

國立東華大學自然資源管理研究所
Institute of Natural Resource Management
National Dong Hwa University

碩士論文

指導教授：徐國士 博士

太魯閣國家公園青剛櫟
族群生態之研究

Study of *Cyclobalanopsis glauca* Population
Ecology in Taroko National Park

研究生：劉威麟
Graduate：Wei-Lin Liu

中華民國八十九年六月
June , 2000

謝 誌

在花蓮待了三年，深深覺得這裡除了有一個很好的生活環境之外，也有得天獨厚的野外研究環境，而能在這樣天時地利的時空背景，加上人和的條件之下做研究，著實是一件幸福的事。

論文得以完成，首先要感謝太魯閣國家公園管理處在研究經費上的贊助，讓我在做調查之餘無後顧之憂，以及在管理處內工作的學長姐和其他工作人員在野外調查時的幫助。

另外，則要感謝指導教授徐國士老師在論文上的指導，以及花蓮師院張惠珠老師和幾位來自大陸的老師，如中科院的應俊生、陳偉烈兩位老師，和上海華東師範大學的宋永昌老師以及浙江大學生命科學學院的蔡飛老師等人在野外工作上和論文的指導。而其中特別要感謝蔡飛老師，不論是在野外調查上或是論文資料整理的悉心教導，我從他身上學到很多。

在野外調查的工作上我得到很多人的幫助，除了前面提到的人之外，還有顧淋學長、實驗室的慧芬和宜鳳，以及心蘭、淑媛、浩峰、志東、麗慧和生科系的毓隆等人的幫助；此外，還有在植物分類上提供幫助的阿財學長。

最後，要感謝在這段時間內給予我精神上最大的支持和鼓勵的父母和家人，以及怡姝在論文完搞時的協助與鼓勵，沒有這些人的幫助，我想我會走的更辛苦。

在此，謹將這份榮耀與大家分享。

目錄

摘要	
英文摘要	
壹、 前言	1
貳、 文獻回顧	2
一、 青剛櫟的植群類型和地理分佈	2
二、 族群生態學的觀念	6
三、 森林發育和族群更新	6
參、 研究地區環境概述	8
一、 各樣區之相關地理位置	8
二、 樣區環境之氣象資料	9
肆、 研究方法和步驟	11
一、 樣區的選擇與劃設	11
二、 物理環境的調查	13
三、 群落結構和組成的調查	15
四、 族群結構和更新機制的調查	15
五、 資料分析	15
伍、 結果與討論	19
一、 植群生態特徵	19
二、 青剛櫟物候	27
三、 族群數量結構統計	29
四、 族群空間分佈格局	42
五、 萌枝資料分析	44
六、 地面種子的比例與動態	48
陸、 結論	52
參考文獻	55
附錄	59

圖目錄

圖一	樣區位置圖	12
圖二	樣區二青剛櫟族群存活曲線	30
圖三	樣區三青剛櫟族群存活曲線	30
圖四	樣區四青剛櫟族群存活曲線	32
圖五	樣區八青剛櫟族群存活曲線	32
圖六	樣區九青剛櫟族群存活曲線	33
圖七	樣區十一青剛櫟族群存活曲線	33
圖八	樣區十二青剛櫟族群存活曲線	34
圖九	青剛櫟植株樹徑與樹高分佈圖（一）	39
圖十	青剛櫟植株樹徑與樹高分佈圖（二）	40
圖十一	青剛櫟的樹高數量分佈圖	41
圖十二	青剛櫟不同樹徑級與萌枝數量關係	46
圖十三	樣區四地面種子比例	47
圖十四	樣區十一地面種子比例	48
圖十五	樣區四種子數量動態	50
圖十六	樣區十一種子數量動態	51

表目錄

表一	樣區附近氣象資料	9
表二	各樣區的環境資料	14
表三	青剛櫟林型之樣區物種重要值	19
表四	太魯閣櫟 - 青剛櫟林型之樣區物種重要值	21
表五	青剛櫟 - 細葉饅頭果林型之樣區物種重要值	23
表六	樣區喬木層物種多樣性	25
表七	青剛櫟的物候	27
表八	樣區十二青剛櫟族群生命表 (不含萌枝)	35
表九	樣區十二青剛櫟族群生命表 (含萌枝)	35
表十	青剛櫟族群生命期望值 (不含萌枝)	36
表十一	青剛櫟族群生命期望值 (含萌枝)	37
表十二	青剛櫟分佈格局表 (密度: 株數 / 100m ²)	42
表十三	萌枝資料分析	44
表十四	樣區地面種子數量比較	49

摘要

青剛櫟 (*Cyclobalanopsis glauca* Thunb.) 是殼斗科植物中的一種，普遍分佈在從喜馬拉雅山區到中國大陸、韓國、日本、琉球以及臺灣等地，在臺灣則分佈於從海平面到兩千公尺左右的中低海拔山區；本論文以一般所採用的多樣區法，在布洛灣、天祥和洛韶等地共劃設了十八處樣區，調查樣區內群落組成與結構和青剛櫟族群的相關資料。

由結果的分析得知，從這些樣區中，共分為青剛櫟林型、太魯閣櫟 - 青剛櫟林型以及青剛櫟 - 細葉饅頭果林型等三類；青剛櫟林型主要出現在豁然亭到天祥間的步道，青剛櫟 - 太魯閣櫟林型則分佈於綠水到天祥之間的岩壁或岩石裸露率較高的環境，而青剛櫟 - 細葉饅頭果林型則在洛韶的樣區九和樣區十一；這幾個樣區的物種多樣性各不相同，以位於洛韶的樣區多樣性較高，概因為此處的物種組成包含一些中海拔地區出現的種類，而以位於豁然亭到天祥間步道的青剛櫟林型樣區多樣性較低。

結果顯示，青剛櫟族群都呈存活曲線；而其族群空間分佈格局，在幼苗階段主要為集群分佈，隨著樹齡的增長，從小樹到大樹的階段則都為隨機分佈。而從其樹高與樹徑的關係得知，其樹高在 12 公尺以後增長的程度趨緩，樹高在 12 公尺、樹徑在 30 公分以前，樹高與樹徑呈線性的關係，其關係式為 $y=0.3073x+2.985$ 。

此外，青剛櫟族群除了利用種子之外，也可以利用無性的萌蘖方式，來擴增其族群數量，平均萌枝數量以位於洛韶的樣區較少，而以位於豁然亭到天祥間步道的樣區較多，乃因為除了洛韶樣區的環境條件較佳外，其族群的年齡，也就是樹徑級較大；根據青剛櫟樹徑級的萌枝數作圖，得到中間年齡的植株，其萌枝數量較多，而齡級較大和較小的個體，萌枝數較少，這樣的結果正符合洛韶與豁然亭步道兩地樣區間，族群萌枝數量的差異。

由落地果實的形態比例與數量波動可知，一般我們所見樹上大量的結果，有四分之一的比例是未成熟的，而在所有成熟的果實當中，卻只有將近 10% 是完好的，也就是可能可以發芽而達到族群繁衍的目的，可見青剛櫟能夠持續維持其族群的數量，乃靠結成大量的果實，來達到其族群更新的機制；在果實的數量波動方面，青剛櫟從五六月開始結果，一直到十、十一月果實成熟，果實成熟不久就接著掉落，在十一月中到十二月初時，為果實下落量的高峰，而果實的下落會一直持續到三月左右。

Abstract

Cyclobalanopsis glauca Thunb., one species of Fagaceae, is distributed from eastern Himalayas area to Mainland China, Korea, central to southern parts of Japan, Ryukyus, and Taiwan. In Taiwan, it is very common in forests from sea level to almost 2000m altitudes throughout the island. Using “ Multiple-plot method”, I set 18 plots in Taroko national park to collect the plant community and *Cyclobalanopsis glauca* population data of the sample area.

Consequently, the forest vegetation is divided into three types. They are 1. *Cyclobalanopsis glauca* forest type, 2. *Quercus tarokoensis*-*Cyclobalanopsis glauca* forest type and 3. *Cyclobalanopsis glauca*-*Glochidion rubrum* forest type.

All the *Cyclobalanopsis glauca* populations on different plots show type survival curves. And saying to the spatial distribution pattern of *Cyclobalanopsis glauca* population, the distribution of the seedlings is mainly aggregated, and from small trees to big trees, they are all random distribution. From the relationship between height and diameter of the tree, I get an equation of “ $y = 0.3073x + 2.985$ ”, where “y” means height ameter of tree.

Cyclobalanopsis glauca populations can use either seed germination or root sprouting to increase its population size. The results indicate that younger and older individuals have fewer shoots, and trees of middle age have more shoots.

From the number of the nuts falling on the ground, we know that one forth of the nuts are not ripened, and of all the ripened nuts, only 10 % are intact. And from the number variation of the nuts, it shows that nuts ripened are at its peak in November and once the nuts ripened, they will soon drop. The nuts will continue dropping until March.

壹、 前言

青剛櫟 (*Cyclobalanopsis glauca* Thunb.) 是殼斗科 (Fagaceae) 植物中的一種；殼斗科為木本常綠或落葉喬木，葉子生長為單葉，多為互生；花為單性，雌雄同株，雄花長成柔荑花序；果實為堅果，包覆於殼斗內，此為該科的重要特徵。青剛櫟分佈在整個亞洲東部，從印度、喜馬拉雅山區、中國大陸、韓國、日本、琉球，以至臺灣等地都有分佈；在臺灣則普遍分佈於從海平面到海拔一千多公尺的中低海拔山區，然由於臺灣低海拔地區幾乎都已受到開發，因而較少見到，在山區森林裡或步道旁，受到人為干擾較少的地方，容易見到；在太魯閣國家公園內，青剛櫟普遍分佈於海拔一千兩百左右以下的中低海拔地區，可在從布洛灣一直到洛韶以西至嵩山隧道東側之中橫沿線及其周圍的步道見到。

在臺灣針對青剛櫟族群的研究報告並不是很多，除了只知道青剛櫟是普遍存在的物種之外，對於以青剛櫟為優勢的植物社會的群落結構，以及其生活史和基本生態資料，如年齡結構和存活曲線等並不是相當的瞭解；另外，青剛櫟的種子為嚙齒類，如松鼠等動物的食物來源，且在我們野外勘察的時候，常常可見青剛櫟的種子被未知的生物蛀蝕成一個小洞狀，當其掉落地面以後則很容易被分解，因為上述這些原因，當種子掉落地面後，往往只剩下破碎的外殼或殘存種子被啃食的痕跡，較少在地表中發現完整的青剛櫟種子，又常見其在較乾燥和坡度較大的地方以萌蘖的方式增加族群的數量；由這些特性我們可得知，青剛櫟不但以種子萌發的方式更新，似乎在環境較不理想的情況下，以植株萌蘖的方式更新，又是另外一個可行的途徑，因而我們對於青剛櫟的群落結構以及其族群本身的一些相關訊息和族群的更新機制有待進一步的瞭解。

本篇論文主要希望透過建立青剛櫟的基礎生態資料，針對國家公園內青剛櫟的族群作深入的研究，以靜態的資料分析推論其族群相關的動態變化與結構，以瞭解其在自然群落中所佔有的地位和角色，並比較青剛櫟在不同的生態環境中所產生的族群間差異性，以及瞭解各族群間的更新動態和適應機制。

貳、 文獻回顧

青剛櫟 (*Cyclobalanopsis glauca* Thunb.) 為殼斗科植物中較為常見的一種，殼斗科植物的特徵為常綠或落葉喬木或灌木。葉通常互生，極少對生或輪生，單葉，全緣、波狀緣、鋸齒緣或開裂，有葉柄；托葉會脫落，羽狀脈，葉背光滑或毛茸狀。花雌雄同株，小朵，不具花瓣；雄花柔荑花序或頭狀花序；雌花單一或 3-4 個叢集，通常長成小穗狀，有時會長在雄花序基部，有 4-8 個分裂的花被聯生在子房上，子房有 3-7 個細胞，直線排列在中軸胎座上，每一個細胞內有兩個胚珠，但在成熟的子房內只剩下一個，有 3-10 個花柱，很少 1-2 個，通常和細胞數目一樣多，柱頭點狀或伸長而具有扁平或節狀部份。果實卵形，橢圓形，扁圓形或三角形，部份或全部包含在殼斗內，表面光滑、有毛或生有翅狀物，殼斗有規律或無規律地裂開或否，覆有鱗片形成數個同心圓狀的環形，鱗片上可能有突刺，單一或分叉，硬或軟，常覆有結節的鱗片；種子通常只有一個會成熟，不具胚乳，子葉肉質。

殼斗科植物廣泛分佈於北半球的熱帶、副熱帶和溫帶地區，一屬分佈於南極地區，全世界約有十屬六百種左右，八屬五十一種分佈於臺灣(臺灣植物誌編輯委員會，1976)。

根據臺灣木本植物圖誌(劉棠瑞，1960)的資料，青剛櫟為常綠喬木，葉長 8-12 公分，寬 2.5-6 公分，先端尾狀瑞尖，上半部呈粗鋸齒緣，裡面粉白，革質，葉有柄；柔荑花序約 6 公分，約為每年的四月到七八月間開花，花落後果實數顆結在一起，約在八月至十月間可見成熟的果實，之後會自然掉落；殼斗杯狀，堅果橢圓形，長約 2 公分，全長 1/3 以下被殼斗所包圍，頂端有一圓錐形之尖突。在臺灣普遍分佈於從海平面一直到海拔一千多公尺之森林中，但今日之平地已很少見到。其木材堅硬，呈灰白色或灰褐色，年輪明顯，可供製作枕木、農具或家具。

在研究青剛櫟的族群生態之前，我們先從文獻資料，將青剛櫟的地理分佈和植群類型，做概略的敘述；並對族群生態的意義進行基本的認識，進而瞭解植物族群在森林演替中所佔的角色和地位，以及其更新動態和適應機制，以下的內容將針對這些概念依序說明。

一、 青剛櫟的地理分佈和植群類型

植物的分佈受到氣候及環境因子的影響，亦受到其本身遺傳因子的影響，而形成各種的分佈型，青剛櫟是殼斗科中該屬分佈最廣的一種，由其分佈看來，可說是相當繁榮的一種，Ilinsky 對分佈型的分類，分為開拓性 (Progressive) 和退縮性 (Reprogressive) 兩類，青剛櫟即屬於前者，通常這類型的植物，遺傳性較弱而適應性較強，種的分化也較多 (柳楮，1968)。

由於青剛櫟分佈的範圍相當廣泛，主要在亞洲東部，而其組成的植群類型也是相當的多，為了對青剛櫟有一個全面性的瞭解，底下將青剛櫟在大陸、臺灣和太魯閣地區的地理分佈和植群類型依序介紹。

(一) 青剛櫟在大陸的地理分佈和植群類型

青剛櫟廣泛分佈於東亞南部，從印度、西藏東南山區、中國大陸，到亞洲東部的韓國、日本、琉球和臺灣，根據中國植被（中國植被編輯委員會，1995）的內容，將青剛櫟出現的植物社會總的歸為亞熱帶常綠闊葉林區域；再將其劃分為北亞熱帶常綠、落葉闊葉混交林地帶，分佈於東部淮河以南之江蘇、安徽以至秦嶺南面；中亞熱帶常綠闊葉林地帶，分佈於東部浙江、福建北部、江西以至湖北、貴州、四川一帶；南亞熱帶季風常綠闊葉林區域，分佈於從東部的閩南到滇貴一帶，中國植被將青剛櫟在臺灣的分佈歸為此一區域；西南亞熱帶季風常綠闊葉林區域，分佈於西南的滇黔一帶。以下列舉出的這些植群類型，只是在各個區域中，以青剛櫟出現較為優勢的植群做為代表，並非其他地方就不出現青剛櫟了。

北亞熱帶常綠、落葉闊葉混交林：

1. 栓皮櫟、短柄枹樹、苦槠、青剛櫟林 (Form. *Quercus variabilis*, *Q. serrata*, *Q. serrata* var. *brevipetiolata*, *Cyclobalanopsis glauca*)，主要分佈於東部北亞熱帶的桐柏山、大洪山、大別山地區，通常分佈於海拔 400-500 公尺以下的山地丘陵，也有達海拔 800 公尺的低山；坡度在 15-25 度。

中亞熱帶常綠闊葉林：

1. 米心水青剛、青剛櫟、交讓木林 (Form. *Fagus engleriana*, *Cyclobalanopsis glauca*, *Daphniphyllum macropodum*)，分佈於東部中亞熱帶的東側，見於浙江南部海拔 1000 公尺以上的山區，發育成熟。

2. 青剛櫟、銅錢樹林 (Form. *Cyclobalanopsis glauca*, *Paliurus hemsleyanus*)，主要分佈於中亞熱帶北緣與北亞熱帶相接地區，見於江蘇宜興、溧陽山區，是石灰岩山求上發育較典型的群落類型，坡度 15-25 度，以含有銅錢樹、鴨仔木 (*Adina racemosa*) 和榆科樹種為特徵。

3. 青剛櫟、青檀林 (Form. *Cyclobalanopsis glauca*, *Pteroceltis tatarinowii*)，主要分佈於東部中亞熱帶石灰岩山地，見於廣西東北部一帶的山嶺，土壤為棕色石灰土。

4. 青剛櫟、紅楠林 (Form. *Cyclobalanopsis glauca*, *Machilus thunbergii*)，在中亞熱帶東段，長江以南各省分佈最廣，海拔 200-1000 公尺的丘陵坡地、山脊均可見到。其更新能力旺盛，鬱閉度高，青剛櫟的次生林分佈多，枯枝落葉層約 3-5 公分，分解良好。

5. 小果潤楠、青剛櫟林 (Form. *Machilus microcarpa*, *Cyclobalanopsis glauca*)，分佈於四川、貴州、廣西、湖南和湖北一帶海拔 500-1800 公尺的丘陵地，現在多出現於陡峻的溝谷地段，枯枝落葉層後，有機值含量豐富。

南亞熱帶季風常綠闊葉林：

1. 青剛櫟、麻乙木、青檀林 (Form. *Cyclobalanopsis glauca*, *Lysidice rhodostegia*, *Pteroceltis tatarinowii*)，主要分佈於南亞熱帶海拔 700 公尺以下的石灰岩山地，如桂中都安、圯成一帶石灰沿山地最為常見。

西南亞熱帶季風常綠闊葉林：

1. 青剛櫟、細葉青剛、卵葉鵝耳櫟、化香樹林 (Form. *Cyclobalanopsis glauca*, *C. gracilis*, *Carpinus turczaninowii* var. *ovalifolia*, *Platycarya strobilacea*), 分佈於亞熱帶的西南部, 遍及貴州省海拔 1000 公尺左右的石灰岩山地, 土壤為各種石灰岩土, 偏乾, 中性到微鹼性反應, 地表一般約有厚 5-7 公分的枯枝落葉層。

2. 潤楠、羅浮栲、青剛櫟林 (Form. *Machilus kurzii*, *Castanopsis fabri*, *Cyclobalanopsis glauca*), 主要分佈於滇東南海拔 1200-1500 公尺的中山石灰岩山地。喬木和灌木層種類多熱帶成分, 層間植物豐富, 大型草本和藤本植物多, 並有板根現象, 呈現常綠闊葉林與熱帶森林的過渡類型性質。

(二) 青剛櫟在臺灣的地理分佈和植群類型

青剛櫟分佈於全省平地山麓到海拔兩千公尺左右的山區, 根據柳楨 (1968) 的報告指出, 青剛櫟產於全省自山麓至海拔 2300 公尺之處, 然此處並未說明青剛櫟出現的地點在那裡; 在李建霖 (1995) 對青剛櫟的同位酵素變異研究的論文中, 其所採取的青剛櫟來源, 分別為北橫、中橫、南橫、新竹內灣、南投東埔和高雄的六龜等地方, 海拔分佈從白雞山的 155 公尺, 到六龜的 1680 公尺; 在東部, 李鎮宇 (1998) 的論文中, 亦針對蘭陽流域的青剛櫟, 做其同位酵素的變異分析; 黃淑媛 (1999) 的論文中, 將台東蘇鐵保留區裡的植群分為三種類型, 其中之一分佈於平緩坡地的闊葉樹林大都屬於青剛櫟-台東蘇鐵過渡群叢, 其所劃設的樣區中, 青剛櫟分佈的海拔高度從 300 公尺 550 公尺到; 另外經由實地的觀察, 也可在東部海岸山脈東側的溪谷河床地上接近出海口的地方見到青剛櫟, 其出現的海拔高度只在 50 公尺以下。

臺灣大範圍的植群類型之分類研究, 都是在較早期, 民國五十幾年到民國六十幾年間, 根據柳楨 (1968) 發表的文章中提到, 他在之前 1961 年發表的文章「臺灣主要林型生態調查」中, 依據垂直氣候帶及森林之主要組成份子將臺灣的森林分為十種林型, 青剛櫟出現的林型為亞熱帶闊葉樹林; 而在 1968 年的文章中則重新將森林群系分為亞高山針葉樹林、冷溫帶山地針葉樹林、暖溫帶山地針葉樹林、溫暖帶雨林和熱帶雨林六大群系, 青剛櫟出現的範圍為暖溫帶雨林 (Warm Temperate Rain Forest); 此外, 蘇鴻傑 (1984) 的文章中, 以林相與氣候之關係, 將臺灣中部的山地植群帶由高海拔至低海拔分為高山帶、冷杉帶、鐵杉雲杉帶、櫟林帶、楠儲林帶和榕楠林帶, 青剛櫟分佈的範圍則是在櫟林帶和楠儲林帶之間; 蘇鴻傑 (1985) 的另一篇文章中的植群分類, 利用各測候站的雨量資料, 將臺灣的植群型, 依照地理氣候區分成東北、東部、東南、西北、中西部、西南、東南和蘭嶼等區, 太魯閣和花蓮屬於東部北段。以上這些植群的劃分, 範圍都相當的大, 並且劃分依據的環境因子不一, 且不是針對一個物種做該物種存在的環境植群歸類, 因此一個植物種類可能因為它是廣適應種, 而分佈在數個植群類型裡, 或是一些分佈生境較狹隘的物種, 可能只是一些植群類型裡的偶現種。上述這些學者, 所做關於臺灣植群的分類, 確實能夠對臺灣地區的植群類型作一個整合性且概要的說明, 但對於本篇論文中, 青剛櫟出現的植群類型, 無法作一明確的補充, 故在此僅作到如上的敘述, 以下將繼續討論青剛櫟在太魯閣國家公園內的分佈情況。

(三) 太魯閣國家公園內青剛櫟的地理分佈和植群類型

根據章樂民(1988)等人的調查結果,將青剛櫟歸為青剛櫟優勢社會,其與太魯閣櫟社會比較,其生育地土壤較多,但仍屬於石質土,以發育在非石灰岩地區較多,一般青剛櫟與太魯閣櫟之分佈模式是前者生長在山坡地,後者則生長在稜線,此可能為土壤和水分的梯度之表現,太魯閣櫟適生於土壤較淺薄、較乾之生育地,青剛櫟則生長在土壤較深厚、潮濕之生育地。在此植物社會中,最佔優勢之樹種為青剛櫟,一般佔所有優勢度的30%以上,其他常出現的樹種為江某、石楠、山肉桂、紅皮、燈稱花、疏果海桐、細葉饅頭果和呂宋莢迷等。

而徐國士等人(1988)的報告,在太魯閣地區,青剛櫟出現於山頂岩生植物社會中,這類植物生於近稜頂處,石多、土少,其所組成之植物大抵為中低海拔常見之嗜強光植物,一般而言其生態幅度較寬。在土壤聚積較多的山頂,植物覆蓋度常在百分之九十以上,其組成植物為青剛櫟、大頭茶、南燭、米飯花和杜鵑類植物等。此調查的結果顯示,中橫沿線的植被,在太魯閣口到天祥一帶,地形大多為岩石陡壁,岩壁上及山坡上以乾生或岩生的植物較多,如太魯閣櫟、檫木、阿里山千金榆、黃蓮木、石楠和青桐等;天祥以上至華綠橋一帶,則以青剛櫟最為常見。

在王忠魁和陳玉峰(1990)的報告中,將青剛櫟族群在中橫文山到綠水合流段的分佈,分為阿里山千金榆—青剛櫟優勢社會、青剛櫟優勢社會和太魯閣櫟—青剛櫟優勢社會,其中阿里山千金榆—青剛櫟優勢社會主要分佈於文山到綠水間,青剛櫟優勢社會因為青剛櫟的生態幅度較為廣闊,其對土壤的要求甚為寬舒,從岩隙到壤土均可生長良好,其較太魯閣櫟社會的生育地上土壤較多,但仍屬石質土,以生長在非石灰岩地區較多,而青剛櫟多存在山坡地,太魯閣櫟則多生長在稜線或裸岩較多的地方。另外太魯閣櫟為東臺灣亞熱帶岩生植被代表種或指標種,反應局部環境的差異性,但在其調查區域而言,太魯閣櫟並無顯著獨佔優勢而足以命名,大抵為青剛櫟和太魯閣櫟兩個族群的混生區,故以此命名。

蘇鴻傑(1994)的調查報告中,將太魯閣國家公園內的植被分為數個林帶,其中楠儲林帶位於山區盛行雲帶下側,地形上為山脈尾稜及溪谷之交錯,太陽之輻射量差異頗大,中性生育地之森林為山地下部常綠闊葉樹林(Submontane evergreen broad-leaved forest),以殼斗科和樟科植物為優勢種,在本文中,則以太魯閣櫟為此楠儲林帶之代表樹種。並將此林帶分為楠木林型和儲木林型,儲木林型多位於山坡中側或尾稜頂部,陽光較為充足,但受石灰岩地形影響,土壤較淺薄。組成樹種除了上述之太魯閣櫟外,另有青剛櫟、圓果青剛櫟、山枇杷、江某、山肉桂、樟葉槭和杜英等。

而高瑞卿(1995)的論文中指出,太魯閣地區海拔500-1500公尺的地方由於地形、地質之因素影響,土壤發育不良,植物社會主要以青剛櫟、太魯閣櫟、阿里山千金榆等植物為主要組成,罕有喜歡生長於溪谷陰濕地的樟科楠木類的植物出現,並將此一海拔區域之森林型歸於青剛櫟-呂宋莢迷林型,再依局部優勢種之不同,將植物分為四個亞型,這樣的差異,主要是表現在不同的海拔高度與各個亞林型的微氣候和土壤組成以及土壤結構之影響生長的因子上。

二、族群生態學的觀念

所謂族群乃指生活在同一地區的同種個體之集合，而植物族群的表現又與植物群落的結構、類型以及演替的過程，有著密切的關係，因此在做植物群落的研究時，對於掌握特定的族群生態資料乃屬必要，除了對該種植物有基本的認識之外，藉由該族群所表現出來的靜態資料，除了可以重建林分 and 該物種的過去生態背景，更可推測其未來的動態和發展方向，做為森林演替的研究方法之一。

族群生態除了建構最基本的生活史資料外，以族群構造推論一植物社會的演替程度和其未來的發展趨勢，許多國內外的學者均曾加以採用（Dennis 1975，蘇鴻傑 1979，陳子英 1994）。族群構造（Population structure）為一植物族群中各年齡或齡級與出現株數的分佈關係，若森林中某一族群之齡級分佈由幼齡木至老齡木呈現遞減狀態，則可推測此種植物有大量更新之幼苗，將來可以取代老樹及朽木，故其族群可維持不衰。反之，若林中某樹種的族群以中老齡木為主，缺乏幼苗或稚齡樹，則該植物將無法在該地區持續更新，最後可能在該區消失，若林木組成以此類植物為主，可推論該森林之植物社會仍在演替階段，上述的族群構造之表現物種，可能為演替先期的陽性樹種，其將漸漸被取代（陳俊雄，1996）。

目前台灣針對特定物種所做的族群生態方面的研究報告並不很多，大多數為對特定區域所做的植物群落分析，如早期章樂民的大甲溪肖楠植物群落之研究（1962）柳檣的台灣植物群落之研究（1968 & 1971）和蘇鴻傑的台灣天然林氣候與植群型之研究（1984 & 1985）等，以及最近王博弘（1994）陳俊雄（1996）和周富三（1997）等人的研究論文。而對特定對象所做的研究主要為一些珍貴或稀有的物種，如吳宗穎（1993）對肖楠族群的研究和張明財（1992）楊勝任（1996）對台灣穗花杉族群生態的研究論文。上面的敘述說明了之前台灣的植物生態方面的研究偏重於對植群的分析 and 歸類，對物種族群生態的研究則較少著墨，以致我們對個別物種的認識不易深入，此亦不失為往後植物生態學研究的方向。

三、森林發育與族群更新

經由植群分析所得的植物社會組成，可能由於不同的環境因子影響著其林型的分佈，也可能代表各林型沿著時間梯度上的一種演替序列，然而演替階段的各林型是否已達一成熟穩定的森林，又是否會達到此一演替的極盛相，有不同的說法；即使已達極盛相的森林，亦會受到內部或外力的干擾影響，使得森林部分或單株林冠層樹種倒伏或枯立，林冠上層形成開放的空間而產生所謂的孔隙。由於孔隙造成植物生育地的一些微改變，促使原本在孔隙周圍或在孔隙下方的植物幼苗和種子有機會迅速生長，並逐漸填充整個林冠層。這種因為孔隙的出現而產生的塊狀小林分，稱為塊集（Patch），在空間上呈鑲嵌狀的存在極盛林中，並且能夠不斷循環出現，此過程稱為小演替（楊勝任，1996）。

上述小演替的過程是出現在極盛林或成熟林中，與一般演替序列不同，演替序列

通常出現在大型干擾如火災後，或由於陸生裸地的出現，之後的植群組成由草本、灌木、陽性樹種以至耐陰樹種的出現，最後達到以耐陰樹種為主的極盛相。

Oliver (1981)將森林在大干擾後的發育階段分為四個時期；分別為（一）林分起始期：森林經大干擾後，空間與資源釋放，陽性樹種開始侵入，此時森林分層構造不明顯。（二）林木排除期：由於新來的植物不斷的進入，林冠已較為密閉，幼苗則不再出現，已建立的林木因激烈的競爭而產生自疏的現象。（三）下層再現期：由於植物的競爭，林內偶而出現的孔隙，使光線增加，下層開始出現一些耐陰的樹種小苗或其他灌木與草本，樹木年齡明顯分為兩個世代，而偏向多代林（multiple-cohort forest）之異齡林結構。（四）老林階段：上層林木逐漸老朽，而下層的第二代小樹與幼苗不斷往上生長補充孔隙，此過程持續發生，形成典型的多代林結構。

Oliver(1981)的老林階段，其林分構造成為異齡林的現象，代表上層與下層樹木的年齡與徑級有所不同，而在組成上，即所謂的優勢種會趨於一致，此即為極盛林的森林結構。

極盛林的孔隙，發生在老林階段，由於孔隙造成林冠開放，而發生族群的更新變化，可歸納為四個時期，（一）孔隙期：侵入孔隙的幼苗數逐漸增加。（二）建造期：小樹密度漸漸飽和，產生激烈的競爭與疏伐。（三）成熟期：更新的林木已達樹冠層，競爭趨於和緩。（四）退化期：冠層林木漸漸老朽，或由外力的作用而形成倒木，產生新的孔隙。上述的四個時期週而復始，致使在林中形成小的集塊，整個森林乃由此集塊鑲嵌組和而成。

由此可見 Oliver 的林分發育前三期，應屬於演替的序列階段，在植物組成會有所改變；而老林階段則相當於孔隙動態階段，在植物組成上不會有太大的變化，而是在個體的齡級和徑級的組成上有所改變，此乃屬於成熟林的更新（楊勝任，1996）。

當森林發育至老林階段，誠如前述，冠層植物族群結構的老化，將有機會產生新的孔隙，則族群的更新便會持續的出現。一般植物的更新機制，除了以果實雨或由土壤種子庫長成的小苗以至小樹來補充之外，還會以萌蘖的方式進行。然因為果實雨和土壤種子庫需要考慮到種子的休眠狀況和種子活力，所以不能完全反應森林未來的變化，只有打破休眠而成為苗木者才能達到森林更新的任務。但我認為其實小苗乃至於小樹其距離到長成成熟林還有一段相當長的時間，也並非所有苗木皆可長至成熟林，中間必經過外力的干擾和內部的自疏作用，所以整個林木更新的過程，從種子的落下開始，以至長到林冠的階段，都可以在林木更新調查的範圍內，問題在於調查工作執行難易度的考量。所以將林木的更新分為無性的萌蘖，和有性方式的更新，包含萌枝數量和地面種子庫的調查。

參、 研究地區環境概述

根據前人的研究報告和實際環境勘查的結果，可知在太魯閣國家公園的範圍內，青剛櫟主要分佈在從布洛灣到洛韶一帶的中橫沿線和其周圍的步道，也就是從海拔四五百公尺到一千兩百公尺左右的地區，本研究的實驗地，為太魯閣國家公園內青剛櫟生長良好且具代表性的區域，青剛櫟在園區內的數量尚稱普遍，然其族群的密度，並沒有表現出一致性，往往在某些地區只見少數幾株的個體，並不形成青剛櫟的純林，但在豁然亭到天祥間的步道上，以及洛韶一帶公路的南側山坡上，可以見較多的青剛櫟；另外青剛櫟的生長環境，常常出現在一些裸露的岩性地帶且坡度較為陡峻的地方，如布洛灣環流丘旁的陡坡上，為了調查上的方便，我們選擇一些青剛櫟族群數量較多、密度較高，且容易到達、調查的地方，作為實驗的樣區，主要有三個地方。

一、 各樣區之相關地理位置

樣區劃設的主要位置，在布洛灣、岳王亭旁、豁然亭-天祥間步道和天祥周圍一帶，以及洛韶附近，以下分別對這些地區做環境和地理位置概述：

（一）布洛灣附近

布洛灣海拔高度約為四百公尺，從往布洛灣的道路上一直到布洛灣環形劇場後方的步道上，都有不少的青剛櫟分佈，其中以環流丘到後方步道之間的面向立霧溪的北向坡面，青剛櫟生長情況良好，此區因為海拔高度較低，且環境較為濕潤，此外尚有澀葉榕、江某、茄苳、紅皮等，其中亦生長著許多地低海拔的樹種。

（二）岳王亭旁

在岳王亭往研海林道，過了吊橋的左側山坡上，青剛櫟和太魯閣櫟生長良好，由地形和地質的判斷，此處為明顯的石灰岩地帶，根據王執明（1991）的調查，將此處的塊狀厚層大理岩，命名為九曲層。

這裡出現的主要樹種除了太魯閣櫟和青剛櫟之外，則為石楠、山黃梔和呂宋莢迷等，地被植物最優勢者為大星蕨。此坡面的一側臨接立霧溪峽谷，大理岩裸露，可明顯的觀察出太魯閣櫟皆長在靠近裸岩峭壁的地方，而青剛櫟則生長在土壤較厚的非岩壁坡面上。

（三）豁然亭 - 天祥間步道和天祥周圍一帶

此步道由豁然亭至天祥，海拔從九百公尺左右降到天祥青年活動中心的六百公尺左右，全長一點九公里，大致沿著稜線而行，青剛櫟生長良好且族群密度較高，因為此段位於山頂稜線，環境相對較乾燥，青剛櫟的萌榮情形相當普遍，且由於林冠較為鬱閉，地被植物層顯得較為單調。

除了在豁然亭到天祥間劃設樣區之外，另外還在祥德寺旁邊面對塔次基里溪的南側山坡、天祥長老教會後方面對塔次基里溪的北側坡面以及新白楊步道旁的小土丘上

各劃設了數個不同的樣區。祥德寺旁和教會後方的樣區，可看出先前曾受到人為活動的影響，在祥德寺旁的樣區出現了柚子，而在教會後方的樣區附近則還有人為活動的痕跡；此外，在新白楊步道旁的樣區，從地形上判斷，可看出其原本是和北側山脊尾稜連成一脈的，後因為新白楊步道的開通，才形成今日所見的地形，樹種以太魯閣櫟、青剛櫟和金毛杜鵑為主，由植物的胸徑都不粗可知，這些樹木的年齡都還不大。

(四) 洛韶附近

從天祥開始一路往海拔較高處爬升，沿中橫公路旁，青剛櫟生長相當良好，且隨時可見，數量也算普遍，至洛韶附近可說是青剛櫟相當優勢的植物社會，此處的樣區位於公路局洛韶工務段以西約一公里處的南側坡面上，站在公路往南側山坡望去，盡是大片青剛櫟生長，此地的青剛櫟群落裡的植物組成便和天祥附近樣區的有所不同，除了青剛櫟之外，還有三斗石櫟、杉肉桂，灌木則為臺灣山桂花和玉山紫金牛等，這些物種在其他樣區就很少出現了。

二、樣區環境之氣象資料

為了能夠獲得更多不同樣區間環境的差異性，以便往後資料分析上能順利的進行比較，根據中央氣象局 1991 年到 1996 年的氣候資料年報，整理出如下表一：

表一 樣區附近氣象資料

	一月平 均氣溫 ()	七月平 均氣溫 ()	全年平 均氣溫 ()	一月平 均相對 濕度	七月平 均相對 濕度	全年平 均相對 濕度	一月降 水量 (mm)	七月降 水量 (mm)	全年降 水量 (mm)	全年降 水天數	一月蒸 發量 (mm)	七月蒸 發量 (mm)	全年蒸 發量 (mm)
花蓮站	18.2	27.9	23.5	75.8	76.8	77.7	47.5	238.2	2032.3	145.7	62.2	204.2	1388.7
溪畔站							49.4	545	1914.8	113.2			
綠水站	14.2	29.1	22.2	87.7	70.0	79.2	51.2	720.4	1942.8	111.2	40.0	167.7	1123.9
洛韶站							78.8	396.4	1676.9	145.7			

(資料整理自：氣候資料年報 1991-1996)

其中花蓮站為中央氣象局花蓮測站的資料，溪畔站、綠水站和洛韶站則為台電的雨量測站，溪畔站和洛韶站僅有降雨量和降水天數之資料，而將花蓮站的資料放上去的目的，是為了將這三個選擇劃設樣區的地點之氣象資料和花蓮做一比對。表中每一個測站的氣象資料包括一月和七月以及全年之平均氣溫、相對濕度、降水量、蒸發量和全年的降水天數。

由於溪畔站和洛韶站僅具有降水量和降水天數的資料，因此沒有辦法和其他兩個站就溫度、濕度和蒸發量等部份進行比較，因此先針對花蓮站和綠水站的各相關資料

進行比較，由表一可看出，在平均溫度方面，不論是一月、七月和全年的平均溫度，綠水站的平均溫度都比花蓮站的平均溫度要低，此乃因為海拔差異的關係；在相對濕度方面，花蓮站全年都沒有多大的差別，而綠水站一月分的相對濕度則比七月份要來的高；在蒸發量方面，花蓮站在一月、七月和全年的蒸發量都比綠水站的蒸發量要來的高，顯示平地受到太陽輻射的影響比山區要來的高，而在山區裡，則可能受到地形，例如封閉的峽谷或開闊的山坡等，或者是雲霧常常出現在某些特定的海拔高度而遮蔽日光，導致日照時間不同之影響。

另外，在降水量和降水天數的資料方面，四個測站的降水資料並無太大的差異，其中溪畔站在七月份的降水比綠水站的降水少了許多，但全年的降水則沒有多大的差別，可能溪畔站的降水在七月份較少，而是分散在其他月份；另外，洛韶站的降水則比綠水站的降水略少一點。而在降水天數方面，洛韶站和花蓮站天數接近，但降水量卻較少，且洛韶站的降水天數比綠水站和溪畔站多，但是降水量卻較少，顯示其單位降水量是較少的，可能是洛韶的海拔高度在某些降水的雲層附近，雨水落在該測站的量較少，但在較低海拔的綠水站和溪畔站，則能收到較多的降水量。

肆、 研究方法和步驟

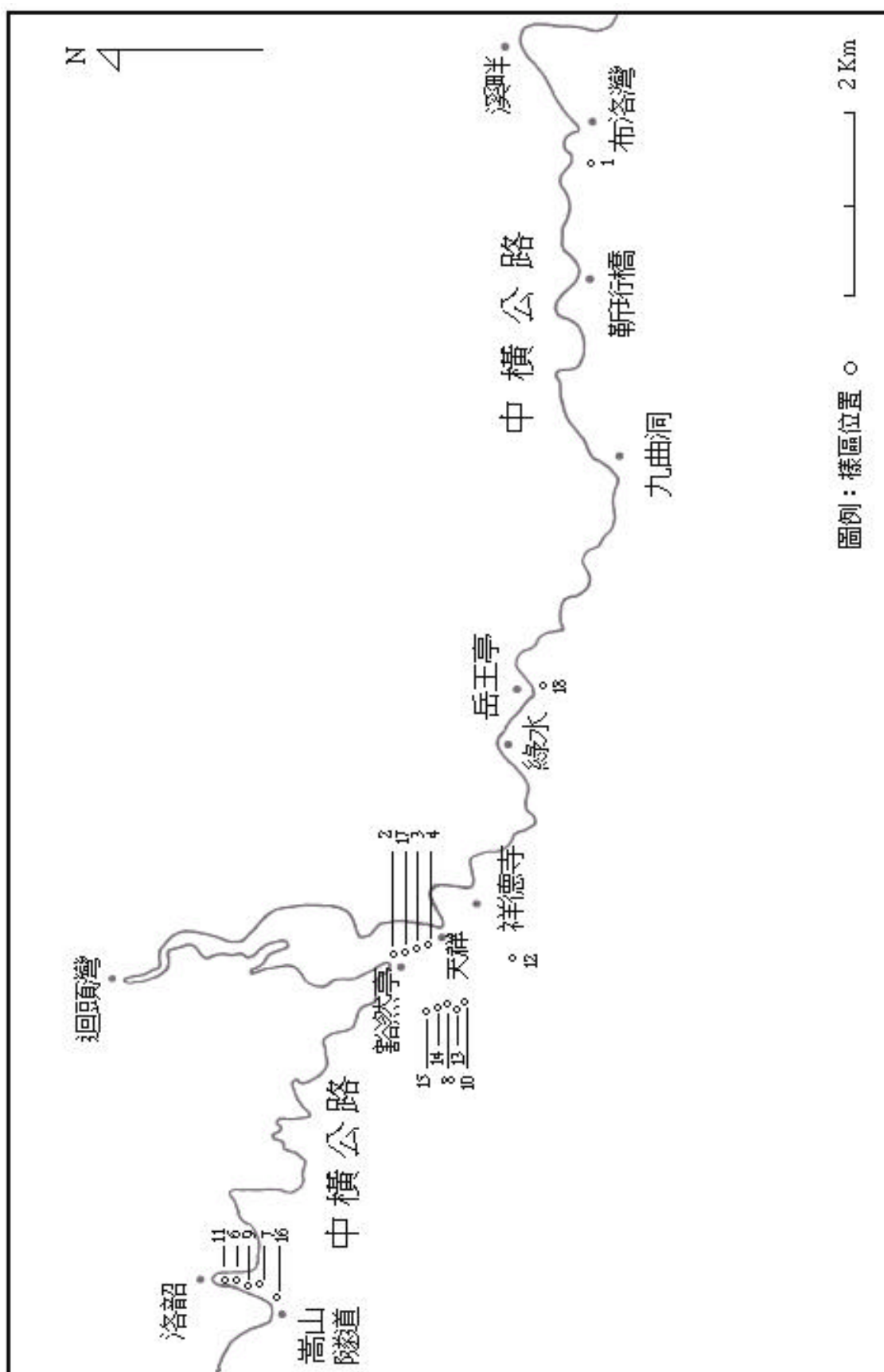
首先經由實地環境的勘查後，接下來就是樣區的劃設工作了，台灣地區因為位處副熱帶，加上地形起伏、變化較大，使得闊葉林的組成複雜，形成所謂的鑲嵌狀，林分面積不大而分散，故在樣區的劃設時，不採用歐洲大陸之 Z—M 學派的大樣區法，而是採用英美學派（Anglo-American School）的多樣區法，採用多數小樣區之目的，在利用樣區之數目，來控制樣區間之變異度，以求植物定量之精確度（劉棠瑞、蘇宏傑，1983）。

在樣區的位置劃設確立後，便是樣區的實際調查工作，其中包括樣區物理環境的調查，為了確實詳盡的敘述各個樣區的地理環境差異，每一個樣區的基礎環境調查是必要的，這些包括海拔高度、坡面走向、坡度、土壤結構和整體環境的敘述等；以及植物社會的調查，其一為青剛櫟群落結構和組成的調查，另一為青剛櫟族群結構和更新機制的調查；最後乃至數據資料的整理和分析。以下分別就這些步驟加以說明。

一、 樣區的劃設

採用英美學派的多樣區法（Multiple-Plot Method）之選擇性取樣法（劉棠瑞、蘇宏傑，1983），由於台灣植群社會的複雜特性，常常鑲嵌成塊狀分散的分佈狀況，不若歐洲大陸的溫帶氣候，其植群常呈現大面積的純林，故採用多樣區法；且考慮樣區的均質性和地形條件因素，而不用隨機取樣或是系統取樣，而以選擇性取樣來進行；另外對於不同的研究對象，往往劃設不同形狀的樣區，如張明財（1992）針對台灣穗花杉的研究，所劃設的圓形樣區，和吳宗穎（1993）對台灣肖楠族群生態研究所劃設的方形樣區，上述方形樣區和圓形樣區都是等距樣區中的例子，目前台灣森林植群調查多用方形樣區，而針對稀有或其他特殊物種，或是造林地幼苗成活率之調查，即有採用圓形樣區者。

本研究於布洛灣台地後方的步道上、岳王亭往研海林道的吊橋旁、豁然亭—天祥間步道和天祥附近以及洛韶附近等四處共劃設十八處 10m×10m 到 20m×20m 不等的樣區（詳如圖一），共有三十五個 10m×10m 的方形樣區，因為地形因素的考量，這十八處樣區的面積和形狀各不相同，原則上是在每一處劃設一到數個以 10m×10m 為單位的樣區，並再將其細劃分為 5m×5m 的小樣方，以利調查和資料分析的進行；在這十八處樣區中，樣區一位於布洛灣；樣區二、樣區三、樣區四和樣區十七位於豁然亭 - 天祥間的步道上，樣區六、樣區七、樣區九、樣區十一和樣區十六位於洛韶；樣區八位於白楊步道；樣區十、樣區十三、樣區十四和樣區十五位於天祥教會後方；樣區十二位於祥德寺旁的坡面；另外，樣區十八位於岳王亭旁。



圖一 樣區位置圖

二、物理環境的調查

(一) 海拔高度

以氣壓高度計配合樣區位置的地形圖，直接測量樣區的海拔高度。海拔高度為一間接影響因子，可作為局部氣溫之評估值，但若研究區之海拔高差不大，此因子便無顯著的作用（蘇鴻傑，1987）。

(二) 坡向

以手提水準儀測量樣區坡面走向。坡向係指樣區最大坡度所面臨的方向，此方向即為與等高線垂直之方向。不同坡向將導致太陽輻射、濕度和土壤水分之差異，間接影響植物生長。

(三) 坡度

利用坡度計測量各樣區的實際坡度，測量數次，以平均值表示較為準確。坡度影響土壤之安息角（angle of repose），故與土壤發育與堆積有關，其他如土壤排水，甚至是影響太陽的入射角及局部氣候，故坡度常與其他因子合併考慮，以評估局部氣候因子。

(四) 土壤結構

土壤結構是影響植物生長的重要因素之一，包含枯枝落葉層厚度、岩石裸露率、土壤含石率、土壤厚度和土壤的組成等，本研究針對枯枝落葉層厚度和岩石裸露率進行測量，在樣區中的不同點測量枯枝落葉層的實際厚度，求其平均值；岩石裸露率則以目測法估測樣區中地表岩石露出的比率。

(五) 地形位置描述

有些環境特徵並無法利用一定的標準模式來測定，例如樣區的周圍是否有公路出現，以及公路的方向等，或是樣區所處的地理區位等特徵，例如樣區可能位於山頂、稜脊、上坡、中坡、下坡和谷底等特殊位置，這些可稱為樣區所處的地形位置，上述的標準測量值，配合整體環境的敘述，才能較完整的表示出樣區所在基礎地理環境的差異性。

以下將各個樣區的環境資料整理如下表二：

表二 各樣區的環境資料

樣區編號	樣區位置	樣區面積 (m ²)	海拔高度 (m)	坡向	坡 度 (°)	岩石裸露 率(%)	鬱閉度 (%)	地形特徵
一	布洛灣	100	370	NE25 度	36.5	10-15	80	面向立霧溪谷的坡面
二	豁然亭步 道	200	920	S	46.7	0-5	65-70	位於稜線一側的陡坡上
三	豁然亭步 道	400	660	SE80 度	19.3	0-5	70	位於稜線一側的緩坡上
四	豁然亭步 道	300	640	SE80 度	28	5-10	75-80	為稜線上一處略寬的坡面
六	洛韶	100	1100	SE75 度	38.4	10	85	位於獵徑旁的陡坡上
七	洛韶	100	1010	SE72 度	33.3	40	80	位於獵徑旁的陡坡上
八	白楊步道	400	550	NW41 度	39	20	50	位於塔次基里溪和瓦黑爾溪匯流處附近的白楊步道旁
九	洛韶	400	1040	SE85 度	41.3	10	80-90	位於獵徑旁的陡坡上
十	天祥教會 後方	100	520	SW10 度	25	30	75	人為活動過的一個緩坡
十一	洛韶	400	1100	SE60 度	44	5	90	位於獵徑旁的陡坡上
十二	祥德寺旁	400	560	NE75 度	25	5-10	70	受到人為活動的影響
十三	天祥教會 後方	100	520	SW34 度	12	15	50	人為活動過的一個緩坡
十四	天祥教會 後方	100	520	W	33	25	55	臨塔次基里溪的一個坡面
十五	天祥教會 後方	100	530	SE33 度	38	70	40	岩石裸露率高的一處林窗地
十六	洛韶	100	990	SE34 度	32	30	85	位於獵徑旁的陡坡上
十七	豁然亭步 道	100	750	SW60 度	30	40	80	位於稜線一側的坡面上
十八	岳王亭旁	100	400	NW16 度	35	10	75	樣區一側為臨立霧溪的峭壁

三、群落結構和組成的調查

在樣區的基礎環境調查同時，便進行群落結構和物種組成的調查，群落結構包含垂直構造和水平構造，物種組成的調查即為每木調查和地被植物調查。故在群落的結構方面，調查樣區內喬木、灌木和地被植物的高度和覆蓋度；另外，調查樣區中物種的組成，利用頻度、蓋度和多度等測量參數，來表示群落的組成構造，更可進一步和樣區環境作一比較對照，這一部份，主要在於探討各個群落的物種組成和結構，在不同的環境間所表現出來的差異性。

四、族群結構和更新機制的調查

族群結構方面，記錄青剛櫟的株數、胸高樹圍、萌蘗數和實生苗數；在青剛櫟族群的分佈格局上，則記錄所有青剛櫟植株在整個樣區中出現的小樣方位置和座標。此外，植物更新可利用有性的方式，即利用種子的萌發，以及無性的方式，即利用萌蘗的方式來進行，目前對於青剛櫟的更新機制尚不很清楚，故將利用種子收集器來收集樣區內的種子，並記錄青剛櫟的實生苗數、植株的萌蘗數等，來判斷不同環境條件，青剛櫟所表現出的更新機制之異同；同時隨著青剛櫟的開花結果，並建立青剛櫟的物候資料。

五、資料分析

在經過上述的所有調查項目之資料的蒐集後，接下來的重點工作便是所得的資料分析，由於不同的樣區間之環境差異，和所在位置地形特徵的不同，各樣區的植群組成自然能夠反映出該樣區的环境特色，在這部份，計算各個樣區中組成植物的優勢度，列表比較，並將總共十八處的樣區分為三十四個 10m×10m 的樣區，做樣區的相似性比較，之後，將所有調查的青剛櫟之樣區，做植群類型的劃分，探討其和環境間的關係，以及多樣性分析。

除了樣區的植群組成之外，亦針對以青剛櫟族群為優勢的樣區，分析青剛櫟的族群結構和存活曲線，從這一個部份可以看出青剛櫟族群在樣區環境中所佔的位置和更新狀況，以及其在森林中演替的地位；另外，將青剛櫟按照不同大小的樹徑分級，分析其在樣區中呈現的分佈格局；再者，因為青剛櫟單一植株的萌蘗情形相當普遍，常常一棵植株多到二十幾個萌蘗分枝，但有的卻只有一個主幹，所以也將針對此部份的資料，看看青剛櫟萌蘗的情形是否因為樣區的環境不同而有變化；最後，利用所蒐集的青剛櫟實生苗和種子之資料，配合青剛櫟之族群結構資料，呈現青剛櫟族群的更新狀況。

（一）群落資料之分析

1. 各樣區植物之重要值

計算各個樣區中的喬木、灌木和地被植物的相對頻度、相對優勢度（或相對蓋度）

和相對多度，並加總算其百分重要值 (IVI)，計算式如下：

頻度：各物種出現的小樣區數 / 小樣區總數

優勢度 (喬木)：各物種的胸高斷面積和

蓋度 (灌木和地被植物)：各物種的覆蓋度佔樣區面積的百分比

多度 (喬木)：各物種出現的株數

相對頻度：頻度 / 所有物種的頻度和

相對優勢度：優勢度 / 所有物種優勢度和

相對蓋度：蓋度 / 所有物種蓋度和

相對多度 (喬木)：多度 / 所有物種多度和

重要值 (IVI)：(相對頻度 + 相對優勢度 (或相對蓋度) + 相對多度) / 3

2. 相似性計算

將所有 10m×10m 的樣區中所有調查的植物列表，計算每個樣區和其他所有樣區之間的相似性 (Anne E. Magurran, 1988)，作為植群分類的依據。

Jaccard 氏之相似性指數 (IS)：

$$IS = (c/a + b - c) \times 100\%$$

式中 a 為 A 樣區中所有的植物種數

b 為 B 樣區中所有的植物種數

c 為 A 和 B 樣區中共有的植物種數

3. 多樣性計算

計算不同樣區的數種多樣性指數 (孫儒泳等, 1995)，以比較在不同環境中，群落多樣性之差異，計算式如下：

Gleason 指數 $d_1 = S/\ln A$ (A：單位面積；S 為群落中物種的數目)

Margalef 指數 $d_2 = (S-1)/\ln N$ (N：觀察到的總個體數；S：群落中物種的數)

Simpson 指數 $D = 1 - \sum P_i^2$ (P_i ：隨機取樣的 2 個個體，屬於不同物種的機率)

Shannon-Weiner 指數 $H = - \sum P_i \ln P_i$

均勻度指數 $E = H/H_{\max} = E/\ln S$ (S: 群落中物種的數)

(二) 族群數量結構之分析

將樣區中調查的青剛櫟族群資料，包含從實生小苗、萌蘖分枝和樹幹的胸圍等整理後，作成青剛櫟族群的生命表、存活曲線和大小級結構；另外，由植物的密度效應可知，當一個環境中植物的密度不斷的增加時，環境中的營養元能供養的個體數量是不會無限的相對增加，而是會有一個最後平衡值產量，根據這個理論，我們分析了數個不同樣區青剛櫟族群的密度和優勢度的關係；最後根據青剛櫟植株的胸徑和樹高的資料，我們也分析了這兩者間的關係，並將它們的關係以圖示的方式呈現出來。

(三) 族群空間分佈格局分析

1. 將青剛櫟依照不同大小的樹徑級分為幼樹、小樹、中樹和大樹等四級，利用利用擴散係數方差除以均值 (S^2/x)，以及 t 檢定的結果 (江洪, 1992; 宋永昌, 1999)，來判斷不同大小級的青剛櫟植株是呈現何種分佈，其公示如下：

$S^2/x = 1$, 隨機分佈

$S^2/x > 1$, 集群分佈

$S^2/x < 1$, 均勻分佈

透過統計上的 t 檢定 (t-test)，在 $P = 0.05$ 的顯著水準下檢驗 S^2/x 的實測值與理論預期值 1 的顯著程度：

$$t = (\text{實測值} - 1 / \text{標準誤}) = ((S^2/x) - 1) / (S/\sqrt{n})$$

2. 同樣利用聚塊性指標 (m^*/m) 來判斷青剛櫟植株的分佈類型

其中 $m^*/m = 1 + (1/K)$

K 為負二項參數， $K = x^2 / (S^2 - x)$

$m^*/m = 1$, 隨機分佈

$m^*/m > 1$, 集群分佈

$m^*/m < 1$, 均勻分佈

(四) 無性系萌蘖與族群更新狀況分析

各樣區因為環境的條件不同，每一株青剛櫟母樹的萌蘖數和各樣區內的小苗數自然有所差異，將這一部份資料彙整，並和各樣區環境比對，期望能找出它們之間的關連性，從中推測環境對青剛櫟萌蘖情形以及小苗發育的影響。

另外利用種子收集器在樣區四和樣區十一，做種子的收集，將所得的資料依照不同日期所收集到的種子數量作成種子的數量的波動圖，並分析所收集到的種子之組成

成分。

伍、 結果與討論

經調查所得的樣區群落和族群的相關資料，分為下面七個部份討論：

一、 植群生態特徵

本研究的野外樣地範圍從布洛灣、天祥到洛韶附近，海拔高差從三百多公尺到將近一千兩百公尺，樣區環境自然有所差異，加上坡度、坡向和其他環境因子之影響，使得各樣區的物種組成不同，表現出樣區的環境特色。

(一) 樣區林型的劃分

在所劃設的十八處樣區中，再分成三十四個 10m×10m 的小樣區，透過所有樣區與其他樣區的相似性分析，以及將所有樣區的喬木層、灌木層和草本層物種的重要值列表後，將青剛櫟族群所出現的植物社會，分為青剛櫟林型、青剛櫟 - 太魯閣櫟林型和青剛櫟 - 細葉饅頭果林型三類，依據森林生態學上的說明，一般所謂的林型，係以森林社會為主，通常以上層喬木來識別及命名之，因為喬木層確可決定森林的外觀，亦為森林之主要產物，常以優勢木來命名之，分述如下：

1. 青剛櫟林型 (*Cyclobalanopsis glauca* forest type)

樣區二、樣區三和樣區四為這類植群型態的代表，其中青剛櫟所佔整個樣區內的重要值（下表三）都在 50 % 以上，經由相似性指數的比對，樣區二和樣區三的相似性約為 35 %，樣區二和樣區四的相似性約為 33 %，樣區三和樣區四的相似性約為 50 %，由這幾個樣區的環境來看，都位於豁然亭到天祥間的步道上，海拔高度在 650 到 900 公尺間，其地形為位於稜脊旁之坡面，坡向為南向坡或南偏東的坡面，雖然由前人的文獻可知，在國家公園內太魯閣櫟常常出現在坡度較陡的稜線上，但在此處確是以青剛櫟為絕對優勢的社會，其原因乃在於一般太魯閣櫟出現

表三 青剛櫟林型之樣區物種重要值

樣區 編號	喬木層				灌木層				草本層			
	優勢植 物與重 要指數	優勢植 物與重 要指數	優勢植 物與重 要指數	優勢植 物與重 要指數	優勢植 物與重 要指數	優勢植 物與重 要指數	優勢植 物與重 要指數	優勢植 物與重 要指數	優勢植 物與重 要指數	優勢植 物與重 要指數	優勢植 物與重 要指數	優勢植 物與重 要指數
樣區 二	青剛櫟 52.30%	疏果海 桐 10.18%	化香樹 6.14%	呂宋莢 迷 4.23%	疏果海 桐 27.38%	大葉叟 疏 16.96%	呂宋莢 迷 15.48%	細葉饅 頭果 11.31%	五節芒 29.72%	伏石蕨 10.83%	求米草 8.06%	大星蕨 7.78%
樣區 三	青剛櫟 65.54%	大葉叟 疏 10.04%	小葉桑 8.96%	細葉饅 頭果 3.40%	小葉桑 18.25%	野桐 11.69%	台灣紫 珠 10.26%	呂宋莢 迷 9.68%	五節芒 17.44%	天仙果 9.32%	求米草 7.04%	沿階草 5.85%
樣區 四	青剛櫟 64.72%	小葉桑 6.37%	江某 5.96%	楓香 4.91%	月橘 15.15%	小葉桑 12.10%	呂宋莢 迷 10.25%	野桐 9.31%	求米草 15.27%	五節芒 13.60%	天仙果 10.25%	沿階草 9.20%

的地方，大部份都在岩壁上，或是以石質土為成分居多的陡坡上，而此處的土壤發育還算可以，岩石裸露率只在 5 % 左右，且除了太魯閣櫟之外，相較於其他喬木，青剛櫟亦能存在於這種相對乾燥的環境，因為位於稜線上，在風的影響下，濕度相對較低，青剛櫟在這種環境中適應良好。

在青剛櫟林型的植群社會裡面，喬木層以青剛櫟為絕對優勢的物種，樹冠層的鬱閉度在 70 % ~80 % 之間，其他組成物種則包括，疏果海桐、呂宋莢迷、小葉桑、大葉叟疏、細葉饅頭果、檫木、九芎、月橘和野桐等，地被植物則為五節芒、求米草、沿階草、大星蕨、天仙果、鐵線連、菝契、澤蘭、月桃、小毛蕨、三葉崖爬藤、山葡萄和腎蕨等；喬木層高度第一層約在 9 到 11 公尺左右，灌木層在 1 到 3 公尺左右，地被植物則大部份都在 1 公尺以下。

由樣區環境和組成物種來看，有些地方會出現林窗，或是喬木生長不是那麼鬱閉的地方，會出現像野桐、呂宋莢迷和九芎等喜陽性的植物，而地被植物則有像五節芒等出現。

2.太魯閣櫟 - 青剛櫟林型 (*Quercus tarokoensis-Cyclobalanopsis glauca* forest type)
 由樣區物種相似性比較, 和樣區重要值表的結果顯示, 樣區八、樣區十、樣區十三、樣區十四、樣區十五、樣區十六和樣區十八屬於此林型, 各個樣區間物種的相似性由 25 % 到 35 % 不等; 在這幾個樣區中, 青剛櫟和太魯閣櫟各佔有優勢, 其中樣區八和樣區十以青剛櫟較為優勢 (表四), 佔 17 % ~35 % , 太魯閣櫟佔了 5 % ~15 % ;

表四 太魯閣櫟 - 青剛櫟林型之樣區物種重要值

樣區編號	喬木層				灌木層				草本層			
	優勢植物與重要指數				優勢植物與重要指數				優勢植物與重要指數			
樣區八	青剛櫟 34.95%	太魯閣櫟 14.77%	金毛杜鵑 10.70%	石楠 6.37%	金毛杜鵑 16.73%	青剛櫟 14.51%	疏果海桐 12.51%	太魯閣櫟 8.71%	沿階草 12.07%	複葉耳蕨 8.78%	石葦 8.30%	五節芒 8.02%
樣區十	檫木 19.07%	青剛櫟 17.58%	黃連木 14.17%	疏果海桐 10.18%	青剛櫟 16.17%	太魯閣櫟 14.09%	疏果海桐 13.52%	山肉桂 12.01%	台灣蘆竹 15.79%	五節芒 9.48%	腎蕨 9.48%	糙莖菝契 5.38%
樣區十三	太魯閣櫟 39.20%	青剛櫟 33.00%	呂宋莢迷 11.19%	黃連木 10.74%	太魯閣櫟 14.31%	呂宋莢迷 13.66%	山肉桂 12.79%	青剛櫟 9.55%	腎蕨 14.63%	台灣蘆竹 14.08%	石葦 12.17%	海州骨碎補 9.70%
樣區十四	太魯閣櫟 36.34%	青剛櫟 7.87%	疏果海桐 7.84%	九芎 6.76%	呂宋莢迷 14.60%	疏果海桐 14.19%	山肉桂 11.08%	台灣拓樹 10.89%	腎蕨 16.04%	台灣蘆竹 12.66%	五節芒 8.90%	大星蕨 6.83%
樣區十五	太魯閣櫟 46.10%	青剛櫟 14.20%	檫木 13.82%	細葉饅頭果 13.82%	疏果海桐 26.65%	青剛櫟 18.71%	山肉桂 10.93%	細葉饅頭果 10.21%	五節芒 26.64%	腎蕨 24.23%	求米草 6.31%	台灣蘆竹 5.74%
樣區十六	太魯閣櫟 19.11%	青剛櫟 16.06%	金毛杜鵑 7.09%	紅皮 5.45%	玉山紫金牛 19.68%	山肉桂 12.35%	疏果海桐 10.02%	金毛杜鵑 8.63%	腎蕨 16.37%	苔草 sp. 9.18%	大星蕨 8.16%	台灣沿階草 6.89%
樣區十八	太魯閣櫟 37.09%	石楠 11.30%	山黃梔 7.18%	青剛櫟 6.21%	呂宋莢迷 16.12%	疏果海桐 12.64%	太魯閣櫟 9.98%	金毛杜鵑 7.22%	大星蕨 25.22%	異葉卷柏 7.84%	麥門冬 7.61%	南海鱗毛蕨 5.28%

樣區十三、樣區十四、樣區十五、樣區十六和樣區十八則以太魯閣櫟較為優勢, 各樣區所佔的重要值大部份都在 35 % 到 45 % 之間, 而各樣區青剛櫟所佔重要值不等, 介於 6 % 到 33 % ; 不論青剛櫟和太魯閣櫟在各個樣區雖然佔有不等的重要值, 但青剛櫟和太魯閣櫟兩者的重要值加起來, 幾乎都在 40 % 和 50 % 以上, 顯示這些樣區乃以青剛櫟和太魯閣櫟為最優勢。

由這幾個樣區的環境來看, 除了樣區十六位於洛韶以外, 其他的樣區都位於綠水到天祥一帶, 根據前人的文獻和野外實地的觀察, 正好印證了太魯閣櫟在這些地區是相當優勢的植物, 尤其太魯閣櫟為東臺灣亞熱帶石灰岩植被的指標物種, 反映出局部的環境差異和物種在生態系統中的分化, 雖然太魯閣櫟在這些地區是非常優勢的植

物，但在做植群分類的時候，我們仍考慮其在植群分類系統中的地位和整體性，在這些樣區中，青剛櫟亦伴隨分佈，所以以兩者命名為太魯閣櫟 - 青剛櫟林型。由環境資料可知，這幾個樣區的岩石裸露率較高，平均在 30 % 左右，樣區十五更高達 70 %，岩石裸露率最低者為樣區十八，只有 10 %，但由地形資料的判斷，樣區位於緊鄰立霧溪的峭壁旁，其底岩為由變質大理岩組成的石灰岩，土壤發育不完全，土壤含石率亦高，顯示太魯閣櫟生長的环境常常在陡峭的岩壁，或是山坡接近稜線的地方，這些地方的岩石裸露率或是土壤含石率一般都較高。

這幾個樣區，除了樣區十六位於洛韶，海拔高度 990m 外，其他的樣區海拔高度都介於 400m 到 550m 之間，其中樣區八位於白楊步道，樣區十八位於岳王亭旁，是北向坡，其他樣區大致都是南向坡，受太陽照射較強；然而，如前面所敘述，樣區八位於白楊步道旁原有地形的稜線上，因為步道開發的緣故，才成為北向坡，樣區環境相當破碎，在坡面上方以黑色片岩為主，土壤淺薄且底質為岩石，以太魯閣櫟較優勢，而在坡面下方，雖然底質也是岩石，但累積較厚的崩積土，以青剛櫟較優勢，太魯閣櫟的數量則較少；另外樣區十八坡面雖然向北，又臨立霧溪，但由裸露的底岩可看出，是變質的大理岩，樣區旁是陡峭的岩壁，喬木以太魯閣櫟最佔優勢。樣區十、樣區十三、樣區十四和樣區十五都位於天祥教會後方，樣區環境的岩石裸露率都高，在 15 % 以上，其中樣區十五更高達 70 %，由地形和環境顯示，可將這幾個樣區視為一個整體，在這環境中，太魯閣櫟和青剛櫟兩者間歇分佈，但以太魯閣櫟較為優勢，在岩石裸露率高的樣區裡，太魯閣櫟的重要值也相對較高，如樣區十五岩石裸露率高達 70 %，坡度也最大，太魯閣櫟的重要值為 46.1 %。

在太魯閣櫟 - 青剛櫟林型的植物社會裡，除了洛韶（樣區十六）和岳王亭（樣區十八）兩個樣區，因為位於北向坡，且緊鄰溪谷，鬱閉度較高之外，其餘樣區的鬱閉度不高，都在 50 % 左右，林冠層的透光度自然提高。除了太魯閣櫟和青剛櫟之外，其他喬木有金毛杜鵑、石楠、檫木、黃連木、疏果海桐、呂宋莢迷、九芎、細葉饅頭果、紅皮和山黃梔等，灌木層則有疏果海桐、呂宋莢迷、山肉桂、小葉鐵仔、臺灣拓樹和臺灣紫珠等，地被植物則有沿階草、求米草、腎蕨、複葉耳蕨、臺灣蘆竹、五節芒、糙莖菝葜、石葦、海州骨碎補、大星蕨、異葉卷柏、麥門冬和南海鱗毛蕨等。喬木層第一層高度一般在 7 到 10 公尺左右，灌木層高度在 1 到 3 公尺左右，地被植物大部份都在 1 公尺以下。

太魯閣櫟和青剛櫟出現的林型大部份都在綠水到天祥一帶，常常在坡度較陡的山坡或岩壁環境，這些地方林冠的鬱閉度通常不是很高，有些林子裡甚至會出現林窗，在這些較透光的地方，則會出現呂宋莢迷、黃連木、臺灣紫珠或是九芎這些喜好陽光的植物，甚至會有較大片的五節芒出現，顯示在這些環境中，受到某些程度上的干擾，大型喬木尚未出現在這些受干擾的地方。

3. 青剛櫟 - 細葉饅頭果林型 (*Cyclobalanopsis glauca-Glochidion rubrum* forest type)

經由樣區物種相似性的比較和重要值列表分析，將樣區九、樣區十一和樣區十二歸為青剛櫟 - 細葉饅頭果林型，其中樣區九和樣區十一的相似性高達近 50 %，樣區九及樣區十一與樣區十二的相似性較低，只有 20 % 左右，但根據林型的定義，乃為森林中以喬木層的優勢樹種來命名，由樣區喬木的重要值判斷，仍將它們歸為同一林型；這幾個樣區青剛櫟的重要值都在 30 幾到 40 % 之間，樣區九和樣區十一較優勢的喬木，除了青剛櫟之外，為疏果海桐和細葉饅頭果，兩者所佔重要值的比例皆在 10 % 上下，而樣區十二細葉饅頭果的重要值也佔約 10 %，在這些樣區中，疏果海桐有的長得較高大成為類似小喬木的樣子，有的則是典型的灌木狀，因為考慮其在喬木層的地位並不是非常的顯著，故以青剛櫟和細葉饅頭果來命名，其重要值表如下（表五）：

表五 青剛櫟 - 細葉饅頭果林型之樣區物種重要值

樣區 編號	喬木層				灌木層				草本層			
	優勢植物與重要指數				優勢植物與重要指數				優勢植物與重要指數			
樣區九	青剛櫟 40.25%	疏果海桐 11.75%	細葉饅頭果 10.25%	山肉桂 5.25%	山肉桂 13.25%	玉山紫金牛 12.50%	台灣山桂花 9.25%	青剛櫟 9.00%	大星蕨 13.00%	苔草 sp. 8.50%	求米草 7.25%	腎蕨 4.50%
樣區十一	青剛櫟 35.25%	疏果海桐 11.00%	細葉饅頭果 9.75%	三斗石櫟 9.50%	玉山紫金牛 18.00%	三斗石櫟 11.50%	青剛櫟 9.00%	疏果海桐 7.50%	腎蕨 12.50%	大星蕨 11.00%	伏石蕨 4.50%	月桃 4.50%
樣區十二	青剛櫟 32.98%	細葉饅頭果 11.29%	檫木 7.28%	山枇杷 6.72%	青剛櫟 23.91%	月橘 16.12%	山枇杷 11.45%	疏果海桐 10.98%	白花瑞香 8.38%	大星蕨 5.82%	月橘 5.76%	求米草 5.76%

由環境資料來看，這三個樣區中，樣區九和樣區十一位於洛韶，樣區十二位於祥德寺旁，前兩者海拔高度將近 1100 公尺，祥德寺旁的樣區海拔高度則只有 550 公尺左右，樣區的坡度在 25 度到 45 度之間，算是較陡的坡面，然而樣區中的岩石裸露率不高，只有 5 % 到 10 % 之間，土壤發育較好，且位於山坡坡面的下方，靠近溪谷，受到水氣的滋潤，林相較為完整，林冠層的鬱閉度高，都在 70 % 到 90 % 間，樣區中出現像江某、臺灣山桂花和姑婆芋等較耐陰性的植物。

在青剛櫟 - 細葉饅頭果林型的植物社會裡，喬木層植物除了上述的青剛櫟、細葉饅頭果、疏果海桐之外，其他尚有阿里山千金榆、檫木、山肉桂、山枇杷和森氏紅淡比等；灌木和地被植物則有金毛杜鵑、玉山紫金牛、臺灣山桂花、月橘、長梗紫苧麻、長葉木薑子和胡頹子等；地被植物有大星蕨、小毛蕨、貫仲、卷柏、石葦、波氏星蕨、沿階草、烏蕨、鐵線蕨莠竹、懸鉤子和腎蕨等。喬木層第一層的高度在洛韶的兩個樣區較高，約在 10 到 15 公尺之間，並可明顯的分出喬木第二層高度約在 6 到 10 公尺

間，灌木層的高度約在 2 到 4 公尺間，地被植物則在 1 公尺以下；而樣區十二位於祥德寺旁的樣區，喬木層的高度不會很高，約在 7 到 10 公尺間，灌木層的高度在 1 到 3 公尺間，地被植物則在 1 公尺以下。這三個樣區的林冠鬱閉度較高，地被植物豐富，層間植物和附生植物如菝葜、三葉崖爬藤、玉葉金花、風藤、土伏苓、珍珠蓮、水龍骨科蕨類和伏石蕨等種類豐富。

(二) 樣區喬木層物種多樣性之比較

經由前述樣區林型的劃分，我們得到在太魯閣國家公園內之青剛櫟出現的植物社會的不同類型，配合樣區環境資料，我們欲比較在不同環境裡植物社會的多樣性，此多樣性的比較，包含物種的豐富度和物種的多樣性兩部份，因為在所用的量度多樣性的各項指數中，必須以植物的個體數為計算值，而在樣區調查時，灌木和地被植物都只調查其覆蓋度，故在此以喬木層的物種多樣性為探討的對象，選取部份樣區為代表，樣區的喬木層物種多樣性如下表六：

表六 樣區喬木層物種多樣性

	樣區面積	Gleason 指數	Margalef 指數	Simpson 指數	Simpson 指 數最高值	Shannon-W einer 指數	Shannon-W einer 指 數 E (均勻度) 最高值	
樣區二	200	2.83	3.49	0.86	0.93	2.25	2.71	0.83
樣區三	400	1.67	2.23	0.63	0.90	1.44	2.30	0.62
樣區四	300	1.75	2.65	0.76	0.90	1.84	2.30	0.80
樣區六	100	3.04	3.29	0.85	0.93	2.22	2.64	0.84
樣區七	100	3.47	3.63	0.87	0.94	2.36	2.77	0.85
樣區八	400	3.67	4.45	0.89	0.95	2.57	3.09	0.83
樣區九	400	3.34	4.09	0.80	0.95	2.10	3.00	0.70
樣區十	100	2.61	3.74	0.89	0.92	2.35	2.48	0.95
樣區十一	400	3.50	3.98	0.85	0.95	2.22	3.04	0.73
樣區十二	400	3.17	4.21	0.66	0.95	1.84	2.94	0.62

各項多樣性指數的分析方法在前面第四章資料分析的部份已經簡要的敘述，雖然不同樣區的面積不同，但各項多樣性指數並不是只考慮物種數的多寡，例如 Gleason 指數，是樣區的物種數除以樣區面積的自然對數，已考慮到了取樣面積大小不同的影響，而 Margalef 指數，則是(樣區物種數-1)除以樣區內個體數的自然對數，亦同時考慮了取樣面積大小的影響，這個觀念和 Gleason 指數是一樣的，因為當一個樣區的面積愈大，其內的個體數自然也愈多，故除以面積和除以樣區內個體數的觀念是相當的。

由表得知，樣區六、樣區七、樣區八、樣區九、樣區十一和樣區十二的物種豐富度指數是較高的，Gleason 指數都在 3.0 以上，而 Margalef 指數幾乎都在 3.5 以上，最高者為樣區八，其 Gleason 指數為 3.67，Margalef 指數為 4.45；另外，在物種的多樣性方面，樣區二、樣區六、樣區七、樣區八、樣區十和樣區十一的指數較高，最高者為樣區八，Simpson 指數為 0.89，Shannon-Weiner 指數為 2.57。

由表的結果看出，兩種豐富度指數計算結果之間是成正相關的，相關係數 $R =$

0.90，兩種多樣性指數的結果亦成正相關，相關係數 $R = 0.94$ ，也就是不論是豐富度或多樣性指數的兩種算法，均能用以表示樣區的物種豐富度和物種多樣性的情況，沒有多大的偏差。

樣區三和樣區四的物種豐富度和物種多樣性指數均低，如其 Gleason 指數分別只有 1.67 和 1.75，Shannon-Weiner 指數分別只有 1.44 和 1.84，顯示其環境的喬木多樣性是較低的；樣區九和樣區十二的物種豐富度高，甚至其 Margalef 指數分別是 4.09 和 4.21，但兩者的多樣性指數確是較低的，其 Shannon-Weiner 指數分別只有 2.10 和 1.84，表示樣區中的物種豐富度雖然較高，但是物種的數量分配並不均勻，導致其多樣性指數計算結果偏低，樣區九和樣區十二的均勻度分別只有 0.70 和 0.62；而樣區二和樣區十的物種豐富度並不非常高，Gleason 指數分別為 2.83 和 2.61，但其多樣性指數卻是較高的，Simpson 指數分別為 0.86 和 0.89，顯示其物種的數量分配是較均勻的，樣區二和樣區十的均勻度分別是 0.83 和 0.95，其中樣區十的均勻度甚至是所選取的樣區中，均勻度最高者。

二、青剛櫟物候

每一種生物，尤其是植物都會隨著季節的變化，而展現出不同的生物性，如開花結果或是抽芽落葉等，這一部份的結果，將野外調查時，所觀察到青剛櫟隨著季節變化而表現出來的物候特徵的資料整理如下表：

表七 青剛櫟的物候

一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月		
在樹上芽苞有殘留的殼斗，可見到芽苞	仍可見	花序開始出，剛長出幼葉	剛開長序，長出幼嫩的新葉	花序開始落	花序掉	初見到結果，常小顆	結果，非漸變大	果實漸實至成熟時的一半大小	果實約長成熟時的一	果實接近成熟，部份果實開始掉落	果實持續生長，部份果實以持續掉落	果實達到完，芽苞剛長出	果實幾乎已落

由青剛櫟整年的物候資料，將其整理成下面葉、花和果實各部份，分述如下：

青剛櫟在十一、十二月的時候，在其頂芽的地方會形成芽苞，初時較小，後漸漸長大，約可長至 8mm 左右，以度過冬天，到了隔年春天的時候，約到了三四月，就會長出淡紫紅色的新葉。

莖黃花序在三月的時候開始長出，到四月時，花序成熟，一般長度在 7、8cm，有的則可長至將近 10cm，而值得注意的是，就我們的記錄，花序長出的時間剛好和青剛櫟長出新葉的時間相當，都在三四月份。

花謝之後，接著自然就長出果實，青剛櫟的結果期從六月到十一月左右，六月時可見到青剛櫟開始長出非常小的果實模樣，只有一個小點狀，但可清楚的看出是青剛櫟的果實，應該可用具體而微來形容它，殼斗和堅果兩部份可清楚的分辨。

七、八月份果實持續成熟，到八月時青剛櫟大概長到成熟果實大小的一半左右，九月時果實漸漸成熟，一直到十月份，部份的青剛櫟已經成熟，而有的早熟的果實也開始掉落。

十一月是青剛櫟果實成熟的最顛峰時期，可見滿滿的整棵樹上皆是成熟的果實，果實通常長在枝條的末端，一般都兩三顆長在一起，但有的則是單獨一顆，也有多到五六顆長在一起的；果實成熟不久，就開始掉落，從十月開始有部份較早成熟的種子掉落，一直到十一月，種子持續掉落，可見到地上也是滿滿的掉落的種子，掉落地面的種子都呈黃褐色，觀察地面上的種子，有的被嚙齒類的動物啃食過，僅剩下堅果的外殼；有的在堅果上會有一個小小的蛀洞，裡面會有不知名的昆蟲的幼蟲，推測是在種子剛形成時，昆蟲產卵在種子裡面，並隨著種子的漸漸長大，幼蟲吃種子的子葉部份；有的種子則是落下後，可能因為種子本身品質不良的關係而爛掉，擠壓它時，感覺軟軟的，並會有水被擠出來。除了上面三種之外，有的是很小很小的種子，像是種

子剛開始在長成時的大小，這些未成熟的種子，可能是植株沒辦法提供所有形成的種子完全的養分，致使有些種子沒辦法成熟，或是未成熟時就掉落了。

十二月中旬以後，青剛櫟大部份的種子都已掉落地面，樹上僅留下少數的種子，而地面上則是掉落的種子；到一月的時候，樹上只殘留有少數青剛櫟的殼斗或是原本長果實的小枝條，地面掉落的種子數量則慢慢減少。

以上為在不同樣區不同海拔的青剛櫟族群的物候，所做的整理，基本上不同海拔高度的族群會有些微的差異，以低海拔的青剛櫟表現的物候較早，但差別不大。

三、族群數量結構統計

在所劃設的十八處樣區中，選取其中樣區面積在 200m²到 400m²者，作為分析青剛櫟族群數量結構的樣本，因為考慮到面積為 100m²的樣區，樣區面積太小，無法表現族群特徵，所以選擇樣區面積較大者，這些樣區分別為樣區二、樣區三、樣區四、樣區八、樣區九、樣區十一和樣區十二，其中樣區二的面積為 200 m²，樣區四的面積為 300 m²，其餘樣區面積都是 400 m²，因為青剛櫟萌蘖的情形是很普遍的，常常一棵植株多到十幾個萌枝，且萌枝的生長亦為其族群更新的一種方式，所以下面部份資料的分析，會把不含萌枝和含萌枝分成兩部分說明。

(一) 青剛櫟族群存活曲線

存活曲線一般有三種基本類型，因為過去的實驗，大部份都是以動物為例，因此文中也以動物的例子作說明，依照 Deevy 的劃分（江洪 1992），型呈凸曲線，多數個體都能存活到該物種的生理年齡，但當達到該生理年齡時，則大量死亡，如猴子、山羊等哺乳類動物；型呈直線，各年齡的死亡率相等，如嚙齒類動物；型是凹曲線，個體早期死亡率非常高，但過了某個年齡階段後，存活下來的個體就能活較長的時間，如魚類和許多的無脊椎動物。

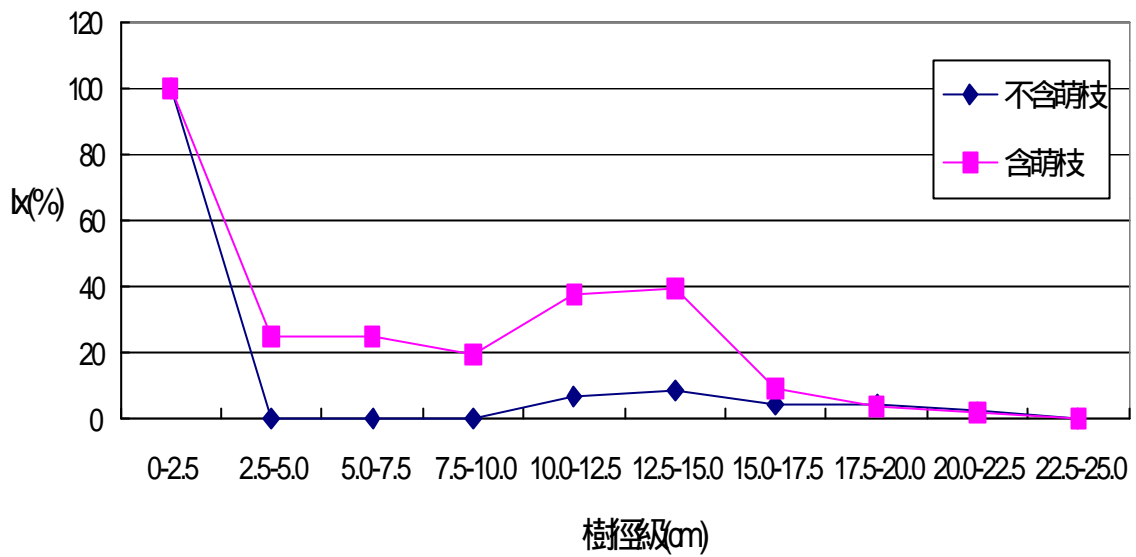
首先，將這幾個樣區內所有青剛櫟的苗木，以樹木的胸高直徑分級，胸徑在 2.5 公分以下歸為一個等級，2.5 公分到 5.0 公分為一等級，其他類推，每 2.5 公分為一等級，根據樹徑級與青剛櫟苗木的株數，編製青剛櫟族群的靜態生命表，然後再根據生命表中各齡級的存活率 (lx)，畫製各個樣區青剛櫟族群的存活曲線（圖二到圖八）。

從這幾個樣區的青剛櫟存活曲線，直接反映了青剛櫟族群數量動態的某些特徵：
1. 族群存活率的變化；2. 在不同生境下，族群的數量變化趨勢。

以下分別呈現各樣區青剛櫟族群的存活曲線：

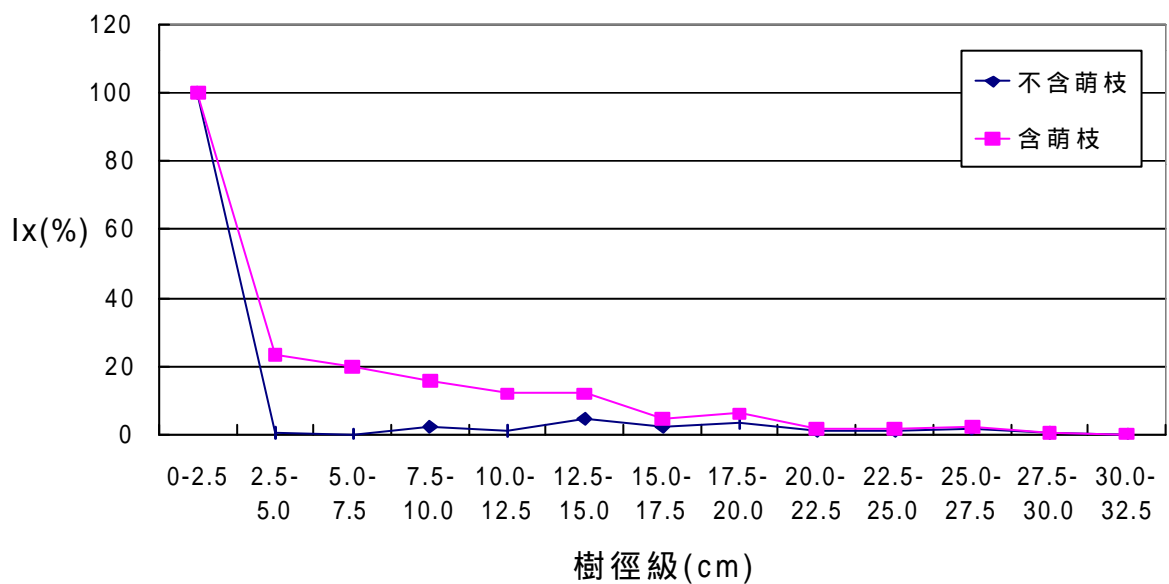
樣區二的青剛櫟族群存活曲線是屬於型（圖二），其存活率在第一個樹徑級就急遽的下降，雖然在樹徑級 7.5-10.0cm 之後的數量略為上昇，但其波動不大，大致上族群的存活率在過了第一個樹徑級之後是緩慢下降的；由圖二中可看出，中間 2.5-7.5cm 兩個數徑級的青剛櫟數量是零的，此可能因為該族群在幼苗的更新上出現了斷層所導致。

樣區三的青剛櫟族群存活曲線是屬於型（圖三），其存活率也是在第一個樹徑級就急遽下降，不含萌枝部份的存活曲線，在第二個樹徑級就降為零，而含萌枝的部份則可看出是較為平滑的曲線，在這之後的樹徑級之青剛櫟存活率則緩慢下降。



圖二 樣區二青剛櫟族群存活曲線

呈 型存活曲線，其中在 10.0-12.5cm 和 12.5-15.0cm，兩個樹徑級的個體存活率略微上昇。



圖三 樣區三青剛櫟族群存活曲線

呈 型存活曲線，存活率在第一樹徑級之後急遽下降，含萌枝部份，存活率在第二樹徑級後則緩慢下降。

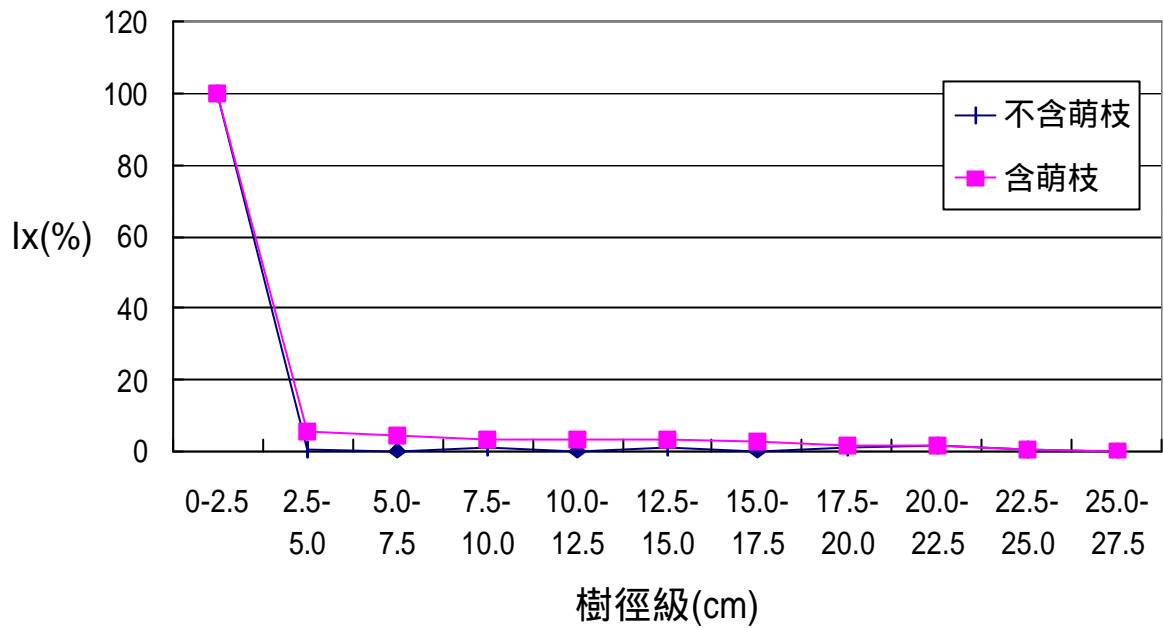
樣區四的青剛櫟族群存活曲線基本上還是屬於 型（圖四），由圖可看出，該族群的存活率在第一個樹徑級急遽下降後，由於其他樹徑級的個體數非常的少，以致圖中其存活率幾乎接近零，在之後的其他樹徑級的存活率則是在接近零的邊緣波動，此結果乃由於調查時，第一樹徑級的個體數量非常的多，使其他樹徑級的個體數相較之下，比例就顯的較低，形成像是 L 形的存活曲線，而不是很平順的曲線。

樣區八的青剛櫟族群存活曲線是較典型的 型曲線（圖五），不論是不含萌枝或是含萌枝的部份，都呈現較平順的曲線，從圖中可看出，特別是在含萌枝的部份，第一和第二樹徑級的個體，其存活率下降較快，表現出 型存活曲線的特徵，之後的樹徑級個體的存活率則緩慢下降；而不含萌枝的部份，因為第二樹徑級的個體數較少，使得存活曲線的轉折看起來較為明顯，但和後面幾個樹徑級的個體相比較，其存活率下降仍是較多的，故樣區八的青剛櫟族群存活曲線，整體看來是較典型的 型存活曲線。

樣區九的青剛櫟族群存活曲線也是 型曲線，由圖中可看出，不論是不含萌枝或是含萌枝的存活曲線，大致上是較完整的 型曲線，除了第三樹徑級的個體數較少外，第一、第二和第四樹徑級的個體，其存活率下降都較多，而之後的個體存活率則不是很明顯的上下震盪，緩慢下降；會有這樣的結果，可能原因為在第三樹徑級個體更新的時候，出現了落差，使得族群中這個樹徑級大小的個體數量較少，才會有這樣的結果。

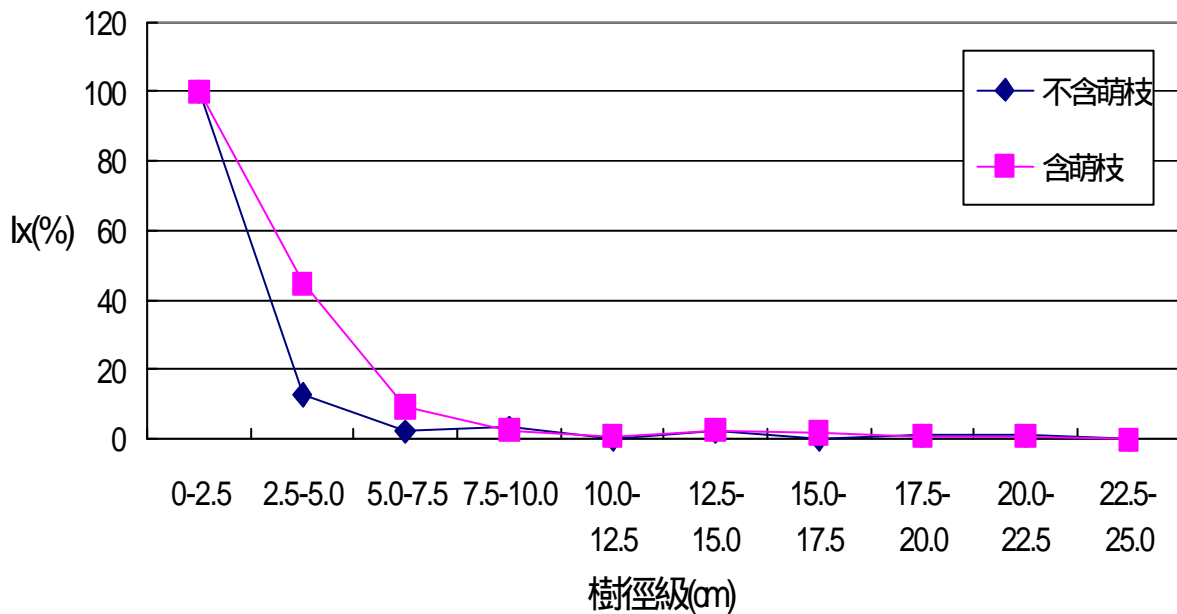
樣區十一和樣區九的存活曲線形狀相似，也是 型的存活曲線，在前面第一和第二樹徑級的個體其存活率下降較多，除了因為樹徑級在 17.5-20.0cm 的個體數較多，而形成曲線的突起之外，後面樹徑級的個體存活率都緩慢下降。這種前面齡級的個體存活率急遽的下降，而後面齡級的個體存活率緩慢的下降，呈現 型的存活曲線。

樣區十二的青剛櫟存活曲線，乍看之下可能會判斷為 型的存活曲線，因為其個體的存活率雖然在前面幾個樹徑級下降是較多的，但在後面幾個樹徑級的個體，其存活率下降亦不少，似乎存在著不同樹徑級的個體有著相當的死亡率；但仔細的研究，我們可發現，由於這個樣區青剛櫟的樹齡較小，樹徑級較小的關係，樹徑最粗的植株直徑也只有 15.0-17.5cm，相較於其他樣區，其族群的年齡是較低，如果把族群的年齡拉長，也就是樹徑級較大的個體數量增加的話，則後面的族群存活曲線就會比較平緩；另外一個原因是這個樣區的第一樹徑級的青剛櫟株數較少，使得其他樹徑級的存活率自然較高，就不是很清楚的呈現 型的存活曲線，如果考慮前面兩個因素的話，則此樣區的青剛櫟族群存活曲線，也會是 型的。



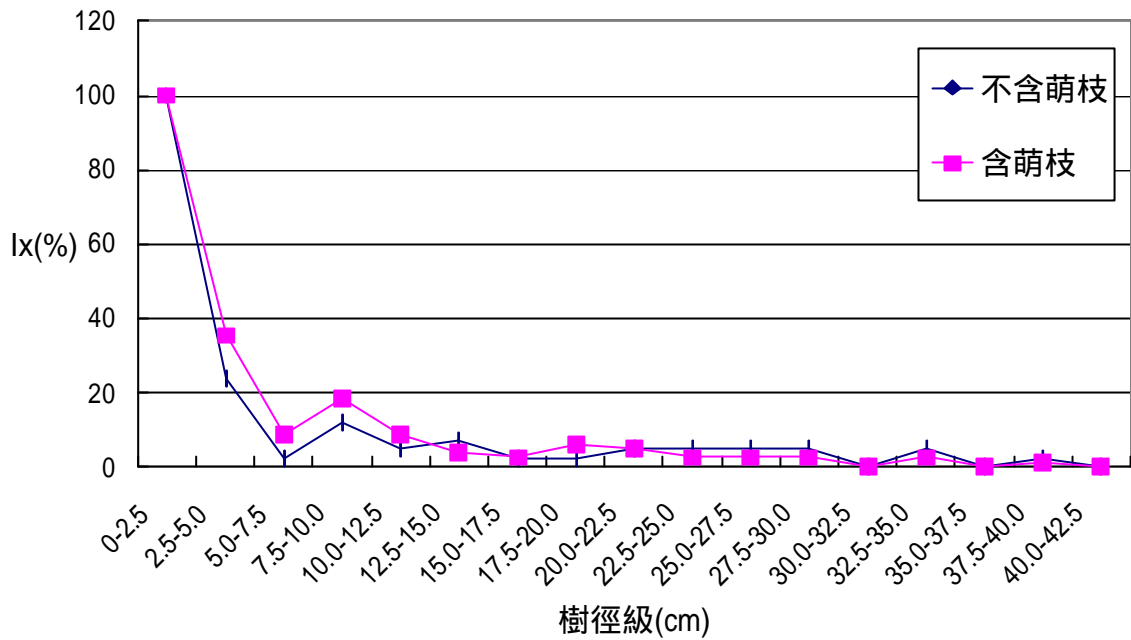
圖四 樣區四青剛櫟族群存活曲線

呈 L 型存活曲線，由於第一樹徑級的個體佔了非常高的比例，而其他樹徑級個體的存活率則顯得較低，形成像是 L 形的存活曲線。



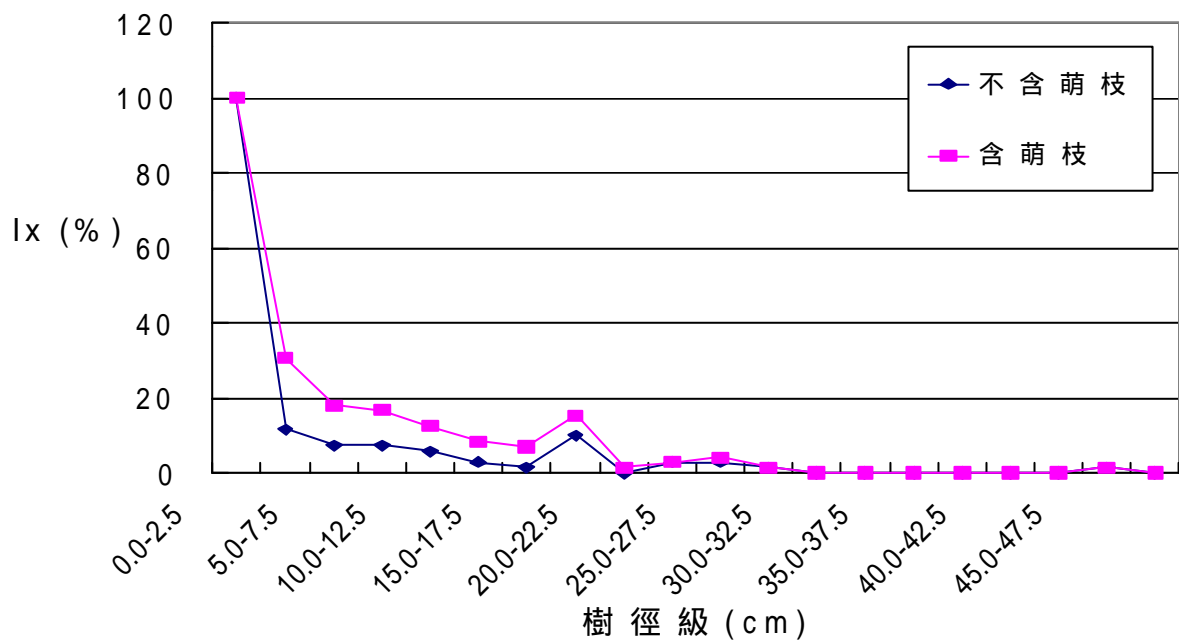
圖五 樣區八青剛櫟族群存活曲線

較典型的 型存活曲線，不論是不含萌枝或含萌枝的部份，在前面幾個樹徑級，個體的存活率下降較快，之後則緩慢下降。



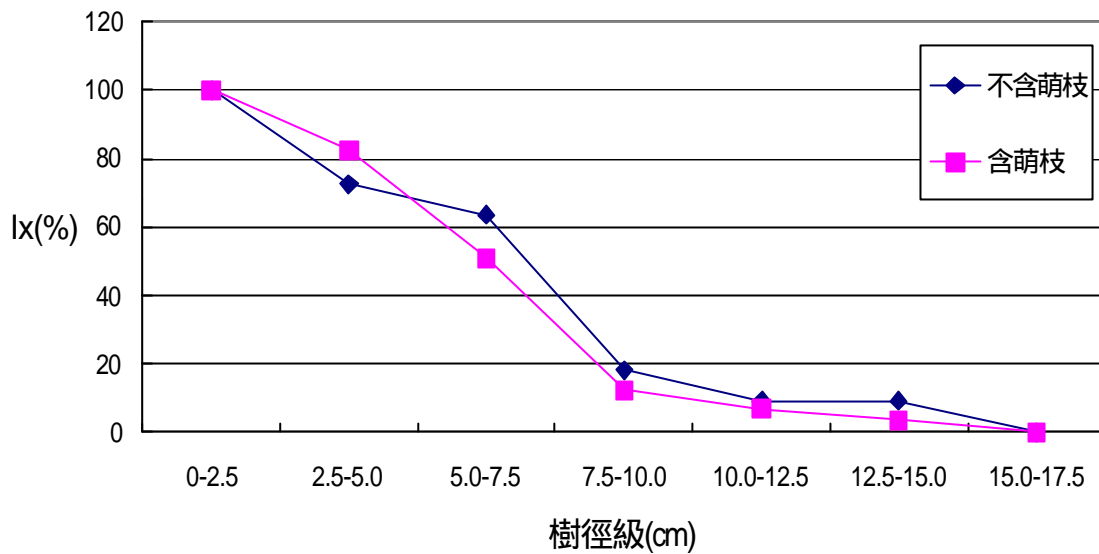
圖六 樣區九青剛櫟族群存活曲線

呈 型存活曲線，除了第三樹徑級個體數較少外，前面幾個樹徑級的個體存活率下降較快，之後則緩慢下降。



圖七 樣區十一青剛櫟族群存活曲線

和樣區九的存活曲線相似，除了在樹徑級 17.5-20.0cm 的個體數量較多，存活率圖形成一個凸起之外，基本上也是 型存活曲線。



圖八 樣區十二青剛櫟族群存活曲線

乍看之下會以為是 型的存活曲線，但經過仔細的判斷，仍屬於 型存活曲線。

(二) 各樣區族群生命期望值比較

從上面族群的存活曲線，可看出青剛櫟族群的存活率變化，大致上是屬於 Deevy 所提出的 型，但各樣區存活曲線仍有些微的差異，為了比較各樣區間青剛櫟族群數量和存活率的變動，把各樣區的生命表中的生命期望值欄綜合整理，以下先以樣區十二的青剛櫟族群生命表為例（表八、表九），說明生命表的製作過程和各項目所代表的意義。

首先，將樣區內的青剛櫟植株按照胸高樹徑大小分級，0-2.5cm 為第一等級，以後每 2.5cm 為一個等級，分成數個不同的等級。各項分析參數如下：

$$lx \text{ (存活率)} = \left(\frac{\text{該樹徑級的存活數}}{\text{第一樹徑級的存活數}} \right) \times 100 \%$$

$$dx \text{ (標準化死亡率)} =$$

$$\left(\frac{\text{該樹徑級的存活數} - \text{下一個樹徑級的存活數}}{\text{第一樹徑級的存活數}} \right) \times 100 \%$$

$$qx \text{ (死亡率)} =$$

$$\left(\frac{\text{該樹徑級的存活數} - \text{下一個樹徑級的存活數}}{\text{該樹徑級的存活數}} \right) \times 100 \%$$

$$Lx = \left(\frac{\text{該樹徑級的存活率} + \text{下一個樹徑級的存活率}}{2} \right)$$

$$Tx = \text{該樹徑級的平均存活率 (Lx) 累加到最後一個樹徑級的平均存活率 (Lx)}$$

$$Ex \text{ (生命期望值)} = \frac{\text{該樹徑級的 } Tx}{\text{該樹徑級的存活率 (lx)}}$$

表八 樣區十二青剛櫟族群生命表 (不含萌枝)

x (樹徑級)	nx (存活數)	lx (存活率)	dx(標準化 死亡率)	qx (死亡率)	Lx	Tx	Ex(生命期 望值)
0-2.5	22	100.00	27.27	27.27	86.36	222.73	2.23
2.5-5.0	16	72.73	9.09	12.50	68.18	136.36	1.88
5.0-7.5	14	63.64	45.45	71.43	40.91	68.18	1.07
7.5-10.0	4	18.18	9.09	50.00	13.64	27.27	1.50
10.0-12.5	2	9.09	0.00	0.00	9.09	13.64	1.50
12.5-15.0	2	9.09	9.09	100.00	4.55	4.55	0.50
15.0-17.5	0	0					

表九 樣區十二青剛櫟族群生命表 (含萌枝)

x (樹徑級)	nx (存活數)	lx (存活率)	dx(標準化 死亡率)	qx (死亡率)	Lx	Tx	Ex(生命期 望值)
0-2.5	57	100.00	17.54	17.54	91.23	206.14	2.06
2.5-5.0	47	82.46	31.58	38.30	66.67	114.91	1.39
5.0-7.5	29	50.88	38.60	75.86	31.58	48.25	0.95
7.5-10.0	7	12.28	5.26	42.86	9.65	16.67	1.36
10.0-12.5	4	7.02	3.51	50.00	5.26	7.02	1.00
12.5-15.0	2	3.51	3.51	100.00	1.75	1.75	0.50
15.0-17.5	0	0					

上面兩個表中所呈現的資料，分別為樣區十二青剛櫟的植株不含萌枝和含萌枝的族群生命表，兩個表最主要的差異，只在於表九的資料為含有萌枝，故其在前面幾個樹徑級的個體存活數較不含萌枝者高，後面的樹徑級的個體，因為植株的胸徑大，而萌枝自然較少，所以個體數量較不萌枝者增加不多，由於這個關係，含萌枝的族群生命表，因為隨著樹徑的增加，族群的數量變化較大，使得其各個樹徑級的生命期望值都較不含萌枝者為低。

而為了比較不同樣區間族群的差異，將各個樣區的不同樹徑級族群生命期望值整理成下表十、表十一，不含萌枝和含萌枝兩個部份討論：

表十 青剛櫟族群生命期望值（不含萌枝）

樹徑級	樣區二	樣區三	樣區四	樣區八	樣區九	樣區十一	樣區十二
0.0-2.5	0.76	0.68	0.54	0.74	1.31	1.05	2.23
2.5-5.0	資料不足	32.50	12.50	1.32	2.90	4.25	1.88
5.0-7.5	資料不足	資料不足	資料不足	4.00	23.50	5.50	1.07
7.5-10.0	資料不足	7.50	3.50	1.83	4.10	4.50	1.50
10.0-12.5	3.50	13.50	資料不足	資料不足	8.50	4.50	1.50
12.5-15.0	1.75	2.75	4.00	1.50	4.83	7.50	0.50
15.0-17.5	2.00	4.00	資料不足	資料不足	12.50	13.50	
17.5-20.0	1.00	1.83	3.00	1.50	11.50	1.36	
20.0-22.5	0.50	3.50	0.75	0.50	5.00	資料不足	
22.5-25.0		2.50	0.50		4.00	2.50	
25.0-27.5		0.83			3.00	1.50	
27.5-30.0		0.50			2.00	1.50	
30.0-32.5					資料不足	資料不足	
32.5-35.0					1.00	資料不足	
35.0-37.5					資料不足	資料不足	
37.5-40.0					0.50	資料不足	
40.0-42.5						資料不足	
42.5-45.0						資料不足	
45.0-47.5						0.50	

表中「資料不足」的地方為樣區中該樹徑級的青剛櫟數量為零，以致資料在運算中，無法完全顯示。

從表十可直接的看出，這幾個樣區的青剛櫟最大的植株胸徑，樣區九和樣區十一位於洛韶附近，青剛櫟樹齡較大，分別可長到樹徑 40 和 45 公分左右；而樣區二、樣區三和樣區四位於豁然亭到天祥間的步道上，青剛櫟胸徑在 20 到 30 公分之間，樣區八位於白楊步道旁的一個小坡面上，和豁然亭步道上這幾個樣區的植株大小接近，最大胸徑也是在 20.0 到 22.5 公分之間；這幾個樣區中，以樣區十二的青剛櫟植株樹徑最小，最大植株胸徑只有 12.5 到 15.0 公分之間。

從上面資料我們得知，除了樣區十二之外的其他六個樣區，在樹徑級 2.5 到 12.5 公分之間的個體有較高的生命期望值，樣區二出現在 10.0 到 12.5 公分之間；樣區三和樣區四出現在 2.5 到 5.0 公分之間；樣區八、樣區九和樣區十一出現在 5.0 到 7.5 公分之間。這個訊息顯示，由於青剛櫟族群在最初的樹徑級會產生較多的苗木數量，但在

過了第一樹徑級之後，由於存活數降低，之後樹木的存活率則緩慢下降，使得在過了第一樹徑級的個體，也就是表中的第二到第五的樹徑級個體有較高的存活率。

另外值得注意的是，都位於洛韶的樣區九和樣區十一在樹徑級 15.0 到 17.5 公分之間的個體，出現另一個存活率較高的波峰，此可能是單純調查時，植株數量的變化所導致統計上的結果，而不具有生態上的意義；也有可能是這一批的植株，在當時生長時的數量較前後時期的植株數量較多，也就是植物豐年的結果。

而樣區十二，從表中可知道其族群年齡並不高，最大的植株胸徑只有 12.5 到 15.0 公分左右，且由於樣地的環境之前受到人為干擾的影響，第一樹徑級的數量不是特別多，與其他樣區的第一樹徑級個體數量較多的情況不同，而有生命期望值最高是出現在第一樹徑級的現象。

表十一 青剛櫟族群生命期望值（含萌枝）

樹徑級	樣區二	樣區三	樣區四	樣區八	樣區九	樣區十一	樣區十二
0.0-2.5	2.11	1.49	0.75	1.14	1.49	1.69	2.06
2.5-5.0	5.93	3.73	4.17	0.94	2.29	3.41	1.39
5.0-7.5	4.93	3.30	3.90	1.60	6.93	4.42	0.95
7.5-10.0	5.14	3.00	4.14	3.17	2.50	3.75	1.36
10.0-12.5	1.93	2.83	3.50	7.50	3.79	3.83	1.00
12.5-15.0	0.86	1.83	2.50	1.83	7.17	4.50	0.50
15.0-17.5	1.10	3.06	1.72	1.50	9.50	4.30	
17.5-20.0	1.00	1.42	1.70	1.50	3.10	1.23	
20.0-22.5	0.50	3.17	0.70	0.50	2.75	7.50	
22.5-25.0		2.17	0.50		4.00	3.00	
25.0-27.5		0.75			3.00	1.17	
27.5-30.0		0.50			2.00	1.50	
30.0-32.5					資料不足	資料不足	
32.5-35.0					1.00	資料不足	
35.0-37.5					資料不足	資料不足	
37.5-40.0					0.50	資料不足	
40.0-42.5						資料不足	
42.5-45.0						資料不足	
45.0-47.5						0.50	

表十一是含萌枝的青剛櫟族群生命期望值表，由於萌枝數量的補充，原本有些資料空缺不足的地方得以補足，只有樣區十一樹徑級在 30.0 到 45.0 公分之間的個體，因

為沒有個體數量而出現連續資料不足的情形。

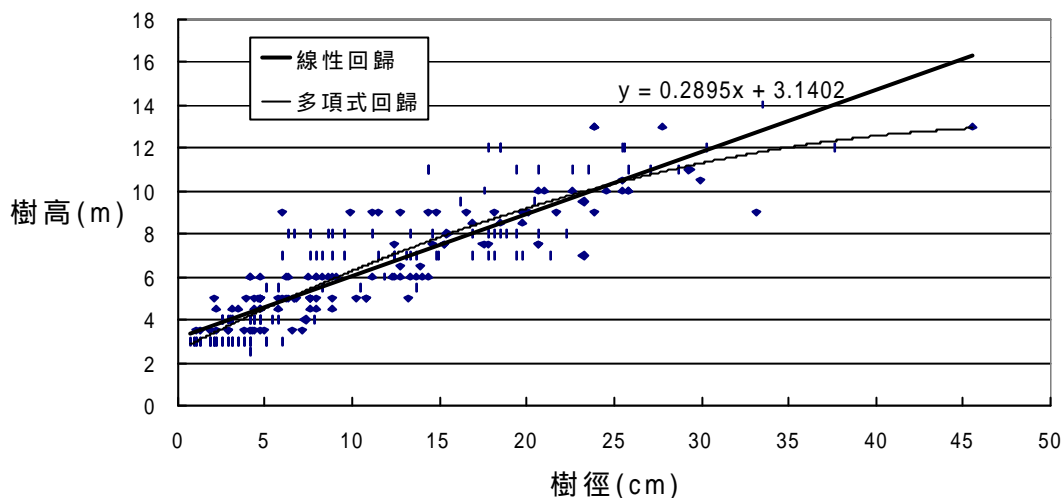
由於萌枝的出現，一定是至少有一個基株（母株）存在，所以此表和不含萌枝的資料相比，大致上的生命期望值變化是相似的，但顯得較為完整，除了樣區十二之外的其他樣區，生命期望值較高的地方，也是出現在 2.5 到 10.0 公分之間；同樣地，樣區九和樣區十一也有另一個生命期望值波峰，是在 15.0 到 17.5 公分附近。

樣區十二和不含萌枝的資料一樣，生命期望值最高的地方，也是在第一樹徑級上，為 2.06，顯示其族群在剛開始時的數量減少不大，也就是存活率下降的不多，才會有如此的結果。

(三) 青剛櫟樹高與樹徑大小的關係

將所有樣區內青剛櫟植株的樹徑與樹高的資料，先排在表格上，再依表格的內容，做成下圖，所有植株的資料中，樹徑最大者為 45.5 公分，該植株的樹高為 13 公尺，位於樣區十一；而樹高最高者為 14 公尺，該植株的樹徑為 33.4 公分，位於樣區九。樣區九和樣區十一都位於洛韶，由前面的資料分析我們知道，這兩個樣區的樹齡都較大，因此最大的樹徑和最高的樹出現在這裡應該可以理解的。

根據這些資料，做成線性與多項式回歸，得下圖九，以樹徑為橫軸，樹高為縱軸做圖，得到兩者線性回歸的關係式是 $y = 0.2895x + 3.1402$ ，兩者的相關係數是 0.88，



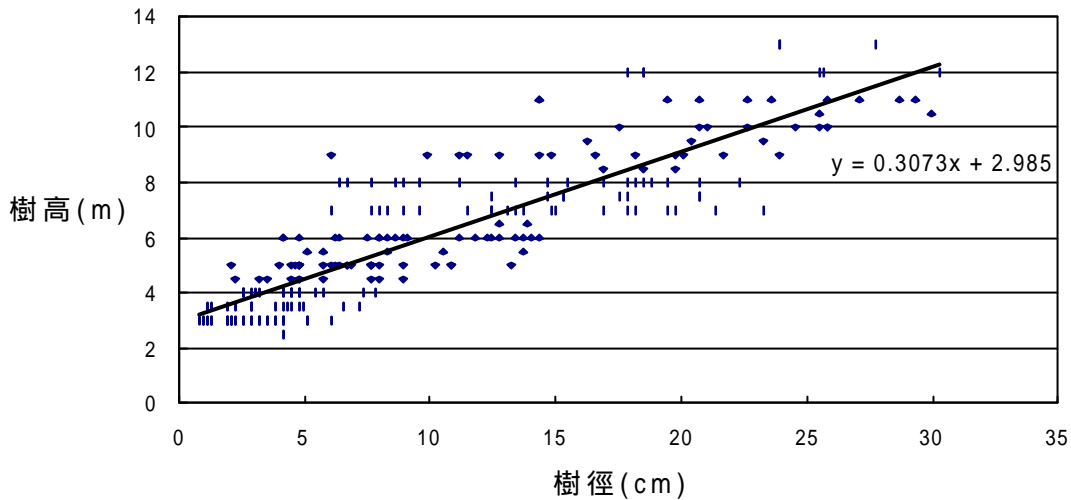
而 $R^2 = 0.7722$ ；若對兩者做多項式回歸，其相關係數是 0.89，而 $R^2 = 0.7905$ 。

圖九 青剛櫟植株樹徑與樹高分佈圖（一）

由其線性回歸線和多項式回歸線可知，青剛櫟在樹徑大於 30 公分以後，其樹高的增長趨於平緩。

由此分佈圖的右上部份最後四個資料可約略看出，當樹徑大到某一個程度時，樹高增長的程度是趨於緩和的，這四個資料分別為樹徑 30.2 公分，樹高 12 公尺；樹徑 33.4 公分，樹高 14 公尺；樹徑 37.6 公分，樹高 12 公尺；樹徑 45.5 公分，樹高 13 公尺，這四個資料的樹徑分別從 30.2 到 45.5 公分，但樹高都只在 12 到 14 公尺之間，並沒有明顯得隨樹徑的增大而長高；且從線性回歸線和多項式回歸線也可看出，樹徑在 30 公分以下之資料，兩者的相關位置是很接近的，而樹徑在 30 公分以上，樹高約在 12 公尺左右，樹高的增長則趨於平緩，這和我們一般對闊葉樹的認知是相當的。

從前面的敘述可知，青剛櫟樹徑與樹高的關係，在樹徑達 30 公分以上時，樹高的增長趨於平緩，而樹徑在 30 公分以下，樹徑與樹高大致是呈線性相關，因此把樹徑大於 31 公分的資料去除，做成樹徑與樹高的關係圖，其關係式為 $y = 0.3073x + 2.983$ ，兩者的相關係數為 0.88。



圖十 青剛櫟植株樹徑與樹高分佈圖（二）

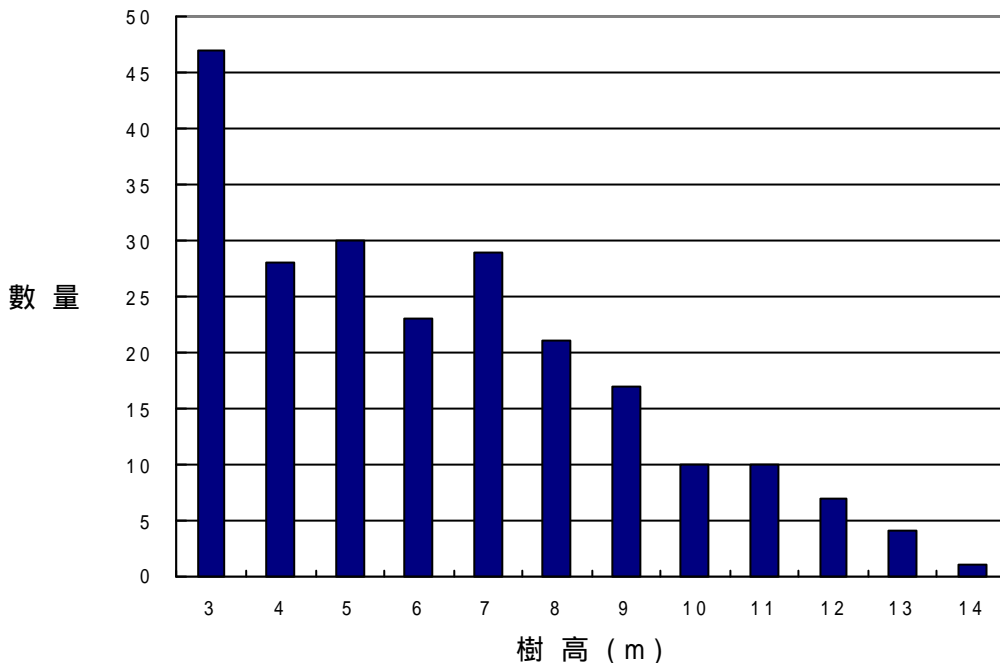
扣除胸徑大於 30 公分的個體，青剛櫟的樹徑和樹高呈直線相關，回歸線關係式為 $y = 0.3073x + 2.985$ 。

由圖十可看出，扣除最後四筆資料，青剛櫟樹徑與樹高呈線性相關，也就是樹徑在 30 公分以下，和樹高在 12 公尺左右以下的青剛櫟個體，其樹高大致隨著樹徑的增大而增長，斜率為 0.3 左右，也就是存在著樹徑每增加 10 公分，樹高平均增長 3 公尺的關係。

因為少了最後幾筆資料的影響，圖十中回歸線的斜率比圖九中回歸線的斜率略大，與 Y 軸形成的截距也較小，為 2.985，表示當青剛櫟植株大約長至接近 3 公尺高時，其胸徑才漸漸增大。

(四) 青剛櫟樹高的數量關係

將所有樣區內的青剛櫟樹高的數量分佈整理成表，再將其製成下圖十一，說明不同的樹高在數量上呈現的差異。



圖十一 青剛櫟的樹高數量分佈圖

以 3 公尺的數量最多，但大部份的樹高都集中在 4 到 7 公尺之間，10 公尺以上的樹數量則較少。

由前面青剛櫟樹徑與樹高的關係可知，當青剛櫟植株的胸徑達 1 公分時，其樹高約為 3 公尺左右；故這部份的資料只是青剛櫟植株，樹徑在一公分以上的樹木的集合所呈現的結果，並不包含一公分以下的苗木或幼苗。

由圖十一可看出，青剛櫟的樹高數量分佈，由較矮的樹向較高的樹逐次減少，3 公尺高的樹木數量最多，有 45 棵以上；4 到 7 公尺間的樹木數量變化不大，大約都在 30 棵左右，只有 6 公尺高的樹木數量較少；而樹高從 7 公尺以後的數量就逐漸減少，14 公尺高的樹只有一棵。

圖中顯示，除了 3 公尺高的樹木數量最多以外，大部份的樹木高度在 4 到 7 公尺之間，10 公尺以上不含 10 公尺的數量只有 22 棵，所有青剛櫟植株的樹高平均值是 6.4 公尺，標準差是 2.7 公尺。

四、族群空間分佈格局

族群是由許多的個體組成，由於族群棲地內的生物與非生物環境的相互作用，使族群內個體的組成有一定的規律性，族群中的個體在環境中的分佈狀況或聚集程度為其空間分佈格局，空間分佈格局不但因種而異，且同一種的個體在不同的發育階段、族群密度與環境條件下，也會有不同的分佈狀況。

青剛櫟族群空間分佈格局的分析，是將前述七個同樣做青剛櫟族群質量分析的樣區中的樹木，按照樹徑級的大小分為幼苗、小樹、中樹和大樹四個等級，幼苗樹徑級 < 2.5 cm，小樹樹徑級在 2.5 到 7.5 cm 間，中樹樹徑級在 7.5 到 22.5 cm 間，大樹樹徑級 > 22.5 cm (蔡飛等, 1998; 蔡飛等, 1999)，依照聚集強度的分析原理，以擴散係數和聚塊性指標兩項參數，作為判斷青剛櫟族群分佈格局的依據，兩項參數的分析方法，已在前面研究方法與步驟中的資料分析部份做了說明，下表十二為各樣區青剛櫟族群的空間分佈格局。

表中樣區三、一的情形是，樣區三面積為 400m²，其中有部分的樣區因為豁然亭步道經過，在步道經過的範圍內，由於地面土壤被踏平的緣故，很少地被植物的覆蓋，也因此只有青剛櫟樹徑較大的植株生長，很少的幼苗出現，因此特將其劃分出來，該部份的面積為 200m²，為步道沒有經過的地方；而樣區三則保持為原樣區的範圍。為了能更清楚地看出各樣區間的差異，特別將各樣區幼苗和所有植株的密度 (單位：株數 / 100m²) 放入表中，表中空白的部份，因為資料不足而無法呈現。

表十二 青剛櫟分佈格局表 (密度：株數 / 100m²)

	樣區二 豁然亭	樣區三 豁然亭	樣區三、一 豁然亭	樣區四 豁然亭	樣區八 白楊步道	樣區九 洛韶	樣區十一 洛韶	樣區十二 祥德寺
幼苗密度	23.0	46.5	93.0	109.3	21.3	10.5	17.3	5.5
植株密度	29.0	54.7	99.5	113.8	26.3	19.3	26.8	15
幼苗	集群分佈	集群分佈	隨機分佈	集群分佈	集群分佈	隨機分佈	隨機分佈	隨機分佈
小樹		隨機分佈	隨機分佈	隨機分佈	隨機分佈	均勻分佈	集群分佈	隨機分佈
中樹	隨機分佈	隨機分佈	隨機分佈	均勻分佈	隨機分佈	隨機分佈	隨機分佈	隨機分佈
大樹		隨機分佈	隨機分佈	隨機分佈		均勻分佈	集群分佈	
所有植株	集群分佈	集群分佈	隨機分佈	集群分佈	集群分佈	隨機分佈	隨機分佈	隨機分佈

以下分為青剛櫟族群不同發育時期的空間分佈格局和不同環境中青剛櫟族群的

分佈格局兩部份討論。

(一) 青剛櫟族群不同發育時期的空間分佈格局

族群的空間分佈格局是指族群個體某一時刻在空間的散佈狀況，因此，它既有時間上的限制，又可能隨著時間序列而演變；本文主要按照青剛櫟族群的不同發育階段，將植株分為幼苗、小樹、中樹、大樹四個階段進行分析。

青剛櫟的幼苗在樣區二、樣區三、樣區四和樣區八是屬於集群分佈，在樣區九、樣區十一和樣區十二則是隨機分佈，從樣區中青剛櫟幼苗的密度可看出，在前面這幾個樣區中，青剛櫟幼苗的密度是非常高的，尤其是樣區三和樣區四；而樣區九、樣區十一和樣區十二的幼苗密度則相對的較低。從這點可以觀察到，因為大部份青剛櫟幼苗的發育，都是在母樹的周圍，由於調查所得的資料，樣區二等幾個樣區的幼描述量較多，因此大部份的幼苗會集中在母樹的周圍，形成集群分佈格局；但是當樣區九等幾個樣區的幼苗調查數量不多的時候，就無法呈現集群分佈，而成為隨機分佈格局了。

從表中可看出，青剛櫟從小樹到大樹的階段，大部份都是呈隨機分佈的格局，除了樣區四的中樹和樣區九的小樹和大樹階段為均勻分佈；樣區十一的小樹和大樹階段為集群分佈之外，其餘都是呈隨機分佈。可見青剛櫟族群一旦過了幼苗的階段，由於族群存活率降低很多，個體數量減少，彼此間的資源的競爭不是非常的激烈，而呈現隨機分佈的狀態這和蔡飛等人（1998，1999）的研究報告中的情況是相同的。

在所有植株的分佈格局方面，也是在樣區二、樣區三、樣區四和樣區八呈現集群分佈，其餘樣區則為隨機分佈，這個現象可解釋為，在樣區二等幾個樣區所有植株的分佈格局，是受到其幼苗分佈格局的影響，因為在這幾個樣區中，除了幼苗為集群分佈外，其小樹、中樹和大樹都是隨機分佈，所以如果把幼苗的分佈考慮在外的話，青剛櫟所有植株的分佈格局也是隨機分佈型的。

(二) 不同環境中青剛櫟族群的分佈格局

不同樣區間青剛櫟族群的分佈格局，大抵上是沒有多大的差別的，大部份都是隨機分佈，除了樣區二、樣區三、樣區四和樣區八的幼苗是呈集群分佈之外。

如果把樣區所有植株密度減去幼苗密度的話，可以發現，各個樣區除了幼苗以外的植株密度都相差不多，除了樣區四和樣區八的植株密度較低一點，而其分佈型不論在那個樣區幾乎都是隨機分佈。

樣區三、一是在樣區三中，靠近坡面下方，步道沒有經過的地方，其面積只有樣區三的一半，從這兩個部份比較，可以發現由於樣區三步道經過的地方，地面植物覆蓋度低，且受到人為活動的影響，青剛櫟幼苗不容易生長，而集中在坡面下方，也就是樣區三、一的範圍，因此整個樣區三的幼苗呈現集群分佈。

樣區九的小樹和大樹階段都呈現均勻分佈以及樣區十一的小樹和大樹都呈現集群分佈，這是否存在著什麼關係，從這部份的資料無法看出，可能要從原始資料察看，這將留待在討論的部分做說明。

五、萌枝資料分析

青剛櫟除了利用種子行有性的繁殖之外，常常利用萌蘖的方式，進行無性的繁殖，在研究觀察的過程中，有時可見到一些被人砍過或是受到自然力的影響而枯倒的樹木，若植株還是存活著的話，在這些個體根部很容易見到萌蘖出的枝條；且在研究調查的過程中發現，似乎在一些坡度較大，環境相對乾燥的樣地，青剛櫟萌蘖的情形更為普遍，為了瞭解青剛櫟族群在不同環境下以及不同樹徑級大小植株的萌蘖情形，在調查時亦針對青剛櫟每個植株的萌蘖數做記錄，將這些資料整理成下表十三。

表十三 萌枝資料分析

	樹幹數量		細萌枝條數量		萌枝數量				平均樹幹數：平均細萌枝數	實生苗：基株
	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差	最大值	最小值		
樣區二	8.50	5.57	2.33	2.35	10.83	7.42	22	0	3.65	3.75
樣區三	6.61	4.41	1.70	2.20	8.31	5.36	20	0	3.89	5.48
樣區三、一	5.46	3.33	2.08	2.14	7.54	4.50	14	0	2.63	13.92
樣區四	7.15	5.35	2.62	3.31	9.77	7.68	14	0	2.73	25.08
樣區八	4.04	4.17	4.46	3.89	8.50	6.91	28	0	0.91	3.38
樣區九	2.28	2.17	0.97	2.21	3.25	3.82	14	0	2.35	0.95
樣區十一	2.25	1.70	1.18	1.81	3.43	2.71	10	0	1.91	1.68
樣區十二	3.02	2.02	2.53	2.50	5.55	3.13	13	0	1.19	0.53

表中資料包含青剛櫟實生苗和萌枝兩個部份，實生苗是在樣區中不是由基株樹幹所萌生出的苗木，距離青剛櫟基株都有一段距離，由土壤中直接長出，根據現場實際挖掘的結果顯示，這些我所謂的實生苗，大部份都是由種子直接發育而成，而非萌蘖枝，少數無法確定者，由於無法直接挖掘，亦歸為實生苗的部份；而萌枝指的是在基株根部周圍長出的萌蘖枝條，由於在調查時，有的基株其實是由許多粗的樹幹組成，而非一般我們常見的一個粗的主幹，和其他許多較細的萌枝，因此基株，也就是主幹的判斷是以所有量測的胸徑中，最大者定之；再將所有的萌枝（包含基株在內），分

為樹幹和細萌枝條兩部份，樹幹是指萌枝中，胸徑大於 1 公分以上者，而細萌枝則是胸徑小於 1 公分無法量測者。

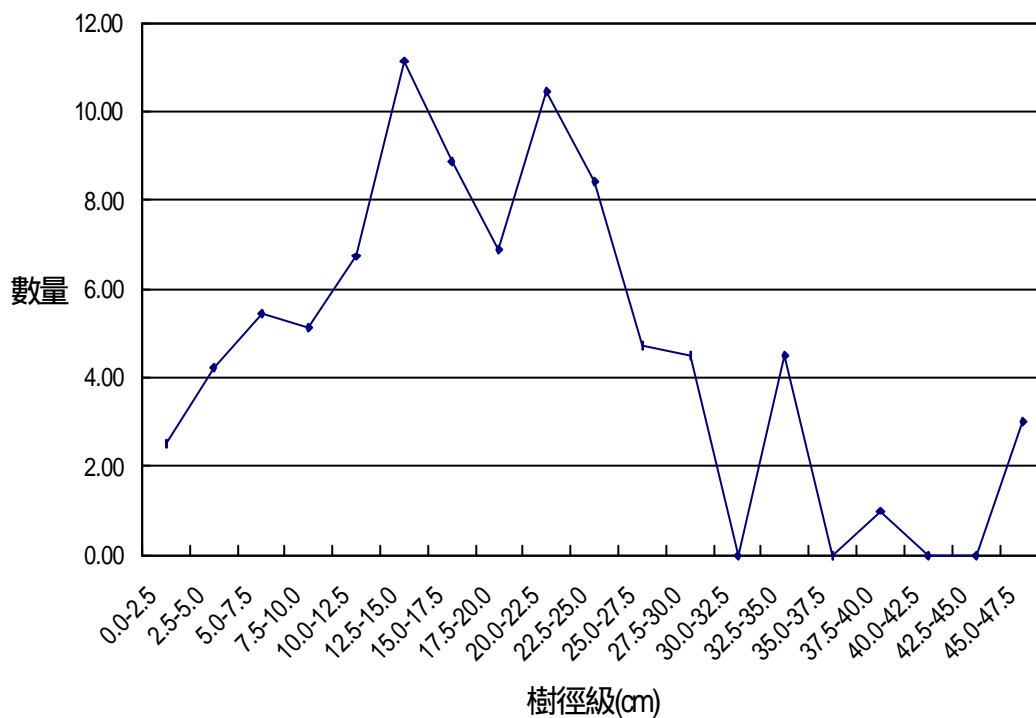
由表中可知，所有樣區青剛櫟萌蘖的情形都是很普遍的，平均每個植株的萌蘖數都至少在 3 以上，以樣區九和樣區十一的平均萌枝數最少，為 3.25 和 3.43，再者為樣區十二的 5.55；其它幾個樣區的萌枝數和這幾個樣區相比，則顯得較高，幾乎都在 8 以上，其中以樣區二的 10.83 為最高，顯示萌蘖對青剛櫟族群而言，是一種生存繁衍的機制，可藉由這種無性繁殖的方式，來擴增其族群的數量，但在不同環境其表現的程度則不一。

表中也透露了在不同樣區青剛櫟族群樹幹與細萌枝的比例，樣區八和樣區十二青剛櫟植株樹幹與細萌枝的比例最低，都在 1 左右，分別為 0.91 和 1.19；其次為樣區九和樣區十一，都接近 2，分別為 2.35 和 1.91；其它幾個樣區樹幹和細萌枝的比例，大部份都在 2 以上，以樣區二和樣區三的 3.65 和 3.89 較高。從前面各個樣區不同樹徑級的數量結構可看出，樹幹與細萌枝比例較低的地方，出現在樣區八和樣區十二這兩個族群年齡較低的樣區，其次則是在樣區九和樣區十一這兩個族群年齡較高的樣區，而樹幹與細萌枝比例較高的地方，則是在以族群年齡介於中間的樣區二、樣區三和樣區四等地。

從實生苗：基株這一欄中的資料可看出，樣區九、樣區十一和樣區十二，實生苗的比例是偏低的，以樣區十二的 0.53 為最低，會有這樣的結果，主要是因為樣區十二受到人為干擾的影響，從環境來看，樣區十二長有柚子這類人為栽植的樹木，附近以前有墾殖過的痕跡；其它幾個樣區的比例都至少在 3 以上，尤其以樣區四的 25.08 為最高，且和其它樣區相較之下，顯得特別的高，而樣區三也有同樣的情況，如同前面在分佈格局的章節所述，雖然樣區三實生苗與基株的比例只有 5.48，但因為樣區三有部份範圍是步道所經過，幼苗的生長受到人為干擾的影響，使得整個實生苗的比例較低，如果將受到干擾的部份劃除的話，從樣區三、一的地方可看出，其實生苗與基株的比例則是 13.92，則顯得較高，基本上樣區二、樣區三和樣區四屬於同一個林型，且位置相距不會很遠，而樣區二的實生苗比例沒有其它兩個樣區來得高，主要是地形坡度的影響，樣區二的坡度高達 46 度，是所有樣區中坡度最大者。

在每個樣區中，植株的萌蘖情形其實是不同的，最大的萌蘖數和最小的萌蘖數相差極大，最小的為樣區十一的 10，最大的為樣區八的 28，每個樣區的最大萌蘖數都很大，從 10 到 28 不等，而最小萌蘖數都是 0，也就是植株沒有萌蘖，雖然從前面不同樣區青剛櫟的平均萌蘖數以及平均樹幹數與平均細萌枝樹的比例，可知道不同的萌蘖情況在不同的樣區所表示的意義，但從這裡的資料，很難看出青剛櫟的萌蘖數量大小所代表的意義，因此我把所有樣區內的青剛櫟植株，按照不同樹徑大小分級，呈現不同樹徑級植株的萌蘖情形，如下頁圖十二，橫軸為樹徑級，縱軸是萌枝數量。

從圖中可看出，萌枝數量較高者出現在樹徑介於 10.0-25.0cm 的部份，也就是以中樹階段為主的樹徑級個體，並包含大樹階段樹徑級較小的部份，這個結果和蔡飛等人（1998）對青剛櫟所做的結果一致；青剛櫟植株的萌蘖數，從幼苗階段最低，隨著樹徑的增大，萌蘖數也跟著增加，在樹徑級 10.0-12.5cm 的部份，植株萌蘖數增加的趨勢較顯著，一直到樹徑級 25.0cm 之後的植株萌蘖數才又降低，雖然樹徑級在 17.5-20.0cm 的植株萌蘖數較少，但整體而言，這個階段的植株萌蘖數是較多的，而樹徑級在 30.0cm 之後的個體，萌蘖數則漸漸降低，其中有些樹徑級的個體數是 0，使得結果所呈現的曲線不是很連貫，但基本上可看出青剛櫟植株的萌蘖數在中樹階段是較高的，而在幼苗、小樹以及大樹的階段萌蘖數則相對較低。



圖十二 青剛櫟不同樹徑級與萌枝數量關係

樹徑級在 10.0-25.0cm 的中樹階段，植株的萌蘖數量較多。

從上面結果的說明可知，青剛櫟的幼苗、小樹的萌枝數量較低，可能因為植株還在較幼齡的階段，個體生理發育的特徵，主要表現在其個體本身的成長，而產生較少的萌枝，一旦植株長到中樹的階段，因為個體的成熟，除了利用產生種子的方式，還可利用無性的萌蘖，來擴增其族群的數量，這是青剛櫟本身的生物特性，而過了這個成熟的階段，樹齡漸漸變老，植株的萌蘖情形也表現得較為緩和。

六、地面果實的比例與動態

青剛櫟的種子由於富含澱粉等營養物質，且其結果量相當的豐富，是一般中小型野生動物的食物來源之一，在野外常可見青剛櫟果實被嚙齒類動物啃食過的痕跡，其形狀往往只為完整的一半，且果實裡面種子的部份幾乎空缺；或是當其落地以後，可能由於種子本身品質的關係，容易被菌類侵蝕而腐爛；也常可見果實的表面被昆蟲蛀食的痕跡，在果實表面會有一個小洞，裡面會有昆蟲的幼蟲。由於種種的因素使得青剛櫟在樹上大量的結果量，一旦落地後，能夠存活而繼續用已更新的機率就變得相當渺小了。

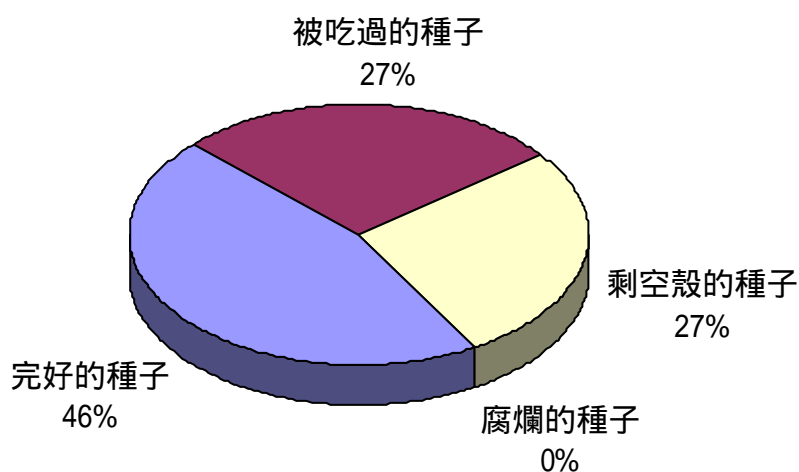
在位於豁然亭的樣區四與位於洛韶的樣區十一內，分別隨機設置了十個果實的蒐集器，用來做果實動態的實驗，實驗定期每半個月上山蒐集一次資料，以下分別呈現兩個樣區內不同果實的比例與數量變化動態。

（一）不同果實的比例

青剛櫟種子一旦落地後，因為果實命運的不同，而有各種不同的形態，在蒐集果實時將其分為完好的果實、被吃過的果實、剩空殼的果實和腐爛的果實四個部份，各樣區的果實比例如下。

1. 樣區四地面果實比例

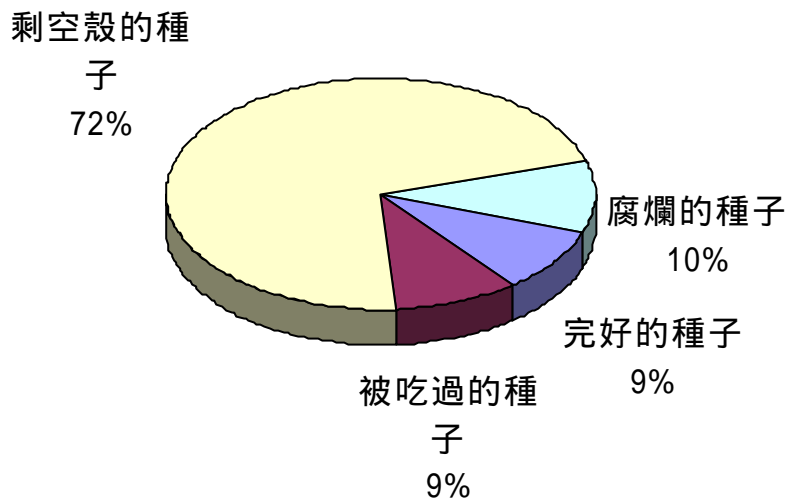
從圖十三可看出樣區四各類果實的比例，樣區四位於豁然亭步道，其中完好的果實佔了全部的 46%，被吃過和剩下空殼的果實兩者相當，加起來約佔全部的一半，而較特別的是其中腐爛的果實出現的個數為零。



圖十三 樣區四地面果實比例

2. 樣區十一地面果實比例

從圖十四可看出樣區十一地面果實比例，樣區十一位於洛韶，其中剩下空殼的果實佔了相當高的比例，為全部的 72%，腐爛的果實佔了 10%，被吃過的果實和完好



的果實都佔了 9%，由這個比例圖可知道，位於洛韶的樣區十一大部份的果實

圖十四 樣區十一地面種子比例

都是被動物吃過或者剩下空殼而已，兩者加起來所佔的比例高達八成，而完好的果實所佔的比例相較之下，則顯的較少，僅佔全部的一成左右，這和樣區四的結果有明顯的不同。

3. 樣區四和樣區十一地面果實數量比較

由上述結果我們僅得知兩個樣區的果實比例，但如果將兩個樣區的不同果實數量做一個比較，如下表十四，我們更清楚的看出兩者間的差異。

表十四 樣區地面果實數量比較

	完好的果實	被吃過的果實	剩空殼的果實	腐爛的果實	所有果實數	未成熟的果實
樣區四	150	90	90	0	330	1650
樣區十一	2160	2320	17440	2520	24440	8680

由表中可看出，樣區四和樣區十一的地面果實數量有很大的差別，各項資料為蒐集到的果實經過面積換算後的數據，”所有果實數”欄，為前面四者的總和，樣區四僅有 330 顆果實，而樣區十一卻有 24440 顆果實，兩者的數量極為懸殊；而成熟和未成熟的種子比例，在樣區四為 1 : 5，但在樣區十一兩者數量的多寡卻相反，為 3 : 1，這是極大的差異。

在蒐集果實的過程中，觀察到豁然亭步道上的幾個樣區結果情形不是很理想，樣區四實際蒐集到的果實數量非常的少，兩樣區間的結果情形相差極大。

另外，樣區四的所有果實中，比例最高者為完好的種子，佔了 46 %，但樣區十一比例最高者確是剩下空殼的果實，佔了 72 %；而由於樣區四的果實數量較少，所以樣區十一的果實比例相較之下較接近野外青剛櫟族群果實的狀況。

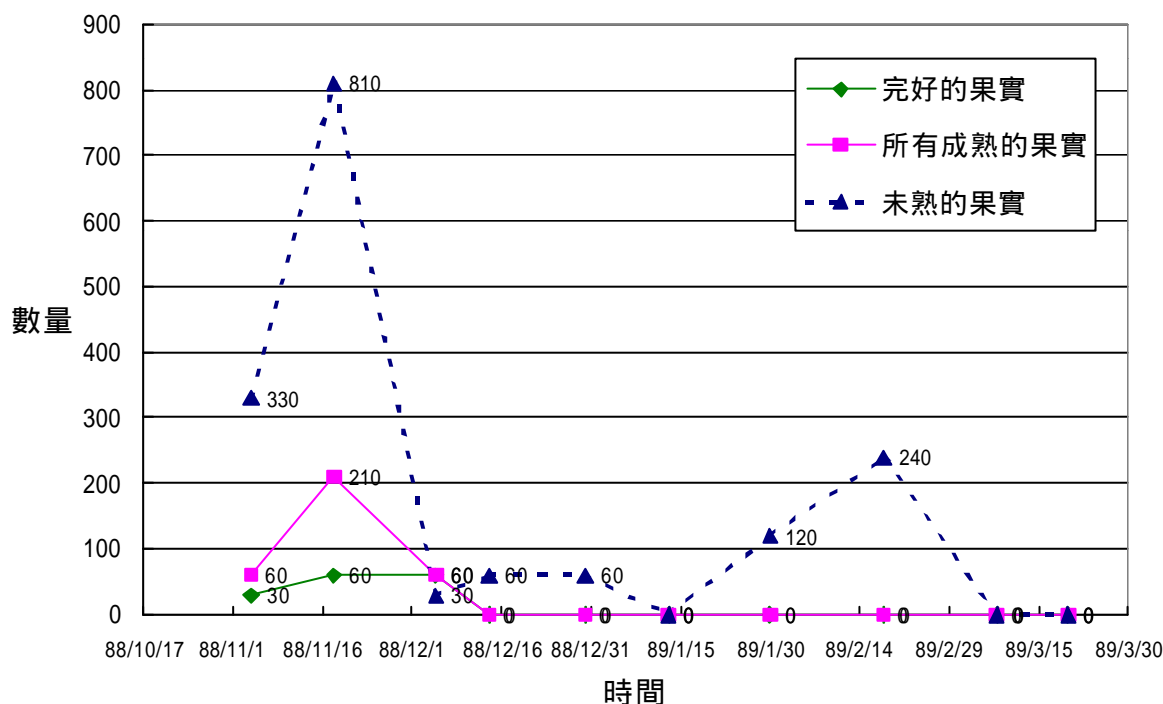
(二) 果實數量變化動態

將兩個樣區每次定期上山蒐集的果實，以時間為橫軸，果實數量為縱軸，作成果實數量變化的波動圖，分述如下。

1. 樣區四果實數量動態

在前述地面果實的類型中，將樣區中的果實分為完好的果實、被吃過的果實、剩空殼的果實和腐爛的果實四種形態，由於所有果實類型中，只有完好的果實其中之種子具有族群更新的能力，因此果實數量動態圖中，四種果實類型，只放入完好的果實，圖十五另外呈現了所有果實和未成熟的果實之數量動態。

從圖中可看出，不論是完好的果實、所有的果實數或是未成熟的果實，從十一月



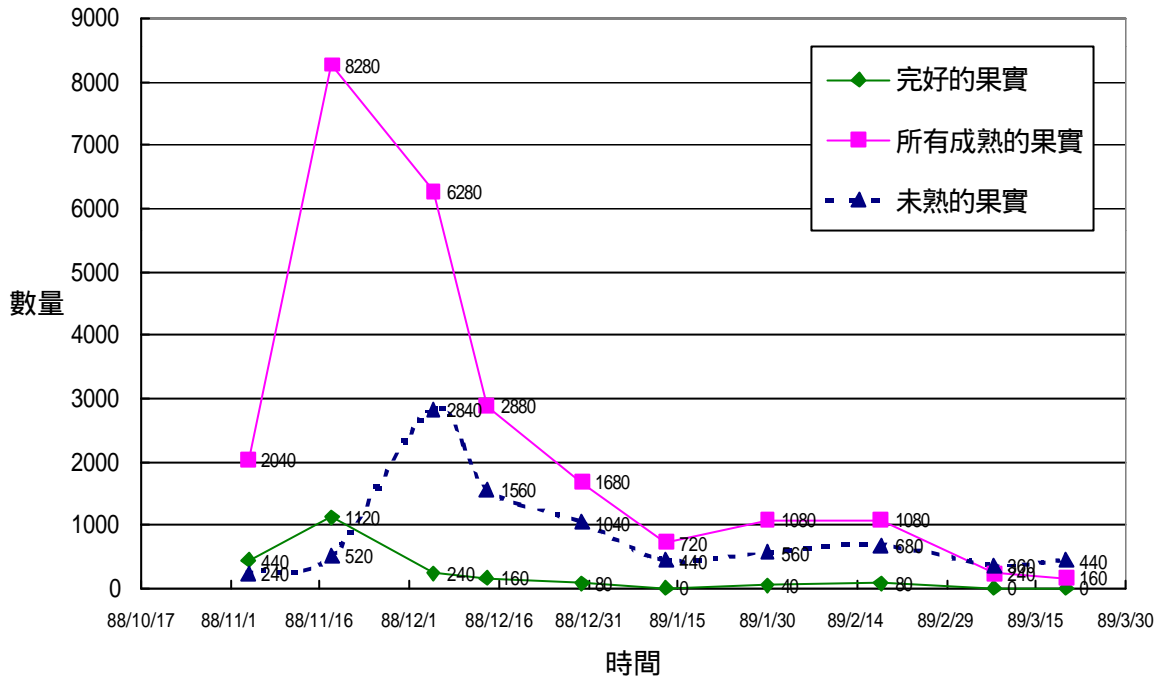
初開始就急遽的上昇，在十一月中到達最高峰，也就是最多數量的果實在這個時候落下，在十一月底到十二月初這段時間，地面的果實數量又變得非常的少，其中

圖十五 樣區四果實數量動態

可看出成熟和未成熟果實的比例相差頗大；而在這個樣區，從十二月開始所蒐集到的成熟果實數量都為零，僅收集到未成熟的果實，圖中未成熟果實的掉落量在二月又出現一個高峰，可能的原因還有待查證。

2. 樣區十一果實數量動態

圖十六為位於洛韶的樣區十一之地面果實數量動態，從圖中可看出，如前面果實的比例內容所描述，完好的果實佔所有成熟的果實之百分之十左右，成熟的果實從十



一月初開始掉落，之後掉落的數量急遽上昇，如同樣區四，在十一月中的時候
圖十六 樣區十一果實數量動態

到達最高峰，接著很快數量又降低，到十二月中之後，掉落的地面果實數量已經跟剛開始蒐集時，地面的果實數量相當了，之後掉落的果實數量則緩慢的下降，一直到三月底時數量幾乎為零，但在一、二月的時候，數量又有些微的上昇，但不很明顯。

而未成熟的果實部份，其出現的數量波峰，大約是在十二月初的時候，比成熟的果實部份，約晚了半個月左右，可能的原因為，在十一月的時候，植株提供大部份的營養讓果實成熟，而果實成熟後，很快的就掉落了，等過了果實成熟的時間，植株無法繼續提供營養給殘留在樹上的未成熟果實，這些未成熟的果實自然就陸陸續續地掉落，其出現的時間也就比成熟的果實晚了約半個月左右。

陸、 結論

青剛櫟是臺灣山地亞熱帶闊葉樹林的重要組成物種，分佈在海拔兩千公尺以下的中低海拔山區，根據前面結果的敘述，依樣區森林喬木層組成物種的優勢度，和相關性比較，從所劃設的樣區中，將太魯閣地區青剛櫟出現的森林分為青剛櫟林型、青剛櫟 - 太魯閣櫟林型和青剛櫟 - 細葉饅頭果林型等三種；青剛櫟林型主要出現在豁然亭到天祥的步道上，青剛櫟太魯閣櫟林型主要在綠水到天祥附近一帶，青剛櫟細葉饅頭果林型則在洛韶附近和祥德寺旁的樣區。

這幾個樣區中，樣區六、樣區七、樣區八、樣區九、樣區十一和樣區十二的物種豐富度較高；在物種多樣性指數方面，以樣區二、樣區六、樣區七、樣區八和樣區十一的指數較高；由這兩項說明的比較可知道，樣區九和樣區十二的物種豐富度高但其物種多樣性卻不高，顯示樣區種內的均勻度是偏低的，才會有如此的結果，而樣區二和樣區十剛好相反，其物種的豐富度不高，但種的多樣性指數確是較高的，表示樣區內物種的分配是均勻的，其均勻度指數分別為 0.83 和 0.95。

在所劃設的十八處樣區中，以面積大於 200m² 者，做為青剛櫟族群分析的樣本，分別為樣區二、樣區三、樣區四、樣區八、樣區九、樣區十一和樣區十二等七處。根據 Deevy 對存活曲線的劃分，樣區中青剛櫟族群的存活曲線都是屬於 型的，族群在幼苗階段的死亡率非常高，也就是存活率往下的變化非常的大，過了第一、第二樹徑級以後的個體，存活率則緩慢的下降，在這幾個樣區中，以樣區十二的存活曲線最不接近 型，乃由於其第一樹徑級的個數較少，且族群年齡小，乍看之下會覺得是 型，但因為其在幼齡階段個體的存活率下降明顯較多，因此仍是屬於 型的存活曲線。

從這個結果得知，青剛櫟族群會產生大量的果實，但只有其中部份果實中的種子會發育成小苗，然而小苗的數量卻佔了樣區族群中很高的比例，論文中將青剛櫟族群依照樹徑級大小，每 2.5 公分為一個等級，小苗在剛開始的時候數量還很高，在過了第二或第三樹徑級之後，因為存活率降低，愈往後面，也就是樹徑級愈高，個體的數量也愈少，在這幾個樣區中，都呈現 型的存活曲線。而這樣的結果，也反應在青剛櫟的族群空間分佈格局上。

族群中的個體，由於環境中生物和非生物因子影響的關係，在不同的發育階段和不同的生長環境下可能會有不同的分佈格局，由結果我們知道，青剛櫟的幼苗大部份是呈集群分佈，因為青剛櫟種子成熟後，除了被動物搬移至他地之外，大部份會直接落在母樹周圍，一旦發育後就會形成集群分佈的情況，而過了幼苗的階段，青剛櫟從小樹到大樹，大部份都是呈隨機分佈。

在幼苗的分佈格局方面，由結果可知，樣區二、樣區三、樣區四和樣區八是呈集群分佈，但樣區九、樣區十一和樣區十二卻是隨機分佈，前面這幾個樣區主要以青剛櫟為最優勢的青剛櫟林型，除了樣區八外，其它幾個位於豁然亭步道上的樣區族群年齡都在中樹以上，產生較多的種子苗，而使幼苗成集群分佈，是可預期的結果；而雖然幼苗大部份都是集群分佈，但在後面這幾個樣區，因為青剛櫟族群的優勢度相較之下，不像其面幾個樣區那樣顯著，幼苗的數量不是非常多，而呈隨機分佈的狀態。

就青剛櫟而言，透過種子的萌發而長成實生苗或是藉由植株本身萌蘖的方式，都是增加族群數量的機制，位於洛韶的樣區，青剛櫟植株的萌蘖情形，不像位於豁然亭步道上的幾個樣區那麼普遍，由前面樣區氣象資料以及調查記錄的樣區環境資料可知道，豁然亭到天祥間的步道上，處於山脊稜線的地形，環境相對較乾燥，且局部地形較陡，使青剛櫟出現以萌蘖的方式來擴增族群數量的機制；位於洛韶的樣區環境，其森林鬱閉度較高，環境相對較濕潤，植株的萌蘖數量較少，兩個地區青剛櫟植株的萌枝數量相差將近兩倍之多，這樣的結果和蔡飛等人（1999）所做的研究有相同之處。

在所有植株樹徑級與萌枝數量的關係上，以中樹階段的年齡級個體，也就是樹徑在 10.0-25.0 公分之間的個體，植株的萌蘖數量較多，而幼苗、小樹和大樹階段的植株萌蘖數則較少。

由地面果實的蒐集得知，樣區四蒐集到的地面果實數量非常的少，而樣區十一蒐集到的數量則較多，今年在豁然亭到天祥間步道以及天祥附近的青剛櫟結果量不是很理想，因此以位於洛韶的樣區十一較接近正常的青剛櫟結果情形；在樣區十一所蒐集到的地面果實中，成熟和未成熟的果實比例約為 3：1，依據蒐集到的果實形態，再將成熟的果實分為完好的果實、被吃過的果實、剩下空殼的果實和腐爛的果實四類，其中大部份的果實是被動物吃過或剩下空殼，兩者相加佔了全部的八成，僅被吃過而剩下空殼的果實就佔了全部種子的 72%，而完好的果實卻只佔了全部的約 10%，可見在青剛櫟樹上大量成熟的果實，只有一小部份能做為物種更新之用。

從果實的數量變化動態可知道，青剛櫟果實成熟和落下的數量波峰幾乎都在短短的十一到十二月份間，果實一旦成熟，也很快落下了，然其落下的量可一直持續到三、四月份左右，隨著果實的下落，又是另一個生物週期的循環。

一般闊葉樹的高度不像針葉樹那麼高大，且其高度的增長，到一定程度後有趨於緩和的趨勢，根據青剛櫟植株樹高與胸徑的關係作圖，可發現當植株長到 12、13 公尺時，隨著樹徑的加大，樹木高度的增長是趨於緩和的，從圖九中線性回歸線和多項式回歸線，可看出兩條線在樹徑 30.0 公分，也就是樹高長到 12 公尺時開始分開，而之前一段都相當吻合，這和我們一般對闊葉樹的認知是相當的，也就是說，當植株長到一定程度時，樹高並不會隨著胸徑的增大而明顯的增高，其增高的程度趨向於平緩。

綜合前面的結果，將青剛櫟群落和族群的資料整合說明，青剛櫟林型主要位於豁然亭到天祥間步道，這幾個樣區的物種豐富度低，除了樣區二的物種多樣性較高外，樣區三和樣區四的物種多樣性也是很低的，乃因為這裡青剛櫟不論是優勢度或是植株數量都佔了最多數，且多樣性的計算是以喬木層為主，所以這個地方的多樣性顯得較低；該區域的青剛櫟族群幼苗呈集群分佈，主要因為幼苗的數量較多，而集中在母樹周圍，其它齡級的個體，從小樹到大樹階段則呈隨機分佈；而由於這幾個樣區青剛櫟的年齡級主要屬於中樹的階段，萌枝中樹幹比上細萌枝的比例較高，加上環境條件的影響，萌枝數也相對較高。

青剛櫟 - 太魯閣櫟林型，主要出現在綠水到天祥之間，樣區環境為裸露的岩壁或岩石裸露率較高的地方，根據環境的個別差異，分別為以青剛櫟或以太魯閣櫟為優勢的植物社會，由於環境的異質性，這些樣區的物種多樣性通常都是較高的，以樣區八為例，在坡面的上方，以太魯閣櫟為主，而在坡面下方，則是以青剛櫟較優勢；而由

於岩石裸露率高，地表土壤層薄，環境相對較乾燥，植株的萌枝數量也較高，其中細萌枝的比例甚至比樹幹的比例還要高。

由喬木層植物的重要值，將樣區九、樣區十一和樣區十二歸為青剛櫟 - 細葉饅頭果林型，樣區九和樣區十一位於洛韶附近，樣區十二則位於祥德寺旁的山坡上，樣區環境資料顯示，這幾個樣區和其它樣區相比，不是那麼乾燥，且林冠鬱閉度較高，土壤發育較為完善。

位於洛韶的幾個樣區，其物種多樣性都較高，這樣的結果除了由於環境相對之下不是那麼乾燥，且樣區海拔高度已到 1200 公尺左右，出現了一些低海拔沒有出現的接近中海拔環境的植物種類，例如森氏紅淡比、杜英、三葉山香圓和三斗石櫟等。

洛韶樣區由於環境條件較佳，青剛櫟族群的樹徑級都較大，以樣區九和樣區十一最具代表性，雖然青剛櫟在此並不如在豁然亭的族群那樣絕對優勢，已有一些較耐陰的樹種出現，且物種的組成更具多樣性，而具有較複雜且完整的森林外貌，但大抵而言青剛櫟還是有相當的優勢，族群的更新還是不成問題。

位於洛韶的幾個樣區，因為幼苗的數量不多，其分佈格局為隨機分佈，其它小樹到大樹階段的個體，也都是隨機分佈。

和其它樣區相比，由於洛韶環境條件較為優渥，且族群年齡較大，使得這裡青剛櫟族群的萌蘖情形不像青剛櫟林型和青剛櫟 - 太魯閣櫟林型那樣普遍，植株的樹徑都較為粗大，成為所謂的樹幹，而其樹幹與細萌枝的比例，雖然不像豁然亭樣區那麼高，但樹幹的比例仍比細萌枝條來得高，顯示個體成分仍以樹徑較粗的樹幹為主，而不是靠萌蘖的方式來擴增其族群數量了。

在整理這些資料的過程，由於調查時間包含前後兩個年度，發現去年青剛櫟族群在豁然亭到天祥間步道上的小苗數量非常多，但今年在做種子收集的實驗時，種子數量卻出奇的少；而在洛韶調查時，樣區內小苗的數量不多，但在收集種子時，種子的數量卻非常的多，這是個很有趣的問題，是否意味著青剛櫟結果有豐年與欠年的現象，且在不同環境樣區間是交互出現的，由於研究時間的關係，無法對這個問題做出確切的解釋，若要對這個問題有更深入的瞭解，則有待更進一步的研究來說明之。

由以上我們知道，青剛櫟在太魯閣國家公園內的中低海拔地區，仍屬於相當優勢的族群，雖然由於局部環境的差異，而有不同的群落組成和外貌，以及不同族群內部的結構差異，可能透過有性或無性的繁殖機制，來擴增其族群數量，然而其族群仍處於穩定狀態。

透過這篇研究論文結果的說明，我們對青剛櫟族群在太魯閣國家公園內的生態地位，有一些初步的瞭解，雖然無法涵蓋全部，但相信是對研究青剛櫟族群的生態，建立了基礎的資料，族群生態這部份還有許多的問題有待我們深入的研究，而無法在本論文一一地說明與呈現，例如青剛櫟結果的豐年與欠年情形，整個族群的生命週期與數量變動等，這只是許許多多問題中的一小部份，這些問題應該可做為往後研究者參考的方向。

參考文獻

中央氣象局，1991，氣象資料年報 - 地面資料，中華民國中央氣象局，台北市。

中央氣象局，1992，氣象資料年報 - 地面資料，中華民國中央氣象局，台北市。

中央氣象局，1993，氣象資料年報 - 地面資料，中華民國中央氣象局，台北市。

中央氣象局，1994，氣象資料年報 - 地面資料，中華民國中央氣象局，台北市。

中央氣象局，1995，氣象資料年報 - 地面資料，中華民國中央氣象局，台北市。

中央氣象局，1996，氣象資料年報 - 地面資料，中華民國中央氣象局，台北市。

王忠魁、陳玉峰，1990，綠水—文山及綠水—合流植物相細部調查，太魯閣國家公園管理處。

王執明，1991，太魯閣國家公園太魯閣峽谷岩層分佈之研究，太魯閣國家公園管理處。

王博弘，1994，台灣地區鐘萼木之分佈及植群分析，國立臺灣大學森林學研究所資源保育組碩士論文，p.22-33。

中國植被編輯委員會，1995，中國植被，科學出版社，北京。

江洪，1992，雲杉種群生態學，中國林業出版社，北京。

吳宗穎，1993，台灣中部地區地區台灣肖楠族群生態之探討，國立中興大學森林學研究所碩論，p.15-26。

李建霖，1995，不同種源青剛櫟同位酵素變異之研究，國立臺灣大學森林學研究所碩士論文，p.1-12。

李鎮宇，1998，蘭陽溪流域不同海拔青剛櫟青剛櫟遺傳變異之研究，國立臺灣大學森林學研究所博士論文。

周富三，1997，台灣南部槲樹族群生態之研究，國立臺灣大學森林學研究所資源保育

組碩士論文。

林讚標，1995，數種殼斗科植物種子之儲藏性質 - 赤皮、青剛櫟、森氏櫟與高山櫟，
林業試驗所研究報告季刊，10 (1): 9-13。

柳楮，1968，臺灣植物群落分類之研究 臺灣植物群系之分類，臺灣省林業試驗所
報告，第一六六號，臺北市。

柳楮，1971，臺灣植物群落分類之研究 臺灣高山寒原及針葉樹林群系，臺灣省林
業試驗所報告，第二零三期，臺北市。

徐國士、林則桐、陳玉峰、呂勝由，1988，太魯閣國家公園植物生態資源調查報告，
太魯閣國家公園管理處。

高瑞卿，1995，臺灣東部立霧河流域森林植群分析，國立臺灣大學森林學研究所資源
保育組碩士論文。

孫儒泳、李博、諸葛陽、尚玉昌，1995，普通生態學，藝軒圖書出版社，台北市。

陳子英，1994，台灣北部楠儲林帶儲木林型主要樹種天然更新方式之研究，國立臺灣
大學森林學研究所博士論文。

張明財，1992，台灣穗花杉主要生育區植群及族群生態之研究，國立臺灣大學森林學
研究所碩士論文。

陳俊雄，1996，台灣西北區楠儲林帶森林植群分析，國立臺灣大學森林學研究所資源
保育組碩士論文，p.12-59。

黃淑媛，1999，台東紅葉村台東蘇鐵自然保留區植群生態之探討，國立東華大學自然
資源管理研究所碩士論文，p.11-23。

章樂民，1962，大甲溪肖楠植物群落之研究，臺灣省林業試驗所報告，第七十九號，
臺北市。

章樂民、楊遠波、林則桐、呂勝由，1988，太魯閣國家公園峽谷石灰岩壁植物群落生

態之調查，太魯閣國家公園管理處。

彭少麟、方煒，1995，鼎湖山植被演替過程中椎栗和荷木種群的動態，植物生態學報，19(4): 311-318。

楊勝任，1996，台灣穗花杉植群生態的研究，國立臺灣大學森林學研究所博士論文，p.1-34。

臺灣植物誌編輯委員會，1976，臺灣植物誌，現代關係出版社，臺北市。

蔡飛、于明堅、張勇、宋永昌，1997，武宜山常綠闊葉林中優勢種群間競爭的研究，浙江農業大學學報，23(1): 27-30。

蔡飛、宋永昌，1997，武宜山木荷種群結構和動態的研究，植物生態學報，21(2): 138-148。

蔡飛、張浩、于明堅、陳啟常，1999，杭州西湖山區青剛種群結構和動態的研究，浙江大學生命科學學院，杭州。

蔡飛、陳愛麗、陳啟常，1998，浙江建德青剛常綠闊葉林種群結構和動態的研究，林業科學研究，11(1): 99-106。

劉棠瑞，1960，臺灣木本植物圖誌，Vol. : 578-618，國立臺灣大學農學院。

劉棠瑞、蘇鴻傑，1983，森林植物生態學，臺灣商務印書館，台北市。

賴銘誠，1998，臺灣島槐族群及生育地之研究，國立臺灣大學森林學研究所資源保育組碩士論文。

蘇鴻傑，1979，台灣北部烏來一小集水區闊葉樹林群落生態之研究() 分析取樣法中植物社會介量之研究，台大實驗林研究所報告第123號: 173-196。

蘇鴻傑，1984，台灣天然林氣候與植群型之研究(二) 山地植群帶與溫度梯度之關係，中華林學季刊17(4): 57-73。

蘇鴻傑，1985，台灣天然林氣候與植群型之研究() 地理氣候區之劃分，中華林學季刊18(3): 33-44。

蘇鴻傑，1987，森林生育地因子之定量評估，中華林學季刊 20 (1): 1-14，中華林學會。

蘇鴻傑，1994，太魯閣國家公園蘭科植物群落調查，太魯閣國家公園管理處。

Agresti A. and Finlay B., 1997, Statistical Methods for the Social Science, Third Edition. Prentice-Hall, Inc., U. S. A..

Buckley D. S., Sharik T. L. and Isebrands J. G., 1998, Regeneration of northern red oak: positive and negative effects of competitor removal. Ecology. 79(1): 65-78.

Canham C. D., 1989, Different responses to gaps among shade-tolerant tree species. Ecology. 70(3): 548-550.

Clark J. S., Macklin E. and Wood L., 1998, Stages and spatial scales recruitment limitation in Southern Appalachian forests. Ecol. Monog.. 68(2): 213-235.

Dennis H. K., 1975, A phytosociological analysis of species-rich tropical forest on Barro Colorado Island. Panama. Ecol. Monog.. 45: 89-106.

Healy W. M., Lewis A. M., Boose E. F., 1999, Variation of red oak acorn production. Forest Ecology and Management. 116: 1-11.

Keeley J. E., 1992, Recruitment of seedlings and vegetative sprouts in unburned chaparral. Ecology. 73(4): 1194-1208.

Krebs C. J., 1994, Ecology : The Experimental Analysis of Distribution and Abundance, Fourth Edition. Harper Collins College Publishers. New York, U. S. A..

Magurran A. E., 1988, Ecological Diversity and Its Measurement, Princeton University Press., New Jersey, U. S. A..

Oliver C. D., 1981, Forest development in North America following major disturbance. Forest Ecology and Management. 3: 153-168.

Osunkoya O. O., 1999, Population structure and breeding biology in relation to conservation in the dioecious *Gardenia actinocarpa* (Rubiaceae). Biological Conservation. 88: 347-359.

- Svenning J. C. and Magard E., 1999, Population ecology and conservation status of English yew *Taxus baccata* in Denmark. *Biological Conservation*. 88: 173-182.
- Whitmore T. C., 1989, Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology*. 70(3): 536-538.
- Worrell R., Gordon A. G., Lee R. S. and Mcinroy A., 1999, Flowering and seed Production of aspen in Scotland during a heavy seed year. *Forest*. 72(1): 27-34.

附錄：樣區植物名錄

Pteridophyte 蕨類植物

1. Adiantaceae 鐵線蕨科

Adiantum capillus-veneris L. 鐵線蕨

2. Aspleniaceae 鐵角蕨科

Asplenium antiquum Makino 山蘇花

Asplenium australasicum (J. Sm.) Hook. 南洋山蘇花

Asplenium cuneatiforme Christ 大蓬萊鐵角蕨

Asplenium trichomanes L. 鐵角蕨

3. Blechnaceae 烏毛蕨科

Woodwardia orientalis Sw. 東方狗脊蕨

4. Davalliaceae 骨碎補科

Davallia mariesii Moore ex Bak. 海州骨碎補

5. Dennstaedtiaceae 碗蕨科

Dennstaedtia scabra (Wall.) Moore 碗蕨

Microlepia strigosa (Thunb.) Presl 粗毛鱗蓋蕨

6. Dryopteridaceae 鱗毛蕨科

Arachniodes aristata (Forst.) Tindle 細葉複葉耳蕨

Cyrtomium taiwanense Tagawa 臺灣貫眾蕨

Dryopteris varia (L.) Ktze. 南海鱗毛蕨

7. Lindsaeaceae 陵齒蕨科

Sphenomeris chusana (L.) Copel. 烏蕨

8. Marattiaceae 觀音座蓮科

Angiopteris lygodiifolia Rosenst. 觀音座蓮

9. Oleandraceae 蓀蕨科

Nephrolepis auriculata (L.) Trimen 腎蕨

10. Plagiogyriaceae 瘤足蕨科

Plagiogyria formosana Makai 臺灣瘤足蕨

11. Polypodiaceae 水龍骨科

Colysis elliptica (Thunb.) Ching 橢圓線蕨

Drynaria fortunei (Kunze) J. Sm. 槲蕨

Lemmaphyllum microphyllum Presl 伏石蕨

Lepisorus thunbergianus (Kaulf.) Ching 瓦葦

Microsorium buergerianum (Miq.) Ching 波氏星蕨

Microsorium fortunei (Moore) Ching 大星蕨

Polypodium formosanum Bak. 臺灣水龍骨

Pyrrhosia lingua (Thunb.) Farw. 石葦

Pyrrhosia polydactylis (Hance) Ching 槲葉石葦

12. Pteridaceae 鳳尾蕨科

Onychium japonicum (Thunb.) Kunze 日本金粉蕨

Pteris cretica L. 大葉鳳尾蕨

Pteris semipinnata L. 半邊羽裂鳳尾蕨

13. Schizaeaceae 海金沙科

Lygodium japonicum (Thunb.) Sw. 海金沙

14. Selaginellaceae 卷柏科

Selaginella delicatula (Desv.) Alston 全緣卷柏

Selaginella mollendorffii Hieron. 異葉卷柏

Selaginella stauntoniana Spring 擬密葉卷柏

Selaginella tamariscina (Beauv.) Spring 萬年松

15. Thelypteridaceae 金星蕨科

Christella acuminata (Houtt.) Lev. 小毛蕨

16. Vittariaceae 書帶蕨科

Antrophyum obovatum Bak. 車前蕨

Dicotyledon 雙子葉植物

17. Aceraceae 楓樹科

Acer albopurpurascens Hayata 樟葉楓

Acer serrulatum Hayata 青楓

18. Anacardiaceae 漆樹科

Pistacia chinensis Bunge 黃連木

Rhus javanica L. var. *roxburghiana* (DC.) Rehd. & Wilson 羅氏鹽膚木

Rhus succedanea L. 山漆

Rhus verniciflua Stokes 漆樹

19. Apocynaceae 夾竹桃科

Ecdysanthera rosea Hook. & Arn. 酸藤

Trachelospermum gracilipes Hook. f. 細梗絡石

20. Aquifoliaceae 冬青科

Ilex asprella (Hook. & Arn.) Champ. 燈稱花

Ilex formosana Maxim. 糊柊

21. Araliaceae 五加科

Eleutherococcus trifoliatus (L.) S. Y. Hu 三葉五加

Fatsia polycarpa Hayata 臺灣八角金盤

Schefflera octophylla (Lour.) Harms 鵝掌柴

22. Asteraceae 菊科

Blumea riparia (Blume) DC. var. *megacephala* Randeria 大頭艾納香

Eupatorium chinense L. var. *tozanense* (Hayata) Kitamura 塔山澤蘭

Eupatorium formosanum Hayata 臺灣澤蘭

Mikania cordata (Burm. f.) B. L. Rob. 蔓澤蘭

23. Betulaceae 樺木科

Carpinus kawakamii Hayata 阿里山千金榆

24. Caprifoliaceae 忍冬科

Lonicera japonica Thunb. 金銀花

Viburnum luzonicum Rolfe 呂宋莢迷

Viburnum taitoense Hayata 臺東莢迷

Viburnum urceolatum Sieb. et Zucc. 臺灣高山莢迷

25. Celastraceae 衛矛科

Celastrus hindsii Benth. 南華南蛇藤

Euonymus carnosus Hemsl. 厚葉衛矛

Maytenus diversifolia (Gray) Hou 刺裸實

26. Cornaceae 山茱萸科
Swida controversa (Hemsl.) Sojak 燈臺樹
27. Daphniphyllaceae 虎皮楠科
Daphniphyllum glaucescens Bl. subsp. *oldhamii* (Hemsl.) Huang 奧氏虎皮楠
28. Ebenaceae 柿樹科
Diospyros eriantha Champ. ex Benth. 軟毛柿
29. Elaeagnaceae 胡頹子科
Elaeagnus formosana Nakai 臺灣胡頹子
Elaeagnus thunbergii Serv. 鄧氏胡頹子
30. Elaeocarpaceae 杜英科
Elaeocarpus sylvestris (Lour.) Poir. 杜英
31. Ericaceae 杜鵑花科
Rhododendron breviperulatum Hayata 南澳杜鵑
Rhododendron oldhamii Maxim. 金毛杜鵑
Vaccinium bracteatum Thunb. 米飯花
32. Euphorbiaceae 大戟科
Breynia officinalis Hemsl. 紅仔珠
Bridelia balansae Tutch. 刺杜密
Glochidion rubrum Blume 細葉饅頭果
Mallotus japonicus (Thunb.) Muell. -Arg. 野桐
Mallotus philippensis (Lam.) Muell. -Arg. 粗糠柴
33. Fabaceae 豆科
Albizia julibrissin Durazz. 合歡
Campylotropis giraldii (Schindler) Schindler 彎龍骨
Dumasia villosa DC. ssp. *bicolor* (Hayata) Ohashi & Tateishi 臺灣山黑扁豆
Lespedeza bicolor Turcz. 胡枝子
Lespedeza chinensis G. Don 華胡枝子
Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit. 銀合歡
Rhynchosia volubilis Lour. 鹿藿

34. Fagaceae 殼斗科
Cyclobalanopsis glauca (Thunb.) Oerst. 青剛櫟
Pasania hancei (Benth.) Schottky var. *ternaticupula* (Hayata) Liao 三斗石櫟
Quercus tarokoensis Hayata 太魯閣櫟
Quercus variabilis Blume 栓皮櫟
35. Flacourtiaceae 大風子科
Xylosma congesta (Lour.) Merr. 柞木
36. Gentianaceae 龍膽科
Tripterospermum taiwanense (Masamune) Satake 臺灣肺形草
37. Gesneriaceae 苦苣苔科
Conandron ramondioides Sieb. & Zucc. 苦苣苔
Lysionotus pauciflorus Maxim. 臺灣石吊蘭
38. Hamamelidaceae 金縷梅科
Liquidambar formosana Hance 楓香
39. Juglandaceae 胡桃科
Platycarya strobilacea Sieb. & Zucc. 化香樹
40. Lamiaceae 唇形花科
Anisomeles indica (L.) Ktze. 金劍草
41. Lauraceae 樟科
Beilschmiedia erythrophloia Hayata 瓊楠
Cinnamomum insulari-montanum Hayata 臺灣肉桂
Litsea acuminata (Blume) Kurata 長葉木薑子
42. Lythraceae 千屈菜科
Lagerstroemia subcostata Koehne 九芎
43. Malpighiaceae 黃褥花科
Hiptage benghalensis (L.) Kurz 猿尾藤
44. Meliaceae 楝科
Melia azedarach L. 楝

45. Menispermaceae 防己科

Stephania japonica (Thunb. ex Murray) Miers 千金藤

46. Moraceae 桑科

Ficus erecta Thunb. var. *beeheyana* (Hook. & Arn.) King 牛乳榕

Ficus formosana Maxim. 天仙果

Ficus irisana Elmer 澀葉榕

Ficus sarmentosa Buch.-Ham. ex J. E. Sm. var. *henryi* (King ex D. Oliver) Corner
阿里山珍珠蓮

Ficus tannoensis Hayata 濱榕

Maclura cochinchinensis (Lour.) Corner 臺灣柘樹

Morus australis Poir. 小葉桑

47. Myrsinaceae 紫金牛科

Ardisia cornudentata Mez 鐵雨傘

Ardisia pusilla DC. 輪葉紫金牛

Ardisia sieboldii Miq. 樹杞

Maesa tenera Mez 臺灣山桂花

Myrsine africana L. 小葉鐵仔

48. Oleaceae 木犀科

Fraxinus formosana Hayata 白雞油

Fraxinus insularis Hemsl. 臺灣梣

49. Oxalidaceae 酢醬草科

Oxalis corniculata L. 酢醬草

50. Passifloraceae 西番蓮科

Passiflora suberosa L. 三角葉西番蓮

51. Piperaceae 胡椒科

Peperomia japonica Makino 椒草

Piper kadsura (Choisy) Ohwi 風藤

52. Pittosporaceae 海桐科

Pittosporum illicioides Makino 疏果海桐

53. Ranunculaceae 毛茛科

Clematis meyeniana Walp. 麥氏鐵線蓮

Clematis uncinata Champ. ex Benth. 柱果鐵線蓮

54. Rhamnaceae 鼠李科

Rhamnus formosana Matsum. 桶鉤藤

Sageretia thea (Osbeck) M. C. Johnst. 雀梅藤

Sageretia thea (Osbeck) M. C. Johnst. var. *taiwaniana* (Masamume) Liu & Wang
臺灣雀梅藤

55. Rosaceae 薔薇科

Eriobotrya deflexa (Hemsl.) Nakai 山枇杷

Photinia serratifolia (Desf.) Kalkman 石楠

Prunus campanulata Maxim. 山櫻花

Rubus formosensis Ktze. 臺灣懸鉤子

56. Rubiaceae 茜草科

Gardenia jasminoides Ellis 山黃梔

Mussaenda parviflora Matsum. 玉葉金花

Paederia cavaleriei Lev. 毛雞屎藤

Paederia scandens (Lour.) Merr. 雞屎藤

Psychotria rubra (Lour.) Poir. 九節木

57. Rutaceae 芸香科

Citrus grandis Osbeck 柚

Murraya paniculata (L.) Jack. 月橘

Toddalia asiatica (L.) Lam. 飛龍掌血

Zanthoxylum scandens Blume 藤花椒

58. Sabiaceae 清風藤科

Meliosma rhoifolia Maxim. 山豬肉

59. Sapindaceae 無患子科

Koelreuteria henryi Dummer 臺灣樂樹

60. Saxifragaceae 虎耳草科

Deutzia pulchra Vidal 大葉溲疏

61. Staphyleaceae 省沽油科
Turpinia ternata Nakai 三葉山香圓
62. Sterculiaceae 梧桐科
Firmiana simplex (L.) W. F. Wight 梧桐
63. Theaceae 茶科
Cleyera japonica Thunb. 紅淡比
Cleyera japonica Thunb. var. *morii* (Yamamoto) Masamune 森氏紅淡比
Eurya nitida Korthals 鈴木
64. Thymelaeaceae 瑞香科
Daphne kiusiana Miq. var. *atrocaulis* (Rehder) Maekawa 白花瑞香
65. Ulmaceae 榆科
Celtis formosana Hayata 石朴
Zelkova serrata (Thunb.) Makino 欒
66. Urticaceae 蕁麻科
Boehmeria nivea (L.) Gaudich. var. *tenacissima* (Gaudich.) Miq. 青苧麻
Oreocnide pedunculata (Shirai) Masamune 長梗紫麻
Pilea plataniflora C. H. Wright 西南冷水麻
67. Verbenaceae 馬鞭草科
Callicarpa formosana Rolfe 杜虹花
68. Vitaceae 葡萄科
Ampelopsis brevipedunculata (Maxim.) Trautv. 山葡萄
Tetrastigma formosanum (Hemsl.) Gagnep. 三葉崖爬藤
Tetrastigma umbellatum (Hemsl.) Nakai 臺灣崖爬藤

Monocotyledon 單子葉植物

69. Araceae 天南星科
Alocasia macrorrhiza (L.) Schott & Endl. 姑婆芋
Pothos chinensis (Raf.) Merr. 柚葉藤
70. Arecaceae 棕櫚科
Arenga engleri Beccari 山棕

71. Commelinaceae 鴨跖草科
Amischotolype chinensis (N. E. Br.) E. H. Walker ex Hatusima 中國穿鞘花
72. Dioscoreaceae 薯蕷科
Dioscorea bulbifera L. 獨黃
Dioscorea doryphora Hance 戟葉田薯
Dioscorea formosana Knuth 臺灣薯蕷
Dioscorea japonica Thunb. 薄葉野山藥
73. Liliaceae 百合科
Asparagus cochinchinensis (Lour.) Merr. 天門冬
Aspidistra elatior Blume 蜘蛛抱蛋
Dianella ensifolia (L.) DC. ex Redoute. 桔梗蘭
Liriope angustissima Ohwi 細葉小麥門冬
Liriope spicata Lour. 麥門冬
Ophiopogon formosanus Ohwi 臺灣沿階草
74. Orchidaceae 蘭科
Anoectochilus formosanus Hayata 臺灣金線蓮
75. Poaceae 禾本科
Arundo formosana Hack. 臺灣蘆竹
Cymbopogon tortilis (Presl) A. Camus 扭鞘香茅
Miscanthus floridulus (Labill.) Warb. ex Schum. & Laut. 五節芒
Oplismenus undulatifolius (Arduino) Roem. & Schult. 求米草
76. Smilacaceae 菝葜科
Heterosmilax indica A. DC. 南蠻土伏苓
Heterosmilax japonica Kunth 平柄菝葜
Smilax bracteata Presl 假菝葜
Smilax bracteata Presl subsp. *verruculosa* (Merr.) T. Koyama 糙莖菝葜
Smilax china L. 菝葜
77. Zingiberaceae 薑科
Alpinia speciosa (Windl.) K. Schum. 月桃
Languas flabellata (Ridl.) Merr. 山薑