

PG9607-0009

096—301020200G1—001

玉山國家公園台灣黑熊族群生態學 及保育研究(2/4)

The Study of Population Ecology and the
Development of Conservation Plan for Formosan
Black Bears in Yushan National Park (2/4)

受委託者：中華民國國家公園學會

研究主持人：黃美秀

研究助理：林冠甫

內政部營建署玉山國家公園管理處委託研究報告

中華民國 96 年 12 月

目次

表次	II
圖次	III
摘要	IV
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 計畫工作項目	3
第二章 研究方法及過程	5
第一節 研究地區	5
第二節 青剛櫟物候調查	7
第三節 大型哺乳動物豐富度之季節性變動	7
第四節 堅果豐富度與台灣黑熊活動之關係	9
第五節 熊毛陷阱	10
第三章 結果與討論	13
第一節 青剛櫟物候	13
第二節 大型哺乳動物相對豐富度之季節性變動	14
第三節 堅果豐富度與台灣黑熊活動之關係	27
第四節 熊毛陷阱	32
第四章 研究限制及建議	35
附錄一 「玉山國家公園黑熊族群生態學及保育研究(2/4)」委託研究計畫 期初會議紀錄	37
附錄二 「玉山國家公園黑熊族群生態學及保育研究(2/4)」委託研究計畫 期中會議紀錄	39
附錄三 「玉山國家公園黑熊族群生態學及保育研究(2/4)」委託研究計畫 期末會議紀錄	42
謝誌	45
參考書目	46

表次

表 3-1	2007 年 6 月至 11 月青剛櫟樹物候期的百分比	13
表 3-2	2007 年 1 月至 10 月，穿越線痕跡調查法紀錄大分地區大型哺乳動物之結果	15
表 3-3	2007 年 1 月至 10 月，大分地區大型哺乳動物痕跡的季節間變化	18
表 3-4	2007 年 5 月至 9 月(雨季)，山羌、山羊、水鹿的排遺於大分地區不同植被棲地下之可偵測時間	20
表 3-5	2006 年 10 月至 2007 年 9 月玉山國家公園大分地區自動照相機紀錄較大型哺乳動物出現指數(Occurrence Index, OI)	23
表 3-6	2006 年 10 月至 2007 年 9 月玉山國家公園大分地區自動照相機系統紀錄較大型哺乳動物出現指數(Occurrence Index, OI)的季節變化	25
表 3-7	2006 年種子陷阱紀錄青剛櫟結果季的落果數量及重量	28
表 3-7	自 2006 年 11 月至 2007 年 10 月，大分地區熊毛陷阱收集台灣黑熊毛髮結果	33

圖次

圖 2-1	玉山國家公園大分研究樣區調查樣線、自動照相機樣點和熊毛陷阱	6
圖 3-1	2007 年 1 月至 10 月期間，大分地區大型偶蹄類動物之痕跡數量變化	19
圖 3-2	利用自動照相機系統於 2006 年 10 月至 2007 年 10 月紀錄玉山國家公園大分地區四種偶蹄類動物之出現指數(Occurrence Index, OI)	24
圖 3-3	2006 年 10 月至 2007 年 10 月，自動照相機拍攝山羌、臺灣野豬、水鹿、長鬃山羊等四種偶蹄類動物之整體出現指數變化	26
圖 3-4	2007 年及 2006 年目視法調查大分地區青剛櫟落果前的結果量 (Graves' modified scales: 0=沒有觀察到堅果，1=仔細搜尋後可發現少量，2=有一些，3=產量不錯，4=產量極豐盛)	29
圖 3-5	2007 年 10 月以 30 秒掃視大分地區落果前的青剛櫟數量	30
圖 3-6	台灣黑熊利用殼斗科樹木之痕跡與樹木結果之關係	31

摘 要

關鍵詞： 台灣黑熊、堅果產量、青剛櫟、物候、相對豐富度、毛髮陷阱

一、研究緣起

有鑑於保育瀕危物種的迫切性以及長期生態研究對於野生動物經營管理之必要性，本計畫將延續過去(1998–2002)於玉山國家公園進行之台灣黑熊 (*Ursus thibetanus formosanus*) 生態研究，進一步利用四年之調查探討黑熊棲息地利用、族群、該物種與生態環境之交互作用，以增加我們對此物種野外生態行性之瞭解，作為成功保育該物種的依據。第二年之主要研究目標在監測大分地區之大型哺乳動物，包括台灣黑熊之相對豐富度的季節性變化。並觀察查樣區內台灣黑熊秋冬季主要利用的樹種（青剛櫟 *Cyclobalanopsis glauca*）之物候現象，同時持續調查樣區秋冬季節永久樣點之殼斗科堅果的年產量，以及野外搜尋黑熊排遺，以及設置熊毛陷阱收集黑熊毛髮，建立遺傳資料庫。

二、研究方法及過程

延續第一年在分地區青剛櫟分佈的主要區域，所設定的樣線及樣點，總計約五公里長（黃美秀等 2006）。每月針對樣區內 45 棵青剛櫟樹木進行一次物候調查，並利用痕跡調查和自動照相機監測大型哺乳動物相對豐富度。

為了解堅果豐富度與台灣黑熊活動之關係，於五公里調查樣線上，每隔 20 公尺標記二棵青剛櫟樹，於開始落果前(九月底至十月中旬期間)，以目視法估算該季的相對結果豐度指標。同時於落果前至結果結束期間，每隔 50 公尺設置種子陷阱，每隔三至四星期定期收集，以計算該季堅果生產量。此外於青剛櫟結果結束後，沿著堅果調查樣線，計數樣線兩側各 5 公尺內的所有黑熊痕跡，作為該季黑熊出現的相對密度。並加入鄰近區域的兩條樣線，

共約 6 公里，列入該季黑熊活動(痕跡)指標的調查樣線。每月檢視熊毛陷阱及更新氣味劑，並收集毛髮，以利增加黑熊 DNA 樣本。

三、重要發現

青剛櫟於 7 月已結束開花期，並進入結果期（88.9%的樣樹），熟果期至 11 月方有紀錄，佔 13.3%的樣樹。落果的高峰發生於 11 月和 12 月(70%)；掉落的果實中，84.5%是動物啃食後掉落的碎片所估計而得堅果數，顯示高比例的青剛櫟果實成為提供了當地野生動物（主要是鳥類和哺乳動物）食物的來源。

2007 年 1 月至 10 月間，穿越線上利用痕跡調查法監測大型哺乳動物相對豐富度，以水鹿(n = 400)最多，山羌(n = 336)次之，台灣黑熊的痕跡紀錄僅 4 筆，包括 1 月、2 月和 4 月，其餘月份都未出現台灣黑熊的痕跡。四種大型偶蹄類動物的痕跡數量隨月份之變化趨勢相似，皆隨著青剛櫟結果季之結束而遞減。秋、冬季的痕跡出現頻度皆為春、夏季紀錄之兩倍以上。

2006 年 10 月至 2007 年 10 月，總共於大分地區架設自動照相機 161 月台，總共拍攝 3,785 張含有動物出現的照片。拍攝 13 種可辨識的較大型哺乳動物，累計 2,448 隻/群有效照片個體，整體 OI 值(Occurrence Index)為 31.6。台灣黑熊的整體 OI 值為 0.19，總計 15 張有效個體照片。以 11 月最高，共 11 張有效個體照片，12 月和 5 月則各有 2 張，其他月份則皆無記錄。有蹄類動物則以山羌(*Muntiacus reevesi*)最高，水鹿(*Cervus unicolor*)次之，大型動物除台灣獼猴(*Macaca cyclopis*)及長鬃山羊(*Naemorhedus swinhoei*)，其他三種偶蹄類動物及台灣黑熊於青剛櫟季節之 OI 值皆為非青剛櫟季節的 1.5 倍以上，其中又以台灣黑熊之 27 倍，以及野豬(*Sus scrofa*)之 4.7 倍之季節性差異最大。自動相機與痕跡調查法之觀測結果相似，皆顯示黑熊對於大分地區的利用，除了少數月份之外，大部分月份黑熊出現於此區的頻度極低。

2007 年之青剛櫟結果產量估算，30 秒內所計數的果實數量與 Garves' 修

正指數評估結果量成顯著正相關($R = 0.912$, $F = 2631.6$, $n = 536$, $P < 0.001$), 且兩種估算方法皆顯示今年的結果狀況較去年佳。研究也發現於 2006 年的青剛櫟結果季, 台灣黑熊對於不同結果狀況的樹木的利用並非逢機 ($X^2 = 59.33$, $df = 8$, $P < 0.005$)。13.6% 的樹有新的黑熊爪痕, 而對樣樹的利用程度與該樣樹結果的 Garves' 修正指數呈顯著相關 (Spearman correlation, $r = 0.311$, $P < 0.001$, $n = 498$), 樣樹結果量越高, 黑熊的利用程度或頻度也隨之增加。

總計於 21 個熊毛陷阱中, 共有 13 個曾發現熊毛, 每月可於 0 至 9 個陷阱上發現, 尤以一月和二月為高 (8-9), 五至十月期間偏低 (0-1)。雖然自動相機和痕跡調查法於 2007 年 6-10 月並未發現黑熊活動, 此與熊毛陷阱每月約有一個陷阱收集到熊毛資料的結果不盡相同。

四、主要建議事項

長期生態研究對於野生動物之永續性經營管理具有十分重要的價值, 尤其是針對瀕危物種。然而, 由於玉山國家公園台灣黑熊的研究樣區地處偏遠, 交通及補給十分困難, 為台灣野外生態調查之極端, 故建議相關單位積極地規劃及研擬長期的研究保育策略, 以整合型研究計畫, 充實有關台灣黑熊之保育研究資源, 並發揮研究團隊合作之精神, 以建立長期性研究資料收集的資料庫, 以達事半功倍, 以及研究保育之最大效益。

此外, 為了長期監測國家公園境內黑熊的時空活動, 適當且及時地經營管理人熊關係, 本研究建議玉山國家公園積極發展並建立一套「發現黑熊出沒的通報系統」, 提供並鼓勵管理處員工及一般民眾隨時登錄園區及附近區域所發現的黑熊蹤跡, 以長期累積玉山國家公園黑熊活動分佈之資料, 監測人熊關係之變化, 同時建立資料庫, 提供經營管理所必需的參考資料。

英文摘要

Based on the importance of conserving endangered species and of long-term ecological research, the second-year objective of the extensive study was designed to monitor the relative abundance of large mammals and acorn production for understanding the complicated interaction between Formosan black bears (*Ursus thibetanus formosanus*) and the oak forest ecosystem in Yushan National Park. The acorns of ring-cupped oak (*Cyclobalanopsis glauca*) in Daphan started to fall off and consumed by wildlife since October until February, but the peak occurred in Nov. and Dec. (70 % of the fallen acorns). The acorns were mostly used by wildlife, which caused 85% of the fallen acorns collected by 200 seed traps. Both of the visual survey methods indicated that the acorn production in 2007 was greater than, or twice of, that in 2006. We also found the greater the oak trees produced acorns, the more bears used the trees ($r = 0.311$, $P < 0.001$, $n = 498$). The camera trapping identified 13 species of larger mammals out of 2,448 effective animal photos, with the Occurrence Index (OI, photos taken in 1,000 hours) of 31.6 (excluding unidentified small mammals). The camera data (2006–2007 Oct.) showed that 87% ($n = 15$, $OI = 0.19$) of bear photos were taken mainly in Nov. and Dec., which coincided with the acorn peak. The most abundant large ungulates was muntjacs (*Muntiacus reevesi*), followed by Sambar deer (*Cervus unicolor*), wild boars (*Sus scrofa*), and serow (*Naemorhedus swinhoei*). The occurrence of these animals, including bears, in the acorn forest indicated a obviously seasonal variation expect for serow. The relative abundance of large mammals in the acorn season was more than twice of that in the non-acorn season.

Key Words: *Ursus thibetanus formosanus*, acorn production, *Cyclobalanopsis glauca*, phenology, relative abundance, hair trap

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

台灣黑熊 (*Ursus thibetanus formosanus*) 是台灣唯一原產的熊類，屬亞洲黑熊的種群之一。由於近幾十年來台灣自然環境過度開發及人為活動頻繁，使得該物種的分布範圍大幅縮減，目前黑熊多侷限於地形較崎嶇陡峭或高海拔、人為活動較少的山區，其族群也處於受威脅的狀態 (Hwang and Wong 2006)。

台灣黑熊為「瀕臨絕種」的保育類動物，意指該動物的族群量降至危險標準，其生存已面臨危機。牠們也被列為世界自然保育聯盟 (IUCN) 紅皮書上的易受害物種 (Vulnerable species)，也被列為華盛頓公約 (CITES) 附錄 I 的保育類動物，表示該物種已經瀕臨絕種，必須受到完全的保護，禁止商業性的國際貿易。這些立法保護措施皆顯示出，保護此物種存續的重要性及迫切性。

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

和保護其他大型食肉類動物相似，保育永續的熊類種群有賴社會大眾和政府機關的認同和持續支持才能成功。熊類的保育是一個複雜、涉及多領域學科的挑戰；成功的黑熊保育不僅依賴人們對於野生動物經營管理上的認識，包括社會、經濟、行政、組織的因素，更有賴研究及經營管理單位對於

熊類生物學資訊的累積。這方面的資訊更是保育宣導教育的必要手段，也是最有效率、影響最深遠的方式之一。就瀕危的台灣黑熊而言，有關其族群大小、分佈、棲地利用、遺傳變異、生殖、死亡率等基本生物學和生態學的資料，則付之闕如，這往往造成相關單位及人士於積極推展保育行動時的限制與障礙。

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

1998 至 2002 年期間，玉山國家公園管理處與研究者（黃美秀、吳煜慧、王穎等）密切合作，在園區進行捕捉繫放和無線電追蹤 15 隻黑熊等研究，累積了相當多的寶貴資料（王穎及黃美秀 1999, 2000；王穎及吳煜慧 2001；Hwang et al. 2002；Hwang 2003；吳煜慧 2004）。這也是國內成功捕捉及追蹤台灣黑熊的首例。在這些研究計畫中，研究者除了長期深入山區收集野外黑熊的各種生態習性資料之外，該研究計畫也針對居住於園區附近的原住民獵人，訪查其狩獵黑熊的經驗，以及收集有關狩獵黑熊相關的文化、價值和態度，增進我們對於人與熊關係的瞭解（Hwang 2003）。這些研究成果不僅獲得相關保育及管理單位的重視，也獲得許多媒體、保育團體、社會大眾的關注。這些研究資料之後被彙整成一系列保育宣導教育的題材，直接或間接地助益該物種的保育推展工作（如台灣黑熊保育研究網 <http://wildmic.npust.edu.tw/fbb/data5.htm>）。

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（1998—2002）於玉山國家公園進行之台灣黑熊生態研究，擬定另一階段的長期研究計畫，探討台灣黑熊族群，以及該物種與生態環境之交互作用。藉由四年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，棲地利用等生態習性，以及其族群和遺傳特性的瞭

解，並提供相關的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。

如同世界上其他大部分的熊類，台灣黑熊為雜食性的機會主義覓食者 (Hwang et al. 2002)，並且可以適用許多不同類型的棲地環境。然而，在有殼斗科植物分布的地理區，研究資料顯示森林性的熊類如美洲黑熊 (*Ursus americanus*) 及亞洲黑熊與殼斗科森林之間，有密不可分的關係 (Vaughan 2002, Hwang et al. 2002, MacDonald and Fuller 2005)。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。台灣黑熊於玉山國家公園對於殼斗科森林的利用亦有某些類似的趨勢 (Hwang 2003)，但殼斗科森林的結果量如何影響台灣黑熊或是其潛在獵物的活動或豐富度變化，以及野生動物與殼斗科森林彼此間之交互作用，則是本研究亟欲回答之問題。

第二節 計畫工作項目

- 一、監測大分地區之大型哺乳動物，包括台灣黑熊之相對豐富度之季節性變化。
- 二、台灣黑熊查樣區內主要樹種（青剛櫟）之物候現象。
- 三、持續調查樣區秋冬季節永久樣點之殼斗科堅果的年產量。
- 四、持續野外搜尋黑熊排遺，並設置熊毛陷阱收集黑熊毛髮，建立遺傳資料庫。

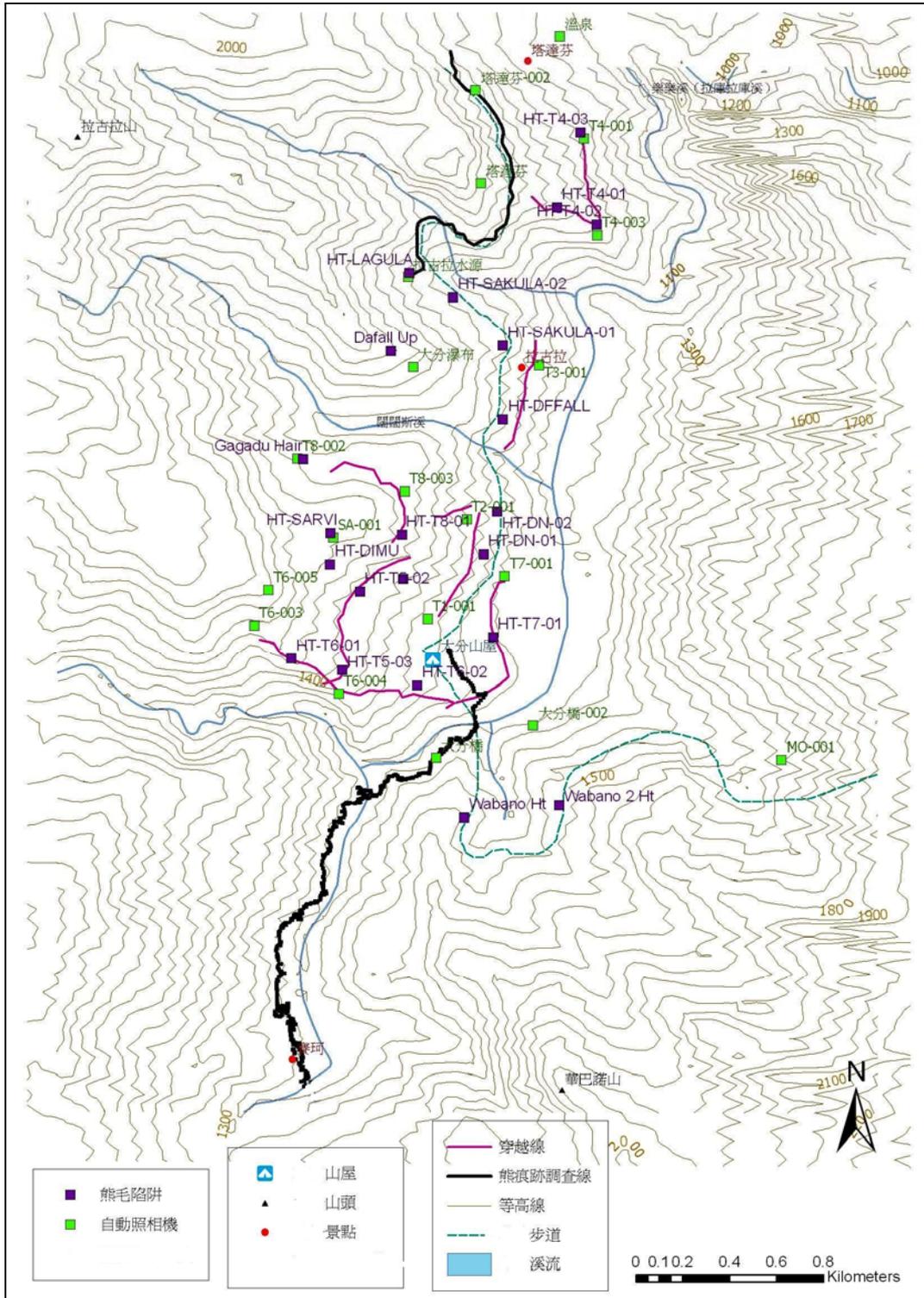
第二章 研究方法及過程

第一節 研究地區

大分位於花蓮縣卓溪鄉拉庫拉庫溪流域南岸，屬於玉山國家公園東部園區境內，海拔約 1,100~1,600 公尺（圖 2-1）。鄰近的佳心氣象站資料顯示，研究區（1999~2002 年）年平均雨量 1745 公釐，年均溫為 18.5°C，最高溫為 7 月，月均溫為 23°C，最低溫為 1 月，月均溫為 13.5°C。當地植被類型為針闊葉混合林，主要由青剛櫟和台灣二葉松（*Pinus taiwanensis*）所組成，灌木與地被植物稀疏，樹冠覆蓋度約為 85%（吳煜慧 2004）。

本研究將延續第一年在在大分地區青剛櫟分佈的主要區域，所設定的樣線及樣點。該樣區範圍約五平方公里，八條穿越線的設置以海拔高度和坡度為考量，總計約五公里長（黃美秀等 2006），穿越線（編號從 T1 到 T8）每隔 50 公尺的位置以臨時性色帶作標記。

圖 2-1 玉山國家公園大分研究樣區調查樣線、自動照相機樣點和熊毛陷阱



第二節 青剛櫟物候調查

本研究每月針對樣區內青剛櫟樹木進行一次物候調查，持續一年。於每一固定調查樣線選擇及標記 4 至 6 棵胸高直徑大於 10 公分的樣木，總計 45 棵，測量樹高及胸徑等基本資料（林國詮等 1997）。每次現場調查時，使用望遠鏡和接近植株觀察各樣樹之物候現象，並區分為六個時期：抽芽期、幼葉期、展葉期、開花期、結果期、熟果期、落果期（李權裕 2004），分別加以記錄該樹的物候階段，並計算各物候期所佔的比例，而同一棵青剛櫟樹可能會同時存在 2 種以上的物候期。

我們另沿著痕跡調查樣線於樹下設置一個 0.9 公尺見方的種子陷阱，總計 45 個。種子陷阱由黑色塑膠蘭花網裁制，架離地面高一公尺，每個月定期收集掉落之花、樹葉、果實等植物部位，以監測其於不同時間的相對出現量。

第三節 大型哺乳動物豐富度之季節性變動

一、動物目擊及痕跡調查法(sighting and sign count)

為了瞭解樣區台灣黑熊及偶蹄類動物的相對豐富度的變化，我們每個月進行一次痕跡調查。此時研究者沿穿越線，以固定速度（約每小時 1 至 2 公里）行走。除了目擊動物的記錄之外，主要記錄的動物活動痕跡包括排遺、叫聲、屍骸、食痕、爪痕，並記錄發現之數量、時間、植被環境、天氣等資料。地點的記錄方式以穿越線每 50 公尺為區段單位。動物被目擊時，若同時發出叫聲，則只視為一筆目擊記錄。

排遺資料以寬 1 公尺的穿越線進行糞堆計數，水鹿(*Cervus unicolor*)、山

羴(*Muntiacus reevesi*)、長鬃山羊(*Naemorhedus swinhoei*)的排遺，係以一堆顆粒數量大於5者，方視為一筆有效的樣本記錄。山羴排遺顆粒數量較少(通常數十餘個)，且有時因動物邊走邊排糞，而使顆粒沒有集中，故不易分辨是否為同一堆排遺，因此將散落於5 m內、新鮮度相同的顆粒，視為一獨立樣本記錄。

排遺於每次調查後，隨即移除，避免下次調查重複計數。至於動物的腳印和拱地痕跡，因其保存易受不同地面質地和落葉層，以及天候影響，且不容易鑑定獨立的樣本，故僅記錄供物種辨識之用，而不列入定量分析。

至於台灣黑熊，我們分別記錄所有的黑熊爪痕、折枝痕、排遺、食痕等痕跡，但若這些痕跡是同時期新舊程度相當且位於半徑五公尺內出現，則合併為一筆獨立的黑熊出沒資料(吳煜慧 2004)。

排遺在野外可保存時間的長短受到糞粒數量、糞粒大小、棲地特性、降雨量、季節、相對濕度、平均溫度、海拔高度等因素的影響。動物的踐踏、食糞昆蟲的取食、微生物的分解、落葉的覆蓋等因素也影響排遺的分解速率(Neff 1968)。因此，為避免排遺計數的結果因排遺分解率或可偵測度的差異而造成動物相對豐富度估算的誤差，研究期間進針對水鹿、山羊、山羴的排遺進行分解率測試。

研究者於穿越線調查時，挑選撿拾新鮮的排遺，之後放置於研究站附近。排遺放置地點涵蓋三種植被棲地類型：草地、青剛櫟林、青剛櫟和二葉松混合林。測試樣本皆上標和照相，並記錄新鮮等級、糞粒數量、棲地類型、標放日期等資料。於每個月至樣區調查時便複查一次，直到排遺樣本完全消失為止；現場紀錄標示排遺的可偵測狀況，並記錄殘存的糞粒數量。

二、紅外線自動照相機監測法(camera trapping)

為了瞭解樣區內中大型哺乳動物的組成及相對豐富度的時空變化，我們同時利用被動式紅外線感應的自動照相設備，總計 20 台。每個月至樣點收集底片卷，並更換底片、照相機和紅外線感應器之電池。

相機點的放置環境包括青剛櫟林，以及非青剛櫟優勢之森林內。於青剛櫟林內的自動照相機樣點主要沿痕跡調查樣線架設，並儘量讓相鄰機點間的直線距離為 1 km (圖 2-1)。相機架於獸徑的交會點附近，以增加可能拍攝到動物的機會，同時將相機設置於茂密的樹冠層底下，以降低相機因光照變化而造成空拍的機率。

相機置於離地約 1.5~2 m 的樹幹上，以約 45°俯角架設。為了避免因動物利用同一行進路線，而造成同一相機地點重複拍攝該動物的可能性，每一相機點於操作 6 至 7 個月後，便更換樣點。

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

第四節 堅果豐富度與台灣黑熊活動之關係

於痕跡調查樣線上，每隔 20 公尺，挑選並標記二棵胸高直徑大於 10 公分的青剛櫟樹木作為永久監測樣樹。於青剛櫟開始落果之前，九月底至十月中旬期間，研究者以目視法(visual counts)估算該季的結果豐富度指標。

我們採用兩種目視估計法：(1) 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，以 15 秒內計數果實，再移至該樹的另一側，以另一 15 秒內記數果實。二筆結果相加，即代表該樹於 30 秒內所得的結果豐度指標。(2) Grave 修正指數(Graves' modified scale, cited in Koenig et al. 1994)，乃主觀將一顆樹的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。

為了瞭解樣區青剛櫟果實產量的密度，我們每隔 50 公尺，挑選並標記二棵胸高直徑大於十公分的青剛櫟樹木，總計 200 棵樹。於開始落果前（十月）至結果結束（次年一月）期間，以 0.9 公尺見方的蘭花網作為種子陷阱（seed trap），置於樹冠下離地面約一公尺的高度。每個月定期前往樣區收集陷阱上的掉落物，帶下山烘乾後，觀察果實的成熟及被啃食狀況，以及計算堅果的數量和重量，以計算樣區該季生產堅果的密度（公斤/公頃）。

為了監測台灣黑熊於整個青剛櫟結果期間對於樣區堅果的狀況，我們於青剛櫟結果結束後，沿著堅果調查樣線，計數樣線兩側各 5 公尺內的所有黑熊痕跡，檢視所有胸高徑大於 10 公分的殼斗科樹木，計數樹幹上留有該季黑熊留下爪痕或折枝痕的樹木，作為該季黑熊出現的相對密度。此外，我們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 4 公里，另一為南側至賽柯長約 2 公里的古道，列入該季黑熊活動(痕跡)指標的調查樣線（圖 2-1）。

第五節 熊毛陷阱

為了增加黑熊 DNA 樣本之收集，我們自 2006 年青剛櫟結果期開始後，啟用先前研究者吳煜慧於樣區所設置的熊毛陷阱，共 18 個。另於今年 9 月，

增設 3 個熊毛陷阱(圖 2-1)。

熊毛陷阱依 Woods 等人(1999) 之方式架設，鐵絲圍籬中央懸掛兩個黑熊構不到底片盒，高度至少 2.2 公尺，裡面分別裝有沾浸不同氣味劑（如果實、肉類、蜂蜜口味）的棉花，以吸引黑熊前來。黑熊於跨越或穿過圍籬時，一小撮的毛髮便會留在圍籬上的倒鈎上。每個月檢視熊毛陷阱及更新氣味劑，並收集留在鈎刺上的毛髮。

第三章 結果與討論

第一節 青剛櫟物候

初步觀察 2007 年青剛櫟的開花期約始於 4 月，並於 5 月達顛峰。爾後觀察 45 棵標記的樣樹顯示，抽芽階段出現於 8 月之前，樣樹比例則以 7 月最高（17.8%）。然為幼葉期和展葉期之高峰期出現於 6 月（分別為 60%、95.6%），其次 7 月（37.8%、88.9%），之後二者的比例並隨時間遞減（表 3-1）。開花期則止於 6 月，26.7%的樹仍可見花序，而此同時也開始進入結果期。

表 3-1 2007 年 6 月至 11 月青剛櫟樹物候期的百分比例（n = 45 棵）

	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月
抽芽期	4.4	17.8	4.4	0	0	0
幼葉期	60.0	37.8	6.7	6.7	4.4	2.2
展葉期	95.6	88.9	53.3	42.2	37.8	13.3
開花期	26.7	0	0	0	0	0
結果期	20.0	46.7	71.1	75.6	86.7	88.9
熟果期	0	0	0	0	0	13.3

然 6、7 月的幼果多數形小，只是柱頭變黑，多未見殼斗的出現。8 月青剛櫟開始進入結果的高峰，71.1%的樣樹可見結果，至 11 月則有 88.9%的樣樹有結果。8、9 月的果實雖然多數可見殼斗和堅果部分，卻皆為未熟果，直到 10 月，青剛櫟果實方轉為較飽滿且大小易見。成熟果實則到 11 月時方有

紀錄，佔 13.3%的樣樹，此時期於地面也可以看到些許被嚙齒目動物利用過的青剛櫟果實碎屑，可見動物已經開始利用青剛櫟果實。

雖然從青剛櫟大小及果熟狀況來看，我們也發現今年青剛櫟的成熟時間似乎較去年及往年晚，此情況與氣候變化或其他物化因素的關係，則有待長期資料累積及分析驗證。此外，由於固定樣樹的物候期監測自今年六月方開始進行，因此樣區內全年的青剛櫟物候觀察將至少持續至明年五月，方可以提供一較完整物候週期變化。

第二節 大型哺乳動物相對豐富度之季節性變動

一、動物目擊及痕跡調查法

於 2007 年 1 月至 2007 年 11 月期間，穿越線痕跡調查的結果中，台灣黑熊的痕跡紀錄僅 4 筆，包括 1 月有 2 筆排遺，2 月有 1 筆排遺和 1 筆爪痕，以及 4 月有 1 筆排遺，其餘月份都未出現台灣黑熊的痕跡（表 3-2）。此結果顯示除了少數月份之外，大部分月份黑熊出現於大分的頻度似乎極低。

穿越線上利用痕跡調查法監測大型哺乳動物相對豐富度，物種痕跡數量依序為水鹿(n = 400)、山羌(n = 336)、台灣野豬(n = 80)、長鬃山羊(n = 66)、台灣黑熊(n = 5，表 3-2)。活動痕跡以排遺記錄最多(n = 803)，其次為叫聲(n = 53)、目擊(n = 28)，其他則包括爪痕和屍骸(n = 3)。

三種主要痕跡(排遺、叫聲、目擊)紀錄皆顯示，偶蹄類動物除野豬於 6 月沒有於樣區紀錄到之外，水鹿、山羌、野豬、山羊各月皆活動於樣區。四種偶蹄類動物中，山羌於叫聲和目擊紀錄上(58.5%、46.4%)皆較水鹿

表 3-2 2007 年 1 月至 11 月，穿越線痕跡調查法紀錄大分地區大型哺乳動物之結果

月份 (調查日期)	動物種類	痕跡類型				總計	平均 (數量/日)
		排遺	叫聲	目擊	其他		
1 月	山羌	91	7	2	0	100	2.70
2007/1/18	長鬃山羊	20	0	0	0	20	0.54
-1/22	水鹿	87	2	1	0	90	2.43
	台灣野豬	37	0	2	0	39	1.05
	台灣黑熊	2	0	0	0	2	0.05
小計		237	9	5	0	251	6.78
2 月	山羌	48	2	2	0	52	1.27
2007/2/28	長鬃山羊	12	1	0	0	13	0.32
-3/1	水鹿	63	1	0	0	64	1.56
	台灣野豬	23	0	0	1	24	0.59
	台灣黑熊	1	0	0	1	2	0.05
小計		147	4	2	2	155	3.78
4 月	山羌	31	2	3	0	36	0.61
2007/4/28	長鬃山羊	5	2	1	0	8	0.14
-5/2	水鹿	27	1	0	0	28	0.47
	台灣野豬	7	0	0	0	7	0.12
	台灣黑熊	1	0	0	0	1	0.02
小計		71	5	4	0	80	1.36
5 月	山羌	18	4	2	0	24	0.65
2007/6/4	長鬃山羊	4	0	0	0	4	0.11
-6/8	水鹿	19	2	0	0	21	0.57
	台灣野豬	2	0	0	0	2	0.05
小計		43	6	2	0	51	1.38
6 月	山羌	7	2	1	0	10	0.31
2007/7/6	長鬃山羊	3	0	0	0	3	0.09
-7/9	水鹿	23	0	1	0	24	0.75
	台灣野豬	0	0	0	0	0	0
小計		33	2	2	0	37	1.16

表 3-2 2007 年 1 月至 11 月，穿越線痕跡調查法紀錄大分地區大型哺乳動物之結果 (續)

月份 (調查日期)	動物種類	痕跡類型				總計	平均 (數量/日)
		排遺	叫聲	目擊	其他		
7 月	山羌	13	3	0	0	16	0.52
2007/8/6	長鬃山羊	4	1	0	0	5	0.16
-8/10	水鹿	24	2	0	0	26	0.84
	台灣野豬	1	0	0	0	1	0.03
	小計	42	6	0	0	48	1.55
8 月	山羌	14	3	2	0	19	0.66
2007/9/4	長鬃山羊	4	0	1	0	5	0.17
-9/7	水鹿	36	0	1	0	37	1.28
	台灣野豬	2	0	1	0	3	0.10
	小計	56	3	5	0	64	2.21
9 月	山羌	26	1	0	1	28	0.97
2007/10/3	長鬃山羊	1	2	0	0	3	0.10
-10/8	水鹿	49	2	5	0	56	1.93
	台灣野豬	2	0	0	0	2	0.07
	小計	78	5	5	1	89	3.07
10 月	山羌	43	7	1	0	51	1.55
2007/11/5	長鬃山羊	2	3	0	0	5	0.15
-11/9	水鹿	49	3	2	0	54	1.64
	台灣野豬	2	0	0	0	2	0.06
	小計	96	13	3	0	112	3.39
總計		803	53	28	3	887	

(24.5%、35.7%) 高，唯排遺紀錄則反之（羌 36.2%、水鹿 46.9%）。野豬之排遺和目擊的出現頻度分別為 9.5%、10.7%，皆較山羊的出現頻度（6.8%、7.1%）高。野豬並未記錄到叫聲，且其痕跡集中出現於 1 月及 2 月，為所有樣本之 79.7%，其他月份之痕跡記錄十分稀疏；山羊痕跡於各月之出現分布則較為均勻，顯示二者於時間上對於樣區的利用有所不同（表 3-2）。

由於今年的穿越線調查期間，僅有 1 月和 10 月的調查資料屬青剛櫟季，且又分別為不同年之青剛櫟季，故暫就一般季節區分，即 12、1、2 月為冬季，3、4、5 月為春季，6、7、8 月為夏季，9、10、11 月為秋季，比較之。每次固定路線的調查結果顯示，台灣黑熊及四種偶蹄類動物痕跡的相對紀錄頻度以冬季最高，平均每日有 5.21 筆痕跡紀錄，其次為秋季，每日有 3.24 筆痕跡紀錄；春、夏季發現痕跡的相對頻度分別為 1.36 和 1.63，皆不及秋冬季之二分之一（表 3-3）。

四種大型草食動物的痕跡數量隨月份之變化趨勢相似，皆隨著青剛櫟結果季之結束而遞減（圖 3-1）。大分地區於 1 月至 10 月期間，各月大型動物痕跡之出現頻度以 1 月最高，平均每日有 6.78 個痕跡，並隨時間而遞減，至 4 至 6 月達最低峰，平均每日痕跡為 6 月 1.16~5 月 1.38 個，7 月之後逐月再呈現遞增的趨勢（1.55~3.39，圖 3-1）。

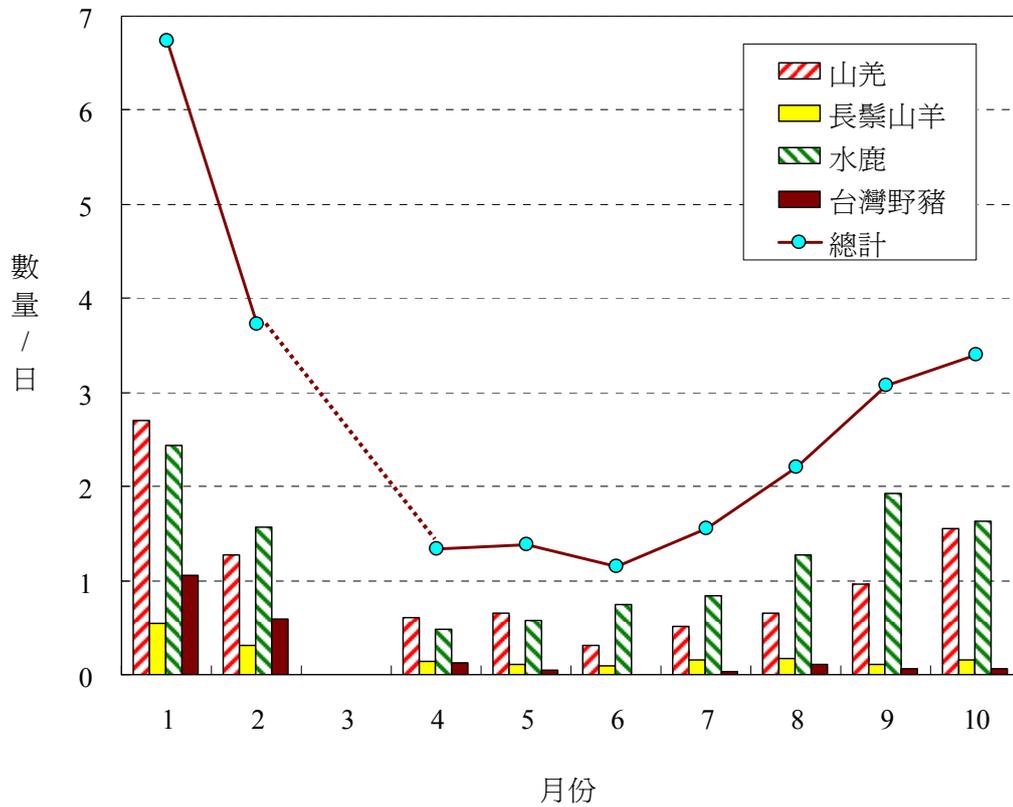
排遺佔所有痕跡資料的 91% ($n = 887$)，各月份的紀錄頻度（數量/日）除了山羌與水鹿，以及山羊與野豬之間分別沒有顯著差異之外，其他偶蹄類動物之間皆呈現顯著差異（Paired t test, $df = 8$, $P < 0.005$ ）。山羌排遺的出現頻度（數量/日）與水鹿、野豬紀錄呈顯著正相關（ $r = 0.817$ 、 0.7 ， $P < 0.05$ ， $n = 9$ ）；山羊與野豬的變化趨勢亦一致（ $r = 0.7$ ， $P < 0.05$ ， $n = 9$ ）。

4至6月間動物排遺的記錄數量變化，相對於1及2月的數量則似乎較少（表3-2），尤其水鹿和長鬃山羊。由於5、6月值梅雨季，7至9月為颱風季，皆可能增加部份排遺的消失速率，導致低估該動物的相對豐富度，加上山羌的糞粒數量最少且顆粒較小，所造成的影響應該更為明顯。

表 3-3 2007 年 1 月至 10 月，大分地區大型哺乳動物痕跡的季節變化

季節	動物 種類	痕跡 總數	平均 (數量/日)
冬 (1、2月)	山羌	152	2.45
	長鬃山羊	33	0.42
	水鹿	154	1.97
	台灣野豬	63	0.81
	台灣黑熊	4	0.05
	小計	406	5.21
春 (4、5月)	山羌	60	0.63
	長鬃山羊	12	0.13
	水鹿	49	0.51
	台灣野豬	9	0.09
	台灣黑熊	1	0.01
小計	131	1.36	
夏 (6、7、8月)	山羌	45	0.49
	長鬃山羊	14	0.15
	水鹿	87	0.95
	台灣野豬	4	0.04
小計	150	1.63	
秋 (9、10月)	山羌	79	1.27
	長鬃山羊	8	0.13
	水鹿	110	1.77
	台灣野豬	4	0.06
小計	201	3.24	

圖 3-1 2007 年 1 月至 10 月期間，大分地區大型偶蹄類動物之痕跡數量變化



二、偶蹄類動物排遺分解率

2007 年 5 月至 9 月（雨季）於大分地區進行排遺分解率的實驗，由於受到樣本數收集的限制，目前只針對山羌、長鬃山羊和水鹿三種動物，且該實驗仍持續進行中。

初步觀察發現山羌的排遺分解率最高，大多都在 1 至 2 個月內就消失，其中三分之一的排遺（ $n=12$ ）並在一個月之內消失（表 3-4）。山羌排遺的糞粒數為三種動物中最少且顆粒最小，即使少數糞粒可殘留超過 3 個月之

久，也因最後糞粒數只剩無幾（1-5 顆），而不易被研究者偵測到。由於各種棲地環境的排遺樣本數有限，所以暫無法提供環境對於排遺消失率可能的影響，仍待持續的資料累積。

長鬃山羊和水鹿的排遺極易被人偵測，在超過 1 個月之後，全數仍可被人偵測到（ $n = 12$ ），不受植被環境影響，多數能持續 2 個月以上。本研究亦發現，由於該兩種動物因糞粒數多且顆粒較大，似乎受到食糞性昆蟲的偏好，也可能因此影響該兩種動物排遺之分解率。

由此結果來看，本研究以一月間隔進行動物痕跡調查，應該有低估山羌排遺出現頻度的情況，但對於長鬃山羊和水鹿則無此困擾。若是如此，本研究紀錄水鹿的排遺雖為山羌的 1.3 倍，若考量不同的分解消失率和可偵測度，則雨季的山羌排遺數量至少應為水鹿的 1.16 倍。然而若以排遺數量推論動物的相對豐富度，則同時應該將動物的排糞率，以及調查樣線中可能影響排遺消失率和可偵測度的植被環境之相對組成，一併入考量。

表 3-4 2007 年 5 月至 9 月(雨季)，山羌、山羊、水鹿的排遺於大分地區不同植被棲地下之可偵測時間

	山羌		山羊		水鹿		總計
	1 個月內	1 個月以上	1 個月內	1 個月以上	1 個月內	1 個月以上	
草地組	2	2	0	4	0	4	12
青剛櫟組	1	3	0	4	0	4	12
二葉松組	1	3	0	4	0	4	12
總計 (個)	4	8	0	12	0	12	

三、紅外線自動照相機監測法

自 2006 年 10 月起至 2007 年 10 月，總共於大分地區架設自動照相機 161 月台（即每一相機工作回合的加總），運作正常的相機總工作時數為 77,471 小時，總共拍攝 3,785 張含有動物出現的照片。若扣除鳥類、於半小時內連拍動物的照片，以及少數無法辨識物種的照片，累計 2,448 隻/群有效照片個體，整體 OI 值為 31.60。

除了鼠類和食蟲目動物小型動物（798 張有效個體照片，OI 值為 10.30）之外，相機共拍攝到 13 種可辨識的哺乳動物。所拍攝動物的相對出現頻度依次為山羌 (*Muntiacus reevesi*)、台灣獼猴 (*Macaca cyclopis*)、水鹿 (*Cervus unicolori*)、台灣野豬 (*Sus scrofa*)、鼬獾 (*Melogale moschata*)、長鬃山羊 (*Naemorhedus swinhoei*)、白鼻心 (*Paguma larvata*)、黃鼠狼 (*Mustela sibirica*)、黃喉貂 (*Martes flavigula*)、台灣黑熊 (*Selenarctos thibetanus*)、赤腹松鼠 (*Callosciurus erythraeus*)、食蟹獾 (*Herpestes urva*)、條紋松鼠 (*Tamiops maritimus*)。

自動照相機紀錄各類動物於樣區的出現頻度以偶蹄類動物最高，整體 OI = 14.57，其中山羌的 OI 值 7.86 為其他種類之二倍以上，其次為水鹿 (OI = 3.21)、台灣野豬 (OI = 2.43)、長鬃山羊 (OI = 1.07，表 3-5)。出現頻度次之動物類別為靈長類，台灣獼猴的整體 OI 值為 3.81。小型食肉目之整體 OI 值為 2.66，出現物種依次為鼬獾 (OI = 1.24)、白鼻心 (OI = 0.52)、黃鼠狼 (OI = 0.46)、黃喉貂 (OI = 0.35)、食蟹獾 (OI = 0.09)。

自動照相機拍攝到的大型食肉目動物僅有台灣黑熊，整體 OI 值為 0.19，總計 15 張有效個體照片。黑熊紀錄以 11 月最高 (OI = 1.95，表 3-5)，共 11 張有效個體照片，明顯的高於 12 月 (OI = 0.65) 的 2 張，以及 5 月 (OI = 0.25) 的 2 張照片，至於其他月份則皆無記錄。照相機技術與痕跡調查法 (表 3-2)

之觀測結果相似，皆顯示黑熊對於大分地區的利用，呈明顯的月份變化，即除了少數月份之外，大部分月份黑熊出現於此區的頻度極低。

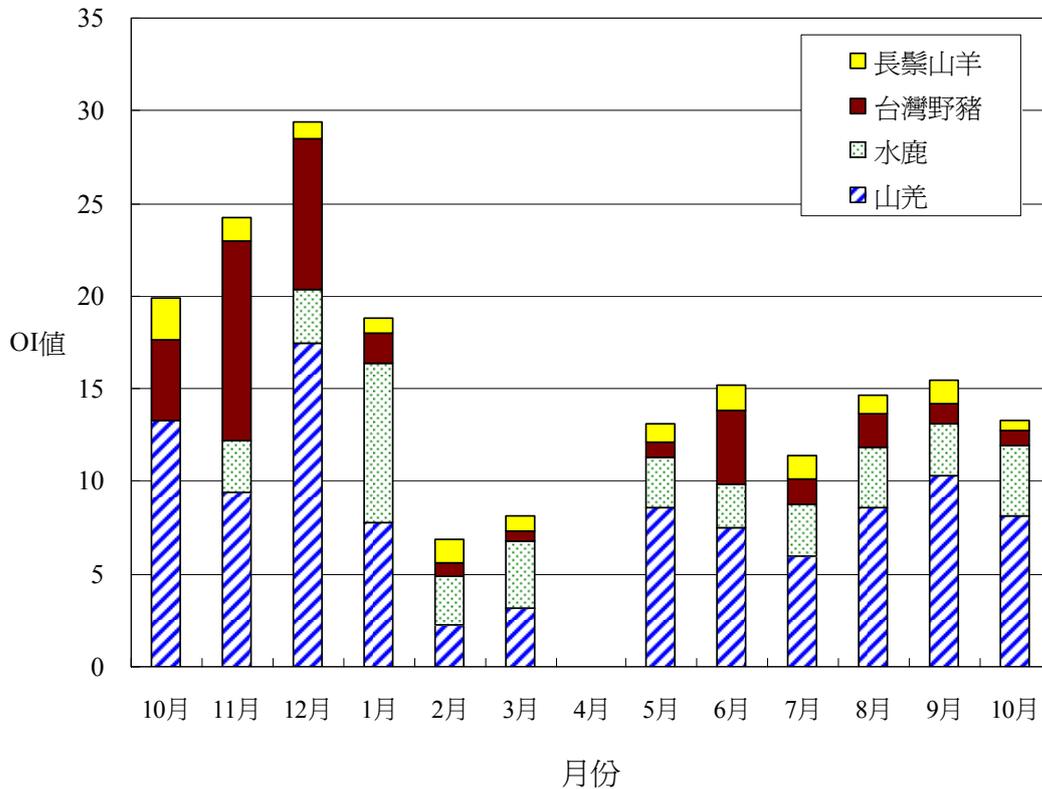
台灣黑熊之潛在獵物偶蹄類動物於樣區之出現頻度，除了山羊全年的月變化相對地較小之外（0.56~2.21），其他物種似乎呈現階段性變化。於2006年10月至次年1月期間之各月份OI值皆大於18.8（表3-5），並以11月和12月最高，分別為24.24、29.42。其他三種偶蹄類動物於此段時期之各月OI值呈現明顯變化，比如山羌OI值於10月（OI = 13.25）及12月（OI = 17.46），遠大於較其他月份（OI值 \leq 10）；台灣野豬的OI值於11及12月分別10.79及8.08，高達其他任何月份（0.5~4.42）之2倍；水鹿於1月之OI值為8.61，亦甚於其他月份（0~3.84，圖3-2）。

偶蹄類動物於2007年2月及3月之OI值為全年最低，分別為6.84、8.12，其中山羌之季節性變化尤為明顯，此時之月OI值僅2.28及3.51，遠不及其他月份之二分之一。2007年5月之後，偶蹄類動物之各月OI值為11.36~15.51，其中四種動物的OI值變化並沒有很明顯（圖3-2）。

表3-5 2006年10月至2007年10月玉山國家公園大分地區自動照相機紀錄較大型哺乳動物種類及出現指數(Occurrence Index, OI)

		2006年			2007年										有效個體 照片數	OI 值
		10月	11月	12月	1月	2月	3月	5月	6月	7月	8月	9月	10月			
大型食肉目	台灣黑熊	0	1.95	0.65	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	15	0.19	
靈長類	台灣獼猴	8.83	3.72	6.14	2.15	0.70	1.82	2.85	5.57	3.28	3.16	7.09	3.72	295	3.81	
偶蹄類	山羌	13.25	9.38	17.46	7.80	2.28	3.15	8.56	7.55	6.01	8.61	10.30	8.12	609	7.86	
	台灣野豬	4.42	10.79	8.08	1.61	0.70	0.50	0.87	3.96	1.42	1.74	1.11	0.79	188	2.43	
	水鹿	0	2.83	2.91	8.61	2.63	3.64	2.73	2.35	2.73	3.27	2.77	3.84	249	3.21	
	長鬃山羊	2.21	1.24	0.97	0.81	1.23	0.83	0.99	1.36	1.20	0.98	1.33	0.56	83	1.07	
	總計	19.88	24.24	29.42	18.83	6.84	8.12	13.15	15.22	11.36	14.61	15.51	13.31	1129	14.57	
小型食肉目	鼬獾	0	0.35	1.62	0.81	1.23	1.82	1.49	2.35	1.97	0.76	0.33	1.02	96	1.24	
	黃鼠狼	0	0.35	1.62	0.54	0.88	0.33	0.50	0.99	0	0.22	0.55	0.11	36	0.46	
	白鼻心	0	0.35	0	0.54	0.7	0.33	0.50	1.36	0.11	0.55	0.44	0.56	40	0.52	
	黃喉貂	0	0.18	0.32	1.35	0	0.33	0.50	0	0.11	0.33	0.55	0.56	27	0.35	
	食蟹獾	0	0	0.32	0	0	0	0.25	0.12	0	0.11	0.22	0	7	0.09	
	總計	0	1.23	3.88	3.24	2.81	2.81	3.24	4.82	2.18	1.96	2.10	2.26	206	2.66	
松鼠類	赤腹松鼠	0	0	0.65	0	0	0	0.74	0.25	0.33	0	0	0.11	14	0.18	
	條紋松鼠	0	0	0	0.27	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.01	
	總計	0	0	0.65	0.27	0	0	0.74	0.25	0.33	0	0	0.11	15	0.19	
總 OI 值		28.71	31.14	40.74	24.49	10.35	12.75	20.23	25.86	17.14	19.73	24.70	19.41			
相機工作時數		905.97	5651.52	3092.32	3715.82	5697.07	6040.45	8061.92	8083.2	9157.47	9174.27	9028.60	8863.37	77471.97		
有效相機數		3	15	10	6	6	8	15	18	19	19	20	17	156		

圖3-2 利用自動照相機系統於2006年10月至2007年10月紀錄玉山國家公園大分地區四種偶蹄類動物之出現指數(Occurrence Index, OI)



為了檢視堅果產量對於動物的影響，本研究根據樣區青剛櫟的物候觀察結果以及動物可能利用堅果的情形，將各月份資料併為「青剛櫟季」及「非青剛櫟季」，前者為2006年10至2007年1月，因為自10月起便有部分青剛櫟果實逐漸轉為成熟，直到隔年1月仍有零星落果，且地面仍有些許落果；非青剛櫟季則為2007年2月至9月。由於2007年10月屬於另一年之結果季，故暫不合併分析。

大分地區中大型哺乳動物於青剛櫟季之整體OI值為31.1，是非青剛櫟季OI值19.2之1.6倍（表3-6）。偶蹄類動物於青剛櫟季之整體OI值為23.6，是非

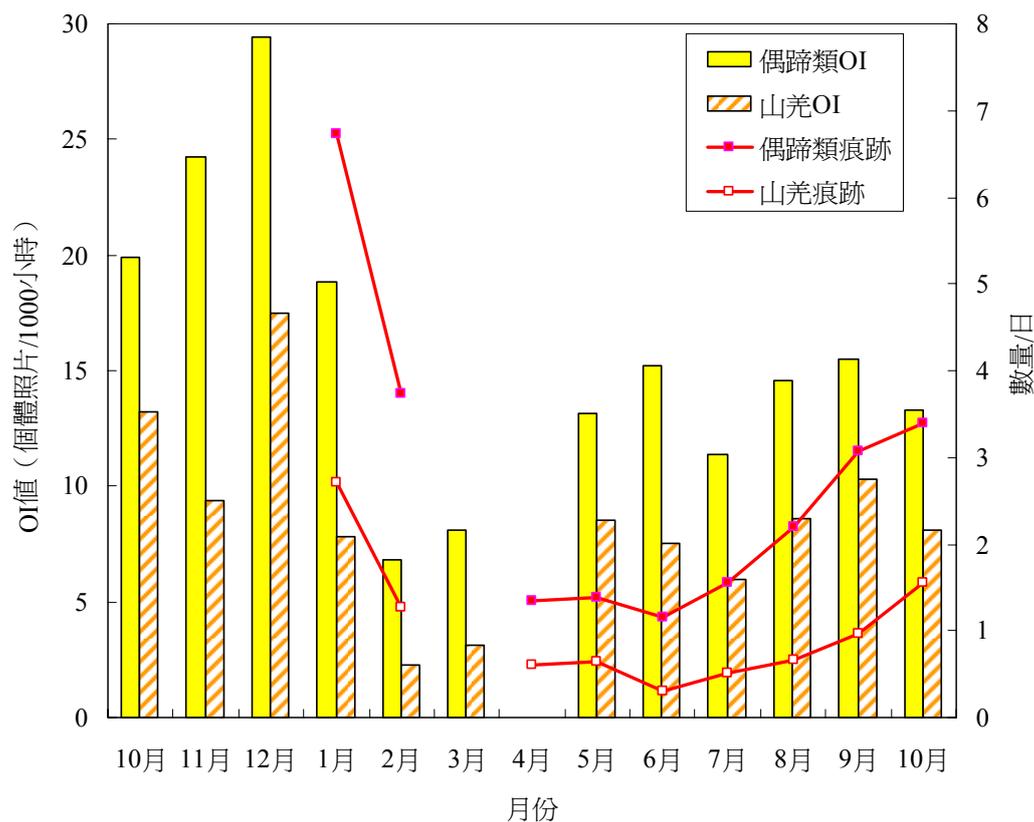
青剛櫟季OI值12.6之1.9倍。大型動物除台灣獼猴及長鬃山羊之外，其他三種偶蹄類動物及台灣黑熊於青剛櫟季節之OI值皆為非青剛櫟季節的1.5倍以上，其中又以台灣黑熊之27倍（ $=0.97/0.04$ ），以及野豬之4.7倍（ $=7.18/1.54$ ）之季節性差異最大（表3-6）。

表 3-6 2006 年 10 月至 2007 年 9 月玉山國家公園大分地區自動照相機紀錄較大型哺乳動物出現指數(Occurrence Index, OI)的季節變化

物種	青剛櫟季 (2006年10月至次年1月)		非青剛櫟季 (2007年2月至9月)		
	有效個體 照片數	OI 值	有效個體 照片數	OI 值	
偶蹄類	山羌	148	11.07	389	7.04
	台灣野豬	96	7.18	85	1.54
	水鹿	57	4.26	158	2.86
	長鬃山羊	15	1.12	66	1.19
靈長類	台灣獼猴	56	4.19	206	3.73
大型食肉類	台灣黑熊	13	0.97	2	0.04
小型食肉類	鼬獾	10	0.75	77	1.39
	黃鼠狼	9	0.67	26	0.47
	白鼻心	4	0.30	31	0.56
	黃喉貂	7	0.52	15	0.27
	食蟹獾	1	0.07	6	0.11
總計		416	31.12	1072	19.21
相機工作時數		13,365.63		55,242.97	

雖然五種小型食肉目動物於青剛櫟季及非青剛櫟季之總體OI值，分別為2.31及2.81，並未呈現明顯變化，但黃鼠狼和黃喉貂於青剛櫟之OI值則分別為非青剛櫟之1.4及1.9倍（表3-6），初步推測或許與該季其潛在獵物山羌或鼠類增加有關，前者更是兩種貂科動物的主食之一。此結果初步提供吾人略窺青剛櫟森林複雜的物種間之交互作用。

圖 3-3 2006 年 10 月至 2007 年 10 月，自動照相機拍攝山羌、臺灣野豬、水鹿、長鬃山羊等四種偶蹄類動物之整體出現指數變化



自動照相機拍攝到臺灣黑熊的紀錄以 11 月及 12 月(OI = 0.65)較高,其他月份甚少記錄,與痕跡觀察的結果相似。此結果與過去於大分地區長達三年的捕捉繫放的結果類似,該區台灣黑熊通常於十月底方開始較頻繁的出現於青剛櫟森林,並隨著樹上青剛櫟果實的數量減少而陸續離開此區(Hwang 2003)。2006 年秋季大分地區的青剛櫟結果量不佳,而鄰近山區的另類黑熊食用的狹葉櫟結果量更是稀少(黃美秀等 2006),可能影響較多的黑熊移動至青剛櫟林,只不過停留時間因此區堅果食物供應少而亦相對地減少。

第三節 堅果豐富度與台灣黑熊活動之關係

一、堅果豐富度

2006 年青剛櫟季的種子陷阱調查結果顯示,青剛櫟 10 月至次年 1 月落果,並集中於 11 月和 12 月,分別佔所有落果量的 39.5%和 30.8% (n = 2,772 顆,表 3-7),其次為 1 月(15.2%)、10 月(10.9%),2 月只有零星的經動物啃食後掉落的果殼或果實碎片(2.3%),3 月後則不再有落果紀錄。

掉落的果實中,15.5%是青剛櫟果實外觀成粒未經動物啃食過的,唯其中有 1.7%則有昆蟲蛀蝕的小洞,其他 84.5%則是動物啃食後掉落的碎片所估計而得堅果數。此結果顯示高比例的青剛櫟果實成為提供了當地野生動物(主要是鳥類和哺乳動物)食物的來源。

完整的落果數量及重量皆顯示落果量的高峰為 11 月(分別為 80.9%、83.2%),其次為 12 月(分別為 12.4%、12.3%)、10 月(分別為 5.4%、3.1%)、1 月(分別為 1.4%、1.6%,表 3-7)。受損果實的堅果顆粒數及重量則以 11 月(分別為 31.9%、42.9%)及 12 月(分別為 34.2%、33.7%)較高,其次為 1 月(分別為 11%、15.2%)、10 月(10.9%、12.2%)、1 月(1.5%、2.3%),此結

果亦是反應當地動物利用間青剛櫟堅果時間的相對量分布。

表 3-7 2006 年種子陷阱紀錄青剛櫟結果季的落果數量及重量

	完整果實			果實碎片		總計	
	蟲蛀數	完好顆數	總重量 (g)	估計顆數	總重量 (g)	數量	(%)
10 月	0	23	7	316	63	339	12.2
11 月	39	308	184	747	248	1094	39.5
12 月	7	46	27	801	195	854	30.8
次年 1 月	0	6	3	417	64	423	15.2
次年 2 月	0	0	0	63	8	63	2.3
總計	46	383	221	2343	579	2772	

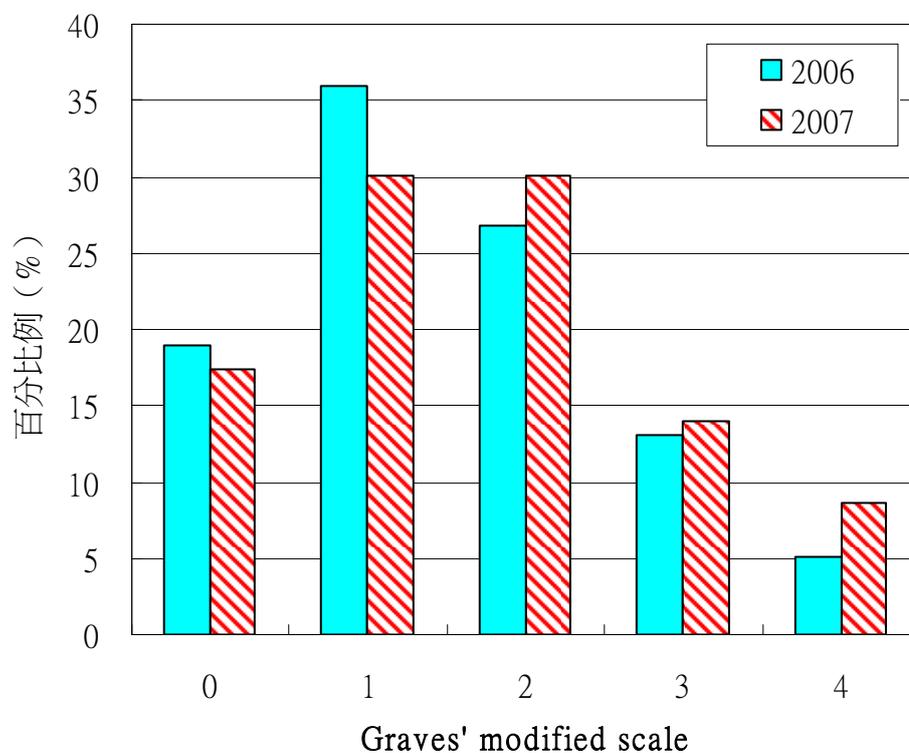
2007 年 10 月 2 至 9 日期間，我們於青剛櫟落果前，利用望遠鏡目視掃瞄 539 棵青剛櫟，以 Garves'修正指數估計其結果量，發現結果指數平均為 1.66 (SD = 1.17, n = 536)。樹上沒有觀察到堅果者佔 17.4%，仔細搜尋後可發現少量堅果者佔 30%，有一些堅果者佔 30%，堅果產量不錯者佔 14%，堅果產量十分豐盛僅佔 8.6% (圖 3-4)。

一 30 秒內所計數棵樹上的青剛櫟果實數量，平均為 35.38 (SD = 40.03, n = 536)。20.4%的樹上未發現任何果實，21.3%觀察到僅 1-9 顆果實，其次 10.6%觀察到 10-19 顆果實，18.4%觀察到 20-49 顆果實，17.8%觀察到 50-99 顆果實，11.5%觀察到 ≥100 顆果實。

2007 年與 2006 年之調查結果比較，發現今年結果量稀少的 Garves'修正指數 0 和 1 的百分比例較低，而指數 2-4 的比例則較高，Garves'修正指數顯著大於 2006 年之值 (1.51 ± 1.10 , $t = -2.533$, Paired-t test, $P = 0.012$, $df = 519$;

圖 3-4)。 30 秒內所計數的青剛櫟果實數量於此兩年亦呈現顯著差異 (Paired-t test, $t = -11.06$, $P < 0.001$, $df = 526$)， 2007 年的計數值為 2006 年的 2.2 倍。兩種估算青剛櫟堅果產量的方法所得的結果皆顯示，今年較去年佳的狀況。

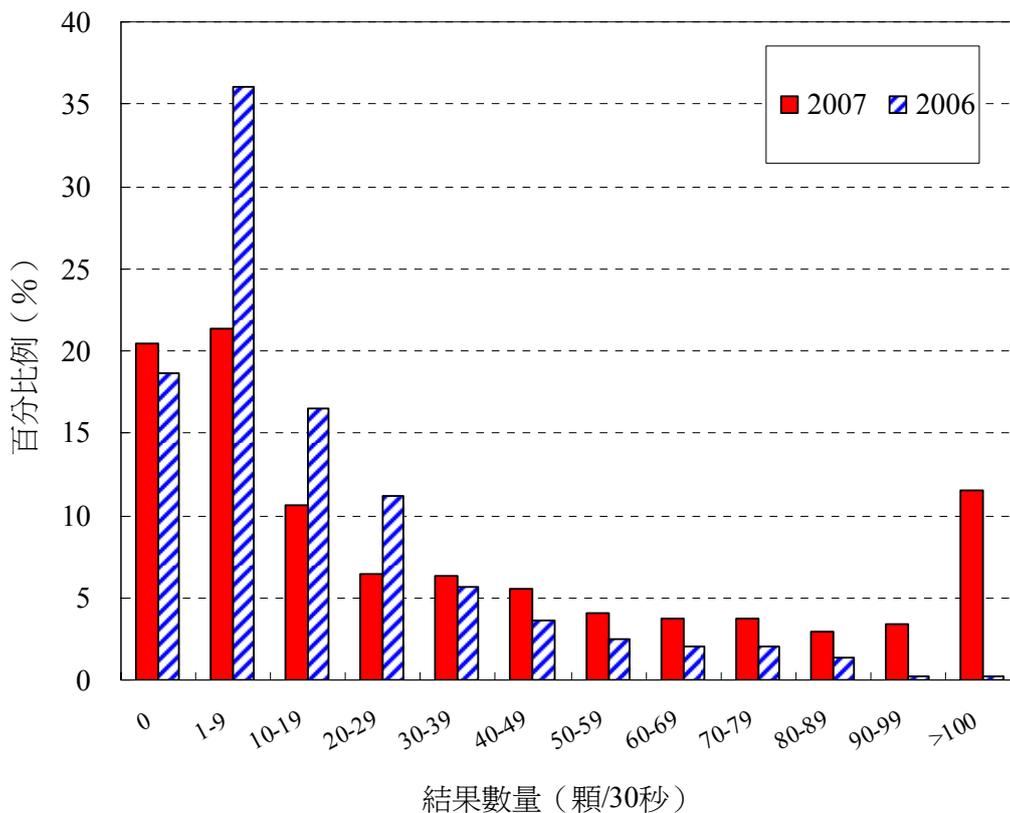
圖 3-4 2007 年及 2006 年目視法調查大分地區青剛櫟落果前的結果量
(Graves' modified scales: 0=沒有觀察到堅果，1=仔細搜尋後可發現少量，2=有一些，3=產量不錯，4=產量極豐盛)



一棵樹於 30 秒內所計數的青剛櫟果實數量，與利用 Graves' 修正指數評估結果量呈顯著正相關 ($R = 0.912$, $F = 2631.6$, $n = 536$, $P < 0.001$)，線性迴歸顯示該指數對於 30 秒所計數之結果量有高達 83.1% (r^2) 之變異量解釋力。初步觀察也發現當一棵樹結果豐盛或不錯時， 15 秒內所掃瞄到的果實通常會

大於 50 顆，與 Garves'修正指數的評估堅果產量豐盛及不錯的樹的比例 (8.6%、14%) 相近，顯示此季結實狀況可謂不錯的樹所佔的比例可高達二成至三成。

圖 3-5 2007 年 10 月以 30 秒掃視大分地區落果前的青剛櫟數量



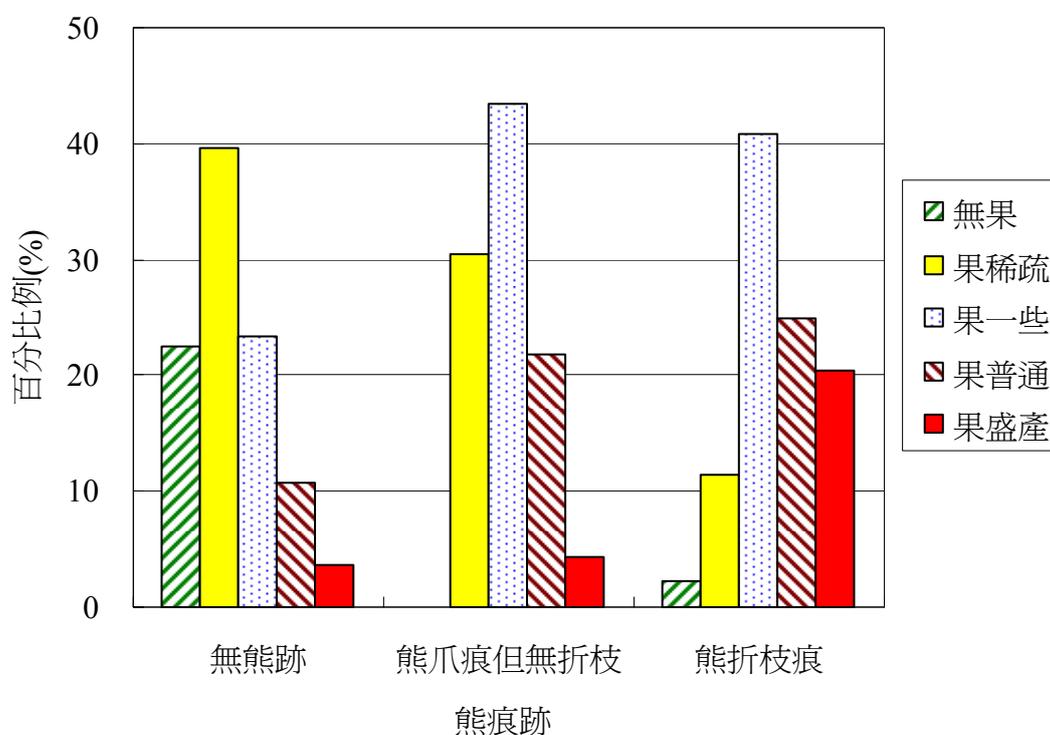
二、台灣黑熊活動

大分青剛櫟森林之樣線調查上的青剛櫟結果調查樣樹，近一半高 (48.9%，n = 507) 的樹幹上留有非當年青剛櫟結果季的舊熊爪痕，顯示台灣黑熊過去對於此區堅果的高度利用。

本研究也發現於 2006 年的青剛櫟結果季，台灣黑熊對於不同結果狀況的樹木的利用並非逢機 ($X^2 = 59.33, df=8, P<0.005$)。13.6%的樹有新的黑熊爪

痕，包括 9.1%的樹有黑熊上樹覓食青剛櫟果實所產生的折枝或堆積平台，以及 4.5%的樹稍雖無黑熊覓食後所產生的折枝痕跡，僅有爪痕，表示可能曾有黑熊爬上樹卻未覓食的情況。黑熊於 2006 年青剛櫟結果季對於樣樹的利用程度與該樣樹結果的 Garve 修正指數 (0~5) 呈顯著相關 (Spearman correlation, $r = 0.311$, $P < 0.001$, $n = 498$)。發現黑熊爪痕或上樹覓食的樹中，僅有一株沒有結果，而且樹結果量越高，黑熊的利用程度或頻度也隨之增加 (圖 3-6)。

圖 3-6 台灣黑熊利用殼斗科樹木之痕跡與樹木結果之關係



第四節 熊毛陷阱

研究期間自 2006 年十月下旬，開始啟用熊毛陷阱，總計 18 個（編號 1-18），並於 2007 年 8 月增設 3 個（編號 21-23），涵蓋拉庫拉庫溪西側之大分以及東側地區（圖 2-1）。截至今年十月止，扣除陷阱所採集的非熊毛及未知毛髮，總計於 13 個熊毛陷阱曾有發現熊毛，每個月熊毛可於 0 至 9 個陷阱上發現，尤以一月和二月為高，分別於 8、9 個陷阱上發現熊毛，並以五至十月期間偏低，僅於 1 個陷阱上發現熊毛（表 3-7）。除了位於 T5 調查樣線的三個熊毛陷阱皆未曾捕獲熊毛之外，其他各區皆有熊毛的紀錄。熊毛所屬的個體辨識，則待後續利用遺傳分子技術進一步鑑定之。

雖然自動相機和痕跡調查法於 2007 年 6~10 月並未發現黑熊活動，此與熊毛陷阱每月約有一個陷阱收集到熊毛資料的結果不盡相同。由過去無線電追蹤台灣黑熊的資料顯示，大部分的個體於青剛櫟結果季結束之後會陸續離開大分地區，捕獲次年之非青剛櫟時期則很少出現於樣區，然唯一雌性成體的活動範圍則廣泛的涵蓋此區（Hwang 2003）。其他研究者於樣區放置自動相機亦發現，過去捕獲並以耳標標記的個體曾有四隻次於繫放至少 2 年後的 11 月及 12 月有再被紀錄到（吳海音 私人通訊），然並未出現於其他月份。故推測非青剛櫟季節活動於大分的個體有可能為雌性居留者，或少數的播遷個體。台灣黑熊於非青剛櫟季對於大分地區的相對利用程度仍需要持續的觀察。

表 3-7 自 2006 年 11 月至 2007 年 10 月，大分地區熊毛陷阱收集台灣黑熊毛髮結果

月份	陷阱編號														有熊紀錄		使用陷阱數	
	1	2	3	7	8	10	11	12	14	15	16	17	18	毛撮數	陷阱數			
2006 年																		
11			2	2								3		7			3	
12						3								3			1	
2007 年																		
1	2		1		1		5	1		3	1	1	6	21	17		9	
2	2	2	2	1			1		2	1			1	11	18		8	
4		1			1			1					3	6	17		4	
5														0	18		0	
6									2					2	18		1	
7														0	21		0	
8	1													1	17		1	
9								2						2	17		1	
10								1						1	20		1	
熊毛撮數	5	2	5	3	2	3	6	5	4	4	1	1	10	54	5			
有熊毛陷阱數	3	2	3	2	2	1	2	4	2	2	1	1	3		3		29	

第四章 研究限制及建議

長期生態研究對於野生動物之永續性經營管理具有十分重要的價值，尤其是針對瀕危物種。然而，由於玉山國家公園台灣黑熊的研究樣區地處偏遠，交通及補給十分困難，為台灣野外生態調查之極端，故建議相關單位積極地規劃及研擬長期的研究保育策略，以整合型研究計畫，充實有關台灣黑熊之保育研究資訊，以發揮研究團隊合作之精神，建立長期性研究資料收集的資料庫，以達研究事半功倍及保育瀕危物種之最大效益。

此外，為了長期監測國家公園境內黑熊的時空活動，適當且及時地經營管理人熊關係，本研究建議玉山國家公園積極發展並建立一套「發現黑熊出沒的通報系統」，提供並鼓勵管理處員工及一般民眾隨時登錄園區及附近區域所發現的黑熊蹤跡，以長期累積玉山國家公園黑熊活動分佈之資料，監測人熊關係之變化，同時建立資料庫，提供經營管理所必需的參考資料。

附錄一

「玉山國家公園台灣黑熊族群生態學及保育研究（2/4）」 委託研究計畫期初審查會議紀錄

一、時間：中華民國 96 年 6 月 22 日下午 14 時 30 分

二、地點：本處三樓第一會議室

三、主持人：許處長文龍（陳副處長隆陞代）

四、出席評審委員：

楊主任秘書吉宗、本處陳副處長隆陞、蘇課長志峰

五、主席致詞：(略)

六、主辦課報告：(略)

七、會議結論：

(一) 本次會議之評審方式，依據「採購評選委員會審議規則」第九條第一款略以：「本委員會會議之決議，應有委員總額二分之一以上出席，出席委員過半數之同意行之。出席委員中之外聘專家、學者人數，不得少於出席委員人數之三分之一。」及本案招標文件中甄選須知之第陸點辦理。

(二) 本次會議各出席評審委員遴選結果並經出席委員過半數以上同意，由中華民國國家公園學會獲選第一名，取得議價權，

(三) 評審意見如下：

1. 本計畫考慮週全，執行可能的困難度已有初步解決構想，具可行性。
2. 種子陷阱可能蒐集資料的誤差，宜有適當的解決方式。

3. 計畫工作內容第二年有關青剛櫟與動物間之豐富度關係，建議再加以說明補充之。
4. 計畫執行期程請於議價完成後再行調整之。

八、散會

對審查意見與會議決議之回應與辦理情形

- 一、 種子陷阱採固定大小的收集面積，並採中央凹低的漏斗形狀，以避免果實從陷阱內彈出，並儘量固定時間上山收集，將可能的誤差降至最低。
- 二、 青剛櫟森林之物候及結果量與野生動物相對豐富度之度關係，將於期中與期末報告中詳列調查方法說明之。

附錄二

「玉山國家公園台灣黑熊族群生態學及保育研究 (2/4)」 委託研究計畫期中審查會議紀錄

一、時間：中華民國 96 年 9 月 13 日 (星期四) 上午 10 時 30 分

二、地點：本處三樓第一會議室

三、主持人：許處長文龍 (陳副處長隆陞代)

四、出 (列) 席單位及人員：(如簽到單影本)

五、委託機構 (中華民國國家公園學會黃教授美秀) 簡報：(略)

六、審查意見：

- (一) 本期中報告由 1 至 6 月排遺資料、6 至 7 月物候資料以及自動相機拍攝之資料已初步呈現一些相關性，建議資料累積後朝這三個資料做詳細分析。
- (二) 樣區鄰近區域的狹葉櫟亦為黑熊食物來源，其比例如何？有無列入監測的比較。
- (三) 報告中表 1 之百分比計算方式最好做一說明。
- (四) 排遺之計數可否分等級並與紅外線相機之出現指標 (Occurrence Index, OI) 值做一比較。
- (五) 偶蹄目動物於秋冬季之聚集，與黑熊有無關連，建議做一討論。
- (六) 氣象資料的蒐集同時表達其長期監測的重要性，建議有比較長期性的解決方案。
- (七) 排遺蒐集的 GPS 點位，排遺內含物及熊毛 DNA 研究，建請做長期規劃。
- (八) 本報告未將評審會議之意見列表納入該報告書之附錄中，建請補充修正之。並請將上述審查意見及辦理情形製表納入

期末報告書之附錄中。

七、審查結論：

- (一) 審查會議經出席委員之審查及本處業務單位之查核，本計畫之工作進度及項目，與委託研究計畫契約書所訂相符，期中審查通過。請依契約書之規定，辦理第一期款核銷及撥付第二期款事宜。
- (二) 請計畫執行單位就審查意見，於契約書工作要求範圍內作必要之補充及修正，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。
- (三) 針對本期中報告有關大分地區設置氣象系統以利長期蒐集氣象資料，協助瞭解影響黑熊重要食物資源變動之建議，請保育研究課研議辦理。

八、散會

對審查意見與會議決論之回應與辦理情形

- 一、將於期末報告中呈現樣區野生動物相對豐富度，與青剛櫟結果及物候變化之相關性檢定。
- 二、樣區鄰近區域的狹葉櫟亦為黑熊食物來源，分布面積廣但未若大分地區青剛櫟之集中，因未有相關研究，故狹葉櫟之分布無量性資料。然本研究有將狹葉櫟及步道沿線其他的黑熊潛在季節果實列入每月的監測項目內。為深入瞭解台灣黑熊等大型野生動物的生態習性，進一步建議加強園區內部植物生態研究，以及重要野生動物食物來源之長期產量監測，以釐清野生動物與環境變動之關係。
- 三、期中報告中表一之百分比例乃是以抽樣的樹木中，可觀察到

- 某物候階段的百分比計算之。
- 四、將於期末報告中呈現分析結果。
 - 五、偶蹄目動物於秋冬季聚集樣區，除了可能受食物資源影響之外，亦有可能與黑熊於該區的相對出現頻度有關，然而由於研究樣區地處偏遠，長期資料收集困難，加以台灣黑熊的樣本數通常低，此複雜關係恐待長期的資料累積及分析方能釐清。
 - 六、由於研究經費的限制，研究樣區並無永久氣象站誠屬可惜。建議玉山國家公園管理處酌情改善，增益長期研究及生態監測之效能。然本研究將設法架設簡易氣象儀，收集相關氣象資料。
 - 七、黑熊排遺內含物及熊毛 DNA 研究為長期研究之一環，目前資料尚未列入分析，故將於後續計畫中詳細說明執行細節。

附錄三

「玉山國家公園台灣黑熊族群生態學及保育研究 (2/4)」 委託研究計畫期末審查會議紀錄

- 一、時間：中華民國 96 年 12 月 3 日（星期一）下午 14 時整
- 二、地點：本處三樓第一會議室
- 三、主持人：許處長文龍
- 四、出（列）席單位及人員：（如簽到單影本）
- 五、委託機構（中華民國國家公園學會黃教授美秀）簡報：（略）
- 六、審查意見：
 - （一）台灣黑熊研究計畫費時、費力、費經費之計畫，計畫主持人之努力結果，在 2 年內有初步很好成果，且在科學期刊發表壓力下，計畫主持人願承受如此重擔，誠實可貴。
 - （二）青剛櫟物候變化由結果期至熟果期，以月份來區分，其中熟果百分率不同，如何區分請予以適當說明。
 - （三）本研究之青剛櫟的物候調查發現，7 月份即有近一半結果的比例，而 11 月時始有熟果的出現，這與其它研究有無差異，或在其它海拔棲地上是否有所差異及其對黑熊分布之可能影響，請略以探討。
 - （四）利用排遺、照相與毛髮陷阱所獲取之黑熊活動資料頗為豐富，有無考量將青剛櫟之痕跡等資料納入，以獲取更為豐沛之黑熊活動資料。
 - （五）建議就第 1 年之棲息模式推估，配合本年度之調查研究，就春夏季之台灣黑熊的棲息活動作一初步討論探討。
 - （六）熊毛陷阱發現之大型哺乳類出現的高峰與青剛櫟一致，其引誘聚集可能之原因，期能有所說明。

- (七) 本研究區域的青剛櫟物候調查，延伸的問題是該區的青剛櫟是否為原生，宜有探討。
- (八) 研究區域內黑熊族群數量與健康問題，值得探討，建議能研究本區域生態變化與黑熊的關係，達成健康永續生態之目標。
- (九) 本研究計畫在基本資料與各項基礎資料完成後，期能有黑熊活動狀況之影片拍攝，讓民眾認知其瀕危物種的棲息狀況與宣導玉山國家公園保育之成效。
- (十) 本報告未將評審會議、期中審查會議之審查意見列表納入該報告書之附錄中，建請補充修正之。並請將上述審查意見及辦理情形製表納入期末報告書之附錄中。

七、審查結論：

- (一) 本案經審查委員之審查，其工作內容及執行成效與契約書大致相符，期末審查原則通過。
- (二) 請依各委員之意見修正報告書，將評審會議、期中審查會議及期末審查會議之審查意見及辦理情形，製表納入報告書之附錄中。依照本處結案報告之封面格式製作及範例格式撰寫正式報告書。並依契約書規定，連同正式報告書、光碟等資料函送本處認可後辦理結案、撥付餘款相關事宜。

八、散會

對審查意見與會議決議之回應與辦理情形

- 一、 青剛櫟結果雖然同一棵樹上果實成熟度不盡相同，但實地觀察發現同一棵樹的果實的結果同步性極高，故各月份之果熟程度則以大部分果實的狀況為判斷依據。
- 二、 樣區屬中海拔山區，青剛櫟結果較低海拔山區或平地為晚，

對於台灣黑熊分布的可能影響，除了可能與其地理分布地區是否屬台灣黑熊的分布範圍有關之外，也與該樹種空間分布以及結果物候變化有關。

- 三、不同方法所調查的台灣黑熊的相對豐富度或出現頻度的變化將一併比較分析，並與樣區青剛櫟的結果量及黑熊食痕比較。
- 四、已於期末報告中，分析台灣黑熊於非青剛櫟季節對於樣區的利用情形，並進一步與台灣黑熊春夏季的棲息活動比較討論。
- 五、熊毛陷阱發現之大型哺乳類出現的高峰與青剛櫟一致，推測動物季節性的相對豐富度變化應該與青剛櫟果期較有關係。因為熊毛陷阱全年擺置，而且「誘餌」只是少量的氣味劑，無法吸引動物長時間駐留該樣點。
- 六、本研究區域的青剛櫟分布模式十分奇特，值得進一步探討其演替或發生的歷史。過去筆者曾訪查附近原住民得知，日據時期大分地區便已有青剛櫟，唯目前尚無法得知是否為原生，故建議可以委託專人，利用遺傳分生方法以釐清此問題。
- 七、台灣黑熊為瀕臨絕種動物，為達健康永續生態之目標，持續監測園區生態變化與台灣黑熊之關係，乃屬十分重要之課題。然亦因山區研究環境險惡且不便，以及研究對象乃稀有且大型動物，長期研究本是十分困難，故建議穩定且充足的研究經費及行政支援，配合專業且吃苦耐勞的野外研究團隊，則為關鍵因素。
- 八、台灣黑熊保育宣導教育對於保育此物種具十分重要意義，本研究團隊對於相關影片拍攝將全力協助。

謝誌

本研究承蒙內政部營建署玉山國家公園管理處提供經費補助及行政上協助，臺北市立動物園提供野外台灣黑熊研究認養計畫經費，以及許富雄、楊吉宗博士對本研究提供寶貴建議，特此感謝。野外調查的繁重工作特別感謝劉曼儀、郭彥仁、陳怡婷、賴秀芬、張書德、洪志銘、陳君傑、呂郁葶、蔡佳容、白羽珊、葉炯章、游秀雲、趙羚雅、林敬勛、簡珮瑜、許光輔、林淵源、高螢山等人，以及吳尹仁小姐協助電腦繪圖，特此一併感謝。

參考書目

- Hwang, M. H., and Y. Wang. 2006. The status and Management of Asiatic black bears in Taiwan. Pages 107-110 in Yamazaki, K. et al. (eds) Understanding Asian Bears to Secure Their Future. Japan Bear Network Press, 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. 2003. Ecology of Asiatic black bears (*Ursus thibetanus formosanus*) and People-bear interactions in Yushan National Park, Taiwan. Dissertation, University of Minnesota, Twin City, USA.
- Kirkpatrick, R. L., and P. J. Pekins. 2002. Nutrition value of acorns for wildlife. Pp. 173–181 in Oak forest ecosystems: ecology and management for wildlife (W. J. McShea and W. M. Healy, eds.). Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Koenig, W. D., J. M. H. Knops, W. J. Carmen, M. T. Stanback, and R. L. Mumme. 1994. Estimating acorn crops using visual surveys. *Can. J. For. Res.* 24:2105-2112.
- 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.
- Neff, D. J. 1968. The pellet-group count technique for big game trend, census, and distribution: a review. *Journal of Wildlife Management* 32: 597-614.
- Vaughan, M. R. 2002. Oak trees, acorns, and bears. In Oak forest ecosystems: ecology and management for wildlife: 224–240. McShea, W.J. & Healy, W.M. (Eds). Johns Hopkins University Press, Baltimore.

- Wang, Ying. 1999. Status and management of the Asiatic Black Bear in Taiwan. Pages 213–215 in C. Servheen, C. Herrero, and B. Peyton, editors. Bears: status survey and conservation action plan. IUCN, Gland, Switzerland.
- Wasser, S. K., B. Davenport, E. R. Ramage, H. E. Kathleen, M. Parker, C. Clarke, C. Christine, and G. Stenhouse. 2004. Scat detection dogs in wildlife research and management: application to grizzly and black bears in the Yellowhead Ecosystem, Alberta, Canada. *Canadian Journal of Zoology* 82:475-492.
- Whitehead, C. J. 1969. Oak mast yields on wildlife management areas in Tennessee. *Tenn. Wildl. Resour. Agency*, Nashville, TN. 11pp.
- Woods, J. G., D. Patkau, D. Lewis, B.N. McLellan, M. Proctor, and C. Strobeck. 1999. Genetic tagging of free-ranging black and brown bears. *Wildl. Soc. Bull.* 27:616-627.
- 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。50頁。
- 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。64頁。
- 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。
- 陳元龍、楊吉宗。2002。臺灣地區野生及圈養黑熊遺傳變異之初探。特有生物研究 4：73-77。
- 黃美秀。2003a。尋找保育台灣黑熊的鑰匙：人熊關係。第四次野生動物研究與調查方法研討會論文集。野生動物保護基金會。87-104。
- 黃美秀。2003b。探索瀕臨滅絕的台灣黑熊死因與存續希望。農業生產化、生活化和生態化的挑戰研討會。行政院農業委員會。225-232。

黃美秀。2004a。保育台灣（黑熊）明星動物的迷思：沒有不可能的任務。動物園保育通訊。3（1）:14-16。

黃美秀。2004b。玉山國家公園楠梓仙溪地區中大型哺乳動物族群之先期監測計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。

黃美秀、祁偉廉、吳尹仁。2006。玉山國家公園台灣黑熊族群生態學及保育研究（1/4）。內政部營建署玉山國家公園管理處。