林型為細葉饅頭果—青剛櫟型(*Glochidion rubrum*—*C. glauca*)，並可細分為台灣肉桂—青剛櫟(*Cinnamomum insulari-montanum*—*C. glauca*)及金毛杜鵑—台灣二葉松(*Rhododendron oldhamii*—*Pinus taiwanensis*)二亞型(黃美秀等 2009b)。青剛櫟為該區非常優勢的喬木層組成樹種，出現頻度和出現密度皆最高，分別為 67% 和 24.7 棵/100 m<sup>2</sup>；優勢度則是台灣二葉松(33.5 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)和青剛櫟(22.7 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)最高。喬木樹種的相對重要值(importance value index, IVI)以青剛櫟最高(27.5%)，台灣二葉松次之(20%)。Hwang (2003)的研究指出，秋冬季時，當大分地區的櫟樹大量結果時，黑熊會聚集到此食用櫟實，顯示大分地區是台灣黑熊非常重要的棲息地。前期研究(2006-2009 年)為調查大分地區青剛櫟果實豐富度與台灣黑熊等大型哺乳動物豐富度和活動關係，在大分地區青剛櫟分布的主要區域進行(258000E, 2585500N; 260000E, 2588500N, TWD-67)，樣區海拔 1,100-1,700 m，範圍約 5 km<sup>2</sup>。

針對大分地區青剛櫟果實豐富度之監測方法延續過往此區的調查方式，有以下三種，以了解樣區櫟實豐富度及可得度的資料。

#### 一、目視估計(Visual survey)

延續前期使用的調查樣線(圖 1)，在每隔 20 m 的兩側，挑選並標記 2 棵胸高直徑大於 10 cm 的青剛櫟樹木，並於開始落果前(通常 10 月中旬)，由同一個研究者以目視法(visual counts)估算該年青剛櫟結果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，再移至該樹的另一側，另 15 秒內所記數到的果實。二筆結果相加，即代表該樹於 30 秒內所得的結果豐度指標。另一方法為 Grave 修正指數(Graves' modified scale, cited in Koenig

et al. 1994)，乃主觀將該樹之整體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。

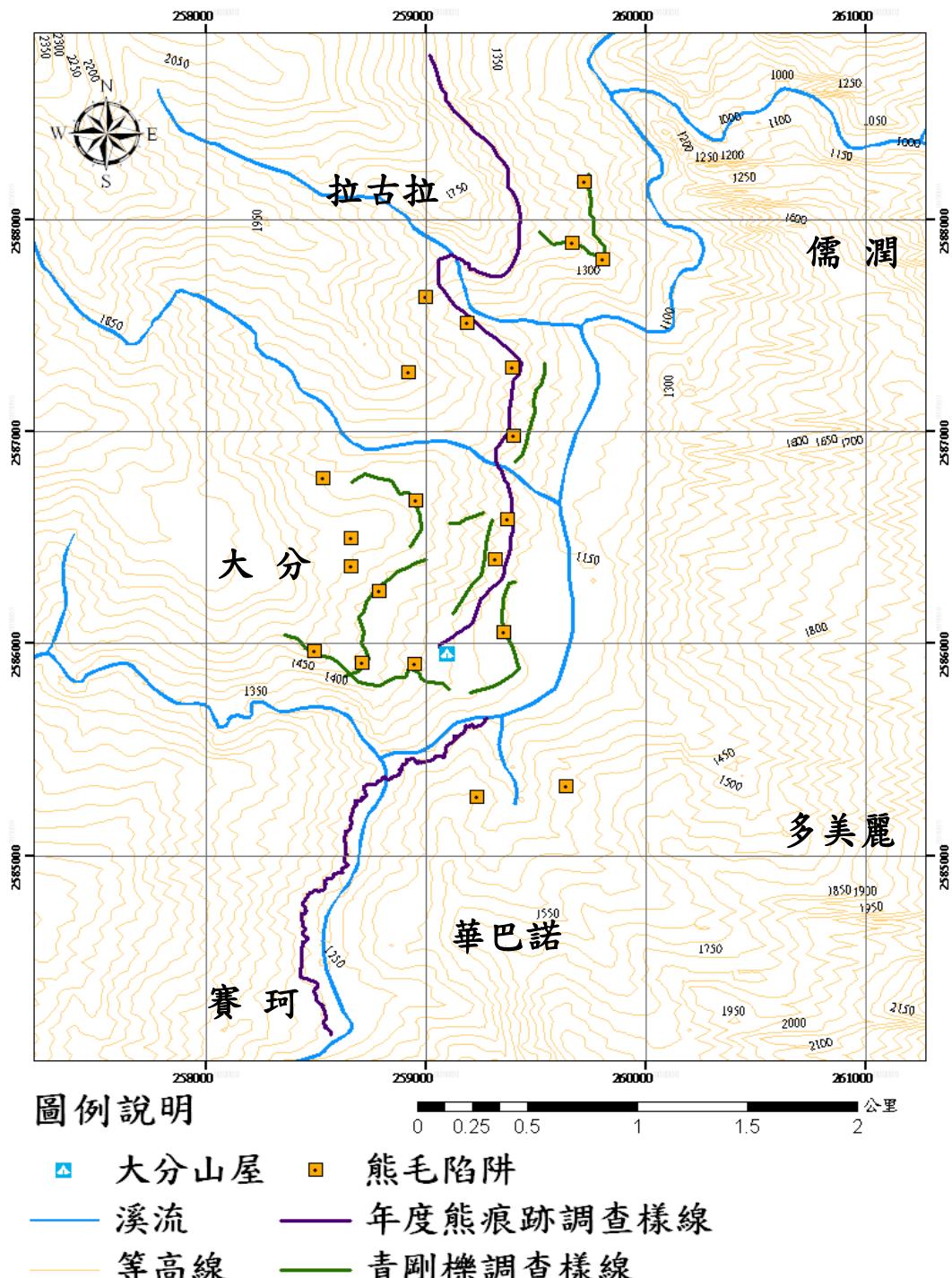


圖 1、大分研究樣區長期調查樣線及樣點的分布圖，包括青剛櫟調查樣線、年度熊痕跡調查樣線、熊毛陷阱等(座標系統：TWD-67)。

## 二、種子陷阱(Seed traps)

為瞭解每年結果季青剛櫟果實產量的變動，我們將沿樣線每隔 50 m 的兩側，延續前期標記的樣樹，總計 195 棵(黃美秀等 2009a)。於開始落果前(10 月中旬)至結果結束(次年 2 月底)，將 0.85 m\*0.85 m 的蘭花網作為種子陷阱，置於樹冠下離地面約 1 m 的高度，每月上山調查期間收集陷阱內的掉落物，下山烘乾後，分類、測量及記錄櫟實完好狀況、數量，計算不同月份的相對出現量。

依據青剛櫟果實狀況，將櫟實先分為完整果實與受損果實。完整果僅計算成熟果實或果徑烘乾後大於 7 mm 者。受損果乃是櫟實經動物食用，破碎的果皮和部分果肉，在評估碎片的大小和數量後，估計每個種子陷阱上的受損果代表之累計櫟實數量(單位等級：0.25、0.5、0.75、1 顆)。

## 三、地面上落果區塊(Ground plots)

為了瞭解掉落在地面上的櫟實的留存狀況，以及野生動物對地面櫟實的利用程度，研究者監測地面上落果的留存狀況和數量。自 2009 年起，沿穿越線並間隔約 50 m，挑選一棵已標記為種子陷阱的青剛櫟樣樹，於樹冠層下地勢較平緩的地面上，且避開種子陷阱所投射至地面的範圍，設置並標記 1 m<sup>2</sup> 的地面區塊(ground plot)，總共 100 個。青剛櫟季每月例行調查時，計數殘存於各區塊較飽滿或內果徑大於 8.5 mm 的完整櫟實數量，之後在放回原處。選擇果徑大於 8.5 mm 的原因，乃參考過去研究者採拾成熟、新鮮的青剛櫟餵食圈養黑熊，隨機選取測量 100 顆果實，其中果徑最小者為 8.5 mm(鍾雨岑，私人通訊)，故本研究以此為標準，方便野外現場調查時比對大小。

由於每次調查日期大多集中於每個月的月初，故種子陷阱中的掉落物和地面區塊的殘存櫟實皆為上個月的累積量，故在資料呈現上，遂以調查期的上個月份表示，並計算各月的果實累積總量。此外，為瞭解地面上櫟實被移除的數量和速率，我們比較同一月份種子陷阱和地面區塊的果實累積情形，計算 2 種方法於單位面積(1 m<sup>2</sup>)上所收集之完整果實數量，種子陷阱乃以調查期間各月果實總數除以該月陷阱數量後，再除以 0.7225(m<sup>2</sup>)；地面區塊面積為 1 m<sup>2</sup>，故直接將累計的果實總數除以 100(區塊數)。

## 第二節 大分地區台灣黑熊相對豐富度監測及食性分析

為了監測台灣黑熊於青剛櫟結果期間對於大分樣區堅果的利用狀況，研究者於每年青剛櫟結果結束後(次年2月)，沿著青剛櫟果實調查樣線，另加入鄰近區域的兩條樣線，一為大分山屋至塔達芬崩壁的日據古道，約1.85 km，另一為大分南側至賽柯長1.8 km的古道，列入該季黑熊活動(痕跡)指標的調查樣線(圖1)。

二位調查者分別檢視樣線兩側各3 m內所有胸高徑大於10 cm的青剛櫟樹，計數樹幹上留有該季黑熊爬樹的爪痕或折枝的樹木，作為該結果季黑熊出現的相對指標。其他記錄的黑熊痕跡也包括排遺。但若這些痕跡是同時期且新舊程度相當，且皆位於半徑5 m內，則合併為一筆黑熊的痕跡資料。

食物資源是影響動物生存與限制族群成長的重要因素，了解食性是對一物種的基礎認識，由動物依賴何種食物獲得能量與營養而得以生存與繁殖，進而瞭解動物與其環境之間的交互作用。食性遂為研究野生動物生態習性的重要一環，提供動物對環境資源利用的重要資訊(Salas and Fuller, 1996)。

傳統研究野外大型哺乳動物食性所使用的方法為間接觀察法(Feeding site surveys)、直接觀察法(Direct observation)、訪查法(Interviews with indigenous people)、排遺分析(Fecal pellets)、消化道內含物分析(Gastrointestinal tract analysis)等(Braun, 2005)。其中常見於大型哺乳動物者為前二項。間接觀察法為觀察動物的食痕以判斷動物的食性(Hwang et al., 2002)，唯缺點在於對不易留下痕跡的食物無法進行判斷。排遺分析法是利用分析糞便中食物碎片，來推估可能的食物種類及數量，可了解食物組成與比例(Davitt and Nelson, 1980)。此分析法花費成本低，且易於收集到大量的樣本，加上非侵入性的取樣方式，故是陸域脊椎動物的食性研究最常被應用的技術之一。

排遺分析流程包括(1)收集與保存排遺樣本：以排遺形狀、大小、氣味、內含物、所在地表類型等作為判斷排遺種類之依據，確認所收集之樣本為研究物種之排遺。收集排遺樣本時紀錄日期、地點、大小、新鮮度、地表類型與可辨識之內含物。若無法於短時間內進行排遺分析，則需將儘快將排遺烘乾(以80~85°C烘數小時，烘乾時間視樣本種類與大小而定)或置於冷凍庫中，以避免微生物與昆蟲繼續分解排遺中的食物殘渣，直至進行分析(McDonald et al., 2005)。(2)已烘乾之排遺樣本秤其乾重。稱重後之乾燥樣本，以溫水完全泡開，以不同網目之濾網過濾，可得不同大小之食物碎片。較大之食物碎片如骨頭、鱗片、爪子、羽毛、毛髮、昆蟲鞘翅與完整的種子可以肉眼直接辨識，比對由環境中所收集到

的植物或動物標本。將已辨認之排遺內含物攤平於培養皿中，可依其所佔面積估計各類（或各種）食物殘渣所佔之體積百分比例。

#### 第四節 台灣黑熊遺傳資料收集和分析

##### 一、收集野外台灣黑熊排遺

野外調查期間，研究者逢機收集所發現的黑熊排遺，一般多在調查樣線上，以及其他所經之處，搜尋範圍通常是路徑二側各 1-5 m 處。然若發現附近有黑熊破壞的折枝，研究者亦會主動前往探究，並尋找相關熊痕跡(包括排遺)。發現排遺後，紀錄日期、相對位置，以相機拍照紀錄，以及全球定位系統(Global Positioning system, GPS；機型：GARMIN GPSmap 60CSx)紀錄位置座標。另並編號紀錄大致的排遺內容物和新舊程度，其中新舊程度乃依照排遺當時的色澤、濕度、分解狀況來評估，並將排遺排放至採樣時間分為五級：(1)新鮮(0-2 天)；(2)3-7 天；(3)1-2 週；(4) 3-4 週；(5)1 個月以上。

黑熊排遺採樣時，將樣本分裝於 A、B 兩管。A 管為內含 10 ml 酒精的 15 ml 離心管，以棉棒刮取排遺表面，目的為了刮取熊腸黏膜細胞，取樣排遺體積約 1 ml，此管後續存放於-20°C 之環境。B 管則為內含 3 ml 酒精的 5 ml 抗凍管，取樣排遺體積約為 1 ml，後續存放於-80°C 之冰箱，以為備份之用。

##### 二、遺傳分析

###### 1. 排遺 DNA 萃取方法

本研究黑熊排遺樣本的 DNA 萃取主要依據(Hung et al. 2004)的方法進行排遺 DNA 萃取。在取樣本處理方法部分略做修改後進行。

取樣方法乃取 2 g 排遺樣本裝入 15 ml 離心管中，加入 99% 酒精至 8 ml 處，充分混勻後靜置冰上 5 分鐘，離心 3300 rpm、4°C、10 分鐘。用滅菌滴管吸取上清液與上層灰白色泥質裝入新的 15 ml 離心管，於 4°C 離心 3500 rpm、20 分鐘。再用滅菌滴管吸去上清液丟棄，留下沉澱物。

在含有沉澱物的離心管中加入 1.8 ml 之 2 X CTAB 緩衝液(2% Hexadecyltrimethylammonium bromide, 1.4M NaCl, 20mM EDTA, 100mM Tris-HCl, Parsons et al. 1999)沖洗及懸浮沉澱物，於室溫搖晃兩小時後，以 3500 rpm 離心 20 分鐘、4°C。取 1.8 ml 上清液，加入同體積之氯仿(Chlorofrom)，均勻搖晃後以 13000 rpm 離心 5 分鐘、24°C。取 1.6 ml 上清液，加入同體積之氯仿，均勻搖

晃後以 13000 rpm 離心 5 分鐘、24°C。取 1.4 ml 上清液，加入同體積之異丙醇 (Isopropyl alcohol)，放入 -20°C 10 分鐘，取出後室溫搖晃 30 分鐘。以 13000 rpm 離心 5 分鐘、4°C。倒去液體，加入 1ml 70% 酒精，以 13000 rpm 離心 4 分鐘、4°C。將殘餘酒精吸去後倒置風乾，依照 QIAGEN DNeasy® Tissue kit 之說明書，以此套組進行 DNA 純化(Purification)，再以套組所附之 AE buffer(QIAGEN)回溶 100μl 之 DNA，存放於 -20°C。

## 2. 粒線體 D-loop 序列聚合酶連鎖反應增幅 D-loop 片段

本研究利用針對台灣黑熊所設計之 D-loop 引子進行聚合酶連鎖反應 (polymerase chain reaction, PCR)，反應總體積為 25 μl，包含滅菌去離子水 15 μl，forward 引子(10 μM)1 μl，reversed 引子(10 μM)1 μl，dNTP(2.5 mM each)2 μl，10 倍的 PCR 緩衝液 2.5 μl，Taq 聚合酶 0.5 μl，與排遺萃取出的 DNA 3 μl。

在溫度循環機(Applied Biosystems Veriti™ Thermal Cycler)中進行 40 次的聚合酶連鎖反應，反應條件為：步驟一，94°C、5 分鐘；步驟二、94°C、30 秒，56°C-63°C、30 秒，68°C、2 分鐘，步驟二進行 40 cycle。步驟三，72°C、10 分鐘。

反應完畢後，將標準液(Thermo 100 bp DNA ladder)加入瓊脂膠片最左邊的孔，取 PCR 產物 2 μl，以 0.5 倍 TBE 緩衝液進行 1% 的瓊脂糖凝膠電泳(Agarose gel electrophoresis)，條件為電壓 100 伏特、時間 35 分鐘，檢視結果。實驗中使用的正控制組為一雌性圈養黑熊個體的組織樣本(來源自屏東科技大學野生動物收容中心)。與一個負控制組以 ddH<sub>2</sub>O 替代 DNA template，確保實驗過程無污染的疑慮。未成功增幅 D-loop 片段之樣本，即不繼續進行性別鑑定與微衛星基因座分析之實驗，重新由排遺萃取 DNA 與 D-loop 片段擴增。擴增成功之 DNA 片段，經 Sanger 方法，螢光標定 DNA 序列後利用 ABI3730 序列分析儀進行 DNA 序列分析。確定排遺 DNA 序列後，以 DNA star 軟體，進行 alignment 確定是否為台灣黑熊 DNA 序列(排遺)。

## 3. 聚合酶連鎖反應增幅性別決定引子片段

利用 Pagès (2009) 與 Yamamoto (2002) 等人分別針對熊科與哺乳類動物所篩選之三組性別決定引子 (ZF/SRY、Amelogenin) 進行聚合酶連鎖反應。3 條 Forward 引子，分別標定帶有 FAM (藍)、VIC (綠)、PET (紅色) 三種不同螢光的引子。反應總體積為 10 μl，包含滅菌去離子水 5.7 μl，forward 引子(10 μM) 0.4 μl，reversed 引子(10 μM) 0.4 μl，dNTP (2.5 mM each) 0.8 μl，10 倍的 PCR 緩衝液 1 μl，Taq 聚合酶 0.2 μl，與排遺 DNA 模板 1.5 μl。

**表 1、台灣黑熊微性別鑑定之引子序列資訊、Tm 值與螢光團 (Fluorophore) 標定。**

基因座	引子序列 (Forward 端, 5'-3')	T <sub>m</sub> (°C)	<sup>d</sup> Allele size (bp)	<sup>e</sup> Ex. (nm)	<sup>f</sup> Em. (nm)
<b>SRY</b>	<sup>a</sup> PET-TGGTCTCGTGATCAAAGGCGC	65	115	558	595
<b>ZF</b>	<sup>c</sup> VIC-GACAGCTGAACAAGGGTTG	65	144	538	554
<b>Amel</b>	<sup>b</sup> 6-FAM-CAGCAAACCCYCCCTCTGC	62	191-245	494	518

T<sub>m</sub> 值表 melting temperature。<sup>a</sup> 融光標記的一種，在毛細管電泳中被雷射激發後發出紅色螢光。<sup>b</sup> 融光標記的一種，在毛細管電泳中被雷射激發後發出藍色螢光。<sup>c</sup> 融光標記的一種，在毛細管電泳中被雷射激發後發出綠色螢光。<sup>d</sup> 對偶基因序列長度。<sup>e</sup> 激發光波長(Ex)，可接受能量達到激發狀態的波長，單位是奈米。<sup>f</sup> 散色光波長(Em)，在激發狀態下發射能量的波長。

性別判定方法與原則如下：以 ZF/SRY 與 Amelogenin 序列所設計合成之 3 條帶有螢光團引子進行性別鑑定(表 1)，雌雄之瓊脂電泳膠圖如圖 2 所示。ZF 之擴增片段大小為 144bp；SRY 之擴增片段大小為 115bp；Amelogenin (Amel)於公熊的擴增片段大小為 191 與 245bp，母熊之片段大小為 245bp。

#### 4. 聚合酶連鎖反應增幅微衛星基因座(microsatellite loci)片段

本研究利用石芝菁等人(Shih et al. 2009)針對台灣黑熊所篩選之 8 組微衛星基因座(microsatellite loci)引子(UT1、UT3、UT4、UT25、UT29、UT31、UT35、UT38)進行聚合酶連鎖反應(Polymerase chain reaction: PCR)。8 條 Forward 引子(表 2)，為配合使用之毛細管電泳機器(ABI 3730 DNA Analyzer)，皆由 ABI 公司重新合成，同時分別標定帶有 FAM (藍)、VIC (綠)、PET (紅) 三種不同螢光的引子。反應總體積為 10 μl，包含滅菌水 5.2 μl，forward 引子(10 μM)0.4 μl，reversed 引子(10 μM)0.4 μl，dNTP(2.5 mM each)0.8 μl，10 倍的 PCR 緩衝液 1 μl，Taq 聚合酶 0.2 μl，與排遺萃取出的 DNA 2 μl。

在溫度循環機(Applied Biosystems Veriti™ Thermal Cycler)中進行 42 次的聚合酶連鎖反應，反應條件為：步驟一，94°C、5 分鐘；步驟二、94°C、30 秒，60°C、30 秒，68°C、25 秒，步驟二進行 42 cycle。步驟三，68°C、7 分鐘。反應完畢後，將標準液(Thermo 100 bp DNA ladder)加入膠片最左邊的孔，取 PCR 產物 2 μl，以 0.5 倍 TBE 緩衝液進行 2% 的瓊脂糖凝膠電泳(agarose gel electrophoresis)，確定是否有擴增到微衛星基因座之電壓為 100 伏特、時間 35 分

鐘，檢視結果。實驗中擴增微衛星基因座使用的正控制組為一雌性圈養黑熊個體的血液樣本(來源自屏東科技大學野生動物收容中心)；負控制組以滅菌去離子水替代 DNA template，確保實驗無污染的疑慮。

**表 2、台灣黑熊微衛星標記之螢光引子序列。**

微衛星 基因座	引子序列(Forward 端，5'-3')	T <sub>a</sub> (°C)	<sup>d</sup> Allele size (bp)	<sup>e</sup> Ex. (nm)	<sup>f</sup> Em. (nm)
<b>UT1</b>	<sup>a</sup> PET-AGCAACTCTTCAGATGTTCACAAA	62	160 ~ 176	558	595
<b>UT3</b>	<sup>c</sup> VIC-AAGACATACAGAAGCCAAGACTAG	56	240 ~ 266	538	554
<b>UT4</b>	PET-GAGTTATTGGCACTAAATCTAATG	60	139 ~ 164	558	595
<b>UT25</b>	<sup>b</sup> 6-FAM-GCTCAGGGCGTGATCCCAGAG	62	296 ~ 315	494	518
<b>UT29</b>	VIC- GACATTGCCTTTACAGAGCAG	60	188 ~ 220	538	554
<b>UT31</b>	PET-AATAAACTGATGCAGCCATACTAG	62	299 ~ 353	558	595
<b>UT35</b>	6-FAM-ACTCCCTAGTAAGTAGAAAGCACAC	60	202~231	494	518
<b>UT38</b>	VIC- ATTATTGATGAGCAGGGACAG	62	178~214	538	554

<sup>a</sup> 螢光標記的一種，在毛細管電泳中被雷射激發後發出紅色螢光。<sup>b</sup> 螢光標記的一種，在毛細管電泳中被雷射激發後發出藍色螢光。<sup>c</sup> 螢光標記的一種，在毛細管電泳中被雷射激發後發出綠色螢光。<sup>d</sup> 對偶基因序列長度。<sup>e</sup> 激發光波長(Ex)，可接受能量達到激發狀態的波長，單位是奈米。<sup>f</sup> 散色光波長(Em)，在激發狀態下發射能量的波長。

## 5.基因型判定

聚合酶連鎖反應的產物置於 96 孔盤中，以 LIS-500 作為校正標準，並以 ABI PRISM 3730 DNA Analyzer 自動定序儀及 Peak Scaner Software v1.0 軟體進行基因型(genotyping)判讀。為了避免等位基因遺漏(allelic dropout)及假性等位基因(false allele)造成誤判基因型及假性個體的機會，以重複多次 PCR 的方式減少假性等位基因出現(Taberlet et al. 1996)。每組基因座進行重複且獨立的聚合酶連鎖反應，最少三次。

## 6. 初步資料分析

經過毛細管電泳所得到的基因型，使用 GENECAP 軟體(Wilberg and Dreher 2004)判讀及計算個體鑑別率(probability of identity:  $P_{(ID)}$ )，此為「族群內兩個不同個體進基因座基因分型時，具有同樣的基因型的機率」；一般建議該數值必須小於 0.01，實驗方具有鑑別力(Miller et al. 2002)。同時利用此軟體檢視有無重複的基因型，如果出現兩樣本的基因型只有 1-2 個基因座，則為不同的基因型(mismatch-pairs)，且若原始數據難以判別，則再對兩樣本此基因座進行一次微衛星基因座擴增 PCR，確認基因型是否正確。在共顯性遺傳的分子標記上，單一基因座之  $P_{(ID)}$  計算方式如下(Waits et al. 2001)，其中的  $p_i$  與  $p_j$ ，分別為基因座上第  $i, j$  個交替基因頻率。

$$P_{(ID)} = \sum_{i=1}^n p_i^4 + 4 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{n-1} p_i^2 p_j^2$$

除了利用判讀出的遺傳訊息辨別出個體數及出現的頻率之外，同時使用軟體 CERVUS (Kalinowski et al. 2007) 計算每個基因座的觀測異質度 (observed heterozygosity,  $H_o$ ) 與理論異質度 (expected heterozygosity,  $H_e$ )。在假設每一青剛櫟季（每年 10 月至隔年 2 月）在玉山國家公園大分地區所採集之台灣黑熊為同一族群下，另以 Genepop (Raymond and Rousset, 1995) 分析這些基因座的對偶基因是否符合哈溫平衡 (Hardy-Weinberg equilibrium, HWE)，並採用費氏精確測驗法 (Fisher's exact test) 來評估有無偏離哈溫平衡。另以 POPGENE 軟體計算有效對偶基因數與  $F_{IS}$  值， $F_{IS}$  值的意義為評估族群是否偏離哈溫平衡。當  $F_{IS} > 0$  時，表示族群可能有近親交配的現象；反之， $F_{IS} < 0$  時，則表示可能有遠親交配的情況產生。 $F_{IS}$  的計算公式定義如下 (Wright 1978)：

$$F_{IS} = 1 - \frac{H_o}{H_e}$$

## 7. 台灣黑熊族群遺傳結構

利用先前已獲得之遺傳資料與 2013 年於大分地區青剛櫟季所收集的台灣黑熊基因型資料結合，進行彙整分析。將五個不同青剛櫟季出現於玉山國家公園內大分地區的台灣黑熊視為一個大族群或不同族群，以 STRUCTURE 2.3.3 軟體 (Pritchard et al. 2000) 進行分析。此軟體分析之前提為同一分群中各基因座的基因型頻度符合哈溫平衡，且處於連鎖平衡狀態(Linkage equilibrium)。軟體分析原理為：先以貝氏統計法(Bayesian methods)將個體以預設的分群數( $k$ )分群，再以馬可夫鏈法(Markov Chain Monte Carlo, MCMC)進行亂數隨機抽樣重複分群，統計每一個體分配到各群的機率後，再由演算結果推估最可能的分群數。推估方式為利用 STRUCTURE HARVESTER 找出最適合的分群模式，以探討大分地區不同年份之青剛櫟季活動的台灣黑熊是否有數個小族群遺傳結構關係存在之現象。預設分群數為 1-6，每一群重複運算 10 次，參數設定以貝氏統計進行 500,000 次隨

機抽樣演算，MCMC 運算 10,000 次。再將演算的結果以 STRUCTURE harvester 進行分析，以 delta K 值最大者為建議最佳分群數。Delta K 值代表在此分群數時，群與群之間的基因差異達到最大。

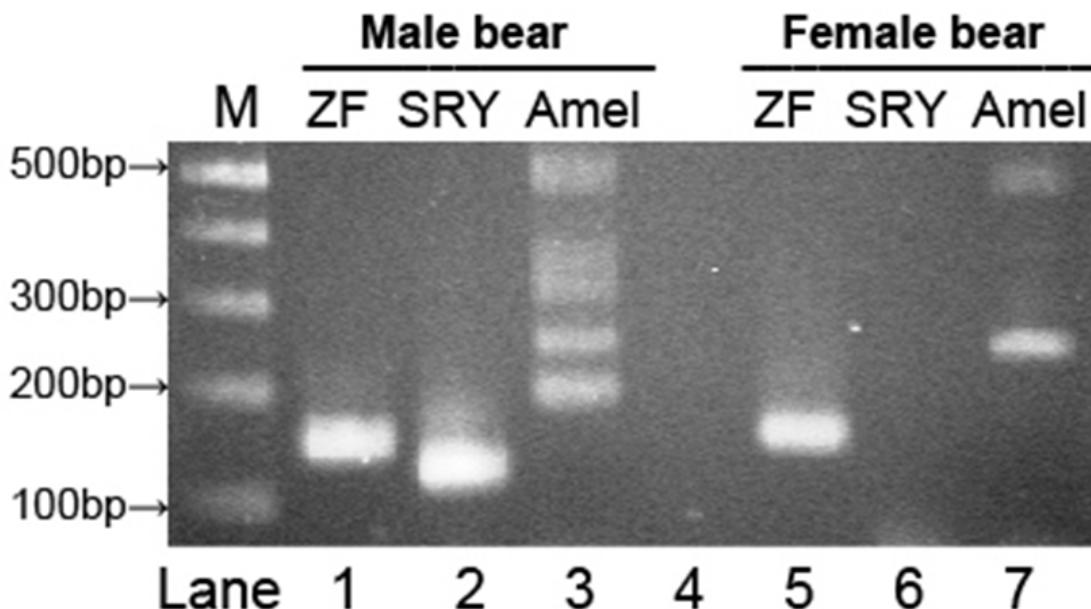


圖 2、不同性別之台灣黑熊血液 DNA，以 ZF/SRY/Amel 三條引子進行擴增後不同性別之結果。M 為 marker。Lane 1 與 5 為 ZF 基因片段(144bp)，lane 2 與 6 為 SRY 基因片段(115bp)，雌熊無 Y 染色體，故無法增幅 SRY 基因序列。Lane 3 與 7 為 Amelogenin 基因片段(雄性：191、245bp，雌性：245bp)。

### 第五節 高山型國家公園台灣黑熊族群概況

為瞭解台灣黑熊於太魯閣國家公園及霸國家公園之族群和分布概況，本研究延續前期利用穿越帶痕跡調查法（黃美秀等 2013a），調查不同地區黑熊的出現有無及其痕跡相對密度，以瞭解黑熊的相對豐富度，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。現場的調查技術和記錄方式，將參考過去全島黑熊調查（黃美秀等 2010b），以及前期於玉山國家公園區內的監測調查，以利後續跨區域間的資料比較。

#### 一、調查樣區之選擇

玉山、太魯閣及雪霸國家公園調查樣區的選擇，延續前期研究所依據的以下三項因子。

- (1) 歷年黑熊出沒位置：此依據黃美秀等人(2010 b)所收集的 1990-2010 年黑熊出

現點位，挑選熊出現點位較多的地區進行調查，希望藉由過去的分布記錄上，從較有可能有熊活動的地區著手調查，以能有效率的釐清園區內黑熊分布和痕跡密度的資訊。但若該區域為研究團隊過去執行林務局黑熊全島分布計畫之調查路線(2007-2009 年)，就不再重複前往，因使用類似的(沿線)痕跡調查法。

- (2) 地理位置：為使調查樣區具有地理區上的代表性，國家公園範圍內東西南北方位各至少挑選一樣區。由於過去有熊點位的記錄與人於各山區活動頻率有關，也就是資料收集努力量其實並不相同，故為避免選擇的樣區集中於同一範圍，我們也會考量選擇某些熊記錄看似稀少的地區。
- (3) 海拔區段：在東南亞和台灣，爪痕為野外黑熊最容易觀察到的痕跡類型，比例從 60%~90% (Fredriksson et al. 2008, 蔡幸蒨 2011)。台灣高海拔山區 3,000 m 以上的植被中，常見的優勢物種為高山箭竹(*Yushania niitakayamensis*)、柏科(Cupressaceae)、松科(Pinaceae)與杜鵑花科(Ericaceae)等植物 (Chiou et al. 2010)，此類型環境一般缺乏提供黑熊重要食物資源的環境 (黃美秀等 2012 a)，故本調查區域主要鎖定海拔 3,000 m 以下的山區。

由於研究樣區的地形複雜且植被茂密，考量野外調查時效和方便性，本研究將於高山型國家公園樣區內選擇 5-6 個地區進行。調查樣區的選擇，玉山國家公園包括楠溪林道地區進行；太魯閣國家公園為北側之大濁水南溪縱走路線（包括和平南溪、波浪溪流域），以及中部之無名山東稜瓦黑爾溪；雪霸國家公園則包括東南側之大小劍山區（志佳陽大山、馬武霸山區），以及東南側之宇羅尾-唐呂山縱走路線（志樂溪流域，涵蓋宇羅尾山、唐呂山）。

## 二、熊痕跡樣帶調查

每一調查樣區黑熊痕跡調查樣帶的選擇考量如下：(1) 每次調查在各地區至少選擇 4 條以上樣帶進行調查，盡可能的將調查範圍涵蓋該地區各種不同棲息環境，亦考量樣帶間的彼此距離和空間分布情況。每條調查樣帶之間的距離需超過 1 km 以上。(2) 調查樣帶之基本調查長度為 500 km (即一分析單位)。調查樣帶盡量遠離熱門步道為主，至少會離開步道 20-50 km 才開始進行樣帶調查。並因應地形走向或當地植被狀況，挑選合適的稜線或人可以行走的地區作為調查樣線的依據。並且為了有效尋找黑熊的爪痕，樣帶主要會挑選在樹木較多的森林環境之中進行調查。(3) 調查區域若涵蓋部分熱門登山路線，則避開直接在林道或登山步道上進行調查，減少人為活動造成調查的偏差，而低估偵測到台灣黑熊出沒

的情況。我們也儘量選擇岔出主線的小稜或地區進行樣帶調查調查樣帶也會儘量選擇非開放使用的登山步道或林道區域，以避免人為活動（如遊憩壓力）對調查樣本收集的干擾。如果該地區無合適環境進行調查，採取平行步道進行調查，平行步道的距離，原則以調查者所在地無法直接看見步道，或樣帶距離登山步道約超過 20 m 之後，再沿步道平行進行樣帶調查。實際調查中可能受限環境因素，當調查者無法走完 500 m 的調查時，則視情況再鄰近相同環境棲地，再把剩餘距離補完，將兩條調查樣帶合併為 500 m。

實地調查的技術和記錄方式，參考過去全島黑熊調查(黃美秀等 2010b)，以及前期於玉山國家公園區內的監測調查方法，以利後續跨區域間的資料比較。每次調查團隊為 4-5 人，分工觀測寬度為 6 m 的調查樣帶內的黑熊與大型哺乳動物痕跡及紀錄環境因素。從調查樣帶起始點開始，一人先運用指北針確認前進方向的方位角，再使用 50 m 長的尼龍繩往該方位直線前進，拉繩者需盡量沿該方位角直線前進，如途中遇到倒木、灌叢或其他不利直線前進的因素，則可視情況稍微偏離方向，走完 50 m 之後，在視迂迴情況再往前走數公尺，彌補途中繞行之距離。

另兩名調查者分別左右詳細搜尋樣帶兩側各 3 m 內每棵胸高徑 > 10 cm 的樹木上的的黑熊爪痕或上樹痕跡，以及地面上的任何黑熊活動痕跡(腳印、食痕、熊窩或排遺等)。黑熊爬樹能力強，會在樹幹上留下較深的爪印。爪印在樹上留存時間取決於爪印的深度（越深保留越久）、樹皮的特性（樹皮越粗糙、越易自然剝落，則爪印越快消失）、爪印的朝向（爪印在樹的向上面上保留時間更久）及天氣（爪印於潮濕時消失較快，而乾燥處則保留較久）等(劉芳 2009)。熊於樹幹上的爪印一般可留存 1-3 年，但我們發現有時在較乾燥的地方（如玉山國家公園大分地區），超過 5 年的爪痕能可清晰辨識。當熊爬到樹上取食果實時，會將樹枝折斷，並形成一個“鳥巢狀”的平台，直徑可達 1-2 m 以上，可留存 1-3 年。

動物痕跡豐度的調查方式乃是在 500 m 的調查樣帶之中，每隔 100 m 便紀錄有無發現的黑熊和偶蹄類動物的痕跡，即台灣黑熊潛在的獵物資源，如水鹿 (*Cervus unicolor*)、山羌(*Muntiacus reevesi*)、長鬃山羊(*Naemorhedus swinhoei*)、野豬(*Sus scrofa*)，有為 1，無為 0。常見的痕跡類型之於前、後者分別以爪痕，以及排遺和足跡為主。在該段樣帶長度範圍內，若痕跡出現於樣帶之外，則記錄該 100 m 內有該動物之活動記錄。就此，我們分析每段樣帶各種動物的相對出現頻度或作為豐度指數，積分為 0-5 不等。

就台灣黑熊而言，若調查過程中發現任何其痕跡，則紀錄痕跡類型和數量、

痕跡新舊程度、位於樣帶內或外，並利用 GPS 記錄發現地點。根據玉山國家公園區內的黑熊監測調查之方法(黃美秀等 2012a)，我們計數樣帶內所有的熊痕跡數量，以進一步估算不同地區或環境之熊痕跡密度(個/公頃)。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，並位於半徑 5 m 以內，則於後續分析中合併為一筆獨立的黑熊出沒資料。若痕跡為上樹覓食，則記錄其樹種和該樹的胸高徑(於樹高 120 cm 處量測)。野外調查期間將同時收集發現之黑熊排遺，並將樣本進行相關遺傳分析，以初步瞭解這些地區台灣黑熊之族群遺傳特性和地理親緣關係。

調查樣帶的環境因素包括以下幾個項目：(1) 棲息地的物理環境：地形為樣帶所處之稜線、坡面或谷地。坡度為該調查樣帶坡度，分為 5 個等級：10 度以下、10-30 度、30-50 度、50-70 度、70-90 度。(2) 植生狀況：植被類型分為原始林、人造林、次生林，和優勢的樹種的類型：針葉林、闊葉林、針闊混合林、草生地或裸岩等。(3) 樹冠及草本層的鬱閉度：5 個等級分別為 <20%、20-40%、40-60%、60-80%、80%。(4) 道路系統：道路類型分為(a)林道、產業道路、古道，(b)登山步道，(c)無路徑，(d)獵徑；道路使用分為(a)四輪車，(b)摩托車，(c)僅步行。(5) 人為活動情況：人為活動類型包含登山遊憩、狩獵、施工、研究等。如有發現狩獵活動，則記錄狩獵的時間(一年內或超過一年)，以及狩獵類型(如陷阱、彈殼、獵寮、獵徑、狩獵殘骸、砍痕)或遇見獵人等。

## 第六節 建構國家公園台灣黑熊族群監測系統及強化管理單位之研究培力

為了有效建構國家公園長期監測台灣黑熊之動態族群，以協助提供經營管理所需之相關重要資訊，本計畫研擬目擊台灣黑熊或發現其蹤跡之簡易通報系統，以及野外族群監測技術系統，包括痕跡調查、自動照相機或熊毛陷阱等技術之應用。內容同時包括資料庫之紀錄內容及發現黑熊之通報流程，以利管理單位工作人員、志工或遊客，以及附近社區居民協力收集黑熊出沒情況之紀錄，協力從事長期監測之資料收集。

同時，為強化管理單位之研究培力及員工或志工之調查研究水準和實務能力，以及管理單位對於轄區台灣黑熊之經營管理的專業技能，本計畫擬協助規劃及舉辦台灣黑熊保育及族群監測調查工作坊一場次，包括室內課程(預計 6 小時)，以及野外實務操作課程(半日至一日)。參與對象為國家公園員工和志工等，約 40 人。室內上課地點預計於玉山國家公園之南安遊客中心，戶外實習及體驗課程則預計於鄰近的國家公園登山口-佳心-黃麻步道進行。

工作坊的主要課程內容將包括：台灣人熊關係之現況及發展（1.5 小時）、台灣黑熊之生態習性及痕跡辨識方法（2 小時）、常見熊類監測之技術及系統建構（包括痕跡調查法、熊毛陷阱及遺傳分析、自動照相機系統、捕捉繫放及無線電追蹤、部落訪查等）（2 小時）、人熊衝突之應變策略（0.5 小時）。這些相關資訊將進一步提供作為棲地經營應用及教育推廣之教材。

### 第三章 結果

#### 第一節 青剛櫟果實豐富度之監測

##### 一、青剛櫟目視估計

本研究於 2014 年 10 月日 7 日至 10 月 11 日，利用望遠鏡目視掃描 336 棵青剛櫟果實監測永久樣樹，Koenig 法 30 秒結果豐度指標平均為  $70.0 \pm 47.0$  顆。另以 Graves' 修正指數估算青剛櫟結果季的結果量，結果指數之平均等級為  $2.0 \pm 1.2$  ( $\pm SD$ )，其中最多之指數 2(有一些堅果者)佔 35.4%，而產量極豐富(指數 4)也高達 22.3%，其次依序為產量不錯(指數 3)佔 19%、仔細搜尋後可發現少量(指數 1)佔 16.4%，而沒有觀察到堅果(指數 0)最低，只佔 6.8%(圖 3)。也就是說，今(2014)年結果指數以產量不錯或極豐富的樣樹高達 58%。

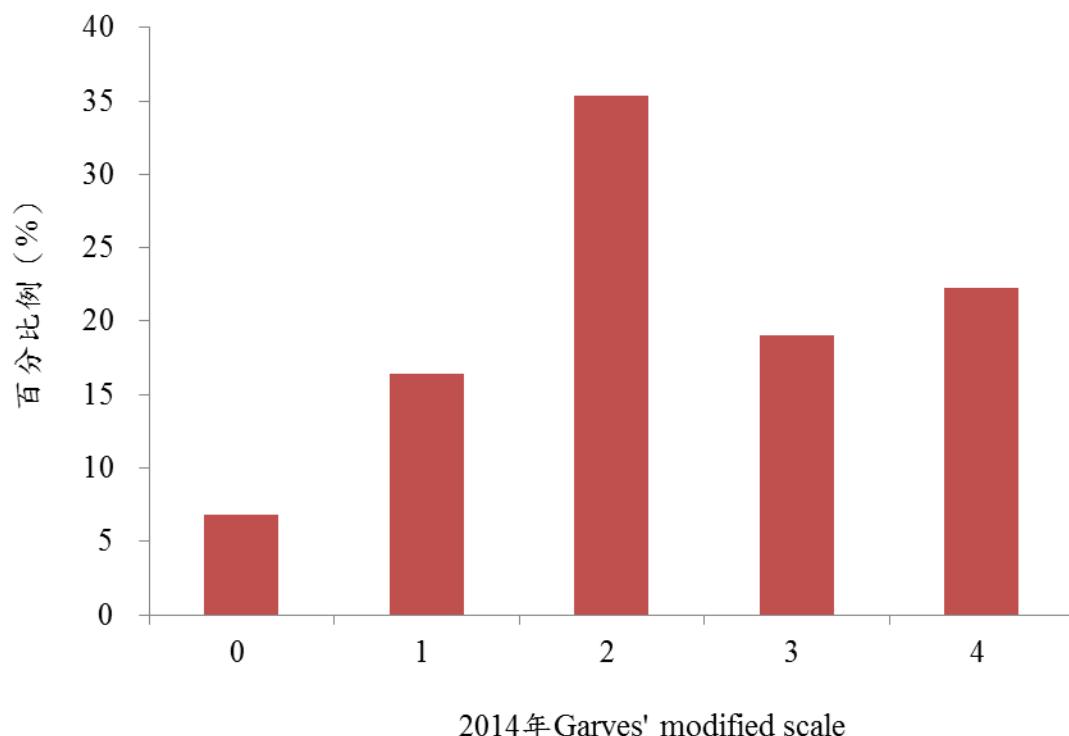


圖 3、2014 年目視法調查大分地區青剛櫟落果前的結果量(Graves' modified scales: 0=沒有觀察到堅果，1=仔細搜尋後可發現少量，2=有一些，3=產量不錯，4=產量極豐富)。

與大分地區 2006 年以來青剛櫟調查結果資料比較，Graves' 修正指數與 30 秒計數結果的變化趨勢一致，顯示青剛櫟結果之明顯豐欠年變化情形。逐年間之二種目視法監測結果亦呈現一致變化，其中 2013 年 Koenig 法 30 秒結果豐度指標為歷年最高

者，其次為 2008 年及 2010 年；2013 年青剛櫟 Graves' 修正指數亦大於 2，僅略次於 2008 年( $2.2 \pm 1.15$ )、2010 年( $2.03 \pm 1.02$ )，顯示今(2014)年青剛櫟結果屬豐年情況(圖 4)。

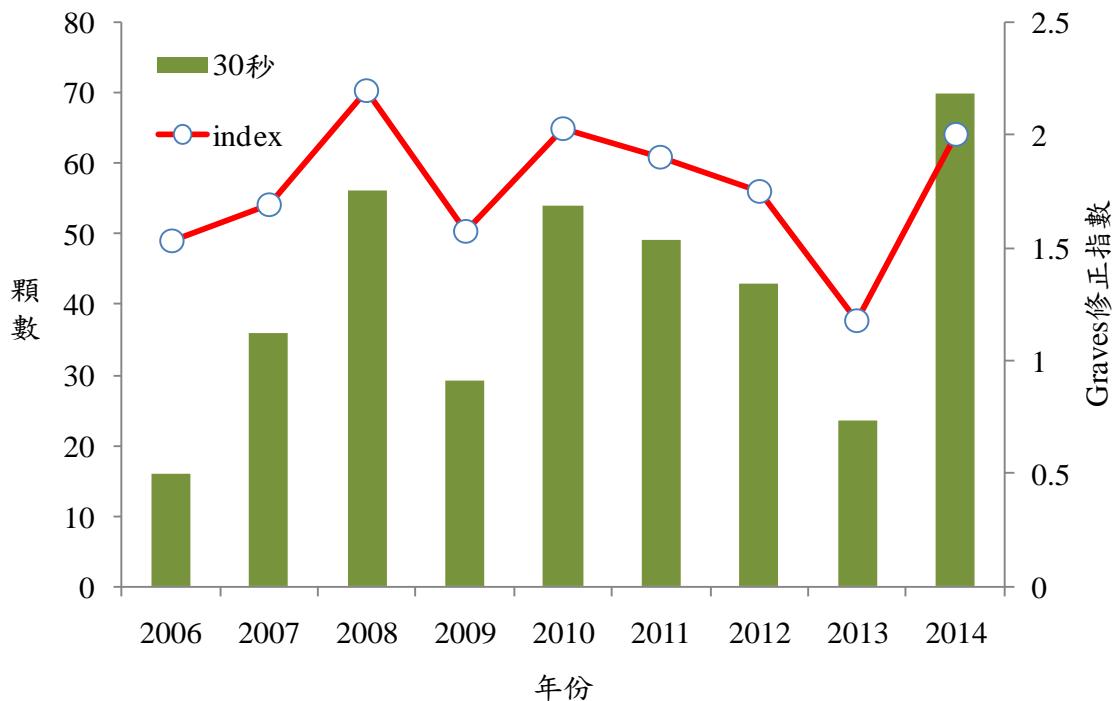
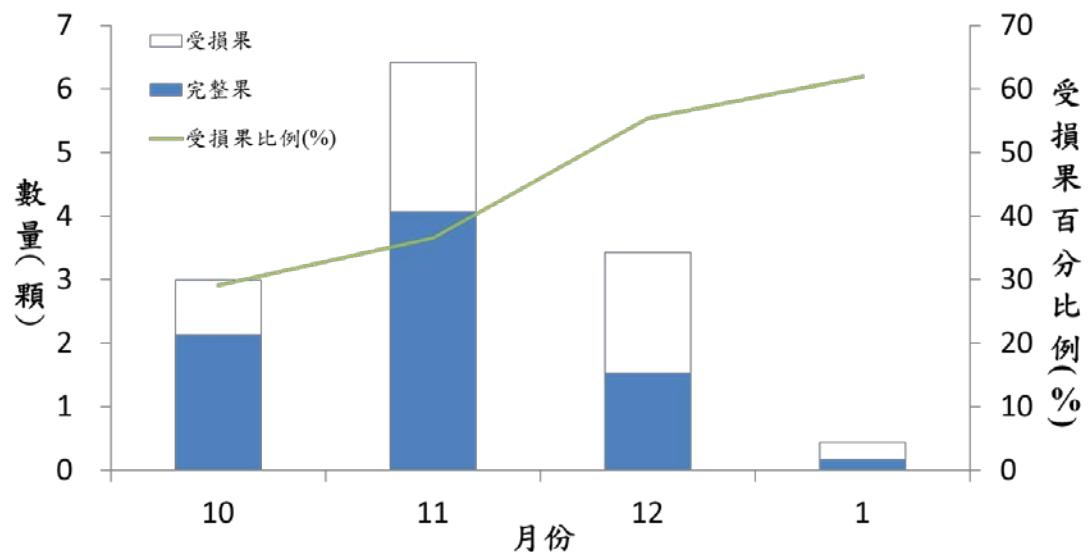


圖 4、2014 年目視法調查大分地區青剛櫟落果前的結果量(Graves' modified scales: 0=沒有觀察到堅果，1=仔細搜尋後可發現少量，2=有一些，3=產量不錯，4=產量極豐富)。

本研究自 2013 年 10 月 22 日至 2014 年 2 月 14 日架設種子陷阱。扣除動物破壞的情況，每月有效種子陷阱數為 83-123 個不等。青剛櫟結果季每個種子陷阱各月所收集之平均完整果實以 11 月( $4.1 \pm 5.9$ )顆為最高，其次分別為 10 月( $2.1 \pm 3.4$  顆)，12 月( $1.5 \pm 3.1$ )顆，並以 1 月( $0.2 \pm 0.5$  顆)最低(圖 5A)。其中受損果比例，以 1 月為最高 61.9%，12 月 55.4% 次之，其次 11 月 36.6%，10 月 29.1% 最低。若將整季陷阱所收集的果實量轉換成每平方公尺單位面積的月果實量，則 2013 年大分青剛櫟季的落果估計量為  $18.4$  顆/ $m^2$ ，包括完整果  $10.9$  顆/ $m^2$ ，以及受損果  $7.5$  顆/ $m^2$ 。

與歷年資料比較(圖 5B)，2013 年為八年來落果數(含受損果數)最低的一年( $18.4$  顆/ $m^2$ )，低於 2009 年度的  $21.0$  顆/ $m^2$ ，且不到最高年度 2010 年的一半( $51.2$  顆/ $m^2$ )，與 2013 年青剛櫟目視估計結果相符，且樹上沒有觀察到任何堅果的比例高達 30.6%，創歷年來的新高(5.8-16.6%)。

(A) 2013 年



(B) 2006-2013 年種子陷阱

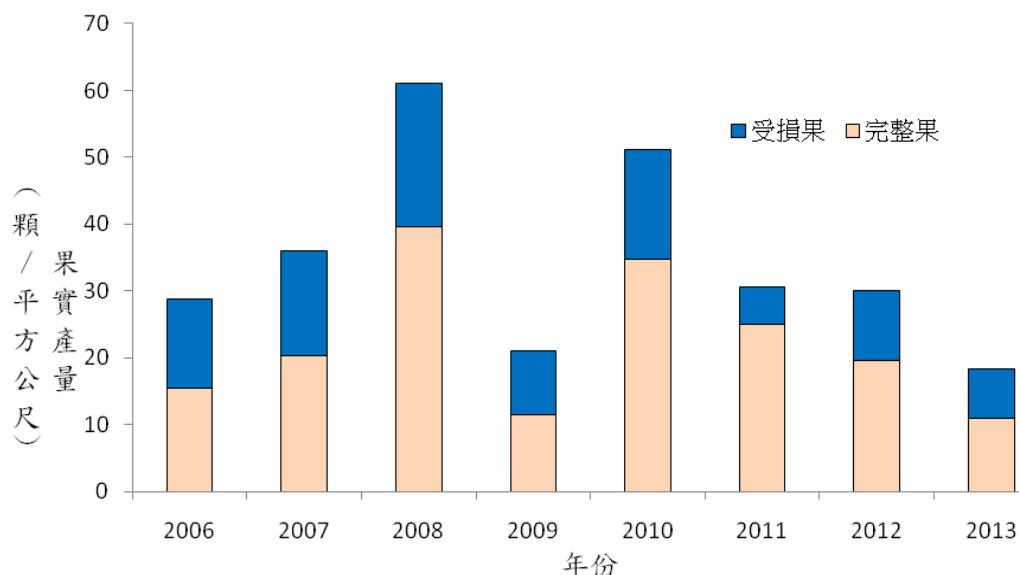


圖 5、(A)2013 年度青剛櫟結果季，平均每個種子陷阱收集青剛櫟落果及受損果實比例之情況。(B)2006-2013 年大分地區青剛櫟產季(10 月至次年 2 月初)，平均每個種子陷阱收集青剛櫟落果及受損果實比例之情形。

地面區塊計數青剛櫟果實於地面之留存狀況，發現平均落果量從 9 月  $0.35 \pm 0.97$  顆/ $m^2$  漸增至 10 月  $1.25 \pm 2.06$  顆/ $m^2$  最高，隨後落果量開始逐漸下降呈現 11 月  $0.42 \pm 0.79$  顆/ $m^2$ 、12 月  $0.24 \pm 0.62$  至 1 月最低量之  $0.03 \pm 0.17$  顆/ $m^2$ (表 3)。地面果實被移除量以 11 月為最高  $6.5$  顆數/ $m^2$ ，12 月  $2.3$  顆數/ $m^2$  次之與 10 月被移除量相近( $2.0$  顆數/ $m^2$ )，1 月的果實移除量則下降至  $0.4$  顆數/ $m^2$ 。地面果實被移除的百分比例 11 至隔年 1 月都高達 90% 以上。10 月移除偏低與受損果比例的趨勢相似(10 月份受損果比例最少、之後漸升)。

**表 3、2013 年 10 月至 2014 年 2 月大分青剛櫟結果季期間，青剛櫟森林中地面區塊(n=100)和種子陷阱(n=197)各月所收集青剛櫟完整果實的數量。**

月份	地面區塊*		種子陷阱*		地面果實 被移除量 (顆數/ $m^2$ )	地面果實 被移除百 分比例
	果實量 (顆數/ $m^2$ )	出現果實 之百分比 例(%)	果實量 (顆數/ $m^2$ )			
2013	Sep	0.35	17			
	Oct	1.25	40	2.9	2.0	62%
	Nov	0.42	27	5.6	6.5	94%
	Dec	0.24	16	2.1	2.3	91%
2014	Jan(-Feb)	0.03	3	0.2	0.4	94%

\*地面區塊面積為  $1 \times 1 m^2$ ；種子陷阱面積為  $0.85 \times 0.85 m^2$ 。

## 第二節 台灣黑熊於青剛櫟結果季之活動狀況及食性分析

2014 年 2 月底，在大分地區和賽柯地區進行 2013 年青剛櫟結果季的年度黑熊活動痕跡調查，分別有 9 條和 1 條調查樣線。賽柯地區於去年調查無熊痕跡，今年則紀錄一筆痕跡資料。大分地區有熊痕跡的樣線中，熊爪痕樹為 0-21 棵不等，以穿越線長度換算出每公里內之熊爪痕數為  $8.7 \pm 12.4$  棵爪痕樹/km (mean $\pm$ SD, n=9 條)(表 4)。相較去年調查資料之  $14.7 \pm 15.8$  棵爪痕樹/km，今年的熊痕跡偏低，且小尺度觀察各調查樣線內的林木中，發現有熊痕跡的林木(皆為青剛櫟)的比例以 T1 最高(14%)，其次為 T8 和 T3 分別為 4.3%、3.3%，並以 T5 最低(0%)。檢視本結果季黑熊針對青剛櫟樣樹的利用情況，發現高達 97% 的樣樹沒有任何黑熊上樹的痕跡，僅有 3% 樣樹則有熊爪痕，1% 樣樹樹上有熊折枝(圖 6)。

表 4、2013 年青剛櫟結果季大分地區各樣帶黑熊痕跡之調查結果。

樣區及樣帶 <sup>a</sup>	熊痕跡(n=108)	熊痕跡單位 <sup>b</sup>	穿越線長度(m)	每公里內之熊爪痕樹	樣樹(棵)	熊爪痕樹之比例(%)
賽柯	1	1	1800	0.6	186	0.5
<b>大分</b>						
T1	21	21	500	42	150	14
T2	1	1	200	5	65	1.5
T3	7	7	500	14	209	3.3
T4	3	3	850	3.5	220	1.4
T5	0	0	800	0	215	0
T6	8	8	1,000	8	286	2.8
T7	6	6	750	8	250	2.4
T8	2	2	600	3.3	46	4.3
DN	9	9	3,250	2.8	611	1.5
<b>大分平均 (±SD)</b>				<b>8.7±12.4</b>		<b>3.2</b>

<sup>a</sup>5 m 內所發現之所有熊痕跡皆計數為同一單位。

<sup>b</sup> 大分地區樣線包括 T1~T8，以及 DN(拉古拉樣帶為大分山屋至塔達芬崩壁的日據古道，約 3.25 km)。

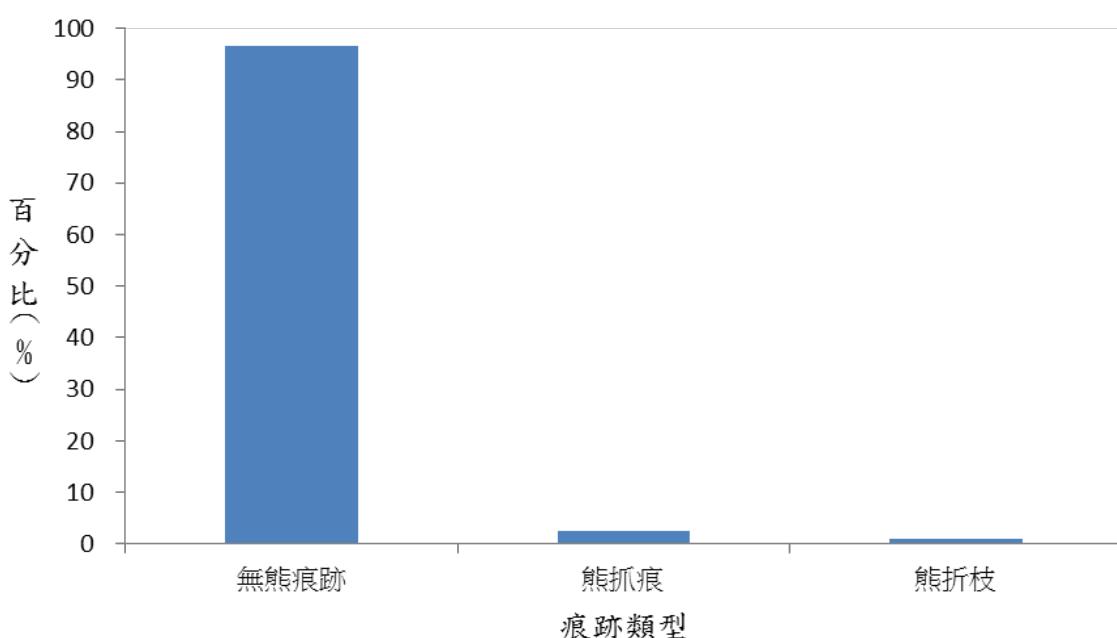


圖 6、2013 年大分青剛櫟結果季，青剛櫟樣樹上出現台灣黑熊痕跡之情況。

延續前期青剛櫟結果的監測計畫，2014 年 10 月初至大分地區調查。從登山口至大分山屋路段，相較於大分地區，步道沿途觀察青剛櫟，以及其他潛在黑熊食物，如狹葉櫟(*Cyclobalanopsis stenophylloides*)、森氏櫟(*Cyclobalanopsis morii*)、鬼櫟(*Lithocarpus castanopsisifolius*)等的結實狀況不佳。然台灣蘋果(*Malus formosana*)、山枇杷(*Eribotrya deflexa*)、台灣雅楠(*Phoebe formosana*)的結實狀況則屬一般之上(即良好)。

有別於前期十月上山的熊痕跡觀察，今年我們同時記錄到豐富且多樣黑熊活動紀錄(附錄一)。在登山口至大分沿途上，我們發現了 2 處熊窩(一新一舊)，較新的熊窩位於瓦拉米至抱崖路段的一處棧道前，位置於懸崖外側處，沒有鳥巢完整的形狀(1/2 圈)，且於巢中收集到數根熊毛。另一個熊窩位於回程 8 號橋過石洞後之轉彎處，於懸崖步道下方 2 公尺處之山枇杷樹下，芒草已被壓折使得熊窩呈扁平狀非碗形(100x80 cm 大小)，巢上有 4 堆新舊不一(約半個月內)內含山枇杷種子的排遺。該排遺經遺傳檢定後證實非黑台灣黑熊，外觀及生態習性推測應為白鼻心。

日據古道的路程上，亦有多處的鬼櫟折枝。在十里駐在所前步道上有 2 處，其中一處拾獲一坨黑熊排遺。另於石洞駐在所前崖壁旁的小稜，發現鬼櫟的新鮮折枝、樹下有多處腳印、地面凹陷有熊毛(於樹基下休息所致)，附近鬼櫟多有折枝，且發現 5 塚新舊不一的排遺(有的略發霉約為 1 至 2 周、有的於一周內呈現橄欖綠)。

大分地區闊闊斯溪的溪床附近，以及大分山屋附近，我們也發現台灣肉桂(*Cinnamomum osmophloeum*)及朴樹(*Celtis sinensis*)近期的大量熊折枝。除了折枝及排遺外，於抱崖山屋附近，我們也發現一處被熊啃咬 20 公分大的蜂巢，此蜂巢位於步道上方的紅檜(*Chamaecyparis formosensis*)枯立木上。另此次工作人員十月於山陰駐在所前，曾有目擊到一黑熊幼體。

大分地區除了青剛櫟結實狀況普遍不錯之外，其他果實如呂宋莢蒾(*Viburnum luzonicum*)、台灣肉桂、朴樹、台灣蘋果、台東柿(*Diospyros oldhamii*)的結實狀況，皆可十分可觀，調查期間皆仍可觀察到樹上結實累累的盛況。朴樹的折枝看來稍老舊，推測應為八九月所留，其餘樹種則為九月和十月當月。除了台東柿之外，其他上述這些果實皆有在黑熊的排遺內發現到(附錄二)。此次大分青剛櫟結果調查行程共收集 11 塚黑熊排遺，其中 10 塚經遺傳鑑定為台灣黑熊的排遺(表 5)。今年較以往獲得排遺資料中，發現兩種新記錄的漿果果實樹種，即山枇杷、薯豆(*Elaeocarpus kobanmochi Koidz.*)。以往調查已曾記錄此兩樹種有黑熊上樹的痕跡紀錄(附錄二)。

表 5、2014 年 10 月玉山國家公園登山口至大分地區採集之台灣黑熊排遺及食性分析結果。

編號	D-loop 確認 <sup>a</sup>	性別鑑定 <sup>b</sup>	食物種類及體積百分比例
1	是	♂	99% 呂宋莢蓮、1% 薯豆
2	是	♂	山枇杷 (100%)
3	是	♂	台灣肉桂 (100%)
4	是	尚不確定	台灣肉桂 (100%)
5	是	尚不確定	台灣肉桂 (100%)
6 <sup>c</sup>	是	♂	台灣蘋果 (100%)
7 <sup>c</sup>	是	♀	鬼櫟 (100%)
8 <sup>c</sup>	是	♂	台灣蘋果(100%)
9 <sup>c</sup>	是	♂	台灣蘋果(100%)
10 <sup>c</sup>	是	♂	台灣蘋果 (100%)
11	失敗	無法鑑定	鬼櫟 (100%)

<sup>a</sup> 步驟 1 使用原 DNA 增幅 D-loop，若成功獲得 D-loop 即可鑑定為黑熊排遺，若失敗進行步驟 2 酒精濃縮流程，若成功即為黑熊排遺，若失敗表示 DNA 品質不佳，另使用物種鑑別 primer，以確認物種。

<sup>b</sup> 成功增幅 D-loop 之樣本才進行性別鑑定，使用二種方法比對確定性別：Amelogenin (AMEL)：三條 band 為♂；單一 band 為♀，ZF/SRY：SRY 有 band 為♂；SRY 沒有 band 為♀。

<sup>c</sup> 樣本皆位於同一棵熊覓食的鬼櫟樹下。

### 第三節 台灣黑熊遺傳資料收集和分析

#### 一、台灣黑熊個體與性別辨識

從 2009 到 2013 年已純化的 385 個 DNA 樣本中，成功增幅粒線體 DNA 之 D-loop 序列的樣本為 185 個，確定這 185 個 DNA 樣本來自台灣黑熊且 DNA 品質可以進行後續實驗。以 8 組微衛星基因座進行增幅與毛細管電泳分析，經由 GeneCap 分析其所獲得對偶基因型與頻律，結果總共辨識出 77 頭個體(表 6)，其中有 38 個個體的排遺樣本在當年度有重複在不同 GPS 點位被拾獲記錄。

各年度所採集的排遺樣本經 8 個微衛星基因座判別出的個體數分別為 2009 年 4 頭，2010 年 35 頭、2011 年 34 頭、2012 年的 13 頭與 2013 年的 12 頭。其中 1 頭個體在 2010 與 2012 年重複出現，8 頭個體於 2010 和 2011 年重複出現，1 頭個體於 2012 和 2013 年重複出現。多於兩年以上重複出現之個體為 15 頭，分別為 1 頭個體連續五年重複出現於大分地區、2 頭個體於 2010、2011 與 2013 年重複出現、3 頭個體於

2010 與 2013 年重複出現、2 頭個體於 2011 與 2013 年重複出現(表 6)。

排遺樣本所檢定出隻黑熊個體性別總計 51 頭公熊與 26 頭母熊。各年度公熊與母熊之數量如表一，分別為 2009 年 3 頭公熊；2010 年 24 頭公熊、11 頭母熊；2011 年 27 頭公熊、7 頭母熊；2012 年 5 頭公熊、8 頭母熊以及 2013 年 8 頭公熊和 4 頭母熊。整體雄雌性別比為 1.96。

**表 6、2009-2013 年大分地區青剛櫟季，排遺 DNA 分析及鑑識台灣黑熊個體及性別。**

	2009	2010	2011	2012	2013	總計
已萃取 DNA 樣本數	17	176	120	30	42	385
D-loop 序列增幅成功樣本數	4	83	59	20	19	185
微衛星基因座增幅成功樣本數	4	83	59	20	19	185
判別個體數(重複採樣個體數)	3(1) <sup>1</sup>	35(19)	34(12)	13(4)	12(4)	77(38)
前一年重複出現之個體	--	1	8	0	1	
不同年度重複出現之個體	--	--	(1) <sup>2</sup>	(1) <sup>2</sup> (1) <sup>3</sup>	(1) <sup>2</sup> (5) <sup>3</sup> (5) <sup>4</sup>	
雄/雌熊個體數	3/0	24/11	27/7	5/8	8/4	51/26

<sup>1</sup>此數值於黃美秀等 2013 報告書中因人為誤植成 3(2)，在此予以更正。

<sup>2</sup>於 2009 年出現之個體數。

<sup>3</sup>於 2010 年出現之個體數。

<sup>4</sup>於 2011 年出現之個體數。

## 二、台灣黑熊之遺傳多樣性及結構

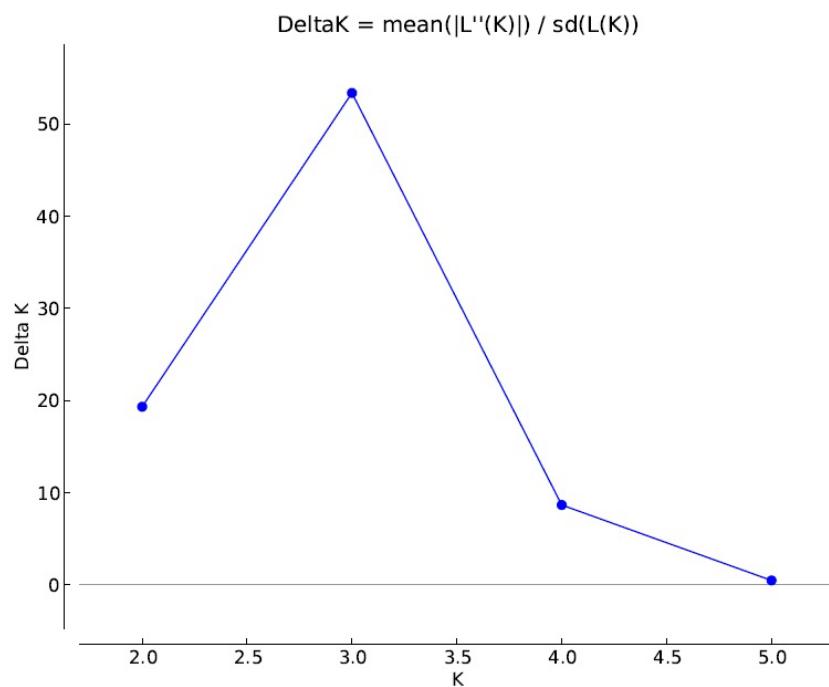
本研究成功鑑別的 77 頭個體之 8 個微衛星基因座之對偶基因多樣性進行多樣性分析（表 7）。8 個基因座中，UT31 有最多的 14 個對偶基因型，最少有 3 個對偶基因型（UT1），平均為 7.75 個對偶基因型。有效對偶基因型最少為 UT1 的 1.8 個，最多為 UT31 的 8.9 個對偶基因。各基因座的多態信息量(PIC)皆大於 0.25，整體的個體鑑別度(P(ID))小於 0.01。理論異質度(HE)除了 UT1、UT4 及 UT25 基因座之外，其餘微衛星基因座的理論異質度皆大於 0.7，平均為 0.736。本研究中的各微衛星基因座 FIS 值均偏低且接近 0，表示趨向隨機交配。整體結果顯示 2009 至 2013 年於玉山國家公園青剛櫟季聚集在大分地區的 77 頭個體，其微衛星基因座具遺傳多樣性。

表 7、2009-2013 年大分地區 77 隻台灣黑熊之微衛星遺傳多樣性。N：判別成功樣本數；k：對偶基因數目；Ne：有效對偶基因數；Ho：觀測異質度；HE：理論異質度；PIC：多態信息量；P(ID)：個體鑑別率；FIS：近親交配指數，Inbreeding coefficient。

基因座	N	k	Ne	Ho	H <sub>E</sub>	PIC	P(ID)	F <sub>IS</sub>
UT1	76	3	1.8	0.5	0.444	0.349	0.404	-0.134
UT3	77	8	3.9	0.7	0.745	0.703	0.105	0.053
UT4	77	7	2.9	0.688	0.661	0.605	0.17	-0.048
UT25	76	7	3.1	0.658	0.683	0.635	0.146	0.03
UT29	77	8	4.9	0.805	0.803	0.77	0.068	-0.0098
UT31	77	14	8.9	0.792	0.893	0.878	0.022	0.1
UT35	76	7	5.4	0.697	0.822	0.79	0.06	0.146
UT38	77	8	6.1	0.87	0.842	0.816	0.047	-0.04
平均	72	7.75	4.6	0.714	0.736	0.693		0.0243
加總							4.56x10 <sup>-9</sup>	

本研究以 Structure 2.3.3 軟體分析所鑑別出的 77 頭黑熊個體之遺傳結構。預設分群數(k)為 1-6 群，每一群重複運算 10 次。設定以貝氏統計進行 250,000 次歸納，並以馬可夫鍊法進行 500,000 次隨機抽樣演算。演算結果再以 STRUCTURE HARVESTER 軟體分析，分群選擇標準為 Ln(P)值最大或 Delta K 最高者為最可信之分群。經此條件進行分析選擇，得到遺傳分群結果為 3 群時，群間遺傳差異最大(圖 7A)。之後，以此分群結果，進行分群選派分析 (assignment test)，分別命名為 cluster A、B 與 C。經 Structure 軟體計算得知每一個體的可能分群分派可能性 (圖 7B)。

(A) 遺傳結構 delta K 值



(B) 遺傳結構分群圖

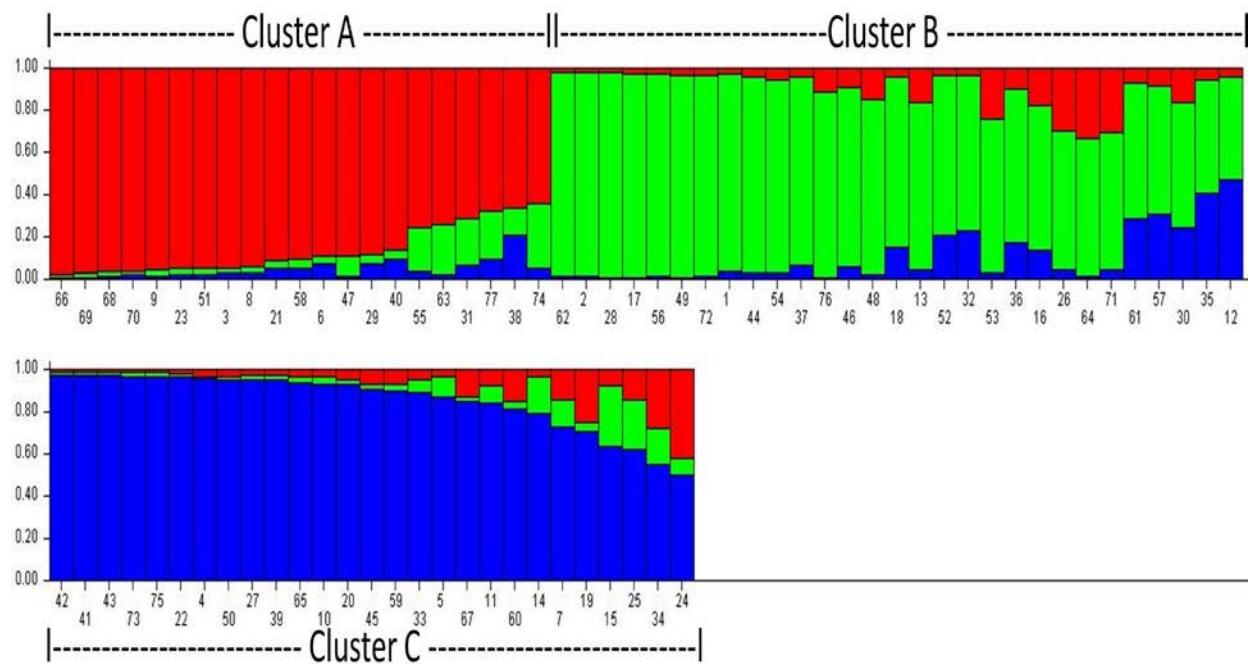


圖 7、大分地區 77 頭黑熊個體之遺傳結構 delta K 值(A)，以及遺傳結構分群圖(B)。A 圖橫軸為預設分群數 (K)，縱軸為群間差異值。B 圖橫軸為個體編號，每一長條代表一頭個體，總軸代表每個體最可能被分配至每個遺傳分群的可能性。

## 第四節 高山型國家公園台灣黑熊族群概況

### 一、樣帶調查

本研究延續前一年度玉山國家公園台灣黑熊族群生態及遺傳狀況評估研究(4/4)計劃之設計，以長期從事台灣黑熊生態監測之玉山國家東境為參考基準，進行北部高山型二個國家公園的黑熊相對豐富度狀況之比較，這些地區之黑熊相對族群豐富度調查始於 2013 年 4 月。2014 年新增 7 處樣區，包含玉山國家公園(YNP)北部楠溪林道(圖 8)、太魯閣國家公園(TK)北側之大濁水南溪縱走路線（包括和平南溪、波浪溪流域）、中部之無名山東稜瓦黑爾溪以及南側的托博闊社立霧溪三個地區(圖 9)；雪霸國家公園(SP)則包括西南側之南坑山-百志興保山（南坑溪流域）、南側之宇羅尾-唐呂山縱走路線（志樂溪流域，涵蓋宇羅尾山、唐呂山）、東側之志佳陽大山三個地區(圖 10)。

2014 年共計調查 7 各樣區，各樣區分別涵蓋 2-10 段不等的樣帶，海拔涵蓋 1,131-3,496 m，各區實際調查費時共計 30 天(表 8)。合併 2014 年及 2013 年的樣區調查結果，共計 15 個地區。扣除不滿 500 m (樣帶單位) 之調查樣帶後，共計 100 個有效樣帶列入分析。調查樣帶的選擇經常受限於每區域適合進行痕跡調查的腹地大小影響，因山區地勢崎嶇、植被茂密或人為開發干擾程度不一，符合樣帶單位長度 (500 m) 的地區並不易發現，於山區一天的步行路程內一般最多只能執行 3 段樣帶的調查。每段樣帶調查需要平均需要  $72 \pm 27$  分鐘 (0.5-3 小時不等，n=100)。

以長期從事台灣黑熊生態監測之玉山國家東境為參考基準，藉以比較北部高山型二個國家公園的黑熊相對豐富度狀況，在玉山、太魯閣及雪霸國家公園，我們分別調查 2、7、6 個樣區，涵蓋 13、46、41 段調查樣帶，總計 100 段樣帶，海拔涵蓋 559-3,496 m 不等(表 9)。

表 8、2014 年高山型國家公園黑熊調查區域、樣區及各項調查之相關資料。

區域 (國家公園)	樣區名稱	樣區 代碼	調查樣 帶數 <sup>a</sup>	調查 天數	調查日期 <sup>b</sup>	調查 人數	海拔範圍 (m)
玉山	楠溪林道	YP2	5.4	3	2014/6/19-6/21	3	1704-2415
太魯閣	托博闊社	TK5	8	5	2014/5/10-5/14	4	1666-2406
太魯閣	無明山東稜	TK6	7	5	2014/9/14-9/18	4	1504-2302
太魯閣	大濁水南溪	TK7	10	8	2014/10/23-10/30	4	1131-3496
雪霸	大小劍山區(志佳陽大山)	SP2	2	4	2014/7/29-8/1	3	1850-2168
雪霸	匹亞桑溪流域(宇羅尾山)	SP4	2	2	2014/7/14-7/15	4	1333-1776
雪霸	南坑山-百志興保山	SP6	5.2	3	2014/4/8-4/10	5	1814-2318
小計				39 <sup>a</sup>	30		1131-3496

<sup>a</sup>樣帶非整數者表因地形困難而無法完成預期的調查長度(500 m)，未滿 500 m 的樣帶並不列入後續分析。

<sup>b</sup>調查日期並不包含交通天。

<sup>c</sup>樣區步行路線所經單程距離。

表 9、2013 年及 2014 年高山型國家公園黑熊調查區域及發現黑熊痕跡狀況。

區域 (國家公園)	樣區名稱	樣區 代碼	調查樣 帶數 <sup>a</sup>	海拔範圍 (m)	黑熊痕跡紀錄(筆)	
					樣帶內 (n=25)	樣帶外 (n=24)
玉山	佳心-抱崖及多美麗山區山區	YP1	8	851-2112	16	13
玉山	楠溪林道	YP2	5	1704-2415-	1	0
太魯閣	祖輪-朝敦山區	TK1	4	1249-2249	0	0
太魯閣	清水山區	TK2	5	1230-1840	0	0
太魯閣	塔山山區	TK3	5	559-2413	0	0
太魯閣	耳無溪流域	TK4	7	1920-3113	0	0
太魯閣	托博闊社	TK5	8	1666-2406	1	0
太魯閣	無明山東稜	TK6	7	1504-2302	0	0
太魯閣	大濁水南溪	TK7	10	1131-3496	0	0
雪霸	北坑溪-佳仁山區	SP1	8	1287-2133	1	2
雪霸	大小劍山及志佳陽大山區	SP2	8	1600-3314	1	1
雪霸	大霸四秀山區	SP3	10	1811-3398	0	0
雪霸	匹亞桑溪流域及宇羅尾山區	SP4	6	1331-2633	4	8
雪霸	無名-老松山區	SP5	4	2080-2496	0	0
雪霸	南坑山-百志興保山	SP6	5	1814-2318	1	0

<sup>a</sup> 樣帶單位長度 500 m，不足此長度的樣帶者不列入分析。

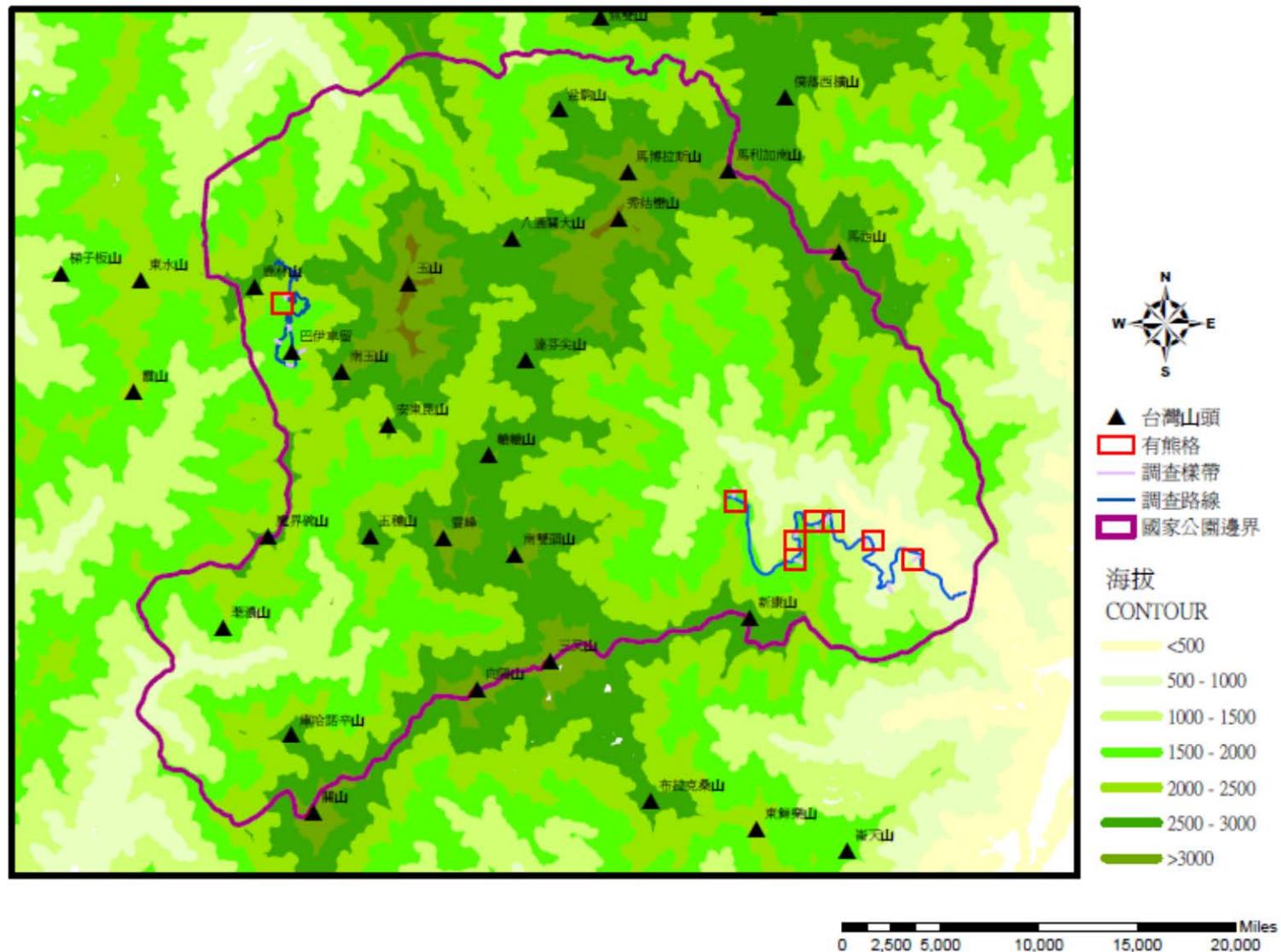


圖 8、玉山國家公園內 2 個調查樣區之行走路線及樣帶、發現熊痕跡織網格(1 Km\*1 Km)分布圖。

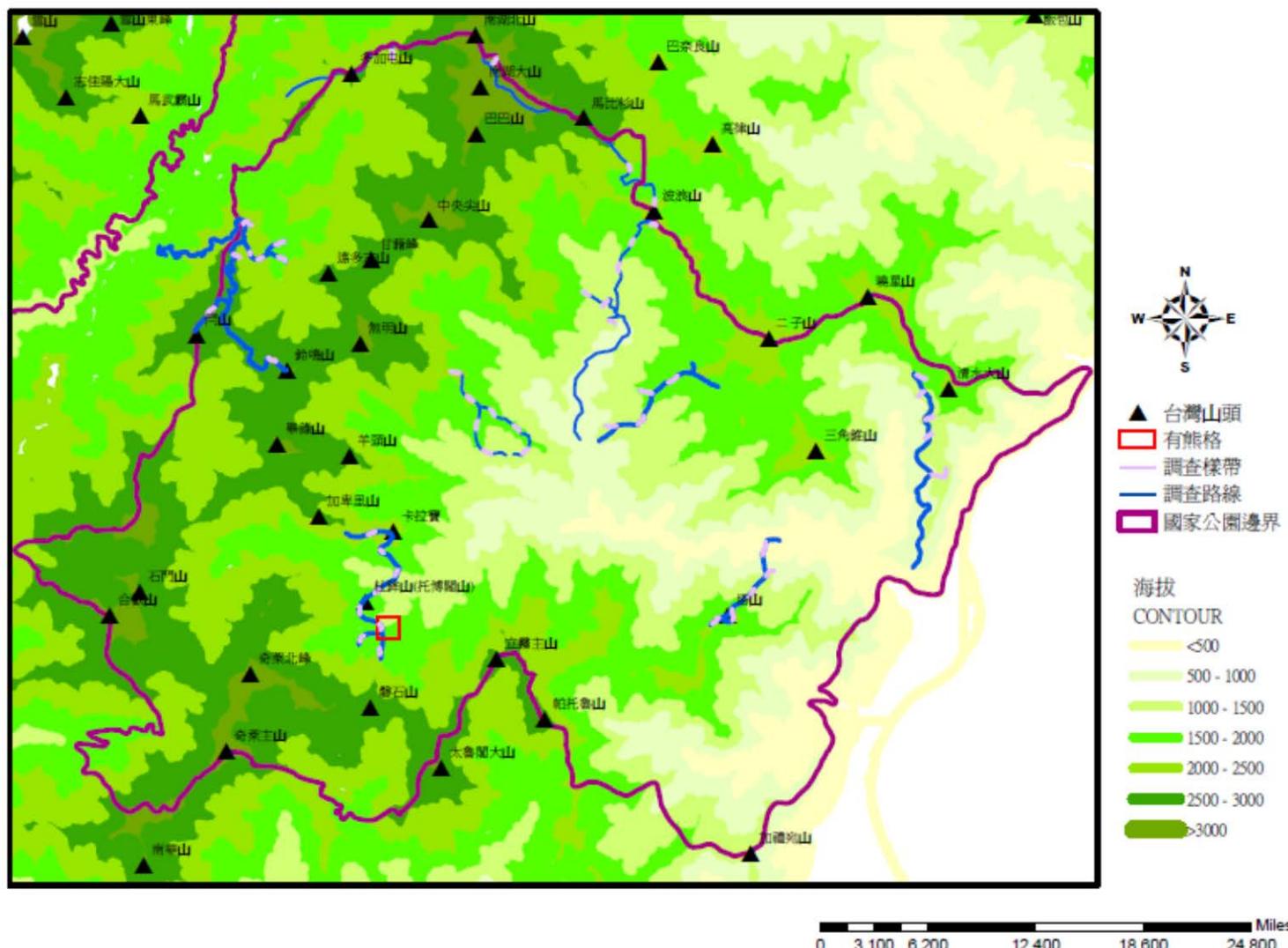


圖 9、太魯閣國家公園內 7 個調查樣區之行走路線及樣帶、發現熊痕跡織網格(1 Km\*1 Km)分布圖。

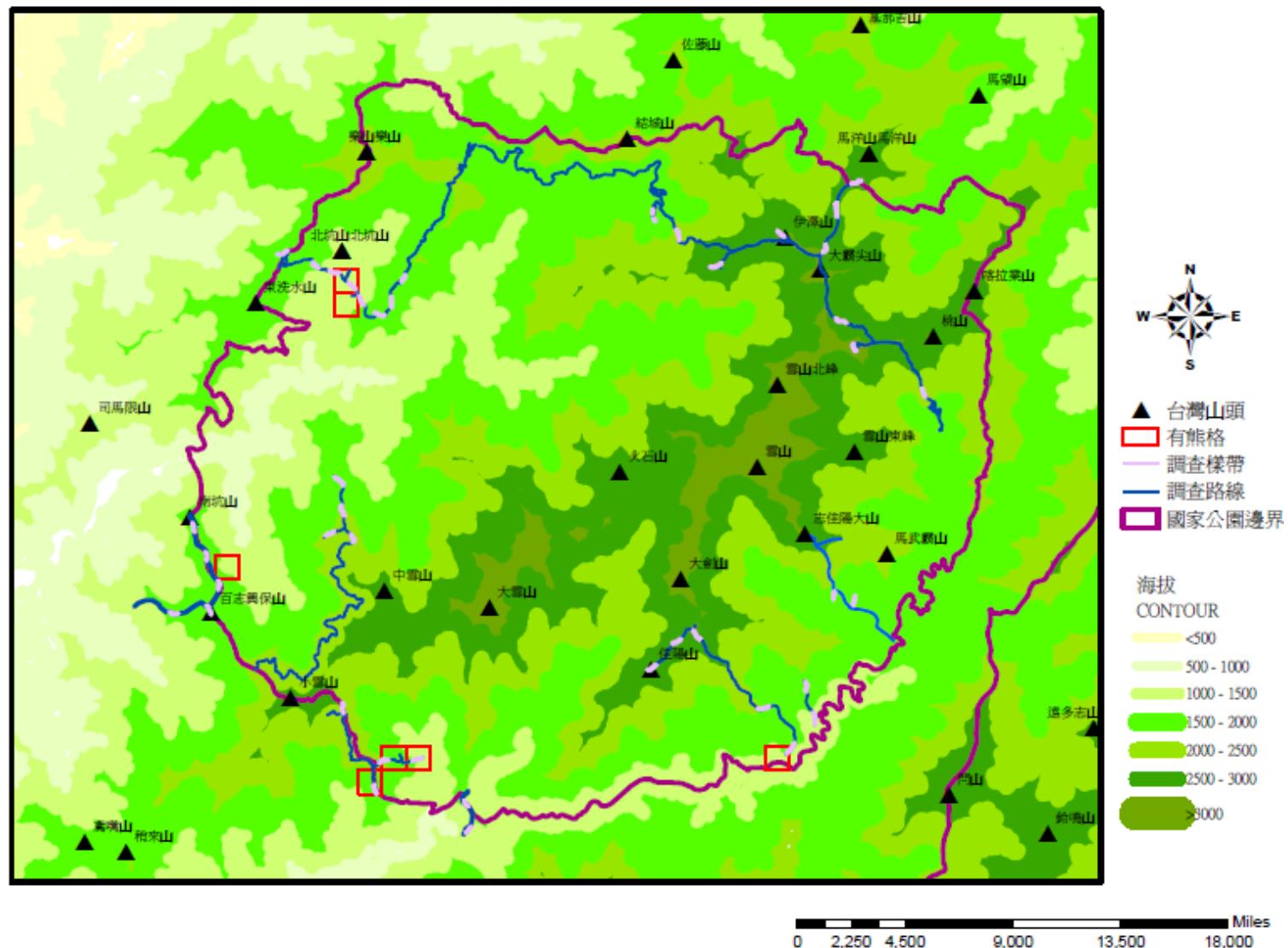


圖 10、雪霸國家公園內 6 個調查樣區之行走路線及樣帶、發現熊痕跡織網格(1 Km\*1 Km)分布圖。

就海拔分布(以  $1 \times 1 \text{ km}^2$  網格之平均值分析)而論，玉山國家公園 1,500-2,000 m、2,000-2,500 m 和 2,500-3,000 m 海拔區段分別占 22%、29% 和 26%(n=1,151)，>3,000 m 的海拔區段面積為三國家公園中最高(10.7%)(約為  $123 \text{ km}^2$ )，1,500 m 以下的海拔區段佔 12.9%。太魯閣 1,500 m 以下的海拔區段面積為三國家公園中最多約  $285 \text{ km}^2$ (26%，n=1093)，>3,000 m 的海拔區段面積為最少約  $59 \text{ km}^2$ (5.4%)。雪霸則為其中平均海拔較高的國家公園，1,500 m 以下的海拔區段只占 9%(n=854)，1,500-2,000 m、2,000-2,500 m 和 2,500-3,000 m 海拔區段分別 27%、33% 和 22%(圖 11A)。

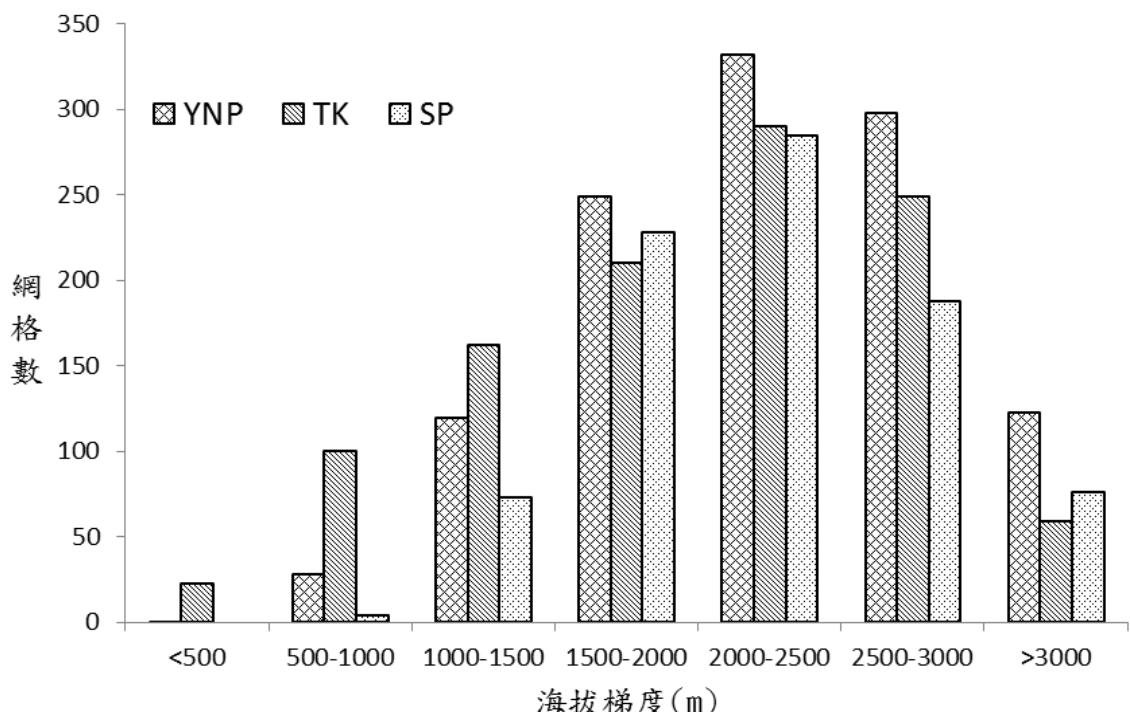
本研究 100 條調查樣帶平均海拔為 560-3,400 m 不等，海拔梯度的分布比例較高為 2,000-2,500 m(36%)、1,500-2,000 m(35%)，其次為 1,000-1,500 m，佔 11%；較高海拔之 2,500-3,000 m 和 3,000-3,500 m 則各佔 7% 和 8%，低海拔之 500-1,000 m 為 3%(圖 11B)。各國家公園的樣帶均包含海拔 1,000-2,500 m 的梯度範圍，且均佔半數以上(玉山 84.6%，太魯閣 87.0%，雪霸 75.6%)。其中玉山國家公園的樣帶皆在海拔 2,500 m 以下；與雪霸國家公園樣帶則分布於較高海拔，此與雪霸國家公園的平均海拔偏高有關(2,000-3,000 m 占全區之 55%，圖 11A)。就以中低海拔為活動主要範圍的目標物種(台灣黑熊)而言，此結果顯示本研究於雪霸及太魯閣二國家公園之樣帶選擇，在海拔梯度上具有相當代表性。

## 二、台灣黑熊及其他大型哺乳類動物之相對豐度指標

我們於整個調查路線上(包括調查樣帶以外區域)總共發現 49 個熊痕跡。除了僅於太魯閣國家公園托博闊社樣區拾獲一黑熊排遺(n=1，附錄六)之外，其他痕跡皆為樹幹上爪痕或折枝。48 筆熊爪痕的發紀錄包括玉山國家公園(n=30)，以及雪霸國家公園之北坑溪-佳仁山、大小劍山樣區、匹亞桑溪流和南坑山-百志興保山樣區(n=18)。

於調查樣帶之內和以外區域，分別記錄到 25 筆及 24 筆熊痕跡。樣帶內發現熊痕跡的狀況或數量呈現地區性差異，其中樣帶上有發現熊痕跡的比例以玉山國家公園最高(46.2%，n=13)，6 段樣帶記錄 17 個熊痕跡。雪霸國家公園之熊痕跡出現於 5 段樣帶(12.2%，n=41)，共計 7 筆。太魯閣國家公園的調查樣帶(n=46)上，僅於托博闊社樣區採集到黑熊排遺，樣帶發現熊痕跡之比例為 2.2%(圖 12)。上述結果顯示，相較於玉山國家公園(n=13、30 筆熊痕跡紀錄)，發現熊痕跡的比例及數量於雪霸及太魯閣國家公園皆呈現偏低現象。

(A) 三個高山型國家公園之海拔梯度



(B) 調查樣帶於各國家公園之海拔分布

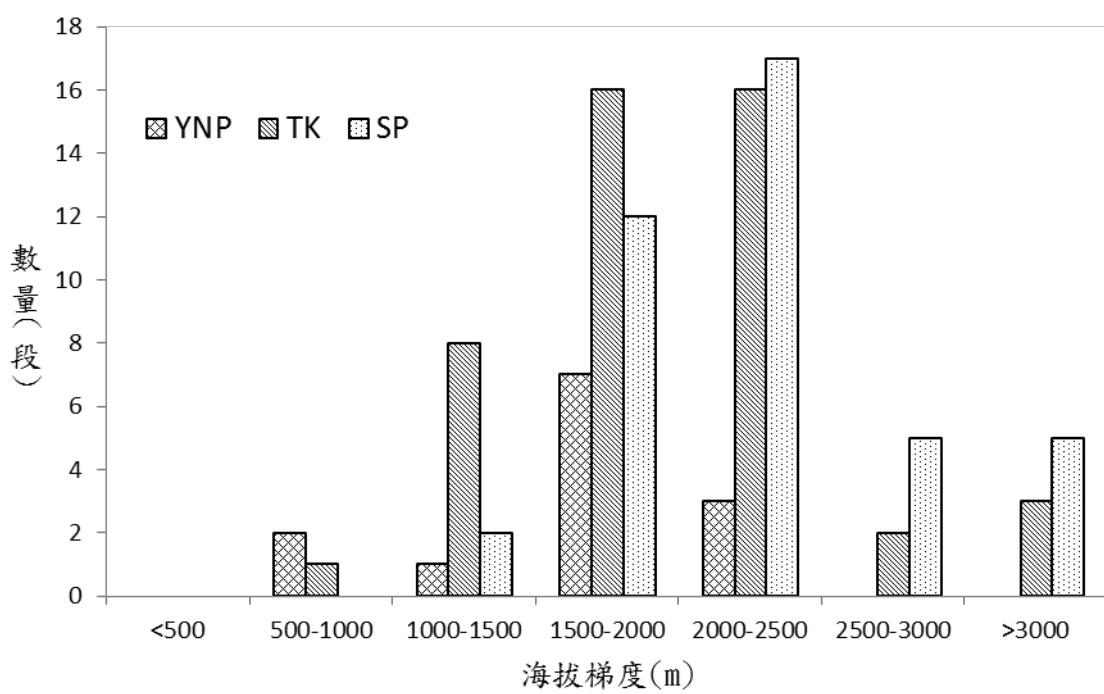


圖 11、三個國家公園園區(A)及調查樣帶(B)於不同海拔梯度之分布情形。網格單位: $1 \times 1 \text{ km}^2$ 。YNP 為玉山國家公園，TK 為太魯閣國家公園，SP 為雪霸國家公園。

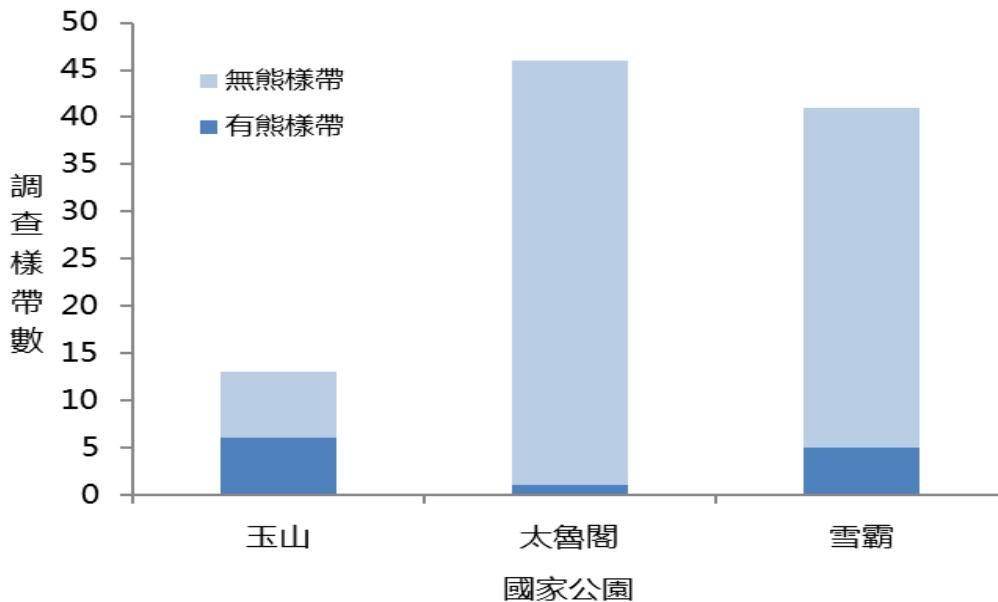


圖 12、三個高山型國家公園調查樣帶( $n=100$ )有無發現熊痕跡之狀況。

為了進一步瞭解玉山國家公園西部園區之黑熊分布狀況，增加國家公園西北部楠溪林道之調查，於 5 個樣線中僅發現一個熊痕跡。此區樣帶紀錄熊痕跡之比例(20%,  $n=5$ )不同於前期於東部之調查結果(83%,  $n=8$ )，顯示同一個國家公園範圍內黑熊相對豐布之區域性差異。雪霸國家公園新增加的樣區為西南緣的南坑山-百志興保山區域，5 個樣帶中發現一個熊爪紀錄(舊， $<2$  年)。

目前發現的 12 段有熊樣帶皆分布於低中海拔之 1000-2,500 m 範圍(圖 13)，並以海拔 1,500-2,000 m 為主 (50%)，其次分別為 2,000-2,500 m(33%)，1,000-1,500 m(17%)。低海拔 1000 m 以下及 2,500 m 以上的中高海拔尚未發現熊痕跡。玉山及雪霸國家公園於 1000-2,500 m 間之各海拔梯度皆有熊紀錄，趨勢類似，但太魯閣國家公園則僅記錄於 1500-2000 m(圖 13)。整體而論，相較於樣帶的海拔分布(圖 11B)，熊痕跡於 1,500-2,000 m 和 1,000-1,500 m 海拔梯度似乎有比預期值高的出現情況；反之，在其他較高或較低的海拔梯度的出現情況則偏低。

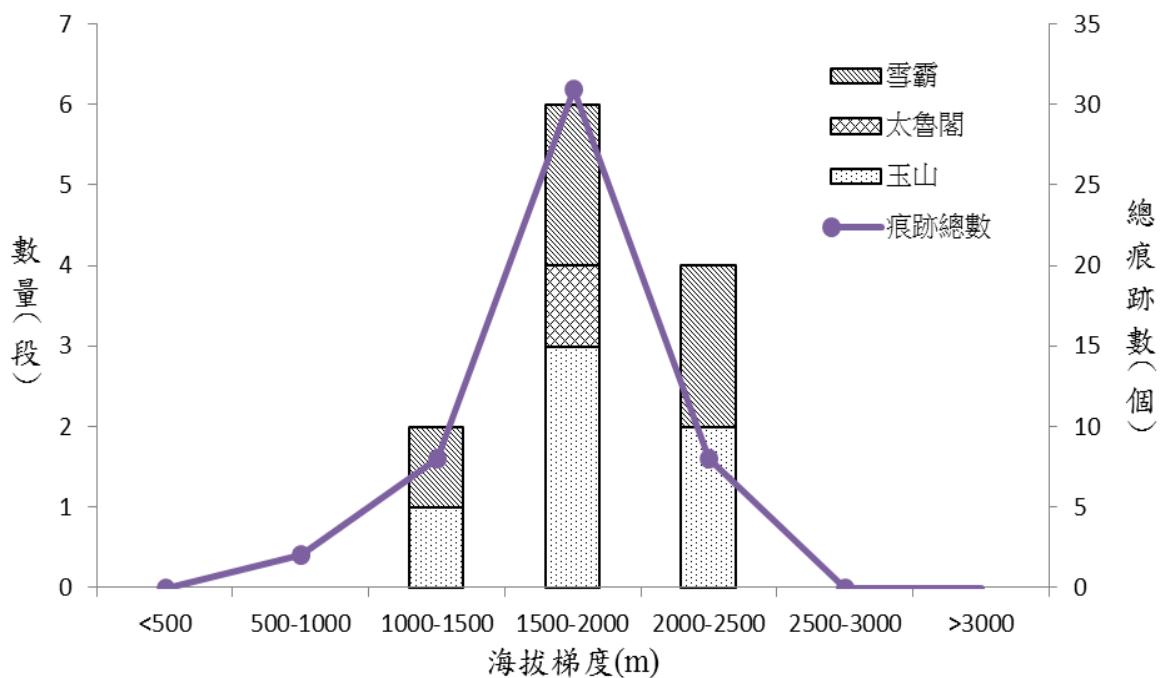
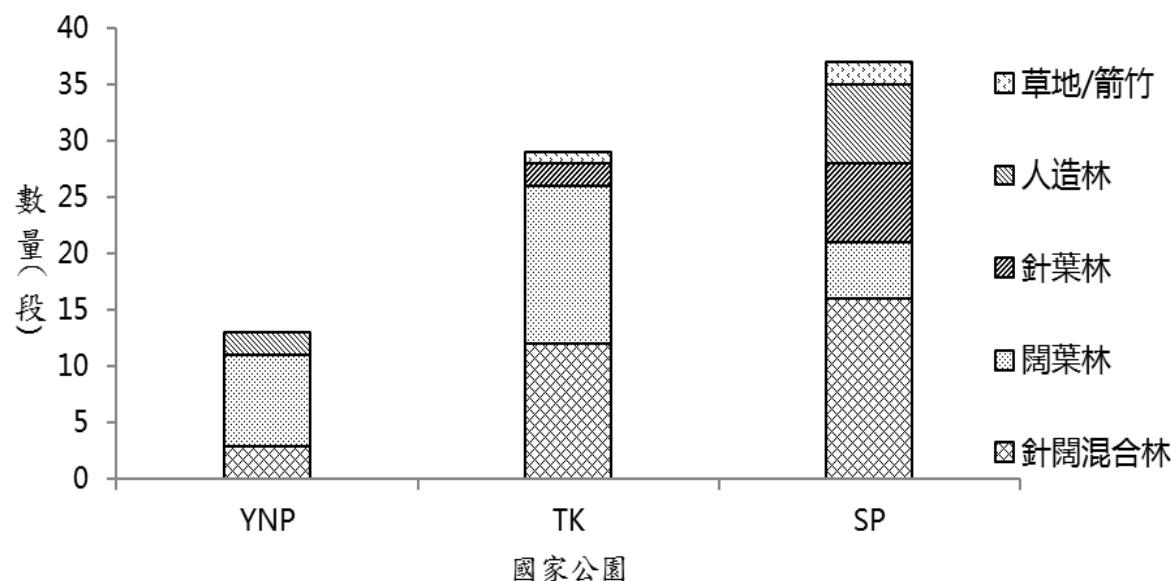


圖 13、三國家公園發現有熊的調查樣帶，以及紀錄熊痕跡總數之海拔分布情形。

調查樣帶所屬的植被以針闊混合林(39.2%)與闊葉林(34.2%)為多，其次為針葉林和人造林各佔 7%，而草地/箭竹林最低為 3.8%。樣區植被狀況依調查區而略異，其中玉山的樣帶皆以闊葉林為主，太魯閣國家公園樣帶中針闊混合林與闊葉林參半，而雪霸國家公園則因樣區涵蓋海拔梯度高，調查樣帶植被較其他區多樣，並以針闊混合林和針葉林為主(圖 14A)。有熊樣帶大多位於針闊葉混合林(43%，其次為闊葉林(36%)，唯一一筆位於人造林發現的紀錄則出現於玉山國家公園(21%，圖 14B)。整體而論，相較於樣帶的植被分布(圖 11B)，熊痕跡於不同植被的樣帶的相對出現情況與調查樣帶所屬植被的相對頻度一致，於針闊混合林與闊葉林針闊混合林的紀錄稍有偏高(79% vs. 73%)的情形，唯於較高海拔所屬的針葉林和與草地/箭竹林沒有熊痕跡紀錄。另三個高山型國家公園於針闊葉林中皆有發現熊痕跡，唯玉山國家則多於闊葉林中發現，但這可能與選取樣帶的分布有關。

(A) 國家公園樣區



(B) 紀錄有熊痕跡樣帶

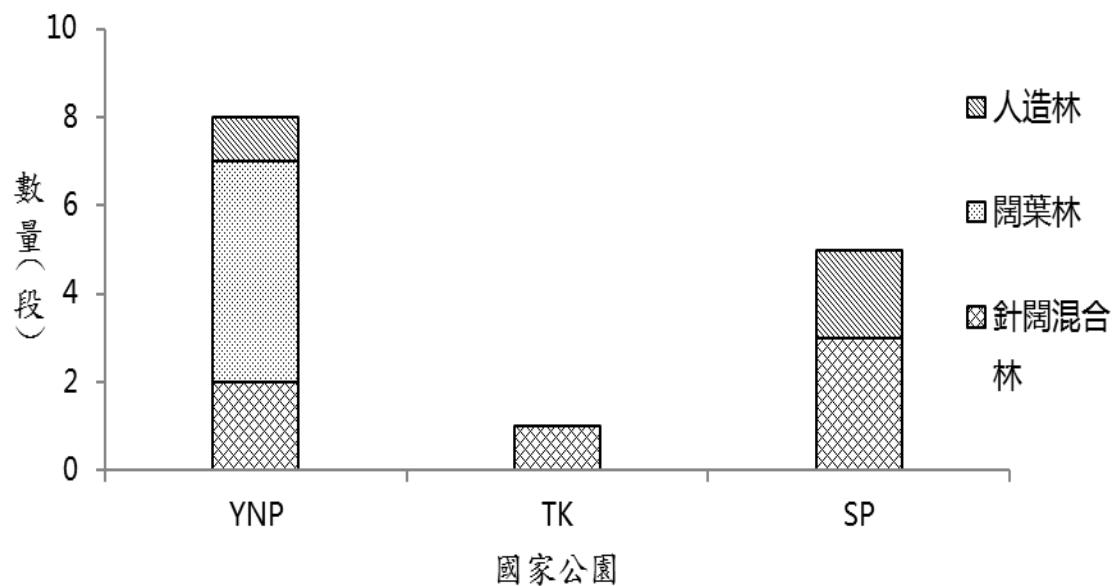


圖 14、三個國家公園範圍(A)及本研究調查樣帶(B)所屬不同植被類型的分布的情況。  
YNP 為玉山國家公園，TK 為太魯閣國家公園，SP 為雪霸國家公園。

2014 年調查到熊爪痕跡之樹種為八角茴香科之白花八角(*Illicium anisatum*)與薔薇科之台灣老葉兒樹(*Pourthiae beauverdiana var. notabilis*)，雖此兩種植物並非常見的黑熊偏好植物(殼斗科、樟科)，但其中台灣老葉兒樹的果實為梨果，此需更進一步確認是否為黑熊之食物來源。

48 棵熊爪樹中只有一棵為針葉樹柳杉(*Cryptomeria japonica*)，且其痕跡為扒抓和啃咬柳杉樹幹內的蜂巢的痕跡，其他皆為闊葉樹。這些樹木種類包括青剛櫟(n=5)、銳葉高山櫟 (*Quercus tatakaensis Tomiya* , n=3) 、鬼櫟 (*Lithocarpus lepidocarpus* , n=3) 、大葉石櫟 (*Lithocarpus kawakamii* , n=3) 、山枇杷 (*Eribotrya deflexa* , n=2) 、薯豆 (*Elaeocarpus kobanmochi Koidz* , n=2) 、山櫻花 (*Prunus campanulata Maxim* , n=1) 、霧社楨楠 (*Machilus mushaensis Lu* , n=1) 、香楠 (*Machilus zuihensis Hayata* , n=1) 、狹葉櫟 (*Cyclobalanopsis stenophylloides* , n=1) 、杏葉石櫟 (*Lithocarpus amygdalifolius* , n=2) 、木荷 (*Schima noronhae* , n=1) 、細葉饅頭果 (*Glochidion rubrum Blume* , n=1) ，以及少數無法辨識的樹種 (n=4) 。

為了分析潛在獵物或共域物種的豐富度與黑熊分布之關係，本研究分析各區樣帶上二者之相對豐富度關係。三區皆有記錄到四種偶蹄類動物，整體豐度指數以玉山樣區最高 ( $2.6 \pm 1.9$ )，太魯閣樣區次之 ( $2.4 \pm 2$ )，雪霸樣區最低 ( $1.2 \pm 1.8$ )。其中山羌和山羊的豐度指數以太魯閣樣區最高，分別為 3.5 和 3.4；水鹿和山豬則以玉山樣區最高，分別為 4.6 和 2，且在其他二個國家公園樣區則明顯偏低。相對於台灣黑熊於各區的豐度指數，玉山樣區為 1.5，明顯高於其他雪霸及太魯閣二個國家公園樣區之 0.17 及 0.02。初步分析顯示，三個國家公園黑熊的相對豐富度似乎與該區之單一或總體偶蹄類動物之對豐度無顯著關係(圖 15)。

三個國家公園中調查樣帶中有 17%(n=100)發現到曾有新舊不一的狩獵跡象，除了玉山國家公園的調查樣帶上並未發現狩獵痕跡之外，太魯閣及雪霸國家公園的樣帶皆有記錄到近期的狩獵痕跡(附錄七)。2014 年調查樣的七個樣區中，雪霸國家公園境內的南坑山-百志興保山樣區發現較高頻率之狩獵現象，且於樣線區 SP6-4 不遠處發現牛樟盜伐的現象(獵徑、砍伐殘存的牛樟樹頭、獵寮、生火痕跡)太魯閣國家公園境內之波浪溪流域雞鳴山山域則發現新的狩獵痕跡：獵寮、炊火，且在殘留的鍋具旁發現有水鹿頭骨。據同行的研究工作人員陳述，其於去(2013)年 9 月時收回研究用相機時未曾看過，代表此是近一年來的活動事件。另於波浪山腳的波浪湖畔發現舊的活動痕跡，有棉被、瓦斯爐等非登山活動殘留物，推測此一山區應為舊的獵場。

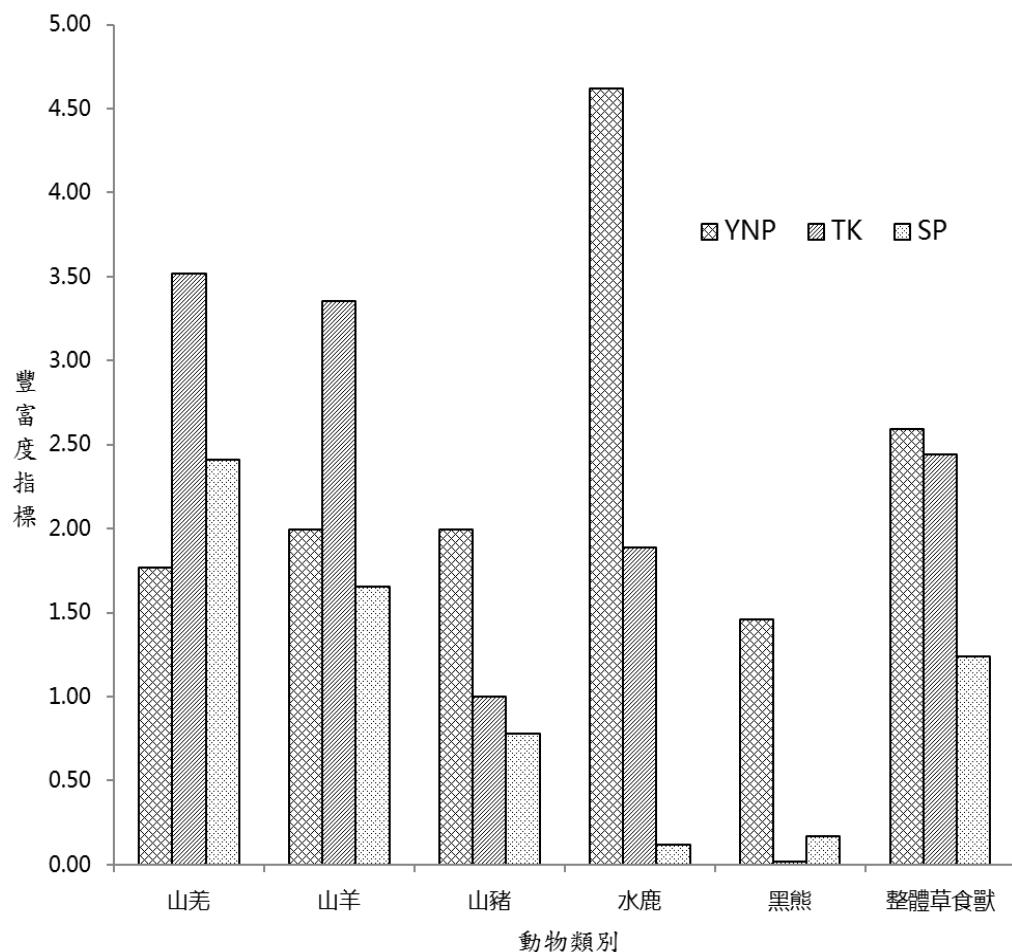


圖 15、三國家公園熊類及四種偶蹄目動物之豐富度指數。在一調查樣帶上，每隔 100 m 記錄該次樣帶內及其附近各種動物痕跡之有無情況，有為 1，無則 0，故 500 m 樣帶上各動物的相對豐度之累計積分為 0-5 不等。YNP 為玉山國家公園，TK 為太魯閣國家公園，SP 為雪霸國家公園。

2014 年調查樣區之部落訪查部分，玉山國家公園境內之楠溪林道為生態保護區，附近並無部落等人為聚落。雪霸國家公園之南坑山-百志興保山為「雪山坑溪野生動物重要棲息環境」之範圍，附近並無部落且進入此區域需經過多道管制鐵門，訪問駐守人員表示此區域並無黑熊出沒紀錄，雖有牛樟盜伐案件但並無盜獵之跡象。太魯閣國家公園之無名山山區從椎巴宇山稜線下至洛韶部落，於番茄園附近詢問當地耕農，並無目擊黑熊及狩獵之紀錄，但因多有猴群跑來取食農作物，故有開槍威嚇動物之行為。另於大濁水南溪流域之梅園竹村，因道路坍方部落居民多已遷出，目前於竹村仍居留一位泰雅族男士，經訪查詢問此區人為活動已漸微，但未有黑熊活動之紀錄，依調查人員實際觀察發現，雖並非為人所主導之狩獵，但兩部落未遷出之狗群會獵捕野生動物為食。

## 第五節 建構及強化國家公園台灣黑熊族群動態之長期監測系統和研究培力

### 一、台灣黑熊保育及族群監測調查工作坊

為強化管理單位之研究培力、員工或志工之調查研究水準和實務能力，協助提升管理單位對於轄區台灣黑熊之經營管理的專業技能，今(103)年7月3至7月4日於玉山國家公園南安管理站舉行台灣黑熊保育及族群監測調查工作坊。7月3日室內課程參與人數為26人；7月4日戶外課程參與人數21人(簽到單參見附錄八)。課程內容包括台灣保育現況、台灣黑熊之生態習性及痕跡辨識方法、常見熊類族群監測之技術及系統建構(包括痕跡調查法、熊毛陷阱及遺傳分析、自動照相機系統等)、人熊關係發展及衝突之應變策略等(表10，活動照片參見附錄九)。

表 10、國家公園台灣黑熊保育及族群監測研習會課程表

時間	會議流程/演講題目	主講者
<b>2014/7/3 (星期四)</b>		
8:30-9:00	報到 & 相見歡	
9:00-9:10	開場	
9:10-10:30	台灣黑熊秘密檔案：生態習性	黃美秀 副教授
10:30-10:50	茶敘時間	
10:50-12:10	台灣黑熊保育現況：回顧與前瞻	黃美秀 副教授
12:10-13:10	午餐	
13:10-14:10	人熊接觸：應變及通報系統	黃美秀 副教授
14:10-14:20	茶敘時間	
14:20-15:30	台灣黑熊痕跡辨識	黃美秀 副教授
15:30-16:30	黑熊族群監測調查技術	黃美秀 副教授
16:30	散會	
<b>2014/7/4 (星期五)</b>		
08:00-12:00	(1)黑熊棲息地探查：南安登山口-佳心 (2)族群監測調查技術實作：黑熊痕跡辨識及調查樣帶，熊毛陷阱，自動相機系統等	黃美秀 副教授
12:30-13:30	午餐及討論交流	
13:30-14:30	綜合座談	
14:30	散會	

於訓練課程會後，舉辦座談會以了解參加者對其轄區內台灣黑熊狀況的相關資訊。受訪者共 21 人，參與者的年齡介於 20 至 70 歲間，各年齡層參與為 4~5 人(惟 40~50 歲較少為 2 人)。參加者中 57% 為軍公教人員(玉山國家公園 7 人、太魯閣國家公園 2 人、雪霸國家公園 1 人、林務局 2 人)，且參加者中 16 人(76%)的職業是參與黑熊保育的前線工作：國家公園職員、國家公園保育巡邏員、國家公園志工、台灣黑熊保育協會職員。對於此次工作坊座談會參與者的問卷中五大項問題進行分析如下：

#### 1、國家公園轄區的黑熊數量如何？

48% 之「有，但是稀少」、「普遍存在」及「不知道」次之佔 19%，另有 3 人未分享此項的意見。

#### 2、和十年前比起來，黑熊族群變化為何？

38% 受訪者填寫「不知道」(共 8 位受訪者，其中 5 位為非國家公園工作人員)，次多受訪者(33%)認為台灣黑熊族群大致穩定(共 7 位受訪者，僅一人非國家公園工作人員)，而有 24% 受訪者覺得族群量是增加的狀態(共 6 位受訪者，其中半數為國家公園工作人員)，而僅有一位受訪者(黑熊保育協會職員)認為黑熊族群量在減少中(5%)。此結果顯示仍有園區黑熊族群的動態資訊仍有所不足。

#### 3、轄區的環境是否適合黑熊生存？

接近半數(10 人、48%)的受訪者認為其所在轄區的環境「很好」、其次為「好」(7 人、33%)，2 人覺得「普通」(10%)，僅 1 人覺得「不好」(為 20~30 歲年齡層的受訪者)。此結果顯示國家公園為黑熊提供適當的棲所。

#### 4、台灣黑熊目前是否已受到足夠的保護？

「好像有」佔多數(33%)，其次為「好像沒有」與「沒有」各佔 22%，而各有 2 人填寫「有」及「不知道」選項，顯示台灣黑熊的保育工作似乎仍與預期進展仍有差距。

#### 5、造成轄區內黑熊族群的威脅因素為何？

透過給定的七個因素排定優先的 3 項因子，顯示結果如非法狩獵、棲地減少或破壞、遊憩干擾為受訪者之主要考量(表 11)。

表 11、國家公園台灣黑熊保育及族群監測研習會受訪者排序前三重要的因子及各因子得到勾選數量之統計表(單位：人)。

威脅因子	棲息地減少或破壞	非法狩獵	黑熊的食物或獵物	遊憩干擾	道路開發	黑熊保育宣導不足	其他
不足							
最具影響	8	9	0	1	1	0	0
具影響	5	9	0	1	3	1	0
略具影響	3	1	1	8	2	4	0
總計	16	19	1	10	6	5	0
百分比 (n=57)	28	33	2	18	11	9	0

## 二、國家公園發現台灣黑熊通報系統

為有效建構國家公園監測台灣黑熊之出沒動態，本計畫發展目擊台灣黑熊或發現其蹤跡之簡易通報系統(圖 16)。通報系統包括資料庫之紀錄內容及發現黑熊之通報流程，以利管理單位工作人員、志工或遊客，以及附近社區居民協力收集黑熊出沒情況之紀錄，以累積長期族群監測之資料收集，同時達到避免發生不當的人熊衝突事件。通報時應填寫之紀錄內容的基本資訊有時間、地點、黑熊狀況及人與黑熊之間的互動情形(詳細問卷內容參見附錄十)。

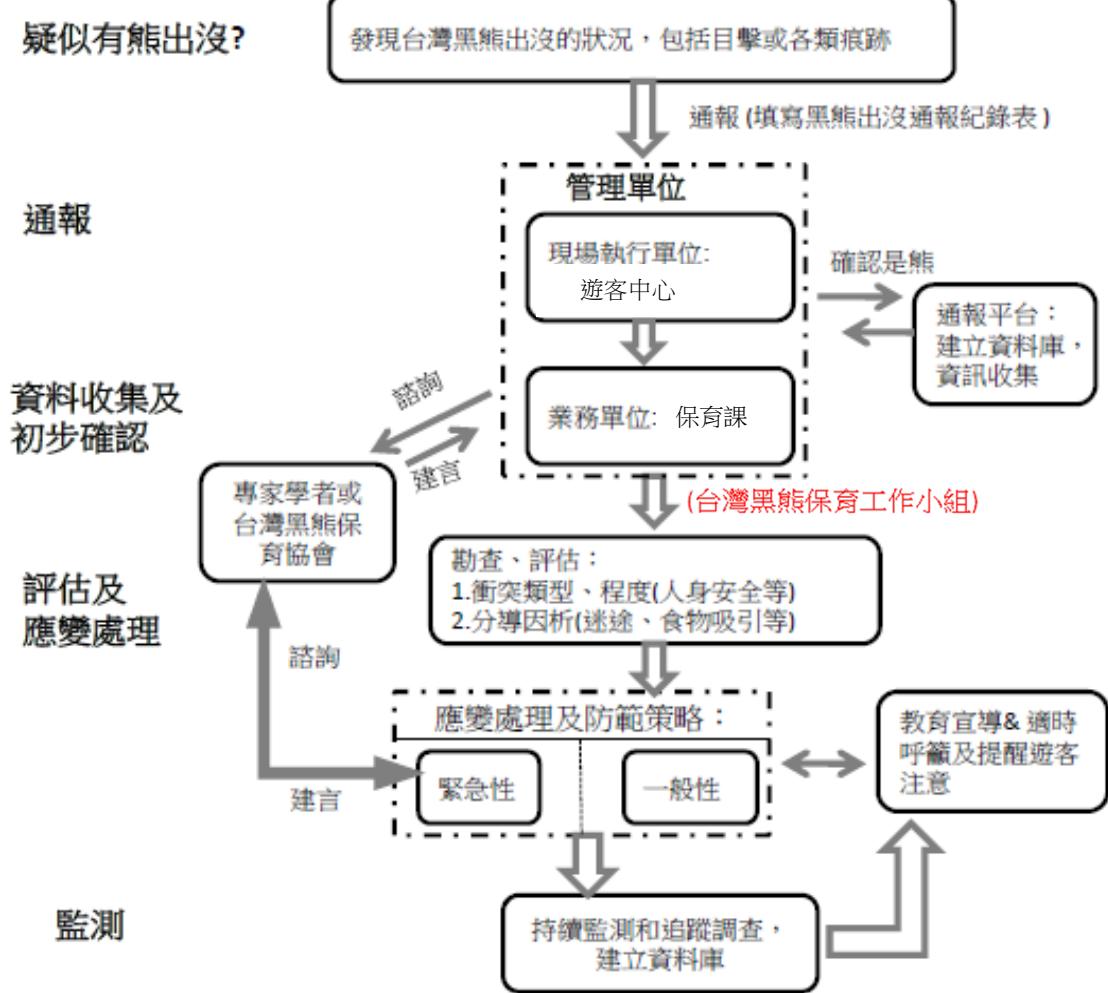


圖 16、國家公園發現台灣黑熊之簡易通報系統(參考 黃美秀及郭彥仁 2014)。

## 第四章 討論

### 第一節 大分地區青剛櫟結果與台灣黑熊之活動情況

台灣黑熊為台灣食肉目動物中體型最大之一物種，雖然在分類上歸屬於食肉目，但台灣黑熊卻以植物為主食(80%以上)(Hwang et al. 2002)。此覓食策略因食物的養分含量及表面消化率(apparent digestibility)外，與食物的可獲得性相關，故如同其他多數的熊類為機會主義覓食者(黃美秀等 2012b)。野生台灣黑熊所攝食之植物性食物來源具多樣性：殼斗科(Fagaceae)、樟科(Lauraceae)、胡桃科(Juglandaceae)、薔薇科(Rosaceae)、柿樹科(Ebenaceae)、忍冬科(Carifoliaceae)、杜英科(Elaeocarpaceae)、大戟科(Euphorbiaceae)、西番蓮科(Passifloraceae)、天南星科(Araceae)等 70 種植物(附錄二)。

台灣黑熊普遍利用殼斗科(Fagaceae)果實(出現頻度  $FO=96.25\%$ 、相對重要性  $RV=95.61\%$ )(黃美秀等 2013)。殼斗科植物構成台灣中海拔主要之林帶，依台灣植物誌(Flora of Taiwan)，台灣殼斗科植物共 59 種，分為 8 屬，分別為栗屬(*Castanea*)、水青岡屬或山毛櫟屬(*Fagus*)、栲屬或苦櫟屬(*Castanopsis*)、椆屬(*Cyclobalanopsis*)、石櫟屬(*Lithocarpus*)、櫟屬(*Limlia*)、柯屬(*Pasania*)、櫟屬(*Quercus*) (Liao 1996)，扣除部分引進種和變異種，原生的殼斗科植物則共 7 屬，40 餘種。過往曾記錄到被台灣黑熊攝食的殼斗科植物為 13 種(附錄二)，且依野外的觀察發現，青剛櫟是最常被取食的樹種(出現頻度  $FO=96.2\%$ 、相對重要性  $RV=95.5\%$ )(黃美秀等 2013)。這除了黑熊對青剛櫟之可能偏好選擇性之外，可能也與其廣泛分布於海平面至中低海拔山區(柳梧 1968)，具易獲得性有關。

玉山國家公園大分地區具得天獨厚的地理、氣候環境，擁有一片以青剛櫟為優勢族群的森林，每年於秋冬季大量結果時，便會吸引台灣黑熊前往享受一場堅果饗宴(Hwang et al. 2010)。過去於此區域長期野外調查發現，青剛櫟結果量的變動對於台灣黑熊的活動有決定性的影響，不同種類的殼斗科櫟實於秋冬季的結果量有逐年波動的現象，且黑熊於此季節的食性和活動模式也隨之變動(Hwang 2003，林冠甫 2009)。本研究持續對大分地區進行第九年青剛櫟結實目視估計調查，發現青剛櫟有豐欠年的變化。兩種目視調查法所呈現的結果變動趨勢趨於一致(圖 4)。由九年資料初步推測結果週期為 3-4 年，但由於可能影響植物物候及結果的因素眾多，還需憑藉長期的資料累積及監測，以及針對變因探討之試驗設計方能更明確掌握。

櫟樹在森林中的空間上的組成和數量變異，以及時間上的變化，即季節性結果與不同年度果實產量的差異，皆會產生食物資源的可得性和豐富度之變動，進而影響野

生動物群落的組成(Koenig and Knops 2005, McShea et al. 2007)和族群動態 (Wentworth et al. 1992, Elkinton et al. 1996, McShea 2000, Greenberg and Parresol 2002)。例如，美洲黑熊於秋季會因櫟實的生產，而離開其春、夏季活動的區域，移動並聚集到有豐富櫟實來源的地區(Garshelis and Pelton 1981, Vaughan 2002)。日本的亞洲黑熊在夏季會利用高海拔地區(2,100~2,300 m)，秋季則會下降到中、低海拔地區(1,000~1,500 m)，覓食堅果和尋找冬眠的巢穴(Izumiya and Shiraishi 2004)。

大分地區八年來透過種子陷阱收集落果的情形可知，青剛櫟自 10 月下旬開始有較成熟且大量的青剛櫟果實生產，11 月和 12 月則為果實生物量和動物利用的高峰，且動物的利用可持續至 1 月(圖 5A)。因此，11 月至 12 月為青剛櫟結果主要時期，也是影響對於本區野生動物的關鍵時期（林冠甫 2009）。歷年野外調查結果顯示青剛櫟結果盛產時，如 2008 年、2010 年，會吸引較多的黑熊個體移動到大分的青剛櫟林內覓食青剛櫟果實(表 12，熊痕跡密度 2008 年為 83.4 個/公頃、2010 年為 78.1 個/公頃)。此外，全日的活動程度也會提高，且停留在大分地區的時間也會延長(Hwang 2003, Hwang and Garshelis 2007)。這些狀況皆會導致大分地區於青剛櫟結果季，尤其是豐年，有顯著較高的台灣黑熊相對豐富度。

**表 12、2006-2013 年青剛櫟結果季大分地區台灣黑熊痕跡調查結果**

年	熊痕跡樹(棵)	熊痕跡 單位*	熊爪痕 樹之比例(%)	痕跡密度 (signs/ha)
2006	58	46	4	11.4
2007	84	70	4.6	16.6
2008	423	-	23.4	83.4
2009	26	25	1.3	5.1
2010	396	359	21.3	78.1
2011	187	186	8.7	36.9
2012	108	108	5.4	21.3
2013	58	58	3.2	11.4

\*5m 內所發現之所有新鮮度相同之熊痕跡皆記數為同一單位。

一般大型哺乳動物擁有較廣泛的食性，會因應食物資源的可得性而改變資源利用狀況和食物組成，故食性常呈現出季節性或區域性的差異(Feldhamer et al. 2007)。大型哺乳動物也會改變其移動、活動範圍和空間利用型式，以配合環境中資源的時空變動

性，因而使得動物族群的分布和相對數量產生時間或空間性的變化(Mauritzen et al. 2001, Edwards et al. 2009)。

本研究利用黑熊排遺DNA進行個體鑑別，各年間所鑑定出的個體總數的變化也呈現同樣的趨勢(表6)。依痕跡密度及個體總數來看，兩者於青剛櫟季的年間變化與青剛櫟果實產量的年間調查結果相符，亦與過去捕捉繫放和無線電追蹤的結果一致(Hwang 2003)。若就從大分樣區的局部地景尺度來看，T4歷年來為黑熊活動痕跡較高比例的樣線，推測T4為稜線地形較常被動物利用，及其地理位置位於河流旁，可能為熊往來不同山系稜線的途徑(黃美秀等 2013)。然今(103)年之黑熊活動痕跡比例卻降至1.4%，據調查者野外實際觀察，2013年度此樣線青剛櫟結果狀況不良(Graves' index=1)，可能為台灣黑熊對此區利用率下降之因，而具較高Graves'修正指數(index=2)的T1、T8樣線熊痕跡比例分別為14%、4.3%(表4)，顯示黑熊的活動頻率與局部地區青剛櫟結實量具相關性。

本計畫10月的調查雖為青剛櫟目視調查之結果期，但就黑熊對青剛櫟的利用多於10月底才開始，故在操作型定義上，10月初所採集的黑熊排遺樣本尚未發現黑熊對於青剛櫟之利用。此次調查結果也顯示台灣黑熊於青剛櫟果實尚未成熟時，取食的果實種類較多樣化(6種漿果、3種堅果及植物的根莖部分)，且以漿果類出現頻度為高。台灣黑熊在夏秋的主要食物來源為樟科植物的漿果，漿果結果季雖短但整年由不同植物輪替結果，可能為黑熊取食較穩定的能量來源(Inman and Pelton 1980)，而秋冬季主要提供黑熊覓食的種類為殼斗科(Fagaceae)的堅果，堅果為高脂肪、高能量食物，可提供熊類快速累積脂肪以抵抗秋冬較嚴苛的季節(Eagle and Pelton 1983, Hellgren et al. 1989)。

結合歷年採集的排遺進行食性分析之討論會有所偏差，因樣本主要集中於青剛櫟結果季採集，而多在大分的青剛櫟森林中發現，故大部分排遺內含物為青剛櫟果實，這應該亦與研究者調查活動密度於空間和時間的分布變化有關，導致此資料僅能反映出台灣黑熊於青剛櫟結果季時在大分地區的食性特性，而無法全面性地代表此物種於玉山國家公園全年性的食性。本研究的結果僅能初步作為解釋黑熊食性於季節上的差異性提出假說，若要進一步有效地、充分瞭解野外台灣黑熊的食性，建議黑熊排遺樣本的收集應該增加大分以外的其他地區，以及於非青剛櫟結果季進行，同時可以考量配合其他調查方法如覓食痕跡，或是穩定同位性分析目標物種毛髮(Robbins et al. 2004)，以期完整呈現台灣黑熊的覓食習性。

大分青剛櫟的產量、結果時間會影響來大分的黑熊數量，及熊停留在大分的時間

(Hwang 2003, 林冠甫 2009)。但熊類活動範圍較大、移動距離較長，同時可能受到大尺度地景下的食物資源狀況所影響(Carlock et al. 1993, Ryan et al. 2004)。由於目前我們對黑熊的其他食物資源的監測資料仍十分匱乏，故若逢大分青剛櫟欠年或整個區域性食物資源短缺時，則恐缺乏相關資訊而無法地及時提出有效應變和管理方法。對於目前台灣黑熊這樣的小族群，任何的非自然個體死亡對於整個族群延續性上都是相當大的考驗(林容安 2012)。持續地建立殼斗科果實及其他重要食物資源(如樟科)的監測系統，以及大尺度和區域性食物資源和棲地特色的釐清，對於黑熊的行為模式、族群及棲地經營管理是相當重要的(Oka et al. 2004, Ryan et al. 2007, Koike 2010, Ngoprasert et al. 2011, Kozakai et al. 2013)。

## 第二節 玉山國家公園台灣黑熊族群遺傳學

在五年(2009-2013 年)的青剛櫟結果季中，大分地區黑熊個體性別鑑定雄/雌比例為 1.96，偏離美洲黑熊一般野外族群的 1:1 (Garshelis 2009)。在 2010 與 2011 年，出現於大分地區黑熊個體數較多，分別為 35、34 隻，其中的公熊數量皆為母熊的兩倍以上。於 1998-2000 年在大分地區捕捉繫放並追蹤 15 隻台灣黑熊的觀察結果顯示，母熊與尚未未成年的小熊較不會進入青剛櫟結果豐富的地區，或是選擇在較冷僻的時段覓食，以避開成年公熊 (Hwang et al., 2010)。

國外其他地區的研究也顯示，成年公熊有獨佔資源的現象，除了垃圾堆 (Bunnell and Tait, 1981) 之外，橡樹林 (Garshelis and Pelton, 1981)、藍莓叢 (Jonkel and Cowan, 1971; Rogers, 1976) 等熊類偏好的食物地區皆有此現象。過去對於棕熊與美洲黑熊的研究指出，熊類雖然是獨行動物，但在有食物資源(如腐肉、垃圾、鮭魚潮)的情況下，能夠短暫的忍受同類在附近出現並共享資源，而在性別分布上，則以公熊佔多數的情況 (Egbert et al., 1976; Rogers et al., 1976)。Rogers (1976) 與 Beckmann (2003) 等研究者以聚集在垃圾堆周邊的美洲黑熊為目標，調查出沒在垃圾堆附近的黑熊性別，結果發現公熊幾乎為母熊的 2 倍或以上，分別為 85 隻公熊與 41 隻母熊 (Rogers et al., 1976)；35 隻公熊與 6 隻母熊 (Beckmann et al., 2003)。

Beckmann (2003) 等人試圖以理想等級分布模式 (ideal- despotic distribution models) 來解釋此種現象，此模式預測優勢個體會佔據優質（或較大面積）的棲地或資源；反之，非優勢的個體對棲地或資源的選擇，則受限於優勢個體 (Fretwell, 1972)。當熊因食物資源聚集在一起時，儘管彼此之間會因爭奪食物而短暫衝突，但通常會相安無事；而減少紛爭的方法主要是透過位階關係的建立，即具有體型優勢的

成年公熊通常會占有較佳的覓食地點與時段，並將母熊排除在外，母熊則會遠離或躲避公熊集中的覓食地點，因而導致性別隔離（sexual segregation）的情形（Garshelis 2009）。

除了理想等級分布模式，Beckmann 等人（2003）也提出另一種造成取食熱點性別數量不平均的推測，即並非公熊主動佔據資源，驅逐母熊，而是母熊選擇迴避公熊聚集之處。母熊不願靠近有許多公熊出現的地區，可能是為了避免自己或幼熊被攻擊。北極熊與美洲黑熊皆有攻擊並殺害同類的紀錄（Taylor et al., 1985; Tietje et al., 1986; Davis and Harstad, 1996）。帶著幼熊的雌性美洲黑熊也曾被記錄到主動避開成年公熊（Powell et al. 1997）。Egbert（1976）等人觀察棕熊之間的互動發現，帶著幼熊的母棕熊通常會主動避開公熊，顯示母熊可能本身即有選擇主動迴避公熊的傾向。

此外，Rogers (1976) 與 Beckmann et al. (2003) 皆推論雄性偏差播遷(male- biased dispersal)為造成性別數量差異的因素之一。由於公熊比母熊更有長距離移動的能力，活動範圍也較大，所以更容易發現食物豐盛的地區進而佔據資源(Garshelis 2009; Beckmann et al. 2003)。Hwang (2010)等人於 1998-2000 年於大分地區以無線電追蹤台灣黑熊，顯示雌性台灣黑熊的活動範圍為 117 平方公里，公熊的活動範圍可能超過 200 平方公里。大分地區在 2010 與 2011 年青剛櫟季，公熊數量皆為母熊的兩倍以上，此二年相較於 2009 與 2012 年，為青剛櫟結實較豐富的年度，因此可推測大分地區的台灣黑熊之行為，相似於美洲黑熊與棕熊，符合理想等級分布模式。然而，若大分地區值青剛櫟果實生產缺乏的季節，該區資源對黑熊所扮演的角色，恐受外圍其他地區食物資源的豐富度和分布影響。就此，若遇到大分地區的食物資源重要性不如其他地區的季節，我們預期大分地區的黑熊雌雄性別比的偏離程度應該較低。此外，大分地區的季節性重要食物資源的變動明顯，加上熊類普遍的性別區隔的現象，因此我們認為本研究的黑熊性別比雖偏離 1:1，應該屬於該區特有的族群結構動態，而非反映為台灣黑熊於整個玉山國家公園的族群性別比。

本研究利用 8 組微衛星基因座每個基因座的對偶基因數目 ( $k$ ) 為 3-14 個，以 UT1 最少，UT31 最多，平均為 7.75 個。所檢驗 77 頭台灣黑熊個體中的有效對偶基因 ( $N_e$  指在分析族群遺傳親緣時具有影響力的對偶基因數目) 數目，從 1.8 至 8.6 個，也是 UT1 最少，UT31 最多，平均 4.6 個。平均實際對偶基因數高於有效對偶基因數，顯示每個基因座的實際對偶基因數足夠來分析 2009-2012 年大分青剛櫟結果季黑熊族群的遺傳結構。另外，8 組微衛星基因座各基因座的多態信息量(PIC)皆大於 0.25，平均 PIC 值為 0.691，表示各基因座的遺傳訊息多型性適合分析 2009-2012 年大

分青剛櫟結果季遺傳多樣性、台灣黑熊親緣關係與遺傳結構(表 7)。

本研究分析 2009-2013 年大分青剛櫟結果季遺傳多樣性，理論異質度( $H_E$ )除了 UT1 (0.444)、UT4 (0.661) 及 UT25 (0.683) 基因座之理論異質度小於 0.7 之外，其餘微衛星基因座的異質度皆大於 0.7，平均為 0.736。Paetkau (2003)利用 5-7 個基因座調查 21 個熊類族群(包含棕熊、美洲黑熊與懶熊)所得到的遺傳資訊指出，為了避免遺傳資料錯估，遺傳平均理論異質度的範圍最好落在 0.7-0.8 之間，本研究的理論異質度平均介於這個範圍之內，顯示分析方法之適切性。

在北美地區，美洲黑熊的數量為三種熊之冠，其次為棕熊、北極熊。若要從大而連續的族群來看，Paetkau 等人 (1998) 以 8 個微衛星基因座，分別針對不同地區的三種熊族群檢測出的理論異質度，範圍分別為 0.428-0.819、0.265-0.762 與 0.61-0.643。作者指出同一物種的理論異質度範圍正好反映了不同地區遺傳多樣性與遺傳交流程度的差異性。例如居住在科達克島 (Kodiak island)上的棕熊族群，理論異質度只有 0.265；不同地區的北極熊族群平均理論異質度皆略低，但差異不像美洲黑熊和棕熊一般大，顯示北極熊較無被隔離族群的可能；美洲黑熊族群中較多偏高的理論異質度反映出其族群的大小。

若以亞洲黑熊來看，日本不同地區的亞洲黑熊族群，使用 6 組微衛星基因座檢測所得理論異質度為 0.66 (Iwate，本州岩手縣，Saito et al. 2008)、0.702 (Kinki，近畿)和 0.737 (Honshu，本州中部，Ohnishi et al. 2007)。南韓智異山國家公園 (Jirisan National Park)中於 2004 年重新引入的 24 隻分別來自北韓與俄羅斯亞洲黑熊族群，以 16 組微衛星基因座檢測出其理論異質度分別為 0.676 與 0.648。若以被隔離的族群來看，日本四國 (Chugoku) 西部的 3 個黑熊族群，以 6 微衛星基因座檢測出的理論異質度為 0.229-0.311 (Saitoh et al. 2001) 或 0.545-0.630 (Ohnishi et al. 2007)。

將本研究所得出之理論異質度與以上不同地區及熊類族群進行比對，台灣黑熊的理論異質度較接近連續性族群，明顯高於被隔離之族群。另外，大分地區所檢測到觀測異質度 ( $H_o$ )，除 UT3、UT25、UT31 與 UT35 外，均高於理論異質度 ( $H_E$ )，顯示台灣黑熊目前尚維持著合理範圍內的遺傳多樣性。除此之外，FIS 值為近親交配指數，若數值大於 0 則代表有近親交配的可能，數值小於 0 則代表遠親交配的可能，等於或接近 0 時，表示趨向隨機交配的可能。本研究中的各微衛星基因座 FIS 值均接近 0，平均值 (0.0243) 也接近 0，代表玉山國家公園的黑熊族群尚無近親衰退問題。由此也可顯示玉山國家公園大分地區在青剛櫟季所聚集的台灣黑熊仍保有相當的遺傳多樣性。

透過 5 年於大分地區所收集之排遺及遺傳確認黑熊個體後，以 STRUCTURE 軟體分析台灣黑熊之遺傳分群狀況。STRUCTURE 的分群原理為分派法（assignment），將每一個體依基因型與基因型頻率進行分群（assign）歸類，最後以 delta K 最大值為最可能的分群。Delta K 指的是分群的每個分群間遺傳差異，當 delta K 到達高點時，表示在此分群數時，群與群間的遺傳差異最大，因此可以做為分群依據。本研究結果顯示 77 頭個體分成三群時 delta K 值為最大（圖 5）。因此，我們將 2009-2013 年玉山國家公園大分青剛櫟結果季台灣黑熊族群分成 3 群，呈現其族群遺傳結構。

Itoh(2012)與 Straka(2012)等人將日本北海道與喀爾巴阡山脈的棕熊族群以此軟體進行分群檢測，得出之最佳分群數皆小於實際的地理觀測結果。亦即在北海道東部，因天然與人為障礙將此地區劃分為 6 個區塊，而以 STRUCTURE 檢測得出的最佳分群數為 3 群，此分群結果可證實不同區塊的熊之間不受地理限制的影響，進而有基因交流的現象。喀爾巴阡山脈的棕熊族群經 STRUCTURE 檢測分群結果分為東、西 2 群，也與原先地理區隔出的 4 群有所差異。以熊而言，公熊會進行長距離播遷，雌熊則偏向留在原棲地(Garshelis 2009)。從 STRUCTURE 檢測的結果搭配其於地理上的移動與分布情況，即可看出基因交流的模式。因此，遺傳分群結果若能搭配實際地理資訊與遷徙觀測結果，將能更能解釋遺傳分群意義。

### 第三節 高山型國家公園之台灣黑熊族群概況

對於族群數量稀少，生性隱蔽的物種而言，痕跡調查法是一種相對較為便宜有效率的監測方法，故成為許多熊類研究利用來證實熊分布有無的簡便方法(Clevenger and Purroy, 1996; Cuesta et al., 2003; Augeri, 2005; Rios-Uzeda et al., 2006; Karamanlidis et al., 2007; Liu et al., 2009)。為了解台灣黑熊於全島的分布情況，本研究團隊於 2006-2008 年進行全島沿線痕跡調查，結果顯示北台灣樣區(丹大保護區以北，10 個樣區)僅發現 11 筆熊痕跡，而南台灣樣區(玉山國家公園以南至內本鹿樣區，5 個樣區)則佔了整體痕跡的 91%(n=236)，顯示玉山國家公園以南，至內本鹿此區塊是持續地有黑熊在活動（黃美秀等 2010）。先前研究顯示，台灣三個高山型國家公園熊痕跡頻度(單位面積的有熊記錄)為玉山國家公園  $0.396 \text{ 筆}/\text{km}^2$ 、雪霸  $0.074 \text{ 筆}/\text{km}^2$  及太魯閣  $0.032 \text{ 筆}/\text{km}^2$  (黃美秀等 2010b)，顯示出玉山國家公園的黑熊豐富度是較其他兩個國家公園來得高很多(分別為 5.4 倍和 12.4 倍)，而本研究之穿越線調查結果也以玉山國家公園之熊痕跡比例最高 (61.5%)、其次為雪霸國家公園 (12.2%, n=41)，而太魯閣國家公園之熊痕跡比例最低(2.2%、 n=46)，再次與先前之研究互相印證。王穎等(2013)所做

台灣水鹿跨域整合研究計畫中，於太魯閣國家公園的南湖山區、陶塞溪流域與托博闊溪流域及玉山國家公園的楠溪林道架設數位相機，結果僅在楠溪林道於 33,168 的工作時數下拍攝到一張台灣黑熊的照片(OI=0.03)，而太魯閣的三個地區皆沒有台灣黑熊的紀錄(附錄八)。此低密度、出現頻度之現象值得關切。此現象雖可能受熊的生活習性及環境資源影響，但考量國家公園植被良好、環境合適的條件下，人為因素應該是最為關鍵的，推測台灣目前黑熊的族群密度可能處偏低的狀況。

狩獵對於熊類棲地利用的程度及行為反應有明顯影響(Laurance et al. 2006, Reynolds-Hogland and Mitchell 2007)。在台灣，狩獵亦為目前台灣黑熊族群存續之首要威脅因素(林容安 2013)。太魯閣國家公園的熊痕跡如此低密度的原因，除了黑熊本身族群密度可能十分低之外，初步推測可能亦與調查樣區人為活動頻繁有關係。例如，清水山區和塔山地區附近便有部落，而祖輪-朝敦山區蓮花池區域以前為榮民種植果樹等人為活動影響，熊較不敢靠近；另梅園竹村因前人之開發植被多為果樹及竹林(黃美秀等 2012 年研究指出台灣黑熊對竹林的利用度偏低)，雖然居民已遷出，但仍有居民不定期回部落，且有一位泰雅族大哥與 12 隻狗獨居於竹村內。而在竹村附近雞鳴山調查時發現新的狩獵痕跡(獵寮、炊火及水鹿頭骨)，與曾於此區域調查的工作人員求證為去(2013)年九月後的人為活動。在波浪山腳的波浪湖畔發現時間較久遠但大型的人為活動，推測因水資源而成為動物們喜好活動之區域，故也成為狩獵的最佳場所。而雪霸國家公園境內的南坑山-百志興保山樣區發現狩獵及牛樟盜伐事件，推測可能也是熊活動偏低的影響因子之一。

#### 第四節 建構國家公園台灣黑熊族群動態之長期監測系統及強化研究培力

從本計畫舉辦的調查工作坊中參與學員的問卷回應來看，接近三人之一的比例同意其轄區內台灣黑熊的族群量算穩定，甚至有 12%(3 人)覺得台灣黑熊的數量有增加的趨勢，雖然在保育體系人員認知與 10 年前族群狀況相較較為樂觀，但有接近半數(48%)的受訪者認為台灣黑熊的數量仍屬於「有，但是稀少」，此與本團隊長期調查的結果大致相符。對於以保育為目標所設立的國家公園，內部員工對其轄區的環境是否適合黑熊生存都抱持著正面態度(48% 著受訪者覺得『很好』)，也間接肯定國家公園對於其轄區內環境的保持及維護。

相較於林務局的類似調查結果(黃美秀等 2008a)，對於其轄區內黑熊面臨的威脅因子之重要性而言，二者於排序上略有不同，本研究受訪對象所選取的順序為非法狩獵(100%、平均計分 2.4)、棲息地減少或破壞(84%、平均計分 2.3)、遊憩干擾(53%、

平均計分 1.3)，而林務局的工作人員所選取的順序為非法狩獵(78%、平均計分 2.3)、棲息地減少或破壞(69%、平均計分 2.4)、道路開發(60%、平均計分 1.9)。由此結果顯示兩個單位的相關人員都認為非法狩獵及棲息地破壞兩項因子是影響黑熊族群的重要因子(平均計分都高於 2)。因為本次研究方受訪的對象人數偏少，可能會有取樣上的誤差存在，故無法肯定的就此下定論，兩個單位因為設立目標不同是否導致處於其下的工作人員對黑熊的威脅因子產生不同的認知，可能有待之後更進一步擴大取樣進行更縝密的統計分析才可得知。



附錄一、大分沿途及永久樣區之植物結實調查與熊痕跡調查詳細列表。

---

**大分沿途(登山口-瓦拉米-抱崖-大分)**

**熊窩**

1. 座標：266649,2583603，1357 m。  
位於棧道之前的芒草叢，於懸崖外側處。沒有鳥巢完整形狀，免強可以稱得上有 1/2 圈，芒草折了兩個方向，巢中心檢到 5 根熊毛。芒草仍新鮮翠綠，為近期新的痕跡(圖 1)。
2. 座標：262564,2582109，1764 m。  
位於 8 號橋過石洞之後轉彎處，步道下方 2 公尺。芒草壓折，扁平，芒草乾枯較舊且巢形非碗形。100X80 公分。巢上有 4 大堆都是白鼻心山琵琶種子的排遺，手掌大，新舊不一(圖 2)。

圖 1



圖 2



**排遺**

1. 座標：264905,2582877，1709 m。  
石洞駐在所前崖壁旁的小稜，於鬼櫟附近發現 5 塚排遺(圖 3)，有的略發霉，1-2 周，有的於一周內，仍呈橄欖綠。一塚中有山蘋果，碎裂不成圓柱成條狀，分析後僅鬼 BS2 為母熊糞便，其餘皆為公熊糞便。
2. 座標：264776,2583150，1705 m。  
位於十里駐在所前，於步道上方 1 公尺，約 2 周之久，略發霉色深(圖 4)。

圖 3



圖 4



附錄一(續)、大分沿途及永久樣區之植物結實調查與熊痕跡調查詳細列表。

### 蜂巢

座標：264340,2582376，海拔 1718 m。

位於步道上方，離地約 4 公尺的紅檜枯立木上(圖 5)，直徑約 50 公分，樹幹傾斜 30 度，蜂巢洞口離地約 3 公尺，洞口被熊啃咬，約 20 公分。

圖 5



### 爪痕

1. 座標：269701,2581420，海拔 922 m。 圖 6

瓦拉米至登山口步道上的山麻黃上具熊爪痕(圖 6)。

2. 抱崖至大分下切大分古道後，溪床旁發  
現台灣肉桂的落枝及樹上有爪痕。

圖 6



### 折枝

1. 座標：24582,2582705，1670 m。

石洞駐在所前崖壁旁的小稜，鬼櫟樹下  
折枝仍綠(圖 7)，腳印多處，在旁 3 公尺  
處一顆一個人可抱的樹基下休息，地面  
凹陷有熊毛，地鬆軟。

圖 7



2. 座標：264905,2582877，1709 m。

鬼櫟折枝-1 附近，樹上具爪痕。

3. 座標：264776,2583150，1705 m。位於  
十里駐在所前，步道上見 2 處鬼櫟折枝。

### 大分地區

#### 排遺

1. 座標：259362,2586150，1232 m。

T7 樣線內，呂宋莢蒾排遺 2 堆(新鮮度差不  
多)，相隔 3 公尺(圖 8)。

圖 8



2. 座標：258653,2586781，1547 m。

T8 Gagadu 樣線內，內容物為山琵琶的公熊  
排遺，大小如手掌，內多果皮及肉，種子  
少僅發現一顆，外褐內橄欖色，有水果發  
酵味，約一星期(圖 9)。

3. 座標：259266,2585868，1277 m。

T6 樣線內，腳拇指粗細大小，很新鮮閃閃  
發亮，蒼蠅剛產完卵。排遺內全是由台灣肉  
桂，內夾雜 1~2 顆綠色果實(圖 10)。

## 附錄一(續)、大分沿途及永久樣區之植物結實調查與熊痕跡調查詳細列表。

圖 9



圖 10



圖 11



圖 12

**蜂巢**

座標：259266,2585868，海拔 1277 m  
T6 樣線內步道下邊坡有 20 公分寬的洞(圖 12)，內原為蜂巢，已經被熊扒掉剩下幾片巢殼屑，洞深約 30 公分，裏頭還有幾隻胡蜂重新築巢，但蜂窩不及半個拳頭大小。痕跡很新大約兩三天前。

附錄一(續)、大分沿途及永久樣區之植物結實調查與熊痕跡調查詳細列表。

### 折枝

1. 山屋附近彈藥庫旁朴樹有新折枝與爪痕，樹冠折枝嚴重(圖 13)。
2. T6 樣線內之前被熊上樹折枝之呂宋莢蒾，今年又有折枝。折枝有一個人高度、樹幹粗如手臂。
3. T7 樣線內朴樹折枝上仍有紅色小果，盡頭有台灣肉桂折枝(一個月內及 2 周內)。
4. T7 樣線樣線盡頭呂宋莢蒾有被熊咬斷、折斷的折枝，直徑約 1 公分(圖 14)。
5. Gagadu 大房子後台灣蘋果之熊折枝。

圖 13



圖 14



### 爪痕

1. T4 樣線稜線上的台灣肉桂有熊上樹痕跡但無折枝。
2. Gagadu 水池台灣蘋果之熊爪痕，但無折枝(圖 15)。

圖 15



## 附錄二、台灣黑熊野外食物列表。

種類	中文名	學名	方法 <sup>a</sup>
堅果類	青剛櫟	<i>Cyclobalanopsis glauca</i>	SFI
	鬼櫟	<i>Lithocarpus castanopsisifolius</i>	SFI
	子彈石櫟	<i>Pasania glabra</i>	I
	長尾尖葉櫈	<i>Castanopsis carlesii</i>	I
	狹葉櫟	<i>Quercus stenophylloides</i>	SFI
	赤柯	<i>Quercus morii</i>	I
	太魯閣櫟	<i>Quercus tatakaensis</i>	SFI
	野核桃	<i>Juglans cathayensis</i>	SFI
	錐果櫟	<i>Cyclobalanopsis longinuix</i>	FI
	銳葉高山櫟	<i>Quercus tatakaensis Tomiya</i>	F
	杏葉石櫟	<i>Lithocarpus amygdalifolius</i>	F
	大葉石櫟	<i>Lithocarpus kawakamii</i>	F
	森氏櫟	<i>Cyclobalanopsis morii</i>	F
	三斗石櫟	<i>Lithocarpus hancei</i>	F
	台灣胡桃	<i>Eriobotrya deflexa</i>	SFI
	楨楠屬	<i>Machilus spp.</i>	SFI
漿果類	台灣蘋果	<i>Malus formosana</i>	SFI
	台灣肉桂	<i>Cinnamomum osmophloeum</i>	SFI
	蘭嶼姑婆芋	<i>Alocasia macrorrhizos</i>	I
	俄氏柿	<i>Diospyros oldhamii</i>	FIS
	西番蓮	<i>Passiflora edulis</i>	I
	山櫻花樹	<i>Prunus campanulata</i>	SFI
	硬齒獮猴桃	<i>Actinidia callosa</i>	I
	呂宋莢蒾	<i>Viburnum luzonicum</i>	SFI
	山紅柿	<i>Diospyros sasakii</i>	I
	木薑子屬	<i>Litsea spp.</i>	SFI
	長葉木僵子	<i>Litsae acuminata</i>	F
	香楠	<i>Machilus zuihensis</i>	F
	霧社楨楠	<i>Machilus mushaensis Lu</i>	F
	豬腳楠	<i>Machilus thunbergii</i>	F
	瓊楠	<i>Beilschmiedia erythrophloia</i>	F
	薯豆*	<i>Elaeocarpus kobanmochi Koidz</i>	SF
	細葉饅頭果	<i>Glochidion rubrum Blume</i>	F
	木荷	<i>Schima noronhae</i>	F
	山枇杷*	<i>Eriobotrya deflexa</i>	SF
	砂糖椰子	<i>Arenga pinnata</i>	I
	閉鞘薑(絹毛鳶尾)	<i>Alpinia speciosa</i>	I

<sup>a</sup>. S 為排遺分析；F 為覓食痕跡，如樹上折枝、爪痕；I 為訪談。文獻資料來源：Hwang ea al 2003，黃美秀等 2008，黃美秀等 2010。

\*為本計畫排遺分析之新紀錄種。

## 附錄二(續)、台灣黑熊野外食物列表。

種類	中文名	學名	方法 <sup>a</sup>
漿果類			
	台灣雅楠	<i>Phoebe formosana</i>	FI
	鄧氏胡頹子	<i>Elaeagnus thunbergii</i>	I
	茄苳	<i>Bischofia trifoliata</i>	I
	野芒果	<i>Mangifera indica</i>	I
	白珠樹	<i>Gaultheria cumingiana</i>	I
	懸鈎子	<i>Rubus spp.</i>	I
	薔薇屬	<i>Rosa spp.</i>	I
	五掌楠	<i>Neolitsea konishii</i>	I
	薜荔	<i>Ficus pumila</i>	I
	桑樹	<i>Morus acidosa</i>	I
	巒大越橘	<i>Vaccinium donianum</i>	F
	無患子	<i>Sapindus mukorossi</i>	F
	朴樹	<i>Celtis sinensis</i>	S
	密花白飯樹	<i>Securinega virosa</i>	S
	高山莢蒾	<i>Viburnum propinquum</i>	S
	山欖	<i>Planchonella obovata</i>	S
其他植物			
	咬人貓	<i>Urtica thunbergiana</i>	I
	玉山箭竹	<i>Yushania niitakayamensis</i>	I
	五節芒	<i>Misanthus floridulus</i>	I
	台灣青芋	<i>Colocasia formosana</i>	I
	大葛藤	<i>Pueraria lobata</i>	I
	腎厥	<i>Nephrolepis auriculata</i>	I
	蘭科	<i>Orchidaceae</i>	I
	台灣芭蕉	<i>Musa formosana</i>	I
	厥類	<i>Pteridophyta spp.</i>	I
	山蘇	<i>Asplenium nidus</i>	I
	大屯尖葉槭	<i>Acer insulare</i>	F
	台灣赤楊	<i>Alnus formosana</i>	F
	台灣杉	<i>Taiwania cryptomerioides</i>	F
	山黃麻	<i>Trema orientalis</i>	F
	川上氏槭	<i>Acer morrisonense</i>	F
	紅檜	<i>Chamaecyparis formosensis</i>	F
	柳杉	<i>Cryptomeria japonica</i>	F
	毛茛屬	<i>Ranunculaceae spp</i>	S

<sup>a</sup>S 為排遺分析；F 為覓食痕跡，如樹上折枝、爪痕；I 為訪談。文獻資料來源：Hwang ea al 2003，黃美秀等 2008，黃美秀等 2010。

\*為本計畫排遺分析之新紀錄種。

附錄三、本年度調查樣區和樣帶的自然環境及人為因素狀況<sup>a</sup>。

調查區域 (國家公園)	樣區	500 m 樣帶	海拔 (m)	地形	坡度	道路 類型	道路 使用	林下底 層遮蔽	鬱密 度	植被 類型	狩獵 記錄	人為活 動類型
玉山	楠溪林道	YP2-1	2314	2	21	C	C	1	5	1A	1	4
		YP2-2	1739	1	1	C	C	1	5	1B	1	4
		YP2-3	1704	1	2	C	C	1	5	1B	1	4
		YP2-4	1929	2	1	C	C	1	5	1B	1	4
		YP2-5	2277	1	2	C	C	1	5	1A	1	4
太魯閣	托博闊社	TK5-1	2353	2	1	B	C	1	5	1A	1	4
		TK5-2	2200	1	1	C	C	1	5	1A	1	4
		TK5-3	1821	1	2	C	C	1	5	1A	1	4
		TK5-4	1957	2	2	C	C	4	4	1A	1	4
		TK5-5	1760	2	2	C	C	4	5	1A	1	4
		TK5-6	2008	1	3	C	C	4	5	1A	1	4
		TK5-7	1777	1	1	C	C	1	5	1A	1	4
		TK5-8	1888	1	3	C	C	2	5	1A	1	4
無明山東稜	無明山東稜	TK6-1	1574	1	1	C	C	1	4	1B	1	4
		TK6-2	1841	1	1	C	C	1	5	1B	1	4
		TK6-3	2274	1	1	C	C	1	5	1B	1	4
		TK6-4	2290	1	1	C	C	1	4	1A	1	4
		TK6-5	2069	1	1	C	C	1	5	1B	1	4
		TK6-6	1833	1	1	C	C	2	4	1B	1	4
		TK6-7	1693	1	1	C	C	1	4	1B	1	4
大濁水南溪	大濁水南溪	TK7-1	1131	2	1	C	C	2	2	3B	2	4
		TK7-2	1425	1	1	C	B	1	3	3B	2	1
		TK7-3	1660	1	1	C	C	1	5	1B	2	4

<sup>a</sup> 地形：1.稜線(50m 以內)、2.坡面、3.谷地。坡度：1. $\leq 10^\circ$ 、2. $10^\circ - 30^\circ$ 、3. $30^\circ - 50^\circ$ 、4. $50^\circ - 70^\circ$ 、5. $> 70^\circ$ 。道路類型：A 林道、產業道路,B 登山步道,C 無路徑,D 獵徑。道路使用：A 四輪車,B 摩托車,C 僅步行。林下遮蔽與鬱密度：1. $\leq 20\%$ 、2. $21\% - 40\%$ 、3. $41\% - 60\%$ 、4. $61\% - 80\%$ 、5. $\geq 81\%$ 。植被：1.原始林、2.人造林、3.次生林 & A.針闊葉混生林、B.闊葉林、C.針葉林、D.草生地、E.裸岩等。狩獵紀錄：1.沒發現, 2.前期(半年以上)活動, 3.最近活動<半年。人活動類型：1.登山、2.施工、3.研究、4.無發現。

附錄三(續)、本年度之新增樣區之調查樣帶的自然環境及人為因素狀況<sup>a</sup>。

調查區域 (國家公園)	樣區	500 m 樣帶	海拔 (m)	地形	坡度	道路 類型	道路 使用	林下底 層遮蔽	鬱密 度	植被 類型	狩獵 記錄	人為活 動類型
太魯閣	大濁水南溪	TK7-4	1479	1	1	C	C	1	5	1B	1	4
		TK7-5	1925	1	1	C	C	1	5	1B	2	4
		TK7-6	2196	1	1	B	C	1	5	1A	1	4
		TK7-7	2259	1	1	C	C	1	5	1A	1	4
		TK7-8	2206	1	1	C	C	1	5	1A	1	4
		TK7-9	3368	2	2	C	C	3	3	1C	1	4
		TK7-10	2493	3	2	C	C	1	5	1A	1	4
雪霸	大小劍山區 (志佳陽大山)	SP2-8	1850	1	2	C	C	2	4	1A	1	4
		SP2-9	1972	1	2	C	C	2	5	1A	1	4
南坑山-百志興保山	匹亞桑溪流域 (宇羅尾山)	SP4-5	1776	1	1	C	C	1	5	1A	1	4
		SP4-6	1559	3	3	C	C	3	5	1A	1	4
	南坑山-百志興保山	SP6-1	2274	1	1	B	C	1	5	1A	3	4
		SP6-2	2111	1	1	B	C	1	5	2A	1	4
		SP6-3	1957	1	1	C	C	2	5	1A	1	4
		SP6-4	1849	1	1	B	C	5	5	1A	1	4
		SP6-5	1861	2	2	C	C	1	5	1B	1	4

<sup>a</sup> 地形：1.稜線(50m 以內)、2.坡面、3.谷地。坡度：1. $<=10^\circ$ 、2. $10^\circ - 30^\circ$ 、3. $30^\circ - 50^\circ$ 、4. $50^\circ - 70^\circ$ 、5. $>70^\circ$ 。道路類型：A 林道、產業道路,B 登山步道,C 無路徑,D 獵徑。道路使用：A 四輪車,B 摩托車,C 僅步行。林下遮蔽與鬱密度：1. $<=20\%$ 、2. $21\% - 40\%$ 、3. $41\% - 60\%$ 、4. $61\% - 80\%$ 、5. $>81\%$ 。植被：1.原始林、2.人造林、3.次生林 & A.針闊葉混生林、B.闊葉林、C.針葉林、D.草生地、E.裸岩等。狩獵紀錄：1.沒發現, 2.前期(半年以上)活動, 3.最近活動<半年。人活動類型：1.登山、2.施工、3.研究、4.無發現。

附錄四、玉山、太魯閣及雪霸三個高山型國家公園調查樣帶發現黑熊及四種偶蹄目動物痕跡之豐富度狀況。在一調查樣帶上，每隔100 m 記錄該次樣帶內及其附近各種動物痕跡之有無情況，有為 1，無則 0，故 500 m 樣帶累計總積分為 0-5 不等，代表該物種豐富度指數。

調查區域 (國家公園)	樣區	500 m 樣帶	整體偶蹄目				熊
			羌	羊	豬	鹿	
玉山	佳心-抱崖山區	YP1-1	4	0	3	5	2
		YP1-2	1	1	5	4	2
		YP1-3	1	0	2	5	2
		YP1-4	0	4	3	4	2
		YP1-5	2	5	1	5	2.6±1.9
		YP1-6	0	0	3	5	3
		YP1-7	5	1	0	4	0
	楠溪林道	YP2-1	5	0	2	5	3
		YP2-1	4	3	1	4	1
		YP2-2	5	3	0	4	0
太魯閣	祖輪-朝敦山區	YP2-3	5	3	0	5	3.4±1.7
		YP2-4	4	4	1	5	0
		YP2-5	5	2	5	5	0
		TK1-1	4	2	0	0	1.9±1.7
		TK1-2	4	4	0	0	0
	清水山區	TK1-3	2	4	2	0	0
		TK1-4	3	4	1	0	0
		TK2-1	3	3	0	0	2.3±2.4
		TK2-2	5	5	0	0	0
		TK2-3	4	5	0	0	0
		TK2-4	5	5	0	0	0
		TK2-5	5	5	0	0	0

附錄四(續)、玉山、太魯閣及雪霸三個高山型國家公園調查樣帶發現黑熊及四種偶蹄目動物痕跡之豐富度狀況。在一調查樣帶上，每隔 100 m 記錄該次樣帶內及其附近各種動物痕跡之有無情況，有為 1，無則 0，故 500 m 樣帶累計總積分為 0-5 不等，代表該物種豐富度指數。

調查區域 (國家公園)	樣區	500 m 樣帶	整體偶蹄目					
			羌	羊	豬	鹿	豐富度 mean±SD)	熊
太魯閣	塔山山區	TK3-1	0	4	0	0		0
		TK3-2	5	4	0	0		0
		TK3-3	5	5	0	0	2.2±2.3	0
		TK3-4	5	5	0	0		0
		TK3-5	4	4	2	0		0
	耳無溪流域	TK4-1	5	2	4	5		0
		TK4-2	5	0	4	5		0
		TK4-3	1	0	0	0		0
		TK4-4	0	0	0	0	1.7±1.8	0
		TK4-5	1	1	3	3		0
托博闊社	托博闊社	TK4-6	1	1	1	3		0
		TK4-7	1	1	0	0		0
		TK5-1	3	2	2	0		0
		TK5-2	3	4	0	2		0
		TK5-3	5	3	0	2		0
		TK5-4	4	1	1	5		0
		TK5-5	3	5	1	3	2.5±1.7	1
		TK5-6	4	5	0	0		0
		TK5-7	3	4	1	4		0
		TK5-8	4	5	0	2		0

附錄四(續)、玉山、太魯閣及雪霸三個高山型國家公園調查樣帶發現黑熊及四種偶蹄目動物痕跡之豐富度狀況。在一調查樣帶上，每隔 100 m 記錄該次樣帶內及其附近各種動物痕跡之有無情況，有為 1，無則 0，故 500 m 樣帶累計總積分為 0-5 不等，代表該物種豐富度指數。

調查區域 (國家公園)	樣區	500 m 樣帶	整體偶蹄目				
			羌	羊	豬	鹿	豐富度 mean±SD)
太魯閣	無明山東稜	TK6-1	3	5	1	4	0
		TK6-2	5	0	0	3	0
		TK6-3	5	4	4	1	0
		TK6-4	3	5	3	0	0
		TK6-5	5	2	4	0	$2.5\pm1.9$ 0
		TK6-6	3	4	0	0	0
		TK6-7	3	1	1	0	0
	大濁水南溪	TK7-1	4	4	2	4	0
		TK7-2	5	3	0	5	0
		TK7-3	3	5	2	5	0
		TK7-4	4	4	0	5	0
		TK7-5	4	4	2	3	$3.4\pm1.6$ 0
		TK7-6	4	4	1	5	0
		TK7-7	4	4	2	5	0
雪霸	北坑溪-佳仁山區	TK7-8	4	4	2	5	0
		TK7-9	1	5	0	5	0
		TK7-10	5	4	0	3	1
		SP1-1	5	3	0	0	0
		SP1-2	1	0	0	0	0
		SP1-3	1	0	0	0	$1.2\pm1.9$ 1
		SP1-4	4	2	0	0	0

附錄四(續)、玉山、太魯閣及雪霸三個高山型國家公園調查樣帶發現黑熊及四種偶蹄目動物痕跡之豐富度狀況。在一調查樣帶上，每隔 100 m 記錄該次樣帶內及其附近各種動物痕跡之有無情況，有為 1，無則 0，故 500 m 樣帶累計總積分為 0-5 不等，代表該物種豐富度指數。

調查區域 (國家公園)	樣區	500 m 樣帶	整體偶蹄目					
			羌	羊	豬	鹿	豐富度 mean±SD)	熊
雪霸	北坑溪-佳仁山區	SP1-5	5	0	0	0		0
		SP1-7	4	0	0	0		0
		SP1-8	5	0	1	0	1.2±1.9	0
		SP1-9	5	2	0	0		0
	大小劍山區	SP2-1	4	0	5	0		0
		SP2-2	5	0	5	0		1
		SP2-3	5	4	1	0		0
		SP2-4	0	2	0	0		0
		SP2-5	0	1	0	0	1.8±2.0	0
大霸四秀山區	大霸四秀山區	SP2-7	3	0	5	0		
		SP2-8	2	1	3	0		0
		SP2-9	3	5	2	0		0
		SP3-1	3	2	0	0	0.83±1.4	0
		SP3-2	0	0	0	0		0
		SP3-3	1	4	0	0		0
		SP3-4	0	5	0	4		0
		SP3-5	0	2	0	0		0
		SP3-6	0	0	0	1		0
		SP3-7	2	1	1	0		0
		SP3-8	0	0	0	0		0
		SP3-9	1	5	0	0		0
		SP3-10	1	0	0	0		0

附錄四(續)、玉山、太魯閣及雪霸三個高山型國家公園調查樣帶發現黑熊及四種偶蹄目動物痕跡之豐富度狀況。在一調查樣帶上，每隔 100 m 記錄該次樣帶內及其附近各種動物痕跡之有無情況，有為 1，無則 0，故 500 m 樣帶累計總積分為 0-5 不等，代表該物種豐富度指數。

調查區域 (國家公園)	樣區	500 m 樣帶	羌	羊	豬	鹿	整體偶蹄目 豐富度 (mean±SD)	熊
雪霸	匹亞桑溪流域	SP4-1	3	5	0	0		0
		SP4-2	0	1	0	0		0
		SP4-3	1	1	0	0		3
		SP4-4	1	0	1	0	0.8±1.3	1
		SP4-5	0	0	3	0		0
		SP4-6	2	1	1	0		0
	無名-老松山區	SP5-1	3	3	0	0		0
		SP5-2	3	0	2	0	0.94±1.2	0
		SP5-3	2	1	0	0		0
		SP5-4	1	0	0	0		0
雪霸	南坑山-百志興保山	SP6-1	4	4	0	0		0
		SP6-2	5	4	0	0	2.1±22	1
		SP6-3	5	4	0	0		0
		SP6-4	4	0	0	0		0
		SP6-5	5	5	2	0		0

附錄五、三個高山型國家公園各樣區環境照。

1. 玉山國家公園楠溪林道



2. 太魯閣國家公園托博闊社

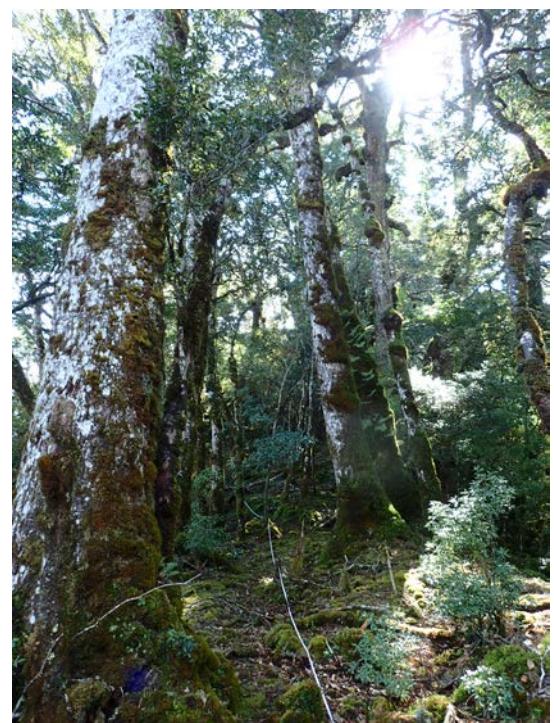


附錄五(續)、三個高山型國家公園各樣區環境照。

3. 太魯閣國家公園無明山東稜



4. 太魯閣國家公園大濁水南溪



附錄五(續)、三個高山型國家公園各樣區環境照。

5. 雪霸國家公園南坑山-百志興保山



6. 雪霸國家公園大小劍山區(志佳陽大山)環境照



附錄五(續)、三個高山型國家公園各樣區環境照。

7. 雪霸國家公園匹亞桑溪流域(宇羅尾山)



附錄六、雪霸、玉山、太魯閣國家公園發現之熊痕跡。



圖 1. 雪霸國家公園南坑山-百志興保山樣區發現之熊爪痕。



圖 2. 玉山國家公園南溪林道發現之熊爪痕。



圖 3. 太魯閣國家公園托博闊社發現之熊排遺。

附錄七、三個高山型國家公園於各樣區記錄之人為活動痕跡。



圖 1. 雪霸國家公園南坑山-百志興保山樣區發現之牛樟盜伐。



圖 2. 雪霸國家公園南坑山-百志興保山樣區發現之獵寮痕跡。



圖 3. 雪霸國家公園志佳陽大山山區舊的工寮。



圖 4. 太魯閣國家公園雞鳴山發現之吊子(近期、未使用)。

附錄七(續)、三個高山型國家公園於各樣區記錄之人為活動痕跡。



圖 5. 太魯閣國家公園雞鳴山區域發現的捕獸夾。



圖 6. 太魯閣國家公園陶賽溪流域發現的近期活動之獵寮。



圖 7. 太魯閣國家公園陶賽溪流域發現的獵寮旁的水鹿骨骸



圖 8. 太魯閣國家公園波浪池畔發現的人為活動痕跡(上圖為棉被及酒瓶、下圖為瓦斯爐)

## 附錄八、「國家公園台灣黑熊保育及族群監測研習會」簽到單。

「國家公園台灣黑熊保育及族群監測研習會」  
簽到單

一、時間：103 年 7 月 3 日（星期四）上午 8 時 30 分至下午 4 時 30 分  
 二、地點：玉山國家公園南安遊客中心

單位	職稱	姓名	簽名	學習認證	用餐
里長協會	員工	李凱文	李凱文	公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口
清管處	技士	莊雅群	莊雅群	公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口
黑熊協會	員工	林婉青	林婉青	公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口
飛象	員工	曾惠子	曾惠子	公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口
玉管處	員工	曹靖文	曹靖文	公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口
玉管處	技工	劉朝明	劉朝明	公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口
玉管處	員工	邱創樞	邱創樞	公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口
玉管處	技士	吳沛禪	吳沛禪	公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口
玉管處	員工	吳鴻慈	吳鴻慈	公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口
太管處	技工	高欣	高欣	公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口

單位	職稱	姓名	簽名	學習認證	用餐
花蓮林管處	技工	張	張春樹	公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口
玉山N.P.	解說志工		王淑麗	公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口
玉山N.P.		丁	丁淑雲	公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口
玉山N.P.	下支區		黃文麗	公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口
				公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口
				公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口
				公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口
				公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口
				公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口
				公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口
				公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口
				公務人員終身學習時數認證 □是，身分證字號：_____ □否	葷口

## 附錄八(續)、「國家公園台灣黑熊保育及族群監測研習會」簽到單。

「國家公園台灣黑熊保育及族群監測研習會」  
簽到單

一、時間：103 年 7 月 3 日（星期四）上午 8 時 30 分至下午 4 時 30 分

二、地點：玉山國家公園南安遊客中心

單位	職稱	姓名	簽名	學習認證	用餐
太魯閣	保育志工	李治良	李治良	公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號： <input type="checkbox"/> 否	葷口 素口
太魯閣	保育志工	林麗娟	林麗娟	公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號： <input type="checkbox"/> 否	葷口 素口
太魯閣	保育志工	林麗娟	林麗娟	公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號： <input type="checkbox"/> 否	葷口 素口
云管處	課長	金錦祥	金錦祥	公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號： <input type="checkbox"/> 否	葷口 素口
太魯閣	保育志工	黃文達	黃文達	公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號： <input type="checkbox"/> 否	葷口 素口
玉管處	環保	林明政	林明政	公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號： <input type="checkbox"/> 否	葷口 素口
玉管處	保育志工	高忠善	高忠善	公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號： <input type="checkbox"/> 否	葷口 素口
玉管處	志工	林哲宇	林哲宇	公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號： <input type="checkbox"/> 否	葷口 素口
玉管處	解說員	王俊輝	王俊輝	公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號： <input type="checkbox"/> 否	葷口 素口
黑熊協會	員工	李治誠	李治誠	公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號： <input type="checkbox"/> 否	葷口 素口

單位	職稱	姓名	簽名	學習認證	用餐
太魯閣	技工	楊志	楊志	公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號： <input type="checkbox"/> 否	葷口 素口
		陳雅貞	陳雅貞	公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號： <input type="checkbox"/> 否	葷口 素口
				公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號： <input type="checkbox"/> 否	葷口 素口
				公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號： <input type="checkbox"/> 否	葷口 素口
				公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號： <input type="checkbox"/> 否	葷口 素口
				公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號： <input type="checkbox"/> 否	葷口 素口
				公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號： <input type="checkbox"/> 否	葷口 素口
				公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號： <input type="checkbox"/> 否	葷口 素口
				公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號： <input type="checkbox"/> 否	葷口 素口
				公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號： <input type="checkbox"/> 否	葷口 素口
				公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號： <input type="checkbox"/> 否	葷口 素口

## 附錄八(續)、「國家公園台灣黑熊保育及族群監測研習會」簽到單。

「國家公園台灣黑熊保育及族群監測研習會」  
簽到單

一、時間：103 年 7 月 4 日（星期五）上午 8 時至下午 2 時 30 分

二、地點：玉山國家公園佳心

單位	職稱	姓名	簽名	學習認證	用餐
太魯閣	保育志工		楊櫻桂	公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
太魯閣	技士		高仁文	公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
玉管處	課員		金津士	公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
里能	員		林宛青	公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
協會			李浩誠	公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
	工		李凱云	公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
玉管處	解說員	王伯麟	王政麟	公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
玉管處	技士	林哲宇	林哲宇	公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
玉山 N.P.	解說志工		王淑麗	公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
玉山公園			姚光明	公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input checked="" type="checkbox"/> 否	葷□ 素□

單位	職稱	姓名	簽名	學習認證	用餐
玉管處			曹清致	公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
玉管處	技士		曹清致	公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
				公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
				公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
				公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
				公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
				公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
				公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
				公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
				公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
				公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
				公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□

附錄八(續)、「國家公園台灣黑熊保育及族群監測研習會」簽到單。

「國家公園台灣黑熊保育及族群監測研習會」  
簽到單

一、時間：103 年 7 月 4 日（星期五）上午 8 時至下午 2 時 30 分

二、地點：玉山國家公園佳心

單位	職稱	姓名	簽名	學習認證	用餐
太管處	保育施工		李成宇	公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
八	八		李慶鎮	公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
云管處	課員		鍾幸文	公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
花蓮林管處	技佐		施春鈞	公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
麟林管處	技正		黃志恆	公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
云管處	保育頭		董金華	公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
云管處	員工		沈蕙香	公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
玉管處	員工		邱劍裕	公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
玉管處	技士		吳沛綱	公務人員終身學習時數認證 <input checked="" type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□
				公務人員終身學習時數認證 <input type="checkbox"/> 是，身分證字號：_____ <input type="checkbox"/> 否	葷□ 素□

附錄九、「國家公園台灣黑熊保育及族群監測研習會」之相關活動照片。



圖 1、南安遊客中心會場



圖 2、簽到



圖 3、室內課程實景



圖 4、Q&A

附錄九(續)、「國家公園台灣黑熊保育及族群監測研習會」之相關活動照片。



圖 5、戶外課程講解熊毛陷阱及實做



圖 6、穿越線調查法介紹及實作



圖 7、穿越線調查法實作時發現的熊爪痕



圖 8、自動照相機架設

## 附錄十、台灣黑熊通報系統之「有熊出沒」調查問卷。



## 發現台灣黑熊出沒紀錄表

通報時間	____年____月____日	通報單位/受理者		
觀測人	姓名	電子信箱		
	電話	聯絡地址		
<b>發現台灣黑熊的狀況</b>				
地點	海拔：_____公尺		GPS 座標(67/97 系統): X: _____ Y: _____	
時間	____年____月____日 上/下午____時____分			
環境 (可複選)	□果園或農地；□馬路；□住家附近；□遊憩區（包括山屋附近）；□森林；□溪流或河床；□步道或馬路上；□其他_____			
	植被：□闊葉林；□針闊葉混合林；□針葉林；□草地；□箭竹林；□裸露地；□溪流或河床；□農地；□其他_____			
目擊	個體資訊	個體數	____隻(成熊：____隻，幼熊：____隻)	
		體型	約_____公分 (大或小) <input type="checkbox"/> 不清楚	
		性別	<input type="checkbox"/> 公 <input type="checkbox"/> 母 <input type="checkbox"/> 不清楚	
		移動方向		
		其他特徵		
遭遇時，熊的狀況	□逃跑；□走路；□覓食；□爬樹；□休息；□企圖接近人；□其他_____			
附近可能吸引熊出沒的原因	□垃圾；□動物屍體；□養蜂；□農作物；□自然食物資源；□其他_____			
有人受傷嗎？	□無；□有(____人，受傷程度：_____)			
誤捕	個體資訊	體型	約_____公分； <input type="checkbox"/> 不清楚	
		性別	<input type="checkbox"/> 公 <input type="checkbox"/> 母 <input type="checkbox"/> 不清楚	
	個體狀況	□受傷；□死亡		
	陷阱類別	□套索；□鐵夾；□其他_____		
	中陷阱處	□左/右前腳；□左/右後腳；□腳趾		
地點	□果園或農地；□森林；□住家附近；□其他_____			
痕跡	類型	□糞便；□腳印；□爪痕；□食痕；□其他_____		
	新舊估計	□新：約____天；□舊：____天；□不清楚		
	完整與否	□很完整；□不清楚		
其他補充說明	照片提供： <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無			

附錄

如果您曾在野外看過台灣黑熊，麻煩繼續  
)、台灣黑熊通報系統之「有熊出沒」調查問卷。



## 當您看到黑熊時，情況是……

1. 熊和您之間的距離約是多少公尺？  
 (1)小於 20，(2) 20 - 50，(3)50-100，(4)大於 100 公尺。
2. 看到熊當時，是否有其他人同行？(1)有，若是有，共是\_\_\_\_\_人。(2)無。
3. 當時您正在做什麼事情？(1)走路，(2)休息，(3)開車，(4)煮食或進食，(5)工作(\_\_\_\_\_)，(6)其它：\_\_\_\_\_。
4. 黑熊第一眼被您看到時的狀況為何？(1)自由活動，(2)在陷阱上，(3)已經死亡，(4)其他：\_\_\_\_\_。
- 4-1. 如果題 4 的答案為(1)熊自由活動，請問熊正在做什麼？  
 (1)逃跑，(2)走路，(3)覓食，(4)爬樹，(5)休息，(6)企圖接近人，(7)其它：\_\_\_\_\_。
- 4-2. 若您發現熊時，熊正在進食，您是否可以分辨那是什麼食物？  
 (1)人為垃圾，(2)農作物，(3)野生果實，(4)植物莖葉，(5)昆蟲類，  
 (6)哺乳動物，(7)其他：\_\_\_\_\_，(8)不知道。 食物種類名稱：\_\_\_\_\_。
6. 當您第一眼看到熊時，黑熊是否早已發現您的出現了？  
 (1)是，(2)沒有，繼續牠原先的活動，(3)不知道。
7. 一旦黑熊發現您時，熊做出甚麼反應？(1)繼續原先的活動，(2)朝人觀望，(3)緩慢走開，(4)快速逃離，(5)朝人吼叫，(6)主動接近人，(7)其它：\_\_\_\_\_。
8. 當您發現黑熊之後，您當下的反應為何？  
 (1)靜止不動，(2)緩慢離開，(3)快速逃跑，(4)大聲喊叫或發出聲響，(5)爬樹，(6)趴在地上裝死，(7)其它：\_\_\_\_\_。
9. 在您做出上述的行為之後，黑熊有何回應？  
 (1)繼續原先的活動，(2)朝人觀望，(3)緩慢走開，(4)快速逃離，(5)朝人吼叫，(6)主動接近人，(7)其它：\_\_\_\_\_。
10. 您是否會希望以後再看到野外的台灣黑熊？為什麼？



※ 其他補充說明：\_\_\_\_\_

**謝謝您的分享！**

這些紀錄將成為我們瞭解台灣黑熊分布和人熊互動關係的資料庫。

附錄十一、「國家公園臺灣黑熊保育監測及推廣」(跨域合作計畫)委託研究案期中審查會議紀錄

一、時間：中華民國103年8月6日（星期三）上午10時30分

二、地點：本處3樓第1會議室

三、主持人：游處長登良

四、列席單位及人員：詳附件

五、承辦單位報告：略

六、受託單位報告：國立屏東科技大學(黃美秀副教授)略

七、審查意見：

(一) 目前鑑定出大分地區有77隻台灣黑熊個體，是否有重複計算之個體？

(二) 請說明熊痕跡百分比的計算方式。

(三) 台灣黑熊對於草食獸是否有特定偏愛哪一種(例如水鹿)為取食對象？

(四) 於雪霸國家公園南坑山地區發現台灣黑熊，又該地區林相以人工林及針闊葉混合林為主，是該地區青剛櫟數量較多或有其他食物來源使其為黑熊活動地區？

(五) 請於報告書列入各國家公園所調查之樣帶分布圖及樣帶點位座標。

(六) 若未來希望利用太魯閣或雪霸所拾獲之黑熊排遺或毛髮做親緣分析，進而分析三座高山型國家公園黑熊之親緣關係，有何建議作法？

(七) 目前以遺傳分析鑑定出個體及性別，是否有獲得其他遺傳資訊？

(八) 研究方法中有提到遺傳分析性別鑑定的部分，請於研究結果中納入鑑定結果。

(九) 報告書部分內容以「去年」、「今年」、「之前資料」描述，請敘明引用之資料或年份。

(十) 請改善圖例使用樣式，因報告書為黑白印刷，圖例類別無法辨認，影響判讀結果。

(十一) 太魯閣國家公園管理處書面意見：

1. 有關年份書寫建議統一使用西元年或民國年表示。

2. 第四章研究進度總結表內年度為102年，應為103年。

3. 本計畫針對太魯閣黑熊分布資料蒐集之數據顯示黑熊族群狀態不甚理想，本

處曾與研究團隊洽談時談到，本處各樣區黑熊痕跡出乎意料的少（不僅是無較新痕跡、連舊痕跡都觀察不到），讓研究人員不可置信，想請教團隊有沒有可能是樣區設定上的差異，而本案調查樣區的設定是否還有其他調整的可行性？又或者是在面臨因食物與棲地、氣候等自然生存限制因子及公路貫穿、人為擾動等因素的情況下，這就是黑熊族群在太魯閣最真實的樣貌。

#### 八、 審查結論：

- (一) 本計畫之工作進度及項目，與契約書所訂相符，期中審查通過。請依契約書之規定，函送收據辦理第二期款撥付事宜。
- (二) 請受託單位就審查意見，於契約書工作要求範圍內做必要之補充及修正，並就上述各項意見提出對應之處理情形，列表納入期末報告書之附錄中。

#### 九、 散會(中午12時)

#### 對於審查意見與會議結論之回應及辦理情形

- (一) 報告中臺灣黑熊野外排遺DNA分析之個體與性別數量結果表(表6)中呈現判別個體數(重複樣本個體數)為78(38)，意思為38頭黑熊個體拾獲1坨排遺以上，已從結果中排除重複個體，而鑑定出大分地區有78隻台灣黑熊。
- (二) 熊痕跡百分比計算方式：熊痕跡樣線數/該國家公園調查樣線總數\*100%
- (三) 對目前所取得之排遺進行食性分析，結果呈現臺灣黑熊排遺中有3.6%的比例為哺乳動物，而其中水鹿(1.5%)的比例相較於山羊(1.2%)、山羌(0.8%)來得高，但並無顯著的差異，在此無法下結論說水鹿是台灣黑熊較偏好的取食物種。
- (四) 南坑山地區為牛樟保護區，牛樟樹高都有20米左右，混生其他闊葉優勢種為長尾栲、杏葉石櫟、白花八角和楠木，海拔約高則混入人造林、紅檜、柳杉或巒大杉，發現熊爪痕的樹種為白花八角，雖然非黑熊野外食性之一，但有可能於樹上有其他食物資源(如蜂巢、蟻窩等)而促使黑熊上樹，而調查當下因樹高無法觀察到進行確認。
- (五) 遵照辦理
- (六) 太魯閣國家公園因多困難地形而調查不易，本研究僅於托博闊拾獲一坨黑熊

排遺，目前仍處於分析階段，若能使用毛髮陷阱直接用氣味引誘黑熊而採集到其毛髮是較可行的方式，但因毛囊於野外環境下劣化速度較快，無法如自動相機取樣較長時間(1個月)回收資料，需要人員頻繁進出，為利用此方法的缺點。

(七) 目前以遺傳分析鑑定出個體及性別，且可將目前收集的樣本分為三群，且結果顯示野外台灣黑熊除族群有遺傳歧異度，目前推測無近親繁殖之現象。

(八) 遵照辦理

(九) 遵照辦理

(十) 遵照辦理

(十一)

1. 遵照辦理

2. 遵照辦理

3. 在樣區選取上，已儘量涵蓋國家公園的四個方位及中央部分，但因地形限制僅能選擇人員可抵達之路線，這有可能為導致偏差的原因之一。而由利用自動相機方法的其他研究也顯示本研究所取樣樣區的黑熊紀錄為0，也能補強人為調查上可能的誤差；環境資源部分，調查樣區的植被狀況良好，也多有殼斗科植物：青剛櫟、大葉石礫，及胡桃、樟科等黑熊食性植物。故初步推測並非食物與棲地因子不佳。本計畫各樣區調查發現，多有人為活動的痕跡，推測人為干擾或為此區域黑熊密度較低的可能原因。

## 附錄十二、「國家公園臺灣黑熊保育監測及推廣」(跨域合作計畫)委託研究案期末審查會議紀錄

- 一、 時間：中華民國103年12月17日（星期三）上午10時30分
- 二、 地點：本處3樓第1會議室
- 三、 主持人：吳副處長祥堅(代理)
- 四、 列席單位及人員：詳附件
- 五、 承辦單位報告：略
- 六、 受託單位報告：國立屏東科技大學(黃美秀副教授)略
- 七、 審查意見：
- (一) 報告書緒論中有提及1988 年至1993 年野外目擊台灣黑熊的頻度(0.064% 每天)，是否可以推估目前野外目擊的頻度。
- (二) 請確認契約書工作項目(例如對周邊部落的訪談結果)是否皆列入成果報告書中。
- (三) 第37 頁雪霸國家公園地圖有扭曲變形之情形，請修正。
- (四) 請提供雪霸國家公園狩獵情形描述資料，俾利列入保育巡查工作中。
- (五) 由三個國家公園的臺灣黑熊痕跡蒐集可否推估其遷移路徑？又所蒐集到的遺樣本是否可推估全島臺灣黑熊有效族群數？
- (六) 本年度辦理之工作坊有助於同仁判別臺灣黑熊活動方式和痕跡，建立正確保育觀念，建議持續辦理。
- (七) 考量人力、物力及經費，未來監測方式是否建議改採熊毛陷阱，減少使用穿越線調查？
- (八) 非青剛櫟季之黑熊排遺食性分析中青剛櫟比例佔第2 高，是檢食地上剩下的青剛櫟或其可能有儲存食物的習慣？
- (九) 食性分析結果青剛櫟季有吃昆蟲，非青剛櫟季沒吃昆蟲，跟昆蟲季節變化有關嗎？

### 八、 審查結論：

本計畫之工作進度及項目，與契約書所訂相符，期末審查通過，請受託單位就審查意見，於契約書工作要求範圍內做必要之補充及修正，並就上述各項意見提出對應之處理情形，納入成果中，並依契約書第5 條及第11 條規定，辦理成果提

送及驗收等事宜。

## 九、 散會(中午12 時)

### 對於審查意見與會議結論之回應及辦理情形

- (一) 目擊動物紀錄受很多因素影響。1988 年至1993 年野外目擊台灣黑熊的頻度(0.064%每天)為王穎於1999年所發表的研究，為逢機訪問調查的結果。若無系統性調查，比如分地區、或受訪對象等，則此數值恐無法在時間的變遷上提供有效的比較。
- (二) 遵照辦理。
- (三) 遵照辦理。
- (四) 遵照辦理。
- (五) 由痕跡蒐集要推估其遷移路徑有其困難。透過本研究所收集的排遺進行遺傳檢定及分析，提供活動於玉山國家公園地區黑熊個體的最低數量，進而提供黑熊族群密度的估計值。由台灣於黑熊本身繁殖及親緣關係資料的不足，加上其他地區的族群資料缺乏，因此無法藉此推估全島臺灣黑熊有效族群數。然而，也利用本研究的資料，配合地理資訊系統的棲地適合度的分析，估計目前全島臺灣黑熊的族群數量約為200-700隻(林容安 2012)。
- (六) 感謝委員建議，建議各國家公園持續辦理相關工作坊活動。
- (七) 不同調查技術各有優劣，能夠回答的研究問題也不盡相同。熊毛陷阱雖可獲得遺傳資訊，但國內相關的遺傳分析技術平台尚未建立。另由於熊毛囊於野外環境下劣化速度較快，國外多為兩星期收集一次。就此，若熊毛陷阱架設於偏遠地地區，考量各國家公園地形艱難，相關工作人員頻繁進出，恐亦有難度。台灣黑熊的族群監測計畫，建議須考量短中長期的階段性目標，全盤性規畫，配合適當的人物力資源，方能有效達到預期目標。
- (八) 考量台灣黑熊的覓食習性，本研究青剛櫟季是指大分地區青剛櫟結果期，黑熊取食樹上青剛櫟果實的時期，即10月至次年1月。黑熊於非青剛櫟季仍有取食青剛櫟的情形，除了可能於該季下旬取食零星的樹上櫟實之外，主要應該是撿食地上的青剛櫟落果所致。
- (九) 台灣黑熊對於昆蟲類是屬於逢機取食，較大量取食的種類為蜜蜂、螞蟻等的社會性昆蟲，而鞘翅目僅零星取食。

## 參考書目

- Augeri, D. M. 2005. On the biogeographic ecology of the Malayan sun bear. Faculty of Biological Sciences, University of Cambridge. UK.
- Baleiras Couto, M. M., B. Eijsma, H. Hofstra, J. H. J. Huis in't Veld and J. M. B. M. van der Vossen. 1996. Evaluation of molecular typing techniques to assign genetic diversity among *Saccharomyces cerevisiae* strains. Applied and Environmental Microbiology 62:41-46.
- Beckmann, J. P. and J. Berger. 2003. Using black bears to test ideal-free distribution models experimentally. Journal of Mammalogy 84: 594-606.
- Braun, C. E 2005. Techniques for wildlife investigations andmanagement.The Wildlife Society, Bethesda, Maryland.
- Bunnell, F. L. and D. E. N. Tait,. 1981. Population dynamics of bears-implications. In C. W. Fowler and T. D. Smith (eds.), Dynamics of large mammal populations (pp. 75-98). John Wiley and Sons,New York.
- Carlock, D. M., K. E. Kammermeyer, L. E. McSwain and E. J. Wentworth. 1993. Deer movements in relation to food supplies in the Southern Appalachians. Proceedings presented at 1993 Annual Conference of Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies, Asheville, North Carolina.
- Chiou C.R., G. Z. M. Song, J. H. Chien, C. F. Hsieh, J. C. Wang, M. Y. Chen, H. Y. Liu, C. L. Yeh, Y. J. Hsia and T.Y. Chen. 2010. Altitudinal distribution patterns of plant species in Taiwan are mainly determined by the northeast monsoon rather than the heat retention mechanism of Massenerhebung. Botanical Studies 51: 89-97.
- Clevenger, A. P. and F. J. Purroy.1996. Sign surveys for estimating trend of a remnant brown bear *Ursus arctos* population in northern Spain. Wildlife Biology 24: 275-281.
- Costello, C. M., D. E. Jones, R. M. Inman, K. H. Inman, B. C. Thompson and H. B. Quigley. 2003. Relationship of variable mast production to american black bear reproductive parameters in New Mexico. Ursus 14:1-16.
- Cuesta, F., F. P. Manuel and T. van M. Frank 2003. Andean bear habitat use in the Oyacachi River Basin, Ecuador. Ursus 14(2): 198-209.
- Davis, H. and A. S. Harstad. 1996. Cannibalism by black bears in the Nimpkish Valley, British Columbia. Northwest Science 70:88-91.
- Davitt, B. B. and J. R. Nelson. 1980. A method analysis. WashingtonState Univ. College Agric. Res. Center Cive. 0628:1-4.
- Eagle, T.C. and M. R. Pelton. 1983. Seasonal nurtition of black bears in the Great Smoky Mountains National Park. Bears: Their Biology and Management 5:94-101.
- Edwards, M. A.,J. A. Nagy and A.E. Derocher. 2009. Low site fidelity and home range drift in a wide-ranging, large Arctic omnivore. Animal Behaviour 77:23-28.

- Egbert, A. L. and A. W. Stokes. 1976. The social behaviour of brown bear on an Alaskan salmon stream. *Bears: Their Biology and Management* 3:41-56.
- Eiler, J. H., W. G. Wathen and M. R. Pelton. 1989. Reproduction in black bears in the Southern Appalachian Mountains. *The Journal of Wildlife Management* 53:353-360.
- Elkinton, J. S., W. M. Healy, J. P. Buonaccorsi, G. H. Boettner, A. M. Hazzard and H. R. Smith. 1996. Interactions among gypsy moths, white-footed mice, and acorns. *Ecology* 77:2332-2342.
- Feldhamer, G. A., L. C. Drickamer, S. H. Vessey, J. F. Merritt, C. Krajewski. 2007. *Mammalogy: Adaptation, Diversity, Ecology*. The Johns Hopkins University Press, Maryland.
- Frankham, R., J. D. Ballou and D. A. Briscoe. 2002. *Introduction to Conservation Genetics*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Fredriksson, G., R. Steinmetz, S. Wong and D.L. Garshelis. 2008. *Helarctos malayanus*. In: IUCN 2009. *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2009.1.
- Fretwell, S. D. 1972. *Populations in a seasonal environment (No. 5)*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.
- Flagstad, O., K. Roed, J. E. Stacy and K. S. Jakobsen. 1999. Reliable noninvasive genotyping based on excremental PCR of nuclear DNA purified with a magnetic bead protocol. *Molecular Ecology* 8:879-883.
- Garshelis, D. L. 2009. Family Ursidae (bears). Pages 448-497 in D. E. Wilson and R. A. Mittermeier (eds), *Handbook of the Mammals of the World*. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.
- Garshelis, D. L. and M. R. Pelton. 1981. Movements of black bears in the Great Smoky Mountains National Park. *The Journal of Wildlife Management* 45:912-925.
- Goldstein, D. B. and C. Schlötterer. 1999. *Microsatellites: evolution and applications*. Oxford University Press, London, UK.
- Greenberg, C. H. and B. R. Parresol. 2002. Dynamics of acorn production by five species of Southern Appalachian oaks. Pages 149-172 in W. J. McShea and W. M. Healy(eds), *Oak forest ecosystems: ecology and management for wildlife*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.
- 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.
- Hellgren, E. C., M. R. Vaughan and R. L. Kirpatrick. 1989. Seasonal patterns in physiology and nutrition of black bears in Great Dismal Swamp, Virginia-North Carolina. *Canadian Journal of Zoology* 67(8):1837-1850.
- Hung, C. M., S. H. Li and L. L. Lee. 2004. Faecal DNA typing to determine the abundance and spatial organization of otters (*Lutra lutra*) along two stream systems in Kinmen. *Animal Conservation* 7(3): 301-311.
- Hwang, M. H. 2003. Ecology of Asiatic black bear (*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 (*Ursus thibetanus*) 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 *Understanding Asian Bears to Secure Their Future*. Japan Bear Network, Ibaraki, Japan.
- Hwang, M. H., D. L. Garshelis and Y. Wang. 2002. Diets of Asiatic black bears in Taiwan, with methodological and geographical comparisons. *Ursus* 13:111-125.
- Hwang, M. H., D. L. Garshelis, Y. H. Wu and Y. Wang. 2010. Home ranges of Asiatic black bears in the Central Mountains of Taiwan: Gauging whether a reserve is big enough. *Ursus* 21:81-96.
- Inman, R. M. and M. R. Pelton. 2002. Energetic production by soft and hard mast foods of American black bears in the Smoky Mountains. *Ursus* 13:57-68.
- Itoh, T., Y. Sato., T. Mano and R. Iwata. 2009. Estimating a suitable microsatellite marker set for individual identification and parentage tests of brown bear (*Ursus arctos*) in the Akan-Shiranuka Region, eastern Hokkaido, Japan. *Journal of forest research* 14(2):117-122.
- IUCN. 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1.<[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Accessed 1 July 2009.
- 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):1-8.
- Jonkel, C. J. and I. M. Cowan. 1971. The black bear in the spruce-fir forest. *Wildlife Monographs* 27:1-57.
- Karamanlidis, A. A., D. Youlatos, S. P. Sgardelis, and Z. G. Scouras. 2007. Using sign at power poles to document presence of bears in Greece. *Ursus* 18(1): 54-61.
- Kirkpatrick, R. L. and P. J. Pekins. 2002. Nutritional value of acorns for wildlife. Pages 173-181 in W. J. McShea and W. M. Healy (eds). *Oak forest ecosystems: ecology and management for wildlife*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.
- Kirmaier, A., W. Diehl and W. E. Johnson. 2009. Acquisition and processing of nonhuman primate samples for genetic and phylogenetic analyses. *Methods* 49:5-10.
- Koenig, W. D. and J. M. H. Knops. 2005. The mystery of masting in trees. *American Scientist* 93:340-347.
- Koenig, W. D., J. M. H. Knops, W. J. Carmen, M. T. Stanback and R. L. Mumme. 1994. Estimating acorn crops using visual surveys. *Canadian Journal of Forest Research* 24: 2105-2112.
- Kohn, M., F. Knauer, A. Stoffella, W. Schroder and S. Paabo. 1995. Conservation genetics of the European brown bear-a study using excremental PCR of nuclear and mitochondrial sequences. *Molecular Ecology* 4:95-103.

- Koike, S. 2010. [Long-term trends in food habits of Asiatic black bears in the Misaka Mountains on the Pacific coast of central Japan](#). Mammalian Biology 75(1):17-28.
- Kozakai, C., K. Yamazaki, Y. Nemoto, A. Nakajima, Y. Umemura, S. Koike, Y. G. Kasai, S. Abe, T. Masaki and K. Kaji. 2013. Fluctuation of daily activity time budgets of Japanese black bears: relationship to sex, reproductive status, and hard-mast availability. Journal of Mammalogy 94(2): 351-360.
- 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.
- Litvaitis, J. A. 2000. Investigating food habits of terrestrial vertebrates. Pages 21-34 in L.B. Boitani and T.K. Fuller(eds), Researchtechniques in animal ecology. Columbia University Press, New York.
- Liu.F, W. McShea, D. L. Garshelis, X. Zhu, D. Wang, J. Gong and Y. Chen. 2009. Spatial distribution as a measure of conservation needs: an example with Asiatic black bears in south-western China. Diversity and Distributions 15: 649–659
- Mattson, D. J. 1998. Diet and morphology of extant and recently extinct northern bears. Ursus 10:479-496.
- Mauritzen, M., A. E. Derocher and O. Wiig. 2001. Space-use stragies of female polar bears in a gynamic sea ice habitat. Canadian Jurnal of Zoology 79:1704-1713.
- McDonald, J. E. and T. K. Fuller. 2005. Effects of spring acorn availability on black bear diet, milk composition, and cub survival. Journal of Mammalogy 86:1022-1028.
- McDonald, L., J. Alldredge, M. Boyce and W. Erickson. 2005. Measuring availability and vertebrate use of terrestrial habitats and foods. Pages 465-488 in C. E. Braun (eds), Techniques for Wildlife Investigations and Management. The Wildlife Society, Bethesda, Maryland.
- McShea, W. J. 2000. The influence of acorn crops on annual variation in rodent and bird populations. Ecology 81:228-238.
- McShea, W. J., W. M. Healy, P. Devers, T. Fearer, F. H. Koch, D. Stauffer and J. Waldon. 2007. Forestry matters: Decline of oaks will impact wildlife in hardwood forests. Journal of Wildlife Management 71:1717-1728.
- Miller, C. R., P. Joyce and L. P. Waits. 2002. Assessing allelic dropout and genotype reliability using maximum likelihood. Genetics 160:357.
- Ngoprasert, D., R. Steinmetz, D. H. Reed, T. Savini and G. A. Gale. 2011. Influence of fruit on habitat selection of Asian bears in a tropical forest. Journal of Wildlife Management 75(3):588-595.
- Noyce, K. V. and D. L. Garshelis. 1997. Influence of natural food abundance on black bear harvests in Minnesota. The Journal of Wildlife Management 61:1067-1074.
- Ohnishi, N., T. Saitoh, Y. Ishibashi and T. Oi. 2007. Low genetic diversities in isolated populations of the Asian black bear (*Ursus thibetanus*) in Japan, in comparison with large stable populations. Conservation Genetics 8(6):1331-1337.
- Oka, T., S. Miura, T. Masaki, W. Suzuki, K. Osumi and S. Saitoh. 2004. Relationship between changes in beechnut production and Asiatic black bears in northern

- Japan. Journal of Wildlife Management 68(4): 979-986.
- Paetkau, D. and C. Strobeck. 1998. Ecological genetic studies of bears using microsatellite analysis. Ursus 10:299-306.
- Paetkau, D. 2003. An empirical exploration of data quality in DNA-based population inventories. Molecular Ecology 12:1375-1387.
- Pekins, P. J. and W. W. Mautz. 1987. Acorn usage by deer: significance of oak management. Northern Journal of Applied Forestry 4(3):124-128.
- Peyton, B., C. Servheen and S. Herrero. 1999. An overview of bear conservation planning and implementation. Pages 8-24 in C. Servheen, S. Herrero and B. Peyton(eds), Bears: status survey and conservation action plan. IUCN/SSC Bear and Polar Bear Specialist Groups, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Powell, R. A., J. W. Zimmerman and D. E. Seaman. 1997. Ecology and behaviour of North American black bears: home ranges, habitat, and social organization. Chapman and Hall, London, UK.
- 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.
- Ríos-Uzeda, B., H. Gómez and R. B. Wallace. 2006. Habitat preferences of the Andean bear (*Tremarctos ornatus*) in the Bolivian Andes. Journal of Zoology 268(3): 271-278.
- Rogers, L. L. 1987. Effects of food-supply and kinship on social-behavior, movements, and population-growth of black bears in northeastern Minnesota. Wildlife Monographs:1-72.
- Rogers, L. L., D. W. Kuehn, A. W. Erickson, E. M. Harger , L. J. Verme and J. J. Ozoga. 1976. Characteristics and management of black bears that feed in garbage dumps, campgrounds or residential areas. Bears: Their Biology and Management 3: 169-175.
- Ryan, C. W., J. C. Pack, W. K. Igo and A. Billings. 2007. Influence of mast production on black bear non-hunting mortalities in West Virginia. Ursus 18(1): 46-53.
- Ryan, C. W., J. C. Pack, W. K. Igo, J. C. Rieffenerger and A. B. Billings. 2004. Relationship of mast production to big-game harvests in West Virginia. Wildlife Society Bulletin 32:786-794.
- Salas, L. A. and T. K. Fuller. 1996. Diet of the lowland tapir (*Tapirus terrestris* L.) in the Tabaro River valley, southern Venezuela. Canadian Journal of Zoology 74:1444-1451.
- Saitoh, T., Y. Ishibashi, H. Kanamori and E. Kitahara. 2001. Genetic status of fragmented populations of the Asian black bear (*Ursus thibetanus*) in western Japan. Population Ecology 43:221-227.
- Shih, C. C., S. H. Li, M. H. Hwang and L. L. Lee. 2009. Ten novel tetranucleotide microsatellite DNA markers from Asiatic black bear, *Ursus thibetanus*. Conservation Genetics:1-3.
- Sloane, M. A., P. Sunnucks, D. Alpers, L. B. Beheregaray and A. C. Taylor. 2000. Highly reliable genetic identification of individual northern hairy-nosed wombats

- from single remotely collected hairs: a feasible censusing method. *Molecular Ecology* 9:1233-1240.
- Smith, T. R. and M. R. Pelton. 1990. Home ranges and movements of black bears in a bottomland hardwood forest in Arkansas. *Bears: Their Biology and Management* 8: 213-218.
- Straka, M., L. Paule, O. Ionescu, J. Štofík and M. Adamec. 2012. Microsatellite diversity and structure of Carpathian brown bears (*Ursus arctos*): consequences of human caused fragmentation. *Conservation genetics* 13:153-164.
- Taberlet, P., S. Griffin, B. Goossens, S. Questiau, V. Manceau, N. Escaravage, L. P. Waits and J. Bouvet. 1996. Reliable genotyping of samples with very low DNA quantities using PCR. *Nucleic Acids Research* 24:3189-3194.
- Taylor, M., T. Larsen and R. E. Schweinsburg. 1985. Observations of intraspecific aggression and cannibalism in polar bears (*Ursus maritimus*). *Arctic* 38: 303-309.
- Tietje, W. D., B. O. Pelchat and R. L. Ruff. 1986. Cannibalism of denned black bears. *Journal of Mammalogy* 67: 762-766.
- Tsai, C. L., Y. C. Chou, C. C. Shih , H. C. Cheng, C. C. Yang and H. W. Kao. 2009. The complete mitochondrial genome of the Formosan black bear (*Ursus thibetanus formosanus*). *Zootaxa* 1971:50-58.
- Vander Wall, S. B. 2001. The evolutionary ecology of nut dispersal. *Botanical Review* 67:74-117.
- Vaughan, M. R. 2002. Oak trees, acrons, and bears. Pages 224-240 in W. J. McShea and W. M. Healy(eds), *Oak forest ecosystems: ecology and management for wildlife*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.
- Waits, L. P., G. Luikart and P. Taberlet. 2001. Estimating the probability of identity among genotypes in natural populations: cautions and guidelines. *Molecular Ecology* 10:249-256.
- Wang, Y. 1999. Status and management of the Asiatic black bear in Taiwan. Pages 213-215 in C. Servheen, C. Herrero and B. Peyton (eds), *Bears: status survey and conservation action plan*. IUCN, Gland, Switzerland.
- Wentworth, J. M., A. S. Johnson, P. E. Hale and K. E. Kammermeyer. 1992. Relationships of acorn abundance and deer herd characteristics in the Southern Appalachians. *Southern Journal of Applied Forestry* 16:5-8.
- Wilberg, M. J. and B. P. Dreher. 2004. Genecap: a program for analysis of multilocus genotype data for non-invasive sampling and capture-recapture population estimation. *Molecular Ecology Notes* 4:783-785.
- 王穎、吳煜慧。2001。玉山國家公園台灣黑熊之生態及人熊關係之研究(三)。內政部營建署玉山國家公園管理處。
- 王穎、黃美秀。1999。玉山國家公園台灣黑熊之生態及人熊關係之研究(一)。內政部營建署玉山國家公園管理處。
- 王穎、黃美秀。2000。玉山國家公園台灣黑熊之生態及人熊關係之研究(二)。內政部營建署玉山國家公園管理處。
- 王穎、朱有田、翁國精、顏士清、廖昱銓、楊書懿、葉川逢、張郁琦、陳匡

- 洵、方唯軒。2013。臺灣水鹿跨域整合研究（二）。太魯閣國家公園管理處。
- 吳煜慧。2004。玉山國家公園台灣黑熊之生態學研究。碩士論文。國立東華大學自然資源管理研究所。
- 林冠甫。2009。玉山國家公園大分地區櫟實結果對於大型哺乳動物豐富度之影響。碩士論文。國立屏東科技大學野生動物保育研究所。
- 林容安。2012。台灣黑熊族群存續力分析。碩士論文。國立屏東科技大學野生動物保育研究所。
- 陳元龍、楊吉宗。2002。台灣地區野生及圈飼黑熊遺傳變異之初探。特有生物研究 4:73-77。
- 黃美秀、王穎、劉曼儀。2008a。臺灣黑熊於南臺灣之分布及棲地利用調查。行政院農業委員會林務局保育研究系列第 96-00-8-02 號。
- 黃美秀、朱有田、蔡幸蒨、陳昇衛、蔡蕙雯。2012a。玉山國家公園台灣黑熊族群生態及遺傳狀況評估研究(3/4)。內政部營建署玉山國公園管理處。
- 黃美秀、朱有田、蔡幸蒨、蔡蕙雯。2013。玉山國家公園台灣黑熊族群生態及遺傳狀況評估研究(4/4)。內政部營建署玉山國公園管理處。
- 黃美秀、林冠甫、何冠助。2010a。玉山國家公園台灣黑熊族群生態及遺傳狀況評估研究(1/4)。內政部營建署玉山國公園管理處。
- 黃美秀、林冠甫、張書德、何冠助、葉炯章。2009a。玉山國家公園台灣黑熊族群生態學及保育研究(4/4)。內政部營建署玉山國公園管理處。
- 黃美秀、林冠甫。2007。玉山國家公園台灣黑熊族群生態學及保育研究(2/4)。玉山國家公園管理處。
- 黃美秀、林冠甫、賴秀芬。2008b。玉山國家公園台灣黑熊族群生態學及保育研究(3/4)。玉山國家公園管理處。
- 黃美秀、祁偉廉。2006。玉山國家公園台灣黑熊族群生態學及保育研究(1/4)。玉山國家公園管理處。
- 黃美秀、姚中翎、王穎、李培芬。2006。臺灣黑熊的分布圖繪製及保育現狀之探討。行政院農業委員會林務局。
- 黃美秀、潘怡如、蔡幸蒨、郭彥仁、林冠甫。2010b。臺灣黑熊分布預測模式及保育行動綱領之建立(1)。行政院農業委員會林務局保育研究系列第 98-23 號。
- 黃美秀、潘怡如、林容安。2012b。臺灣黑熊分布預測模式及保育行動綱領之建立(2)。行政院農業委員會林務局保育研究系列第 100-4 號。
- 黃美秀、蔡幸蒨、郭彥仁、林冠甫、何冠助、陳昇衛。2011。玉山國家公園台灣黑熊族群生態及遺傳狀況評估研究(2/4)。內政部營建署玉山國公園管理處。88 頁。
- 黃美秀、賴秀芬、林冠甫、葉慶龍。2009b。玉山國家公園台灣黑熊重要棲息地 - 大分地區之植群生態及森林更新。國家公園學報 19:62-82。

- 蔡幸蒨。2011。臺灣黑熊(*Ursus thibetanus formosanus*)族群相對豐富度及分布預測模式。碩士論文，國立屏東科技大學。
- 儲瑞華、吳海音、林曜松。2000。台灣黑熊(*Selenarctos thibetanus formosanus*)的DNA鑑定初探。動物園學報 12:25-34。
- 劉芳。2009。四川省亞洲黑熊(*Ursus thibetanus*)空間分布及人-熊關係研究。博士論文，北京大學。