農委會林務局保育研究系列 88-1 號

插天山自然保留區臺灣山毛櫸天然更新與繁殖之可行性研究

The Study on Regeneration and Propagation of *Fagus hayatàe* at Chiatienshan Nature Reserve Area

主辦機關：農委會林務局新竹林區管理處

執行機關：國立中興大學

中華民國八十八年十月

農委會林務局保育研究系列 88-1 號

插天山自然保留區臺灣山毛櫸天然更新與繁殖之可行性研究

The Study on Regeneration and Propagation of *Fagus hayatae* at Chiatienshan Nature Reserve Area

歐辰雄　呂金誠
黃立彥　許俊凱　曾喜育
蔡尚憙　潘振彰　林志銓
朱恩良　傅國銘　莊敏芬

主辦機關：農委會林務局新竹林區管理

執行機關：國立中興大學森林學系

中華民國八十八年十月

目 錄

圖目次..... I

表目次..... II

壹、前言.....1

貳、研究區概況.....2

參、研究材料與方法.....6

肆、結果與討論.....14

一、矩陣群團歸群分析.....14

二、族群結構分析.....27

三、環境因子之觀測與記錄.....27

四、臺灣山毛櫸物候觀察.....29

五、臺灣山毛櫸天然更新苗之標定.....32

伍、結論與建議.....34

陸、參考文獻.....36

附錄.....38

圖目次

圖 1. 插天山自然保留區山脈水系.....3

圖 2. 插天山自然保留區臺灣山毛櫸分布.....5

圖 3. 插天山自然保留區拉拉山研究區樣區分布.....7

圖 4. 林分樣區之全天光空域、直射光空域與東北向全天光空域...10

圖 5. 以方位表示之水分梯度級.....11

圖 6. 上層植群調查矩陣群團分析之樹形.....16

圖 7. 下層植群調查矩陣群團分析之樹形.....25

圖 8. 臺灣山毛櫸之族群構造.....27

圖 9. 臺灣山毛櫸天然下種小苗位置分布.....33

表目次

表 1. 臺灣山毛櫸—短柱山茶 亞型之環境與植物相主要組成.....17

表 2. 臺灣山毛櫸 亞型之環境與植物相主要組成.....18

表 3. 臺灣山毛櫸—松田氏茭迷 亞型之環境與植物相主要組成.....19

表 4. 臺灣山毛櫸—小葉石楠 亞型之環境與植物相主要組成.....20

表 5. 臺灣山毛櫸—月桂葉灰木—厚葉柃木 亞型之環境與植物相主要組成.....21

表 6. 尾葉灰木 型之環境與植物相主要組成.....22

表 7. 臺灣灰木—水絲梨 亞型之環境與植物相主要組成.....23

表 8. 漸尖葉新木薑子 型之環境與植物相主要組成.....24

表 9. 臺灣瘤足蕨 型之環境與植物相主要組成.....26

表 10. 玉山箭竹 型之環境與植物相主要組成.....26

表 11. 南海鱗毛蕨 型之環境與植物相主要組成.....26

表 12. 二十個植物社會樣區環境因子記錄表.....28

表 13. 調查次數及日期.....29

表 14. 臺灣山毛櫸物候觀察結果.....30

插天山自然保留區台灣山毛櫸天然更新與繁殖之可行性研究

壹、前言

台灣山毛櫸（*Fagus hayatae* subsp. h*ayatae*）又稱台灣水青岡或早田氏山毛櫸，為殼斗科（Fagaceae）山毛櫸屬（*Fagus*）植物，性喜溫涼濕潤的海洋性氣候，為台灣島上僅有之夏綠林(summer green forest)。根據最新的研究(Shen, 1992)，全世界的山毛櫸植物有十三種，台灣僅有台灣山毛櫸此一亞種，同時亦為此屬植物在北半球分布的最南限。

台灣山毛櫸特產於台灣本島山地，自小西氏於 1906 年在北插天山首次發現(Hayata, 1908)以降，雖陸續為人所發現，但最主要的分布區域仍侷限於羅東山區及插天山自然保留區內羅培山至拉拉山之稜線上，與台灣杜鵑(*Rhododendron formosanum*)、錐果櫟(*Cyclobalanopsis longinux*)、台灣扁柏(*Chamaecyparis obtusa* var. *formosana*)、鐵杉(*Tsuga chinensis*)等混交。由於台灣島位於北方植物區系之南限和南方熱帶植物分布的北限，植物地理學（plant geography）上的獨特性分布和目前呈退縮性的分布，使台灣山毛櫸極具學術研究的價值。近年來之研究更指出台灣山毛櫸為北插天山綠小灰蝶（*Sibataniozephyrus kuafui*）之唯一食草，且本研究區為目前台灣黑熊（*Ursus thibetanus formosanus*）和插天山圓翅鍬形蟲重要生育地，更突顯出台灣山毛櫸和此保留區存在的重要性；而台灣唯一的溫帶落葉樹種，在每年三、四月間開花，八到九月結果，十到十一月綠葉轉為金黃色，隔年春天長出來的嫩葉景觀，亦深富觀賞價值。

過去研究推論台灣山毛櫸天然更新不良的原因在於其雖然每年開花，然而結實量卻不佳(楊遠波和呂勝由，1991)，且果實於高溫多濕條件下極易腐爛(片岡，1982)，即使有健壯種子產生，亦須經過連續三個月 4℃低溫，才能於春季發芽（Hartmann *et al.*, 1990)。種子發芽後，子葉露出地表，亦易被豐富之林床植物掩蓋而衰弱（片岡，1982)。劉棠瑞和蘇鴻傑（1972）曾謂台灣山毛櫸小苗須日光才能生長；大陸學者洪必恭和安樹青（1993）亦指出山毛櫸幼苗成長慢、存活率低，要有足夠數量的種子庫（seed bank)，而且要在有"林窗"(gap)

形成的地段，幼苗才能茁壯成長。目前本區除少數風倒所導致之孔隙外，林床植物覆蓋度幾乎達百分之百。

以往對臺灣山毛櫸所進行之調查，以鐘補勤和章樂民(1952)針對南插天山所做的生態調查最早，之後，陸續有劉棠瑞和蘇鴻傑(1972)、謝長富等(1987)、王立志(1987)及邱清安(1996)等研究報告，然而多偏重於植物群落的分析比較，對於臺灣山毛櫸的天然更新和繁殖皆僅止於推測，因此，為保育此一台灣特有珍稀樹種，針對台灣山毛櫸各項生育地因子、物候觀察、種子發芽機制與處理等，深入探討其更新與繁殖之相關問題，並希望能將研究結果應用於野外天然更新及造林之試驗，以供林業經營、管理及保護上之參考依據。

貳、研究區概況

一、地理行政位置及植群社會

插天山自然保留區位於北緯 24°41'~24°49'，東經 121°23'~121°30'之間，面積 7,759.17 公頃，為台灣北部最大之保留區，行政區域分屬於台北縣烏來鄉、三峽鎮和桃園縣復興鄉。植被方面除小部份柳杉造林地外，概為天然林；邱清安（1996）將保留區內植物群落概分成三種：(1) 常綠闊葉林；(2) 落葉闊葉林；(3) 針闊葉混交林。

二、山脈水系

插天山自然保留區位於台北盆地南方略偏西，以拉拉山為中心，周圍為羅培山、北插天山、盧平山、南插天山、夫婦山、塔曼山、美奎西莫山、茶墾山和檜山所環繞，全區海拔高度介於 300~2,130 公尺，最高處為南隅之塔曼山，最低處為福山村內的札孔溪。水系範圍分成西半部大漢溪支流集水區和東半部南勢溪上游集水區；西邊溪流有羗嵌溪及其支流西布喬溪(雪霧鬧溪)、拉拉溪、宇內溪；東邊有南勢溪及其支流斯其野溪、大羅蘭溪、馬岸溪和札孔溪（圖 1）。

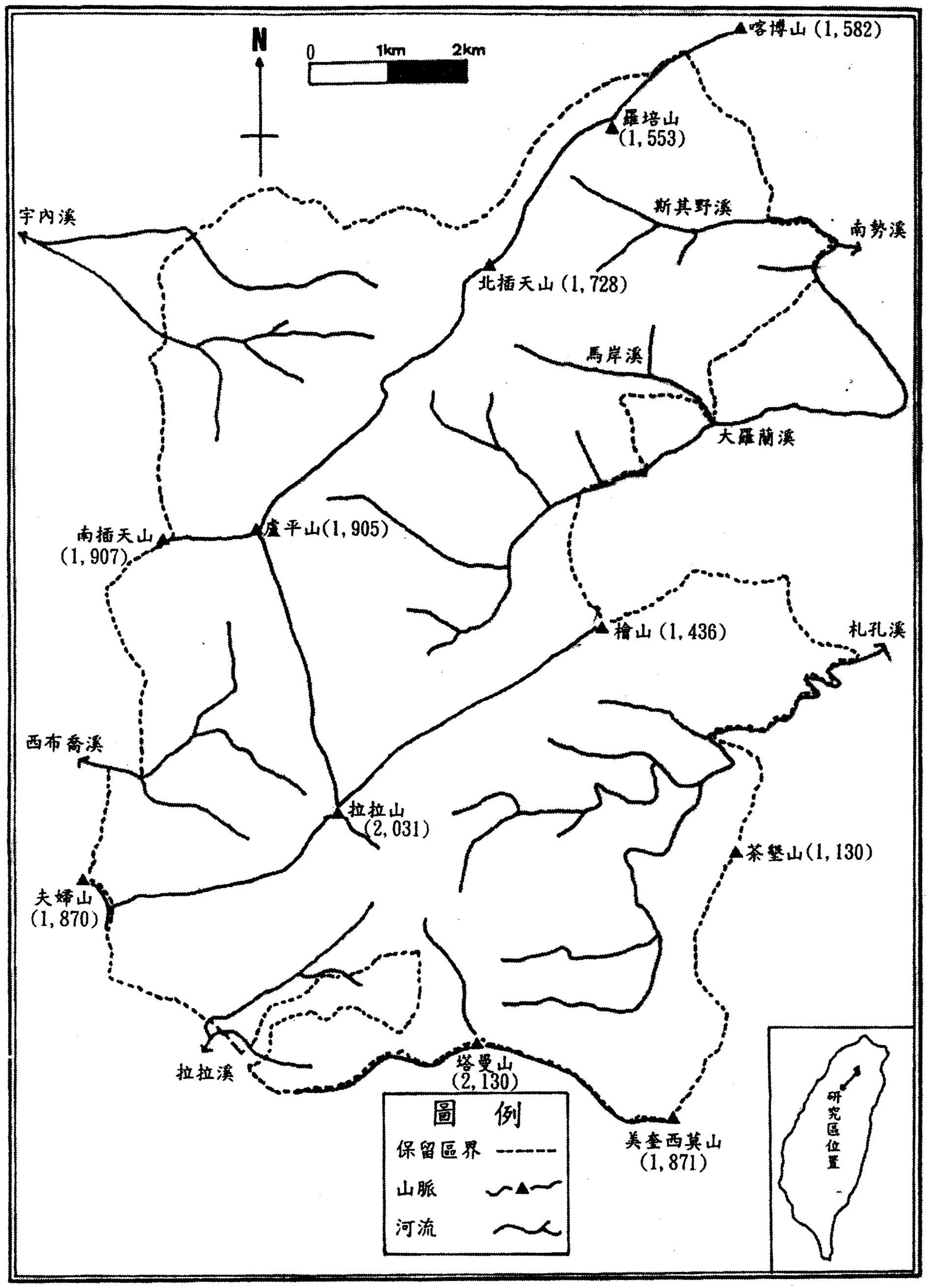


圖 1. 插天山自然保留區山脈水系分布

三、地質與土壤

研究區的地質是由第三紀中新世的汐止群和漸新世的地層所組成，包括(由上而下)乾溝層、粗窟砂岩、大桶山層、媽岡層、木山(腳)層及大寮公館層(Tang and Yang, 1976），主要為第三紀之黏板岩、砂岩及頁岩，土壤母質多源自砂頁岩互層，母質含鹽基量不豐，黏土礦物以蛭石、伊萊石和高嶺石為主。土壤 pH 值極低，介於 3.3~3.8 之間，顯示屬極強酸性土壤，表土有機質含量特高，灰壤化作用明顯（林光清，1987)。

四、氣候

研究區氣候型態終年陰雨或雲霧瀰漫之日數較多，冬季偶會下雪，氣溫冬季介於 5~10℃，夏季在 20℃左右，年平均溫度 13℃，年降雨量高達 3,290 mm，相對濕度高達 90% 以上，屬溫帶重濕性氣候。由於特殊的地理位置正當冬、夏季風吹拂之處，氣候的變異甚大，此外，颱風的侵襲也影響著此區域的氣候型態和植群社會的更新動態。

五、台灣山毛櫸分布範圍

保留區內台灣山毛櫸的分布範圍主要在拉拉山至羅培山之稜線上，並向東北延伸至區外之喀博山（卡保山；加母山)(圖 2)；除此之外，零星分布於南插天山附近、塔曼山北稜和巴博庫魯山西稜，與錐果櫟及台灣杜鵑等樹種混生，由於台灣山毛櫸並非唯一優勢木，故不算是典型的夏綠林。另外，在宜蘭境內三星山、銅山、飯包山，台北縣阿玉山，甚至台中縣鞍馬山皆有採集記錄，尤其是宜蘭銅山的台灣山毛櫸純林面積高達 900 餘公頃，為本保留區山毛櫸林的三倍。台灣山毛櫸的分布範圍及其實際面積至今仍未有較準確數據，而不同地區的台灣山毛櫸是否有基因遺傳上的關係或環境因子上的差異，都值得再深入探討。

由於台灣山毛櫸的實際分布範圍眾說紛紜，有學者指出拉拉山是此樹種分布的南限似乎有其特殊的地理環境因素。此外，考量到調查區域的時空便利性，因此擇定了拉拉山線的台灣山毛櫸林做為本計畫主要的研究區域範圍。

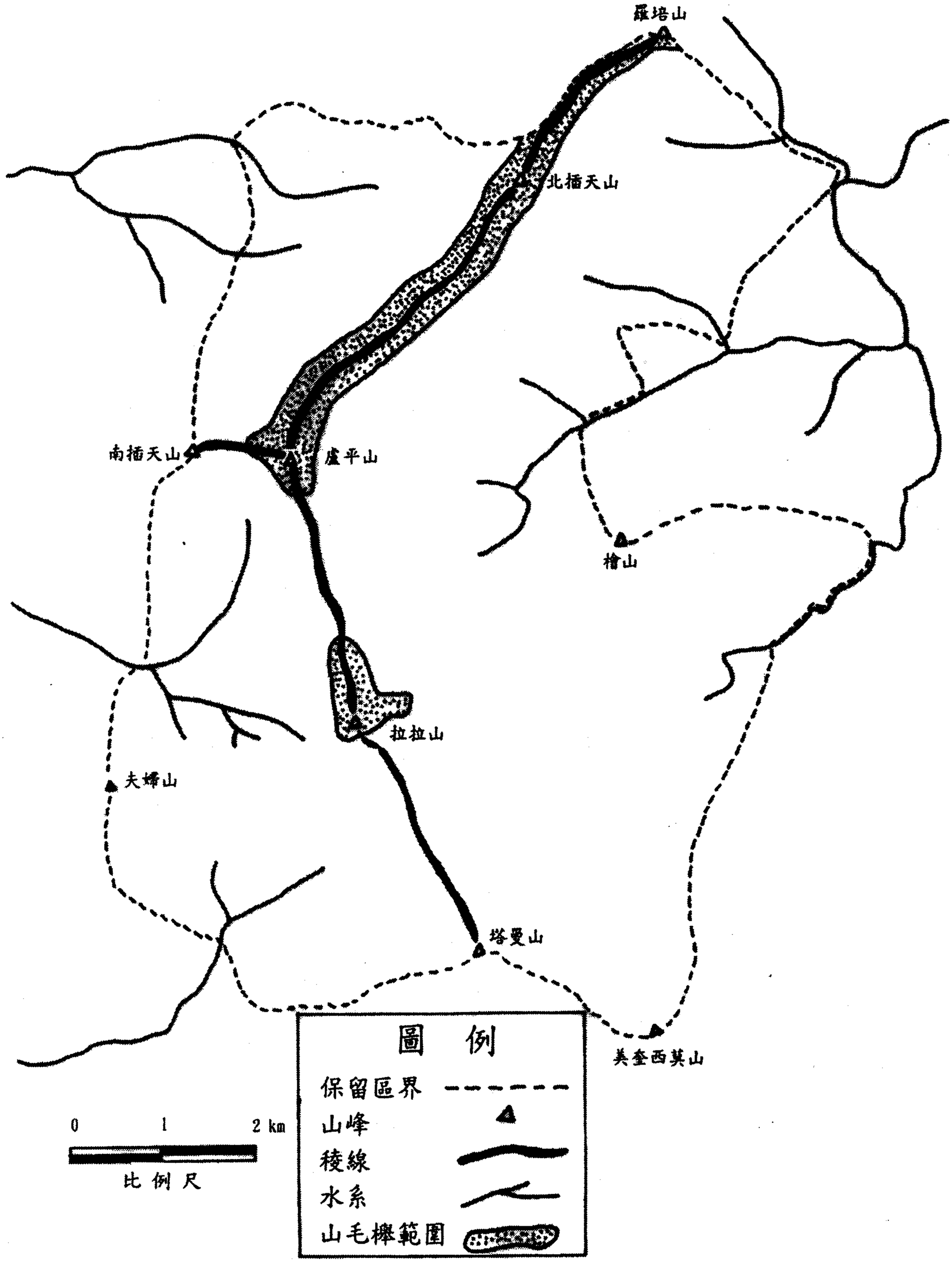


圖 2. 插天山自然保留區台灣山毛櫸分布

參、研究材料及方法

一、資料蒐集與整理

首先蒐集與本區有關之基本環境資料，包括地理環境、範圍、氣候、地質土壤及一萬分之一相片基本圖、二萬五千分之一等高線圖、林相圖、林班圖等資料，以初步瞭解研究區之環境概況；另外對前人的研究文獻亦加以蒐集、整理。

二、調查路線踏勘與樣區設置及處理

參考前人研究報告確定台灣山毛櫸在保留區的分布範圍，查定地圖研擬調查路線後即進行踏勘，於北插天山和拉拉山兩地選擇拉拉山為研究區域，並初步決定樣區設置地點，於研究區域拉拉山線沿途約 1,900m 第一片台灣山毛櫸林出現處至山頂（2,031m）及拉拉山往南插天山途中一處平坦地共設置 6m×6m 種子苗更新調查樣區 20 個；而北插天山之台灣山毛櫸林則以採集種子進行發芽試驗為主。

三、樣區調查方法與植相紀錄

本研究調查採用多樣區法(multiple plot method)之集落樣區設置法(contagious quadrat method)，樣區之設置主要係考慮海拔、地形等環境變化與植物組成，舉凡植物社會可能有變化之地點均儘量進行取樣，並儘可能使樣區於研究區中均勻分布(圖 3)。樣區大小為 6m× 6m，由 9 個 2m× 2m 之連結小區組成，樣區內植群資料登錄木本植物的種類、株數及胸高直徑(Diameter at breast height, DBH)，並估計地面草本植物之覆蓋度 (Coverage)。凡樣區內之樹木胸徑大於 1 cm者，列入喬木層，逐株予以量計胸高直徑，記錄種類；其他胸高直徑小於 1 cm之樹種及草本、蕨類等皆列為地被層，記錄全部種類及其覆蓋面積。

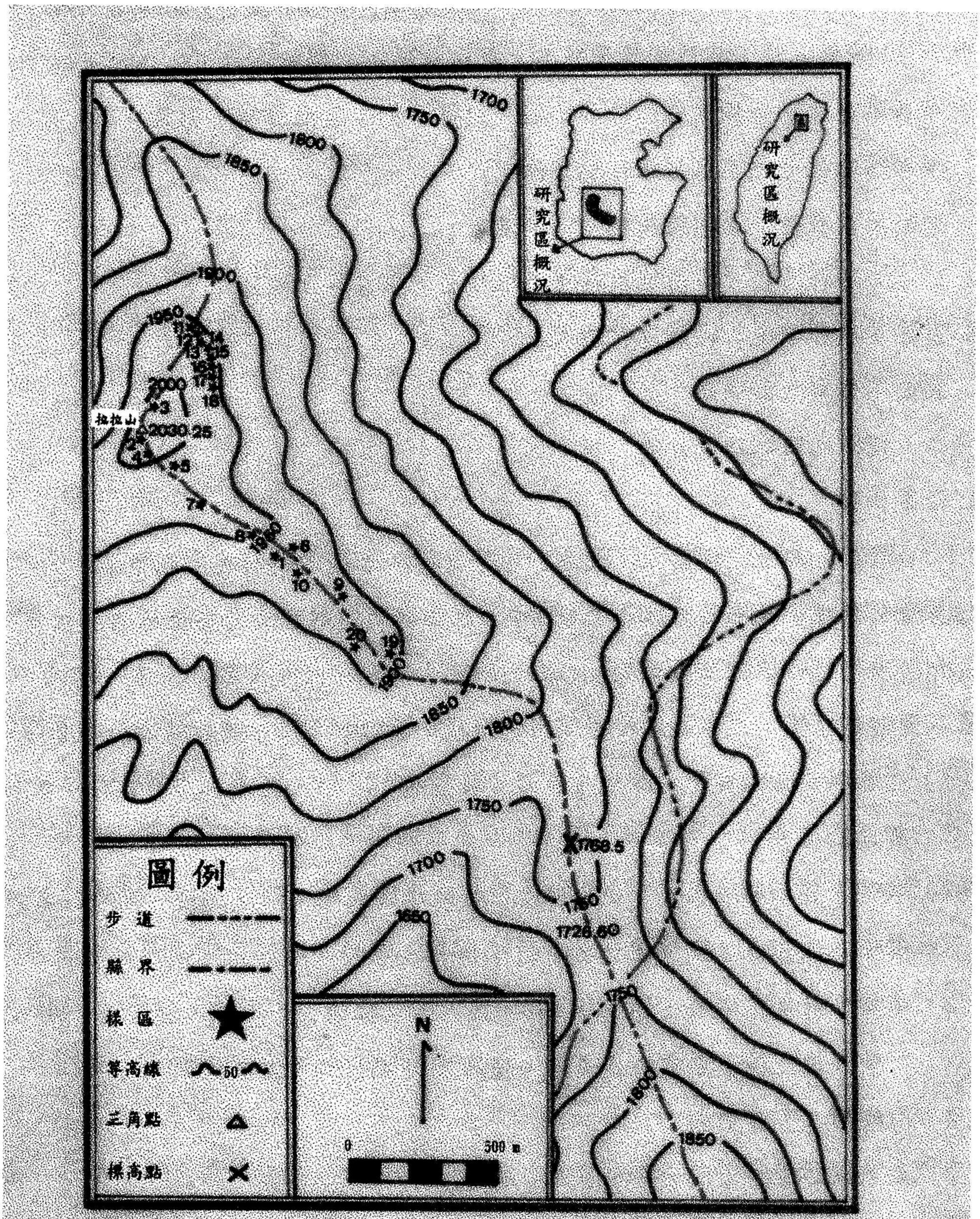


圖 3. 插天山自然保留區拉拉山研究區樣區分布圖

四、試驗設計

（一）樣區試驗設計

在不同海拔、坡向、坡度的環境下，選擇 20 個地點設置更新樣區，除 10 號和 20 號樣區外，其餘皆設置於 1 至數株台灣山毛櫸母樹之下，以期天然下種更新苗的發生。每個樣區區分 9 小區，選擇 5 個小區做五種不同的處理，即：

1. 僅刈除地被層，不包括根系的清除。
2. 刈除地被層後，連同植物根系一併清除。
3. 上述 2 項作業後，再清除腐植質之堆積層，而使表土裸露。
4. 上述 3 項作業後，再加以耕鋤表土。
5. 完全不作業之對照組。

（二）種子處理試驗設計

1. 發芽步驟

台灣山毛櫸種子採集後，先進行種子重量和含水率的測定，測重的目的在計算每公升種子具有活力種子之數目；含水率的測定則可決定種子的儲藏性質。另外必須對種子進行活力測驗（viability），以測定種子發芽之潛能。當種子基本資料建立後，立即進入發芽試驗的階段，步驟如下（參考林讚標，1996）：

（1）逢機取 400 粒種子，分成 4 重複，每重複 100 粒。另外取 400 粒種子用於活力檢定。

（2）準備介質，利用水苔，使用前先用自來水清洗之，清洗過後，以手握拳以排除多餘的水，使鮮重含水率仍有 80%。

（3）準備可封口塑膠袋（厚 0.04mm），置入 100 粒種子，再放入濕水苔，水苔之量大約是種子重量之 3–4 倍，塑膠袋仍留 50%左右之空間。

（4）同時封入多量空氣。

（5）上下振動攪拌使種子與水苔混合均勻。

（6）塑膠袋置入有光期、溫度、光強控制之生長箱內進行發芽。林木種子每週檢查一次至二次，發芽的種子應移出以免干擾到正要或發芽中的種子。

（7）發芽進行時間 30 天，視情況延長之。

2. 發芽條件

種子發芽試驗在三種條件下分別進行，每種條件下均逢機選取 400 粒種子，分成 4 重複，每重複 100 粒。3 種條件分述如下：

（1）25℃恆溫下，光照 16hrs，黑暗 8hrs。

（2）15℃恆溫下，光照 16hrs，黑暗 8hrs。

（3）變溫處理。20℃光照 16hrs，10℃黑暗 8hrs。

3. 層積條件

除了進行發芽試驗外，其餘種子仍以 400 粒分成 4 重複，每重複 100 粒，置入 4℃恆溫箱中進行低溫層積，各層積 30、60、90、120、150、180、240、300、360 天及不層積之對照者，共分為 10 種處理，至層積天數屆滿即取出進行發芽。

五、環境因子觀測與評估

不同生育地的環境因子間存在著程度不一的交互作用，然而目前對各環境因子間複雜的關係仍不甚了解，因此在植群研究過程中，仍必須將生育地環境因子分離為單一因子或合成指數，以求得環境因子和植群變異的相關。本研究針對下列環境因子加以觀測或評估：

（一）海拔高度（altitude, Alt.）

在環境層級系統中海拔高度為最高階的影響因子影響一地區之氣溫，一般而言，當海拔上升 100m，溫度約下降 0.5～0.6℃(邱清安, 1996)。觀測時以氣壓高度計校正已知高度之水準點，於樣區中央位置測定之，直接以其讀數為評估值。

（二）坡度（slope, Slo.）

坡度指生育地地面之傾斜度，坡度可影響土壤的發育、堆積、排水和含水量，另外，不同坡度控制了太陽之入射角，進而影響太陽之輻射強度及局部氣候(蘇鴻傑, 1987)。量測時以羅盤儀或手提水準儀測出仰角或俯角，若林分樣區為傾斜率不均一的生育地，則宜取多次測值的平均。

（三）全天光空域（whole light sky, WLS）

全天光空域指林分樣區能接受太陽輻射之空域大小，為綜合方位、坡度、地形遮蔽度及太陽輻射能之估計值(邱清安，1996)。當研究區涵蓋緯度差異不大時，區內生育地間之輻射量變化可用附近地形地物之遮蔽率作為長期累積效應之評估(蘇鴻傑，1987)；鈴木時夫建議觀察樣區四周之十二個固定的方位角，測出遮蔽物之高度角(altitude angle)，更方便之方法為視附近山脊所在處，測其方位角和高度角(夏禹九和王文賢, 1985)，然後於研究室以製圖方式，求出未受遮蔽之天空範圍百分率，作為全天光空域（如圖 4）。

（四）直射光空域（direct light sky, DLS）

直射光空域係於樣區林分中直接看到太陽在空中運行之天域大小，其大小相當於太陽夏至與冬至軌跡之範圍，再扣除直射光被稜線所遮蔽之部份（如圖 4）。

（五）東北向全天光空域(northeast whole light sky, NE)

本研究區地理位置特殊，可能深受東北季風影響，故仿陳益民(1991)之做法，將東北向(方位角 0° ～90°)之全天光空域予以分離出，並視為影響植群變異的可能因子之一（如圖 4）。

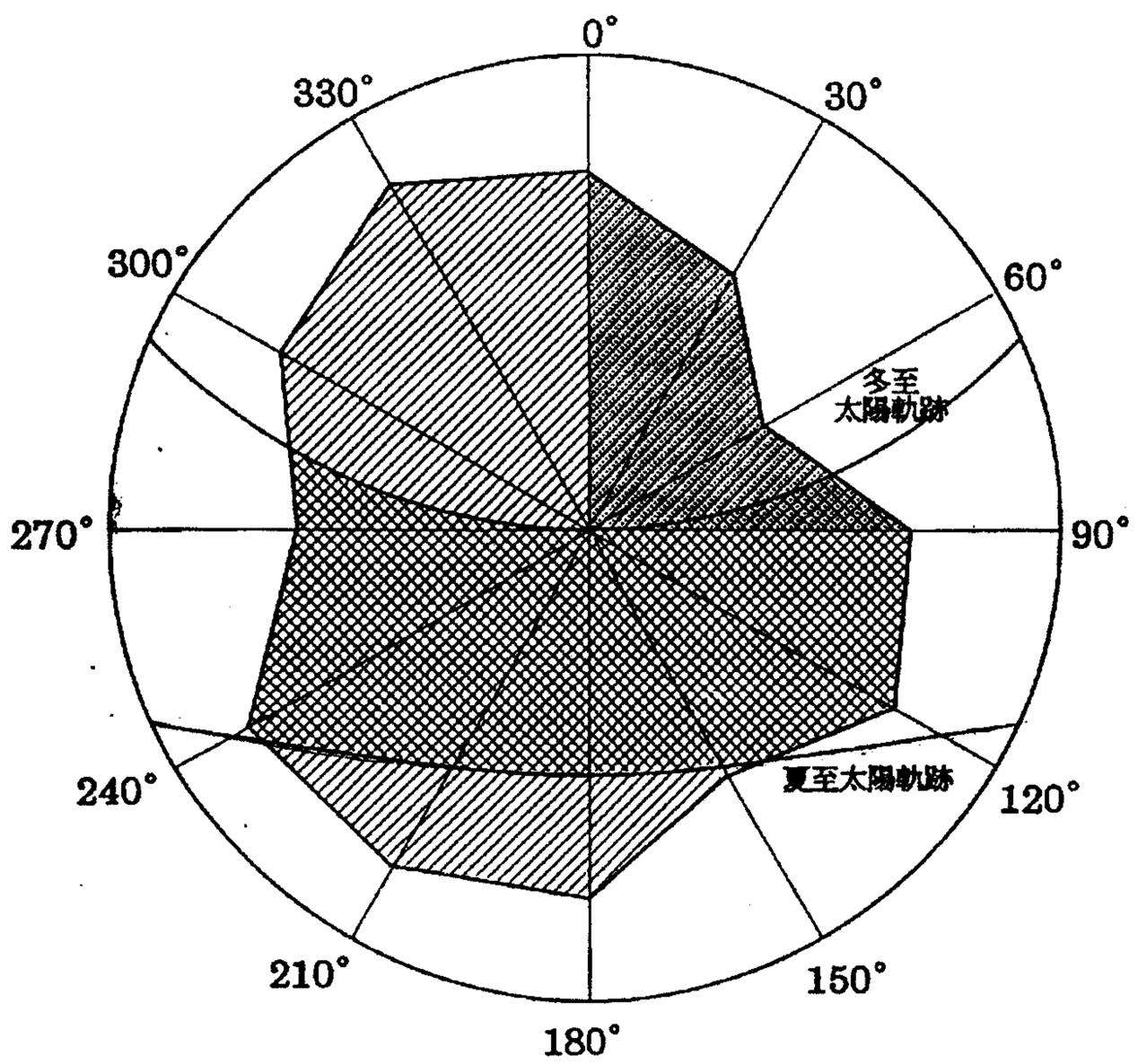


圖 4. 林分樣區之全天光空域(單斜線部分)、直射光空域(雙斜線部分)與東北向全天光空域(黑點部分)

（六）坡向（水分指數, Mos.）

坡向係指樣區或生育地最大坡度所面臨的方向，可於現場以羅盤儀測得。不同坡向將導致溫度、日照、濕度與土壤水分之差異，要探討其與植物之關係，須將角度轉化為效應的相對值(蘇鴻傑, 1987)。本研究將方位視為水分梯度(moisture gradient, Moi.)之對應值，通常以北半球而言，西南向最乾燥，東北向最陰濕，故給予 1(最乾)至 16(最濕)之相對值(圖 5)(Day and Monk, 1974)。

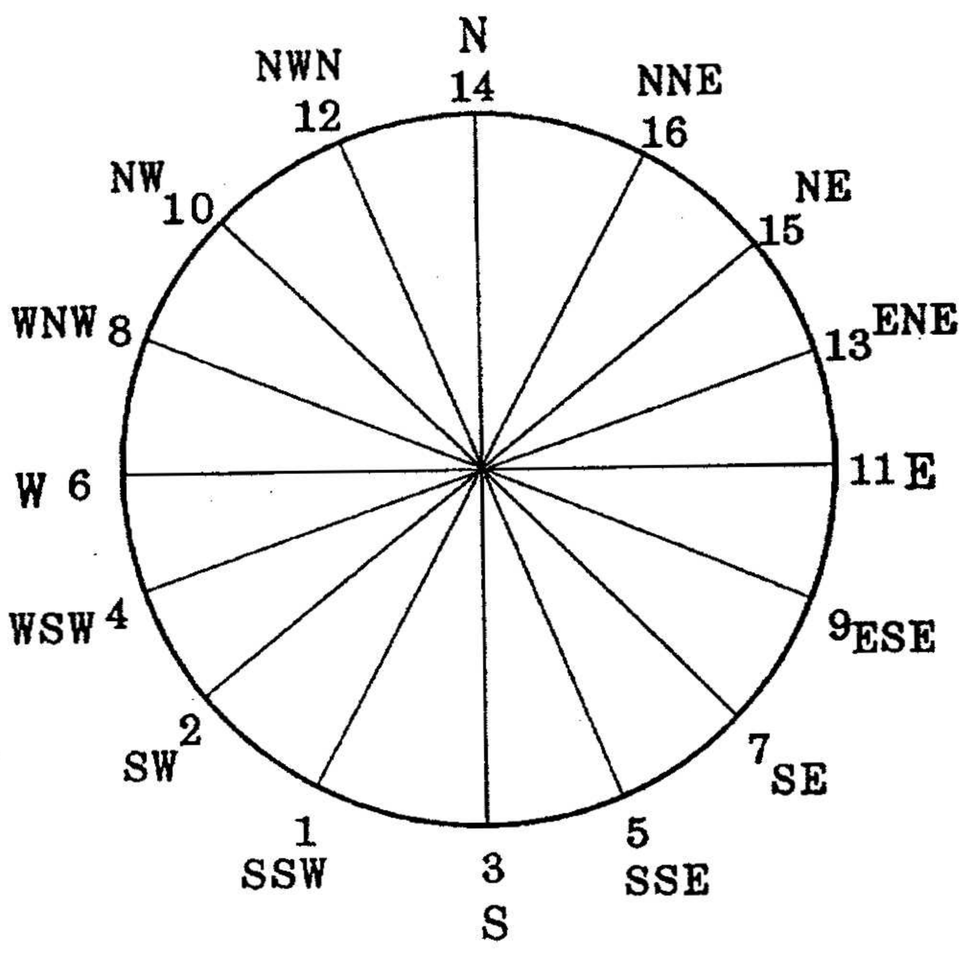


圖 5. 以方位表示之水分梯度級(Day and Monk, 1974)

（七）土壤性質

1. 土壤含水量:土壤因子中，水分含量對植物影響至鉅，常為觀測之主要項目，定義為土壤經烘乾(105℃下至少 24 小時)後所喪失之水重，常用重力法(gravimetric method)測定。
2. 土壤有機質:有機物量與森林之發育或演替常有相關。
3. 土壤 pH 值:土壤為植物發育之基質，土壤 pH 值可直接或間接影響土壤之物理、化學、生物特性及植物生長(胡弘道, 1988)，可視為土壤肥力之綜合評估(蘇鴻傑, 1987)。土壤 pH 值之測定係於樣區內取表土約 10 cm深度的樣土均勻攪拌，帶回實驗室風乾並過 2 mm篩網後，以土:水=1:2.5 的比例混合，間歇攪拌 1hr 後測定。
4. 土壤養分:土壤全氮和有效磷含量的測定。

（八）微氣象環境因子

1. 選擇測區

因光度會受局部環境所影響，故於每一樣區選擇 5 個測區，先以 TES 1 光度計量測各測區之絕對光度，再求得平均絕對光度，並以其絕對光度最接近平均絕對光度之測區為日後定期監測微氣象環境因子之測區；此外，於拉拉山三角點空曠處設一對照測區，以求得相對光度。

2. 溫度、相對濕度及絕對光度量測

於 1999 年 9 月 19 日設置完成，每 6 個星期定期使用 8K 加強型外接式溫度資料儲存盒(8K Stow Away- TEMP for external sensor, -37 to 46℃, XTE08-37+46)，8K 相對濕度資料儲存盒(8K Stow Away- RH, 0 to 100%, SRHA08)及 8K 光度資料儲存盒(8K Stow Away- LI Light Intensity, 0.02 to 20K lumens/sq ft., SLA08)，定期設置於樣區，三星期後取回，以其專用軟體(BoxCar-Pro)讀出所記錄之溫度、相對濕度及絕對光度等資料。

六、植群資料之統計分析

首先對野外調查原始資料之植物種類進行編碼，於文書處理軟體中輸入樣區、植物種類代碼、各株之胸徑及各植物之覆蓋度後，再轉換成資料庫格式。樣區之植物社會介量以重要值指數值（important value index, IVI）表示。將植物社會分成上下兩層（喬木層和地被層），計算各種植物在各樣區中之密度、頻度及優勢度，再轉換成相對值，上層植物社會重要值即三者相對值之總和，下層植物社會重要值即相對頻度和相對優勢度之總和，其意義代表某植物在林分樣區中所佔有之重要性。有關各計算公式如下：

$$\text{密度(density)} = \frac{\text{某種植物株數之總和}}{\text{所調查之總樣區數}}$$

$$\text{頻度(frequency)} = \frac{\text{某種植物出現之總樣區數}}{\text{所調查之總樣區數}}$$

$$\text{喬木層優勢度(dominance)} = \frac{\text{某種植物胸高斷面積之總和}}{\text{所調查之總樣區數}}$$

$$\text{地被層優勢度(dominance)}=\frac{\text{某種植物覆蓋面積總和}}{\text{所調查樣區面積總和}}$$

$$\text{相對密度(relative density)\%}=\frac{\text{某種植物之密度}}{\text{所有植物密度之總和}}\times 100\%$$

$$\text{相對頻度(relative frequency)\%}=\frac{\text{某種植物之頻度}}{\text{所有植物頻度之總和}}\times 100\%$$

$$\text{相對優勢度(relative dominance)\%}=\frac{\text{某種植物之優勢度}}{\text{所有植物優勢度之總和}}\times 100\%$$

喬木層 IVI=相對密度+相對頻度+相對優勢度=300

地被層 IVI=相對頻度+相對優勢度=200

七、植群分類-矩陣群團分析

有關矩陣群團分析之流程如下:

原始調查資料

↓

對植物種類編碼

↓

各樣區原始調查資料輸入

↓

利用 COMB 程式計算各植物於各樣區中之 IVI

↓

轉換為資料庫格式(DBF)

↓

利用 CLUSTER 程式進行群團分析

↓

繪製樣區連結樹形圖

↓

植群型分類

矩陣群團分析法(matrix cluster analysis, MCA)係以各植物於各樣區中之 IVI 為計算基礎，首先計算兩兩樣區間之相似性指數(index of similarity, IS)，將相似性最高之兩樣區合併為一合成樣區，再計算合併後之合成樣區與其他樣區間之相似性指數，如此依次合併，直到所有樣區合併至一合成樣區為止。相似性指數(IS)之計算係採用 Motyka *et al.*(1950)之公式：

$$IS\% = \frac{2Mw}{Ma + Mb} \times 100\%$$

式中 Ma 為 a 樣區中所有植物介量之總和

Mb 為 b 樣區中所有植物介量之總和

Mw 為兩樣區中共同出現植物之較小介量的總和

以上計算使用呂金誠氏以 BASIC 及 CLIPPER 語言所設計之 COMB 及 CLUSTER 程式(未發表)運算，最後再利用計算所得之樣區連結相似性百分率繪製樹形圖(dendrogram)，對植物社會進行分類。

八、物候觀察

在研究區內選擇不同位置的樣株 20–30 株，定期觀察台灣山毛櫸的抽芽期、展葉期、開花期、結實期、落葉期等不同階段生長情形，並儘量記錄量的變化，以期掌握台灣山毛櫸的生長週期。

九、種子採集及處理

在結實期間，於研究區域採集台灣山毛櫸種子，攜回實驗室進行發芽力檢定，利用機械法、化學法等各項方法處理種子，並利用各項光度、溫度、濕度、基質等研究其發芽所需之最佳條件，之後根據實驗所得進行野外試驗，以瞭解台灣山毛櫸之最佳天然更新條件。

十、臺灣山毛櫸天然下種更新苗的標定

調查期間，除了記錄樣區內是否有小苗出現外，並尋找樣區外，尤其是臺灣山毛櫸樹冠下小苗出現情形，將所發現小苗掛牌標定，並長期觀察其存活情形、死亡原因及苗木生長變化狀況。

肆、結果與討論

一、矩陣群團歸群分析

本研究之植群分類是以各植物種類在各樣區中之重要指數(IVI)為基礎，計算各樣區間之相似性指數，製成相似性指數矩陣，再根據群團分析之結果，連結各樣區而繪製成樹形圖，此樹形圖可依不同之相似性百分率之臨界值(threshold)來劃分植物社會。

植群型命名的選擇主要可分優勢種、次優勢種、分化種或特徵種。本研究對植群型命名之原則為以優勢種與次優勢種二者聯合命名。植群型之劃分分述如下：

1.上層植群

有關本研究區上層植群型之劃分如下（圖 6）：

Ⅰ.、臺灣山毛櫸型（*Fagus hayatae* subsp. *hayatae* Type）

A.短柱山茶亞型（*Camellia brevistyla* Subtype）

B.臺灣山毛櫸亞型（*Fagus hayatae* subsp. h*ayatae* Subtype）

C.臺灣山毛櫸—松田氏莢迷亞型（*Viburnum erosum* Subtype）

D.臺灣山毛櫸—小葉石楠亞型（*Pourthiaea villosa* var. *parvifolia* Subtype）

E.臺灣山毛櫸—月桂葉灰木—厚葉柃木亞型(*Symplocos wikstroemifolia*—*Eurya glaberrima* Subtype）

Ⅱ、尾葉灰木型（*Symplocos sumuntia* Type）

Ⅲ、臺灣灰木—水絲梨型（*Symplocos formosana* var. *formosana* —*Sycopsis sinensis* Type）

Ⅳ、漸尖葉新木薑子型（*Neolitsea acuminatissima* Type）

上層植群型之組成及狀態如以下之描述：

（Ⅰ）臺灣山毛櫸型

本型植物社會以臺灣山毛櫸為主要優勢種，共計 12 個樣區屬於本植群型，其可再分成 5 個亞型，分別為短柱山茶亞型、臺灣山毛櫸亞型、台灣山毛櫸—松田氏莢迷亞型、台灣山毛櫸—小葉石楠亞型和台灣山毛櫸—月桂葉灰木—厚葉柃木亞型（表 1、表 2、表 3、表 4、表 5）。

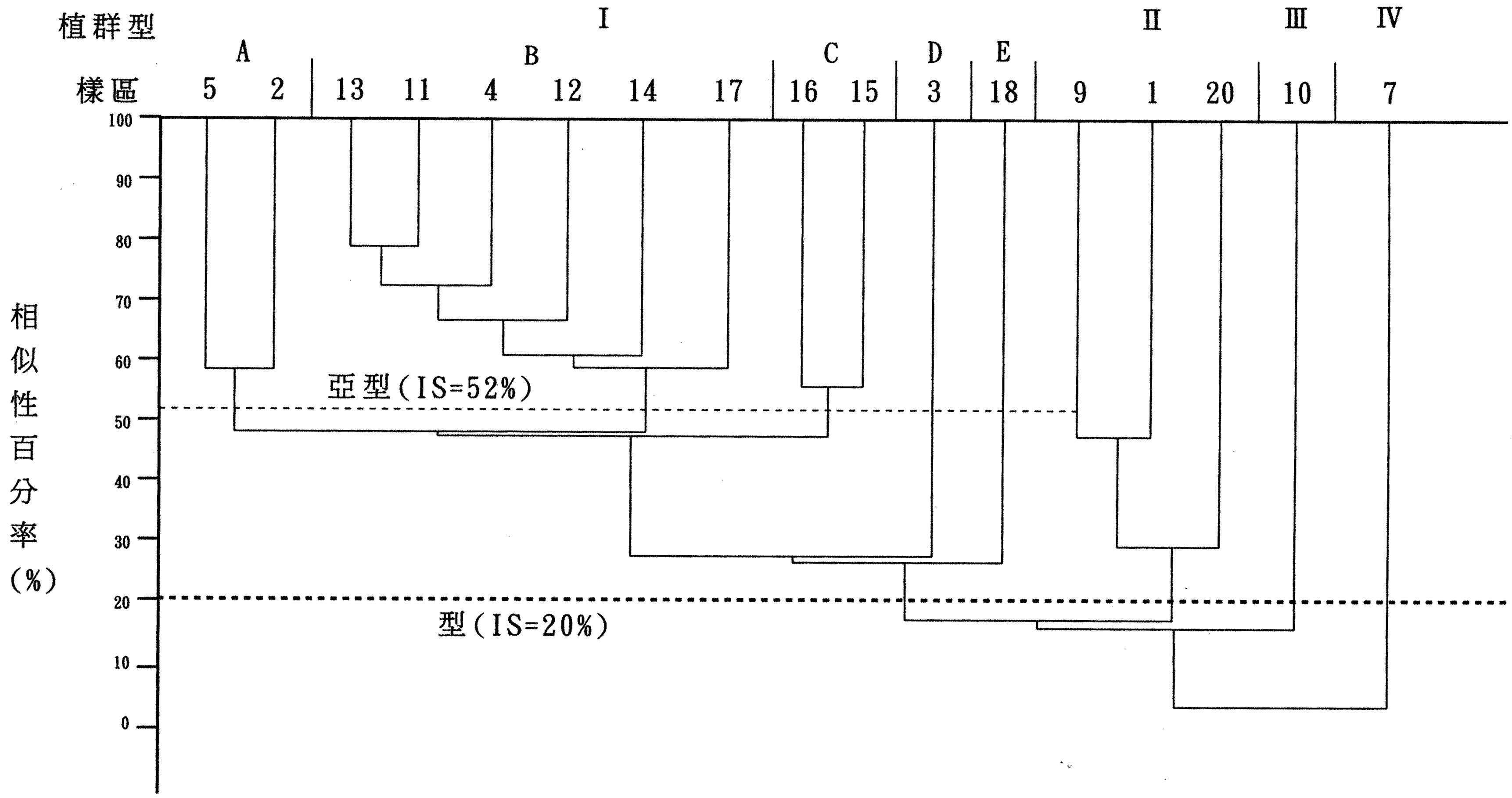


圖6. 上層植群調查矩陣群團分析之樹形

（A）短柱山茶亞型

本亞型樹冠層為台灣山毛櫸，下層有短柱山茶、刺格（*Osmanthus heterophyllus*）、毽子櫟（*Cyclobalanopsis sessilifolia*）、松田氏英迷、漸尖葉新木薑子；地被幾乎為玉山箭竹（*Yushania niitakayamensis*）所佔據，僅少許台灣瘤足蕨（*Plagiogyria formosana*）點綴其中（表1）。

表1. 短柱山茶 亞型之環境與植物相主要組成

植群型		短柱山茶 亞型	
代表樣區		2	5
環境狀況	海拔	2,020m	1,990m
	坡向	141.5°	100°
	坡度	28.8°	24.5°
	相對光度	3.53%	4.28%
	土壤 pH	3.72	3.75
林冠		台灣山毛櫸	
低層林冠 灌木層		短柱山茶、刺格、漸尖葉新木薑子、毽子櫟、 松田氏英迷	
草本層		玉山箭竹	

（B）臺灣山毛櫸亞型

此亞型以台灣山毛櫸為冠層樹種，胸徑大且株數多，為絕對優勢種，下層林冠則有賽衫木（*Eurya crenatifolia*）、短柱山茶及松田氏英迷。地被層除17號樣區為台灣瘤足蕨外，其餘皆以玉山箭竹為主要組成樹種；另有不少短柱山茶及漸尖葉新木薑子小苗分布其中（表2）。

表2. 臺灣山毛櫸 亞型之環境與植物相主要組成

植群型		臺灣山毛櫸亞型					
代表樣區		4	11	12	13	14	17
環境狀況	海拔	2,005m	1,965m	1,965m	1,970m	1,970m	1,945m
	坡向	117°	62°	65°	62°	64°	63°
	坡度	25	15°	9°	4°	6°	23°
	相對光度	1.29%	1.15%	1.33%	1.23%	1.14%	1.33%
	土壤pH	4.00	4.33	4.27	3.79	4.34	4.48
林冠		台灣山毛櫸					
低層林冠 灌木層		賽衫木、短柱山茶、松田氏英迷					
草本層		玉山箭竹、台灣瘤足蕨、變葉懸鉤子（*Rubus corchorifolius*）、台灣沿階草（*Ophiopogon formosanum*）、尾葉灰木、短柱山茶、賽衫木、假繡球（*Viburnum furcatum*）、漸尖葉新木薑子					

（C）臺灣山毛欅—松田氏茨迷亞型

此亞型分布的樣區環境因子相近，以台灣山毛欅為冠層樹種，其下有松田氏茨迷、假繡球、小葉石楠和賽衿木等植物；地被有玉山箭竹及台灣瘤足蕨，兩著之間似乎有推移帶（Ecotone），此外尚有台灣沿階草、肉穗野牡丹（*Sarcopyramis napalensis* var. *bodinieri*）等植物（表 3）。

表 3. 臺灣山毛欅—松田氏茨迷 亞型之環境與植物相主要組成

植群型		臺灣山毛欅—松田氏茨迷 亞型	
代表樣區		15	16
環境狀況	海拔	1,950m	1,945m
	坡向	66°	63°
	坡度	16°	14°
	相對光度	1.08%	2.00%
	土壤 pH	4.27	3.96
林冠		台灣山毛欅、台灣扁柏	
低層林冠 灌木層		松田氏茨迷、假繡球、小葉石楠、賽衿木	
草本層		台灣瘤足蕨、南海鱗毛蕨（*Dryopteris varia*）、松田氏茨迷、假繡球、赤車使者（*Pellionia radicans*）、肉穗野牡丹、台灣沿階草、小葉石楠	

（D）臺灣山毛櫸—小葉石楠 亞型

此亞型以第 3 樣區為代表，坡向 288°，冠層為台灣山毛櫸及少數的台灣扁柏；其下為松田氏茨迷、小葉石楠、賽杷木；地被以南海鱗毛蕨及台灣瘤足蕨為主要組成植物，另外還有刺萼寒莓（*Rubus pectinellus*）、赤車使者（表 4）。

表 4. 臺灣山毛櫸—小葉石楠 亞型之環境與植物相主要組成

植群型		臺灣山毛櫸—小葉石楠 亞型
代表樣區		3
環境狀況	海拔	2,015m
	坡向	288°
	坡度	17°
	相對光度	0.91%
	土壤 pH	3.82
林冠		台灣山毛櫸
低層林冠 灌木層		小葉石楠、刺格、毽子櫟
草本層		玉山箭竹、臺灣瘤足蕨、刺萼寒莓、赤車使者

（E）台灣山毛櫸—月桂葉灰木—厚葉柃木 亞型

此亞型冠層為台灣山毛櫸，下層為月桂葉灰木、厚葉柃木、台灣高山莢迷（*Viburnum urceolatum*）及短柱山茶；地被為玉山箭竹（IVI=65.6）及台灣瘤足蕨（IVI=41.8）共同組成，為另一處推移帶的植群型（表 5）。

表 5. 台灣山毛櫸—月桂葉灰木—厚葉柃木 亞型之環境與植物相主要組成

植群型		台灣山毛櫸—月桂葉灰木—厚葉柃木 亞型
代表樣區		18
環境狀況	海拔	1,950m
	坡向	59°
	坡度	14°
	相對光度	1.41%
	土壤 pH	4.41
林冠		台灣山毛櫸
低層林冠 灌木層		月桂葉灰木、厚葉柃木、臺灣高山莢迷、短柱山茶
草本層		台灣瘤足蕨、玉山箭竹

（Ⅱ）尾葉灰木 型

本型植群以樣區 1、9、20 為代表，其中 20 號樣區為常綠闊葉林樣區，無台灣山毛欅存在。冠層樹種有台灣山毛欅、台灣扁柏、狹葉高山櫟（*Cyclobalanopsis sessilifolia*）等植物；下層樹種有五指山冬青（*Ilex goshiensis*）、尾葉灰木及太平山櫻花（*Prunus matuurai*）；地被以台灣瘤足蕨為主要組成，另外還有華中瘤足蕨（*Plagiogyria euphlebia*）、深紅茵芋（*Skimmia reevesiana*）及台灣紅苞鱗毛蕨（*Dryopteris formosana*）（表 6）。

表 6. 尾葉灰木 型之環境與植物相主要組成

植群型		尾葉灰木 型		
代表樣區		1	9	20
環境狀況	海拔	1,935m	1,925m	1,915m
	坡向	203.5°	348°	234°
	坡度	8°	27°	14°
	相對光度	1.91%	1.50%	2.43%
	土壤 pH	3.46	3.42	3.96
林冠		台灣山毛欅、台灣扁柏、狹葉高山櫟		
低層林冠 灌木層		尾葉灰木、太平山櫻花、五指山冬青		
草本層		台灣瘤足蕨		

（Ⅲ）臺灣灰木—水絲梨 型

代表樣區為10號，為一常綠闊葉林樣區，無台灣山毛櫸存在。主要冠層樹種有水絲梨、台灣樹參(*Dendropanax pellcidopunctata*)、日本女貞(*Ligustrum japonicum*) 及台灣灰木 (*Symplocos formosana* var. *formosana*)；下層有畢祿山鼠李 (*Rhamnus pilushanensis*)、太平山冬青 (*Ilex sugeroki* var. *brevipedunculata*) 及短柱山茶；地被植物以台灣瘤足蕨為主要組成（表7）。

表7. 臺灣灰木—水絲梨 亞型之環境與植物相主要組成

植群型		臺灣灰木—水絲梨 亞型
代表樣區		10
環境狀況	海拔	1,925m
	坡向	163.7°
	坡度	21°
	相對光度	0.77%
	土壤pH	3.38
林冠		水絲梨、日本女貞、台灣樹參
低層林冠 灌木層		短柱山茶、畢祿山鼠李、太平山冬青
草本層		台灣瘤足蕨

（Ⅳ）漸尖葉新木薑子 型

此型以 7 號樣區為代表，此樣區為近期死亡之台灣山毛櫸所形成的孔隙樣區，微環境因子迥異於其他樣區，由於冠層的台灣山毛櫸死亡，僅存漸尖葉新木薑子，故其重要值達 100%；地被則以玉山箭竹為主要組成植物，另外亦出現許多台灣山毛櫸小苗（表 8）。

表 8. 漸尖葉新木薑子 型之環境與植物相主要組成

植群型		漸尖葉新木薑子 型
代表樣區		7
環境狀況	海拔	1,970m
	坡向	267°
	坡度	4.8°
	相對光度	12.44%
	土壤 pH	3.54
林冠		無
低層林冠 灌木層		漸尖葉新木薑子
草本層		玉山箭竹

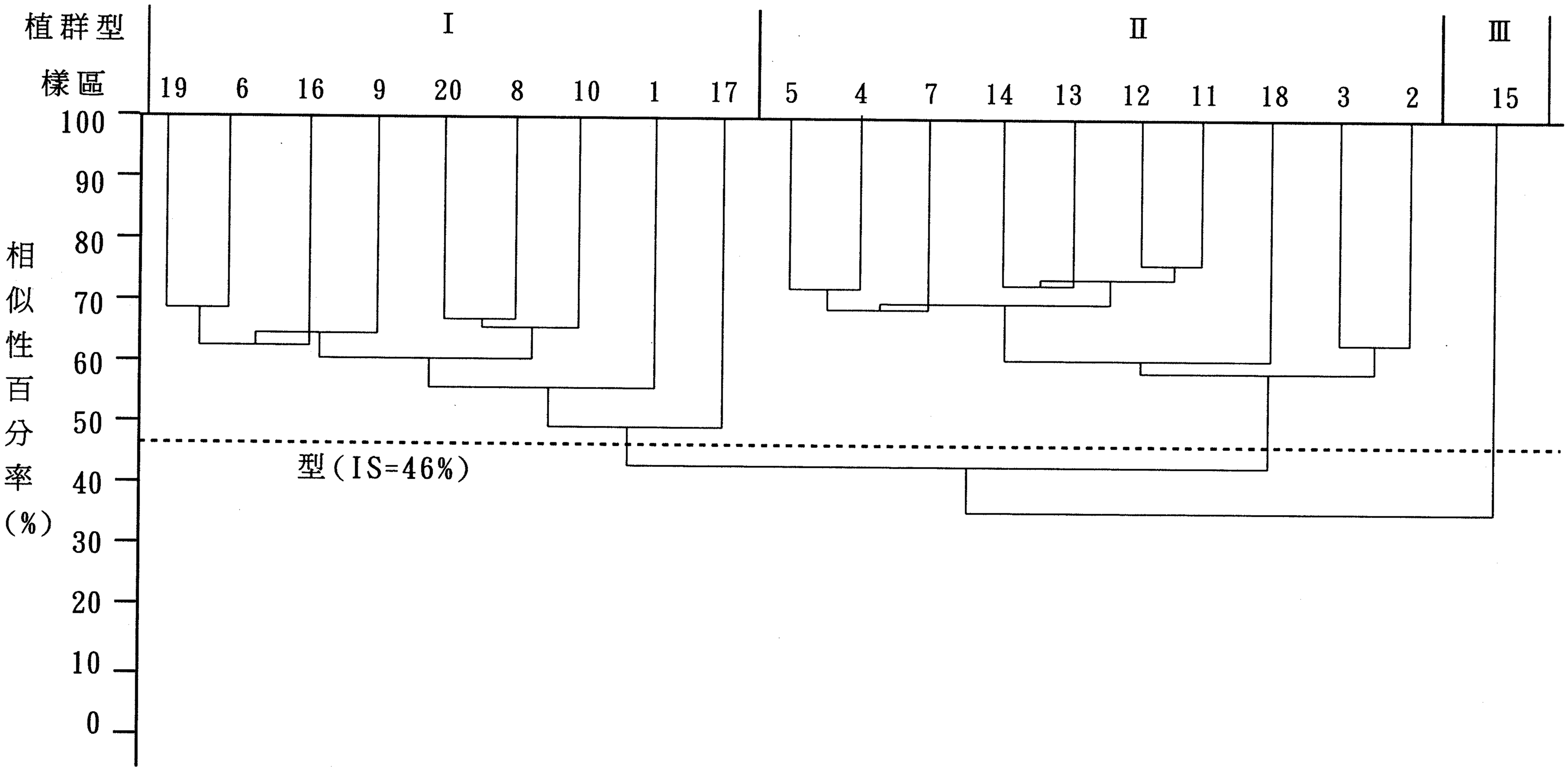


圖7. 下層植群調查矩陣群團分析之樹形

2. 下層植群

有關本研究區下層植群型之劃分如下（圖 7）：

Ⅰ、臺灣瘤足蕨型（*Plagiogyria formosana* Type）

Ⅱ、玉山箭竹型（*Yushania niitakayamensis* Type）

Ⅲ、南海鱗毛蕨型（*Dryopteris varia* Type）

下層植群型之組成及狀態：

（Ⅰ）臺灣瘤足蕨 型

表 9. 臺灣瘤足蕨 型之環境與植物相主要組成

植群型		臺灣瘤足蕨 型								
代表樣區		1	6	8	9	10	16	17	19	20
環境狀況	海拔	1,935m	1,950m	1,950m	1,925m	1,925m	1,945m	1,945m	1,920m	1,910m
	坡向	203.5°	19°	271.5°	348°	163.7°	63°	63°	94.5°	234°
	坡度	8°	17°	34°	27°	21°	14°	23°	30.5°	14°
	相對光度	1.91%	3.06%	0.90%	1.50%	0.77%	2.00%	1.33%	4.07%	2.43%
	土壤 pH	3.46	3.54	3.35	3.42	3.38	3.96	4.48	3.92	3.96

（Ⅱ）玉山箭竹 型

表 10. 玉山箭竹 型之環境與植物相主要組成

植群型		玉山箭竹 型									
代表樣區		2	3	4	5	7	11	12	13	14	18
環境狀況	海拔	2,020m	2,015m	2,005m	1,990m	1,970m	1,965m	1,965m	1,970m	1,970m	1,950m
	坡向	141.5°	288°	117°	110°	267°	62°	65°	62°	64°	59°
	坡度	28.8°	17°	25°	24.5°	4.8°	15°	9°	4°	6°	14°
	相對光度	3.53%	0.91%	1.29%	428%	12.44%	1.15%	1.33%	1.23%	1.14%	1.41%
	土壤 pH	3.72	3.82	4.00	3.75	3.54	4.33	4.27	3.79	4.34	4.41

（Ⅲ）南海鱗毛蕨 型

表 11. 南海鱗毛蕨 型之環境與植物相主要組成

植群型		南海鱗毛蕨 型
代表樣區		15
環境狀況	海拔	1950m
	坡向	66°
	坡度	16°
	相對光度	1.08%
	土壤 pH	4.27

由上層和下層植群分析中可看出台灣山毛欅地被植物以玉山箭為主，台灣瘤足蕨次之，至於南海鱗毛蕨可能是偶發的群落聚集，或因取樣數不夠而自成一群。玉山箭竹及台灣瘤足蕨間似乎處於競爭狀態，何者競爭力大即可成為地被的主要組成植物。

二、族群結構分析

欲研究植物社會之構造可由其林分構造（stand structure）著手，即將樣區林分中之各種植物的直徑級或齡級加以排列。雖然台灣山毛欅之生長速率與其生育環境優劣關係至大（謝長富等，1987），胸高直徑與年齡並非單純之直線相關，但通常就同一樹種而言，直徑級可代表齡級（Blum, 1961），以直徑級來說明林分構造仍為一簡便方式。

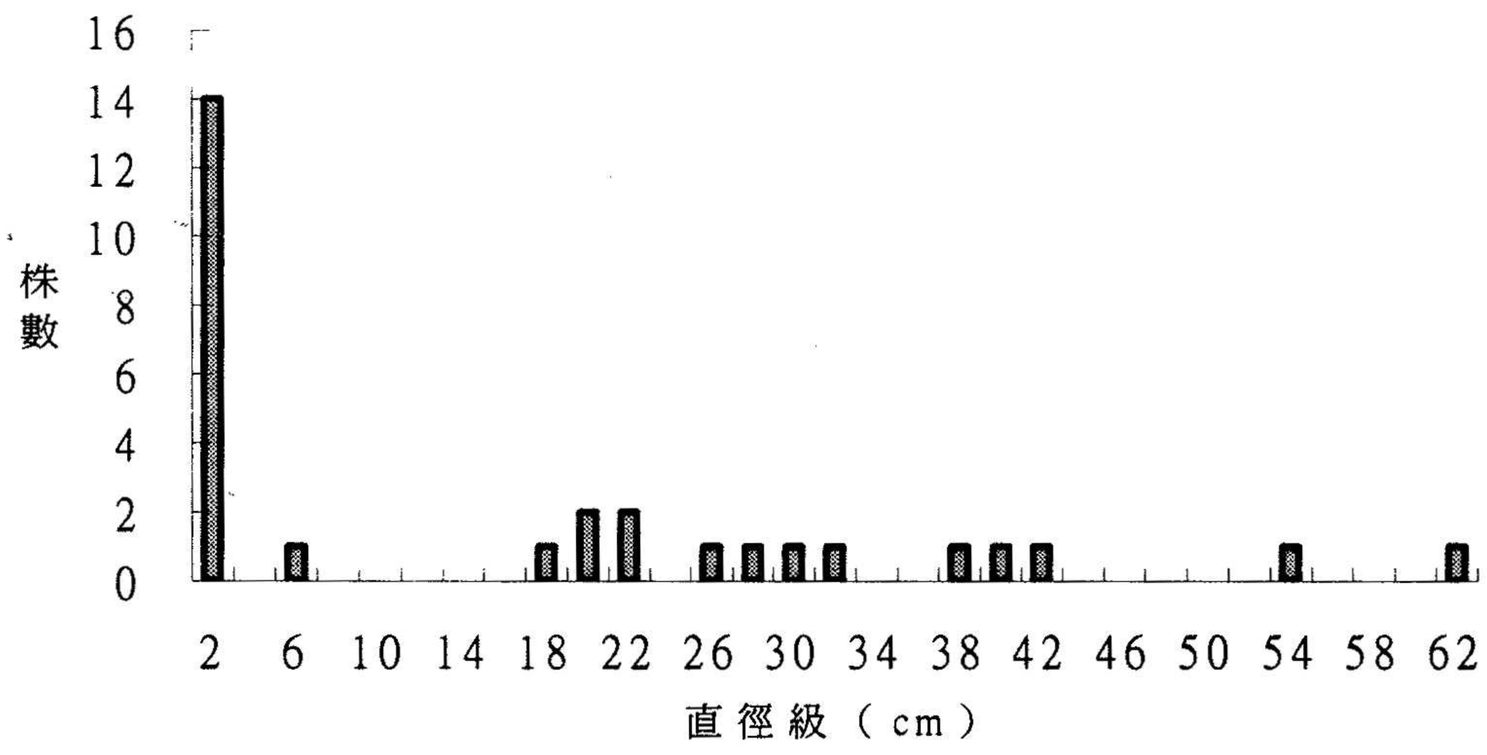


圖 8. 台灣山毛欅之族群構造

由樣區內台灣山毛欅的族群結構來看（圖 8），台灣山毛欅胸徑小於 10 cm 佔 51.72% ，胸徑在 20 cm以下佔 62.07% ，而胸徑在 40 cm以下佔 89.66% ，胸徑在 40 cm以上則僅佔 10.34% 。由於所調查樣區面積不大，且目的為天然更新調查，是以出現在樣區中的台灣山毛欅數量不多，但仍可看出台灣山毛欅族群以小徑木佔大多數（小於 30 cm者佔 79.31% ），但所記錄到之台灣山毛欅新生幼苗有 14 株（佔 48.76% ），而幼齡木數目甚少，顯示出雖然有天然下種更新之現象，然而卻無法順利長成成熟木。

三、環境因子之觀測與記錄

20 個樣區之各項環境因子記錄如表 12：

表 12. 二十個植物社會樣區環境因子記錄表

樣區編號	海拔 (m)	坡度 (°)	坡向 (°)	水分指數	相對光度(%)	含水率 (%)	有機質 (%)	pH	全氮含量(%)	有效磷含量 (ppm)	全天光空域 (%)	直射光空域 (%)	東北向全天光空域 (%)
1	1,935	8	203.5	1	1.91	5.15	29.33	3.46	0.443	4.054	0.8283	0.8935	0.8911
2	2,020	28.8	141.5	7	3.53	4.77	11.22	3.72	0.066	—	0.7932	0.8935	0.9489
3	2,015	17	288	8	0.91	4.84	13.56	3.82	0.007	9.519	0.7956	0.8353	0.9534
4	2,005	25	117	9	1.29	2.09	6.77	4.00	0.079	1.215	0.7185	0.8107	0.7911
5	1,990	24.5	110	9	4.28	3.26	8.38	3.75	0.116	—	0.7263	0.7689	0.9223
6	1,955	17	19	16	31.06	8.87	21.64	3.44	0.353	2.533	0.8643	0.8953	0.9597
7	1,970	4.8	267	6	12.44	3.31	10.46	3.54	0.137	7.962	0.7750	0.8836	0.8259
8	1,950	34	271.5	6	0.90	5.58	16.70	3.35	0.222	1.953	0.6740	0.8378	0.4978
9	1,925	27	348	12	1.50	5.07	12.15	3.42	0.184	—	0.8272	0.8443	0.9205
10	1,925	21	163.7	5	0.77	7.98	20.56	3.38	0.319	8.362	0.6948	0.8630	0.8026
11	1,965	15	62	13	1.15	8.33	26.68	4.33	0.420	4.046	0.7719	0.7940	0.9574
12	1,965	9	65	13	1.33	4.58	11.98	4.27	0.183	1.100	0.8008	0.8180	0.9502
13	1,970	4	62	13	1.23	6.87	27.25	3.79	0.421	7.100	0.7836	0.7941	0.9614
14	1,970	6	64	13	1.14	5.20	16.86	4.34	0.295	10.597	0.7524	0.7552	0.9673
15	1,950	16	66	13	1.08	4.68	14.03	4.27	0.257	6.756	0.7305	0.7408	0.9574
16	1,945	14	63	13	2.00	4.12	12.90	3.96	0.146	4.670	0.7178	0.7464	0.9569
17	1,945	23	63	13	1.33	5.02	16.10	4.48	0.206	2.099	0.7227	0.7418	0.9414
18	1,950	14	59	13	1.41	3.60	9.51	4.41	0.123	1.561	0.7286	0.7453	0.9522
19	1,920	30.5	94.5	11	4.07	8.86	9.80	3.92	0.131	0.730	0.7561	0.7506	0.9302
20	1,915	14	234	2	2.43	16.17	15.35	3.96	0.225	0.250	0.7494	0.8268	0.6526

註 1："—"表示土壤中有效磷的含量極低，儀器測不到。

註 2：光度的單位爲 lux。

由表 12 可看出樣區分布於各坡向，而坡度則隨取樣地區不同而有明顯差異（4°～34°）；相對光度除了位於孔隙下的樣區 6（31.06%）和樣區 7（12.44%）外，皆明顯偏低；土壤方面 pH 值介於 3.35～4.48，屬於強酸性土壤，其餘土壤性質則變化頗大；光照空域則顯現出拉拉山區除陡坡外（樣區 8），所接受的輻射量甚高。

四、台灣山毛櫸物候觀察結果

（一）臺灣山毛櫸物候觀察

林木在自然中隨四時節氣影響所出現之萌芽、展葉、開花、結實與落葉等現象為物候變化，而記錄植物生長季節之物候變化，即植物生活週期之調查，其可掌握植物之生態習性、提供栽培管理、預測開花結實其及種子產量等，作為引種馴化及選育優良品系之重要參考依據，甚至可作為族群復原保育與環境監測指標等意義。由於物候現象主要受到遺傳及環境因子之影響，不同樹種的物候現象也隨之不同，因此任何樹種不同地區的物候調查都有其必要性。

拉拉山地區台灣山毛櫸的物候觀察，自 1998 年 9 月至 1999 年 9 月總計至研究區 12 次（表 13），得到觀察結果如表 14 所示。

表 13. 調查次數及日期

次數	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次	第 11 次	第 12 次
日期	1998/9 11-12	1999/2 8-9	1999/2 26-28	1999/3 20-21	1999/4 3-5	1999/4 17	1999/5 5	1999/6 14-16	1999/7 2-4	1999/8 2-4	1999/8 26-30	1999/9 18-20

表 14. 台灣山毛櫸物候觀察結果

月份		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
抽芽期			√	√	√				√	√			
展葉期			√	√	√	√							
開花期	♂		√	√	√					√	√		
	♀			√	√	√							
結實期					√	√	√	√	√	√	√		
黃葉期											√	√	
落葉期											√	√	
無葉期		√	√	√								√	√

在臺灣山毛櫸的物候方面，二月上旬花芽開始澎大，至二月下旬已有少數雄花出現，隨即開始展葉；新葉一出現，葉片上即出現二種蟲癭:球狀和刺狀蟲癭，到 1999 年 9 月 20 日調查發現第三種壺狀蟲癭。幼葉出現後，雌花緊接著出現，此時約在三月中旬；三月下旬至四月上旬，雄花漸乾枯而雌花受精，子房開始發育；雄花於三月中旬達到最盛，雌花於四月中旬達到最盛，兩者花期相差約 20 天；雄花乾枯後仍懸掛於植株上，一直到六月中旬仍可見到，雌花則在受精後發育成果實或未受精而掉落。四月下旬，新葉已大致完全開展。果實繼續發育，六月中旬少數果實轉變成褐色，且總苞(involucre)外的突刺明顯，甚至已開裂而露出三角狀堅果(nut)，但大部份仍未成熟，此時林地上掉落許多遭嗤齒動物所啃斷的結實枝條，枝上果實尚未成熟。八月上旬至九月中旬種子成熟，種子成熟後掉落，整個結實期至十月完全結束。值得一提的，九月中旬枝條上又出現雄花花序及膨大的花芽，此一不尋常的現象推測可能為氣候上的變異，誘使花芽受刺激而於秋季開花，然而此時期卻未發現雌花的出現。葉子於九月下旬開始變黃，推測至十一月黃葉落盡，整個臺灣山毛櫸林自此進入休眠狀態，直至翌年春天再重複同樣的生活週期。

（二）臺灣山毛櫸更新不良原因

過去對臺灣山毛櫸所做的研究，推論其天然更新不良的原因有下列六點:

1. 結實量不高。
2. 果實於生育地易腐爛。
3. 種子具休眠性，須經三個月層積才能發芽。
4. 下層植物過於豐盛，阻礙種子著床與發芽。
5. 林床之光度不足與濕度過高，影響臺灣山毛櫸種子之發芽及稚樹之易罹病害。
6. 種子發芽後無法與林床植物競爭而死亡。

根據近一年來的觀察，臺灣山毛櫸天然更新不良原因可從生活週期來探討，生活週期簡述如下:花芽⟶開花⟶結實⟶種子⟶小苗⟶幼株⟶成熟木：

1. 花芽至開花期。此階段花芽的損失量甚少，除了氣候上造成的損失外，未見到其他生物對其造成危害，而開花期結束時，有一部份具花芽之枝條死亡，推測可能是養分不足所致。
2. 開花至結實期。此階段決定於雌花是否受精，也就是傳粉的媒介(風)，而此地終年濕氣高、雨量多，影響花粉傳播的有效性，進而降低結實率，導致種子豐欠年問題的產生，至於影響程度的大小和豐欠年的間隔則有待進一步研究。
3. 結實至種子期。此階段從子房發育至種子成熟開裂飛散止，影響因子包括氣候因子的強風（颱風）摧折和生物性取食。調查期間發現松鼠在臺灣山毛櫸樹上活動，而 1999 年 6 月 15 日的調查更發現地上有為數不少的枝條掉落，推測是嚙齒動物所為，而掉落枝條中具有未成熟果實的比例很高。
4. 種子至小苗期。此階段指胚芽萌發至胚根著床止，決定於種子掉落的微生育地環境。由於拉拉山地區地被層甚厚，接觸土壤不易，且覆蓋密，除少數風倒所致的孔隙外，光度普遍不足，小苗更新不易，因此造成最大的損害。
5. 小苗至幼株期。由於臺灣山毛櫸生長速度甚慢，競爭不過其他林床植物，導致小苗的死亡。
6. 幼株至成熟木期。此階段已少危害，幼株幾乎都可以長成成熟木。
7. 生物在各生活期對臺灣山毛櫸更新的影響。調查期間見到臺灣獼猴（*Macaca cyclopis*）出現在臺灣山毛櫸樹上，此外，還有條紋松鼠（*Tamiops maritimus*）、

白面鼯鼠（*Petaurista alborufus* lena）及各種鳥類，這些動物皆可能取食山毛欅種子、嫩葉、芽及花，甚至啃食樹皮吸取樹液；另外，花序和種子會遭蝶類和蛾類幼蟲蛀蝕，小苗葉片遭啃蝕無法行光合作用製造養份而死亡等，至於臺灣黑熊取食種子對臺灣山毛欅的影響則不清楚。

五、臺灣山毛欅天然更新苗的標定

(一)小苗生長情形

自 1999 年 4 月 4 日第五次調查，於第 6 樣區發現 2 株臺灣山毛欅小苗後，陸續於第八、九、十、十一、十二次調查各發現 21、21、28、10、22 株，總共尋獲小苗數 104 株。從 1999 年 7 月 3 日起。記錄苗高，至 1999 年 9 月 20 日共計 4 次資料，得知臺灣山毛欅小苗生長速度甚緩，經過近三個月的時間，平均生長量不及 1 cm，以苗高增加最多的編號 18 號小苗來看，高度增加 2.6 cm(5.8 cm→8.4 cm)，增加最少的編號 10 號則發生苗高降低 1.3 cm 的情形(7.4 cm→6.1 cm)，此由於臺灣山毛欅苗高甚矮(以編號 32 號苗高 10.4 cm最高)，且每次量測基準點不易固定，故短期的數據資料可能有小苗高度降低的情形出現，因此，必須累積長期的調查資料，才可看出臺灣山毛欅小苗的生長情形。有關臺灣山毛欅小苗的存活率方面，以現有的資料加以計算，104 株中死亡 8 株，死亡率 7.69%(存活率 92.31%)。

由樣區內或外所發現的小苗來看，小苗高度甚少超過 10 公分，推論應為去年種子萌發而來，顯示臺灣山毛欅的種子必須暴露在低溫條件下處理一段時間才能發芽，且生長速度並不快速，此現象符合洪必恭與安樹青（1993）對山毛欅所做的研究結果，而臺灣山毛欅的真正生長情形則有待更進一步的觀察。

(二)小苗分布

在所尋找到 104 株小苗中，除了編號 21、22、23 號 3 株外其餘 101 株皆分布於 7 號樣區旁的一株臺灣山毛欅母樹下，樹冠輻度約 20m×20m，此株臺灣山毛欅在 1999 年 7 月 2 日前往調查時，不明原因導致半棵樹樹冠乾枯，在 8 月 2 日調查時，整株枯死，是否因此而導致微環境如光度、溫度等因子的改變，造成臺灣山毛欅小苗大量發生，有待更進一步研究。101 株小苗的分布情形如圖 8。

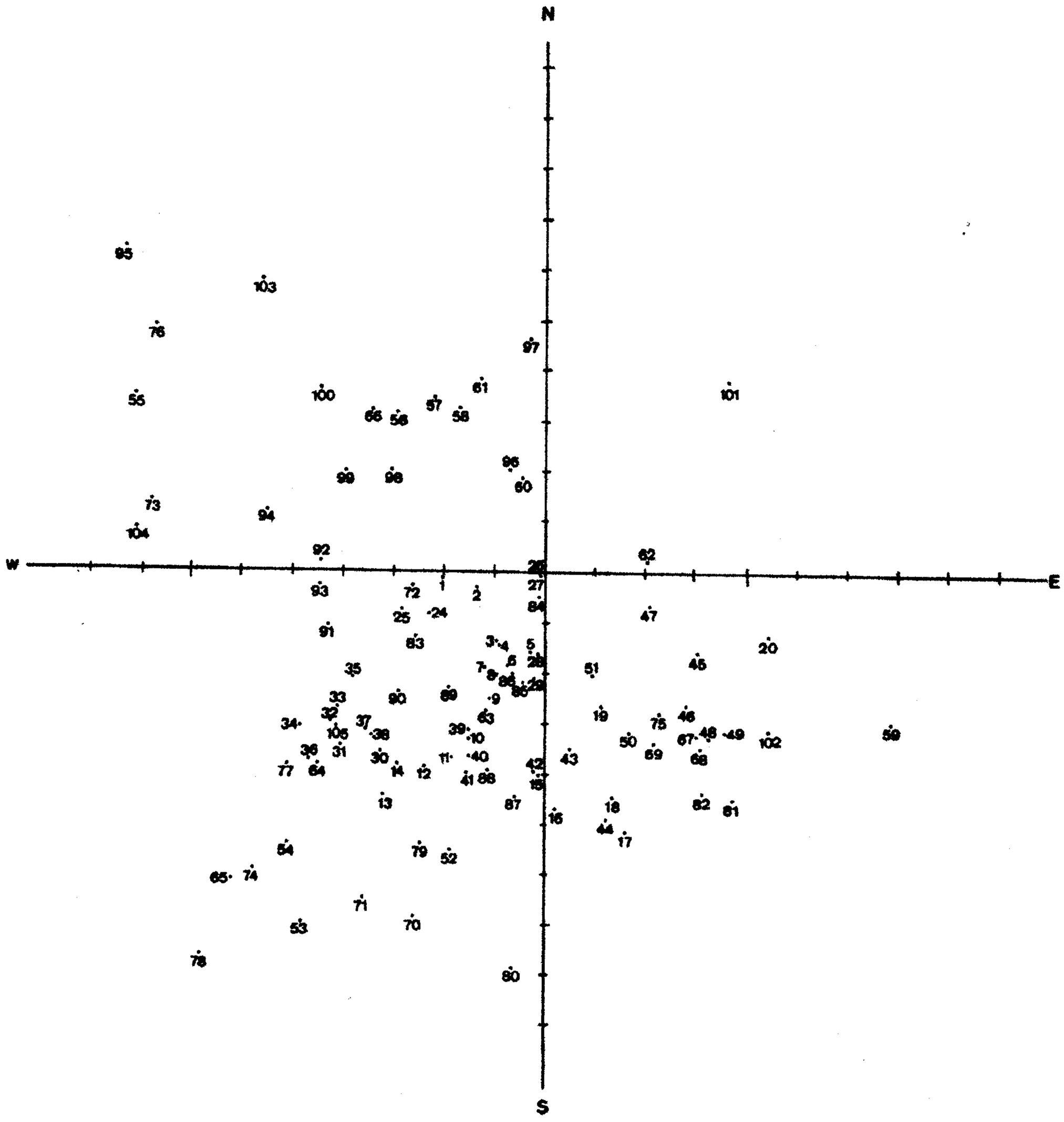


圖 9. 台灣山毛欅天然下種小苗位置分布

由圖 8 可看出小苗分布以西南方最多(59 株)，東南方其次(22 株)，西北方再次之(19 株)，東北方最少(2 株)，此結果反應出此區域深受東北季風吹拂的影響，導致小苗多分布於西南偏南向。影響種子散佈有很多因素，種子萌發的配合因子亦複雜，由試驗地所標定的小苗和母樹間最遠距離為 10.52m 來看，雖然無法斷言臺灣山毛欅的散佈距離，但由於臺灣山毛欅種子重且無翅，不具飛散傳播的能力，雖在東北季風的影響下，散佈距離仍以母樹冠輻為範圍，而實際的散播距離則需更進一步的研究確定。

伍、結論與建議

一、本研究區經調查分析區分為上層植群和下層植群：

（一）上層植群可分 4 個植群型、5 個植群亞型，其中以台灣山毛欅型佔大部份，各植群型分別為：

Ⅰ. 台灣山毛欅型

A. 短柱山茶亞型

B. 台灣山毛欅亞型

C. 台灣山毛欅—松田氏莢迷亞型

D. 台灣山毛欅—小葉石楠亞型

E. 台灣山毛欅—月桂葉灰木—厚葉柃木亞型

Ⅱ. 尾葉灰木型

Ⅲ. 台灣灰木—水絲梨型

Ⅳ. 漸尖葉新木薑子型

（二）下層植群可分 3 個植群型，各植群型分別為：

Ⅰ. 台灣瘤足蕨型

Ⅱ. 玉山箭竹型

Ⅲ. 南海鱗毛蕨型

由上述上層和下層的植群歸群結果得知，拉拉山地區台灣山毛欅林林下植物以玉山箭竹為主，其次是台灣瘤足蕨。

二、由樣區內台灣山毛欅族群結構分析發現，拉拉山地區台灣山毛欅幼齡木稀少，更新情況不佳。

三、拉拉山地區的土壤 pH 值介於 3.35～4.48，屬強酸性土壤，而相對光度則介於 0.77% ～31.06% ，因微生育地環境的不同而變化頗大。

四、由調查的物候觀察結果發現，臺灣山毛櫸的種子成熟期在九月，而呈現出海拔低較海拔高的種子較早成熟掉落的現象。

五、臺灣山毛櫸的小苗生長速度緩慢，以近三個月的資料來看，平均生長量不及 1 cm，死亡率為 7.69 % ；天然下種更新苗的分布以西南向 59 株(57.84 %)最多，其次東南向 22 株（21.57 %），再其次西北向 19 株（18.63 %），而以東北向 2 株（1.96 %）最少。

六、相較於北插天山地區人為破壞的嚴重，拉拉山線人類活動顯然少了許多，對於分布於此區的臺灣山毛櫸而言，人類的破壞並不大，因此，環境因子、其他生物性因子和遺傳因子對於臺灣山毛櫸天然更新和繁殖的影響更加重要。本研究主要在瞭解環境因子對臺灣山毛櫸天然更新與繁殖的影響，並確定臺灣山毛櫸發芽試驗的可行性。未來則應繼續試驗，找出較佳的發芽方法，以求得區外保育（*ex* situ conservation）的可行性，並持續對微環境因子資料的收集、族群遺傳上的研究以及臺灣山毛櫸和其他生物間關係之研究進行更深入的研究。

七、插天山自然保留區深受東北季風影響，導致東北向（迎風坡）和西南向（背風坡）微環境的差異，可考慮在保留區內選擇數個適當地點長期設置小型的環境監測器，以確實掌握臺灣山毛櫸林分的整個環境變化情形，裨能隨時調整臺灣山毛櫸的保育方針。

八、拉拉山地區臺灣山毛櫸並未發現採集北插天山綠小灰蝶蟲蛹者砍伐臺灣山毛櫸之情形，可考慮將所有臺灣山毛櫸編號並定位之，定期前往巡視觀察，以監控臺灣山毛櫸的動態變化，並防止盜採情形發生。

九、插天山自然保留區臺灣山毛櫸天然更新與繁殖之可行性受到許多因子限制，在現階段的法律保護下，除非有大規模的天然干擾發生，改變微生育地氣候，否則臺灣山毛櫸只有繼續呈現衰退狀態，建議著手從事與復育相關的工作。

陸、參考文獻

王立志 （1987） 臺灣北部烏來地區天然植群之多變數分析。國立臺灣大學森林學研究所樹木學組碩士論文。

林光清 （1987） 拉拉山自然保護區之土壤。國立臺灣大學農業化學研究所碩士論文。

林讚標 （1996） 林木種子採集、處理、儲藏、休眠與發芽。臺灣省林業試驗所林業叢刊第 66 號。

邱清安 （1996） 插天山自然保留區植相與植群之研究。國立中興大學森林學研究所碩士論文。

洪必恭、安樹青 （1993） 中國水青岡屬植物地理分佈初探。植物學報 35（3）：229-233。

夏禹九、王文賢 （1985） 坡地日輻射潛能之計算。臺灣省林業試驗所簡報第 001 號。

陳益民 （1991） 臺灣東北季風影響下植群生態之研究—以東北部瑞芳—雙溪基隆火山群一帶為例。臺灣大學森林學研究所資源保育組碩士論文。

楊遠波、呂勝由 （1991） 臺灣水青岡之生態調查。自然文化景觀調查研究計畫成果提要集（四）pp.78。林業特刊第 27 號。

劉棠瑞、蘇鴻傑 （1972） 北插天山夏綠林群落之研究。省立博物館科學年刊 15：1-14。

謝長富、湯惟新、林義方、林雲珍、陳尊賢、林光清、張仲光 （1987） 自然保護區生態基準資料庫之建立（二）。行政院農業委員會 76 年生態研究第 026 號。

鍾補勤、章樂民 （1954） 南插天山森林生態初步調查。林試所報告 19 號。

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

Blum, B. M. （1961） Age-size relationship in all-age northern hardwoods. North-eastern For. Exp. Sta. Res. Note 125.

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

Hartmann, H. T., D. E. Kester and F. T. Davies, Jr. （1990） Plant Propagation—principles and practices (fifth edition)pp.570. Prentice-Hall, Inc.

Hayata, B. （1908） Flora Montana Formosae. Journ. Col. Sci. Imp. Univ. Tokyo 25:206.

Motyka, J., B. Dobrzanski and S. Zawadski （1950） Wstepne badania and lakami poludniowowschodneij Lubelszczyzny（Preliminary studies on meadows in the southeast of the province Lublin. Summary in English）. Ann. Univ. M. Curie-Sklodowska, Sec. E. 5:367-447.

Shen, C. F. (1992) A Monograph of the Genus *Fagus* Tourn. *ex* L. (Fagaceae). UMI.

Tang, C. H. and C. T. Yang （1976） Mid-tertiary stratigraphic break in the northern Hsuehshan range of Taiwan. Petroleum Geology of Taiwan 13:139-147.

Yen, S. H. and J. L. Jan (1995) Notes on the life history of *Sibataniozephyrus kuafui* Hsu & Lin, 1994 (Lepidoptera:Lycaenidae). Chinese J. Entomol. 15:161-169.

附錄一

拉拉山區臺灣山毛櫸植群社會植物調查名錄

蕨類植物

1. Adiantaceae　鐵線蕨科
    1. *Coniogramme intermedia* Hieron.　華鳳了蕨
2. Aspidiaceae　三叉蕨科
    2. *Ctenitis subglandulosa* (Hance) Ching　肋毛蕨
3. Athyriaceae　蹄蓋蕨科
    3. *Athyriopsis japonica* (Thunb.) Ching　假蹄蓋蕨
4. Davalliaceae　骨碎補科
    4. *Araiostegia perdurans* (Christ) Copel.　小膜蓋蕨
5. Dennstaedtiaceae　碗蕨科
    5. *Dennstaedtia scabra* (Wall.) Moore　碗蕨
6. Dryopteridaceae　鱗毛蕨科
    6. *Acrophorus stipellatus* (Wall.) Moore　魚鱗蕨
    7. *Arachniodes pseudo-aristata* (Tagawa) Ohwi　小葉複葉耳蕨
    8. *Dryopteris formosana* (Christ) C. Chr.　臺灣紅苞鱗毛蕨
    9. *Dryopteris formosana* (Christ) C. Chr.　臺灣鱗毛蕨
    10. *Dryopteris varia* (L.) Ktze.　南海鱗毛蕨
    11. *Polystichum falcatipinnum* Hayata　鐮葉耳蕨
7. Hymenophyllaceae　膜蕨科
    12. *Mecodium badium* (Hook. & Grev.) Copel.　蕗蕨
8. Lycopodiaceae　石松科
    13. *Lycopodium serratum* Thunb.　金不換
9. Plagiogyriaceae　瘤足蕨科
    14. *Plagiogyria euphlebia* (Kunze) Mett.　華中瘤足蕨
    15. *Plagiogyria formosana* Makai　臺灣瘤足蕨
10. Polypodiaceae　水龍骨科
    16. *Lemmaphyllum microphyllum* Presl　伏石蕨
    17. *Lepisorus thunbergianus* (Kaulf.) Ching　瓦葦
    18. *Lepisorus tosaensis* (Makino) H. Ito　擬瓦葦
    19. *Polypodium amoenum* Wall.　阿里山水龍骨
11. Pteridaceae　鳳尾蕨科
    20. *Onychium japonicum* (Thunb.) Kunze　日本金粉蕨
12. Selaginellaceae　卷柏科
    21. *Selaginella doederleinii* Hieron.　生根卷柏
13. Thelypteridaceae　金星蕨科
    22. *Cyclosorus interruptus* (Willd.) H. Ito　毛蕨
14. Vittariaceae　書帶蕨科
    23. *Vittaria flexuosa* Fee　書帶蕨

裸子植物

15. Cupressaceae　柏科

24. *Chamaecyparis formosensis* Matsum.　紅檜

雙子葉植物

16. Aceraceae　楓樹科

25. *Acer palmatum* Thunb. var. *pubescens* Li　臺灣掌葉槭

17. Anacardiaceae　漆樹科

26. *Rhus ambigua* Lav. *ex* Dipped.　臺灣藤漆

18. Aquifoliaceae　冬青科

27. *Ilex goshiensis* Hayata　五指山冬青

28. *Ilex pedunculosa* Miq.　刻脈冬青

29. *Ilex sugeroki* Maxim. var. *brevipedunculata* (Maxim.) S. Y. Hu　太平山冬青

19. Araliaceae　五加科

30. *Dendropanax pellcidopunctata* (Hayata) Kanehira *ex* Kanehira & Hatusima　臺灣樹參

20. Aristolochiaceae　馬兜鈴科

31. *Asarum albomaculatum* Hayata　白斑細辛

21. Asteraceae　菊科

32. *Ainsliaea macroclinidioides* Hayata　阿里山鬼督郵

22. Berberidaceae　小蘗科

33. *Berberis kawakamii* Hayata　臺灣小蘗

23. Caprifoliaceae　忍冬科

34. *Lonicera acuminata* Wall.　阿里山忍冬

35. *Viburnum erosum* Thunb.　松田氏莢迷

36. *Viburnum furcatum* Blume *ex* Maxim.　假繡球

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

24. Celastraceae　衛矛科

38. *Euonymus spraguei* Hayata　刺果衛矛

39. *Microtropis fokienensis* Dunn　福建賽衛矛

25. Daphniphyllaceae　虎皮楠科

40. *Daphniphyllum membranaceum* Miq.　臺灣虎皮楠

26. Ericaceae　杜鵑花科

41. *Pieris taiwanensis* Hayata　臺灣馬醉木

27. Fagaceae　殼斗科

42. *Cyclobalanopsis longinux* (Hayata) Schott.　錐果櫟

43. *Cyclobalanopsis stenophylloides*(Hay.)　狹葉高山櫟

44. *Cyclobalanopsis sessilifolia* (Blume) Schottky　毽子櫟

45. *Fagus hayatae* Palib.　臺灣山毛櫸

28. Gentianaceae　龍膽科

46. *Tripterospermum taiwanense* (Masamune) Satake　臺灣肺形草

29. Gesneriaceae　苦苣苔科

47. *Lysionotus pauciflorus* Maxim.　臺灣石吊蘭

30. Hamamelidaceae　金縷梅科

48. *Sycopsis sinensis* Oliver　水絲梨

31. Lamiaceae　唇形花科

49. *Anisomeles indica* (L.) Ktze.　金劍草

32. Lardizabalaceae　木通科

50. *Stauntonia hexaphylla* (Thunb.) Decne.　石月

33. Lauraceae　樟科

51. *Neolitsea acuminatissima* (Hayata) Kanehira & Sasaki　漸尖葉新木薑子

52. *Neolitsea variabillima* (Hayata) Kanehira & Sasaki　變葉新木薑子

34. Melastomataceae　野牡丹科

53. *Barthea formosana* Hayata　深山野牡丹

54. *Sarcopyramis napalensis* Wall. var. *bodinieri* Levl.　肉穗野牡丹

35. Myrsinaceae　紫金牛科

55. *Ardisia crenata* Sims　硃砂根

56. *Ardisia japonica* (Hornsted) Blume　紫金牛

36. Myrtaceae　桃金孃科

57. *Syzygium buxifolium* Hook. & Arn.　小葉赤楠

37. Oleaceae　木犀科

58. *Ligustrum japonicum* Thunb.　日本女貞

59. *Osmanthus heterophyllus* (Don) Green var. *bibracteatus* (Hayata) Green　刺格

38. Oxalidaceae　酢醬草科

60. *Oxalis acetosella* L. ssp. *griffithii* (Edgew. & Hook. f.) Hara var. *formosana* (Terao) Huang　山酢醬草

39. Polygonaceae　蓼科

61. *Polygonum thunbergii* Sieb. & Zucc. forma *biconvexum* (Hayata) Liu, Ying & Lai　戟葉蓼

62. *Cheilotheca humilis* (Don) Keng　水晶蘭

41. Ranunculaceae　毛茛科

63. *Coptis quinquefolia* Miq.　掌葉黃連

42. Rhamnaceae　鼠李科

64. *Rhamnus pilushanensis* Liu & Wang　畢祿山鼠李

43. Rosaceae　薔薇科

65. *Photinia niitakayamensis* Hayata　玉山假沙梨

66. *Pourthiaea villosa* (Thunb. *ex* Murray) Decne. var *parvifolia* (Pritz.) Iketàni & Ohashi　小葉石楠

67. *Prunus matuurai* Sasaki　太平山櫻花

68. *Prunus phaeosticta* (Hance) Maxim.　墨點櫻桃

69. *Rubus corchorifolius* L. f.　變葉懸鉤子

70. *Rubus liuii* Yang & Lu　柳氏懸鉤子

71. *Rubus pectinellus* Maxim.　刺萼寒莓
72. *Rubus pungens* Camb.　刺懸鉤子

44. Rubiaceae　茜草科
73. *Damnacanthus angustifolius* Hayata　無刺伏牛花

45. Rutaceae　芸香科
74. *Skimmia reevesiana* Fortune　深紅茵芋

46. Saxifragaceae　虎耳草科
75. *Hydrangea integrifolia* Hayata *ex* Matsum. & Hayata　大枝掛繡球
76. *Schizophragma integrifolium* Oliv. var. *fauriei* (Hayata) Hayata　圓葉鑽地風

47. Solanaceae　茄科
77. *Solanum biflorum* Lour.　雙花龍葵

48. Symplocaceae　灰木科
78. *Symplocos formosana* Brand var. *formosana*　臺灣灰木
79. *Symplocos sumuntia* Buch.-Ham. *ex* D. Don　尾葉灰木
80. *Symplocos wikstroemifolia* Hayata　月桂葉灰木

49. Theaceae　茶科
81. *Camellia brevistyla* (Hayata) Cohen-Stuart　短柱山茶
82. *Eurya crenatifolia* (Yamamoto) Kobuski　賽柃木
83. *Eurya glaberrima* Hayata　厚葉柃木

50. Thymelaeaceae　瑞香科
84. *Daphne kiusiana* Miq. var. *atrocaulis* (Rehder) Maekawa　白花瑞香

51. Urticaceae　蕁麻科
85. *Pellionia radicans* (Sieb. & Zucc.) Wedd.　赤車使者

52. Verbenaceae　馬鞭草科
86. *Callicarpa randaiensis* Hayata　巒大紫珠

單子葉植物

53. Araceae　天南星科
87. *Arisaema formosana* (Hayata) Hayata forma *stenophylla* Hayata　狹葉天南星

54. Commelinaceae　鴨跖草科
88. *Murdannia keisak* (Hassk.) Hand.-Mazz.　水竹葉

55. Cyperaceae　莎草科
89. *Carex filicina* Nees subsp. *pseudo-filicina* (Hayata) T. Koyama　紅鞘薹

56. Liliaceae　百合科
90. *Disporum kawakamii* Hayata　臺灣寶鐸花
91. *Ophiopogon formosanum* Ohwi　臺灣沿階草
92. *Paris polyphylla* Smith　七葉一枝花

57. Orchidaceae　蘭科
93. *Calanthe arisanensis* Hayata　阿里山根節蘭
94. *Cheirostylis inabai* Hayata　羽唇指柱蘭
95. *Cremastra appendiculata* (D. Don) Makino　馬鞭蘭

58. Poaceae　禾本科

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

59. Smilacaceae　菝契科

97. *Smilax arisanensis* Hayata　阿里山菝契

98. *Smilax lanceaefolia* var. *opaca* A. DC.　臺灣菝葜

本名錄各分類群統計如下表：

植物類別	科　數	屬　數	種數 (含以下分類群)
蕨類植物	14	19	23
裸子植物	1	1	1
雙子葉植物	37	47	62
單子葉植物	7	11	12
總　　計	59	78	98

附錄二

拉拉山上層 各樣區植物之重要值(%)：

植物種類	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
賽枹木	83.2	0.0	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	31.1	22.4	45.6	0.0	11.5	49.2	0.0	12.5	0.0
尾葉灰木	83.2	16.5	0.0	8.5	35.9	0.0	92.2	0.0	27.0	0.0	14.0	0.0	11.3	0.0	31.4	0.0	195.1
狹葉高山櫟	16.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	141.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	0.0	0.0
厚葉枹木	21.6	0.0	0.0	8.0	15.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	73.6	0.0
臺灣高山莢迷	10.1	0.0	24.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.7	0.0	0.0	43.0	0.0
短柱山茶	22.8	75.0	0.0	49.7	80.0	0.0	0.0	37.6	31.5	49.2	38.9	79.9	0.0	35.9	38.3	45.8	0.0
漸尖葉新木薑子	16.8	55.8	24.2	0.0	0.0	300.0	0.0	0.0	10.1	0.0	19.6	19.0	0.0	0.0	0.0	25.5	0.0
毽子櫟	0.0	68.4	42.8	13.2	10.6	0.0	0.0	0.0	23.6	0.0	27.8	0.0	0.0	0.0	8.9	0.0	0.0
太平山櫻花	45.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.7	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
日本女貞	0.0	0.0	0.0	20.0	22.1	0.0	0.0	33.5	0.0	0.0	25.4	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
刺格	0.0	28.8	50.4	15.2	42.8	0.0	0.0	0.0	14.2	0.0	17.2	27.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
松田氏莢迷	0.0	55.5	24.2	28.5	42.8	0.0	0.0	0.0	23.3	22.1	19.0	0.0	119.	71.6	28.2	0.0	0.0
假繡球	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	32.4	0.0	19.1	17.8	61.7	0.0	0.0	0.0
小葉石楠	0.0	0.0	134.3	13.0	24.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.1	29.8	43.8	49.3	0.0	0.0
刻脈冬青	0.0	0.0	0.0	10.2	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	0.0	0.0
臺灣山毛櫸	0.0	0.0	0.0	102.5	0.0	0.0	0.0	0.0	115.4	119.8	92.5	97.8	72.9	37.9	85.2	0.0	0.0
福建賽衛矛	0.0	0.0	0.0	7.8	16.8	0.0	0.0	0.0	0.0	26.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
錐果櫟	0.0	0.0	0.0	15.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣灰木	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	64.3	0.0	0.0	0.0	24.6	18.0	0.0	21.9	12.5	0.0
臺灣虎皮楠	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	0.0
臺灣樹參	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
水絲梨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
五指山冬青	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	104.9
月桂葉灰木	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.5	0.0
畢祿山鼠李	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
太平山冬青	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
變葉新木薑子	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	27.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
總　計	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0

附錄三

拉拉山上層 根據 MOTYKA 公式所計算，各樣區間之相似性指數矩陣(%)：

樣區	1	100.0														
樣區	2	18.7	100.0													
樣區	3	9.0	40.0	100.0												
樣區	4	15.6	38.3	21.9	100.0											
樣區	5	24.9	57.9	34.1	56.6	100.0										
樣區	6	5.6	18.6	8.1	0.0	0.0	100.0									
樣區	7	48.5	5.5	0.0	2.8	12.0	0.0	100.0								
樣區	8	7.6	12.5	0.0	19.2	19.9	0.0	0.0	100.0							
樣區	9	30.3	39.7	23.7	66.9	35.5	3.4	9.0	10.5	100.0						
樣區	10	15.1	23.8	7.4	63.1	29.4	0.0	0.0	12.5	71.8	100.0					
樣區	11	33.1	45.5	27.9	71.6	40.6	6.5	4.7	21.0	78.7	57.6	100.0				
樣區	12	15.9	40.5	20.8	61.3	43.8	6.3	2.7	23.4	54.5	55.4	58.6	100.0			
樣區	13	11.0	22.2	24.6	43.6	26.3	0.0	3.8	6.0	42.9	41.4	38.2	41.6	100.0		
樣區	14	24.0	30.4	22.6	41.0	34.5	0.0	0.0	11.9	44.6	50.2	46.1	36.3	56.2	100.0	
樣區	15	27.5	30.7	27.5	66.3	52.0	0.0	14.2	19.8	58.7	48.5	55.1	53.8	53.4	48.6	100.0
樣區	16	28.0	23.8	16.1	20.5	20.6	8.5	0.0	16.7	18.1	19.5	23.7	25.8	14.6	16.1	22.6
樣區	17	27.7	5.5	0.0	2.8	12.0	0.0	30.7	0.0	9.0	0.0	4.7	0.0	3.8	0.0	10.5
		1區	2區	3區	4區	5區	6區	7區	8區	9區	10區	11區	12區	13區	14區	15區

100.0			
0.0	100.0		
22.0	0.0	100.0	
16區	17區		

附錄四

拉拉山下層 各樣區植物之重要值(%)：

植物種類	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
賽枹木	9.0	0.0	4.8	4.2	5.6	2.7	0.0	0.0	3.8	6.2	6.8	5.1	12.0	0.0	0.9	1.5	1.1	2.2	0.0	0.0
尾葉灰木	11.3	0.0	0.0	12.3	16.8	0.0	3.8	2.7	3.1	4.7	4.5	7.8	20.2	7.4	1.9	2.9	11.6	0.0	0.0	4.0
臺灣瘤足蕨	67.1	0.0	3.1	17.5	25.8	94.3	20.0	96.5	72.8	85.1	11.9	22.0	16.3	14.8	8.5	60.6	52.0	41.8	102.3	91.4
臺灣肺形草	7.8	0.0	0.0	0.0	7.8	4.2	4.4	5.6	15.9	0.0	5.2	6.7	2.0	4.8	1.9	8.9	0.0	6.5	7.3	0.0
臺灣鱗毛蕨	13.3	9.3	6.4	0.0	0.0	0.0	5.4	3.4	1.4	20.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	3.3
山酢醬草	2.7	0.0	5.9	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	5.7	1.0	1.8	6.5	9.3	9.4	3.6	0.0	0.0
刺萼寒莓	2.5	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	4.5	1.1	0.0	1.9	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0
七葉一枝花	5.4	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	2.1	1.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0
狹葉高山櫟	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0
擬瓦葦	4.3	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0
厚葉枹木	0.0	0.0	3.0	1.6	0.0	2.7	0.0	2.7	7.9	0.0	0.9	0.0	2.6	1.2	0.0	2.7	2.9	0.0	2.7	2.2
阿里山忍冬	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	1.4	0.0	0.0	0.0	1.1	3.0	0.9	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0
臺灣高山莢迷	6.7	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	2.7	0.0	2.5	2.8	7.2	7.2	9.3	17.8	0.0
變葉懸鉤子	4.2	0.0	3.3	0.0	4.2	26.5	1.2	0.0	8.9	0.0	5.2	2.9	3.7	4.3	8.5	15.0	1.1	8.9	19.3	0.0
檫大紫珠	3.8	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0
臺灣石吊蘭	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
大枝掛繡球	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
深紅茵芋	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	2.1	8.6	0.0	1.0	0.0	2.1	0.0	0.9	1.1	1.3	0.0	0.0	0.0
紅檜	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
石月	7.0	13.8	3.1	0.0	2.0	0.0	5.1	5.0	3.2	8.5	3.7	1.2	9.5	4.1	1.9	2.5	8.9	6.5	7.6	8.3
羽唇指柱蘭	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
小膜蓋蕨	1.5	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0
華中瘤足蕨	1.6	9.1	3.1	9.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	4.4	1.5	1.8	1.7	0.9	0.0	0.0	0.0	5.0	20.9
短柱山茶	3.0	0.0	0.0	7.2	0.0	0.0	4.0	2.1	0.0	1.9	4.9	7.0	9.8	14.2	1.9	1.2	7.6	1.7	0.0	4.3
金劍草	3.3	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	1.5	0.0	0.9	0.0	1.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
漸尖葉新木薑子	0.0	5.8	0.0	1.6	0.0	0.0	8.4	10.3	3.7	12.0	3.2	2.4	6.4	2.9	0.0	3.6	9.0	4.4	0.0	10.8
瓦葦	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.1	1.2	3.6	0.0	0.0
阿里山水龍骨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
雞子櫟	1.3	0.0	0.0	7.9	6.4	0.0	0.0	2.1	0.0	10.3	1.1	1.6	1.5	3.2	0.0	1.5	6.0	2.5	0.0	0.0
肋毛蕨	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	24.2	0.0	2.0	1.5	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	14.6	0.0	0.0	5.3	0.0
太平山櫻花	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	1.4	1.1	0.0	0.0	0.0
水晶蘭	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
伏石蕨	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
日本女貞	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	5.9	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
玉山箭竹	0.0	134.1	104.3	95.5	91.9	0.0	81.1	0.0	0.0	0.0	78.8	72.2	53.2	53.1	9.2	4.6	0.0	65.6	0.0	0.0
刺格	0.0	4.6	0.0	3.9	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	2.2	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
松田氏莢迷	0.0	9.6	8.5	3.7	18.5	2.7	4.3	0.0	0.0	0.0	2.8	9.0	5.6	12.2	9.1	17.0	26.2	0.0	0.0	0.0
假繡球	0.0	9.0	1.5	6.4	0.0	2.4	2.6	4.1	3.7	0.0	5.4	8.6	4.0	8.8	4.6	4.6	5.4	0.0	0.0	0.0
小葉石楠	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	5.9	4.4	2.3	2.1	0.0	0.0
假蹄蓋蕨	0.0	0.0	6.2	0.0	0.0	2.2	2.5	2.1	0.0	7.3	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	4.5
阿里山菝契	0.0	0.0	1.6	3.2	0.0	4.3	2.9	8.6	2.8	6.8	5.6	2.3	0.0	0.9	0.9	1.2	0.0	0.0	14.6	6.1
赤車使者	0.0	0.0	8.9	0.0	0.0	2.1	12.7	0.0	0.0	2.3	2.6	3.2	4.2	0.9	3.7	8.2	0.0	4.8	0.0	0.0
刺果衛矛	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	1.9	3.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	1.1	2.4	0.0	0.0
狹葉天南星	0.0	0.0	4.4	1.6	0.0	2.1	6.0	0.0	0.0	0.0	4.3	1.2	2.0	1.7	0.9	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0
刻脈冬青	0.0	0.0	0.0	8.4	2.4	0.0	4.1	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0
臺灣沿階草	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	1.3	0.0	1.8	4.4	6.4	4.4	15.5	12.1	5.6	4.4	10.3	14.2	0.0	0.0
臺灣山毛欅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
福建賽衛矛	0.0	0.0	0.0	7.5	2.0	0.0	5.5	11.7	0.0	0.0	0.9	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	6.4
錐果櫟	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣馬醉木	0.0	0.0	0.0	1.7	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣菝契	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
書帶蕨	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣灰木	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	0.0	0.0	3.1	0.0	2.8	2.9	5.9	11.6	2.8	0.0	2.3	0.0	0.0	5.3
魚鱗蕨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	7.1	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	2.9	6.2	0.0
肉穗野牡丹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	12.8	11.0	0.0	2.6	7.8	4.0	2.6	2.8	8.2	2.2	1.6	4.7	0.0
臺灣掌葉槭	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	4.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
無刺伏牛花	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	2.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣小蘗	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	2.3	0.0	0.0	3.3	1.4	1.3	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣虎皮楠	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	1.7	0.0	0.0
臺灣樹參	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	1.3	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
紫金牛	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
毛蕨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
硃砂根	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
阿里山根節蘭	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
玉山假沙梨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0
水絲梨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
臺灣紅苞鱗毛蕨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	0.0	22.5
金不換	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0
華鳳了蕨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0
月桂葉灰木	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0
臺灣寶鐸花	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
柳氏懸鉤子	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	11.7	0.0	0.0	0.0
臺灣藤漆	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0
鐮葉耳蕨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0
馬鞭蘭	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0
白花瑞香	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
墨點櫻桃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
畢祿山鼠李	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

南海鱗毛蕨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	8.3	4.8	5.6	102.9	1.1	2.3	0.0	0.0	0.0
戟葉蓼	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
變葉新木薑子	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
小葉赤楠	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
紅鞘薑	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
小葉複葉耳蕨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
水竹葉	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
掌葉黃連	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0
深山野牡丹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
碗蕨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
刺懸鉤子	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
白斑細辛	1.3	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
總　計	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0

附錄五

拉拉山下層 根據 MOTYKA 公式所計算，各樣區間之相似性指數矩陣(%)：

樣區	1	100.0																
樣區	2	9.7	100.0															
樣區	3	18.1	63.4	100.0														
樣區	4	20.3	60.1	57.9	100.0													
樣區	5	32.1	53.0	56.8	72.2	100.0												
樣區	6	42.6	2.5	14.3	15.8	19.7	100.0											
樣區	7	25.2	52.1	59.1	65.6	61.5	19.8	100.0										
樣區	8	49.1	10.5	9.7	21.2	20.1	59.8	31.8	100.0									
樣區	9	56.3	6.0	11.1	18.7	27.2	56.2	25.9	62.1	100.0								
樣區	10	52.3	15.8	16.3	25.3	22.2	48.2	26.8	62.8	46.9	100.0							
樣區	11	25.0	50.5	61.1	65.2	59.6	23.7	66.2	24.6	26.9	25.6	100.0						
樣區	12	30.7	47.4	56.9	64.8	66.1	25.6	63.2	27.1	31.6	24.6	76.7	100.0					
樣區	13	32.8	41.1	44.6	56.4	55.0	24.1	55.3	26.6	28.0	27.0	67.6	67.6	100.0				
樣區	14	24.3	41.9	45.1	54.0	53.3	27.5	51.8	25.1	25.8	21.5	66.3	69.1	72.8	100.0			
樣區	15	17.1	13.3	24.6	17.6	20.2	20.1	21.0	13.8	21.1	12.3	34.5	38.2	33.0	37.8	100.0		
樣區	16	49.4	12.4	26.2	22.6	35.9	60.8	31.9	50.4	58.9	43.7	33.1	44.4	35.3	40.7	36.2	100.0	
樣區	17	48.5	14.9	18.7	29.9	37.0	35.9	27.3	42.8	44.9	45.0	35.0	41.8	45.7	43.9	29.3	60.1	100.0
樣區	18	38.3	38.2	45.0	47.2	56.6	33.8	55.1	34.3	40.0	35.8	58.1	60.7	56.2	55.1	26.9	49.2	43.1	100.0
樣區	19	50.7	7.5	9.6	14.9	22.9	68.9	19.2	68.1	59.5	53.5	20.2	22.5	19.5	18.5	14.6	53.3	36.4	38.7	100.0
樣區	20	43.7	15.3	10.4	23.9	16.9	52.7	27.7	67.1	46.1	65.9	20.8	20.9	24.3	20.8	9.9	38.5	41.1	29.9	58.6	100.0
	1區	2區	3區	4區	5區	6區	7區	8區	9區	10區	11區	12區	13區	14區	15區	16區	17區	18區	19區	20區

照片說明

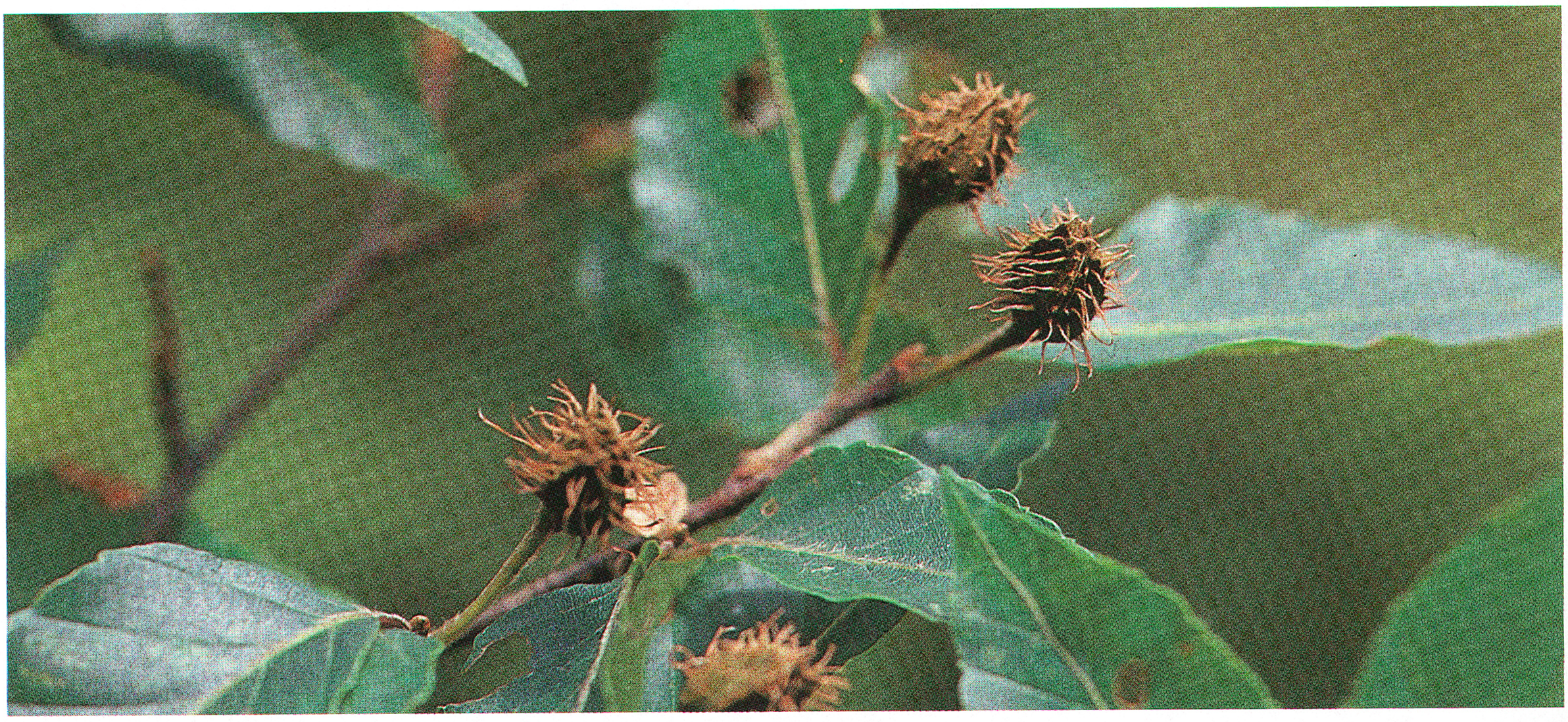
拉拉山臺灣山毛櫸林

臺灣山毛櫸純林

臺灣山毛櫸初春時花芽膨大

臺灣山毛櫸雄花先葉而開

臺灣山毛櫸雌花開於新葉抽出之後



臺灣山毛櫸之果實被長軟刺

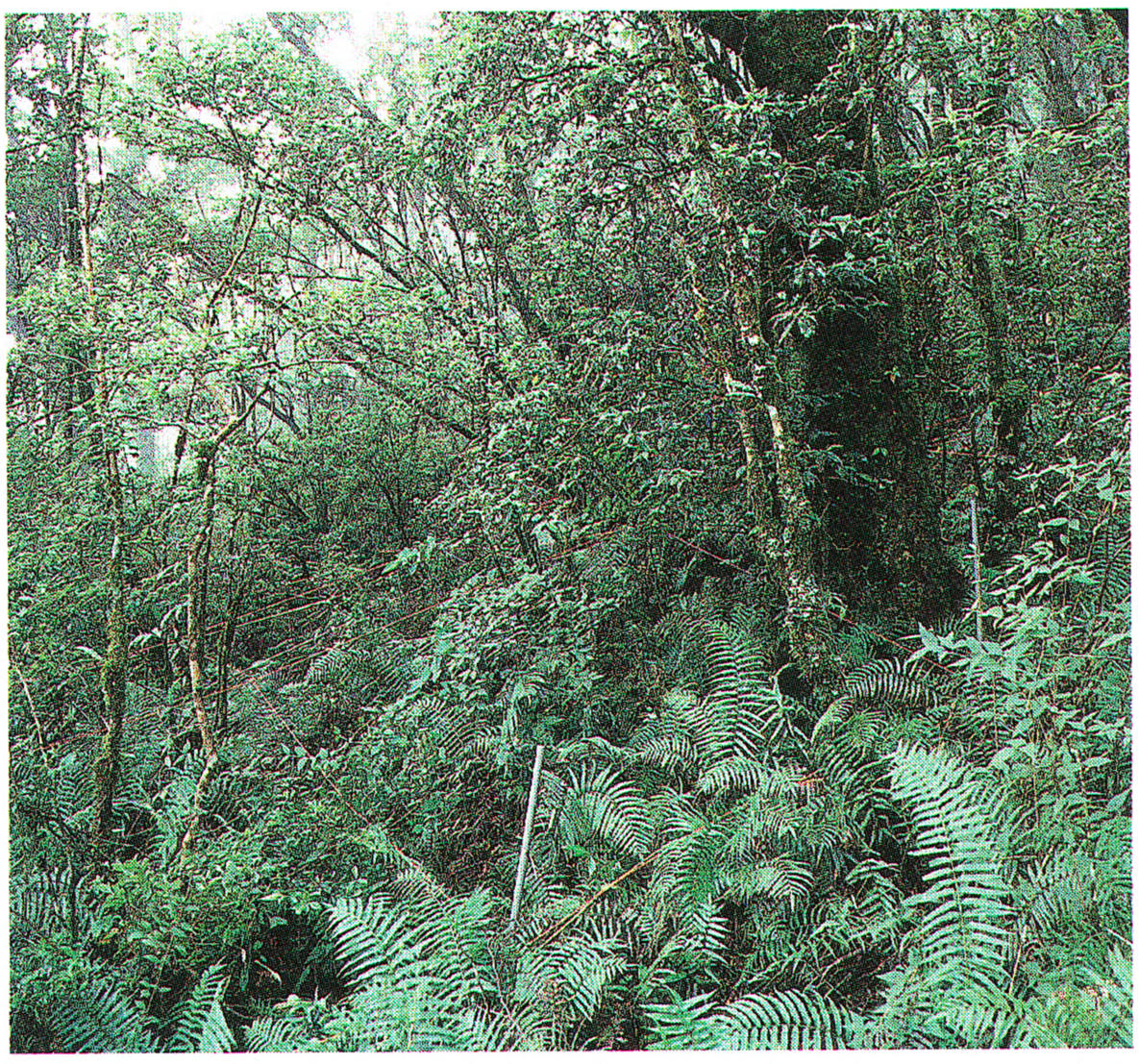
臺灣山毛櫸新葉呈翠綠色

秋天黃葉的臺灣山毛櫸

冬天落葉的臺灣山毛櫸

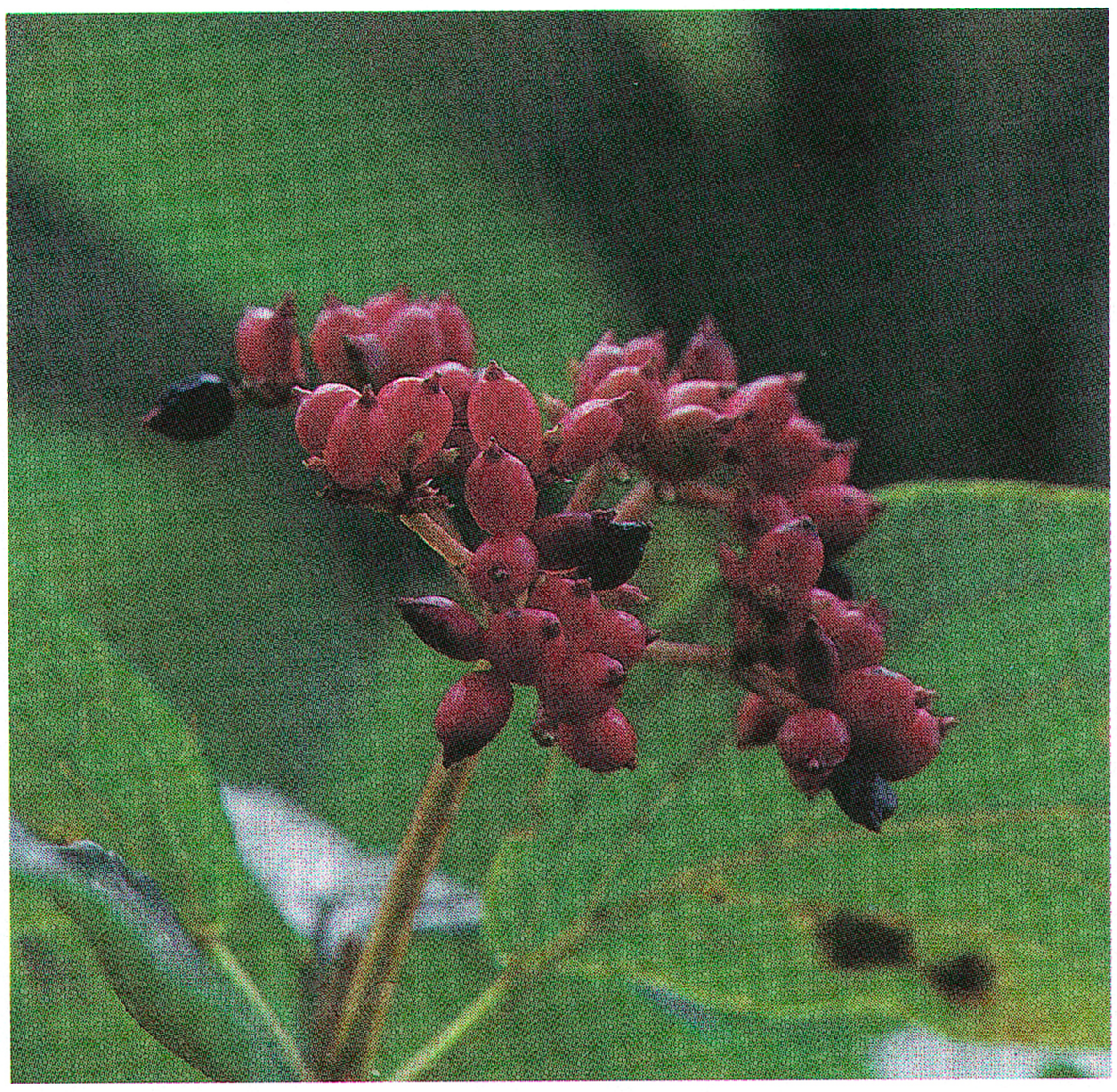
生長良好的小苗

玉山箭竹地被植群型

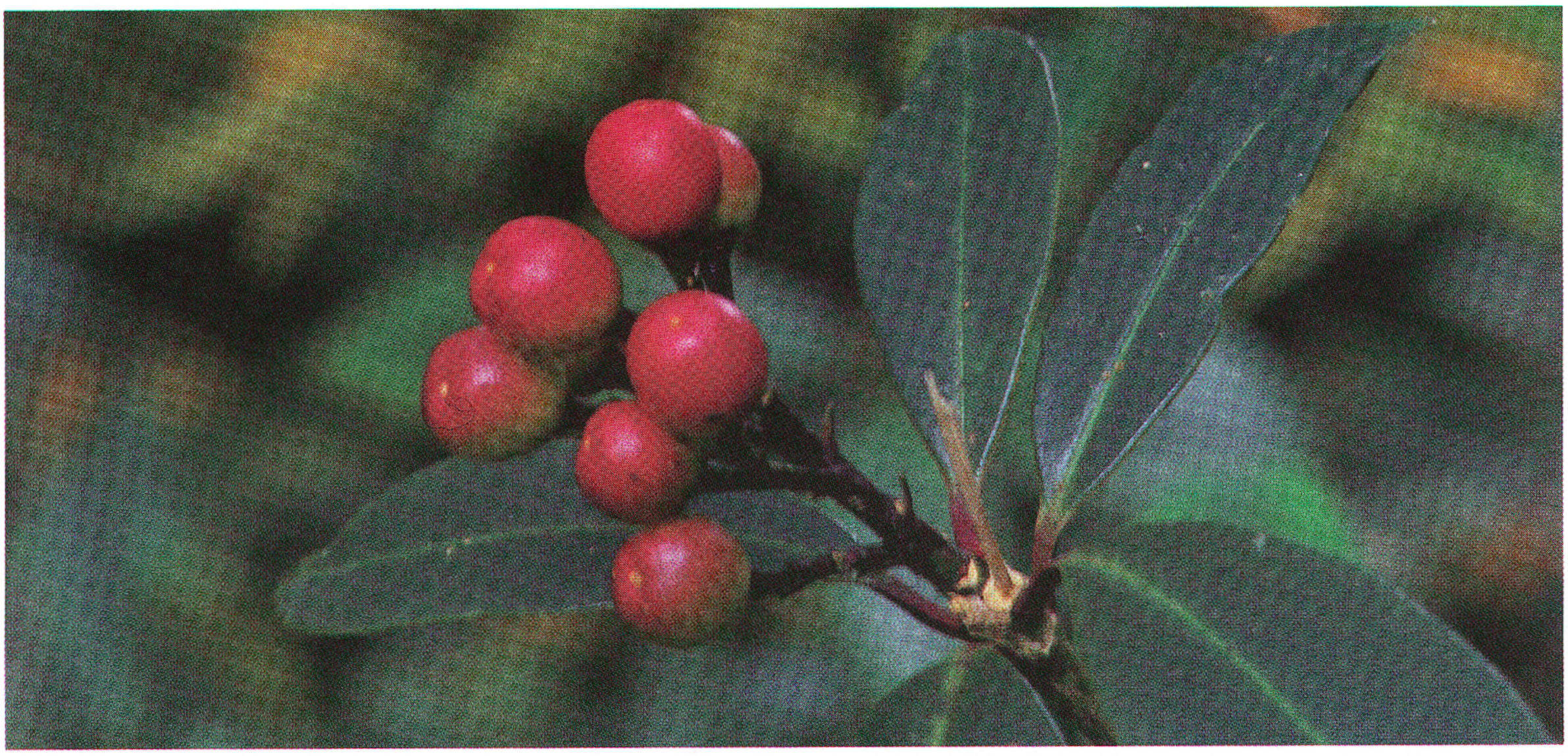


臺灣瘤足蕨地被植群型

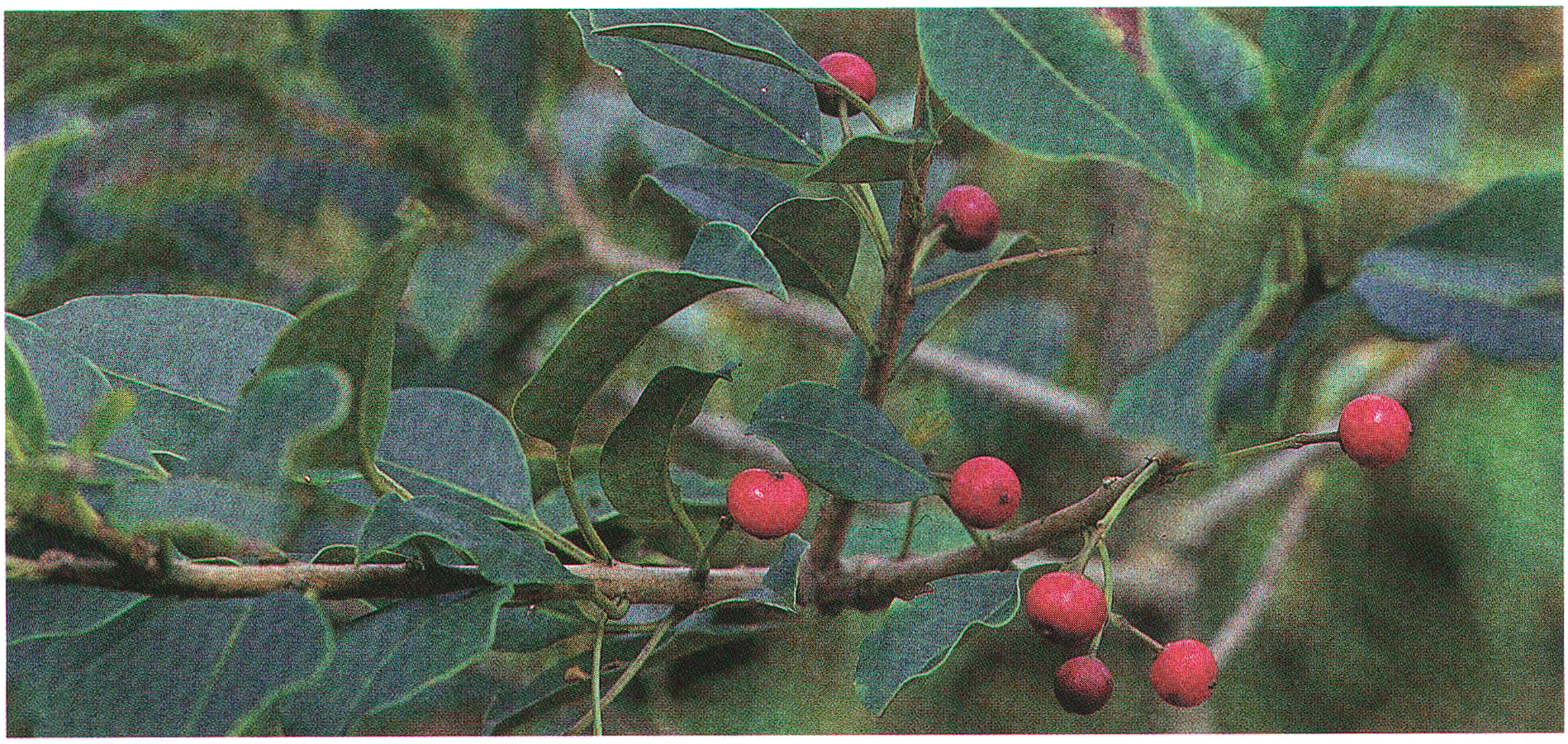
常見於拉拉山的毒紅菇，多出現於殼斗科植物林下



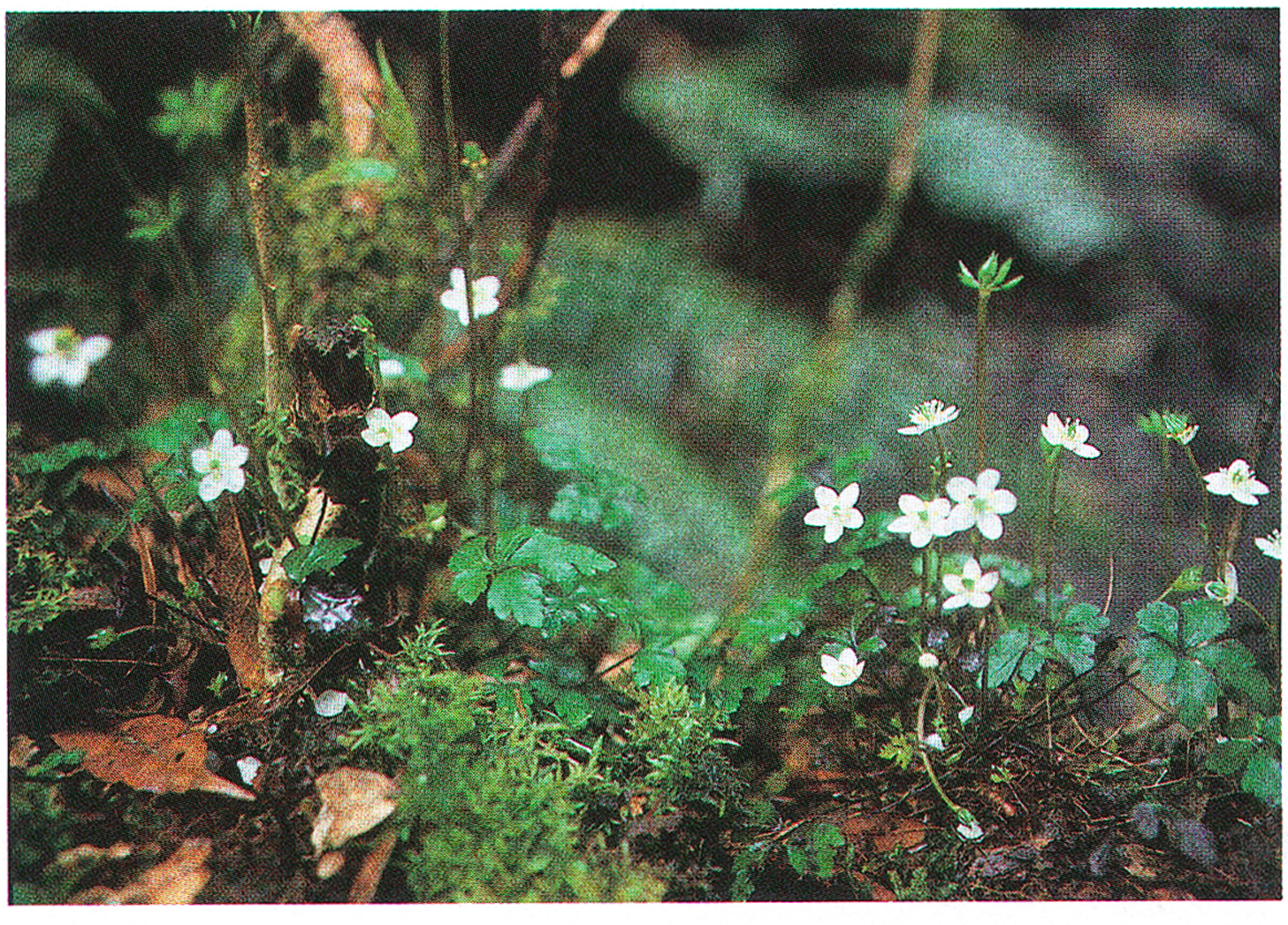
臺灣高山莢迷



深紅茵芋



刻脈冬青



掌葉黃連

七葉一支花