1171

PG9702-0237

097─301020200G1─001

玉山國家公園台灣黑熊族群生態學及保育研究(3/4)

The Study of Population Ecology and the Development of Conservation Plan for Formosan Black Bears in Yushan National Park（3/4）

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、賴秀芬

玉山國家公園管理處委託研究報告

中華民國 97 年 12 月

該研究報告非本處立場、僅供參考

目次

目次(續)

表次

表次(續)

圖次

摘　要

關鍵詞：台灣黑熊、堅果產量、植群生態、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，第二階段利用四年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。除了持續調查大分樣區秋冬季節永久樣點之殼斗科堅果的年產量，大型哺乳類動物豐富度的季節變化，以及野外搜尋黑熊排遺及熊毛，以建立遺傳資料庫之外，今年之主要研究目標在樣區青剛櫟森林之植物社會結構及組成，以了解大分地區的林型和森林演替情形。

二、研究方法及過程

延續第一年在大分地區青剛櫟(*Quercus glauca*)分佈的主要區域，所設定的樣線及樣點，總計約 5 公里長（黃美秀等 2007）。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。於開始落果前，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，每個月收集一次，以計算該季堅果生產量。每月並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。

植群調查採用多樣區法之選擇性取樣，共設置 31 個 10 m*10m 之樣區。選擇 7 項環境因子以探討可能影響樣區植物（喬木層及草本層）分布的因子。

植物社會的組成分析乃計算密度、頻度、優勢度、多樣性等植物社會介量，並以重要值(Important value index，IV)表示。植群的分析包括降趨對應分析(Detrended correspondence analysis；DCA)、典型對應分析(Cannonical correspondence analysis；CCA)和雙向指標種分析(Two-way indicator species analysis；TWINSPAN)。

三、重要發現

樣區調查共記錄植物 56 科 117 種，植群可分為 3 型：短尾葉石櫟—賽山椒型、西施花—狹葉櫟型、細葉饅頭果—青剛櫟型。細葉饅頭果—青剛櫟型為樣區的優勢林型，又可分二亞型：台灣肉桂—青剛櫟亞型及金毛杜鵑—台灣二葉松亞型。典型對應分析法顯示植群的分化主要受到海拔、直射光空域、坡度及地形位置的影響。青剛櫟萌蘗率高達 60.8%，萌蘗枝數由最少的 2 株到 25 株皆有，平均萌蘗數為 5 ±3.8 株(n = 449)。從族群結構分析顯示本區的植群似乎仍屬演替中階段。

大分地區山羌的排遺一個月內消失率最高，為 38%（n = 50），台灣野山羊次之（5%），水鹿的排遺在超過 1 個月之後，全數（n = 29）仍可被偵測到。大型哺乳動物痕跡的出現頻度，於 2007 年-及 20008 年-青剛櫟季分別為 17.19、13.55 痕跡/日，為非青剛櫟季之 2-3 倍。自 2007 年 11 月至 2008 年 10 月，總共架設自動照相機 202 月台，累計 3,195 隻/群有效照片個體，整體 OI 值為 30.61；總計拍攝 39 張有效個體照片，其整體 OI 值為 0.37。較大型哺乳類動物的總 OI 值於 2007 年青剛櫟季與 2008 非青剛櫟季的差異並不明顯，唯台灣黑熊和台灣野豬在青剛櫟季的活動為非青剛櫟季的 2-3 倍。

啟用的 20 個熊毛陷阱中，總計於 17 個熊毛陷阱曾發現熊毛，共 99 撮，除於 2、3、5、7、8 月無任何收集熊毛之外，其他月份則自 1-10 陷阱不等收集到的熊毛。熊毛所屬的個體辦識，待後續利用遺傳分子技術進一步鑑定之。

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如台灣黑熊。然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，並以整合型研究計畫，充實有關保育台灣黑熊所需之生物資訊，以建立長期性生態研究資料收集之目的。

大分地區青剛櫟森林生態系十分獨特。由於植物社會的組成及生態過程密切地關係到國家公園境內大型動物的遷移和活動，故建議釐清大分地區青剛櫟優勢森林的範圍及面積，並進一步探討樣區青剛櫟森林演替的機制，包括種子命運、小苗的更新作用、野生動物的掠食作用等。同時建立殼斗科植物於園區的分布圖資料庫，以協助瞭解這些利用堅果的動物的群聚及族群變化。

英 文 摘 要

Based on the importance of conserving endangered species and of long-term ecological research, the third-year objective of the extensive study was designed to continuously monitor the relative abundance of large mammals and acorn production. The main purpose was to understand the complicated interaction between Formosan black bears (*Ursus thibetanus formosanus*) and the oak forest ecosystem in Yushan National Park. We also studied the vegetation ecology of the oak-dominant forest of Daphan. The differentiation of vegetation was influenced by altitude, direct light sky space, slope, and topography. Two-way indicator species analysis was used for classification of vegetation types, and revealed 3 types: *Lithocarpus harlandii*－*Embelia lenticellata*, *Rhododendron latoucheae*－*Quercus stenophylloides,* and *Glochidion rubrum*－*Quercus glauca*. The third type was dominant, composing 29 of the 31 sampling stands. The important value index of the important bear food, *Quercus glauca*, was 27.5%, much larger than any other tree species (all< 20%). While there was enormously high level of seed predation pressure on acorns of *Q. glauca* in our study area, the high rate (60.8%) of sprouting suggested sprouting could play a potential role in the forest succession process. The sign survey indicated the abundance of large mammals in acorn seasons were 2-3 times greater than that in non-acorn season. However, the dada driven from camera trapping indicated such a pattern existed only for black bears and wild boars (*Sus scrofa*).　We further addressed the importance of conducting a long-term and collaborative study for clarifying the complex ecological relationship between environment and wildlife, including fluctuation of bear populations.

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

第一章 緒論

第一節 計畫緣起及目的

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。在台灣，由於近幾十年來自然環境過度開發及人為活動頻繁，使得原本廣泛分布的台灣黑熊分布範圍大幅縮減(Hwang and Wang 2006)。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)。

台灣黑熊為國內法定的「瀕臨絕種」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。在國際上，分類上所隸屬的亞洲黑熊則被列為世界自然保育聯盟(IUCN, 2006))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，表示該物種在更大的地理分布範圍上，種群存續也普遍地受到威脅，必須受到全面的保護，禁止商業性的國際貿易。這些法令或政策上的保護護措施皆顯示出，保育此物種的重要性及迫切性。

雖然台灣黑熊為保育類野生動物，並曾被台灣民眾民票選為 2001 年台灣最具代表性野生動物之首，然而非法獵殺或販賣黑熊的新聞或消息，或仍是偶有所聞(Hwang 2003)。這現象不僅反映出現今的法令及執法成效，似乎尚未能夠完全減輕台灣黑熊所遭受的存續威脅一非法狩獵，同時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)。一般民眾持續使用或消費熊類製品，某種程度促進非法狩獵黑熊的活動，成為間接威脅此物種野外族群的主因(黃美秀 2003)。

和保護其他大型食肉類動物相似，保育熊類的永續種群有賴社會大衆和政府機關的持續支持才能成功。熊類的保育是一個複雜、涉及多元學科領域的挑戰，因爲人類對於熊類及其棲息地可能造成的干擾，通常多樣、且程度不一(Peyton et al. 1999)。因此，台灣黑熊保育的成效不僅依賴人們對於野生動物經營管理的認識，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。這些資訊也是保育及宣導教育的基礎，有時也是最有效率、影響最深遠的方式之一。然而，就瀕危的台灣黑熊而言，有關其族群大小、分布、棲地利用、遺傳變異、等生活史和生態習性的資料，仍有諸多不完整或缺乏處，從而造成相關管理單位及人士於積極

推展保育行動時的限制。

對於長壽型的大型食肉目動物而言，讓我們得以瞭解影響族群數量及動態的因素，以及提供保育所需的重要資訊的方法，則有賴長期的科學研究及監測(Pelton & Van Manen 1996，Durant et al. 2007)。遺憾的是，這類長期且詳盡的生態研究，在學術界可算是相當罕見(Clutton-Brock 1998)，這通常除了需要有研究者對研究的執著和堅持之外，至少是因為經費提供的單位通常是以短期的規劃模式運作，而使長期研究所需維持的持續性支持受到限制(Durant et al. 2007)。

在台灣，目前幾乎還沒有任何一個長期且持續性的大型食肉目動物的科學研究計畫，而這多少部分與先天地理環境和研究動物本身的限制有關。以台灣黑熊為例，台灣黑熊除了野外數量稀少、活動力強，以及習性隱蔽之外，台灣山林植相複雜、遮蔽度高、地形崎嶇、交通不便，更使野外研究黑熊的族群及生態習性的作業的困難度增加(Hwang & Wang 2006) 。事實上，這也是台灣其他大型的野生哺乳動物，深入且長期的野外研究難以持續進行的原因之一。

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，在東部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)。這是國內成功捕捉及追蹤台灣黑熊的首例。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，以及社會大眾的關注，增加國人對於瀕危台灣黑熊的保育困境瞭解。另外，這些研究資料後來先後被彙整成一系列保育宣導教育的題材(台灣黑熊保育研究網)，間接地助益該物種的保育推展工作。

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，接續過去研究者於玉山國家公園所進行之台灣黑熊生態研究有其保育上的重要性和必要性。故本計畫將擬定另一階段延續性的長期研究計畫。藉由四年(2006-2009)的長期資料收集及累積，增加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，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。

玉山國家公園東側的重要黑熊棲息地－大分地區，主要的殼斗科植物為青剛櫟(*Quercus glauca*)，其果實是許多動物的食物來源，包括鳥類、囓齒類、大型草食動物和台灣黑熊等，唯不同物種對青剛櫟果實的利用方式和程度也不盡相同。這些堅果也是溫帶及熱帶地區熊類以及許多其他野生動物的秋冬季或入冬前的重要食物。如同在台灣黑熊的初步觀察結果，許多亞洲及美洲地區的黑熊於秋冬季，值堅果大量結果時，也會出現大量覓食堅果的現象(reviewed by Hwang et al. 2002，Kirkpatrick and Pekins 2002)，此時期的覓食堅果的活動對於黑熊後續的生殖和生存有重要的影響(Hashimoto *et al*. 2003, Mattson 1998, Vaughan 2002; Costello et al. 2003)。

殼斗科(Fagaceae)植物在全世界主要分布在北半球的溫帶和亞熱帶地區，其堅果為野生動物的重要食物來源。在台灣中海拔地區為殼斗科植物主要分布的範圍，40 餘種原生殼斗科植物，四大類群分別是栲屬(Castanopsis，或苦櫧屬)、水青岡屬(Fagus，或山毛櫸屬)、石櫟屬(Lithocarpus)、櫟屬(Quercus)。另有分類學者採較細的分類方法，如台灣植物誌(Flora of Taiwan，Huang et al. 1993-2003)則認為台灣有 7 個屬，分別是水青岡屬、栲屬、椆屬(Cyclobalanopsis)、石櫟屬、槵屬(Limlia)、柯屬(Pasania)、櫟屬。殼斗科與樟科(Lauraceae)植物構成台灣低中海拔主要之林帶。其中青剛櫟是櫟屬，屬廣布種，從喜馬拉雅山區到中國大陸、韓國、日本、琉球以及臺灣等地皆普遍分布。青剛櫟在臺灣則為台灣殼斗科植物中較為常見的一種，常綠性樹種，分布於從海平面到兩千公尺左右的中低海拔山區(柳榗 1968)。

植物社會的類型及組成通常關係著野生動物的食物來源和提供遮蔽，是影響動物豐富度及分布的關鍵因素。台灣地形陡峭複雜，交通不便，許多深山地區遂成為野生動物的重要棲息環境，但也因人無法輕易到達，使得台灣植群及野生動物的調查資料無法完整，大分便是其中一例。雖然黃明通(1995)對於玉山國家公園八通關越道之森林植群調查範圍包括大分區域，但所調查樣區多以古道(沿等高線)為主，並沒有包含大分地區不同地形環境區域的植群生態調查。

過去於玉山國家公園東側園區的長期野外調查發現，玉山國家公園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，而且黑熊於此季節的食性、活動及運動模式也隨之變動

(Hwang et al. 2002， Hwang 2003，Hwang and Garshelis 2007)。然而至今尚無任何詳細的調查資料顯示該地區的植被環境的特殊性，或是該地區與台灣其他海拔相似地區的植被生態異同處，甚是該區青剛櫟林之演替是否穩定或衰退，從而可能影響園區台灣黑熊之分布及族群變動。此外，探討環境中食物資源，尤其是櫟實的分布和豐富度的時空變化，將有助於進一步釐清台灣黑熊的相對豐富度、食性、活動及移動模式與其他環境之間的複雜關係，以及與其棲息生境內之動物群聚組成的交互作用。

除了重要食物資源(堅果)的豐富度變化之外，一森林生態系的植物社會的物候學和植群生態的資訊之外，將有助於瞭解此物種利用大分地區重要的棲息地特徵，並協助吾人探討台灣黑熊以及其他野生動物對於環境資源的利用模式。因此，本研究主要的目的在瞭解大分地區的植群生態資料，利用植群的分型和多樣性分析，來了解大分地區的林型和狀況；並藉由族群結構分析來得知大分地區的演替情形，以預測大分地區森林的未來走向和對台灣黑熊之影響。調查大分地區的物候及植群生態學，不僅可以補充在沒有人為活動干擾下台灣楠櫧林帶與櫟林帶的基本資料，也利於未來森林利用和保育，有助於了解保育類動物台灣黑熊的棲息和活動環境。

第二節 第三年(2008 年)計畫工作項目

（1）架設簡易氣象站，收集大分地區基本氣候資料。

（2）持續玉山國家公園大分地區樣區優勢樹種(青剛櫟)之物候週期調查。

（3）調查大分地區台灣黑熊調查樣區青剛櫟森林之植物社會結構及組成。

（4）持續收集野外台灣黑熊排遺及毛髮樣本，建立第 3 年黑熊排遺及相關遺傳資料庫。

（5）持續第三年監測大分調查樣區秋、冬季節，永久樣點之殼斗科堅果的年產量。

（6）持續監測台灣黑熊及其他大型哺乳動物於大分地區森林生態環境中之季節性豐富度及活動模式。

第二章 研究方法及過程

第一節 研究地區

玉山國家公園大分地區位於花蓮縣卓溪鄉拉庫拉庫溪流域，(北緯 23°22' 25" 47，東經 121°05' 21" 49)，海拔由溪床至大分山約 1,100-2,000 m。考古學家發現早在 2 千餘年前拉庫拉庫溪流域便有人類活動，至十八世紀以來一直是布農族人的領域，他們在拉庫拉庫溪南北兩岸建立屋舍、聚成部落，焚山耕作、獵捕採集，直至日治時期陸續遷移至平地(林一宏 2005)。大分原為日本治台期間八通關古道在 1918 年開闢，八通關越道路東段的所設置大分駐在所就建在大分社(原名打訓社)上。現在在大分地區仍可以看到部落家屋和耕地的遺跡，說明了此區過去長期有人類的活動(林一宏 2005)。

研究區域的地質屬於畢祿山層，屬中生代或第三紀初期的沉積地層，此區的地質以硬頁岩、板岩及千枚岩為主(程延年等 1987)。鄰近的佳心氣象站資料顯示，研究區(1999~2002 年)年平均雨量 1,745 公釐，年均溫為 18.5℃，最高溫為 7 月，月均溫為 23℃，最低溫為 1 月，月均溫為 13.5℃。降水量集中於 5-10 月，為梅雨和颱風盛行季節。本研究自 2007 年 10 月起在大分地區設置了氣象觀測站，開始記錄該地區的氣象資料。

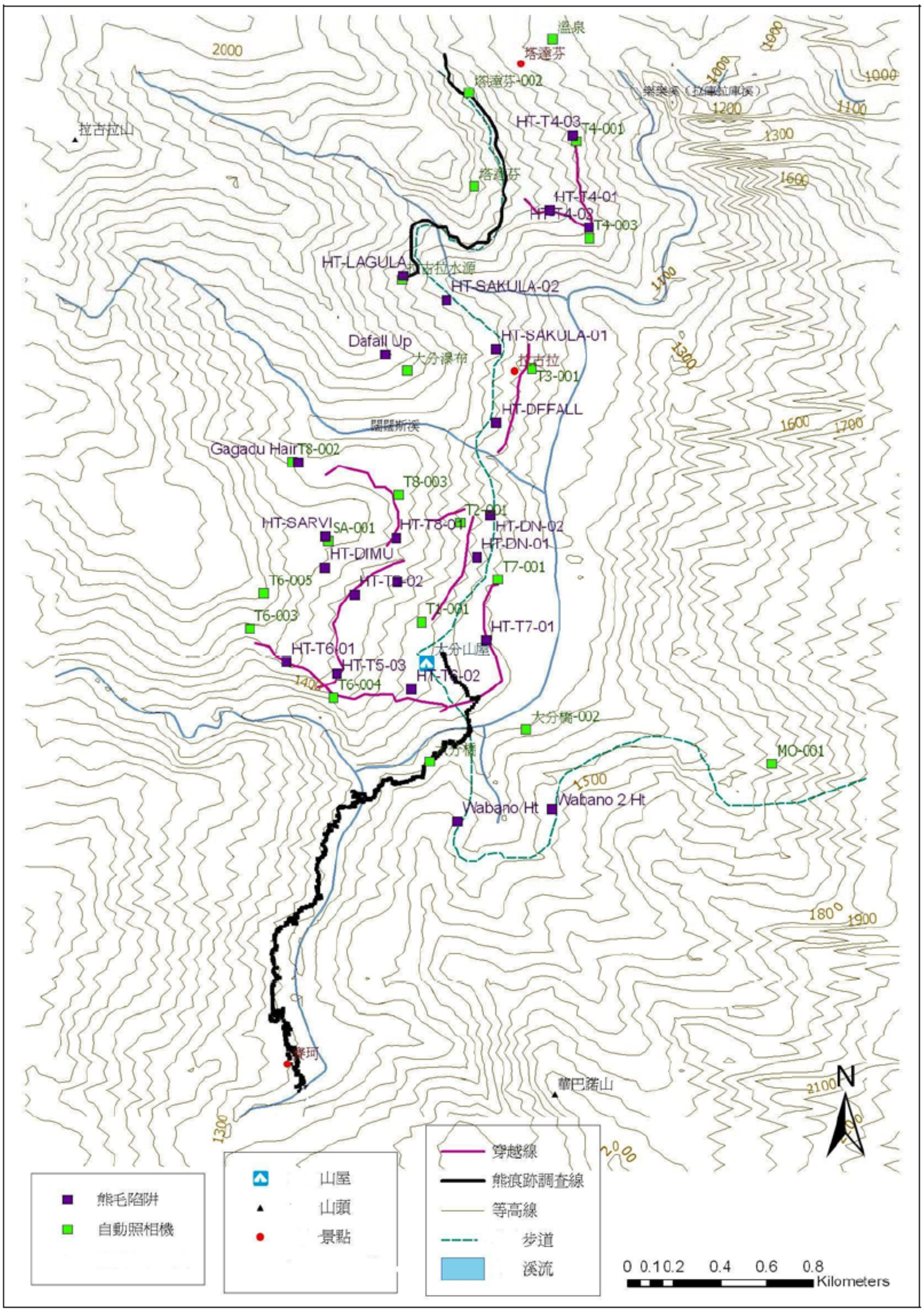
本研究將延續第一年在大分地區青剛櫟分布的主要區域，所設定的樣線及樣點。該樣區範圍約 5 平方公里，八條穿越線的設置以海拔高度和坡度為考量，總計約 5 公里長(圖 2-1，黃美秀等 2006)，穿越線(編號從 T1 到 T8)每隔 50 公尺的位置以臨時性色帶作標記。

第二節 青剛櫟物候

本研究將持續前一年尚未完成樣區之青剛櫟物候調查(黃美秀、林冠甫 2007)。每月於樣區內針對青剛櫟樹木進行一次物候調查，以完整記錄一年週期變動。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，測量樹高及胸高徑等基本資料。

物候分為六個時期：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)。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階段，故同一棵青剛櫟樹可能會同時存在 2 種以上的物候期。樣區青剛櫟於各月份的物候表現狀況，是以計算有紀錄到各物候期的樣樹所

圖 2-1　研究樣區青剛櫟堅果及中大型哺乳動物之調查樣線及樣點。



估的百分比例表示。樹下設置一個 0.9 公尺見方的種子陷阱，離地面高一公尺，以監測落葉、花、果等植物部位的留存時間和狀況。

第三節 植群生態

一、植群取樣

我們將植群調查設定於大分地區海拔 1,200-1,700 m 的範圍，此乃根據過去研究者於該區研究台灣黑熊的初步觀察和現場探勘的結果。大分地區森林的優勢樹種已知為青剛櫟(*Quercus glauca*)和台灣二葉松(*Pinus taiwanensis*)(吳煜慧 2003)青剛櫟主要分布於此海拔範圍，而海拔 1,100 m 的地區則多位於溪床，喬木以台灣二葉松(*Pinus taiwanensis*)、台灣赤楊(*Alnus formosana*)為主。

由於樣區地形複雜崎嶇，初步觀察發現青剛櫟以外的其他樹種分布離散，且其坡度似乎較陡，故植群樣區之劃定同時考量地形條件及海拔，採用多樣區法(multiple-plot method)之選擇性取樣，共設置 31 個樣區(圖 2-2)。每一樣區由 2 個 10 m×10 m 的小樣區組成，以達到取樣的方便性，並提高其他樹種的取樣率(劉堂瑞、蘇鴻傑 1983)。

二、環境因子觀測與評估

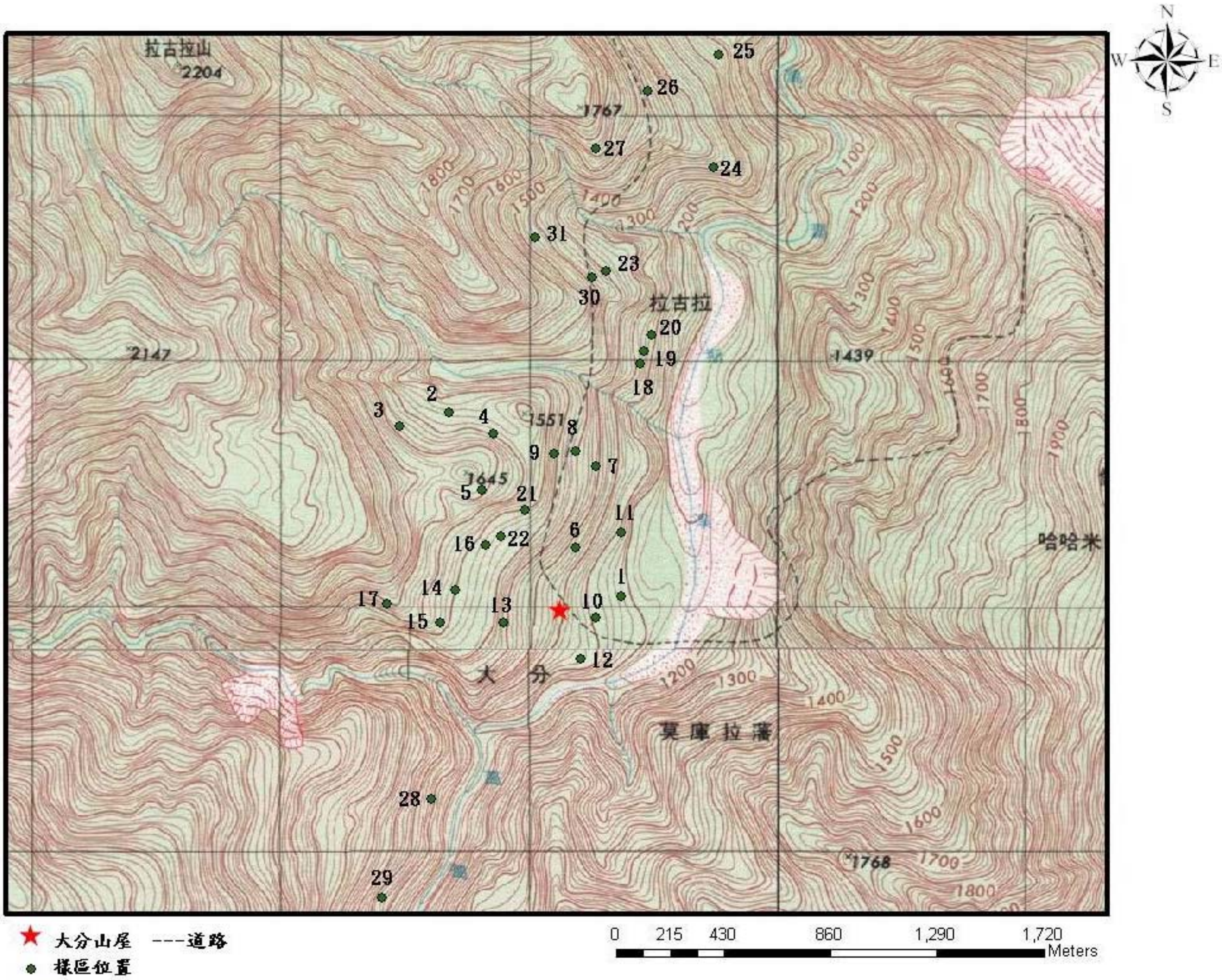
於樣區內調查胸高直徑達 1 cm 以上(DBH≧1 cm)、高度達 1 m 以上之植物，屬喬木層；現場紀錄樹種名稱、胸高直徑及株數。其餘 DBH＜1 cm 之樹種(包括小苗)、草本及蕨類，則歸為草本層。植物學名乃依據台灣植物誌第二版(Huang *et al*. 1993-2003)。

為瞭解影響研究地區植物分布的可能環境因子，本研究挑選若干個環境因子，以直接或間接的方式評估。出現植物的覆蓋度，是以小樣區一分為四的 $5×5\ m^2$ 為單位，估算 $5×5\ m^2$ 內所出現植物所佔的面積，覆蓋度用 1-10 級表示，其中 1：1-2 植物植株，幾乎沒有覆蓋；2：少數植株，覆蓋率小於 1%；3：覆蓋率達 1- 4%；4：4-10%；5：11-25%；6：26- 33%；7：34-50%；8：51-75%；9：76-90%；10：91-100% (Curtis & McIntosh 1951)。

(一)海拔(Altitude)

以全球衛星定位系統(Global Positioning system，GPS；機型 GPSmap 60CSx)定位，記錄樣區實際之海拔高度，將地圖判讀得到的樣區位置標示於 1/25,000 地形圖上。

圖 2-2 大分地區植群調查所取樣的 31 個樣區的分布。



(二)坡度(Slope)

坡度係指生育地地面之傾斜度，與土壤發育堆積有關，並影響土壤排水及含水量，控制太陽輻射強度及局部氣候變化(Day & Monk 1974)。以傾斜儀在樣區內不同位置測計 3 次，再予以平均後得之。

(三)方位(Aspect)

地理方位影響生育地的水分梯度，以北半球而言，西南向最乾燥，東北向最陰濕(Day & Monk 1974)。然影響生育地的水分梯度，並非僅方位一因數，尚需考慮海拔高度、坡度、土壤物理性質及排水等因素，故以方位表示

水分指數，此以 Day & Monk (1974)的 16 方位加以評定(1-16 之等級)，其中以 1 代表最乾燥，位於南南西邊(SSW)，以 16 代表最潮溼，位於北北東邊(NNE)。樣區現場以羅盤儀測出該地之方位角(Azimuth angle)，再於相對水分指標值圖上確認所屬之水分值和方位級數。

(四)土壤含石率(Stone)

在植物生長的基質由岩石或碎石或小形石礫組成的地區，也常有特殊的植群生長，故土壤中的含石率可代表土壤之發育程度，可協助瞭解植物的生長及分布(蘇鴻傑 1987a)。於小樣區中 $5\times5\ m^2$ 的分區中，挖取地表土壤一處，每一樣區共計 8 處，觀察挖取土壤內的岩石、石塊、小碎石和小石礫之含量，藉此主觀估計在樣區內土壤含石率所佔的比例，以 1-100 %做為數值。

(五)全天光空域(Whole light sky space，WLS)與直射光空域(Direct light sky space，DLS)

到達地面的太陽輻射能分成直射光(Direct light)及漫射光(Diffuse light)，兩者之比例隨生育地位置而異，並因森林組成及樹冠外形不同而有所差異(蘇鴻傑 1987a)。採用夏禹九、王文賢(1985)之方法，目視附近山脊的位置，量測方位角，再以製圖的方式，估算未受遮蔽之天空範圍的大小。(1)全天光空域：以未受遮蔽空域面積除以整個圓的面積所得之百分率；(2)直射光空域。此空域相當於夏至及冬至兩天之太陽軌跡，由此兩軌跡中未受遮蔽之空域面積除以兩軌跡所夾的總面積所得之百分率。

(六)地形位置(Topography)

地形位置係指生育地位置與當地地形起伏之相對關係，代表了乾性至濕性的局部氣候與土壤含水量 (劉棠瑞、蘇鴻傑 1987a)，可分為稜線、谷地、上坡、中坡、下坡，分別以級數 1 -5 表示。

三、資料統計與分析

(一)原始資料整理

植物生態學上常以密度、頻度、優勢度、多樣性等植物社會介量來表示植物社會的樹種組成。本研究將植物社會介量(Phytosociological parameter)換算成相對數值後，以重要值(Important value index，IVI；Curtis & McIntosh 1951)計算。IVI 利用三種植物社會界量，即密度、頻度、優勢度，來表示各樹種在此植物社會所佔的優勢程度，故為一合成之介量，乃相對密度(Relative density)、相對頻度(Relative frequency)、相對優勢度(Relative dominance)之總

和，公式分別如下。其中優勢度的計算於樹木層採用樹木斷面積資料，地被層則採用覆蓋度資料表示。這些介量皆以百分率表示(最大值為 100)。故每一樣區之 IVI 總和恆為 300，以顯示樹種在林分中的優勢程度、出現率和所佔密度。算出各樹種之 IVI 值後，經轉換以 100%為基礎後，再以八分制級值(Octave scale)轉換成 1-9 位級(Gauch 1982，表 2-1)。

密度(株數/m^2) = 樣區內某樹種之總株數/樣區面積

相對密度(%) = 某樹種株數/樣區內所有樹種株數總和 ×100%

頻度(%) = 樣區內某樹種出現之小區數目/樣區中小區之總數 ×100%

相對頻度(%) = 某樹種頻度/樣區內所有樹種頻度總和 ×100%

優勢度(cm^2/m^2) = 樣區內某樹種之胸高斷面積/樣區面積

相對優勢度(%) = 某樹種斷面積/樣區內所有樹種斷面積總和 ×100%

覆蓋度(%) = 某植物之覆蓋度總和/樣區總數 ×100%

相對覆蓋度(%) = 某植物之覆蓋度/所有植物覆蓋度總合 ×100%

重要值指數(IVI) = 相對密度 + 相對頻度 + 相對優勢度

表 2-1 植物社會之八分級轉換值。

相對植物社會介量(IVI*, %)	級數
0 ＜ X ＜ 0.5	1
0.5 ≦ X ＜ 1	2
1 ≦ X ＜ 2	3
2 ≦ X ＜ 4	4
4 ≦ X ＜ 8	5
8 ≦ X ＜ 16	6
16 ≦ X ＜ 32	7
32 ≦ X ＜ 64	8
64 ≦ X ＜ 100	9

*IVI：重要值(Important value index；Curtis & McIntosh 1951)

(二)植群分析

利用 PC-ORD 4.17 版套裝軟體(McCune and Mefford 1999) 進行降趨對應分析(Detrended correspondence analysis；DCA)、典型對應分析(Cannonical correspondence analysis；CCA)和雙向指標種分析(Two-way indicator species analysis；TWINSPAN)。

一般植群分析方法分為兩種，一為植群分類法(Vegetation classification)，即將組成相似性較高的樣區集中成一植群型(Vegetation type)，故所有林分樣區可分為若干群，以代表不同林型。另為梯度分析法(Gradient analysis)，亦稱為分布序列(Ordination)，即將樣區或植物種排列在具有影響力的環境梯度上，以尋求植群變異和環境梯度之相關性。這二種方法因有相輔相成之效，故常用於分類林分(ter Braak & Šmilauer 1998)。

植群型命名的原則，本研究以特徵種—優勢種做為命名依據(劉棠瑞、蘇鴻傑 1983)。特徵種是比較各林型相，若只出現在於某一特定林型，而其他林型並未出現，則為此特定林型之特徵種。優勢種的選定，則是以樹種在各樣區的出現數達總樣區數的三分之一，且八分級值有達到 5 以上者稱之。若某林型之優勢種同時也是特徵種，即此物種在其他樣區皆未出現，而在所出現的樣區又佔相當的數量或優勢時，則以此樹種做為植群型的命名者。但若優勢種不一定是特徵種時，則另選擇一指標價值較高之特徵種，置於優勢種之前，兩者聯合命名；若下層優勢種明顯，且同時具有特徵種之地位，亦以下層植物輔助命名之。

1、降趨對應分析(Detrended correspondence analysis；DCA)

降趨對應分析可將生態分布相似的樹種組成相似的樣區，並限於某一範圍內，不相似者則被分開(Hill 1979)。植群的分類須配合植物種類的分布，區分特徵種，以利植群型的切分。運算分析原始矩陣之變異趨勢，求出樣區和物種在各植物社會變異梯度軸上之序列分數(Ordination score)、各梯度軸軸長及變異量。序列分數是將各植物種類相似的樣區或生態地位相似的物種，依其相關位置排列於各個變異軸上，整合成為一個可表示物種或樣區在社會變異梯度軸上之分布位置；梯度軸軸長及變異量則表各軸植物社會之變異程度(蘇鴻傑 1987c)。

2、典型對應分析(Cannonical correspondence analysis；CCA)

典型對應分析(Gauch 1982)可同時分析物種和環境資料，以瞭解影響當地

植群分化之主要環境因子。本質上，此法乃是一種迴歸分析，分析樹種矩陣資料與環境變因兩種資料，以尋求物種的組成及豐富度，與量測環境變因間的相關性和顯著水準(蘇鴻傑 1987b)。並藉由 Monte Carlo 顯著性測驗方法進行相關及迴歸測試。之後再進一步檢定相關環境軸是否有關係及環境因子是否有意義。

3、雙向指標種分析(Two-way indicator species analysis；TWINSPAN)

TWINSPAN (Hill 1979)近年來廣泛運用於植物社會分類的數值分類(Numerical classification)，乃依物種群團(species group)在各樣區出現之數值，作為切分生育地環境之依據，以序列法排列出分化表，是一種兼顧定性及定量之多元切分層級分類法(Polythetic division)。本法之切分技術採用二分法，每次分出兩群，各群再予以二分，切分的次數通常以所含樣區數目少於某一預設值時，該群即不再細分，最後會產生一個安置矩陣(Arranged matrix)，即可將樣區和樹種的層級表現出來(蘇鴻傑 1996)。

4、林型主要樹種之族群結構

在樹木族群中，各種年齡或齡級與出現株數之分布關係，稱為族群結構(population structure，Daubenmire 1968)，通常以齡級與各齡級出現之密度，標示於座標圖中，而以曲線表示其年齡分布，稱為齡級分布圖。我們挑選大分地區優勢之樹種，分析與樹木齡級有相關的胸徑與其數量之關係，提供推論演替模式之依據。

天然林中的樹種於演替初期，直徑分布呈現偏歪形之鐘形(bell shaped)分布，為演替中途出現最大優勢，隨著演替過程最後會形成反 J 形分布之穩定狀態(極盛相)。森林主要組成樹種在林下具有大量幼苗和稚樹，可以持續更新取代老樹，以耐陰性樹種(tolerant tress)為主，直徑分布多以反 J 型分布，若反 J 型曲線坡度較小，顯示其偏向中性樹種。在演替初期，以陽性樹種(intolerant trees)為主，多呈 J 形分布，幼苗和稚樹少，僅殘留少數之大徑木，未來會被其他樹種取代或消失。當森林中之中性及陽性樹種所佔之優勢不大時，表示整林分趨近於極盛相(劉棠瑞、蘇鴻傑 1983)。

5、各林型物種多樣性分析

生物社會的生物歧異度(biodiversity)可反映生物種類、數量與物種間之相互關係。為瞭解各林型的歧異度，本研究僅針對木本植物進行分析，分別計算以下 3 種常見的多樣性指數。

(1)Simposon 氏歧異度指數

Simposon 氏歧異度指數(Odum 1975)可視為生物社會的優勢度指數或集中度指數(D＝1－C，C 為植物社會之優勢度)，值介於 0～1 之間，數值愈高則優勢程度越小。

$$D = 1 - \sum\left(\frac{ni}{N}\right)^2 = 1 - \sum Pi^2$$

Pi：第 i 種植物之斷面積占所有植物總斷面積之比例

ni：第 i 種植物之斷面積

N：樣區內所有樹種斷面積之總合

(2)Shannon-Winner 氏歧異度指數

Shannon-Winner 氏歧異度指數(Shannon & Weaver 1963)的最大值並不固定，最小值為 0。指數愈高，代表表示種數越多，或種間分配個體分布越平均。

$$H = -\sum\left(\frac{ni}{N}\right)\log\left(\frac{ni}{N}\right) = -\sum Pi\log Pi$$

(3)均勻度指數(Evenness index)

均勻度指數是指在一生物社會中，不同種間數量的相對分布均勻程度(Pielou 1966)。值介於 0-1 之間，值愈大，代表種類分布愈均勻。

$$e = \frac{H}{\log S}$$

H：Shannon 氏指數之值

S：樣區中出現的植物總種數

第四節 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，本研究將持

續調查大型哺乳動物群聚動態與樣區青剛櫟物候變化關係(黃美秀、林冠甫 2007)。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(圖 2-1)進行糞堆計數，水鹿(*Cervus unicolor*)、山羌(*Muntiacus reevesi*)、台灣野山羊(*Naemorhedus swinhoei*)的排遺，係以一堆顆粒數量大於 5 者，方視為一筆有效的樣本記錄。山羌排遺顆粒數量較少(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。

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 5 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。

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會影響排遺的分解速率或可見度(Neff 1968)。因此，為了避免排遺計數的結果受排遺分解率或可偵測度因種類、時間或環境的差異，而造成估算動物相對豐富度的誤差，我們針對較常發現排遺的三種動物，即水鹿、台灣野山羊、山羌，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，再放置於研究站附近。排遺放置地點涵蓋當地常見的三種植被棲地類型：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。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)

為瞭解樣區內台灣黑熊及其潛在哺乳類獵物豐富度的於時空上的變化，我們同時利用被動式紅外線感應的自動照相設備(20 台，圖 2-1)。每個月至樣點收集已拍攝完畢之底片卷，以及更換底片、照相機和紅外線感應器之電池。

相機點的放置環境包括青剛櫟林及非青剛櫟優勢之森林內。於青剛櫟林內，自動照相機樣點主要沿痕跡調查樣線架設，並儘量讓相鄰相機點間的直線距離為 1 km。相機架於獸徑的交會點附近，增加可能拍攝到動物的機會，並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 公尺的樹幹上，以約 45°俯角架設。

沖洗的照片經物種鑑定之後，提供分析出現於該地區的動物種類、相對數量，以及活動時間。為方便和其他研究結果比較，本研究參考裴家騏等人(裴家騏等 1997)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)。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。

第五節 台灣黑熊排遺及毛髮樣本收集

估算瀕危物種的族群數量和維護其遺傳多樣性為物種保育重要議題。本研究擬於長期研究計畫的第一年至第三年期間，以非侵入性(noninvasive)方法收集玉山國家公園野外黑熊的遺傳樣本，包括排遺及毛髮，累積適量的樣本數後，進行遺傳分析，探討玉山國家公園台灣黑熊的遺傳變異及族群結構。

本研究將持續利用已架設的熊毛陷阱(圖 2-1)，收集熊毛樣本，以建立後續台灣黑熊 DNA 樣本資料。此乃依 Woods 等人(1999)研發之方式架設，鐵絲圍籬中央懸掛兩個黑熊搆不到底片盒，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)的棉花球，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鉤上。每個月檢視熊毛陷阱及更新氣味劑，並收集留在鉤刺上的毛髮。

第六節 堅果豐富度與台灣黑熊活動之關係

於 5 公里調查樣線上(圖 2-1)，每隔 20 公尺，挑選並標記 2 棵胸高直徑大於 10 公分的青剛櫟樹木，並於開始落果前(通常十月中旬)，以目視法(visual counts)估算該季的相對結果豐度指標。我們採用兩種目視估計法：(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，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。(2)Grave 修正指數(Graves' modified scale, cited in Koenig et al. 1994)，乃主觀將結果量界定為四種等級，0=沒有觀察到堅果，1=仔細搜尋後可發現少量堅果，2=有一些堅果，3=堅果產量不錯，4=堅果產量十分豐盛。

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 10 公分的青剛櫟樹木，總計 200 棵樹。於開始落果前至結果結束(次年一或二月)期間，將 0.9 公尺見方的蘭花網作為種子陷阱(seed trap)，置於樹冠下離地面約一公尺的高度，每月定期收集掉落物，並所收集的堅果數量、乾重、果實完整及成熟狀況，以計算樣區該季生產堅果的密度(公斤/公頃)。

為了瞭解樣區青剛櫟地面落果的情況，沿青剛櫟調查樣線兩側的地面，間隔約 50 公尺在青剛櫟樹冠層下設置 1 個 1m×1m 的地面區塊(plot)，總計有 100 個。於 2007 年十一月至 2008 年三月每月月初上山進行例行調查時，計數留存在各地上區塊內，被野生動物利用後殘存青剛櫟果實數量。

第三章 結果與討論

第一節　大分地區氣象監測

本研究自 2007 年 10 月起，在大分駐在所設置一簡易氣象觀測站。截至目前為此已所收集的氣象資料顯示，大分地區的年平均溫為 16.9 ± 3.5℃，月均溫以 6 月到 8 月的氣溫較高，皆約 21℃，當日最高溫可達 32.0℃；月均溫以 12 月到 2 月較低，為 11-13℃，當日最低溫可達 3.3℃。各月平均相對濕度為 82%-93%，年平均相對濕度為 86.6 ± 3.1 %。年。全年累計降水量為 889 mm，其中以 2007 年 11 月的降水量 294 mm 最高，其次 6 月、7 月(122 mm、146 mm)，其他月份皆不及 100 mm (表 3-1)。

與研究樣區附近的東部氣象站(成功、花蓮、台東、大武)所記錄的氣象資料相較，這些氣象站於同一時期內所紀錄的累積雨量為 1,900-2,750 mm(資料來源：中央氣象局)，是大分所記錄雨量的 2 倍以上。此結果顯示大分地區的局部降雨量偏低，是否因局部地理位置差異所造成的低降雨量，抑或年間氣候的變動，則有待長期之氣象監測。

表 3-1 大分地區 2007-2008 年各月份的氣象資料。

	2007 年		2008 年									
月份	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
平均溫(°)	15.2	12.9	12.3	11.0	13.6	17.3	18.8	20.7	20.9	20.9	20.0	18.9
最高溫(°)	27.2	23.4	25.5	26.2	29.1	28.7	31.5	31.6	30.9	32.0	29.9	27.9
最低溫(°)	3.5	3.8	3.3	3.9	5.0	9.9	6.7	12.9	14.2	13.7	14.3	12.3
相對溼度(%)	90.0	86.0	88.8	92.3	85.6	85.3	85.5	81.7	83.1	83.2	89.5	88.4
雨量(mm)	294.0	0.5	64.5	61.0	31.5	20.5	63.0	122.0	146.0	39.5	30.5	16.0

第二節　青剛櫟物候

青剛櫟的抽芽期始於3 月，並止於7月；幼葉期則發生於4月至次年8 月，展葉期則自4月持續至10 月，並以5-7月達高峰(表3-2)。4月至5月並有觀察到較大量的落葉。開花期出現於4至6月，5月為高峰，同時也開始落花。結果期始於5 月，此時可發現柱頭變黑及小型幼果，8、9 月的果實雖多數樹木已可見殼斗和堅果部分，卻皆為未熟果，2007年觀察樣樹出現結果期的百分比例皆高達95.6%，然果實直到10 月方較明顯且較飽滿。該年成熟果實出現於11月至次年2月，並以12月達高峰，80%的觀察樣樹皆有熟果，其次為1月，至1月初僅有2.2%的樹稍仍可見少數殘存堅果(表3-2)。

橡實生長期的長短隨不同的類群而不同，在春天開花結實，當年秋冬成熟的稱為一年型。青剛櫟等是一年型的果實，在春天開花結實後，堅果於進入秋季後，體積快速變大，在秋冬季節成熟、變色、掉落。黃子銘(2003)研究雌雄異株的青剛櫟之胚胎發育發現，每年 3 月下旬葇荑花序的雄花自頂芽展開，穗狀花序的雌花序頂生於一年生的枝條，至 7 月則胚為球形，至 8 月中旬子葉充滿整個種子。

表 3-2　2007 年 6 月至 2008 年 5 月大分地區青剛櫟(n=45 棵)各物候階段的出現百分比例(%)。

	2007 年							2008 年				
月份*	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月
抽芽期	4.4	2.2	0	0	0	0	0	0	0	8.9	100	0
幼葉期	60	17.8	2.2	0	0	0	0	0	0	0	57.8	2.2
展葉期	95.6	86.7	22.2	8.9	6.7	0	0	0	0	0	6.7	100
開花期	26.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42.2	88.9
落花期	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.8	88.2
結果期	20	46.7	73.3	80	95.6	95.6	62.2	0	0	0	0	77.8
熟果期	0	0	0	0	0	13.3	80	33.3	2.2	0	0	0

*每月例行性調查於月初進行

研究者實地觀察也發現，青剛櫟於不同年度之物候期的出現及持續時間，以及百分比例似乎有些許的差異。例如青剛櫟的結果狀況在 2008 年，明顯地較 2007 年早，於 5 月便有 77.8%的樣樹出現結果期，但相似比例的結果期在前一年卻得至 9 月方觀察到(表 3-2)，看來這並非因為 2007 年有結果的樣數數量較少所致，因為該年結果期的最高紀錄達 95.6%，顯示大部分的樣樹皆有結果。此外，本研究的物候觀察結果，提供了大分地區青剛櫟的物候週期變化的基礎資料，對於後續詮釋該地利用青剛櫟森林的野生動物的資源利用模式將有相當助益。

然而，本研究的物候資料就青剛櫟的生命週期而言，某些物候階段卻因為跨年以及隔月收集資料之故，而無法詳盡地呈現出各物候階段於數量上的連續變化。由於影響物候週期的因素複雜，除了受局部地區物候或生物因素影響之外，加上氣候變遷儼然已成為全球性的議題，對於大分地區森林物候週期的長期監測，更顯示其重要性。

第三節 植群生態

一、維管束植物種類及組成

本研究所設置 31 個樣區共記錄到維管束植物 53 科 83 屬 108 種，其中喬木層木本植物總共 49 種，草本層總計 83 種，其中包括 24 種喬木層植物的小苗。若加上於探勘和取樣時所記錄到的樣區外之植物，則總計紀錄維管束植物共 56 科 87 屬 117 種(表 3-3，附錄二)，包括喬木 27 科 59 種，草本 33 科 58 種。其中物種數以薔薇科(Rosaceae)6 屬 10 種最豐富；其次分別為水龍骨科(Polypodiaceae)4 屬 7 種、樟科(Lauraceae)3 屬 6 種、殼斗科(Fagaceae)2 屬 6 種。

大分地區森林喬木層樹種的出現頻度以青剛櫟(67%)最高，其他大於 10%者依次為台灣二葉松(44.4%)、細葉饅頭果(*Glochidion rubrum*)(43.5%)、呂宋莢蒾(*Viburnum luzonicum*)(25.8%)、金毛杜鵑(*Rhododendron oldhamii*)(19%)、台灣肉桂(*Cinnamomum insulari-montanum*)(12.1%)、山漆(*Rhus succedanea*)(11.7%)、台灣赤楊(*Alnus formosana*)(10.5%，表 3-4)。單位面積(10 m*10 m)可記錄的樹種亦以青剛櫟最高，可記錄 24.7 棵植株，遠高其其他樹灌層喬木。金毛杜鵑密度(18 棵)次之，是該區密度最高的灌木，其次為呂宋莢蒾(5.4)、細葉饅頭果(4.8)、台灣二葉松(3.0)、賽山椒(*Embelia lenticellata*)(2.6，表 3-4)。至於單位面積(m^2)樹木所佔截面積(cm^2)，即優勢度，則以台灣二葉松最高，為 35.3，其次為青剛櫟(22.7)，二者遠遠高於其他物種(皆＜5，表 3-4)。

表 3-3　大分地區維管束植物調查結果。

分類群	科	屬	種
蕨類植物	10	16	22
種子植物	46	71	95
裸子植物	4	4	5
被子植物	42	67	90
雙子葉植物	38	61	84
單子葉植物	4	6	6
合計	56	87	117

整體來看，大分地區主要林型的樹種的相對重要值，以青剛櫟最高(27.5%)，其次為台灣二葉松(20%)。相對重要值居中(≧2.5%)灌木或小喬木包括金毛杜鵑(10.7%)、細葉饅頭果(8.3%)、呂宋莢蒾(5.5%)，喬木為台灣肉桂(2.9%)、台灣赤楊(2.6%)；相對重要值較小(＜2.5%，但＞1%)者，包括山漆、賽山椒、山櫻花(*Prunus camjpanulata*)、台灣五葉松(*Pinus morrisonicola*)、台灣櫸(*Zelkova serrata*)、圓果青剛櫟(*Quercus globosa*)、台灣朴樹(*Celtis formosana*)、巒大越橘(*Vaccinium randaiense*)(表 3-4)。

大分地區 31 個樣區草本層 83 種植物(表 3-5)出現頻度最高者為束草(*Carex brunnea*)(66.1%)，其次為青剛櫟小苗(35.9%)、伏石蕨(*Lemmaphyllum carnosum*)(30.6%)。其他常見者(出現頻度＞10%)，包括南海鱗毛蕨(*Dryopteris varia*)、竹葉草(*Oplismenus compositus*)、腎蕨(*Nephrolepis cordifolia*)、細葉饅頭果、金毛杜鵑、骨牌蕨(*Lemmaphyllum rostratum*)、瓦葦(*Lepisorus thunbergianus*)、呂宋莢蒾、粗毛鱗蓋蕨(*Microlepia strigosa*)、賽山椒、台灣山桂花(*Maesa perlaria*)。相對重要值最高的草本植物則為束草(18.2%)，其次為竹葉草(8.3%)、青剛櫟(7.6%)(表 3-5)。

在草本層中所記錄到的青剛櫟，包括了實生苗和從主幹基部發育的萌枝，其中又以萌枝所佔的數量最多，實生苗的數量很少。現場也發現青剛櫟萌枝的大小和數量似乎有地理位置上的差異，例如在上坡、中坡或土石易崩落的地區，青剛櫟的萌枝多呈現胸徑小，數量較多，且高度多未到達 1 cm；但位於陵線或較平坦地區，其萌枝較少，若有萌枝，DBH 多大於 1 cm，鮮少有小於者。

表 3-4 大分地區 31 個樣區喬木層 49 種植物的出現頻度、密度、優勢度表。頻度為樹種在樣區間出現之百分率，優勢度和密度分別為單位面積之胸高斷及株數。

	密度(株數 /100 m^2)	頻度 (%)	優勢度 (cm^2/m^2)	相對密度 (%)	相對頻度 (%)	相對優勢度 (%)	IVI 值 (%)
青剛櫟	24.742	67.339	22.718	34.511	21.301	26.654	27.489
台灣二葉松	3.032	44.355	35.299	4.229	14.031	41.415	19.892
金毛杜鵑	18.032	18.952	0.782	25.152	5.995	0.917	10.688
細葉饅頭果	4.806	43.548	3.678	6.704	13.776	4.315	8.265
呂宋莢蒾	5.387	25.806	0.796	7.514	8.163	0.934	5.537
台灣肉桂	1.403	12.097	2.477	1.957	3.827	2.906	2.897
台灣赤楊	0.726	10.484	2.930	1.012	3.316	3.437	2.589
山漆	0.629	11.694	1.141	0.877	3.699	1.339	1.972
賽山椒	2.613	6.048	0.049	3.645	1.913	0.058	1.872
山櫻花	0.468	7.258	1.455	0.652	2.296	1.706	1.552
台灣五葉松	0.065	1.613	3.382	0.090	0.510	3.968	1.523
台灣櫸	0.887	6.048	1.077	1.237	1.913	1.263	1.471
圓果青剛櫟	1.194	5.645	0.779	1.665	1.786	0.914	1.455
台灣朴樹	0.500	5.242	1.567	0.697	1.658	1.838	1.398
巒大越橘	0.968	5.242	0.335	1.350	1.658	0.393	1.134
台灣胡桃	0.290	2.823	1.150	0.405	0.893	1.350	0.882
化香樹	0.516	4.032	0.500	0.720	1.276	0.586	0.861
台灣山桂花	0.774	4.032	0.092	1.080	1.276	0.108	0.821
車桑子	1.000	3.226	0.018	1.395	1.020	0.021	0.812
台灣山枇杷	0.306	2.016	1.033	0.427	0.638	1.211	0.759
狹葉櫟	0.516	2.419	0.434	0.720	0.765	0.509	0.665
杜虹花	0.419	3.629	0.107	0.585	1.148	0.125	0.619
紅楠	0.258	0.806	1.048	0.360	0.255	1.230	0.615
鄧氏胡頹子	0.500	2.823	0.124	0.697	0.893	0.145	0.578
短尾葉石櫟	0.194	0.806	0.817	0.270	0.255	0.959	0.495

表 3-4 大分地區 31 個樣區喬木層 49 種植物的出現頻度、密度、優勢度。頻度為樹種在樣區間出現之百分率，優勢度和密度分別為單位面積之胸高斷及株數。 (續)

	密度(株數 /100 m^2)	頻度 (%)	優勢度 (cm^2/m^2)	相對密度 (%)	相對頻度 (%)	相對優勢度 (%)	IVI 值 (%)
黃連木	0.177	2.419	0.088	0.247	0.765	0.103	0.372
山柿	0.113	1.613	0.331	0.157	0.510	0.388	0.352
大葉溲疏	0.097	1.613	0.013	0.135	0.510	0.015	0.220
小梗木薑子	0.097	1.210	0.073	0.135	0.383	0.085	0.201
銳葉高山櫟	0.097	1.210	0.020	0.135	0.383	0.023	0.180
野桐	0.048	1.210	0.034	0.067	0.383	0.040	0.163
小花鼠刺	0.065	0.806	0.084	0.090	0.255	0.099	0.148
西施花	0.065	0.806	0.081	0.090	0.255	0.095	0.147
栓皮櫟	0.048	0.403	0.197	0.067	0.128	0.231	0.142
假長葉楠	0.032	0.403	0.203	0.045	0.128	0.238	0.137
樟葉槭	0.097	0.403	0.098	0.135	0.128	0.115	0.126
梅	0.065	0.806	0.012	0.090	0.255	0.014	0.120
珠砂根	0.129	0.403	0.001	0.180	0.128	0.001	0.103
紅子莢蒾	0.032	0.806	0.004	0.045	0.255	0.004	0.101
台灣紅榨槭	0.032	0.403	0.111	0.045	0.128	0.130	0.101
華參	0.065	0.403	0.010	0.090	0.128	0.012	0.076
大頭茶	0.048	0.403	0.007	0.067	0.128	0.009	0.068
台灣粗匪	0.016	0.403	0.041	0.022	0.128	0.048	0.066
小葉莢蒾	0.048	0.403	0.000	0.067	0.128	0.000	0.065
水麻	0.032	0.403	0.011	0.045	0.128	0.013	0.062
樟樹	0.016	0.403	0.025	0.022	0.128	0.029	0.060
米碎柃木	0.016	0.403	0.003	0.022	0.128	0.004	0.051
厚葉捕魚木	0.016	0.403	0.001	0.022	0.128	0.001	0.050
笑靨花	0.016	0.403	0.000	0.022	0.128	0.000	0.050
總計	71.694	316.129	85.233	100	100	100	

表 3-5 大分地區 31 個樣區草本層 83 種植物之出現頻度、覆蓋度。頻度為樹種在樣區間出現之百分率(%)，優勢度則以覆蓋度代表之，單位樣區(10 m*10 m)上之覆蓋度。

	頻度	覆蓋度	相對頻度	相對覆蓋度	IVI 值
束草	66.129	1332.258	15.299	21.179	18.239
竹葉草	27.419	645.161	6.343	10.256	8.300
青剛櫟	35.887	432.258	8.302	6.872	7.587
伏石蕨	30.645	351.613	7.090	5.590	6.340
南海鱗毛蕨	28.226	325.806	6.530	5.179	5.855
腎蕨	25.806	338.710	5.970	5.385	5.677
金毛杜鵑	16.129	312.903	3.731	4.974	4.353
賽山椒	11.694	332.258	2.705	5.282	3.994
細葉饅頭果	16.935	180.645	3.918	2.872	3.395
粗毛鱗蓋蕨	12.097	216.129	2.799	3.436	3.117
呂宋莢蒾	12.500	158.065	2.892	2.513	2.702
骨牌蕨	14.113	129.032	3.265	2.051	2.658
瓦葦	13.306	129.032	3.078	2.051	2.565
台灣山桂花	10.081	161.290	2.332	2.564	2.448
芒草	6.048	132.258	1.399	2.103	1.751
台灣懸鉤子	8.871	77.419	2.052	1.231	1.642
薄葉艾納香	5.645	90.323	1.306	1.436	1.371
車桑子	4.032	96.774	0.933	1.538	1.236
弧脈鳳尾蕨	4.839	70.968	1.119	1.128	1.124
台灣舌蕨	5.242	41.935	1.213	0.667	0.940
絨毛石葦	4.435	48.387	1.026	0.769	0.898
海州骨碎補	4.839	41.935	1.119	0.667	0.893
杜虹花	4.032	38.710	0.933	0.615	0.774
長柄鳳尾蕨	4.032	38.710	0.933	0.615	0.774
烏蕨	3.226	25.806	0.746	0.410	0.578
笑靨花	2.823	29.032	0.653	0.462	0.557
田代氏黃芩	2.823	22.581	0.653	0.359	0.506
書帶蕨	2.823	22.581	0.653	0.359	0.506
縮羽鐵角蕨	2.823	22.581	0.653	0.359	0.506
飛龍掌血	2.016	32.258	0.466	0.513	0.490

表 3-5 大分地區 31 個樣區草本層 83 種植物之出現頻度、覆蓋度。頻度為樹種在樣區間出現之百分率(%)，優勢度則以覆蓋度代表之，單位樣區(10 m*10 m)上之覆蓋度。(續)

	頻度	覆蓋度	相對頻度	相對覆蓋度	IVI 值
台灣肉桂	2.016	25.806	0.466	0.410	0.438
台灣劍蕨	2.419	19.355	0.560	0.308	0.434
台灣崖爬藤	1.613	25.806	0.373	0.410	0.392
小葉莢蒾	2.016	19.355	0.466	0.308	0.387
台灣二葉松	1.613	22.581	0.373	0.359	0.366
台灣何首烏	2.016	16.129	0.466	0.256	0.361
玉山箭竹	1.613	19.355	0.373	0.308	0.340
鄧氏胡頹子	1.613	16.129	0.373	0.256	0.315
台灣櫸	1.613	12.903	0.373	0.205	0.289
高山薔薇	1.210	12.903	0.280	0.205	0.242
圓果青剛櫟	1.210	12.903	0.280	0.205	0.242
擬茇瓦葦	1.210	12.903	0.280	0.205	0.242
全緣貫眾蕨	1.210	9.677	0.280	0.154	0.217
火炭母草	0.806	9.677	0.187	0.154	0.170
石葦	0.806	9.677	0.187	0.154	0.170
苗栗崖爬藤	0.806	9.677	0.187	0.154	0.170
木防己	0.806	6.452	0.187	0.103	0.145
林氏茜草	0.806	6.452	0.187	0.103	0.145
咬人貓	0.806	6.452	0.187	0.103	0.145
紅子莢蒾	0.806	6.452	0.187	0.103	0.145
愷葉懸鉤子	0.806	6.452	0.187	0.103	0.145
落地生根	0.806	6.452	0.187	0.103	0.145
蕨	0.806	6.452	0.187	0.103	0.145
擬密葉卷柏	0.806	6.452	0.187	0.103	0.145
鐵角蕨	0.806	6.452	0.187	0.103	0.145
巒大越橘	0.806	6.452	0.187	0.103	0.145
曲莖馬藍	0.403	6.452	0.093	0.103	0.098

表 3-5 大分地區 31 個樣區草本層 83 種植物之出現頻度、覆蓋度。頻度為樹種在樣區間出現之百分率(%)，優勢度則以覆蓋度代表之，單位樣區(10 m*10 m)上之覆蓋度。(續)

	頻度	覆蓋度	相對頻度	相對覆蓋度	IVI 值
珠砂根	0.403	6.452	0.093	0.103	0.098
山素英	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
山漆	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
山薔薇	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
山蘇	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
化香樹	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
天門冬	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
台灣土茯苓	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
台灣溲疏	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
台灣欒樹	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
多花山螞蝗	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
尖葉槭	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
米碎柃木	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
刺萼寒梅	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
拓樹	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
紅莖椒草	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
狹葉櫟	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
疏花繁縷	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
野桐	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
普萊氏堇菜	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
越橘葉蔓榕	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
黃連木	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
雷公根	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
雙面刺	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
蠅翼草	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
鐵掃帚	0.403	3.226	0.093	0.051	0.072
總計	432.258	6290.323			

二、植群分析

(一)降趨對應分析(DCA)

將所調查之 31 個樣區經過原始資料矩陣後，進行降趨對應分析(DCA)，計算出 Axis1、Axis2、Axis3 三軸，表示植群變異之三個方向(表 3-6)。在考量青剛櫟有萌枝情況下，三軸的特徵值分別為 0.487、0.329、0.207，其變異量依重要性依次遞減，顯示第一軸具有較佳解釋植物社會排列的能力；各軸長分為 3.619、3.205、2.075，代表植物在樣區間轉換之平均變異量，係以樹種轉換之平均標準偏差(Average standard deviation of species turnover)為單位，或稱 SD。但若沒有考量青剛櫟的萌枝情況，三軸的特徵值分別為 0.482、0.346、0.214；各軸長分別為 3.608、3.223、2.117(表 3-6)，與考量青剛櫟有萌枝情況下的分析結果相差不大。故可知第一軸是主要影響樹種組成與植物社會的變異梯度，其次則為第二軸和第三軸。

表 3-6 大分地區 31 個樣區中考量青剛櫟有無萌枝情況，分別經 DCA 分析後所得之特徵值和軸長。

	青剛櫟有萌枝		青剛櫟無萌枝	
	特徵值 (Eigenvalue)	軸長 (SD)	特徵值 (Eigenvalue)	軸長 (SD)
第一軸	0.487	3.619	0.482	3.608
第二軸	0.329	3.205	0.346	3.223
第三軸	0.207	2.075	0.214	2.117

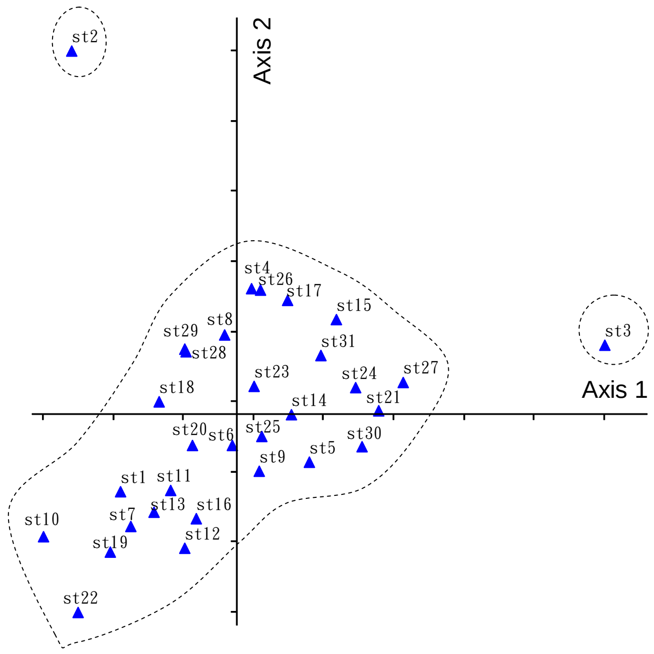
由降趨對應分析顯示在第一軸和第二軸所構成的平面直角座標上，標出樣區的位置，不管青剛櫟的萌櫱情況是否有列入考量(圖 3-1A 及圖 3-1B)，皆可看出樣區 2 和樣區 3 與其他樣區分離較遠，表示樣區 2 和樣區 3 的物種組成與其他 29 個樣區差異較大，故可初步分成三型。

(二)典型對應分析(CCA)

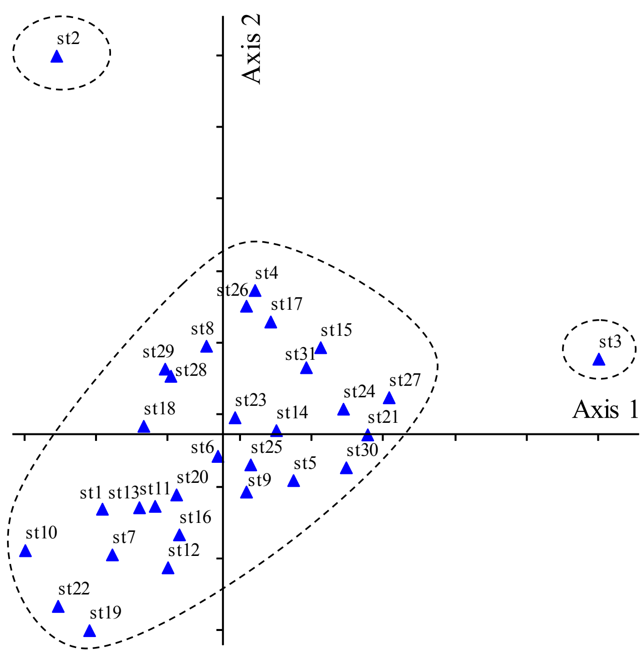
在青剛櫟有萌枝情況下，31 個樣區經典型對應分析後所得到的變異梯度軸共三軸 (表 3-7)，特徵值分別爲 0.327、0.266、0.133，其變異量依重要性

圖 3-1 大分地區 31 個樣區，考量青剛櫟有無萌枝情況，進行 DCA 分析後的分布情況

(A)考量青剛櫟有萌枝



(B) 未考量青剛櫟之萌枝



依次遞減，顯示影響植物社會在環境梯度上的排列具有較佳解釋能力的為第一軸。經 Monte Carlo 顯著性測驗後，得知第一軸(P = 0.02)和第二軸(P =0.005)具有顯著水準，顯示此二軸可解釋植物社會類型和組成變異情況，並瞭解物種與環境變數間之相關性。在環境因子的相關性上，第一軸則與海拔(r = 0.749)、坡度(r = 0.375)呈正相關；與地形位置(r = -0.618)呈負相關。第二軸與坡度(r = 0.394)、直射光空域((r = 0.548)呈正相關。因此，植群的分化受到海拔、直射光空域、坡度及地形位置的影響，其影響程度依次漸減。

表 3-7 大分地區 31 個樣區中，青剛櫟有無萌枝，經 CCA 分析後，所得之特徵值與和環境間的相關性。

	青剛櫟有萌枝			青剛櫟無萌枝		
	第一軸	第二軸	第三軸	第一軸	第二軸	第三軸
Monte Carlo 顯著性測驗						
環境變數與物種間的相關性	0.901	0.887	0.869	0.9	0.892	0.871
特徵值	0.327	0.266	0.133	0.324	0.269	0.133
P 值	0.02**	0.005**	0.9	0.01**	0.005	0.85
環境因子						
含石率	- 0.165	- 0.09	0.21	- 0.154	- 0.106	0.202
地形位置	0.618*	0.026	0.239	- 0.614*	0.01	0.233
坡度	0.375*	0.394*	- 0.486	0.374*	0.400*	- 0.489
方位	0.121	- 0.185	0.137	0.111	- 0.191	0.159
海拔	0.749*	- 0.202	0.266	0.749*	- 0.191	0.247
直射光空域	- 0.072	0.548*	0.182	- 0.900*	0.554*	0.184
全天光空域	- 0.172	0.38	0.106	- 0.186	0.382	0.096

*P＜0.05，具有顯著水準，表示此軸可以解釋植物社會類型和組成變異情況

若為將青剛櫟的萌枝列入考量，典型對應分析所得到的變異梯度軸也是三軸，其特徵值分別為 0.324、0.269、0.133(表 3-7)，具有較佳解釋能力的也

是第一軸。經 Monte Carlo 顯著性測驗後，青剛櫟無萌枝的分析可以得知第一軸(P = 0.01)和第二軸((P = 0.005)具有顯著水準(P 值＜0.05)，表示二軸可解釋植物社會類型和組成變異情況。在環境因子的相關性上，第一軸與海拔(r = 0.749)、坡度(r = 0.374)呈正相關；與直射光空域(r = -0.9)、地形位置(r = -0.614)呈負相關。第二軸與直射光空域(r = 0.554)、坡度(r = 0.4)呈正相關。可見影響植群分化的因素，無論青剛櫟的萌枝狀況是否列入考量，皆受海拔、坡度、直射光空域、地形位置因素影響。

將 CCA 分析後的第一軸和第二軸作為雙序圖的二軸，以得知樣區、物種與環境變數間之關係。青剛櫟有無萌枝所做之雙序圖(圖 3-2)，兩者的差異不大。可看出第一軸與地形位置的夾角最小，代表第一軸與地形位置有強烈的相關，表示與第一軸較相近之樣區，受地形位置的影響較大；與第二軸的夾角最小的則為直射光空域。從環境變數來看，以第二軸為界限，位於第二軸右邊的樣區其生育地環境多為海拔高、坡度陡、地形位置位於稜線或上坡、直射光空域面積小，代表較鬱閉；左邊則反之。從圖中可以發現樣區 2 的海拔雖高，但是因所處位置為谷地，其直射光空域的面積小，較鬱閉，所以與同樣生育地環境的樣區距離較遠。

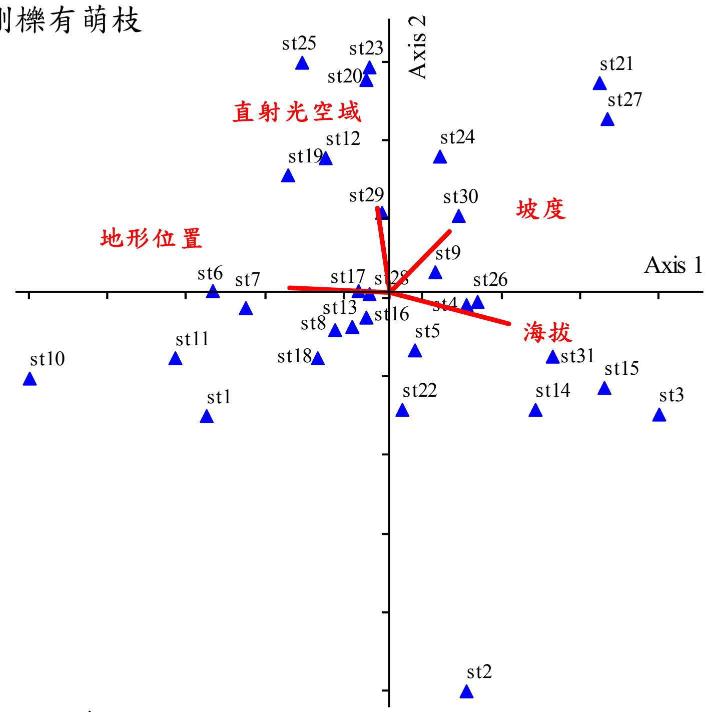
經 CCA 分析後可得知大分地區樹種分布與環境間的關係，當樹種的生育地環境愈相似，在圖上的分布位置則愈相近。由於是否將青剛櫟的的萌枝情況列入考量，對整體分析結果的影響並不大。因此，若僅就有萌枝的情況來看，車桑子、栓皮櫟、西施花、華參、狹葉櫟、大頭茶等樹種的生育地多位於海拔較高處；而山漆、紅楠、台灣二葉松、笑靨花、水麻、青剛櫟、細葉饅頭果、呂宋莢迷等樹種的生育地則位於海拔中間處；位於海拔較低處的樹種，則有樟葉槭、野桐、山柿、梅、台灣胡桃、鄧氏胡頹子、樟樹、厚葉捕魚木(圖 3-3)。

(三)植群社會分類

調雙向指標種分析(TWINSPAN)之結果，顯示調查樣區可區分為 3 種林型：細葉饅頭果—青剛櫟型、短尾葉石櫟—賽山椒型、西施花—狹葉櫟型。以及 2 亞型。前者又包括台灣肉桂—青剛櫟亞型、金毛杜鵑—台灣二葉松亞型(表 3-8)。

圖 3-2 考量青剛櫟有無萌枝的情況，以 CCA 分析大分地區 31 個樣區與環境因素之關係。

(A)青剛櫟有萌枝



(B)青剛櫟無萌枝

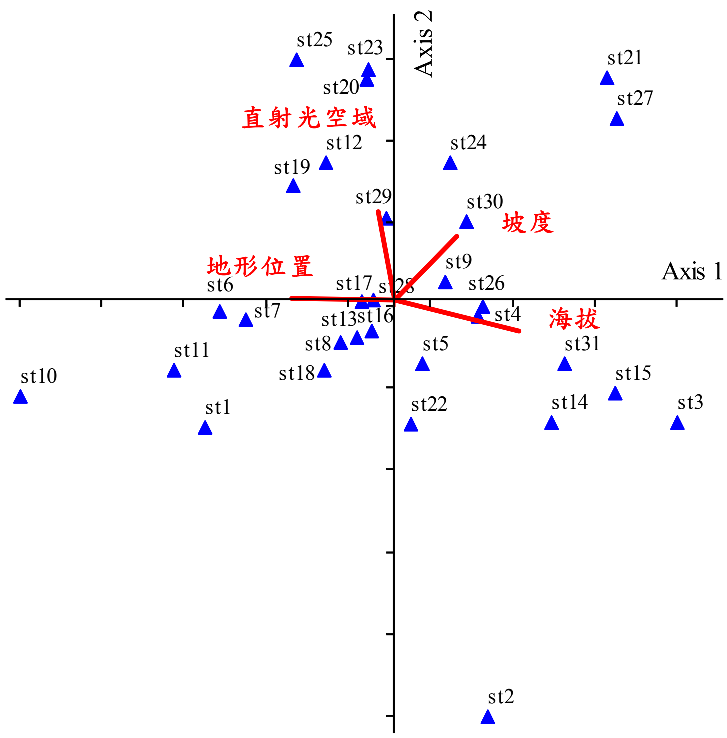


圖 3-3 大分地區 31 個樣區，考量青剛櫟有萌枝情況下，以典型對應分析(CCA)分析大分地區樹種分布與環境因素之關係。

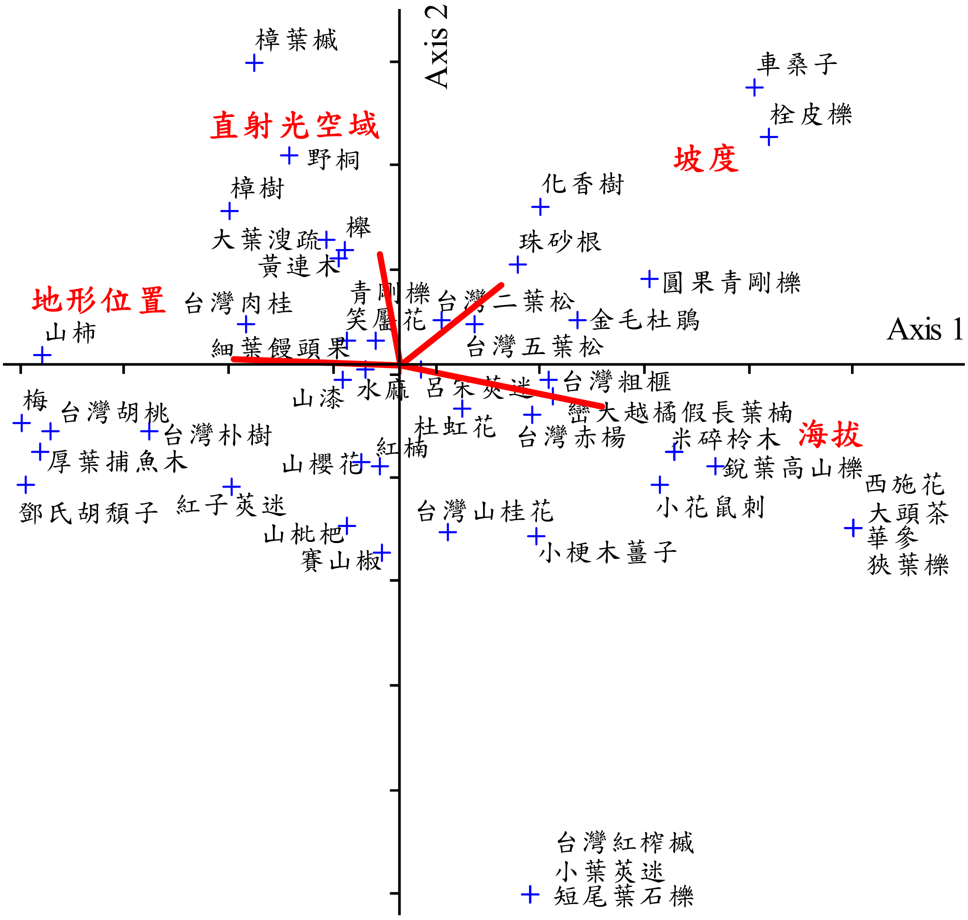


表 3-8　TWINSPAN 分析大分地區之林型分類表。A：短尾葉石櫟—賽山椒型；B：細葉饅頭果—青剛櫟型；C：西施花—狹葉櫟型。B1：台灣肉桂—青剛櫟亞型；B2：金毛杜鵑—台灣二葉松亞型。林型的命名樹種在其八分級值下方加黑線；亞型的命名樹種則將八分級值用灰色填滿。

林型	A	B																													C	
亞型		B1																					B2									
樣區編號	02	16	19	22	11	01	07	10	12	04	13	29	9	18	20	23	28	06	08	14	25	26	15	31	05	17	21	24	27	30	03	
杜虹花	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	3	4	3	5	-	3	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 0 0
小梗木薑子	3	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 0 0
小葉莢蒾	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 0 0
台灣紅榨槭	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 0 0
短尾葉石櫟	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 0 0
賽山椒	7	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	6	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 0 0
大葉溲疏	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	-	3	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 0 1
水麻	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 0 1
笑靨花	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 0 1
黃連木	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 0 1
樟葉槭	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 0 1
台灣粗榧	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 0 1
山柿	-	-	-	-	-	-	-	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 1 0
台灣五葉松	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 1 0
台灣肉桂	-	-	6	6	7	6	4	5	5	-	-	5	-	-	5	5	6	-	-	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 1 0
野桐	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 1 0
台灣胡桃	-	-	-	-	-	-	6	7	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 1 1
厚葉捕魚木	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 1 1
紅子莢蒾	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 1 1
紅楠	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 1 1
梅	-	-	-	-	-	-	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 1 1
樟樹	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 1 1
鄧氏胡頹子	-	-	-	-	3	5	-	6	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 1 1
台灣山枇杷	6	-	-	-	-	-	-	4	-	5	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 0 0 1 1
山漆	-	-	-	-	4	5	4	5	4	6	5	5	-	4	-	3	5	-	3	4	-	-	-	5	4	-	-	-	4	-	-	0 0 1
台灣朴樹	-	-	-	5	5	3	6	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	0 0 1
山櫻花	6	-	-	-	-	4	-	4	-	4	5	-	-	-	-	-	5	4	4	3	4	-	4	3	-	-	-	-	-	-	-	0 1
台灣櫸	-	-	-	-	4	-	6	-	-	-	-	5	-	-	4	5	-	5	-	-	3	6	-	-	-	-	4	4	-	-	-	0 1

表 3-8 TWINSPAN 分析大分地區之林型分類表。A：短尾葉石櫟—賽山椒型；B：細葉饅頭果—青剛櫟型；C：西施花—狹葉櫟型。B1：台灣肉桂—青剛櫟亞型；B2：金毛杜鵑—台灣二葉松亞型。林型的命名樹種在其八分級值下方加黑線；亞型的命名樹種則將八分級值用灰色填滿。(續)

林型	A	B																													C	
亞型		B1																					B2									
樣區編號	02	16	19	22	11	01	07	10	12	04	13	29	09	18	20	23	28	06	08	14	25	26	15	31	05	17	21	24	27	30	03	
青剛櫟	-	9	8	8	7	8	6	7	8	8	8	8	8	8	6	8	6	8	6	8	7	7	7	6	8	6	5	6	6	8	-	0 1
細葉饅頭果	3	5	7	7	6	5	6	5	5	-	5	-	6	6	7	6	7	6	6	6	7	6	-	3	3	4	3	6	4	4	-	0 1
台灣二葉松	-	-	-	-	5	-	8	-	7	8	7	6	8	6	8	7	8	7	8	7	6	-	6	6	8	7	8	7	7	7	7	1 0
台灣山桂花	5	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	7	-	-	-	-	-	1 0
呂宋莢蒾	4	-	4	-	6	4	4	3	-	5	3	-	-	-	5	6	5	-	7	6	5	4	6	7	3	5	4	-	-	7	4	1 0
小花鼠刺	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	1 1 0
台灣赤楊	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4	-	3	4	-	-	5	7	-	6	-	5	4	-	-	1 1 0
金毛杜鵑	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	4	7	6	8	4	4	5	5	8	7	-	7	1 1 0
圓果青剛櫟	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	7	4	6	1 1 0
米碎柃木	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	1 1 1 0 0
車桑子	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	1 1 1 0 0
假長葉楠	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	1 1 1 0 0
巒大越橘	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	4	6	-	3	5	-	-	5	1 1 1 0 0
化香樹	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	7	-	1 1 1 0 1
栓皮櫟	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	1 1 1 0 1
珠砂根	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	1 1 1 0 1
大頭茶	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1 1 1 1 0
西施花	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1 1 1 1 0
狹葉櫟	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	1 1 1 1 0
華參	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1 1 1 1 0
銳葉高山櫟	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1 1 1 1 1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1		
		0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1				
					0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1											
					0	1	1	1	1				0	0	1	1	1															

植群分類依據 PC-ORD 之 TWINSPAN 分析結果分類，並配合 DCA 之結果，本研究將植群型分成三型(表 3-9)：1、短尾葉石櫟—賽山椒型(*Lithocarpus harlandii*－*Embelia lenticellata* type)；2、西施花—狹葉櫟型 (*Rhododendron latoucheae*－*Quercus stenophylloides* type)；3、細葉饅頭果—青剛櫟型(*Glochidion rubrum*－*Quercus glauca* type)。在細葉饅頭果—青剛櫟型中可再區分出二亞型，(1)台灣肉桂—青剛櫟亞型(*Cinnamomum insulari-montanum*－*Quercus glauca* subtype)；(2)金毛杜鵑—台灣二葉松亞型(*Rhododendron oldhamii*－*Pinus taiwanensis* subtype)。

1、短尾葉石櫟—賽山椒型(*Lithocarpus harlandii*－*Embelia lenticellata* type)

本林型僅由第 2 樣區組成，海拔高度為 1,535 m，位於谷地，坡度較平坦，直射光空域為 48%，樹冠鬱閉度高，是大分地區青剛櫟分布較少之地區。樹冠層的主要組成樹種有山櫻花(*Prunus camjpanulata*)、短尾葉石櫟(*Lithocarpus harlandii*)、小梗木薑子(*Litsea hypophaea*)、台灣赤楊(*Alnus formosana*)、台灣山枇杷(*Eriobotrya deflexa*)、細葉饅頭果(*Glochidion rubrum*)、台灣紅榨槭(*Acer rubescens*)等(表 3-9)。

本林型的特徵種有小葉莢蒾(*Viburnum parvifolium*)、台灣紅榨槭、短尾葉石櫟(表 3-9)，。樹冠層的優勢樹種有台灣赤楊、台灣山枇杷、山櫻花、短尾葉石櫟。灌木層的優勢樹種有賽山椒(*Embelia lenticellata*)、台灣山桂花(*Maesa perlaria var. formosana*)、呂宋莢蒾(*Viburnum luzonicum*)。地被層的優勢種有束草(*Carex brunnea*)、竹葉草(*Oplismenus compositus*)、南海鱗毛蕨(*Dryopteris varia*)、台灣懸鉤子(*Rubus formosensis*)、縮羽鐵角蕨(*Asplenium incisum*)、腎蕨(*Nephrolepis cordifolia*)。。小苗則有米碎柃木(*Eurya chinensis*)、賽山椒、青剛櫟、台灣山桂花、川上氏槭(*Acer insulare var. caudatifolium*)、紅子莢蒾(*Viburnum formosanum*)。

2、西施花—狹葉櫟型(*Rhododendron latoucheae*－*Quercus stenophylloides* type)

本林型僅由第 3 樣區所組成，海拔高度為 1,602 m，位於稜線上，坡度為 20°，直射光空域為 58%(表 3-9)。樹冠層的主要組成樹種中針葉樹種有台灣二葉松(*Pinus taiwanensis*)，其樹高突出樹冠層。闊葉樹種有狹葉櫟、巒大越橘(*Vaccinium randaiense*)、西施花、圓果青剛櫟(*Quercus globosa*)、大頭茶、華參(*Sinopanax formosanus*)、銳葉高山櫟(*Quercus spinosa*)等。

本林型的特徵種有大頭茶、西施花、狹葉櫟、華參。樹冠層的優勢樹種有台灣二葉松、圓果青剛櫟、巒大越橘、西施花、狹葉櫟。灌木層的優勢種

表 3-9 大分地區各植群型的環境及代表物種。

	短尾葉石櫟-賽山椒型	西施花-狹葉櫟型	細葉饅頭果-青剛櫟型	
			台灣肉桂-青剛櫟亞型	金毛杜鵑-台灣二葉松亞型
樣區數量	1	1	21	8
海拔 (m)	1535	1602	1386±108.7	1526±101.7
直射光空域 (%)	48	58	63.2±6.8	67.9±6.4
坡度 (°)	9	20	17.2±10	19.8±11.5
主要地形	凹地	稜線	中坡	稜線
特徵種	小葉莢蒾、台灣紅榨槭、短尾葉石櫟	大頭茶、西施花、狹葉櫟、華參	小梗木薑子、台灣五葉松、賽山椒、台灣肉桂、野桐、大葉溲疏、笑靨花、黃連木、台灣胡桃、厚葉捕魚木、樟葉槭、紅子莢蒾、紅楠、台灣粗榧、山枾、梅、水麻、樟樹、台灣山枇杷、鄧氏胡頹子	米碎柃木、車桑子、假長葉楠、栓皮櫟、珠砂根
樹冠層優勢種	短尾葉石櫟、台灣山枇杷、山櫻花、台灣赤楊	台灣二葉松、圓果青剛櫟、巒大越橘、西施花、狹葉櫟	青剛櫟、杜虹花、紅楠、山漆、小梗木薑子、台灣朴樹、台灣五葉松、山櫻花、台灣肉桂、台灣櫸、細葉饅頭果、台灣二葉松、台灣胡桃、台灣赤楊	山漆、圓果青剛櫟、青剛櫟、巒大越橘、細葉饅頭果、台灣二葉松、台灣赤楊、呂宋莢蒾
灌木層優勢種	賽山椒、台灣山桂、呂宋莢蒾	呂宋莢蒾、金毛杜鵑	賽山椒、台灣山桂花、水麻、笑靨花、鄧氏胡頹子、紅子莢蒾、金毛杜鵑	金毛杜鵑、珠砂根、車桑子、米碎柃木
地被層優勢種	東草、竹葉草、南海鱗毛蕨、台灣懸鉤子、縮羽鐵角蕨、腎蕨、米碎柃木、賽山椒、青剛櫟、台灣山桂花、川上氏槭、紅子莢蒾	東草、南海鱗毛蕨、瓦葦、伏石蕨、台灣櫸、金毛杜鵑、狹葉櫟、山漆	東草、弧脈鳳尾蕨、竹葉草、竹葉草、柘樹、薄葉艾納香、林氏茜草、腎蕨、長柄鳳尾蕨、粗毛鱗蓋蕨、咬人貓、紅莖椒草、骨牌蕨、苗栗崖爬藤、海洲骨碎補、飛龍掌血、書帶蕨、南海鱗毛蕨、烏蕨、石葦、瓦葦、伏石蕨、疏花繁縷、台灣劍蕨、絨毛石葦、台灣懸鉤子、越橘葉蔓榕、台灣何首烏、榿葉懸鉤子、台灣崖爬藤、落地生根、蕨、山素英、木防己、擬密葉卷柏、台灣溲疏、縮羽鐵角蕨、玉山箭竹、雙面刺、鐵角蕨、田代氏黃岑、全緣貫眾蕨、刺萼寒梅、、台灣欒樹、多花山螞蝗、曲莖馬藍、天門冬、山蘇	台灣舌蕨、榿葉縣鉤子、台灣懸鉤子、落地生根、瓦葦、伏石蕨、竹葉草、雷公根、東草、擬芨瓦葦、擬密葉卷柏、南海鱗毛蕨、骨牌蕨、縮羽鐵角蕨、山薔薇、腎蕨、火炭母草、鐵掃帚、台灣崖爬藤、鐵角蕨、苗栗崖爬藤、玉山箭竹、田代氏黃岑、書帶蕨、全緣貫眾蕨、海州骨碎補、芒草、粗毛鱗蓋蕨、弧脈鳳尾蕨、普萊氏堇菜、長柄鳳尾蕨、絨毛石葦

以呂宋莢蒾、金毛杜鵑(*Rhododendron latoucheae*)為主。地被層的優勢種有東草、南海鱗毛蕨、瓦葦(*Lepisorus thunbergianus*)、伏石蕨(*Lemmaphyllum carnosum*)。小苗則有台灣櫸(*Zelkova serrata*)、金毛杜鵑、狹葉櫟、山漆(表3-9)。

3、細葉饅頭果—青剛櫟型(*Glochidion rubrum*－*Quercus glauca* type)

本林型為大分地區主要的植群型，31 樣區中除了 2、3 之外皆屬之(表3-8)。海拔高介於 1,218~1,645 m (附錄一)，地形以中坡最多、稜線次之，坡度為 18±10.2°，直射光空域為 64.2±6.8 %。

樹冠層的主要組成樹種中針葉樹種包括有台灣二葉松、台灣五葉松(*Pinus morrisonicola*)、台灣粗榧(*Cephalotaxus wilsoniana*)，樹高皆高出樹冠層；特徵種包括杜虹花(*Callicarpa formosana*)、大葉溲疏(*Deutzia pulchra*)、水麻、笑靨花、黃連木(*Pistacia chinensis*)、樟葉槭、山柿、台灣粗榧、台灣五葉松、台灣肉桂(*Cinnamomum insulari-montanum*)、野桐、台灣胡桃、厚葉捕魚木(*Grewia biloba*)、紅子莢蒾、紅楠、梅(*Prunus mume*)、樟樹、鄧氏胡頹子、山漆、台灣朴樹(*Celtis formosana*)、台灣櫸、青剛櫟、小花鼠刺(*Itea parviflora*)、米碎柃木、車桑子、假長葉楠(*Machilus pseudolongifolia*)、化香樹(*Platycarya strobilaceae*)、栓皮櫟、珠砂根(*Ardisia crenata*) (表 3-9)。

(1)台灣肉桂—青剛櫟亞型

本亞型由 21 樣區(1、4、6、8、9、10、11、12、13、14、16、17、18、19、20、22、23、25、26、28、29，表 3-6)組成，海拔高約在 1386±108.7 m，樣區位置涵蓋各種地形，但以地形以中坡為主(62%，附錄一)，平均坡度為17.2±10°，直射光空域為 63.2±6.8 %。

樹冠層的主要組成：針葉樹種有台灣二葉松、台灣五葉松、台灣粗榧，樹高皆高出樹冠層；闊葉樹種有杜虹花、小梗木薑子、大葉溲疏、黃連木、樟葉槭、山柿、台灣肉桂、野桐、台灣胡桃、厚葉捕魚木、紅楠、梅、樟樹、台灣山枇杷、山漆、台灣朴樹、山櫻花、台灣櫸、青剛櫟、細葉饅頭果、呂宋莢蒾、小花鼠刺、台灣赤楊、圓果青剛櫟、巒大越橘、化香樹、銳葉高山櫟(表 3-9)。

本亞型的特徵種包括小梗木薑子、賽山椒、大葉溲疏、水麻、笑靨花、黃連木、樟葉槭、台灣粗榧、山柿、台灣五葉松、台灣肉桂、野桐、台灣胡桃、厚葉捕魚木、紅子莢蒾、紅楠、梅、樟樹、鄧氏胡頹子、台灣山枇杷。

樹冠層的優勢樹種有杜虹花、小梗木薑子、台灣五葉松、台灣肉桂、台

灣胡桃、紅楠、山漆、台灣朴樹、山櫻花、台灣櫸、青剛櫟、細葉饅頭果、台灣二葉松、台灣赤楊。灌木層的優勢樹種有賽山椒、水麻、笑靨花、紅子莢蒾、台灣山桂花、鄧氏胡頹子、金毛杜鵑。地被層的優勢樹種有束草、竹葉草、薄葉艾納香(*Blumea aromatica*)、腎蕨、粗毛鱗蓋蕨(*Microlepia strigosa*)、骨牌蕨(*Lemmaphyllum rostratum*)、海洲骨碎補(*Davallia trichomanoides*)、南海鱗毛蕨、瓦葦、伏石蕨、台灣劍蕨(*Loxogramme formosana*)、台灣懸鉤子、台灣何首烏(*Polygonum multiflorum* var. *hypoleucum*)、台灣崖爬藤(*Tetrastigma umbellatum*)、山素英(*Jasminum nervosum*)、木防己(*Cocculus orbiculatus*)、台灣溲疏(*Deutzia taiwanensis*)、玉山箭竹(*Yushania niitakayamensis*)、田代氏黃岑(*Scutellaria tashiroi*)、全緣貫眾蕨(*Polystichum falcatum*)、刺萼寒梅(*Rubus pectinellus*)、弧脈鳳尾蕨(*Pteris biaurita*)、柘樹(*Maclura cochinchinensis*)、林氏茜草(*Rubia linii*)、長柄鳳尾蕨(*Pteris bella*)、咬人貓(*Urtica thunbergiana*)、紅莖椒草(*Peperomia sui*)、苗栗崖爬藤(*Tetrastigma formosanum*)、飛龍掌血(*Toddalia asiatica*)、書帶蕨(*Haplopteris flexuosa*)、烏蕨(*Odontosoria chinensis*)、疏花繁縷(*Stellaria vestita*)、絨毛石葦(*Pyrrosia linearifolia*)、越橘葉蔓榕(*Ficus vaccinioides*)、榿葉懸鉤子(*Rubus alnifoliolatus*)、落地生根(*Kalanchoe pinnata*)、蕨(*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*)、擬密葉卷柏(*Selaginella stauntoniana*)、縮羽鐵角蕨、雙面刺(*Zanthoxylum nitidum*)、鐵角蕨(*Asplenium tripteropus*)、石葦(*Pyrrosia lingua*)。

小苗紀錄包括化香樹、台灣二葉松、台灣山桂花、台灣肉桂、呂宋莢蒾、杜虹花、車桑子(*Dodonaea viscosa*)、金毛杜鵑、青剛櫟、紅子莢蒾、笑靨花、高山薔薇(*Rosa transmorrisonensis*)、細葉饅頭果、黃連木、鄧氏胡頹子、小葉莢蒾、賽山椒。

(2)金毛杜鵑—台灣二葉松亞型

本亞型由 8 樣區(5、15、17、21、24、27、30、31，表 3-6))組成，海拔高約在 1526±101.7 m，地形以稜線為主(75%)，平均坡度為 19.8±11.5°，直射光空域為 67.9±6.4 %。

樹冠層的主要組成：針葉樹種有台灣二葉松，其樹高突出樹冠層；闊葉樹種中有杜虹花、台灣朴樹、山櫻花、台灣櫸、山漆、青剛櫟、細葉饅頭果、小花鼠刺、台灣赤楊、假長葉楠、化香樹、栓皮櫟、圓果青剛櫟、巒大越橘。

本亞型的特徵種有米碎柃木、車桑子、假長葉楠、栓皮櫟、珠砂根。樹冠層優勢樹種有山漆、青剛櫟、細葉饅頭果、台灣二葉松、呂宋莢蒾、台灣

赤楊、圓果青剛櫟、巒大越橘。灌木層優勢樹種有金毛杜鵑、車桑子、米碎柃木、珠砂根。地被層優勢樹種有台灣舌蕨、台灣懸鉤子、瓦葦、伏石蕨、竹葉草、東草、南海鱗毛蕨、骨牌蕨、腎蕨、鐵掃帚(*Lespedeza cuneata*)、鐵角蕨、苗栗崖爬藤、書帶蕨、海州骨碎補、粗毛鱗蓋蕨、普萊氏菫菜(*Viola nagasawai var. pricei*)、絨毛石葦、榿葉懸鉤子、落地生根、雷公根(*Centella asiatica*)、擬芨瓦葦(*Lepisorus monilisorus*)、擬密葉卷柏、縮羽鐵角蕨、山薔薇(*Rosa sambucina*)、火炭母草(*Polygonum chinense*)、台灣崖爬藤、玉山箭竹、田代氏黃芩、全緣貫眾蕨、芒草、弧脈鳳尾蕨、長柄鳳尾蕨(表 3-9)。

小苗紀錄包括小葉莢蒾、台灣二葉松、台灣山桂花、台灣櫸、呂宋莢蒾、杜虹花、車桑子、金毛杜鵑、青剛櫟、珠砂根、笑靨花、細葉饅頭果、賽山椒、巒大越橘。

(五)細葉饅頭果—青剛櫟林型之物種多樣性及族群結構

就喬木層而言，細葉饅頭果—青剛櫟林型的 Simpson 氏歧異性指數為 0.785；Shannon-Winner 氏歧異度指數為 0.919；均勻度指數為 0.566。兩亞型中，則以台灣肉桂—青剛櫟亞型歧異度指數較金毛杜鵑—台灣二葉松亞型高，二者於 Simpson 及 Shannon-Winner 歧異度分別為 0.735、0.881，以及 0.682、0.573。二亞型的均勻度指數則相近，分別為 0.562、0.573。

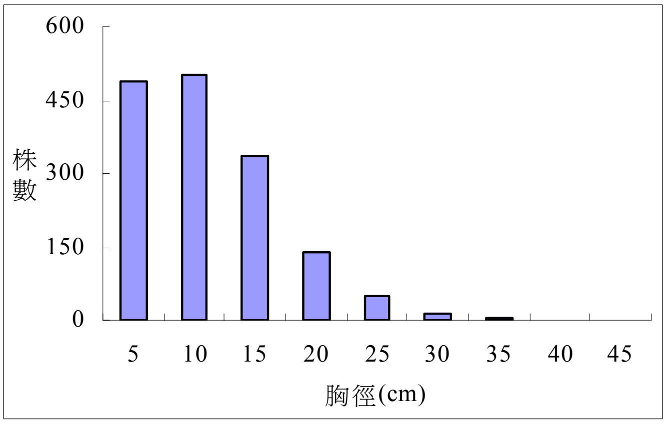
細葉饅頭果—青剛櫟林型中木本植物株數較多且佔優勢(＞1 cm^2/m^2)的樹種有山漆、台灣赤楊、台灣二葉松、台灣肉桂、青剛櫟、細葉饅頭果。此林型以青剛櫟佔的株數最多,細葉饅頭果次之,二者之齡鈒分布皆呈反 J 型(圖 3-4)，顯示兩樹種幼樹多於老樹，可持續更新。台灣肉桂的齡級分布也呈反 J 型，但趨於平緩。台灣二葉松、台灣赤楊、山漆的齡級分布呈鐘形，表示 3 樹種為演替中途出現的優勢樹種，未來可能將被取代。整體來看，推論細葉饅頭果—青剛櫟林型應仍處於未達穩定的演替狀態。

在大分野外實際觀察青剛櫟，發現許多胸高徑較小的植株卻多屬於主幹萌生，呈叢狀生長。青剛櫟的胸徑在考量萌蘖的情況下，最大胸徑為 42 cm，最小胸徑為 1 cm，並以 1-10 cm 佔多數(圖 3-4)，顯示萌蘖生長十分活躍。另一方面，若將青剛櫟同一個萌蘖的萌枝皆視為同一植株，則共有 449 株，其中確實有萌蘖之株數佔了 273 株，萌蘖率高達 60.8%。萌蘖枝數由最少的 2 株到 25 株皆有,平均萌蘖數為 5 ±3.8 株(n = 449),顯示萌蘖相當旺盛(圖 3-5)。

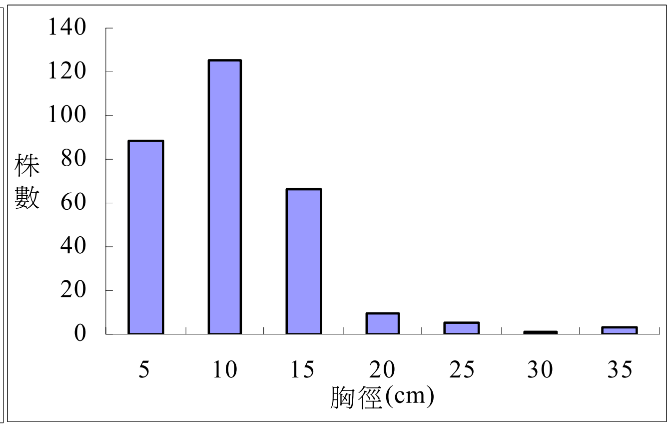
初步觀察顯示台灣肉桂、短尾葉石櫟、樟葉槭、台灣山枇杷等樹種亦多有萌蘖分枝，有些萌蘖在同一平面上，有些則是從底部長出。萌蘖樹幹將導

圖 3-4 大分地區細葉饅頭果—青剛櫟林型中主要樹種(a：青剛櫟，b：細葉饅頭果，c：台灣肉桂，d：台灣二葉松，e：台灣赤楊，f：山漆)之族群結構

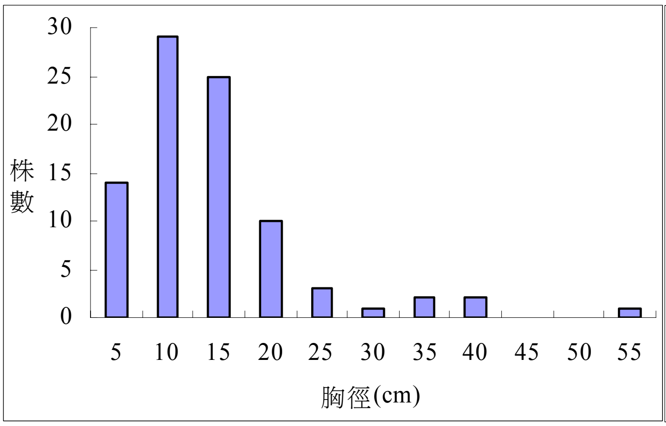
a. 青剛櫟(n=1534)



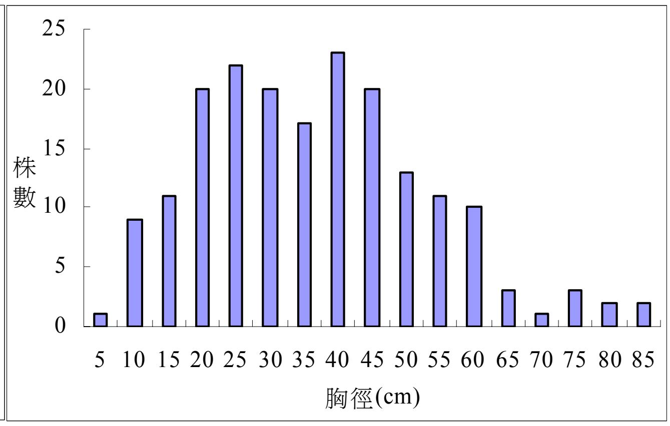
b.細葉饅頭果(n=298)



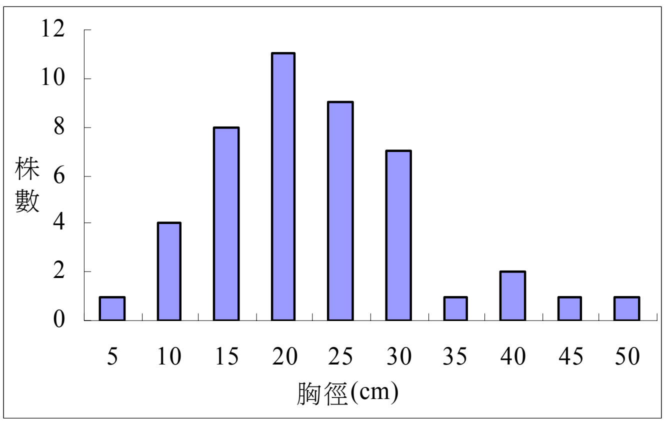
c. 台灣肉桂(n=87)



d.台灣二葉松(n=188)



e. 台灣赤楊(n=45)



f. 山漆(n=39)

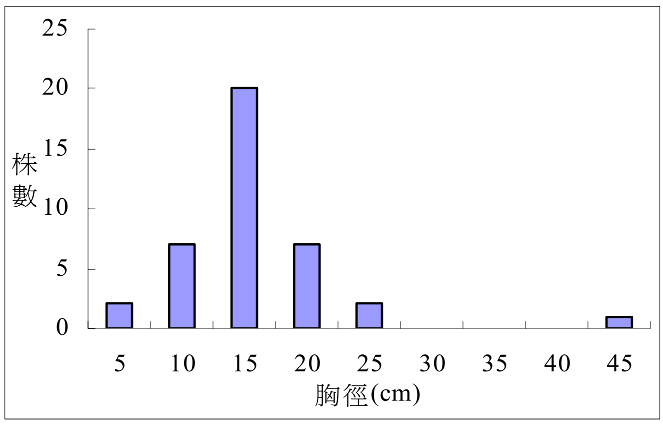
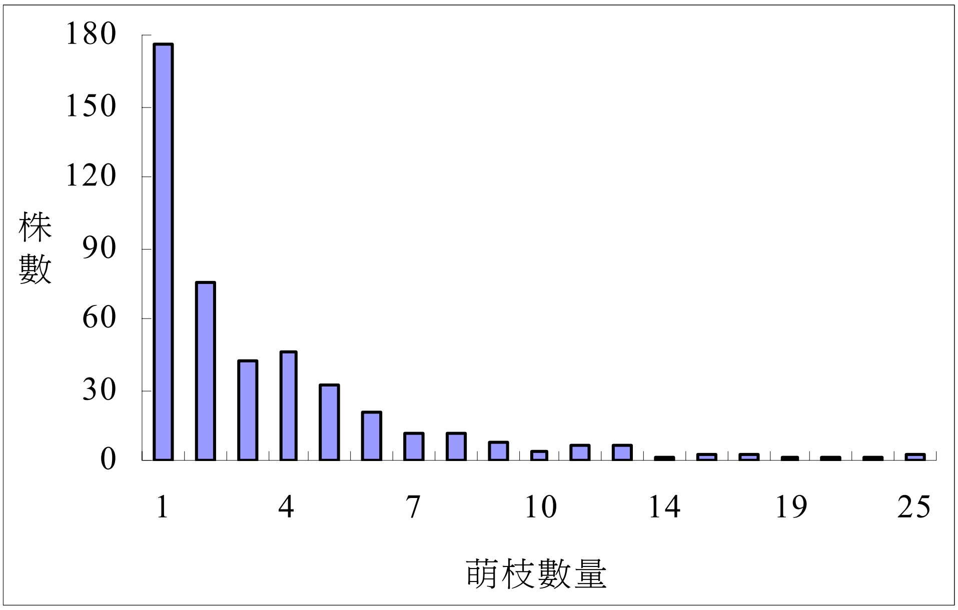


圖 3-5　大分地區青剛櫟的萌枝數量分布圖。



致族群中植株較小的數量增加，因為調查時以獨立植株測量，故此法對斷面積的影響較少，但卻會高估反 J 型的齡級分布趨線，故此測量值恐影響此樹種演替階段之推斷。

本取樣調查時也發現大分地區森林中有少數小面積的空曠處，這些地區生長著大片蕨類(以蕨、粗毛鱗蓋蕨、弧脈鳳尾蕨等為主)，多為崩塌地、農耕廢地或是曾為前人居住的地區。因本研究著重在有青剛櫟或有喬木生長之地區，對於此類空曠地雖未予抽樣調查，然因所佔的相對面積十分有限，故影響結果應該不大。

劉威麟(2000)觀察太魯閣國家公園青剛櫟結果量的波動發現，青剛櫟從 5、6 月開始結果，一直到 10、11 月果實成熟，果實成熟不久便掉落，在 11 月中到 12 月初時，為果實下落量的高峰，果實下落會一直持續到次年 3 月左右。此結果狀況與本研究類似。該研究並指出所有成熟的果實當中，卻只有將近 10% 是完好的，仍有可能發芽而達到族群繁衍的目的，以達到族群更新的機制。本然研究顯示大部分落地的果實不是有蟲蛀的情況，更大部分可能是被野生動物取食，所以本樣區靠落果萌芽而達族群更新的程度可能較低。

事實上野外觀察發現，大分樣區森林底層胸高徑不及 1 cm 的植株大多是

萌生，雖無計數實生苗所佔的比例，然底層開闊空曠，不易見到其獨立幼苗或幼樹，顯示此地區青剛櫟的種子若有機會發芽，可能也難以長成大樹，因此推測大分地區青剛櫟以種子萌芽達族群更新的情況應該有限。此情況可能與野生動物大量取食，破壞及減少可以萌芽種子的數量，導致有效的種子庫存量稀少。此外，青剛櫟種子屬於異儲型，對於乾燥的耐受力很弱，種子的含水率越低壽命就越短(林讚標 1996)。此類種子壽命通常僅有短短幾個月，故在成熟掉落後若沒有得到適當的保護，很快就會因為失去水分而喪失發芽的能力。一旦有幼苗長出，此地區碎石多且土石易崩落，再加上野生動物的賤踏，皆可能干擾小苗的後續生長發育或造成死亡。林讚標(1996)指出殼斗科植物的果實落在林地上，經常為動物食用或破壞，而殘存的果實也常會遭真菌感染，故於林地上留存具發芽能力的種子並不多。這些或許是影響大分地區青剛櫟種子苗較難產生，或產生後難以存活的原因。

分析太魯閣國家公園地區青剛櫟群落組成與結構，顯示青剛櫟族群呈Ⅲ存活曲線，青剛櫟族群除了利用種子之外，也利用無性的萌蘗方式，來擴增其族群數量(劉威麟 2000)。此情況與大分觀察結果相似。由於現場觀察發現在稜線或以往人為活動似乎較少的地區，青剛櫟植株較少發現萌蘗，但若位在農墾地或有曾遭人為砍伐的痕跡，則從靠近樹幹基部處萌生樹枝的情況則很普遍，故大分地區殼斗科物種的更新方式可能不是以種子苗為主，說明萌蘗更新可能是這些物種較為重要的繁殖方式。

青剛櫟為大分地區主要的優勢樹種，且為台灣黑熊於秋冬季的主要食物來源，其更新影響著大分地區的演替狀態和台灣黑熊於秋冬季的食物來源。綜合言之，青剛櫟的小苗主要受到當地氣候乾燥、動物吃食和踐踏，加上其種子屬於異儲型，不易儲存，造成青剛櫟的種子苗和稚生苗皆少。但因為殼斗科本身的萌蘗特性，加上前人活動影響，或使得青剛櫟的萌蘗更新達60.8%。雖然初步推測仍處於演替狀態，但是因萌蘗更新旺盛加上當地氣候乾燥、動物活動頻繁，故推測青剛櫟也不易被其他樹種取代，其演替可能會愈趨於穩定或維持現況。

第四節 偶蹄類動物排遺消失率

2007 年 6 月至 2008 年 6 月於大分地區進行偶蹄類動物排遺消失率的試驗。為了與每月例行的痕跡調查結果做比較，將排遺消失的時間分以 1 個月為基準，結果顯示山羌的排遺消失率最高，有 38%(n=50)的排遺會在一個月

內消失。山羌排遺在三種不同棲地類型的消失率，以草地組的排遺消失率為44% (n = 16)最高，其次為青剛櫟組 41% (n = 17)及青剛櫟和二葉松混合組29% (n = 17，表 3-10)。

表 3-10 大分地區 2007 年 6 月至 2008 年 6 月，山羌、台灣野山羊和水鹿三種動物的排遺於三種棲地類型的消失情況。

物種	消失時間	棲地環境			總計
		草地組	青剛櫟組	二葉松混合組	
山羌	1 個月內	7	7	5	19
(n=50)	1 個月以上	9	10	12	31
	1 個月內消失率(%)	44	41	29	38
台灣野山羊	1 個月內	1	0	0	1
(n=20)	1 個月以上	5	7	7	19
	1 個月內消失率(%)	17	0	0	5
水鹿	1 個月內	0	0	0	0
(n=29)	1 個月以上	9	10	10	29
	1 個月內消失率(%)	0	0	0	0

水鹿的排遺在超過 1 個月之後，全數仍可被偵測到(n = 29)，而台灣野山羊的排遺，除一筆於草地組在 1 個月內消失外，有 95%(n = 20，表 3-10)可留存超過 1 個月，此兩物種的排遺皆糞粒數多且顆粒較大，不易受植被環境影響，多數能留存持續 2 個月以上。

三種動物中，以山羌的排遺分解率最高，觀察發現大多都在 1 至 2 個月就消失，即使超過 3 個月的糞堆，也因糞粒數只剩 1-5 顆而不易被研究者偵測到。山羌排遺於草地組的排遺消失率和青剛櫟林組較高，推測應與草地環境較為開闊，易受陽光曝曬、風力、雨量等氣候因素影響，加速排遺分解。青剛櫟雖為常綠闊葉樹種，但在 4 月至 5 月較大量的落葉，也可能影響山羌排遺的偵測度，而導致排遺消失率偏高。

由此結果來看，本研究以 1 個月的間隔時間進行動物痕跡調查，應該有低估山羌排遺出現頻度的情況，這應該與山羌排遺的糞粒數少、且顆粒較小有關，尤其是在非青剛櫟季，包括 4 月至 5 月的青剛櫟落葉，以及 6 月至 9 月的雨季，或是在草地區。反之對於排遺數量較多，顆粒較大的台灣野山羊

和水鹿而言，本研究排遺計數的偏差應該十分低。

第五節 大型哺乳動物豐富度

一、動物痕跡調查法

於 2007 年 11 月至 2008 年 10 月期間，穿越線痕跡調查除記錄 22 筆黑熊爪痕之外，主要痕跡紀錄則以排遺為主(93%，n = 1,149)、其次叫聲(3.3%)及目擊(2.8%)。

五種大型哺乳動物排遺的記錄數量依次為水鹿(n = 585)、山羌(n = 382)、野豬(n = 42)、山羊(n = 25)、黑熊(n = 23)。四種大型草食動物的目擊次數的相對頻度與排遺的相對數量相同，依次為 16、10、5、1。叫聲只有記錄到水鹿和山羌，分別 23、15 回。這些草食動物的目擊和叫聲記錄在 10-12 月尤為明顯，佔全年目擊和叫聲記錄的 57%(表 3-11)。

表 3-11　2007 年 11 月至 2008 年 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。

月份	物種	痕跡類型				總計	排遺/日	總痕跡/日
		累計排遺	叫聲	目擊	累計其他			
Nov-07	山羌	61	2	0	0	63	1.97	3.97
	台灣野山羊	2	0	0	0	2	0.06	0.06
	水鹿	57	6	3	0	66	1.84	10.84
	台灣野豬	5	0	2	0	7	0.16	2.16
	台灣黑熊	6	0	0	2	8	0.26	0.26
	小計	131	8	5	2	146	4.29	17.29
Dec-07	山羌	66	1	5	0	72	2.54	8.54
	台灣野山羊	4	0	1	0	5	0.15	1.15
	水鹿	96	3	3	0	102	3.69	9.69
	台灣野豬	25	0	2	0	27	0.96	2.96
	台灣黑熊	14	0	0	11	25	0.96	0.96
	小計	205	4	11	11	231	8.31	23.31

表 3-11　2007 年 11 月至 2008 年 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。(續)

月份	物種	痕跡類型				總計	排遺/日	總痕跡/日
		累計排遺	叫聲	目擊	累計其他			
Jan-08	山羌	74	2	0	0	76	2.64	4.64
	台灣野山羊	3	0	0	0	3	0.11	0.11
	水鹿	107	1	1	0	109	3.82	5.82
	台灣野豬	4	0	0	0	4	0.14	0.14
	台灣黑熊	0	0	0	7	7	0.25	0.25
	小計	188	3	1	7	199	6.96	10.96
Feb-08	山羌	69	1	0	0	70	2.30	3.30
	台灣野山羊	3	0	0	0	3	0.10	0.10
	水鹿	52	1	0	0	53	1.73	2.73
	台灣野豬	3	0	1	0	4	0.10	1.10
	台灣黑熊	1	0	0	0	1	0.03	0.03
	小計	128	2	1	0	131	4.27	7.27
Mar-08	山羌	31	0	0	0	31	0.91	0.91
	台灣野山羊	2	0	0	0	2	0.06	0.06
	水鹿	43	1	2	0	46	1.26	4.26
	台灣野豬	1	0	0	0	1	0.03	0.03
	小計	77	1	2	0	80	2.26	5.26
Apr-08	山羌	37	0	1	0	38	1.16	2.16
	台灣野山羊	5	0	0	0	5	0.16	0.16
	水鹿	28	0	0	0	28	0.88	0.88
	台灣野豬	3	0	0	0	3	0.09	0.09
	台灣黑熊	1	0	0	1	2	0.06	0.06
	小計	74	0	1	1	76	2.34	3.34
May-08	山羌	24	3	2	0	29	0.80	5.80
	台灣野山羊	2	0	0	0	2	0.07	0.07
	水鹿	21	1	0	0	22	0.70	1.70
	台灣野豬	0	0	0	0	0	0.00	0.00
	小計	47	4	2	0	53	1.57	7.57

表 3-11　2007 年 11 月至 2008 年 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。(續)

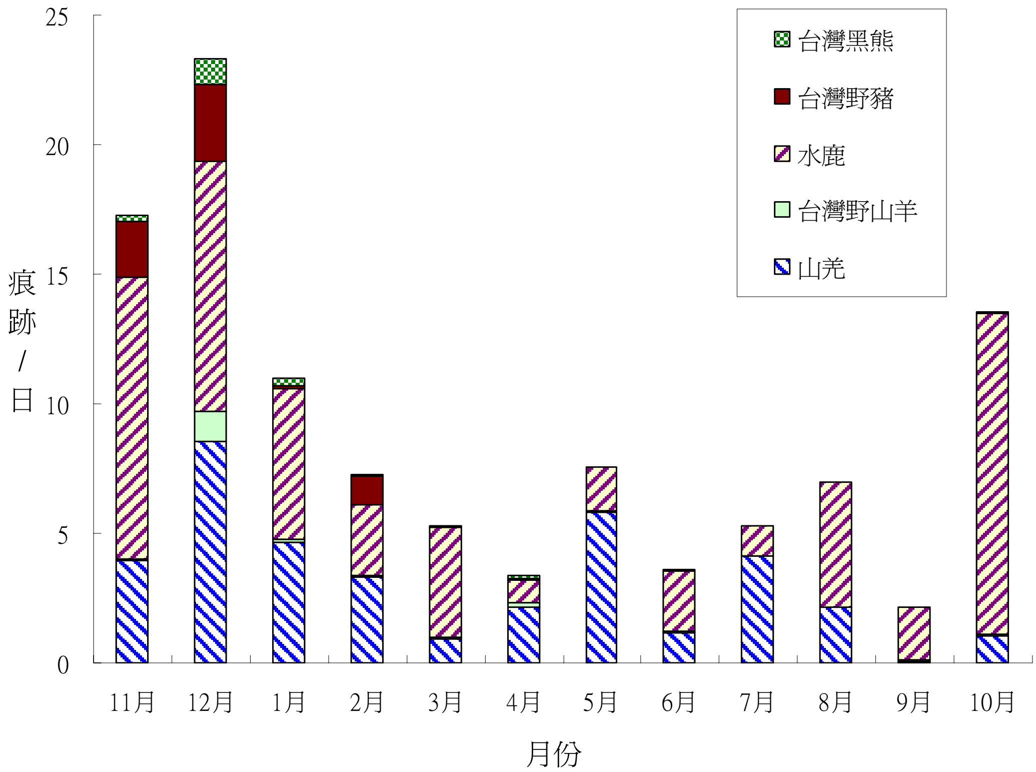
月份	物種	痕跡類型				總計	排遺/日	總痕跡/日
		累計排遺	叫聲	目擊	累計其他			
Jun-08	山羌	6	1	0	0	7	0.19	1.19
	台灣野山羊	1	0	0	0	1	0.03	0.03
	水鹿	11	2	0	0	13	0.34	2.34
	台灣野豬	1	0	0	0	1	0.03	0.03
	小計	19	3	0	0	22	0.59	3.59
Jul-08	山羌	5	2	2	0	9	0.16	4.16
	台灣野山羊	0	0	0	0	0	0.00	0.00
	水鹿	36	0	0	0	36	1.13	1.13
	台灣野豬	0	0	0	0	0	0.00	0.00
	小計	41	2	2	0	45	1.28	5.28
Aug-08	山羌	4	2	0	0	6	0.13	2.13
	台灣野山羊	1	0	0	0	1	0.03	0.03
	水鹿	58	1	2	0	61	1.81	4.81
	台灣野豬	0	0	0	0	0	0.00	0.00
	小計	63	3	2	0	68	1.97	6.97
Sep-08	山羌	3	0	0	0	3	0.09	0.09
	台灣野山羊	1	0	0	0	1	0.03	0.03
	水鹿	36	0	1	0	37	1.03	2.03
	台灣野豬	0	0	0	0	0	0.00	0.00
	小計	40	0	1	0	41	1.14	2.14
Oct-08	山羌	2	1	0	0	3	0.07	1.07
	台灣野山羊	1	0	0	0	1	0.03	0.03
	水鹿	40	7	4	0	51	1.38	12.38
	台灣野豬	0	0	0	0	0	0.00	0.00
	台灣黑熊	1	0	0	1	2	0.07	0.07
	小計	44	8	4	1	57	1.55	13.55
總計		1057	38	32	22	1149		

樣線調查期間並沒有目擊黑熊，其他黑熊的痕跡紀錄累計 45 筆，包括 23 筆排遺。黑熊的活動痕跡以 12 月最高(n=25)，其次 11 月(n=8)，其次為 1 月(n=7)，10 月、2 月和 4 月所記錄的黑熊活動痕跡則十分零星，最多僅 2 筆

(表 3-11)，其餘月份在穿越線上皆未出現台灣黑熊的痕跡。可見黑熊活動似乎主要集中於青剛櫟果熟時期。

由於動物的叫聲和目擊為調查當日所記錄，因此本研究將所記錄的累計排遺和其他(主要為黑熊爪痕)痕跡除以自上次調查移除所有痕跡後的累計天數，經標準化後再加上該月記錄的叫聲和目擊次數，所得即為該月平均每日記錄的動物痕跡，此值代表痕跡出現頻度。結果顯示大型動物的痕跡出現頻度以 12 月最高(23.3 痕跡/日)，其次為 11 月(17.3 痕跡/日)，並隨著季節變換，1 月至 4 月動物痕跡的出現頻度隨之遞減，自 11.0 降至 3.3 痕跡/日。整體來看，除 11 月、12 月、1 月和 10 月，2 月至 9 月大型動物的痕跡出現頻度皆小於 8 筆痕跡/日(圖 3-6)。

圖 3-6　2007 年 11 月至 2008 年 10 月穿越線痕跡調查法紀錄大分大型哺乳動物痕跡出現頻度變化。痕跡出現頻度為平均每日記錄的動物排遺及其他痕跡，再加上該月調查記錄之目擊和叫聲次數。



五種大型哺乳動物痕跡的出現頻度在 11 月或 12 月都較其他月份高。台灣野山羊和黑熊在 12 月，以及野豬在 11 月、12 月的活動痕跡尤為明顯，此三種動物於其他月份的活動則皆相對地低(圖 3-6)。

為了檢視季節間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」和「非青剛櫟季」，2007 年 11 月至 2008 年 1 月為 2007-青剛櫟季，2008 年 2 月至 9 月為 2008-非青剛櫟季，而 2008 年 10 月則為 2008-青剛櫟季。大型哺乳動物痕跡的出現頻度，於 2007 年-及 20008 年-青剛櫟季分別為 17.19、13.55 痕跡/日，皆大於非青剛櫟季的 5.18 痕跡/日。各物種的痕跡出現頻度，2007-青剛櫟季也都大於 2008-非青剛櫟季，其中又以臺灣黑熊和野豬兩種動物之季節間差異最大，2007-青剛櫟季皆為 2008-非青剛櫟季的 10 倍以上，差異最小的山羌也有 2.3 倍,2008-青剛櫟季則只有水鹿和黑熊的痕跡出現頻度大於 2008-非青剛櫟季(表 3-12)。

表 3-12　2007 年 11 月至 2008 年 10 月穿越線痕跡調查法紀錄大分大型哺乳動物痕跡出現頻度(痕跡/日)的季節變化。

	2007-青剛櫟季 (2007 年 11 月-2008 年 1 月)	**2008-非青剛櫟季** (2008 年 2 月-9 月)	**2008-青剛櫟季** (2008 年 10 月)
山羌	5.72	2.47	1.07
台灣野山羊	0.44	0.06	0.03
水鹿	8.78	2.49	12.38
台灣野豬	1.76	0.16	0.00
台灣黑熊	0.49	0.01	0.07
總計	17.19	5.18	13.55

雖然十月中旬大分地區的青剛櫟果實多尚未達飽熟狀況，我們於該月 18 日發現一結實累累的青剛櫟樹上，離地約 3 m 高的樹梢有一處黑熊的新鮮折枝，然樹下地上並沒有發現沒有黑熊覓食吐出的果殼或落果，懷疑熊是否有吃，還是嘗鮮而已。這是目前研究者在大分發現黑熊利用青剛櫟果實最早的記錄。

在大分痕跡調查穿越線以外的地區，研究者於 2008 年 5 月也曾發現兩坨黑熊排遺，排遺內容物皆為山櫻花之果實，該時正值大分地區的山櫻花的果實成熟期。同年 10 月，則發現一坨含有呂宋莢蒾和台灣蘋果的黑熊排遺，並在呂宋莢蒾和山蘋果樹上發現有新的爪痕，呂宋莢蒾灌叢並有明顯的黑熊折枝，該時也是這兩種植物果熟的季節。就研究者於樣區長期的觀察來看，今年呂宋莢蒾、巒大越橘的結果狀況好是歷年來所罕見，且果期似乎較久(持續至 11 月仍可見)。另在 11 月，則在巒大越橘樹上找到新的爪痕和折枝，以及發現在青剛櫟森林發現 16 坨黑熊排遺，排遺內含物多為青剛櫟果實。

於登山口至大分的日八通關越道東段上，研究者觀察到另外兩種黑熊的食物，狹葉櫟和森氏櫟的結果狀況很不理想，樹上幾乎沒有果實，地上也鮮見落果。但今年年 11 月，在此段步道上發現一坨皆含呂宋莢蒾果實的黑熊排遺。10 月在山陰到抱崖段的步道附近，我們發現 2 處鬼櫟(*Lithocarpus castanopsisifolius*)樹上有新鮮的爪痕和折枝。在多美麗到大分段的步道邊，則發現多處台灣肉桂(*Cinnamomum insulari-montanum*)和台灣朴樹(*Celtis formosana*)的樹上有較舊的黑熊上樹覓食留下的爪痕和折枝，應該是今年 7-9 月所留下。

野外調查期間，9 月 12 日上午約 10 點，研究團隊於步道上行走回程距離山風步道口 32.2K 處(261976N, 2584053E)有一遇到黑熊的情況。該時，黑熊離人約 25 公尺遠，身長約 150 公分，正在吃步道旁的植物，咬人貓(*Urtica cannabina*)。現場人員觀察 2-3 分鐘後，熊開始朝人方向慢步前行還邊吐出舌頭。待熊走到棧橋上時，離人約有 20 公尺，人員後退。後來熊走過轉彎處，發現人，便隨即立刻往山坡下衝，逃離現場。在該黑熊覓食區，研究者發現一坨新鮮的墨綠色熊糞，內含物皆為植物性莖葉纖維。

二、紅外線自動照相機監測法

自 2007 年 11 月至 2008 年 10 月，總共架設自動照相機 202 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 104,369 小時。若扣除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 3,195 隻/群有效照片個體，整體 OI 值為 30.61(表 3-13)。

除了鼠類、食蟲目動物(476 張有效個體照片，OI 值為 4.56)和人類(8 張有效個體照片，OI 值為 0.08)之外，相機共拍攝到 14 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、水鹿、台灣獼猴(*Macaca cyclopis*)、台灣野山羊、野豬、鼬獾(*Melogale moschata)*、白鼻心(*Paguma larvat*a)、黃

表3-13 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動物種類及出現指數(Occurrence Index, OI)。

		2007 年		2008 年										有效個體照片數	OI 值
		11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月		
大型食肉目	台灣黑熊	0.33	1.23	0.10	0	0	0.25	1.40	0.25	0	0	0.11	0.87	39	0.37
靈長類	台灣獼猴	3.71	4.94	2.46	1.40	4.94	4.94	3.88	3.94	4.97	8.60	5.34	6.45	468	4.48
偶蹄類	山羌	9.94	6.17	6.37	6.10	5.60	8.03	8.74	9.47	10.17	15.74	5.00	3.97	814	7.80
	台灣野豬	0.98	4.32	3.08	0.90	0.99	0.37	0.86	0.74	0.88	1.31	0.80	0.74	139	1.33
	水鹿	2.84	5.55	6.57	2.90	7.03	7.53	5.72	2.83	4.31	9.47	5.11	5.83	561	5.38
	台灣野山羊	0.11	0.86	1.33	0.90	2.63	1.73	1.83	2.46	1.11	2.19	2.27	1.49	162	1.55
	小計	13.87	16.90	17.35	10.80	16.25	17.66	17.16	15.50	16.47	28.71	13.18	12.04	1676	16.06
小型食肉目	鼬獾	0.76	0	0.51	0.90	1.43	0.25	0.32	1.11	0.88	0.87	1.14	0.37	75	0.72
	黃鼠狼	0.66	0.49	0.31	1.10	0.44	0.25	0.65	0.37	0.11	0.00	0.11	0	41	0.39
	白鼻心	0.11	0.49	0.92	0.40	1.87	0.99	0.86	1.11	0.33	0.58	0.11	0.12	69	0.66
	黃喉貂	0.44	0.49	0.72	0.10	0.44	0.37	0	0	0.11	0.15	0.23	0.25	29	0.28
	食蟹獴	0	0	0.10	0.40	0	0.25	0.32	0	0.22	0	0.23	0.25	16	0.15
	小計	1.97	1.48	2.57	2.90	4.17	2.10	2.16	2.58	1.66	1.60	1.82	0.99	230	2.20

表3-13　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動物種類及出現指數(Occurrence Index, OI)。(續)

		2007 年		2008 年										有效個體照片數	OI 值
		11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月		
松鼠與飛鼠類	赤腹松鼠	0.22	0	0	0	0	0	1.73	0.86	0	0.29	0	0.50	31	0.30
	條紋松鼠	0.11	0.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.02
	白面鼯鼠	0	0	0	0	0	0	0	0	0.11	0	0	0	1	0.01
	小計	0.33	0.12	0	0	0	0	1.73	0.86	0.11	0.29	0	0.50	34	0.33
小型鼠類與食蟲目		10.26	3.95	2.77	3.00	2.52	2.35	4.10	4.18	3.32	5.25	6.48	6.95	476	4.56
鳥類	藍腹鷴	0.66	4.44	1.75	2.10	2.52	3.95	2.70	0.62	1.11	1.46	1.02	1.99	210	2.01
	深山竹雞	0	0	0.62	0	0	0	0.65	0	0.22	0.44	0.11	0	18	0.17
	虎鶇	0	0.37	0.21	0.20	0.55	1.36	0	0	0	0	0	0	23	0.22
	紫嘯鶇	0	0	0	0	0.11	0.25	0.11	0	0.22	0	0.11	0	7	0.07
	山鷸	0	0	0.10	0	0.33	0	0	0	0	0	0	0	4	0.04
	松鴉	0.11	0	0	0.10	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.02
	小計	0.76	4.81	2.67	2.40	3.51	5.56	3.45	0.62	1.55	1.89	1.25	1.99	264	2.53
其他	人	0	0	0	0.30	0	0	0	0	0.11	0	0.11	0.37	8	0.08
總 OI 值		31.23	33.44	27.93	20.81	31.40	32.86	33.88	27.92	28.19	46.34	28.29	30.16	3195	30.61
相機工作時數		9158.3	8105.2	9739.5	9996.6	9109.6	8095.9	9267.6	8129.7	9045.7	6862.5	8801.5	8057.4		
有效相機數		18	17	17	17	16	16	19	16	17	17	15	17		

鼠狼(*Mustela sibirica*) 、台灣黑熊、赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)、黃喉貂(*Martes flavigula*)、食蟹獴(*Herpestes urva*)、條紋松鼠(*Tamiops maritimus*)、白面鼯鼠(*Petaurista alborufus lena*，表 3-13)。

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 = 16.06，其中山羌的 OI 值 7.8 為最高，其次為水鹿(OI = 5.38)、台灣野豬(OI = 1.33)、台灣野山羊(OI = 1.55，表 3-13)。出現頻度次之動物類別為鼠類和食蟲目動物，靈長類台灣獼猴的整體 OI 值為 4.48。小型食肉目之整體 OI 值為 2.20，出現物種依次為鼬獾(OI = 0.72)、白鼻心(OI = 0.66)、黃鼠狼(OI = 0.39)、黃喉貂(OI = 0.28)、食蟹獴(OI = 0.15)。

自動照相機拍攝台灣黑熊的整體 OI 值為 0.37，總計 39 張有效個體照片(表 3-13)。其中以 5 月最高(OI=1.40)，依序為 12 月為 1.23，10 月為 0.87，其他月份皆小於 0.33，2 月、3 月、7 月、8 月和 9 月皆無任何拍攝記錄。5 月的有效個體照片共 13 張，其中有 6 張是在同一相機樣點，並集中在 5 天內所拍到(5/8~5/13)，5 月初的痕跡調查也發現，在該相機樣點附近的穿越線上及相機樣點旁，各有一坨黑熊排遺，此兩坨的排遺內容物皆為山櫻花的果實，而該相機樣點附近有不少山櫻花樹，且山櫻花果實在 4 月和 5 月成熟，推測可能為同一個體在附近持續覓食山櫻花的關係。

在自動相機紀錄台灣黑熊中可供辨識相對年齡的資料中，共發現有 4 次母熊與幼熊一同出現的畫面，分別在 2007 年 12 月有 2 次，以及 2008 年 5 月和 10 月則各有 1 次。另在 2007 年 12 月也拍攝到 1 次幼熊單獨出現。

台灣黑熊之潛在獵物偶蹄類動物的整體 OI 值為 16.06。以 8 月的 OI 值 28.71 最高，而 2 月的 OI 值為 10.80 最低(圖 3-7)，其他月份的 OI 值皆介於 12-18。其中除了野豬於 12 月及 1 月的 OI 值(分別為 4.32、3.08)明顯較其他月份高之外，其他三種動物各月份的 OI 值變化並不明顯，與痕跡調查法的結果(圖 3-6)不盡相同。

扣除鳥類和人之外，將各月份資料併為「青剛櫟季」和「非青剛櫟季」，2007年11月至2008年1月為2007-青剛櫟季，2008年2月至2008年9月為2008非青剛櫟季，而2008年10月則為2008-青剛櫟季。哺乳類動物的總OI值在季節間的差異並不明顯(表3-14)，其中只有台灣黑熊、黃喉貂、小型鼠類與食蟲目在青剛櫟季(2007年及2008年分別為0.52、0.87；0.56、0.25；5.67、6.95)皆大於非青剛櫟季(0.26；0.17；3.85)，而偶蹄類中的台灣野豬的OI值在2007-青剛櫟季(2.74)為2008-非青剛櫟季(0.85)的3.2倍，2008-青剛櫟季(0.74)和2008-非青剛

櫟的差異則不明顯。

圖3-7　2007年11月至2008年10月玉山國家公園大分地區自動照相機系統紀錄五種大型哺乳動物之出現指數(Occurrence Index, OI)。

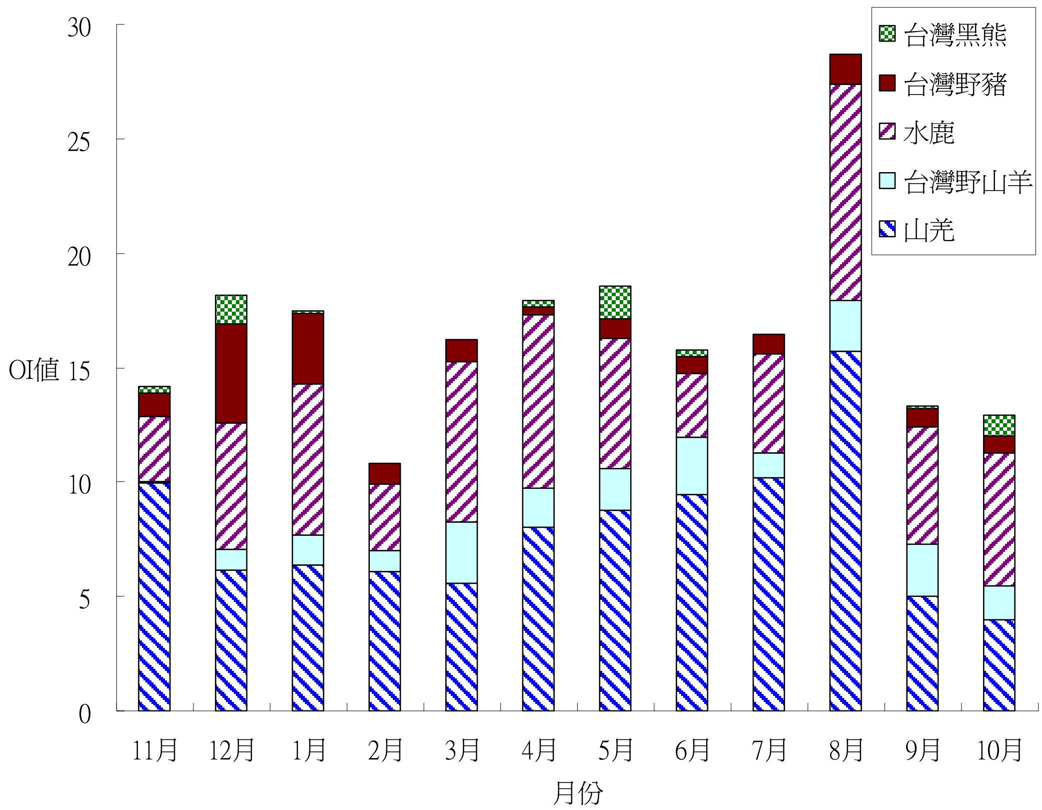


表 3-14 2007 年 11 月至 2008 年 10 月自動照相機系統紀錄大分哺乳動物之出現指數(Occurrence Index, OI)的季節變化。

動物類別/物種		2007-青剛櫟季 (2007 年 11 月-2008 年 1 月)		2008-非青剛櫟季 (2008 年 2 月-9 月)		2008-青剛櫟季 (2008 年 10 月)	
		有效個體照片數	OI 值	有效個體照片數	OI 值	有效個體照片數	OI 值
大型食肉目	台灣黑熊	14	0.52	18	0.26	7	0.87
靈長類	台灣獼猴	98	3.63	318	4.59	52	6.45
偶蹄類	山羌	203	7.52	579	8.35	32	3.97
	台灣野豬	74	2.74	59	0.85	6	0.74
	水鹿	135	5.00	379	5.47	47	5.83
	台灣野山羊	21	0.78	129	1.86	12	1.49
	總計	433	16.04	1,146	16.53	97	12.04
小型食肉目	鼬獾	12	0.44	60	0.87	3	0.37
	黃鼠狼	13	0.48	28	0.40	0	0
	白鼻心	14	0.52	54	0.78	1	0.12
	黃喉貂	15	0.56	12	0.17	2	0.25
	食蟹獴	1	0.04	13	0.19	2	0.25
	總計	55	2.04	167	2.41	8	0.99
松鼠與飛鼠類	赤腹松鼠	2	0.07	25	0.36	4	0.50
	條紋松鼠	2	0.07	0	0	0	0
	白面鼯鼠	0	0	1	0.01	0	1
	總計	4	0.15	26	0.38	4	4.22
小型鼠類與食蟲目		153	5.67	267	3.85	56	6.95
總計		757	28.03	1,942	28.02	224	31.52
相機工作時數		27002.98		69309.07		8057.38	

第六節 熊毛陷阱

2007 年 11 至 2008 年 10 月期間，啟用的 20 個熊毛陷阱中，涵蓋拉庫拉庫溪西側之大分以及東側地區(圖 2-1)，扣除陷阱所採集的非熊毛及未知毛髮，總計於 17 個熊毛陷阱曾發現熊毛，共 99 撮(表 3-15)，這些收集到熊毛的陷阱分散於各個調查樣帶上。每個月所收集的熊毛最多可於 10 個陷阱上發現，其中以 2006 年 12 月記錄最多，共計發現 52 撮毛。於 2、3、5、7、8 月，則無任何收集熊毛的紀錄，其他月份的熊毛則收集自 1-9 陷阱不等，可見一年四季皆有黑熊在樣區活動，唯熊毛陷阱收集熊毛的記錄於青剛櫟結果期間似乎較非青剛櫟結果季陷高。至於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。

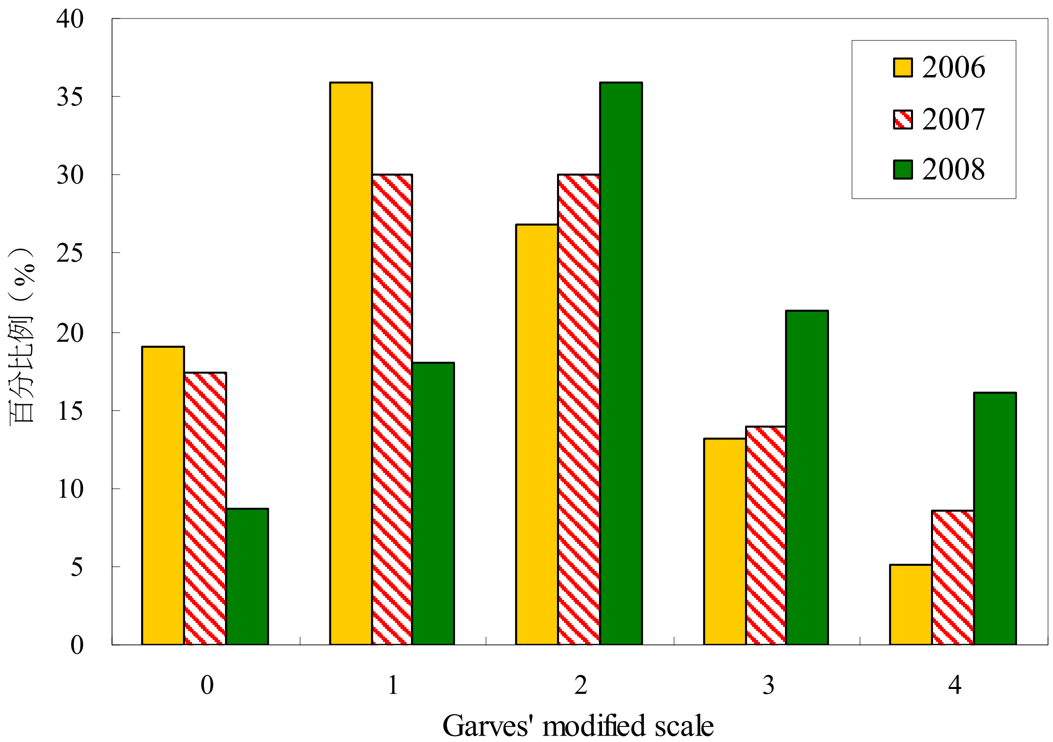
表 3-15　2007 年 11 月至 2008 年 10 月，大分地區熊毛陷阱收集台灣黑熊毛髮的結果。

	陷阱編號																	熊毛	
月份	**1**	**2**	**3**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**16**	**17**	**18**	**21**	毛撮數	陷阱數
2007 年																			
11	6													1			1	8	3
12		9			8	14	3	4	4		5			3	1	1		52	10
2008 年																			
1																	1	1	1
2																		0	0
3																		0	0
4												3					1	4	2
5																		0	0
6	1	1			1													3	3
7																		0	0
8																		0	0
9	1	2	2			6												11	4
10		2	7	2	3	1				1			1		1	2		20	9
熊毛撮數	8	14	9	2	12	21	3	4	4	1	5	3	1	4	2	3	3	99	32
有熊毛陷阱數	3	4	2	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3		

第七節 堅果豐富度與台灣黑熊活動之關係

2008 年 10 月 15 至 18 日期間，我們於青剛櫟落果前，利用望遠鏡目視掃瞄 529 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 2.18 (SD=1.16)。樹上沒有觀察到堅果者佔 8.7%，仔細搜尋後可發現少量堅果者佔 18%，有一些堅果者佔 35.9%，堅果產量不錯者佔 21.4%，堅果產量十分豐盛僅佔 16.1%。若和前二年的觀察結果相較，則可發現今年結果狀況是三年中最好的(圖 3-8)，Garves'修正指數平均值亦皆大於 2006 年之 1.51 及 2007 年之 1.66，有 37.5%的樣樹結果產量不錯或極豐盛。

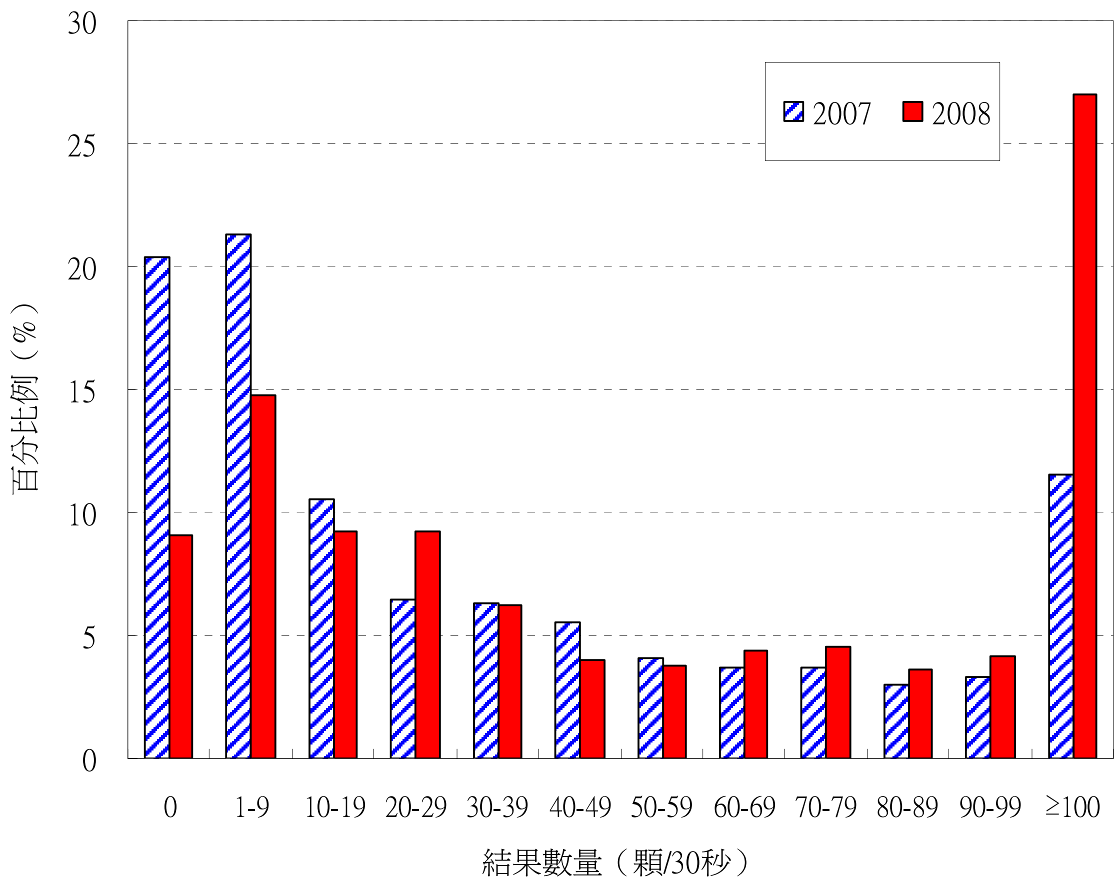
圖 3-8　以目視法調查大分地區 2006-2008 年青剛櫟落果前的結果量(Graves' modified scales: 0=沒有觀察到堅果，1=仔細搜尋後可發現少量，2=有一些，3=產量不錯，4=產量極豐盛)。



一棵樹於 30 秒內所計數的青剛櫟果實數量，與利用 Garves'修正指數評估結果量呈顯著正相關(R = 0.911，F ＝ 2566，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% (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，今年佔 47.4%，遠較去年的 29.3%高，此比例亦與 Garves'修正指數的評估堅果有一些或不錯及產量豐盛的樹的比例(52.6%)相近（圖 3-9）。2008 年 30 秒內計數≥100 顆堅果的比例高達 27%，顯示結實累累的樹近三成，為 2007 年的二倍以上，可見今年的青剛櫟結果狀況十分良好。

圖 3-9　以 30 秒掃視大分地區 2008 年及 2007 年 10 月青剛櫟落果前的結果狀況。



2007 青剛櫟季年調查地面區塊落果量的趨勢和種子陷阱的落果資料（黃美秀、林冠甫 2007）大致相同，以 11 月和 12 月為高峰，11 月的平均落果量雖比 12 月大，但平均值接僅 1 顆/m^2，顯示地面殘存落果量不高。11、12 月發現有落果區塊之百分比例相近，分別為 35%、34%，顯示有約三分之一

樹下沒有發現任何完整的果實。2008 年 1 月至 3 月，在平均落果量和落果區塊比例隨著青剛櫟結果季的結束而呈現下降的趨勢，而 4 月初隨機抽查部分地面區塊，皆無完整的青剛櫟落果。

實際觀察地面區塊時，發現有許多果實碎片或蟲蛀的果實，與種子陷阱中收集到許多已被動物利用過的情形相符，可見成熟的青剛櫟果實於落地前除了以大量被動物取食利用之外，落地後可能因該年產量差二導致地面落果量稀少之外，也可能是該地野生動物對於地面落果的移除率高，而導致每隔一月的調查落果量偏低。

表 3-16　2007 年 11 月至 2008 年 3 月，地面區塊(n=100)的殘存青剛櫟落果數量和百分比例。

		青剛櫟落果量		發現有落果區塊之百分比例(%)
		平均(數量/區塊)	標準差	
2007 年	11 月	1.01	1.86	35
	12 月	0.73	1.35	34
2008 年	1 月	0.4	0.83	25
	2 月	0.12	0.38	10
	3 月	0.02	0.14	2

第四章 結論與建議

第一節 結論

玉山國家公園大分地區森林植被可分為三型：短尾葉石櫟—賽山椒型、西施花—狹葉櫟型、細葉饅頭果—青剛櫟型。細葉饅頭果—青剛櫟型為樣區的優勢林型，可分台灣肉桂—青剛櫟亞型和金毛杜鵑—台灣二葉松兩亞型。該區植群的分化主要受到海拔、直射光空域、坡度及地形位置的影響。大型哺乳動物痕跡於青剛櫟季的出現頻度，為非青剛櫟季之 2-3 倍。自動照相機拍攝動物之整體 OI 值為 0.37，然較大型哺乳類動物的總 OI 值於 2007 年青剛櫟季與 2008 非青剛櫟季的差異並不明顯,唯台灣黑熊和台灣野豬在青剛櫟季的活動為非青剛櫟季的 2-3 倍，顯示豐富度於年間及物種間之變化不一。

第二節 建議

建議一

大分青剛櫟森林之分布範圍及演替機制：立即可行建議

大分地區青剛櫟森林及生態系十分獨特,植物物候變化除了深刻影響到國家公園境內大型動物的遷移和活動之外，森林演替也與當地動物群聚有密切關係。因此，釐清大分地區青剛櫟優勢森林的範圍及面積，將有利估計該森林生產量，並規劃更全面的長期監測系統。

初步植被調查顯示樣區的植群似乎仍屬演替中階段。有鑑於此區植群組成的特殊性，以及對於台灣黑熊的重要意義，建議進一步研究探討影響樣區青剛櫟森林演替的機制，包括種子命運、小苗的更新作用、野生動物的掠食作用(包括種子及小苗啃食，predation on seeds and seedlings)、母樹效應，以及其他物候環境因素的限制。

建議二

殼斗科植物分布及物候監測：立即可行至中長期建議建議

哺乳動物的活動除了與大分地區青剛櫟森林的物候和結果量有密切關係之外，也受鄰近其他地區食物資源或環境因素影響。因此，為了解台灣黑熊和其他大型哺乳動物的族群及活動變化，建議除了加強大分地區物候和氣象

資料的長期收集之外，應該加強在大分青剛櫟森林以外區域其他重要食物來源的長期監測，尤其是殼斗科植物的結果量。此外，建立殼斗科植物於園區的分布圖資料庫，對於瞭解這些利用堅果的動物的群聚及族群變化，也將有相當助益。

建議三

建立大型哺乳動物族群監測系統：立即可行建議至中長期建議

痕跡調查法和自動照相機記錄大型哺乳動物於樣區的出現頻度結果，除了台灣黑熊和野豬之外，今年出現不一致的季節性變動情況，與前一年的調查結果有所差異。長期監測大型哺乳動物的族群變動趨勢為經營管理所之必要資訊，故建議研擬一套簡易，一致且有系統的監測方式，以利長期資料收集。

建議四

以台灣黑熊為主軸之長期生態整合研究：中長期建議

由於大分地區的地理位置偏遠，步行需時三日，研究調查效益低，然有鑑於此區對於瀕危台灣黑熊保育的重要性，以及國內於缺乏在人為干擾的中海拔山區環境的動植物生態研究，故建議應加強此區長期研究(long-term research)的效益，並持續之。同時，本研究建議應該針對東部園區或至少大分地區，研擬規劃一長期監測該區台灣黑熊種群的技術流程，以瞭解此地區台灣黑熊的族群現況。

建議五

台灣黑熊出沒監測系統：立即可行建議

近年來，登山口至抱崖山屋步道上，偶聞遊客、保育巡察員或研究者目擊台灣黑熊，或發現其活動痕跡的報告。建議針對園區所發現的台灣黑熊出沒情況，建立一套有效的通報及登錄系統，適當加強黑熊活動頻繁地區相關的遊客解說教育或經營管理，避免不必要的人熊衝突，並建立良善的人熊共存關係。

附錄一　研究樣區各植物調查取樣樣區之環境變數

樣區號碼	區域	海拔 (m)	坡度 (°)	坡向 (°)	地形位置	TM2 座標 X	TM2 座標 Y	TM2 座標 誤差	全天光空域 (%)	直射光空域(%)	土壤含石率(%)
1	大分	1240	1	270	中坡	259371	2586038	8.3	51	65	20
2	大分	1535	9	45	谷地	258680	2586784	8.2	41	48	50
3	大分	1602	20	90	稜線	258477	2586729	7.9	47	58	10
4	大分	1559	31	180	中坡	258858	2586698	6.5	47	57	80
5	大分	1616	25	225	上坡	258811	2586469	6.1	60	65	90
6	大分	1324	17	45	下坡	259186	2586232	10.7	47	57	90
7	大分	1346	22	15	中坡	259270	2586567	5.5	57	60	30
8	大分	1405	22	45	中坡	259187	2586626	7.8	50	56	40
9	大分	1487	25	45	上坡	259101	2586617	9.6	52	59	50
10	大分	1261	0	135	中坡	259268	2585950	6.1	69	74	60
11	大分	1218	3	90	下坡	259374	2586298	7.5	49	62	20
12	大分	1301	8	45	中坡	259210	2585781	7.1	53	68	10
13	大分	1427	9	45	中坡	258896	2585929	8.3	53	62	20
14	大分	1545	21	45	上坡	258643	2585930	6.1	43	52	30
15	大分	1641	5	135	稜線	258428	2586004	7.1	59	71	10
16	大分	1519	3	45	中坡	258703	2586061	9.8	59	67	30
17	大分	1492	2	10	中坡	258826	2586245	7.2	60	69	20
18	拉古拉	1291	25	45	中坡	259450	2586984	9.5	43	51	20
19	拉古拉	1292	22	45	中坡	259462	2587037	9.3	49	61	60
20	拉古拉	1294	20	45	稜線	259492	2587101	9.9	64	75	20
21	大分	1497	33	135	稜線	258985	2586387	8.3	57	70	20
22	拉古拉	1472	9	135	中坡	258888	2586281	7.7	47	60	40
23	大分	1421	24	270	下坡	259308	2587359		55	68	40
24	拉古拉	1353	24	45	稜線	259744	2587783	8.3	54	67	50
25	拉古拉	1270	31	180	中坡	259765	2588241	9.2	57	69	20
26	拉古拉	1507	24	270	稜線	259481	2588095	14.5	63	69	20
27	拉古拉	1645	14	270	稜線	259268	2587860	6.9	66	80	40
28	賽柯	1293	24	270	稜線	258605	2585207	10.8	54	66	40
29	賽柯	1347	24	270	中坡	258409	2584807	13.2	46	61	40
30	拉古拉	1458	31	250	中坡	259253	2587334	9.4	46	59	50
31	拉古拉	1507	24	270	稜線	259023	2587497	7.2	50	62	40

附錄二　大分地區植物名錄

PTERIDOPHYTA 蕨類植物門

1、*Aspleniaceae* 鐵角蕨科

1、 *Asplenium antiquum* Makino 山蘇花

2、 *Asplenium incisum* Thunb. 縮羽鐵角蕨

3、 *Asplenium tripteropus* Nakai 鐵角蕨

2、Davalliaceae 骨碎補科

4、 *Davallia trichomanoides* Blume 海州骨碎補

3、Dennstaedtiaceae 碗蕨科

5、 *Microlepia strigosa*（Thunb.）C. Presl 粗毛鱗蓋蕨

6、 *Odontosoria chinensis*（L.） J. Sm. 烏蕨

7、 *Pteridium aquilinum*（L.）Kuhn subsp.aquilinum var. *latiusculum*（Desv.）Under ex A. Heller 蕨

4、Lomariopsidaceae 羅蔓藤蕨科

8、 *Elaphoglossum luzonicum* Copel. 台灣舌蕨

5、Nephrolepidaceae 腎蕨科

9、 *Nephrolepis cordifolia*（L.）C. Presl 腎蕨

6、Polypodiaceae 水龍骨科

10、 *Lemmaphyllum carnosum*（J.Sm.ex Hook.）C. Presl 伏石蕨（抱樹蕨）

11、 *Lemmaphyllum rostratum*（Bedd.）Tagawa 骨牌蕨

12、 *Lepisorus monilisorus*（Hayata）Tagawa 擬芨瓦葦

13、 *Lepisorus thunbergianus*（Kaulf.）Ching 瓦葦

14、 *Loxogramme formosana* Nakai 台灣劍蕨

15、 *Pyrrosia linearifolia*（Hook.）Ching 絨毛石葦

16、 *Pyrrosia lingua*（Thunb.）Farw. 石葦

7、Pteridaceae 鳳尾蕨科

17、 *Pteris bella* Tagawa 長柄鳳尾蕨

18、 *Pteris biaurita* L. 弧脈鳳尾蕨

8、Selaginellaceae 卷柏科

19、 *Selaginella stauntoniana* Spring 擬密葉卷柏

9、Vittariaceae 書帶蕨科

20、 *Haplopteris flexuosa*（F’ee）E. H. Crane 書帶蕨

10、Woodsiaceae 鱗毛蕨科

21、 *Dryopteris varia*（L.）Kuntze 南海鱗毛蕨

22、 *Polystichum falcatum*（L. f.）Diels 全緣貫眾蕨

SPERMATOPHYTA 種子植物門

GYMNOSPERMAE 裸子植物亞門

11、Cephalotaxaceae 粗榧科

23、 *Cephalotaxus wilsoniana* Hayata 台灣粗榧（威氏粗榧）

12、Cupressaceae 柏科

24、 *Juniperus formosana* Hayata 刺柏

13、Pinaceae 松科

25、 *Pinus morrisonicola* Hayata Gard. Chron. 台灣五葉松

26、 *Pinus taiwanensis* Hayata 台灣二葉松

14、Taxodiaceae 杉科

27、 *Taiwania cryptomerioides* Hayata 台灣杉

ANGIOSPERMAE 被子植物亞門

DICOTYLEDONS 雙子葉植物綱

15、Acanthaceae 爵床科

28、 *Strobilanthes flexicaulis* Hayata 曲莖馬藍

16、Aceraceae 槭樹科

29、 *Acer albopurpurascens* Hayata 樟葉槭

30、 *Acer insulare Makino* var. *caudatifolium*（Hayata）S. Y. Lu ＆ Y. P. Yang 川上氏槭

31、 *Acer rubescens* Hayata 台灣紅榨槭

32、 *Acer serrulatum* Hayata 青楓

17、Anacardiaceae 漆樹科

33、 *Pistacia chinensis* Bunge 黃連木

34、 *Rhus succedanea* L. 木蠟樹（山漆）

18、Apiaceae 繖形科

35、 *Centella asiatica*（L.）Urban 雷公根

19、Araliaceae 五加科

36、 *Sinopanax formosanus*（Hayata）H. L. Li 華參

20、Asteraceae 菊科

37、 *Blumea aromatica* DC. 薄葉艾納香

21、Betulaceae 樺木科

38、 *Alnus formosana*（Burkill ex Forbes ＆ Hemsl.）Makino 台灣赤楊（台灣榿木）

22、Caprifoliaceae 忍冬科

39、 *Viburnum formosanum* Hayata 紅子莢蒾

40、 *Viburnum luzonicum* Rolfe 呂宋莢蒾

41、 *Viburnum parvifolium* Hayata 小葉莢蒾

23、Caryophyllaceae 石竹科

42、 *Stellaria vestita* Kurz. 疏花繁縷

24、Crassulaceae 景天科

43、 *Kalanchoe pinnata*（L. f.）Pers. 落地生根

25、Ebenaceae 柿樹科

44、 *Diospyros japonica* Sieb.＆ Zucc. 山柿

26、Ericaceae 杜鵑花科

45、 *Rhododendron latoucheae* Franch. ＆ Finet 西施花

46、 *Rhododendron oldhamii* Maxim. 金毛杜鵑

47、 *Vaccinium randaiense* Hayata 巒大越橘

27、Elaeagnaceae 胡頹子科

48、 *Elaeagnus thunbergii* Serv. 鄧氏胡頹子

28、Euphorbiaceae 大戟科

49、 *Glochidion rubrum* Blume 細葉饅頭果

50、 *Mallotus japonicus*（Thunb.）Muell.-Arg. 野桐

29、Fabaceae 豆科

51、 *Desmodium multiflorum* DC. 多花山螞蝗

52、 *Desmodium triflorum*（L.）DC. 蠅翼草（三點金草）

53、 *Lespedeza cuneata*（Dumontd. Cours）G. Don. 鐵掃帚（千里光）

30、Fagaceae 殼斗科

54、 *Lithocarpus harlandii*（Hance ex Walp）Rehd. 短尾葉石櫟

55、 *Quercus glauca* Thunb. ex Murray 青剛櫟

56、 *Quercus globosa*（T. Lin＆Tang S. Liu）J. C. Liao 圓果青剛櫟

57、 *Quercus spinosa* David ex Fr. 高山櫟（銳葉高山櫟）

58、 *Quercus stenophylloides* Hayata 狹葉櫟

59、 *Quercus variabilis* Blume 栓皮櫟

31、Juglandaceae 胡桃科

60、 *Juglans cathayensis* Dode 野核桃（台灣胡桃）

61、 *Platycarya strobilaceae* Sieb. & Zucc. 化香樹

32、Lamiaceae 唇形科

62、 *Scutellaria tashiroi* Hayata 田代氏黃芩

33、Lauraceae 樟科

63、 *Cinnamomum camphora*（L.）Presl. 樟樹

64、 *Cinnamomum insulari-montanum* Hayata 台灣肉桂

65、 *Litsea cubeba*（Lour.）Persoon 山胡椒

66、 *Litsea hypophaea* Hayata 黃肉樹（小梗木薑子）

67、 *Machilus pseudolongifolia* Hayata 假長葉楠

68、 *Machilus thunbergii* Sieb. & Zucc. 豬腳楠（紅楠）

34、Magnoliaceae 木蘭科

69、 *Michelia compressa*（Maxim.）Sargent 烏心石

35、Menispermaceae 防己科

70、 *Cocculus orbiculatus*（L.）DC. 木防己

36、Moraceae 桑科

71、 *Ficus erecta* Thunb. var. *beecheyana*（Hook.＆Arn.）King 牛奶榕

72、 *Ficus vaccinioides* Hemsl. ex King 越橘葉蔓榕

73、 *Maclura cochinchinensis*（Lour.）Corner 柘樹

37、Myrsinaceae 紫金牛科

74、 *Ardisia crenata* Sims 珠砂根

75、 *Embelia lenticellata* Hayata 賽山椒

76、 *Maesa perlaria*（Lour.）Merr. var. *formosana*（Mez）Yuen P. Yang 台灣山桂花

38、Oleaceae 木犀科

77、 *Jasminum nervosum* Lour. 山素英

39、Piperaceae 胡椒科

78、 *Peperomia reflexa*（L. f.）A. Dietr. 小椒草

79、 *Peperomia sui* T. T. Lin & S. Y. Lu 紅莖椒草

40、Polygonaceae 蓼科

80、 *Polygonum chinense* L. 火炭母草

81、 *Polygonum multiflorum* Thunb. ex Murray var. *hypoleucum*（Ohwi）Tang S. Liu 台灣何首烏

41、Rosaceae 薔薇科

82、 *Eriobotrya deflexa*（Hemsl.）Nakai 山枇杷（台灣枇杷）

83、 *Malus doumeri*（Bois.）Chev. C. R. Ac. Sc. 台灣蘋果

84、 *Prunus camjpanulata* Maxim. 山櫻花

85、 *Prunus mume* （Sieb.） Sieb. & Zucc. 梅

86、 *Rosa sambucina* Koidz. 山薔薇

87、 *Rosa transmorrisonensis* Hayata 高山薔薇

88、 *Rubus alnifoliolatus* Levl.榿葉懸鉤子

89、 *Rubus formosensis* Ktze. 台灣懸鉤子

90、 *Rubus pectinellus* Maxim. 刺萼寒梅

91、 *Spiraea prunifolia* Sieb. ＆ Zucc. var. *pseudoprunifolia*（Hayata） Li 笑靨花

42、Rubiaceae 茜草科

92、 *Rubia linii* Chao 林氏茜草

43、Rutaceae 芸香科

93、 *Toddalia asiatica*（L.）Lam. 飛龍掌血

94、 *Zanthoxylum nitidum*（Roxb.）DC. 雙面刺

44、Sapindaceae 無患子科

95、 *Dodonaea viscosa*（L.）Jaxq. 車桑子

96、 *Koelreuteria henryi* Dummer 台灣欒樹

97、 *Sapindus saponaria* Lam. 無患子

45、Saxifragaceae 虎耳草科

98、 *Deutzia pulchra* Vidal 大葉溲疏

99、 *Deutzia taiwanensis* （Maxim.）Schneider 台灣溲疏

100、*Itea parviflora Hemsl.* 小花鼠刺

46、Theaceae 茶科

101、*Eurya chinensis* R. Br. 米碎柃木

102、*Gordonia axillaris*（Roxb. ex Ker Gawl.）Dietr. 大頭茶

47、Tiliaceae 田麻科

103、*Grewia biloba* Wall. 厚葉捕魚木

48、Ulmaceae 榆科

104、*Celtis formosana* Hayata 石朴

105、*Zelkova serrata*（Thunb.）Makino 櫸

49、Urticaceae 蕁麻科

106、*Debregeasia orientalis* C. J. Chen 水麻

107、*Urtica thunbergiana* Sieb. ＆ Zucc. 蕁麻（咬人貓）

50、Verbenaceae 馬鞭草科

108、*Callicarpa formosana* Rolfe 杜虹花（台灣紫珠）

51、Violaceae 堇菜科

109、*Viola nagasawai* Makino ＆ Hayata var. *pricei* （W. Becker） Wang ＆ Huang 普萊氏堇菜

52、Vitaceae 葡萄科

110、*Tetrastigma formosanum*（Hemsl.）Gagnep. 苗栗崖爬藤

111、*Tetrastigma umbellatum*（Hemsl.）Nakai 台灣崖爬藤

MONOTYLEDONS 單子葉植物綱

53、Cyperaceae 莎草科

112、*Carex brunnea* Thunb. 束草

54、Lemnaceae 浮萍科

113、*Asparagus cochinchinensis*（Lour.）Merr. 天門冬

55、Poaceae 禾本科

114、*Miscanthus sinensis* Andersson 芒

115、*Oplismenus compositus*（L.）P. Beauv. 竹葉草

116、*Yushania niitakayamensis*（Hayata）Keng f. 玉山箭竹

56、Smilacaceae 菝葜科

117、*Smilax lanceifolia* Roxb. 台灣土茯苓

附錄三

「玉山國家公園台灣黑熊族群生態學及保育研究（3/4）」委託研究計畫期中審查會議紀錄

一、時間：中華民國 97 年 8 月 1 日（星期五）上午 11 時整

二、地點：本處三樓第一會議室

三、主持人：許處長文龍（鄭秘書肇家代）

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）植物及動物的調查資料珍貴而豐富，且亦分別作了初步的分析，將來重點需偏重在動物與植物的相關性，希望在下一年得資料可呈現出來。

（二）本計畫今年度增加詳確的植群資訊，對黑熊之相關保育應有相當的助益。建議增加植群與黑熊及大型哺乳動物之分布與數量的探討與保育建議，以供後續研究與經營參考。

（三）熊毛的資料是否併在大型哺乳動物出現的資料？請考慮併入計算的可分析性。

（四）青剛櫟之枝數計算將分枝納入可能影響所得結果，請考量對資料進行評量再進行分析。

（五）青剛櫟小苗少，本次受颱風影響程度為何？另對於該樹種小苗少，於 20 年後的生長情形會如何演替，建請說明。

（六）圖 2-2 請增加樣區代號。表 3-7 右側與下方之數字代號請註明意義。

（七）對選擇維管束植物及組成所設樣區（31 個）的依據為何？其中黑熊出沒（棲地）的關聯性，宜請說明。

（八）痕跡與 OI 值所得各月的相對頻度並不相符，請增加討論與建議。

（九）有關氣象因子資料，如雨量及溫溼度，建議於期末報告時納入說明。

（十）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。

八、散會

對於審查意見與會議決論之回應與辦理情形

（一）遵照辦理，將於期末報告中提出成果報告。

（二）遵照辦理，建議管理處能針對東部園區進行較大大尺度的植群調查，補充此方面資訊，這部分非本研究所涵蓋。

（三）遵照辦理，將於期末報告中提出成果報告。

（四）遵照辦理，將於期末報告中提出分析報告。

（五）今年颱風目前對於研究樣區尚無明顯影響。樣區青剛樹幼苗稀少的情況，推測可能與動物啃食幼苗，森林物候環境不利種子萌芽或幼苗生長，動物掠食果實，而使潛在可萌芽的種子數量減少等。

（六）遵照辦理

（七）遵照辦理，樣區設定乃根據海拔及地形決定，並適當考量調查者的可及度。

（八）遵照辦理，將於期末報告中提出進一步討論。

（九）遵照辦理

（十）遵照辦理

附錄四

「玉山國家公園台灣黑熊族群生態學及保育研究（3/4）」委託研究計畫期末審查會議紀錄

一、時間：中華民國 97 年 12 月 2 日（星期二）下午 14 時 30 分

二、地點：本處三樓第一會議室

三、主持人：吳副處長祥堅

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）黑熊調查本身就不易，加上植群的調查分析，已蒐集到相當的資料，實值珍貴，黑熊與青剛櫟的相互關係更是不易做，至目前執行結果表示敬佩。

（二）萌蘗是否也會被野生動物吃掉？幼苗已多年不見，萌蘗若也被吃，是否會影響到青剛櫟的演替？請補充說明。

（三）目擊調查法蒐集資料為非持續性調查，而自動相機監測屬持續性監測資料，二者與結果期與非結果期的比較，所顯示的差異性，是否可能受其資料所蒐集的持續性和非持續性而造成，建議再加以說明。

（四）物候與動物消長（尤其黑熊）的關係是一項重要計畫想知道的結果，希望至第 4 年結束後多加著墨。

（五）建議氣候資料宜繼續長期蒐集，以利將來分析氣候變遷與植物及動物（黑熊）的關係，此為將來共同所關注的課題，也是可能顯現研究成果的重要項目。

（六）為利閱讀期末報告，請加上目錄及中英文摘要，並建議依內政部所規定之格式編撰。例如中文摘要請依研究緣起、研究方法及過程、重要發現及主要建議事項四部分撰寫。而建議事項部分，請依立即可行之建議及長期性建議加以列舉。

（七）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

對於審查意見與會議決論之回應與辦理情形

（一）遵照辦理，希望可以獲得管理單為支持，持續長期研究的進行。

（二）野外觀察發現部分萌蘖會被野生動物吃掉，然萌蘖若也被吃，是否會影響到青剛櫟的演替則不清楚，但此可藉由野外試驗設計得以釐清。

（三）遵照辦理，將於期末報告中提出進一部說明。

（四）將於全程計畫的期末報告中提出成果報告。

（五）遵照辦理。長期物候監測十分重要，唯大分地區地處偏遠，建議委託其他團隊就此進行更詳盡之調查，並設計簡易可操作之監測方式，以提高研究成效。

（六）遵照辦理

（七）遵照辦理

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，東華大學夏禹九教授慷慨借予氣象監測儀器一套，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林廷輝、張書德、林淵源、高螢山、何冠助、蕭明君、侯國健、游秀雲、劉純宇、陳亞萱、高曼菁、胡笙、許明竹、陳芸詩、鄧彥齡、林敬勛、葉建緯、馬駿良、林可欣、莊育螢、葉炯章、王育慧、陳匡洵、陳怡君、呂佳家、粘書唯、高嘉孜、黃俊傑、蔡長益、陳俞佑等人，以及吳尹仁小姐協助電腦繪圖，特此一併感謝。

參考書目

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):1-16.

Curtis, J. T., and R. P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie –foret border region of Wisconsin. Ecology 32:476-496.

Daubenmire, R. 1968. Plant communities: A textbook of plant synecology. Harper & Row. Inc., New York. 300 pp.

Day, F. P., and C. D. Monk. 1974. Vegetation patterns on a southern Appalachian watershed. Ecology 55:1064-1074.

Durant, S. M., S. Bashir, T. Maddox, and M. K. Laurenson. 2007. Relating Long-Term Studies to Conservation Practice: the Case of the Serengeti Cheetah Project. Conservation Biology 213:602-611.

Gauch, H. G. 1977. ORDIFLEX—A flexible computer program for four ordination techniques: Weighted averages, Polar ordination, Principle component analysis and Reciprocal averaging, Release B. Cornell University, Ithaca, New York.

Gauch, H. G. 1982. Multivariate analysis in commuity ecology. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 298pp.

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.

Hill, M. O. 1979. TWINSPAN-AFORTRAN programme for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes. Cornell University, Ithaca, Califonia.

Huang, T. C. et al. 1993-2003. Flora of Taiwan 2nd ed. Vol. 1-6. Editorial Committee of the Taiwan.

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 Cities, Minnesota.

Hwang, M-H. and D.L. Garshelis. 2007. Activity patterns of Asiatic black bears in the Central Mountains of Taiwan. Journal of Zoology 271:203–209.

IUCN. 2006. 2006 IUCN red list of threatened species. http://www.iucnredlist.org. Downloaded on 14 January 2007.

Kirkpatrick, R. L., and P. J. Pekins. 2002. Nutrition value of acorns for wildlife. Pages 173–181 in W. J. McShea and W. M. Healy, editors. Oak forest ecosystems: ecology and management for wildlife. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland

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.

Mattson, D. J. 1998. Diet and morphology of extant and recently extinct northern bears. Ursus 10:479–496.

McCune, B., and M. J. Mefford. 1999. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA.

Odum, E. P. 1975. Ecology: The link between the natural and the social sciences. Holt,. Rinehart and Winston, Publishers. New York. 244 pp.

Pelton, M. R., and F. T. Van Manen. 1996. Benefits and pitfalls of long-term research: a case study of black bears in Great Smoky Mountains National Park. Wildlife Society Bulletin 24:443-450.

Peyton, B., C. Servheen, and Herrero (1999) An overview of bear conservation planning and implementation. Page 8-24 in C. Servheen, C. Herrero, and B. Peyton, editors. Bear：stautus survey and conservation action plan. IUCN, Gland, Switzerland.

Shannon, C. E., and W. Weaver. 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana. 117 pp.

Vaughan, M. R. 2002. Oak trees, acorns, and bears. Page 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.

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.

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. Wildlife Society Bulletin. 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生態學研究。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。70 頁。

李權裕。2004。關刀溪森林生態系殼斗科植物之物候週期與天然更新之研究。國立中興大學生命科學院碩士論文。

林一宏。2005。八二粁一四五米【八通關越道路東段史話】。內政部營建署玉山國家公園管理處。

林讚標。1996。林木種子採集、處理、儲藏、休眠與發芽。林業叢刊第 66 號。台灣省林業試驗所。68-73 頁。

柳榗。1968。臺灣產殼斗科植物地理之研究。林業試驗所報告第 165。24 頁。

程延年、葉貴玉、劉進金、何恭算。1987。玉山國家公園東埔玉山區地質調查暨解說規畫研究報告(二)。國立自然科學博物館。36 頁。

黃子銘。2003。青剛櫟之胚胎學。國立台灣大學森林所碩士論文。

黃明通。995。玉山國家公園八通關越道之森林植群調查與分析。內政部營建署玉山國家公園管理處。138 頁。

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）。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。

黃美秀。2003。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。225-232pp。

黃美秀。2004。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。

裴家騏、陳朝圳、吳守從、滕民強。1997。利用自動照相設備與地理資訊系統研究森林野生動物族群之空間分布。中華林學季刊 30 (3)：279-289。

劉威麟。2000。太魯閣國家公園青剛櫟族群生態之研究。國立東華大學碩士論文。68 頁。

劉棠瑞、蘇鴻傑。1983。森林植物生態學，第一版。臺灣商務印書館，臺北市。462 頁。

蘇鴻傑。1987a。森林生育地因子及其定量評估。中華林學季刊 20(1):1-14。

蘇鴻傑。1987b。植群生態多變數分析法之研究 II、直接梯度分析。中華林學季刊 20(2）:29-46。

蘇鴻傑。1987c。植群生態多變數分析法之研究 III、降趨對應分析及相關分布序列。中華林學季刊 20(3）:45-68。

蘇鴻傑。1996。植群生態多變數分析法之研究 Ⅳ.植群分類法及相關環境因子之植群分析。台灣省立博物館年刊 39：249-265。