行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 94-00-2-02

楠梓仙溪流域中海拔地區常綠闊葉林與落葉林推移帶永久樣區設置及調查

Permanent plot study of ecotone between evergreen broad-leaf forest and deciduous forest in the middle elevation of Nantzuhsien Creek

委託機關：行政院農委會林務局

執行機關：臺灣生態學會

中華民國　九十四　年　十二　月

行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 94-00-2-02

楠梓仙溪流域中海拔地區常綠闊葉林與落葉林推移帶永久樣區設置及調查

Permanent plot study of ecotone between evergreen broad-leaf forest and deciduous forest in the middle elevation of Nantzuhsien Creek

委託機關：行政院農委會林務局

執行機關：臺灣生態學會

計畫主持人：邱少婷

協同主持人：楊國禎

研究助理：林笈克、許鈞雅

中華民國　九十四　年　十二　月

目錄

表目次

圖目次

摘要

本研究在楠溪林道 9.5k 附近，臺灣赤楊林銜接常綠闊葉林處，劃設 1.5 公頃東西長條的樣區，合計 150 個 10×10 平方公尺的樣方。調查所有樣方內樹胸徑 1 公分以上之木本植物的組成與分佈。研究重點除了拓展樣區朝 10 公頃森林永久樣區發展，也藉 1.5 公頃的樣帶陳述樣區內臺灣赤楊與各常綠闊葉樹種的族群結構、分佈現象，並檢驗落葉樹林與常綠闊葉林交會帶是否存有邊緣物種（edge species）及邊緣效應（edge effect）。另在調查過程中採招募志工搭配專業人員，以推廣教育的方式，訓練並累計未來的調查人力資源。

1.5 公頃樣區共計登錄 3700 棵直立木本植物，分屬 22 科 37 屬 46 種，總胸高斷面積為 87.17 平方公尺。樣區以殼斗科（Fagaceae）、樟科（Lauraceae）及茶科（Theaceae）植物為優勢，屬於植被帶下部櫟林帶的森林。樣區橫跨常綠闊葉樹林及落葉林，常綠闊葉林乃為以長尾栲（*Castanopsis carlesii*）、長葉木薑子（*Litsea acuminata*）為優勢的森林，落葉林中則以臺灣赤楊（*Alnus formosana*）為最優勢。整個樣區可區分為三種型植物社會，干擾區型植物社會位於樣區中央，以臺灣赤楊為最優勢；非干擾區上坡型及非干擾區中下坡型植物社會，均以長尾栲為最優勢，且優勢種排名前 7 的種類（重要值累計達 80％左右）中，兩型均具有長尾栲、長葉木薑子、狹葉櫟（*Cyclobalanopsis stenophylloides*）、薄葉柃木（*Eurya leptophylla*）與細枝柃木（*Eurya loquaiana*）等 5 種，但兩型植物社會的區別，乃在於上坡型有木荷（*Schima superba*）與西施花（*Rhododendron latoucheae*）為特徵種，中下坡型則有假長葉楠（*Machilus japonica*）為特徵種。在臺灣赤楊落葉林與常綠闊葉林接觸形成的推移帶匯合了兩群的組合，以臺灣赤楊、薄葉柃木、長尾栲與長葉木薑子為優勢種類。推移帶中薄葉柃木與細枝柃木的植株密度顯著的高於落葉樹林與闊葉樹林內，呈現明顯的邊緣效應。樣區內數量排名前 20 的種類（累計植株數達 95％）的分佈類型中，長葉木薑子等 8 種為非干擾區廣泛分佈的類型，臺灣肉桂（*Cinnamomum insulari-montanum*）分佈趨勢偏屬此類型；西施花與木荷屬於非干擾區上坡分佈類型；細枝柃木、巒大越橘（*Vaccinium randaiense*）與呂宋莢迷（*Viburnum luzonicum*）偏屬非干擾區陡坡分佈類型；白新木薑子（*Neolitsea sericea*）與青葉楠（*Machilus zuihoensis* var. *mushaensis*）屬於非干擾區溪谷、稜線外的坡面分佈類型；假長葉楠屬於非干擾區中下坡分佈類型，大葉木犀（*Osmanthus matsumuranus*）則偏屬此類型；杜虹花（*Callicarpa*

formosana）屬於全區廣泛分佈型；臺灣赤楊屬於干擾區分佈類型。這 20 種中，長葉木薑子等 13 種植株會達到樹冠層的種類的徑級結構屬於 L 型分佈;薄葉柃木等 3 種灌木及最高高度僅達次冠層的西施花屬於反 J 型分佈；呂宋莢迷偏鐘型分佈；杜虹花為波浪型分佈；臺灣赤楊則為鐘型偏 J 型分佈。

Abstract

This research focused on the edge of the *Alnus formosana* forest and evergreen broad leaved forest, which was near the 9.5km of Nantzuhsien Trail. 1.5ha sampling plot had 150 m from east to west and 50 m from north to south, consisted 150 contiguous 10×10 m^2 quadrats. We survey the composition and distribution of the woody plants whose DBH is equal to or over 1 cm in this plot. This study not only expanded the forest permanent plot to 10 ha, but investigated the population structure and distribution of *Alnus formosana* and all kinds of evergreen broad-leaved tree species. Whether edge species and edge effect in the ecotone between the deciduous forest and evergreen broad-leaved forest existed is also examined. Besides, in order to expand the resources of survey manpower in the future, we trained recruited volunteers by working, learning and discussing with research workers in the process of surveying.

3,700 woody plants (22 families, 37 genus, 46 species) are recorded in 1.5 ha studied plot. The total basal area was 87.17 m^2. Fagaceae, Lauraceae and Theaceae are the dominant families in this plot and this forest belongs to the lower Quercus zone of Taiwan vegetation zone. The sampling plot is across the evergreen broad-leaved forest and deciduous forest. The dominant species of evergreen broadleaved forest are *Castanopsis carlesii* and *Litsea acuminat*e and the one of deciduous forest is *Alnus formosana*. The whole area is divided into three types of habitat. Disturbing type is located in the center of the plot, whose dominant species is *Alnus formosana*. Dominant species of other two non-disturbing types are *Castanopsis carlesii*. The top seven dominant species (account of the IV is about 80%) of two non-disturbing types are *Castanopsis carlesii, Litsea acuminate, Cyclobalanopsis stenophylloides, Eurya leptophylla* and *Eurya loquaiana*. The difference of two non-disturbing types depends on the characteristic species. The ones of upper slope type are *Schima superba* and *Rhododendron latoucheae*, and the one of middle-down slope type is *Machilus japonica*.

The ecotone of *Alnus formosana* deciduous forest and evergreen broad-leaved forest combines both components with concluded dominant species of *Alnus formosana, Eurya leptophylla,*

Castanopsis carlesii, and *Litsea acuminate*. The density of *Eurya leptophylla* and *Eurya loquaiana* in ecotone were obviously higher than the ones in the deciduous forest and evergreen broad-leaved forest. It reveals the edge effect. In the distribution pattern of top 20 species by the total amount of individuals up to 95% in plot, *Litsea acuminate* of total 8 species is the type of non-disturbing widespread distribution; *Cinnamomum insulari-montanum* also trend to the type of above. *Rhododendron latoucheae* and *Schima superba* belong to the type of non-disturbing upper-slope distribution. *Eurya loquaiana*, *Vaccinium randaiense* and *Viburnum luzonicum* trend to the type of non-disturbing steep slope distribution. *Neolitsea sericea* and *Machilus zuihoensis* var. *mushaensis* are distributed on the slope of non-disturbing area besides valley and crest line. *Machilus japonica* is the type of non-disturbing middle-lower slope distribution; *Osmanthus matsumuranus* trends to the above type. *Callicarpa formosana* is the type of widespread distribution. *Alnus formosana* is the type of disturbing distribution. Among these 20 species, the structure of *Litsea acuminate* population as one of 13 canopy species is L-shape growth form. *Eurya leptophylla* as one of 3 shrub species and *Rhododendron latoucheae*, the sub-canopy species, are reversed J-shape growth form. *Viburnum luzonicum* trends to Bell-shape growth form. *Callicarpa formosana* trends to Wave-shape. *Alnus formosana* is Bell-shape but trends to J-shape growth form.

一、前言

臺灣地區的森林永久樣區最早源自陳玉峰於 1987 年在楠梓仙溪林道 12.4k 處設立 0.1734 公頃以降（陳玉峰，1989），1989 年起由謝長富、孫義方及謝宗欣於屏東南仁山生態保護區著手研究，引入國外大型永久樣區的設置與調查，迄今已近 20 年。此期間臺灣陸續有超過 1 公頃以上森林永久樣區完成調查或正建構中，包含台北南勢溪集水區 1.05 公頃的闊葉林樣區（陳子英，1994）、宜蘭福山地區 25 公頃闊葉林樣區（謝長富等，2004 年設立，尚未發表）、台東太麻里 2 公頃闊葉林樣區（陳永修等，建構中）、屏東南仁山區分散累計約 18 公頃的闊葉林樣區（謝宗欣、謝長富，1990；楊嘉政，1994；廖啟政，1995；趙偉村，1997；劉和義，1997；范素瑋，1999；趙國容，2001）、台東蘭嶼天池地區 1.8 公頃闊葉林樣區（謝宗欣，1998 年設立，尚未發表）、屏東墾丁喀斯勒森林 10 公頃闊葉林樣區（王相華等，2004）等 6 處屬於低海拔；台北樂佩山區 1 公頃闊葉林樣區（林奐宇，2002）、新竹鎮西堡 2.38 公頃針（紅檜）闊葉混淆林樣區（Wu and Hsieh, 2004）、南投北東眼山區 3 公頃闊葉林樣區（宋國彰，1996）、嘉義楠梓仙溪上游集水區 1 公頃闊葉林樣區（Yang et al, 2004）、高雄南橫中之關地區 2 公頃闊葉林（周盈杉，2004）等 5 處屬於中海拔；南投沙里仙溪上游集水區 1 公頃雲杉林樣區（曾彥學，1991）及高雄南橫大關山區 2 公頃鐵杉林（謝宗欣，2004 年設立，尚未發表）等 2 處屬於中高海拔，合計 13 個大型森林永久樣區（附錄一）。這 13 個分佈於不同海拔不同林型的樣區，有 6 個於近 5 年才相繼成立或正建構中，顯見此類大型永久樣區的研究調查方式近來在台灣已逐漸受到重視，這 6 個新成立或正建構中的大型永久樣區，主要擴展臺灣植群樣區的取樣代表性完整，也顯現這方面的研究調查已趨成熟且重視多方面的永續經營。

永久樣區面積大小取決於欲探討及瞭解的問題層次，面積越大的樣區能夠同時涵蓋更多更廣關於森林生態的資訊，但投入的人力與物資也隨面積增大而相對成長，例如林業試驗所福山研究中心。大量、廣佈的小面積永久樣區在經營管理方面有助於瞭解大區域整體的森林現況，例如林務局目前在全台的各個林區已經設立數以千計的小永久樣區即為代表；但對於單一區域或林型詳細的森林生態資料：如瞭解短、長期的環境變動因子、森林生物（包含脊椎、無脊椎動物與真菌）與植物的互動、樹種在空間分佈上的變化，及森林演替的運作模式等不同時間序列詳細的林木生育及動植物分佈狀況資料，則可藉由設立具代表性的大型森林永久樣區來收錄相關資料。臺灣地區 13 處大於 1 公頃以上的森林永久樣區中，能夠涵蓋單

一區域多種生育地者以屏東墾丁喀斯勒森林樣區、南仁山區闊葉林分散樣區、宜蘭福山闊葉林樣區，以及嘉義楠梓仙溪上游集水區預定完成的闊葉林樣區較具代表性，這 4 個區域的森林均屬於闊葉林，在臺灣植被帶的海拔垂直分佈上（蘇鴻傑，1984），墾丁喀斯勒森林樣區樹種組成以柿樹科（Ebenaceae）及大戟科（Euphorbiaceae）佔最大優勢（王相華等，2004），可類屬楠榕林帶；南仁山分散樣區涵蓋櫟林帶下層、楠櫧林帶、及楠榕林帶；福山樣區則以楠櫧林帶為主；楠梓仙溪上游集水區預定完成的樣區則屬於櫟林帶上層的下緣區，此林帶常含有檜木林。這四個大型的森林永久樣區堪足以成為臺灣闊葉樹林中各個林帶的代表樣區，提供森林生態演變過程的詳細資料，以為自然資源保育單位經營管理之需。

楠梓仙溪上游集水區的闊葉林樣區為四個樣區中海拔分佈最高者，亦是唯一尚在新劃設及調查階段的樣區。樣區位於嘉義林區管理處玉山事業區第 24 林班地，楠梓仙溪林道 9.5～10.5k 西側，該區森林面積廣大且完整、連續，為臺灣中海拔山區罕見可及性高且地勢較為平緩的森林。此區闊葉林的樹種組成以殼斗科的長尾栲、狹葉櫟、大葉石櫟（*Pasania kawakamii*）與樟科的長葉木薑子、假長葉楠為主（楊國禎等，2003）。在此片闊葉林的北界及西界為以臺灣赤楊為主的落葉林。常綠闊葉林與臺灣赤楊落葉林分屬於原生植被與次生植被，其中樺木科（Betulaceae）的臺灣赤楊常於河床、溪岸、新闢林道兩側及崩塌地形成純林（林信輝、張俊斌，1994），在分佈上乃遍存全台的中海拔次生植被，為臺灣最優勢的落葉植物社會之一（陳玉峰，1995）。根據中橫沿線不同臺灣赤楊齡級的小樣區（20×10 平方公尺）調查顯示，臺灣赤楊落葉林剛形成的徑級結構常呈現常態分佈，具等齡森林之特性，但隨時間增長其他樹種小徑級植株密度增加，而臺灣赤楊幼苗數目相對的減少，充分說明耐陰樹種幼苗之成功入侵，全仰賴臺灣赤楊族群所造成的有利環境（謝長富等，1990）。本研究採大樣區調查，範圍涵蓋臺灣赤楊林與闊葉樹林及兩者的交會帶，可清楚標示出臺灣赤楊與闊葉樹各樹種不同齡級個體在交會帶的連續分佈情形，有助於釐清臺灣赤楊與常綠闊葉樹種間的互動。再加上臺灣赤楊落葉樹林內的氣象因子在不同的節氣中有明顯的變動，此與闊葉樹林有所差異，兩者交會處所形成的推移帶（ecotone），為檢驗中海拔地區此兩種植被生態系是否存有邊緣效應（edge effect）的良好場所。

因此本研究的目的乃藉由在玉山事業區第 24 林班，楠梓仙溪林道 9.5k 附近林道旁的臺灣赤楊林與常綠闊葉林交會帶劃設一長帶狀 1.5 公頃之永久樣區，調查內部胸周 3.14 公分以上之木本植物的組成與分佈以達成：（1）連接 1 公頃舊樣區以規劃該區朝中海拔 10 公頃森林永久樣區發展；（2）藉 1.5 公頃的樣帶陳述樣區內臺灣赤楊與各常綠闊葉樹種的族群結構、

分佈現象，並檢驗落葉樹林與常綠闊葉林交會帶是否存有邊緣物種及邊緣效應。

二、環境概述

楠梓仙溪上游集水區涵蓋範圍，北面以東水山-鹿林前山-玉山前峰-玉山主峰的稜線為界，東面以玉山主峰-三叉峰-南玉山-新素左屈山-魔界碗山-南面山的稜線分水嶺與荖濃溪上游集水區作區隔，南面則以南面山-六溪山最高峰下切至海拔約 1,000 公尺的塔乃庫峽谷，西面接上雞子山-霞山-北霞山乃至東水山（圖 1）。整個集水區所在的行政區界以楠梓仙溪分為兩半，西面屬於嘉義縣阿里山鄉，東面則為高雄縣桃源鄉的行政區；林班的劃分則屬於嘉義林區管理處所轄之玉山事業區，其中第 24、25、26、27、28 與 29 林班地劃入玉山國家公園的範圍，區內海拔 2,500 公尺以上區域為玉山國家公園的生態保護區，2,500 以下的區域則為一般管制區。

玉山事業區第 24 林班位於整個集水區的北部，其間楠梓仙溪林道由北往南蜿蜒貫穿整個林班地，海拔由塔塔加鞍部（林道 2.7k）的 2,610 公尺下降至楠溪橋（林道 14.5k）的 1,720 公尺，落差將近 900 公尺，在臺灣的植被垂直分帶上可劃分為 2,500 公尺（林道 3.8k）以上的鐵杉雲杉林帶，2,500 公尺至 2,000 公尺（林道 9.5k）間的檜木林帶（櫟林帶上部），以及 2,000 公尺以下的闊葉林帶（櫟林帶下部）。但本區現有的植被型態因過往的伐木、崩塌、森林火災、造林等因子的干擾下，楠梓仙溪林道沿線植被相呈現出不同演替階段與生育環境的紛雜現象。目前塔塔加鞍部至林道 5.5k 多以臺灣雲杉造林為主，5.5k 至 6.5k 以臺灣二葉松、臺灣華山松、紅檜造林混生臺灣赤楊，6.5k 至 7.5k 以臺灣二葉松、紅檜造林為主，7.5k 至 8k 為臺灣二葉松林，8k 至 8.5k 為臺灣赤楊林散生闊葉林轉臺灣華山松林，8.5k 至 9.5k 剛開始為臺灣赤楊林後接闊葉林，9.5k 至 10k 由闊葉林接至紅檜造林地，10k 至 11.5k 間以紅檜造林地為主，包含少量的柳杉造林地，11.5k 至 14.5k 間則主要為闊葉樹林（楊國禎等，2002）。本調查研究樣區所在位置為楠梓仙溪林道 9.5 至 10.5k 西側的赤楊林及闊葉樹林。樣區及鄰近地區地層屬於以黑色頁岩，偶夾暗灰色細粒沙岩薄層的和社層，及以黑色板岩為主，偶夾砂岩或石灰質砂岩的十八重溪層，兩者交會之區（王鑫等，1982）。氣候由鄰近測候站顯示本區的生態氣候，二月至十月間月平均降雨量超過 100mm，十一月至次年一月間月平均降雨量低於 100mm，但仍高於月均溫線所反應的蒸發量，故本區無明顯的乾季現象(圖 2)，根據桑士偉氏之氣候分類，本區應屬於溫帶重濕氣候區（陳正祥，1957；楊國禎等，2004）。

楠梓仙溪林道 11.2k 處為半廢棄的楠梓仙溪工作站，站址離樣區直線距離約 300 公尺左右。楠溪工作站的建築物共有 9 棟硬體設施(圖 3)，工作站（圖 3I）主體為水泥建築物，門

圖 1、楠梓仙溪上游集水區範圍圖。

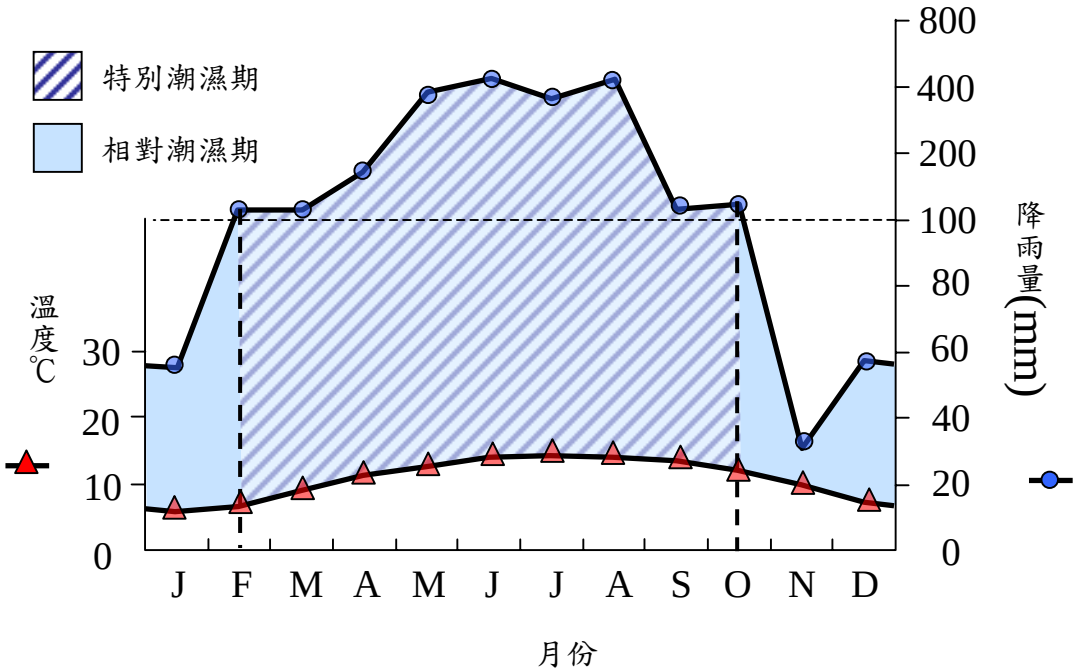


圖 2、楠梓仙溪地區推測之生態氣候圖。

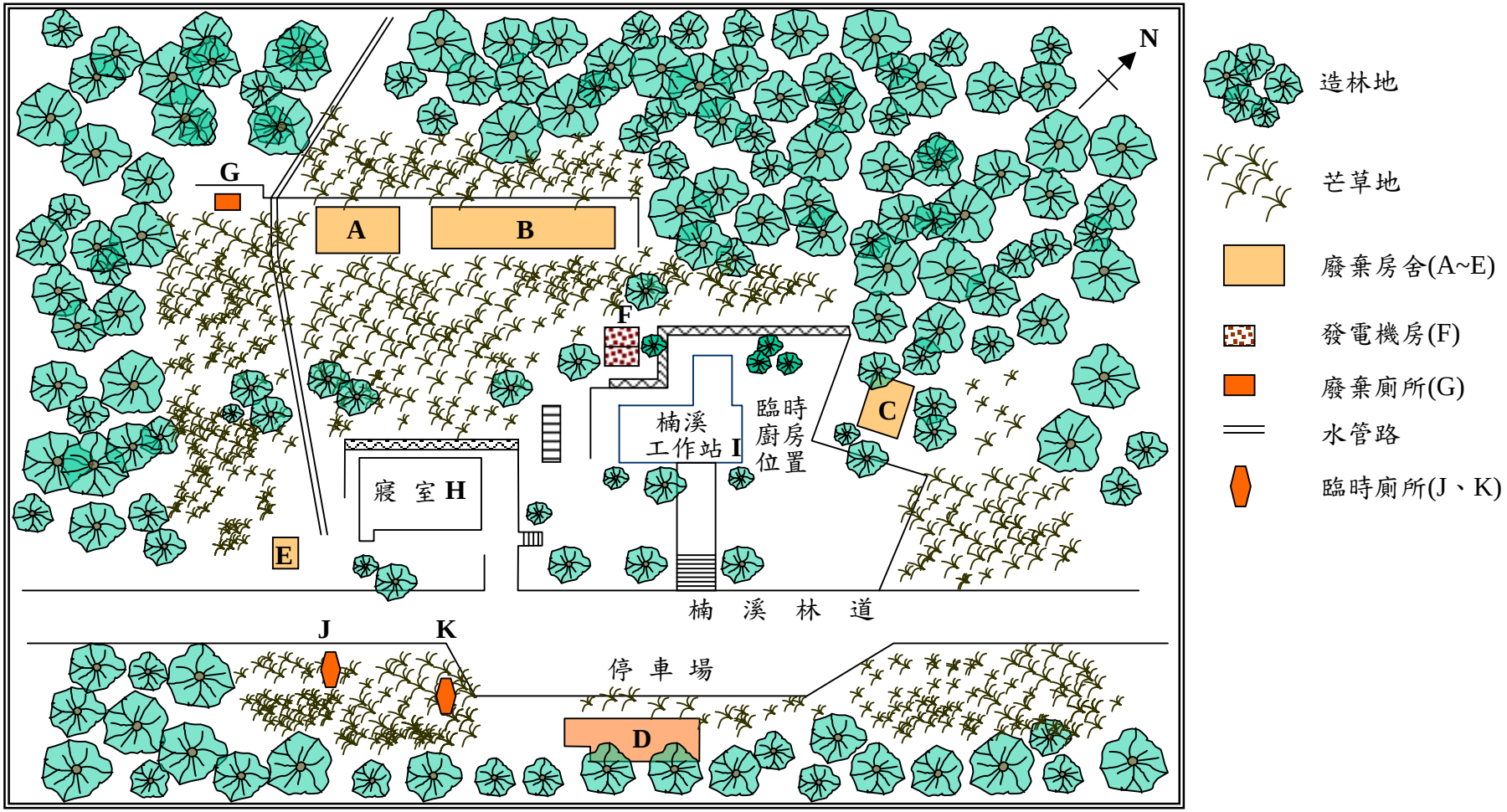


圖 3、楠梓仙溪工作站建築房舍分佈圖（楊國禎，2004）。

三、調查方法與步驟

一、人力與工作分配

森林永久樣區每木調查因時間上的限制，需要大量的人力投入才能完成大面積的樣區。有鑑於此，近年來招募關心自然生態的民眾投入楠梓仙溪森林永久樣區的調查，成果顯著（Liu，2005）。本次1.5公頃樣區每木調查部分以學會專業人員為主，輔以志工協助的方式來進行，但由於永久樣區調查要求精確度高，因而採分工方式進行調查。在樣區劃設上，以臺灣生態學會專業人員及有經驗的志工執行經緯儀與標竿架設、操作、座標點標定等工作；植物調查方面，鑑定樹種、記錄測量資料限定由學會專業人員執行；測量胸周、記錄樹木位置由曾經參與過永久樣區的人員執行；其餘如穿繩掛牌、寫分枝編號、塗油漆、處理標本事宜等工作才交由經過訓練首次參與調查的志工執行。

二、樣區劃設

預計完成的 10 公頃樣區位於楠溪工作站西北方，由 9 個 1 公頃面積正方形樣區（合計 300×300 平方公尺）加上 1 個不規則多邊型的樣區所組成，合計總面積為 10 公頃面積的連續樣區（圖 4）。樣區劃設方式乃以經緯儀於水平面上劃設 10×10 平方公尺的方格樣方，垂直投射於地表後，以鋁竿釘於四個端點(座標點)作為標記。本計畫 1.5 公頃面積的樣區為東西長 300 公尺，南北長 50 公尺，屬於整個 10 公頃樣區偏北的位置。1.5 公頃樣區劃設起始點位於林道 9.4k 南向 100m 處，設定其為 10 公頃樣區座標(15,40)，爾後每隔 10m 逐點往北延伸，再往西、往東拓展，達 4 角座標(0,40) -（0,45）-（30,40）-（30,45）內涵蓋的 1.5 公頃（圖 4）。1.5 公頃樣區內由 150 個樣方組成，每個樣方大小為 10×10 平方公尺；每個樣方於調查過程會再劃分為 4 個小樣方，小樣方大小為 5x5 平方公尺。

(一)人員配置：

樣區劃設工作每組以 3-5 人最佳，工作任務可區分為經緯儀操作手：1 員；標竿手：1-2 員；鋁竿釘設手（同時執行布條綁設與障礙清除）：1-2 員。

(二)器材配置及用途：

1.經緯儀工具組＋腳架：由經緯儀發射雷射，透過稜鏡反射測量距離、方向、視角、高差。

2.捲尺：測量經緯儀離地面的垂直高度，以及輔助標竿手移動至離經緯儀 10 公尺距離的位置。

楣處尚存有林務局楠梓仙溪工作站的字樣，主體建築物本身結構良好，僅油漆嚴重脫落，且部分角落會有漏水情形，室內的廁所已經不堪使用。主體建築物西面有一寢室房舍（圖 3H），乃水泥基座的木造磚瓦建物，內部有六間寢室、兩間廁所與一間浴室，每間寢室平均可睡 4 人，約共可容納 24 人使用，但兩間廁所也已不堪使用，而浴室近來經研究人員修復，尚稱堪用。工作站東北側有研究調查人員架設之防雨篷，作為調查工作期間的廚房；工作站跨越林道東南面的部分目前由研究人員自行架設的兩個臨時廁所(圖 3J、K)，供所有調查工作人員使用。水源部分，由研究人員根據工作站舊水管路線加以維修，目前水源可供應至寢室、臨時廚房及臨時廁所；電力部分，非寒暑假期間由研究人員攜帶 1200W 的發電機，寒暑假期間則再加一部 3000W 的發電機，供應調查所需之電力。

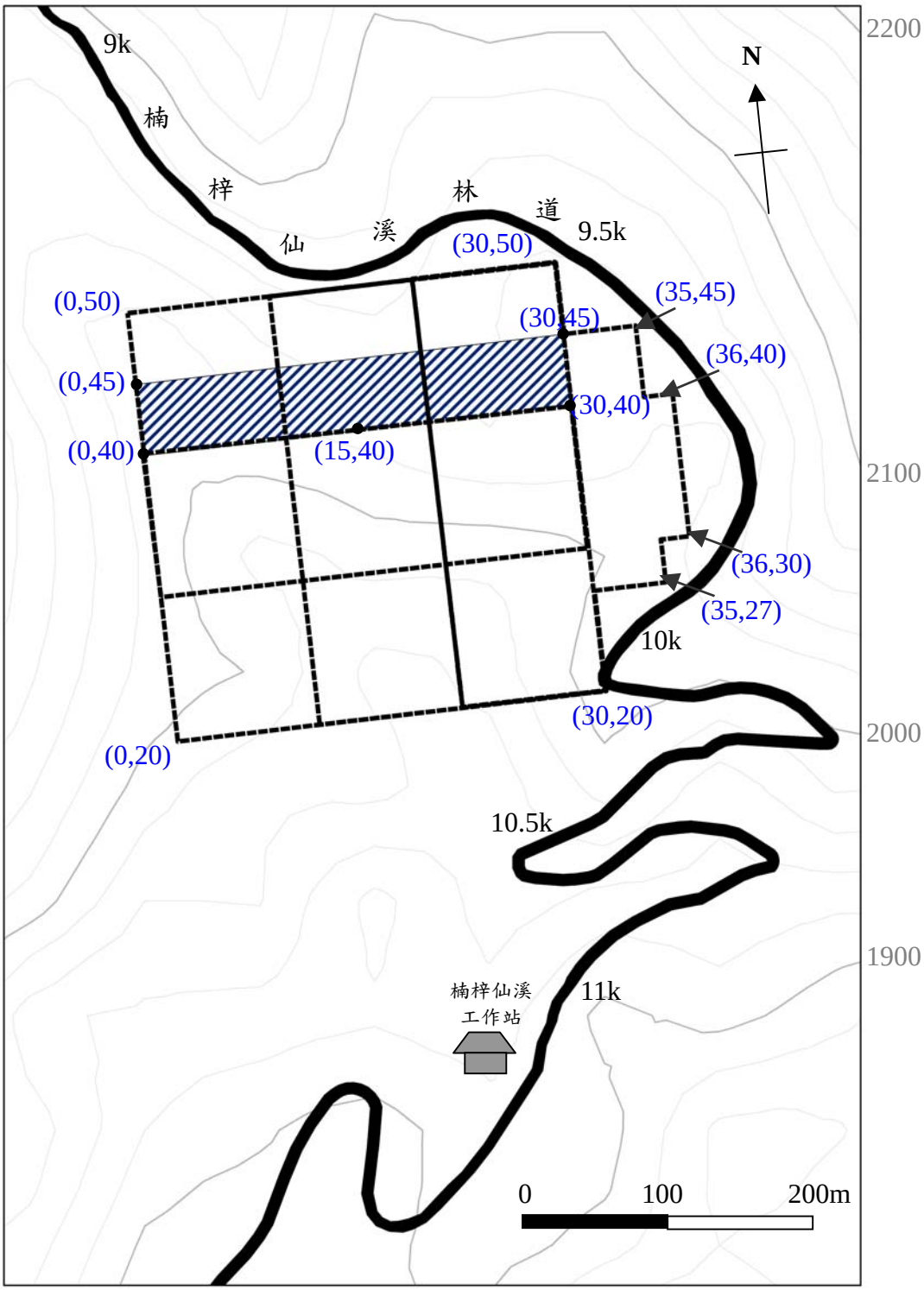


圖 4.楠梓仙溪上游集水區 10 公頃森林永久樣區位置分佈圖（虛線範圍為 10 公頃樣區；斜線區塊為本年度 1.5 公頃樣區，標示為其起始座標、本研究區域 4 角座標及 10 公頃樣區外圍座標）。

3.水平儀：協助腳架作水平定置的工作（定平）。

4.標竿：2.6m 標竿及 4.6m 各一組，頂端接稜鏡，用來反射經緯儀發射之雷射，以測定兩者間的距離。

5.稜鏡：接於標竿頂端，做為經緯儀反射測量距離、方向、視角與高差。

6.鋁竿：標誌樣區 10 x10 m^2方格的端點(座標點)。

7.蘭花牌＋塑包鐵絲：標示座標編號用，以油漆筆於蘭花牌上標示座標編號(正反面均需標示)，再以塑包鐵絲綁於鋁竿上，標示端點座標。

8.橘色膠帶：標示座標點用，以油漆筆標示座標編號於兩端之正反面，並繫於座標點附近之樹枝上。

9.油漆筆：書寫座標於蘭花牌及橘色膠帶上之用。

10.鋼釘：座標端點若無法釘上鋁竿時，暫以鋼釘釘上，以標示位置。

11.充電式電鑽：座標端點若在石頭上，以充電式電鑽打孔後再釘上鋼釘或鋁竿。

12.噴漆：座標端點無法釘置鋁竿時，以油漆標示位置及座標編號用，。

13.鐵鎚：將鋁竿或鋼釘釘於座標端點之用。

14.指北針：協助標竿手確定回射位置，配合經緯儀修正方位。

15.經緯儀記錄本(含記錄表)：記錄經緯儀所測出的 HD(平距)、VD(高差)、SD(斜距)、V(角度)、儀器高、標竿高的資料表格。

16.枝剪＋特多龍繩＋山刀＋鋸子：清除經緯儀與稜鏡間之障礙枝葉。

17.黑色大塑膠袋：防雨用，中午休息期間套置於腳架及標竿上。

(三)樣區劃設步驟

1.腳架架設：首先要稍微整理腳架架設處的地面，確定架腳附近有無樹根、小石頭、藤蔓等會影響腳架穩固的障礙物，以方便定心及定平等工作，定心定平操作要領如下：

(1)定心：將經緯儀的腳架撐開，利用經緯儀連接螺旋裝置的中央掛鉤座，目測對準鋁竿入土位置，隨即固定腳架，是為定心。

(2)定平：以水平儀調整腳架使其達到水平，以利經緯儀定平，是為腳架定平。

2.經緯儀架設：將經緯儀輕置於腳架上，鎖緊經緯儀連接螺旋裝置以固定經緯儀，利用經緯儀上的光學求心器、圓型水平儀、管型水平儀再行更精確的經緯儀定心及定平，操作要領如下：

(1)經緯儀定平：共分為兩階段，第一階段使用經緯儀下方的三個踵定螺旋，調整圓型

水平儀，令水平儀內的氣泡置於中央，氣泡位置偏向某一端時，表示該側較高，可調整踵定螺旋降低該側，或升高另一端；第二階段同樣調整踵定螺旋，配合面板上的管型水平儀進行操作，先旋轉經緯儀平行任兩個踵定螺旋，調整至管型水平儀位在中央，即完成該平面水平，接著旋轉第三個踵定螺旋，調整至管型水平儀的氣泡移到中央，即完成精確水平。

(2)經緯儀定心：經緯儀定平後，旋鬆連接經緯儀螺旋，透過光學求心器，調整經緯儀位置，使其對準鋁竿入土位置，若超過可調整的範圍，則必須移動腳架位置、角度，重複前述架腳架定心和定平步驟，並確定經緯儀定心、定平後，方可進行下一步驟。

3.回射定方向：需要經緯儀操作員及標竿手合作完成，細部工作如下：

(1)標竿手立標竿於上一基點（座標點）的鋁竿前後，利用指北針，保持標竿水平，確認標竿、回射基點、經緯儀三者位置在同一直線上。

(2)經緯儀操作員透過物鏡，利用照準覘孔尋找標竿，透過經緯儀目鏡中的十字準心，對準標竿上稜鏡的中央，執行歸零、測距，回射定方向後可開始進行點位測量。

4.點位測量：需要經緯儀操作員及標竿手合作完成，經緯儀操作員指示標竿手往目標點方向前進，目測或搭配皮尺達 10m 處，指揮標竿手左右傾斜標竿，調整稜鏡垂直角度，以經緯儀測距，重複此一步驟以逼近目標點，當誤差小於 1m 時再開始調整水平位置，測距需先用覘孔目視稜鏡，再由物鏡尋找稜鏡，調整焦距，若中間有障礙物則由鋁竿手排除，將物鏡中的十字準心對準稜鏡中心，按下經緯儀測距模式執行測量(測距時標竿手務必保持標竿水平)，若樣點距離誤差超過 1cm 時，則指揮標竿手前後左右移動標竿，重複測距至誤差小於 1cm 為止，記錄此點座標。

5.確認填寫記錄：記錄項目包含起始點座標、方向、目標點座標、水平距離、垂直距離、斜距、垂直角度、標竿高、儀器高、水平角度等。

6.點位標定：當點位確認後，鋁竿手必須到將鋁竿釘到標竿的位置，以拿起標竿後立即放入鋁竿於標竿底圓錐體入土的中央處，以減少誤差。如標竿所站的位置是樹根則以不傷害樹根為原則將其移動，如不能移動則釘在樹根上；若標竿所站的位置是石頭，則試著移除後再插入；如恰位於礫石堆，鋁竿無法釘入，先堆砌石塊暫時穩固，後續再以水泥作長期固定；如是大岩塊，則必須用電鑽打孔後將鋼釘釘入，並輔以水泥作長期固定，並以鋼釘為中心，噴上（＋）紅油漆當標記。

7.鋁竿座標標示：於蘭花牌、橘色膠帶(長約 60cm、短約 30cm 各一)雙面以油漆筆寫下該

點座標，以塑包鐵絲將蘭花牌固定於鋁竿上，同時將短橘色膠帶綁在鋁竿上貼近地面處，長橘色膠帶綁在鄰近樹上的明顯位置。

8.撤站：

(1)經緯儀：將踵定螺旋、鏡頭回復，蓋上鏡頭蓋，旋轉經緯儀對準原點，方可旋鬆連接經緯儀螺旋，取下經緯儀，置回經緯儀工具箱。

(2)腳架：提起腳架，將三支腳架合併，旋鬆螺絲，將腳架縮至最短後束起。

(3)標竿：將標竿收至最短，旋下稜鏡，置回稜鏡收藏袋。

(4)離開前組長必須確定所有器材回收，方可離開移至下一站。

三、植物調查工作

每 10×10 平方公尺作為一樣方，進行每木調查。調查時將樣方分為 4 個 5×5 平方公尺的小樣方作為調查單位，記錄胸高（以離地 130cm 當胸高標準）直徑 1cm 以上的木本植物的樹圍(之後以樹胸周稱之)，再換算為胸高直徑(DBH，Diameter at Brest Height)，測量處塗紅色油漆作記號；鑑定每株植物的種類；予以編號並掛牌；於方格紙上畫出其所在位置，以為日後追蹤複查的依據。物種採用臺灣植物誌第二版所列之學名(Huang et al, 1993-2002)，資料補充或更正則以 Pbase Online(POL, http://pol.tnl.org.tw/)為依據。樣區內的各種植物均採集三份並製成標本存證，貯放於靜宜大學臺灣生態暨人文資訊館植物標本室。

（一）人員配置：

植物調查工作，採專業人員搭配有經驗之志工帶領新訓志工進行，以每組 5 人為準。首先 5 人合作共同圍出樣方，之後的調查工作可區分如下：1. 鑑定樹種、記錄測量資料（由專業人員執行）；2. 測量胸周、穿繩掛牌（由專業人員或有經驗之志工執行）；3. 白鐵牌管控、寫分枝編號（由新訓志工執行）；4. 記錄樹木位置（由新訓志工執行）；5. 塗油漆、處理標本事宜（由新訓志工執行）等五項工作。

（二）器材配置及用途：

1.調查記錄表：包含調查者、記錄者、日期、調查樣方西南角座標，每株植物的編號、種類、樹高，以及每一分枝的胸周等項目。

2.方格紙：用以將 10×10 平方公尺樣方上每株植物的位置標於圖上，記錄其編號。

3.記錄板：放置調查記錄表和方格紙，以作記錄。

4. 1.3 m 與 1 m 標準桿：1.3 m 標準桿作為測量樹胸周的高度標準；1 m 標準桿作為植株位

置的量尺。

5.粉筆：用以暫時標定量測樹胸周的高度位置。

6.紅色油漆＋小刷子：標定量測樹胸周的高度位置。

7.白鐵牌與白鐵牌勾環：白鐵牌編號為每株樹木的主幹編號；白鐵牌勾環為調查操作時懸掛固定白鐵牌順序用。

8.蘭花牌：用以綁於樹木的分枝，並標示分支編號。

9.尼龍水線：將白鐵牌與蘭花牌綁於樹幹上之用。

10.油漆筆：用以書寫蘭花牌上標示分枝的編號。

11.布尺：測量樹胸周用。

12.望遠鏡：觀察樹木鑑定名稱。

13.15 公尺尼龍樣區繩與中間杆（50 公分鋁竿）：將 10×10 平方公尺的樣方圍起來，輔以大捲尺、中間杆及尼龍樣區繩，由四邊中點拉出「田」字狀，以形成 4 個水平 5×5 平方公尺的小樣方。

14.大捲尺：測量樣區邊界長度及輔助測量樹胸周較大的樹木。

15.枝剪、高枝剪：需以鑑定之植物採集使用。

16.採集袋、封口袋及標籤紙：存放需鑑定植物標本，用標籤紙標記編號及樣區。

(三)調查步驟：

1.樣方確定：首先確定調查樣方四個端點的(X,Y)座標，並以此樣方之西南角端點座標為其樣區座標編號。

2.樣方區域設定：以 15 公尺樣區繩藉樣方四個座標端點（鋁竿或鐵釘所在位置），兩兩為主拉緊樣區繩以設定四條樣方邊界，設定過程並以大捲尺測出邊界繩的中間點，並插上中間杆以為標示。待完成四條樣方邊界，再取中間杆兩兩為端點，以 15 公尺樣區繩拉設，形成中間十字交叉線，將調查樣方以樣區繩圍出 4 小塊水平投射為 5×5 平方公尺的小樣方。4 個小樣方中，西南角的小樣方於記錄紙標明（1,1）；西北角的小樣方標明（1,2）；東北角的小樣方標明（2,2）；東南角的小樣方標明（2,1）。

3.鑑定樹種：拿取樹葉枝條或以望遠鏡鑑定樹種，高大之樹木輔以樹幹之特徵加以辨識。若無法鑑定者，採集標本並註記編號，如無法採集到標本者，則先記錄樹木編號，請專家至現場鑑定。

4.測量樹胸周：調查木本植物中胸高直徑(DBH)大於 1 公分的個體，先以白粉筆註記測量

樹幹離地面長度為 1.3 公尺位置(以標準桿輔助)，再以布尺測量該處的樹胸周。測量時需移除藤本，若恰遇分枝處或不規則膨大處，則在測量上下稍微移動避開，測量位置需再以白粉筆註記標示，並擦去先前 1.3 公尺標示處。

5.植株森林垂直結構區分：每調查樣木，若樹冠最頂處達森林的樹冠，歸類於樹冠層；未達森林的樹冠但高度超過 5 公尺，歸類於次冠層；高度在 5 公尺以下的樣木則歸類於灌木層。

6.測量位置標示：以油漆標示測量位置，油漆最上緣與布尺上緣切齊，油漆標示以顯著、易發現、不脫落為原則。

7.鐵牌繫掛：

(1)取「胸周×2+ (25 公分+5 公分)×2」的水線作為繫掛鐵牌的長度。預留下垂水線約 25 公分，讓繫掛鐵牌的樹木留有成長加粗撐開的空間；多留 5cm 為打結消耗使用。如樹胸周為 30 公分者，水線長度 2×30+2×(25+5)=120 公分。

(2)以水線穿過白鐵牌，並水線首尾打兩個死結，以封閉成為線圈。

(3)把白鐵牌置於打結處，將封閉線圈拉直形成一端含鐵牌的打結處，一端為對折處，將撐直之線圈繞樹圍一周，以白鐵牌穿過繞水線對折處兩次，將水線應繫於測量點附近，並束緊水線於樹幹上以至不易滑落。

8.分枝牌繫掛：以油漆筆在相疊兩片蘭花牌外向的兩面編寫×××××（主幹編號）－1、××××（主幹編號）－2、、、依分枝數類推，亦即一片蘭花牌僅單面書寫，相同號碼書寫兩片，將號碼向外後對疊，同步驟 6 將穿水線的分支牌繫於分枝上。

9.樹木位置標定：將植物個體的中心點標示於方格紙上，每張方格紙相對現地等於水平面 10×10 平方公尺的樣方，方格紙的四個次方格則相對現地為水平面 5×5 平方公尺，左下次方格相對現地為西南的 5×5 平方公尺小樣方，左上為西北、右上為東北、右下則為東南。記錄紙上的相對位置是以水平面上 10×10 平方公尺樣方為基準，因此在現場標定植株位置的操作人員需將 1m 標準桿置於水平面上，才可獲得植株與邊界的水平距離，以進一步於記錄紙上以打叉方式標定植株於相對位置上，並將編號以同一方向註記於叉號右下方。每完成 5×5 平方公尺的植株標示後均需確認是否標上所有編號的植物及其相對位置關係是否正確。最後將樣區中每木的起始編號、最終編號註記於圖上空白處。若遇特殊情形，如倒木、岩石、溪溝、林隙等亦一併於圖上註記。

10.資料檢查：當日工作結束後，於夜間休息時刻，檢查有無疏漏或錯誤。如有遺漏或錯

誤者，隔日可進行修正。

四、資料整理與分析

（一）地形繪製

將樣區劃設過程中，本計畫 1.5 公頃範圍所獲得之 180 座標端點資料輔以樣區外圍已劃設的端點，換算整個 1.5 公頃樣區各端點的（X,Y,Z）座標值，以 ArcMap 軟體繪製出樣區的等高線地形圖。

（二）每木分佈圖

1.以 1.5 公頃範圍之（X,Y）各座標點製作成一圖層。

2.將現地繪製的各樣方每木分佈圖掃描成電腦檔，以 ArcMap 軟體鎖定樣方四端點的座標與上述圖層座標點重疊。

3.以每樣方單一圖層的方式，將各樣方內的每木分佈圖繪製於圖層上。

4.結合 150 個每木分佈圖層形成 1.5 公頃內之樣木分佈圖，隨後以每一種類為單位，於 ArcMap 軟體挑出個別種類及其所屬樹冠層、次冠層及灌木層植株的位置分佈圖。

（三）森林結構及組成分析

以 Microsoft Excel 軟體整理調查資料，計算各樹種的胸高斷面積（Basal area）、密度（Density）及重要值（IV，IV=(相對密度＋相對胸高斷面積／2)）；以各樹種之胸徑分級：採等比及等差（徑級組距＝（單種最大胸高直徑-最小胸高直徑）／INT（5×logN），N 為單種族群數量）兩種方式，繪製成族群結構圖。

（四）植物社會分類

以各樣方為一單位，採雙向列表分析法（TWINSPAN）對樹種進行重新排序，以達分類之目的（Hill，1979）。

（五）歧異度分析：

計算各樣方歧異度，比較各樣方歧異度的變化，並比較不同植被型與交會帶的歧異度。採用 3 種歧異度指數，分別為：

1.Shannon 歧異度指數（H）：

$H=-\sum(ni/N)\ln(ni/N)$，ni 代表各樹種株數，N 代表總株數。

H 表示在森林中隨機遇到的個體，屬於某一物種的不確定度(uncertainty)，值越高表示此植物社會種類數多且株數分佈比例越平均。

2.Simpson 歧異度指數（D）：

$D=1-\sum(ni/N)^2$，ni代表各樹種株數，N代表總株數。

D 表示任一兩個個體屬於同一物種的機率，其值介於 0 到 1 之間，若值等於 1 則此社會只由單一物種組成。

3.均勻度指數（E）：

$E=H/\ln S$，S 代表種數，H 代表 Shannon 歧異度指數。

四、結果與討論

一、樣區地形

以經緯儀實地測量樣區 10×10 平方公尺樣方 4 個端點的起始點座標、方向、目標點座標、水平距離、垂直距離、斜距、垂直角度、標竿高、儀器高，以及水平角度等資料，輸入電腦並經 ArcMap 軟體換算繪製出 1.5 公頃面積的永久樣區地形圖（圖 5）顯示：西南低，東北高。樣區座標（22,45）的端點往北沿著稜線約 70 公尺左右可接至楠梓仙溪林道 9.4k 處。1.5 公頃樣區的地形變化，為樣區的東北部是小谷地，東南部為一小支稜，兩者呈西北往東南的走向，沿此稜線往西斜坡漸上升至座標（22,44）達最高點，隨後橫座標 22 至 18 間，地形高度快速下降，呈現 25 至 50 度間不等的坡面，橫座標 18 至 17 間為一谷地，17 至 12 間為東南往西北上升之緩坡面，坡度 10 至 30 度不等，至 12 為高點；橫座標 12 至 9 間為西向坡較平緩的地區，9 至 5 範圍間又為一陡下之西偏西南向的坡面，坡度亦為 25 至 50 度間不等，至（4,40）、（3,45）兩點間為溪谷地，溪流終年有水，此溪流西面則為另一平緩地。整體來看樣區由東往西穿越三個谷地兩個稜脊，呈上下波動起伏的趨勢。

樣區海拔高度以座標劃設起始點（15,40）所測得的 2,015 公尺當標準點，座標點（22,44）海拔 2,052 公尺為最高點，座標點（4,40）海拔 1,987 公尺為最低點，兩者高度落差達 65 公尺，為樣區內最大高差。

二、森林組成

二-1、種類與數量組成

1.5 公頃永久樣區內共有 3700 棵直立木本植物（2467 棵/公頃），分屬 22 科 37 屬 46 種，其中有 35 種喬木，11 種灌木；裸子植物僅臺灣粗榧 1 種，其餘 45 種均為被子植物（附錄二）。以暖溫帶闊葉林來說，本研究區橫越溪流及臺灣赤楊林，且所在位置介於麟趾山與玉山前 峰間向南延伸的山谷地，相對於組成以常綠闊葉樹為主，且樣區均為於稜線上的中之關樣區植株數達 5818 棵/公頃（謝宗欣等，2003）與北東眼山樣區 3349 棵/公頃（宋國彰，1996），本研究樣區植株數量明顯低於此兩樣區。

22 個科類群組成方面，以樟科植物 7 種為最多，其次為杜鵑花科 5 種，茶科與殼斗科有 4 種，薔薇科有 3 種，灰木科、忍冬科、虎耳草科、馬鞭草科、楓樹科、樺木科各有 2 種，大風子科、小蘗科、伍加科、木犀科、木蘭科、冬青科、杜英科、海桐科、粗榧科、

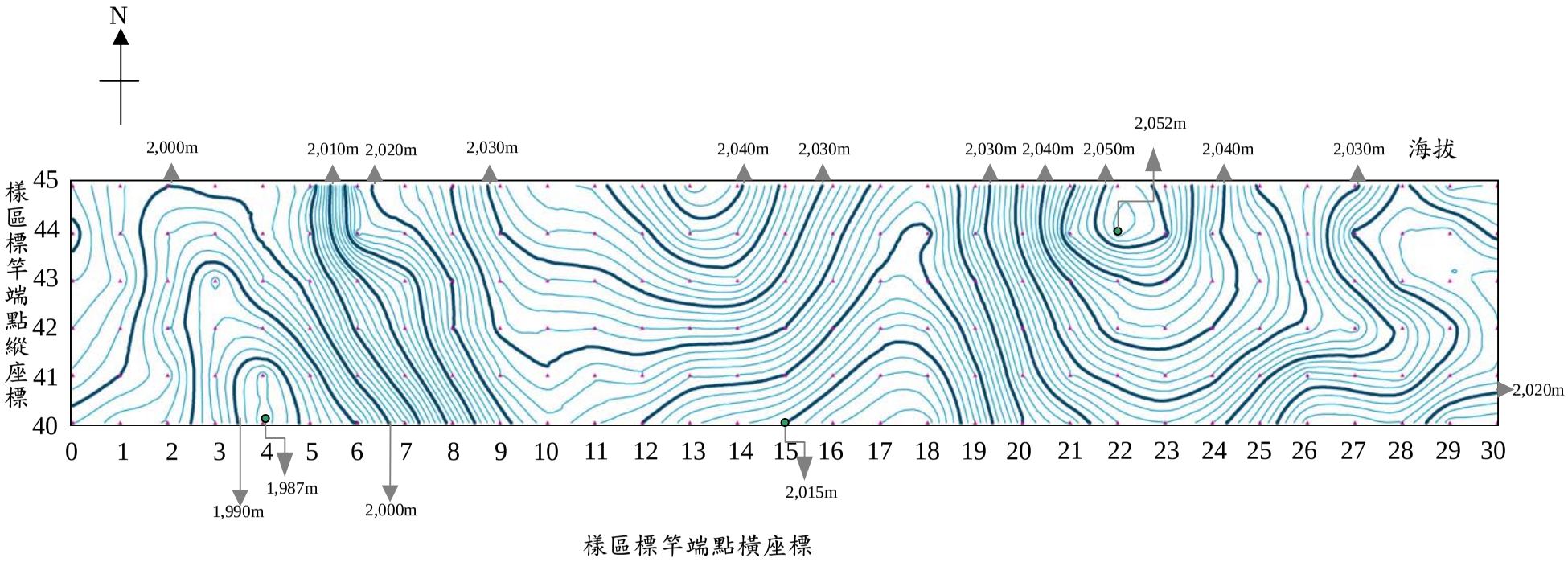


圖 5、1.5 公頃樣區地形圖；「•」標示樣區最高點、最低點和起始點（座標單位的實地距離為 10m）。

紫金牛科與榆科則各僅有 1 種出現於樣區內。

各科植株數量以樟科植物的 1271 棵（34.35%）為最多，排名第 2 與第 3 者為茶科植物的 976 棵（26.38%）與殼斗科的 719 棵（19.43%），這三者在植株數量百分比達 10%以上（圖 6）為樣區中較常見的科別；數量排名 4 至 6 者分別為杜鵑花科 218 棵（5.89%）、薔薇科 134 棵（3.62%）與馬鞭草科 85 棵（2.30%），上述 6 個科的植株數量達 3465 棵共佔 91.97%，其餘 16 個科的植株數量則僅佔 8.03%（圖 6）。

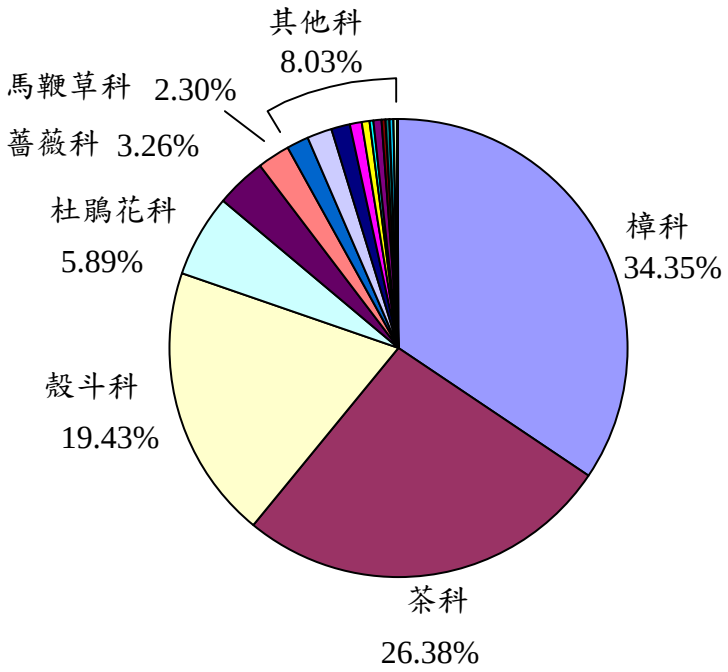


圖 6、1.5 公頃樣區各科類群植株數百分比組成。

物種株數組成方面，長葉木薑子 685 棵（佔總數 18.51%）為樣區數量最多者，排名 2 至第 10 名者，依序為長尾栲 510 棵（13.78%）、薄葉柃木 473 棵（12.78%）、假長葉楠 383 棵（10.35%）、細枝柃木 289 棵（7.81%）、西施花 170 棵（4.59%）、狹葉櫟 130 棵（3.51%）、大頭茶 112 棵（3.03%）及木荷 102 棵（2.76%）（表 1），累計前 10 名共計 2974 棵，佔總植株數量的 80.38%，其餘 36 種則僅佔 19.68%，其中大葉木犀等 28 種植物各自的植株數量均不達總數的 1%，顯示樣區植物植株數量分配極不平均。在中之關及北東眼山地區亦有此類分配不平均的現象，但從三個樣區前 10 名累計株數百分比，中之關樣區為 54.09%（謝宗欣等，2003）、北東眼樣區為 61.43%（宋國彰，1996），本樣區則達 80.38%，由少數優勢物種佔據的現象在本樣區最為明顯。數量排名前 10 的種類中， 長葉木薑子與假長葉楠屬於

表 1、1.5 公頃樣區植物組成

Species	Chinese name	Density C	Density T2	Density S	Density All	Basal area (m^2)	IV %
Castanopsis carlesii	長尾栲	108	124	278	510	38.0265	28.70
Litsea acuminata	長葉木薑子	6	157	522	685	3.8235	11.45
Cyclobalanopsis stenophylloides	狹葉櫟	28	43	59	130	10.8289	7.97
Alnus formosana	臺灣赤楊	53	2	1	56	11.0048	7.07
Eurya leptophylla	薄葉柃木	0	0	473	473	0.4314	6.64
Machilus japonica	假長葉楠	2	39	342	383	1.6958	6.15
Schima superba	木荷	22	28	52	102	6.7281	5.24
Eurya loquaiana	細枝柃木	0	1	288	289	0.3061	4.08
Rhododendron latoucheae	西施花	0	32	138	170	0.4978	2.58
Photinia villosa var. *sinica*	臺灣老葉兒樹	1	38	81	120	0.9046	2.14
Gordonia axillaris	大頭茶	7	18	87	112	1.0866	2.14
Pasania kawakamii	大葉石櫟	6	16	41	63	1.8652	1.92
Machilus zuihoensis	青葉楠	5	21	48	74	1.0249	1.59
Neolitsea sericea	白新木薑子	3	18	63	84	0.7454	1.56
Callicarpa formosana	杜虹花	0	4	76	80	0.5719	1.41
Quercus tatakaensis	銳葉高山櫟	7	6	3	16	1.4775	1.06
Michelia compressa	烏心石	1	33	28	62	0.3926	1.06
Acer insulare	尖葉楓	8	6	1	15	1.1231	0.85
Ulmus uyematsui	阿里山榆	4	0	0	4	1.3250	0.81
Osmanthus matsumuranus	大葉木犀	1	10	18	29	0.5783	0.72
Vaccinium randaiense	巒大越橘	0	9	32	41	0.2554	0.70
Elaeocarpus sylvestris	杜英	3	4	10	17	0.6877	0.62
Viburnum luzonicum	呂宋莢迷	0	4	37	41	0.0512	0.58
Cinnamomum insulari-montanum	臺灣肉桂	1	5	14	20	0.5308	0.57
Acer albopurpurascens	樟葉楓	1	3	2	6	0.5026	0.37
Litsea akoensis	屏東木薑子	0	3	16	19	0.1030	0.32
Malus doumeri	臺灣蘋果	0	5	4	9	0.1534	0.21
Pittosporum illicioides	疏果海桐	0	1	12	13	0.0158	0.18
Symplocos konishii	小西氏灰木	0	3	8	11	0.0381	0.17
Deutzia pulchra	大葉溲疏	0	0	8	8	0.0819	0.16
Viburnum taitoense	臺東莢迷	0	0	11	11	0.0073	0.15
Machilus thunbergii	紅楠	0	3	3	6	0.0645	0.12
Clerodendrum trichotomum	海州常山	0	4	1	5	0.0424	0.09
Cephalotaxus wilsoniana	臺灣粗榧	0	0	6	6	0.0027	0.08
Mahonia oiwakensis	阿里山十大功勞	0	0	6	6	0.0013	0.08
Carpinus kawakamii	阿里山千金榆	1	0	0	1	0.1109	0.08
Eriobotrya deflexa	山枇杷	0	1	4	5	0.0064	0.07
Xylosma congesta	柞木	0	0	4	4	0.0019	0.06
Sinopanax formosana	華參	0	0	3	3	0.0081	0.05
Rhododendron oldhamii	金毛杜鵑	0	0	3	3	0.0061	0.04
Pieris taiwanensis	臺灣馬醉木	0	0	3	3	0.0029	0.04
Itea parviflora	小花鼠刺	0	1	0	1	0.0484	0.04
Rhododendron rubropilosum	紅毛杜鵑	0	0	1	1	0.0044	0.02
Ilex ficoidea	臺灣糊樗	0	0	1	1	0.0021	0.01
Symplocos heishanensis	平遮那灰木	0	0	1	1	0.0010	0.01
Ardisia cornudentata Mez ssp. *morrisonensis*	玉山紫金牛	0	0	1	1	0.0001	0.01
	合計	268	642	2790	3700	87.1684	

註：C 代表樹冠層；T2 代表次冠層；S 代表灌木層

樟科，長尾栲與狹葉櫟為殼斗科，薄葉柃木、細枝柃木、大頭茶及木荷為茶科，在種類株數上也直接反應這三者為樣區中最常見的科。

二-2、胸高斷面積

1.5 公頃總胸高斷面積為 87.17m^2，平均每公頃胸高斷面積為 58.11m^2。排名第 1 為長尾栲 38.03m^2（佔總胸高斷面積 43.62％），排名 2 至 5 者分別臺灣赤楊 11.00m^2（12.62％）、狹葉櫟 10.83m^2（12.42％）、木荷 6.73m^2（7.72％）與長葉木薑子 3.82m^2（4.39％）（表 1），累計前 5 名者達總胸高斷面積的 80.78%，其餘 41 種則僅佔 19.22％。長尾栲為本樣區中胸高斷面積最大的種類，樣區中扣除臺灣赤楊後，長尾栲的胸高斷面積與其他植物種類的總和（38.14 m^2，佔總胸高斷面積 43.75％）相近，可見長尾栲在樣區常綠闊葉樹林中極具重要性。從科類群的角度來看，樣區內登錄的 4 種殼斗科植物分別排名第 1、3、6 與 8 名，累計 4 種植物胸高斷面積為 52.20 m^2，佔總胸高斷面積 59.88％，亦即殼斗科植物在樣區森林中佔有重要的地位。

二-3、重要值

重要值為各樹種的株數百分比與胸高斷面積百分比相加後除以 2 所得之值。本樣區重要值排名前 10 名者分別為長尾栲（佔總數 28.70％）、長葉木薑子（11.46％）、狹葉櫟（7.97％）、臺灣赤楊（7.07％）、薄葉柃木（6.64％）、假長葉楠（6.15％）、木荷（5.24％）、細枝柃木（4.08％）、西施花（2.58％）與臺灣老葉兒樹（2.14％）（表 1），累計達 82.02％。以重要值來表示物種的優勢度時，可見本樣區森林的優勢種類相對集中於少數物種中，長尾栲可說是本區最優勢的種類，其重要值約為排名第 2 的長葉木薑子的 2.5 倍，明顯高於樣區中的其他種類；長葉木薑子與狹葉櫟在植株數量及胸高斷面積均名列前茅，故重要值表現排名第 2 與第 3，在樣區中屬於常見者，且中、大喬木出現的比例高；臺灣赤楊植株數僅 56 棵（佔總植株數量 1.51％），在樣區中屬於少量者，但植株大都為大喬木，故臺灣赤楊的重要值排名第 4；薄葉柃木雖屬於灌木，胸高斷面積僅 0.43 m^2，但由於數量多達 473 棵（佔總植株數量 12.78％，植株數量排名第 3，僅次於長葉木薑子與長尾栲），故重要值排第 5 名。

科類群的重要值顯示殼斗科為樣區中最優勢科（39.65％），其次為樟科（21.77％）與茶科（18.09％）（圖 7），三者的重要值合計為 79.51%，為樣區的優勢科，此種組成顯示本樣區為臺灣典型中海拔的森林社會（蘇鴻傑，1992）。

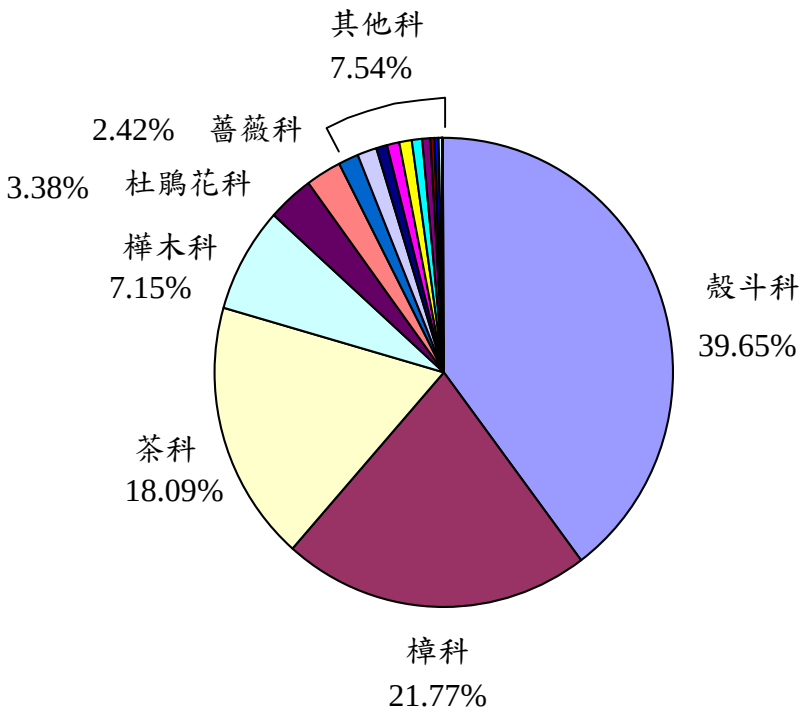


圖 7、1.5 公頃樣區各科類群重要值百分比組成。

三、森林垂直結構

森林垂直結構方面，樹冠層共有 11 個科，各科植株數量以殼斗科植物的 149 棵（55.60％）為最多，排名第 2 至第 4 者為樺木科植物的 54 棵（20.15％）、茶科 29 棵（10.82％）與樟科的 17 棵（6.34％）（圖 8-A），這 4 個科的植株數量達 249 棵共佔樹冠層所有喬木總株數（268 棵）的 92.91％，其餘楓樹科、榆科、杜英科、木犀科、木蘭科、馬鞭草科與薔薇科等 7 科計只佔 7.09％；次冠層共 15 個科，總植株數量為 642 棵，以樟科植物的 246 棵（38.32％）為最多，殼斗科植物的 189 棵（29.44％）排名第 2，樟科與殼斗科植物合計佔次冠層所有植株總數的 67.76％，排名第 3 至第 6 者分別為茶科植物 47 棵（7.32％）、薔薇科 44 棵（6.85％）、杜鵑花科 41 棵（6.39％）與木蘭科的 33 棵（5.14％）（圖 8-B），累計上述 6 個科的植株數量達 600 棵共佔所有次冠層總株數的 93.46％，其餘木犀科、楓樹科、馬鞭草科、忍冬科、杜英科、灰木科、樺木科、虎耳草科與海桐科等 9 科共計只佔 6.54％；灌木層有 21 個科，植株數量合計 2790 棵，以樟科的 1008 棵（36.13％）為最多，茶科 900 棵（32.26％）

與殼斗科 381 棵（13.66%）分別排名第 2 與第 3（圖 8-C），累計前 3 名佔總株數 82.04%，加上排名第 4 的杜鵑花科 177 棵（6.34%），以及第 5 的薔薇科 89 棵（3.19%）與第 6 的馬鞭草科 77 棵（2.76%），累計前 6 名佔總株數達 94.34%，而忍冬科、木蘭科、木犀科、海桐科、杜英科、灰木科、虎耳草科、小蘗科、粗榧科、大風子科、五加科、楓樹科、冬青科、紫金牛科與樺木科等 15 科，則僅佔 5.66%。

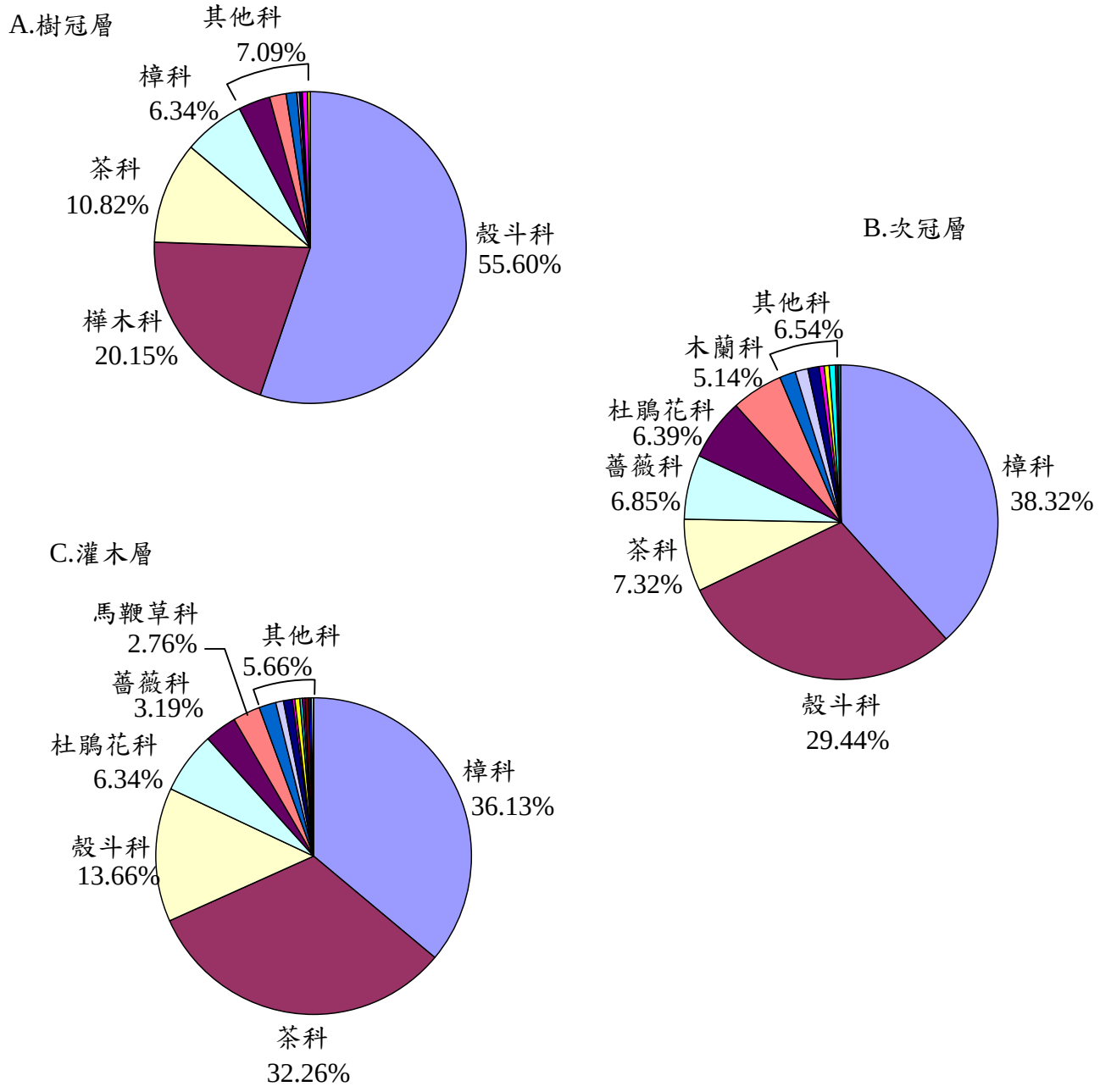


圖 8、A.樹冠層、B.次冠層與 C.灌木層各科類群植株數百分比組成。

物種組成方面，樹冠層20種喬木共268棵（表1），其中長尾栲數量108棵（佔樹冠層總數40.30％）為最多者，且為排名第2者臺灣赤楊（53棵，19.78％）的2倍左右，排名第2的的臺灣赤楊數量上也約為狹葉櫟（28棵，10.45％）的2倍左右，前3名與第4名的木荷（22棵，8.21％）合計211棵佔總數78.73％，其餘16種樹冠層喬木單種數量均少於10棵，合計僅57棵佔總數21.27％；摒除臺灣赤楊落葉樹，其他以常綠闊葉樹為主所組成的樹冠層（215棵）中，最優勢的長尾栲在數量佔了50.23％，具有絕對的優勢。次冠層31種喬木共642棵（表1），以長葉木薑子157棵（24.45％）及長尾栲124棵（19.31％）數量最多，排名第3的狹葉櫟（43棵，6.70％）數量上約為長尾栲的1/3左右，呈現大幅的落差，排名第3的狹葉櫟、第4的假長葉楠（39棵，6.07％）、第5的臺灣老葉兒樹（38棵，5.92％）、第6的烏心石（33棵，5.14％）、第7的西施花（32棵，4.98％）與第8的木荷（28棵，4.36％）等5種為數量上次多的一群，累計前8種共494棵佔總數76.95％。灌木層43種植物共2790棵（表1），排名第1的長葉木薑子（522棵，18.71％）與第2的薄葉柃木（473棵，16.95％）為數量最多的一群，第3至5的假長葉楠（342棵，12.26％）、細枝柃木（288棵，10.32％）與長尾栲（278棵，9.96％）為數量次多的一群，第6的西施花（138棵，4.95％）數量約為排名第5長尾栲的1/2，數量上又再次於上一類群，累計前6名合計2041棵佔總數73.15％。

本樣區整體的森林組成，樹冠層以殼斗科的長尾栲與狹葉櫟、樺木科的臺灣赤楊及茶科的木荷為主，次冠層以樟科的長葉木薑子、假長葉楠及殼斗科的長尾栲、狹葉櫟為主，灌木層則以樟科的長葉木薑子、假長葉楠，茶科的薄葉柃木、細枝柃木，以及殼斗科的長尾栲為主。除了臺灣赤楊落葉樹林外，樣區內的常綠闊葉林可視為以長尾栲、長葉木薑子為優勢的森林。

四、植物社會分類

利用雙向列表比較法（TWINSPAN），採各10×10m^{2}內的植物組成製作列表（表2），將1.5公頃樣區區分為四種植物社會類型（圖9），其中B類型僅2個樣方，且分佈在臺灣赤楊集中區內，故與A類型及無植株的樣方合併為一型，整個1.5公頃樣區共分為三種植被類型。

第一型：干擾區型植物社會

第一型植物社會合併了雙向列表比較法區分的A區16個樣方、B區的2個樣方，以及沒有樹木分佈的6個樣方（圖9），共計24個樣方，樹種組成有12種，植株密度為400stems/ha，胸高斷面積為32.67m^2/ha（表3）。第一型按位置可區分為集中於樣區中央的上坡稜線地區

表 2、雙向列表比較法分析結果

6	小花鼠刺	--------------------------3----------	----------	000000
9	平遮那灰	--------2--------------------------------	----------	000000
13	西施花	----34-553535535545535--33553342-323-------	---------------------------------3----------	000000
21	阿里山千	---------------------4--------------------	----------	000000
26	紅毛杜鵑	-----2-------------------------------------	----------	000000
27	紅楠	---------2-------------2333---2----------	----------	000000
39	臺灣馬醉	-----2---22--------------------------------	----------	000000
8	木荷	---355-55555--353445554-35232354-43522-54452	-------------2-------------------2--3----------	000001
14	呂宋莢迷	-------2222333-3-2--23433--2-2-2--2-2--2----	---2-------------------------2---2-------2---3----------	00001
42	臺灣蘋果	-----4---------2--------3--3-------------3--	---------------------------------------2-------------------------2--------------2-	00001
44	銳葉高山	---3-4-55-22-------325-----3------4---------	-3---------------------------3-------------------5-2-------------------------2-----	00001
46	巒大越橘	---2-2----2-2---2-4-432---3-22--3233--------	---------------------------3----------------33--3---3-----------------------2-32-3--	00001
12	尖葉楓	-------4----------3--------------4-----452-4	---4--------------553-	00010
29	烏心石	---------2422--5-342-2322-3--4-43332--2223-	---------------------2----4----3-----22-2--2----222-----2---223----------	00010
4	大頭茶	---33523434223-23-545242--43-443333-2---2--	32332----4-------------2--3---22----2-2--323-322-3----2--2-2-2---------3--3-2-32--3--	000110
5	小西氏灰	---------------2-2-2----2---3-------------	---2---------------------3----------------2-----------------------------------2-------	000110
28	海州常山	33--	----------------------------------2--	000110
1	大葉木犀	-----2------------2--------------22432------3	--------------2------2----------------2--45--23------------3-------2-----3--33-------	000111
15	杜英	-------22-------------2-----------5--2-2--5	----------------2-------------2-------422---------2----3-2----------------------	000111
33	細枝柃木	---3343---322434453344333445 4354-45334522-2	--2----3334--2-2-3--23-3442-323455333---3-332344-443-3--------------------4443434-32-	000111
32	疏果海桐	---------------------32--------3----------	-----------2-----------2-------------------2-2--------------------2-----2---2--2----	001000
37	臺灣肉桂	----------------------22-4-223-2---------	------------------------------2-2----------2---3--------23---4----3---------43-----4	001000
7	山枇杷	-------------2------------------2--------	-----------2--------------------2------------2----------------------------------	001001
18	長尾栲	---555555555555555555555555555555445555555555	----55---555-452-5--455555554545325555555555553-53552333442--5--2--23343244445----	001001
30	狹葉櫟	---34-34352335523-325255---33253--3--35455-	35423---4---5------355---53--45-345-5--2353533445-2522-255-5332----55223-----33-33---	001001
11	白新木薑	---2------------2----232-3-332---4---------	2233-----3--4--3--34-23---2-3222432--2--242--3-2----3--45-3--4--2-2----4-33222---2-2-	001010
10	玉山紫金	--	--2---	001011
17	金毛杜鵑	--	--22---------------------2--	001011
20	阿里山十	--	---2-----------------------------------2-2------------2------------22-------------	001011
24	屏東木薑	--	---2---2-3-----3----------------------2----2---242--------2-2--2-----22--232--------	001011
25	柞木	--	---2-----------------------------------2-2-----------------------------2----------	001011
34	華參	--	--2---2----2------	001011
35	臺東莢迷	--	------------------------------------222-2----3-----2-2---2---------2------2------	001011
41	臺灣糊樗	--	--2----------------------------------	001011
43	樟葉楓	--	----2--------------2-------2--------------5-----------------------------------4-	001011
19	長葉木薑	--245-453554545554543544555435555545445533444	545---455235555-45524554-543454555-544433-4434554545222344454 2-2-----43445554335-3-3	-----3--------- 0011
45	薄葉柃木	2-244-43--2324-4-32-23---423434422443452-33-	34223-423-2242433344522443244445432322343444554452255 5---2--2---------3--3545555543-3	------42------- 0100
2	大葉石櫟	2----------2------2--22-3-33---------432--	4--2---2-22-4--5-2--------3323333------55--3---22422---52-----2--5-----222---3243--2-	--------------3- 0101
23	青葉楠	----------2--2------32-222---4-3-32------	4-4---33332-2---2-5---232-2-2--4522-34232-23----3--2-323-2-----2---4---2-52322-------2	-----2--------- 0101
31	假長葉楠	-------------------------5333-334-22-2-4	54243---2---423-443432-44225----455545325445343355322 4-555552555554534345532-34------22	------------22- 0101
40	臺灣粗榧	--	---------------------------------2-----2-------------------22----------------------2	------------2-- 0101
36	臺灣老葉	5-4--3434444444323333423 4--23332-2--2-2----	2-------------2------2------42--4--3343---223---3--3-4--2------3---------43----3-2-	-------4-------- 011
3	大葉溲疏	--	--2----------------2----------------	2---2333------ 1
16	杜虹花	----2--------------------2-------2---------	---------------32----------3223--2---------22-2-2232-4-2---2-32-3-22--3----2--333---2-	4--5-3-3-425433 1
22	阿里山榆	--	-5--	5--------------5 1
38	臺灣赤楊	--	-------5--555555555-	5555555555------- 1

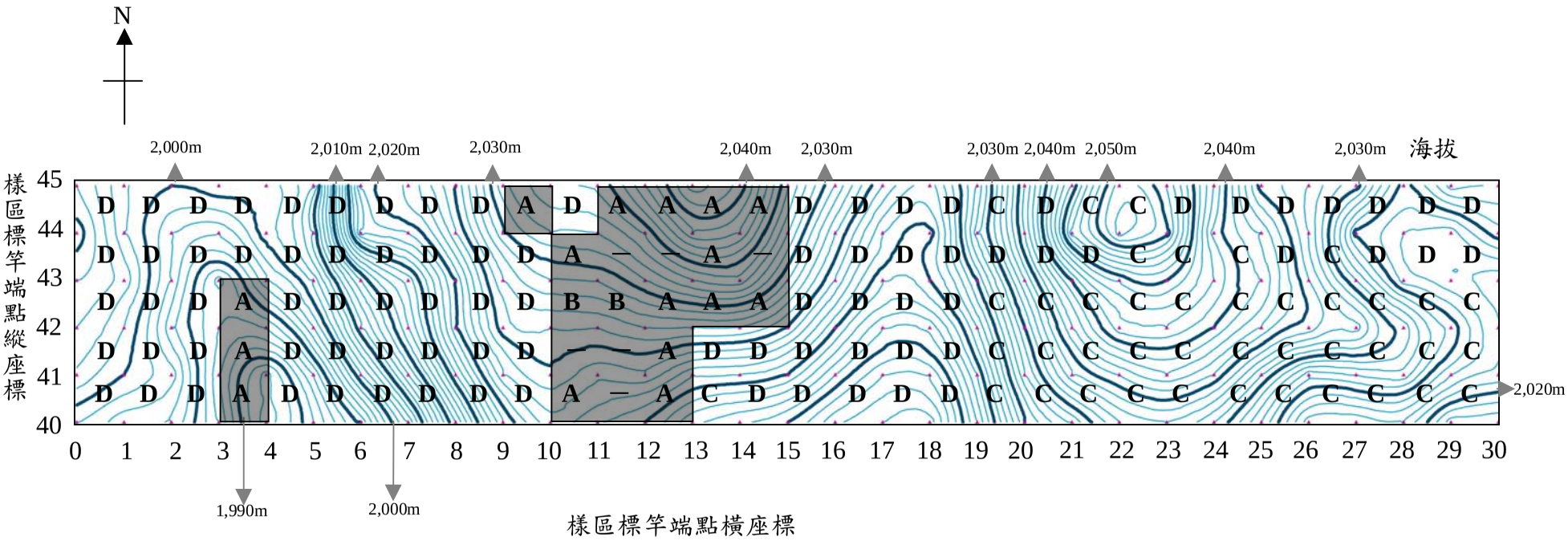


圖 9、1.5 公頃樣區植物社會分佈圖（－為無植株樣區，A、B、C、D 為雙向列表區分的植物社會類型；座標單位的實地距離為 10m；灰黑色區塊為干擾區，其餘區塊為非干擾區）。

表 3、干擾區型、非干擾區上坡型與非干擾區下坡型植物社會組成分配

	干擾區型			非干擾區上坡型			非干擾區下坡型		
Species	Stems/ha	m^2/ha	IV%	Stems/ha	m^2/ha	IV%	Stems/ha	m^2/ha	IV%
長尾栲				800	46.58	38.02	214	22.27	25.62
長葉木薑子	4	0.22	0.86	654	2.49	9.93	489	3.23	13.38
狹葉櫟				139	6.45	5.63	86	9.63	10.94
臺灣赤楊	108	26.24	53.69				35	5.54	5.99
薄葉柃木	42	0.16	5.46	261	0.14	3.45	419	0.39	9.20
假長葉楠	13	0.04	1.63	66	0.24	1.00	415	1.87	10.52
木荷				237	16.39	12.80	6	0.01	0.13
細枝柃木				378	0.30	5.06	158	0.22	3.53
西施花				407	1.21	5.98	4	0.00	0.08
臺灣老葉兒樹	13	1.05	3.17	190	0.67	2.86	46	0.44	1.39
大頭茶				173	2.00	3.42	48	0.32	1.32
大葉石櫟	8	0.23	1.40	32	0.28	0.57	56	2.00	3.08
青葉楠	8	0.03	1.09	37	0.11	0.54	67	1.14	2.50
白新木薑子				46	0.03	0.62	76	0.86	2.43
杜虹花	150	1.65	21.27	7	0.01	0.10	48	0.20	1.21
銳葉高山櫟				27	2.82	2.02	6	0.38	0.48
烏心石				112	0.62	1.82	19	0.16	0.55
尖葉楓				22	1.45	1.14	7	0.62	0.74
阿里山榆	8	2.54	4.94				2	0.84	0.85
大葉木犀				24	0.35	0.53	22	0.51	0.95
巒大越橘				68	0.28	1.05	15	0.17	0.48
杜英				15	0.43	0.44	13	0.60	0.84
呂宋莢迷				80	0.09	1.09	9	0.02	0.21
臺灣肉桂				20	0.20	0.37	14	0.53	0.80
樟葉楓							7	0.59	0.71
屏東木薑子							22	0.12	0.59
臺灣蘋果				15	0.35	0.40	4	0.01	0.08
疏果海桐				12	0.01	0.16	9	0.01	0.21
小西氏灰木				12	0.05	0.19	7	0.02	0.17
大葉溲疏	25	0.34	3.64				2	0.00	0.05
臺東莢迷							13	0.01	0.28
紅楠				15	0.16	0.28			
海州常山	17	0.15	2.32				1	0.01	0.03
臺灣粗榧	4	0.01	0.53				6	0.0017	0.13
阿里山十大功勞							7	0.0016	0.15
阿里山千金榆				2	0.27	0.19			
山枇杷				5	0.01	0.07	4	0.0007	0.08
柞木							5	0.0022	0.10
華參							4	0.01	0.08
金毛杜鵑							4	0.01	0.08
臺灣馬醉木				7	0.01	0.10			
小花鼠刺				2	0.12	0.10			
紅毛杜鵑				2	0.01	0.04			
臺灣糊樗							1	0.0024	0.03
平遮那灰木				2	0.0025	0.03			
玉山紫金牛							1	0.0001	0.02
合計	400	32.67	100.00	3869	84.13	100.00	2371	52.75	100.00

的21個樣方，以及集中在西邊溪谷地的3個樣方（圖9）。在上坡稜線地區以臺灣赤楊為最優勢（表4），且分佈在樹冠層；次冠層主要為臺灣老葉兒樹、杜虹花，以及海州常山，但數量明顯較樹冠層及灌木層少；灌木層以杜虹花與薄葉柃木為較優勢，此型植物社會可能是經過大崩塌干擾後次生演替出的植物社會類型，是中海拔崩塌地最常見的臺灣赤楊次生林（陳玉峰，1995）。而集中於溪谷的3個樣方，樹冠層有2棵阿里山榆，次冠層1棵大葉石櫟，灌木層9棵杜虹花、2棵假長葉楠及1棵臺灣粗榧，為溪流長期干擾下，樹冠層破空區所衍生的植物社會。干擾區型的優勢種為臺灣赤楊，特徵種為杜虹花。

表 4、三型植物社會優勢排名（累進 IV 值前 90%者）

	干擾區型		非干擾區上坡型		非干擾區中下坡型	
名次	Species	IV%	Species	IV%	Species	IV%
一	臺灣赤楊	53.69	長尾栲	38.02	長尾栲	25.62
二	杜虹花	21.27	木荷	12.80	長葉木薑子	13.38
三	薄葉柃木	5.46	長葉木薑子	9.93	狹葉櫟	10.94
四	阿里山榆	4.94	西施花	5.98	假長葉楠	10.52
五	大葉溲疏	3.64	狹葉櫟	5.63	薄葉柃木	9.20
六	臺灣老葉兒樹	3.17	細枝柃木	5.06	臺灣赤楊	5.99
七			薄葉柃木	3.45	細枝柃木	3.53
八			大頭茶	3.42	大葉石櫟	3.08
九			臺灣老葉兒樹	2.86	青葉楠	2.50
十			銳葉高山櫟	2.02	白新木薑子	2.43
十一			烏心石	1.82	臺灣老葉兒樹	1.39
十二					大頭茶	1.32
十三					杜虹花	1.21
合計		92.17		90.98		91.09

第二型：非干擾區上坡型植物社會

第二型植物社會分佈為圖8標示C分佈的範圍，為1.5公頃樣區東面稜脊及上坡地區，共有41個樣方，由32種喬灌木組成，植株密度為3869stems/ha，胸高斷面積為84.13m^2/ha（表3）。有別於第一型植物社會的落葉性次生林，第二型植物社會為原生的常綠闊葉林，優勢種類組成依重要值排序前7名累計超過80%，分別為長尾栲、木荷、長葉木薑子、西施花、狹葉櫟、細枝柃木與薄葉柃木，特徵種為木荷與西施花。組成種類中的西施花、巒大越橘、大頭茶與臺灣老葉兒樹有集中成群的趨勢。

第三型：非干擾區中下坡型植物社會

此類型植物社會分佈為圖9標示D的分佈範圍，均位於中下坡面或山谷地，是以「中下坡型」稱之。總共有85個樣方，由40種喬灌木組成，植株密度為2373stems/ha，胸高斷面積為52.75m^2/ha（表2）。第三型亦屬原生的常綠闊葉林，優勢種類組成依重要值排序前7名累計約佔80％，分別為長尾栲、長葉木薑子、狹葉櫟、假長葉楠、薄葉柃木、臺灣赤楊與細枝柃木。

三型植物社會中，第一型為干擾後的次生林，其植株密度與胸高斷面積與遠低於第二、三型的常綠闊葉樹原生林（表3）。原生林中的第二型：上坡型植物社會，植株密度與胸高斷面積均約為第三型：中下坡型植物社會的1.6倍左右，此種結果可能源自溪谷區植株數原本即量少，或中下坡及山谷地區受到水流干擾有關。以楠梓仙溪的生態氣候反應出該區全年特別潮濕期達9個月且集中於五至八月，顯示降雨多屬梅雨季、西南氣流與颱風的成因，後兩者所帶的雨量多屬大或豪雨級，大量降雨造成的水流除了加大原本溪流的寬度外，平時沒有水流的山谷也會形成排水道，兩者對於下坡面的的淘蝕遠高於上坡面及稜線地區，以致可能影響下坡與山谷地區植株的存活；再加上稜線與上坡地區的光照角度遠大於下坡及山谷地區，稜線與上坡區接受光源直射的時間較長，下坡及山谷地區則較短，對植物生長所需的光能兩區明顯差別。在溪流干擾與光能獲得的交叉作用下，可能導致上坡型植物社會植株密度與胸高斷面積均高於中下坡型植物社會。

物種組成方面，干擾區型植物社會以臺灣赤楊為最優勢，重要值達50％以上；上坡型與中下坡型則均以長尾栲為最優勢，其重要值（38.02％）雖無達50％以上的絕對優勢，但是在上坡型為排名第2者木荷的3倍，在中下坡型為排名第2者長葉木薑子的2倍（表4），長尾栲在這兩型植物社會仍是最重要者。而上坡型與中下坡型植物社會的重要值累計前80％的優勢物種中，上坡型與中下坡型植物社會同時具有長尾栲、長葉木薑子、狹葉櫟、薄葉柃木與細枝柃木等5種，而上坡型的木荷與西施花，及中下坡型的假長葉楠與臺灣赤楊，則為雙方所缺乏的種類（表4）。中下坡型的臺灣赤楊重要值為5.99％，乃僅由單獨1棵位於樣區西面溪谷旁的臺灣赤楊大樹所造成（樣方(2，43)；胸徑60.76公分；達樹冠層），並非數量多且廣泛分佈於中下坡型植物社會區的種類。相對於該株臺灣赤楊，木荷與西施花，以及假長葉楠則分屬於廣泛分佈於上坡型以及中下坡型植物社會區的種類，亦即上坡型植物社會之木荷與西施花，與下坡型植物社會的假長葉楠為兩型植物社會區別的依據。

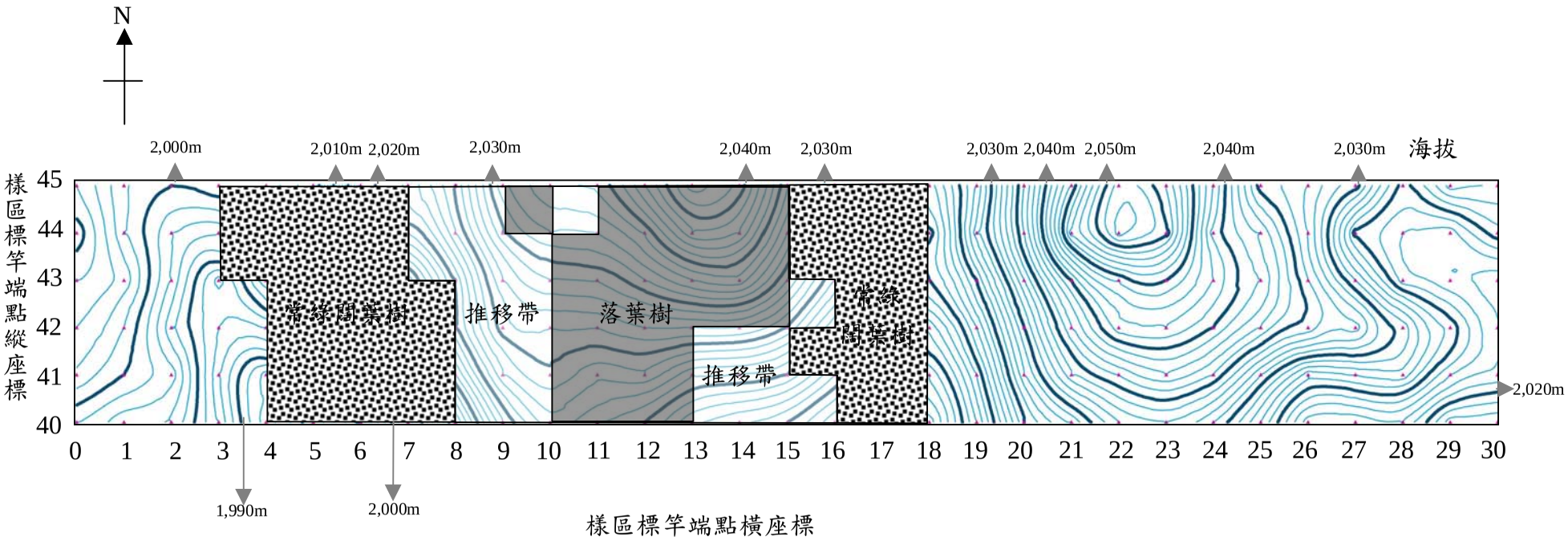


圖 10、推移帶分析樣區分配圖(深灰色區塊：落葉樹分佈區；白色區塊：推移帶；點狀區塊：常綠闊葉林)。

表 5、落葉樹林區、推移帶與常綠闊葉林區組成分析

	落葉樹林區			推移帶			常綠闊葉樹林區		
Species	Stems/ha	m^2/ha	IV%	Stems/ha	m^2/ha	IV%	Stems/ha	m^2/ha	IV%
長尾栲				122	14.76	16.93	212	25.26	29.43
長葉木薑子	5	0.26	0.99	517	1.60	12.32	555	2.80	14.72
狹葉櫟				50	1.41	2.42	109	10.55	12.73
臺灣赤楊	124	29.99	60.19	161	24.54	27.27			
薄葉柃木	48	0.19	6.45	778	0.98	17.15	406	0.33	9.08
假長葉楠	5	0.01	0.64	72	0.15	1.65	367	1.32	9.21
木荷							3	0.0037	0.07
細枝柃木				194	0.26	4.30	130	0.16	2.97
西施花	—	—	—	—	—	—	—	—	—
臺灣老葉兒樹	14	1.20	3.62	61	1.53	2.77	24	0.18	0.70
大頭茶				44	0.56	1.47	42	0.42	1.33
大葉石櫟	5	0.0038	0.62	39	0.59	1.39	64	2.97	4.30
青葉楠	10	0.04	1.29	72	0.40	1.89	48	1.68	2.70
白新木薑子				56	0.06	1.21	67	0.99	2.41
杜虹花	129	1.72	19.20	44	0.51	1.42	48	0.15	1.20
銳葉高山櫟				11	0.06	0.29	3	0.78	0.83
烏心石							18	0.01	0.40
尖葉楓				28	2.39	2.90			
阿里山榆	—	—	—	—	—	—	—	—	—
大葉木犀				17	0.08	0.42	39	1.06	1.89
巒大越橘				33	0.44	1.12	18	0.12	0.51
杜英				6	0.01	0.13	12	0.26	0.52
呂宋莢迷				11	0.02	0.25	9	0.01	0.21
臺灣肉桂				11	0.75	0.96	12	0.12	0.38
樟葉楓							6	1.29	1.40
屏東木薑子				22	0.16	0.62	33	0.22	0.93
臺灣蘋果				6	0.00	0.12	6	0.03	0.16
疏果海桐				11	0.01	0.24	15	0.03	0.36
小西氏灰木				6	0.01	0.12	3	0.01	0.07
大葉溲疏	29	0.38	4.27				3	0.0008	0.07
臺東莢迷				6	0.00	0.12	21	0.02	0.47
紅楠	—	—	—	—	—	—	—	—	—
海州常山	19	0.18	2.73						
臺灣粗榧							6	0.0023	0.13
阿里山十大功勞							12	0.0027	0.26
阿里山千金榆									
山枇杷							6	0.0013	0.13
柞木							9	0.01	0.20
華參				6	0.01	0.13	6	0.02	0.15
金毛杜鵑				17	0.03	0.38			
臺灣馬醉木	—	—	—	—	—	—	—	—	—
小花鼠刺	—	—	—	—	—	—	—	—	—
紅毛杜鵑	—	—	—	—	—	—	—	—	—
臺灣糊樗							3	0.01	0.07
平遮那灰木	—	—	—	—	—	—	—	—	—
玉山紫金牛	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合計	386	33.96	100.00	2400	51.32	100.00	2318	50.83	100.00

五、推移帶

當兩個基本植群接觸時，其邊緣有一轉化地帶，其寬度通常小於基本植群，但匯合了兩植群之組成及性質，此一地帶稱為推移帶（劉棠瑞與蘇鴻傑，1983）。根據上述定義，將樣區中央支稜至兩側山谷的區域視為本計畫調查推移帶的研究範圍，包含樣區標竿端點橫座標3至18之間共72個樣方（圖10）。以前節所提之第一型的上坡稜線區視為落葉樹林區，合計21個樣方；落葉樹林區邊界往外推展至臺灣赤楊分佈的最外圍間視為推移帶，分別位於落葉樹林區兩側，合計18個樣方；其餘區塊則視為常綠闊葉樹林區，合計33個樣方（圖10）。

落葉樹林區植株密度最高者為主要分佈於灌木層的杜虹花，其次為主要分佈在樹冠層的臺灣赤楊，以致臺灣赤楊的胸高斷面積在此區最大，達總數的88.31%，重要值也超過半數，具有絕對的優勢，次優勢種類才為杜虹花（表5）。推移帶區植株密度以薄葉柃木（森林垂直分佈以灌木層為主）及長葉木薑子（分佈層次主要為次冠層及灌木層）佔最多數，胸高斷面積則以臺灣赤楊（分佈層次主要為樹冠層）與長尾栲（三層均分佈）佔最大量，此四者的重要值為推移帶區的前四名（表5）。常綠闊葉樹林區也以長葉木薑子（主要為次冠層及灌木層）及薄葉柃木（以灌木層為主）佔最多數，胸高斷面積則以長尾栲與狹葉櫟（兩者為三層均分佈，但前者數量多後者數量少）佔最大量，此四者為常綠闊葉樹林帶較優勢的種類（表5）。

推移帶中，凡生物族群密度或種類歧異度增加之現象，特稱為邊緣效應（劉棠瑞與蘇鴻傑，1983）。以此定義檢視本調查區內落葉樹林區、常綠闊葉樹林區與推移帶間的關係，結果推移帶的總植株密度與總胸高斷面積均為三者之冠（表6），常綠闊葉樹林區在這兩項參數排名第二，僅略低於推移帶，落葉樹林區的植株密度約推移帶及闊葉樹林區的1/6，胸高斷面積則約為推移帶及闊葉樹林區的3/5，均呈現明顯下降的趨勢；物種數及歧異度指數隨著常綠闊葉樹林-推移帶-落葉樹林的變化，逐漸下降，尤其推移帶至落葉樹林區間呈現明顯驟降的現象（表6）。均勻度指數則變化不明顯。由此可證明，樣區中之推移帶具邊緣效應，且可能是由常綠闊葉林往落葉林推移演替的現象。

檢視各物種密度變化，薄葉柃木、臺灣老葉兒樹與青葉楠在推移帶的密度最高，其次為常綠闊葉樹林，最低為落葉樹林區；細枝柃木、巒大越橘與大頭茶在推移帶的密度最高，其次為常綠闊葉樹林，落葉樹林則無這3種植物出現，其中大頭茶每公頃的平均株數在這兩區僅為42及40，差異並不明顯；僅出現在推移帶區的種類只有尖葉楓與金毛杜鵑（表5）。扣除大頭茶後，這7種植物在推移帶的實際株數為薄葉柃木140株、細枝柃木35株、青葉楠13

表 6、落葉樹林區、推移帶與常綠闊葉樹林區植物社會參數比較

項目	落葉樹林區	推移帶	常綠闊葉樹林區
面積（ha）	0.21	0.18	0.33
密度（Stems/ha）	386	2400	2318
胸高斷面積（m^2/ha）	33.96	51.32	50.83
物種數	10	27	33
歧異度指數			
Shannon-Wiener	1.71	2.31	2.48
Simpson	0.76	0.83	0.87
均勻度指數	0.74	0.70	0.71

株、臺灣老葉兒樹11株、巒大越橘6株、尖葉楓5株及金毛杜鵑3株。除了薄葉柃木與細枝柃木的數量較多外，其餘5種植物數量偏少，因偶發或其他環境因素而出現於推移帶的可能性相對較大，較無法顯示其邊緣效應。

薄葉柃木植株密度在落葉樹林區、推移帶與常綠闊葉樹林區的分配呈現顯著差異（Chi-square test，$P<0.05$），細枝柃木在推移帶與常綠闊葉樹林區的分配也呈現顯著差異（Chi-square test，$P<0.05$），統計結果均支持這兩種柃木植株密度在推移帶呈偏高的趨勢，亦即薄葉柃木與細枝柃木在臺灣赤楊落葉林與常綠闊葉林區的推移帶中呈現明顯的邊緣效應。本調查中記錄了尖葉楓與金毛杜鵑僅出現於推移帶，在推移帶兩側的落葉與闊葉樹林區中並無記錄，若從較大的尺度來看，尖葉楓在1.5公頃調查樣區中也出現在東面稜線的闊葉樹林區中（圖34），以限於交界處出現之種，稱為邊緣種（劉棠瑞與蘇鴻傑，1983）的定義而言，尖葉楓應非屬於邊緣種植物。而金毛杜鵑雖然僅在樣區的推移帶中出現，但由於實際出現數量僅3株，不排除為偶發性的因素，不過比對楠梓仙溪林道沿線松樹散生的草生地與二葉松林下均發現相當數量的金毛杜鵑生長其中（楊國禎等，2002），松樹下的光照程度低於臺灣赤楊下近乎全光照，但又高於常綠闊葉樹林鬱閉下的光照現象，此種情形是否與推移帶相似，以致金毛杜鵑生長其內，值得進一步觀察。

六、物種分佈與徑級結構

以前述植物社會類型為基礎，將各樹種之空間分佈區分為全區廣泛分佈型、干擾區分佈型、非干擾區廣泛分佈型、非干擾區上坡分佈型、非干擾區中下坡分佈型、非干擾區陡坡分佈類型與非干擾區溪谷、稜線外的坡面分佈類型等7種類型。徑級結構則採游孟雪

（1999）整理的5個類型進行區分，分別為：一、反J型分佈，植群的結構穩定，小樹補充與老樹死亡之間有著穩定的關係，使族群數量能維持在一穩定之狀態；二、鐘型分佈，族群之個體數與徑級呈常態曲線分佈，代表族群現在的繁殖狀況不如過去，或者是小徑級的個體在生長環境改善後，能夠快速生長達到中徑級，而產生這類的徑級分佈結構；三、L型分佈，族群個體大部分集中在最小徑級（達總數50％以上），其他徑級的個體分佈比例減少許多，代表族群小樹很多，但更新狀況不佳，死亡率高；四、J型分佈，族群的大部分個體是大徑級，小樹數量十分少，有可能是林下環境不適合其繁殖或小苗、小樹存活，除非有大的干擾或不斷的干擾事件發生，使偶然的個體更新，否則這些樹將從森林消失；五、波浪型分佈，最小徑級內的植株數量最多，而較大徑級內的植株數量又再出現一次高峰的情形，此為大徑級老樹移除速率低，而幼苗補充呈階段性所造成的結果（Bongers et al.,1988；Knight,1975）。

取數量超過20株的種類（累計株數百分比達95％），根據四種空間分佈型及五種徑級結構分別說明如下：

1. 長葉木薑子：樣區中數量最多的種類，重要值排名第2。長葉木薑子達到樹冠層的數量少，僅6株，多為次冠層（157株）及灌木層（522株）的個體，徑級結構呈L型分佈；屬於非干擾區廣泛分佈的類型，但溪溝中量較稀（圖11）。
2. 長尾栲：重要值排名第1，數量僅次於長葉木薑子，徑級結構呈L型分佈，屬非干擾區廣泛分佈的類型，但較少量分佈於溪溝山谷地區（圖12）。
3. 薄葉柃木：灌木層物種，屬於非干擾區廣泛分佈的類型，但主要分佈於陡峭坡地，緩坡平坦地的數量明顯較少；徑級結構呈反J型分佈（圖13）。
4. 假長葉楠：僅2株達到樹冠層，甚至次冠層（39株）的數量也明顯低於灌木層（342株）的個體，徑級結構呈L型分佈；屬於非干擾區中下坡分佈的類型（圖14）。
5. 細枝柃木：偏屬於非干擾區陡坡分佈類型，但部分下坡及山谷地仍有少量植株出現；徑級結構呈反J型偏波浪型分佈（圖15）。
6. 西施花：西施花大多為次冠層（32株）及灌木層（138株）植株，徑級結構呈反J型分佈；屬於非干擾區上坡分佈的類型，且呈集落分布，僅出現於樣區的東南角的陡坡上（圖16）。
7. 狹葉櫟：屬於非干擾區廣泛分佈的類型，但山谷平緩區植株數量略少；徑級結構呈L型分佈（圖17）。
8. 臺灣老葉兒樹：屬於非干擾區廣泛分佈的類型，但整體數量略集中於樣區東面的支稜上；

徑級結構呈L型分佈（圖18）。

9.大頭茶：屬於非干擾區廣泛分佈的類型，其中樹冠層與次冠層植株於樣區東邊支稜的西南坡面呈小量集落；徑級結構呈L型分佈（圖19）。

10.木荷：屬於非干擾區上坡分佈的類型，僅出現於樣區的東南角且呈集落份布；徑級結構呈L型分佈（圖20）。

11.白新木薑子：屬非干擾區坡面類型，溪谷與稜線的樣區並無植株出現；徑級結構呈L型分佈（圖21）。

12.杜虹花：屬於全區廣泛分佈型，但在干擾區呈現小集落的情形；徑級結構呈波浪型分佈（圖22），杜虹花的更新與孔隙可能有關，因孔隙出現並非連續性，而是有時間間隔，才會形成波浪型的的變化。

13.青葉楠：屬於非干擾區溪谷、稜線外的坡面分佈類型；徑級結構呈L型分佈（圖23）。

14.大葉石櫟：屬於非干擾區廣泛分佈的類型，在樣區東面的支稜的南坡面數量稀少；徑級結構呈L型分佈（圖24）。

15.烏心石：屬於非干擾區廣泛分佈的類型，但數量多集中在樣區東面地區，西面地區數量明顯較為稀少；徑級結構呈L型分佈（圖25）。

16.臺灣赤楊：屬於干擾區分佈類型，呈現明顯的集落分佈；徑級結構由等差及等比圖可看出呈鐘型偏J型分佈（圖26），因臺灣赤楊屬於早期拓殖物種，目前已無小樹再加入，族群結構呈老化現象。

17.巒大越橘：偏屬於非干擾區陡坡分佈的類型，但稜頂區並無植株出現；徑級結構呈反J型分佈（圖27）。

18.呂宋莢迷：偏屬於非干擾區陡坡分佈的類型，樣區東面數量明顯多餘西面；徑級結構偏向鐘型分佈，代表此物種小苗供應短缺，族群變動漸趨不穩定（圖28）。

19.大葉木犀：偏屬於非干擾區中下坡分佈的類型；徑級結構呈L型分佈（圖29）。

20.臺灣肉桂：偏屬於非干擾區廣泛分佈的類型；徑級結構呈L型分佈（圖30）。

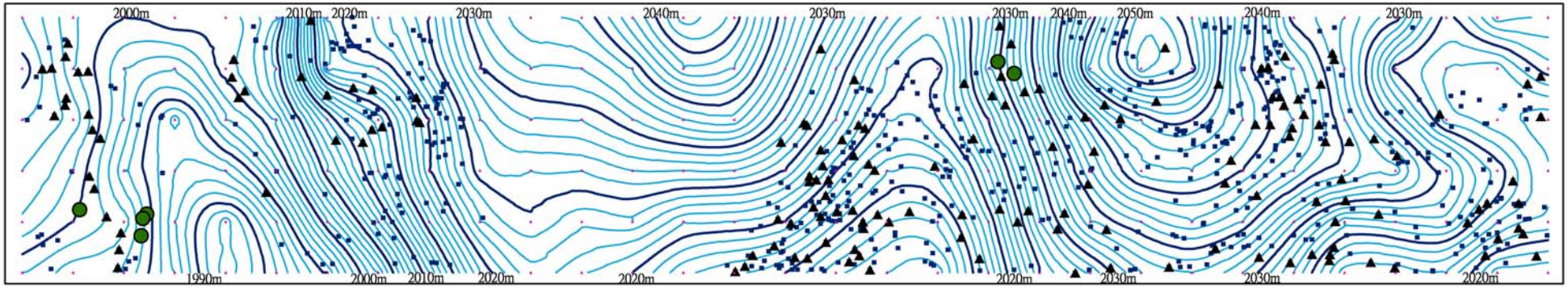
前述20種中的分佈類型，長葉木薑子、長尾栲、薄葉柃木、狹葉櫟、臺灣老葉兒樹、大頭茶、大葉石櫟與烏心石等8種為非干擾區廣泛分佈的類型，而臺灣肉桂因數量少分佈趨勢偏屬此類型；西施花與木荷屬於非干擾區上坡分佈類型；細枝柃木、巒大越橘與呂宋莢迷偏屬非干擾區陡坡分佈類型；白新木薑子與青葉楠屬於非干擾區溪谷、稜線外的坡面分佈類型；假長葉楠屬於非干擾區中下坡分佈類型，大葉木犀則偏屬此類型；杜虹花屬於

全區廣泛分佈型；臺灣赤楊屬於干擾區分佈類型。徑級結構類型：長葉木薑子、長尾栲、假長葉楠、狹葉櫟、臺灣老葉兒樹、大頭茶、木荷、白新木薑子、青葉楠、大葉石櫟、烏心石、大葉木犀與臺灣肉桂等 13 種的徑級結構屬於 L 型分佈，這些種類多屬於植株會達到樹冠層的種類；薄葉柃木、細枝柃木、西施花與巒大越橘等種屬於反 J 型分佈，這 4 種除了西施花達次冠層外，其餘均以灌木層為主；呂宋莢迷偏向鐘型分佈；杜虹花為波浪型分佈；臺灣赤楊則為鐘型偏 J 型分佈。其餘 26 種植物個別種類數量低於 20 株，僅以圖 31 至圖 56 呈現其分佈趨勢與徑級結構。

五、結論：

1. 本研究 1.5 公頃樣區以殼斗科、樟科及茶科植物為優勢，主要樹種有長尾栲、長葉木薑子、狹葉櫟、薄葉柃木、假長葉楠、木荷、細枝柃木，在臺灣植被帶海拔垂直分佈屬於下部櫟林帶的森林。
2. 樣區橫跨常綠闊葉樹林及臺灣赤楊落葉林，故在森林的垂直結構中，樹冠層以殼斗科的長尾栲與狹葉櫟、樺木科的臺灣赤楊及茶科的木荷為主，次冠層以樟科的長葉木薑子、假長葉楠及殼斗科的長尾栲、狹葉櫟為主，灌木層則以樟科的長葉木薑子、假長葉楠，茶科的薄葉柃木、細枝柃木，以及殼斗科的長尾栲為主。除了臺灣赤楊落葉樹林外，樣區內的常綠闊葉林可視為以長尾栲、長葉木薑子為優勢的森林。
3. 根據雙向列表比較法將樣區區分為三種型植物社會。干擾區型植物社會主要位於樣區中央，以臺灣赤楊為最優勢，其次是杜虹花，此型植物社會可能是經過大崩塌干擾後次生演替出的植物社會。非干擾區上坡型植物社會優勢種類分別為長尾栲、木荷、長葉木薑子、西施花、狹葉櫟、細枝柃木與薄葉柃木，第三種類型為非干擾區中下坡型植物社會，其優勢種類則為長尾栲、長葉木薑子、狹葉櫟、假長葉楠、薄葉柃木、臺灣赤楊與細枝柃木。第二、三類型同時具有長尾栲、長葉木薑子、狹葉櫟、薄葉柃木與細枝柃木等 5 種，而上坡型的木荷與西施花，及中下坡型的假長葉楠，則為兩型植物社會區別的依據。
4. 臺灣赤楊落葉林與常綠闊葉林接觸形成的推移帶匯合了兩群的組合，以臺灣赤楊、薄葉柃墓、長尾栲與長葉木薑子為優勢種類。推移帶中薄葉柃木與細枝柃木的植株密度顯著的高於落葉樹林與闊葉樹林內，呈現明顯的邊緣效應。樣區內的金毛杜鵑僅出現在推移帶，因數量少，是否為推移帶的邊緣種，值得更進一步調查。
5. 樣區內數量排名前 20 的種類（累計植株數達 95%）的分佈類型中，長葉木薑子、長尾栲、薄葉柃木、狹葉櫟、臺灣老葉兒樹、大頭茶、大葉石櫟與烏心石等 8 種為非干擾區廣泛分佈的類型，臺灣肉桂分佈趨勢偏屬此類型；西施花與木荷屬於非干擾區上坡分佈類型；細枝柃木、巒大越橘與呂宋莢迷偏屬非干擾區陡坡分佈類型；白新木薑子與青葉楠屬於非干擾區溪谷、稜線外的坡面分佈類型；假長葉楠屬於非干擾區中下坡分佈類型，大葉木犀則偏屬此類型；杜虹花屬於全區廣泛分佈型；臺灣赤楊屬於干擾區分佈類型。
6. 數量排名前 20 種類的徑級結構類型：長葉木薑子、長尾栲、假長葉楠、狹葉櫟、臺灣老葉兒樹、大頭茶、木荷、白新木薑子、青葉楠、大葉石櫟、烏心石、大葉木犀與臺灣肉桂等 13 種的徑級結構屬於 L 型分佈；薄葉柃木、細枝柃木、西施花與巒大越橘等屬於反 J 型分佈；呂宋莢迷偏向鐘型分佈；杜虹花為波浪型分佈；臺灣赤楊則為鐘型偏 J 型分佈。

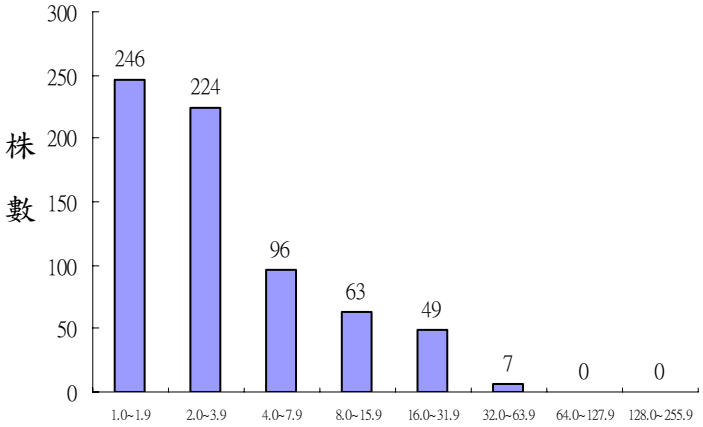
A.



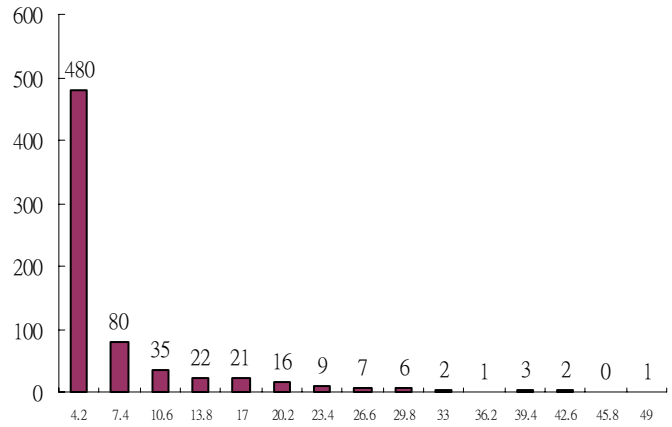
● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

數　　量： 685 棵
胸高斷面積： 3.8235m^2
重　要　值：11.45%

B.



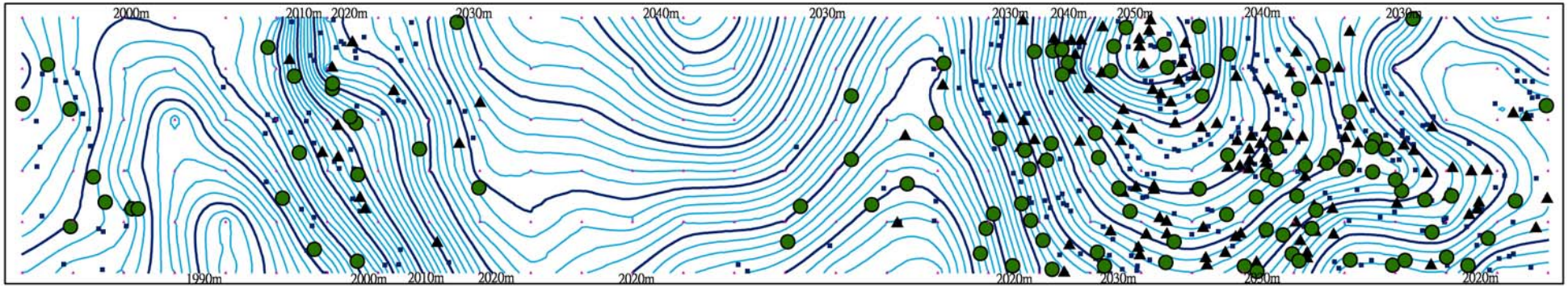
C.



直徑級（cm）

圖 11、長葉木薑子植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

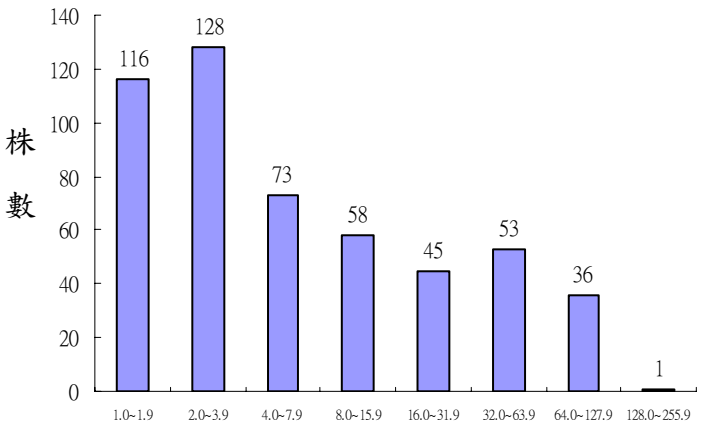
A.



樹冠層植株
次冠層植株
灌木層植株

數　　量：510 棵
胸高斷面積：38.0265m^2
重　要　值：28.70%

B.



C.

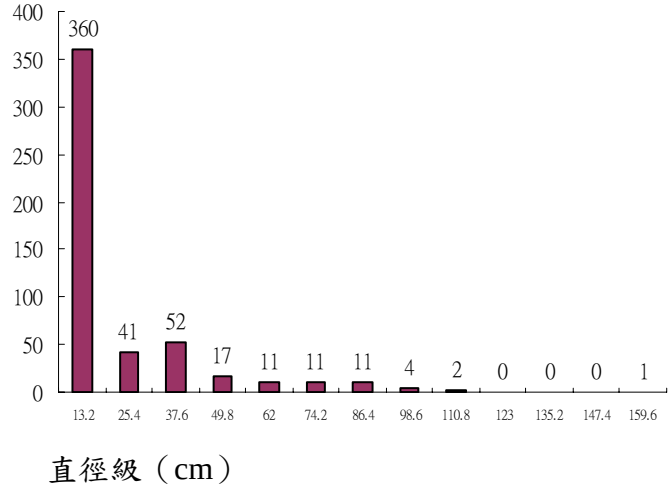
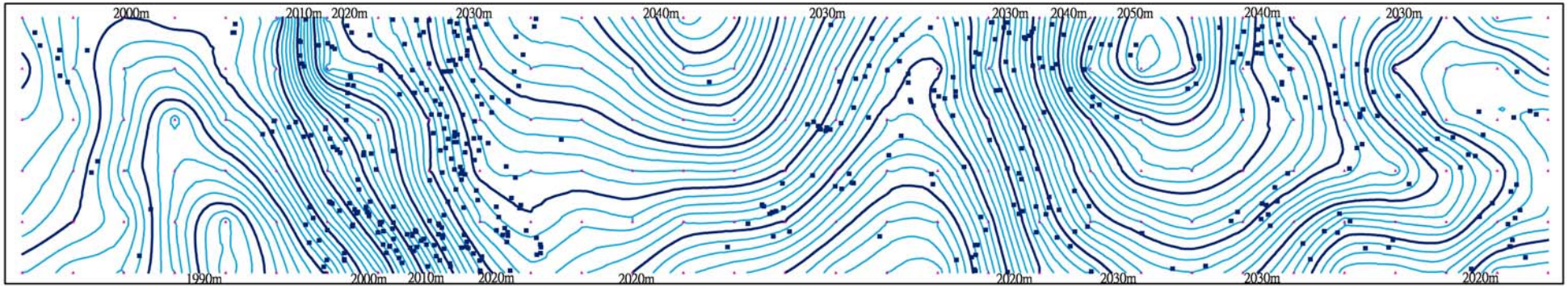


圖 12、長尾栲植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

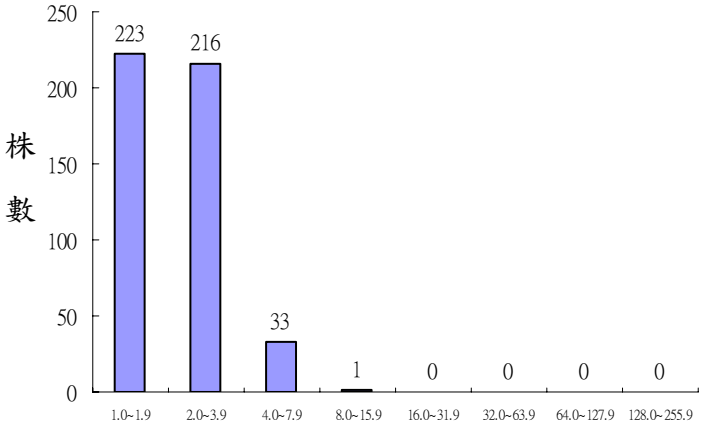
A.



● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

數　　量：473 棵
胸高斷面積：0.4314m^2
重　要　值：6.64%

B.



C.

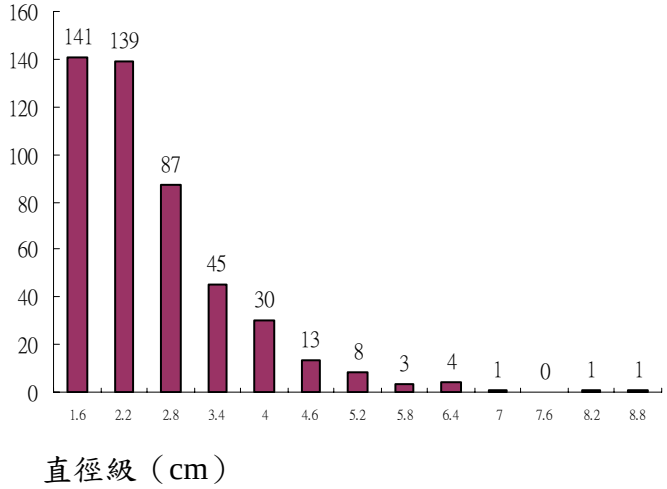
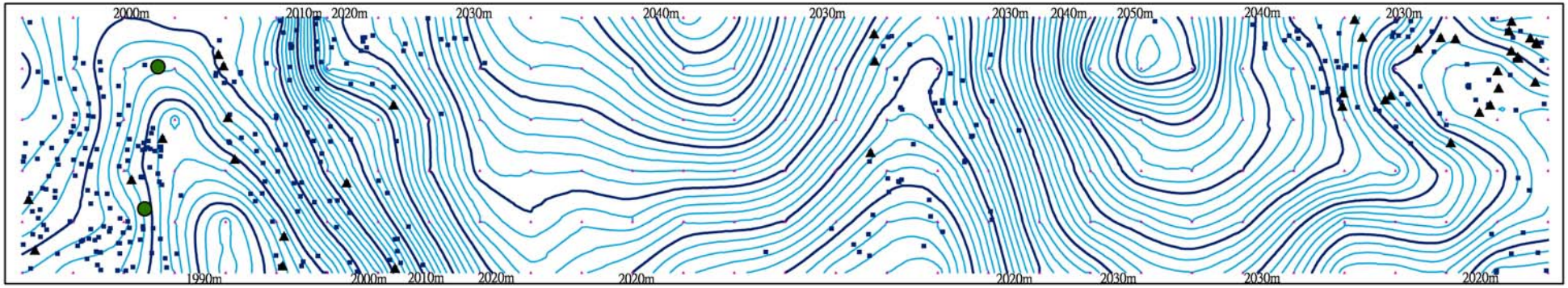


圖 13、薄葉柃木植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

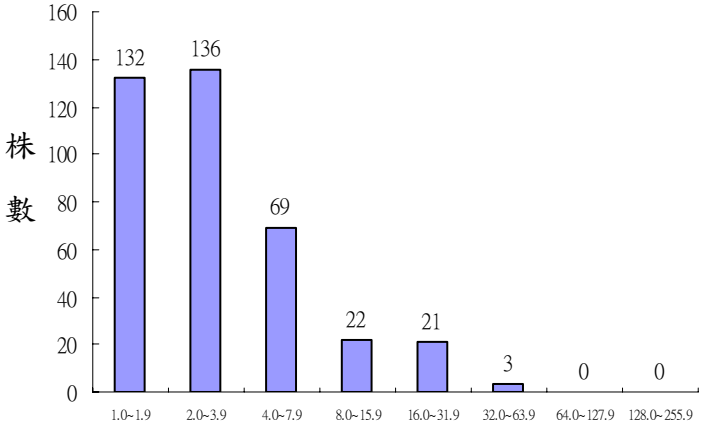
A.



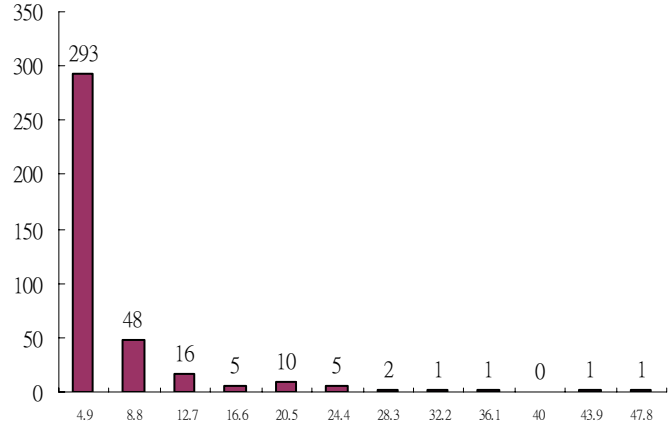
● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

數　　量：383 棵
胸高斷面積：1.6958m^2
重　要　值：6.15%

B.



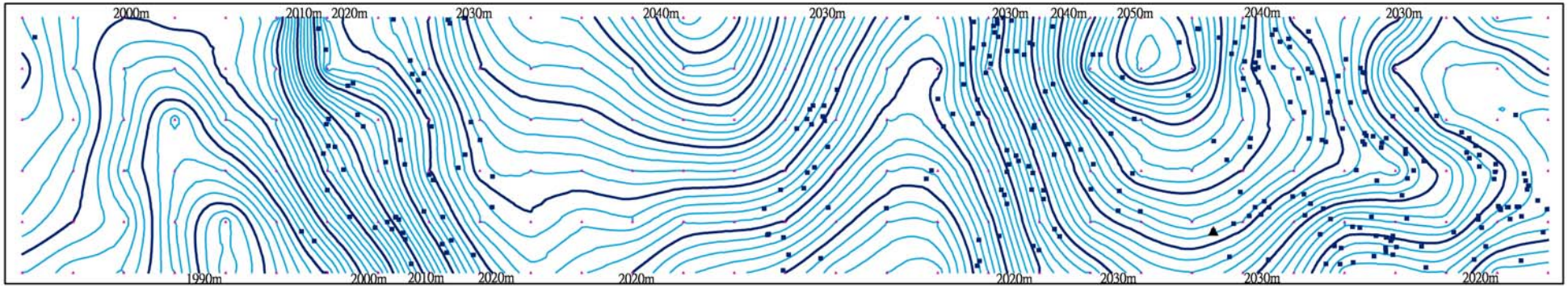
C.



直徑級（cm）

圖 14、假長葉楠植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

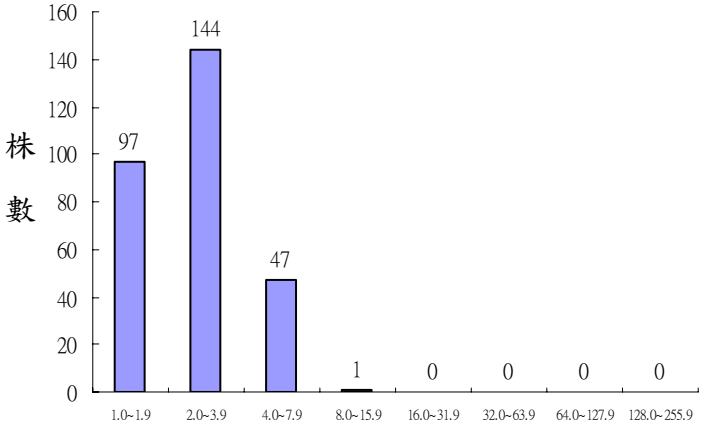
A.



● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

數　　量：289 棵
胸高斷面積：0.3061m^2
重　要　值：4.08%

B.



C.

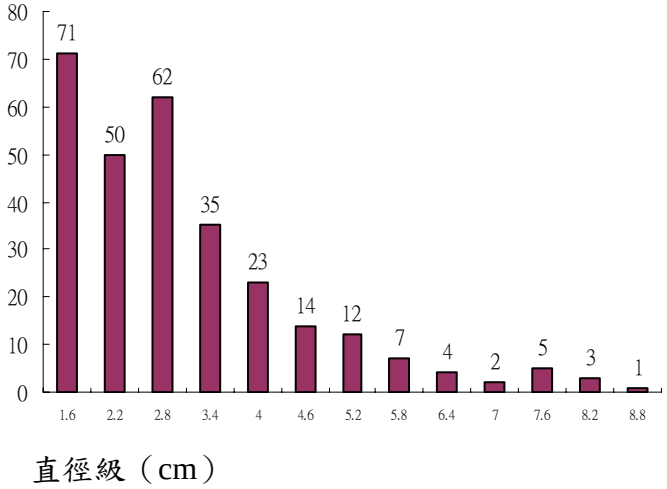
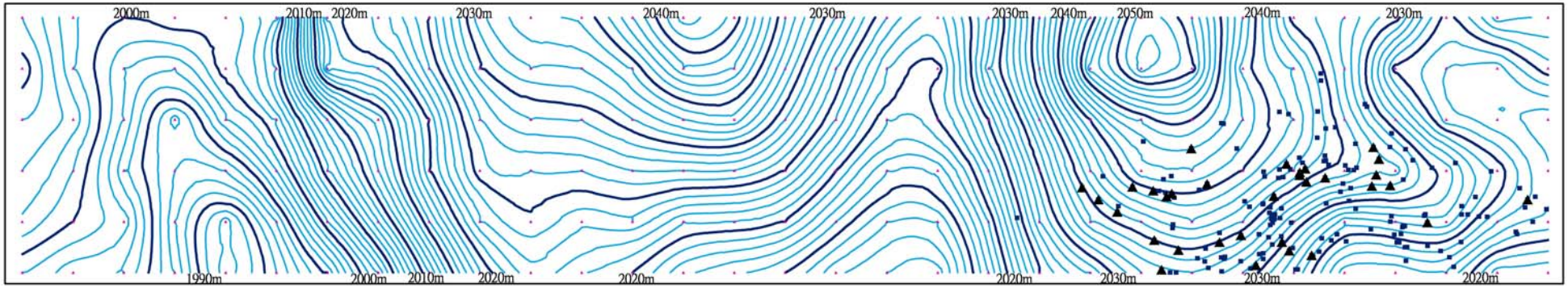


圖 15、細枝柃木植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

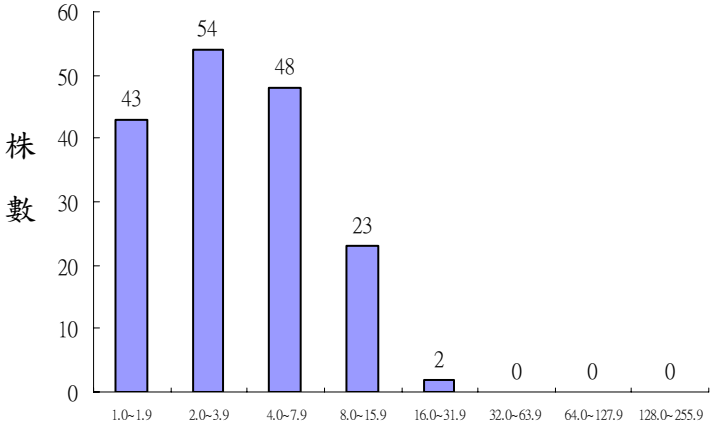
A.



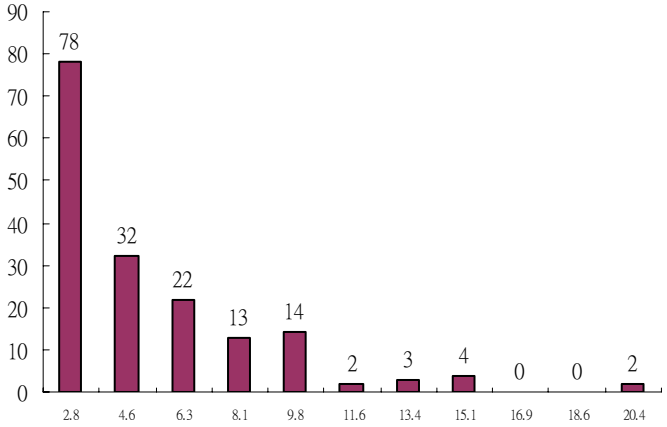
● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

數　　量：170 棵
胸高斷面積：0.4978m^2
重　要　值：2.58%

B.



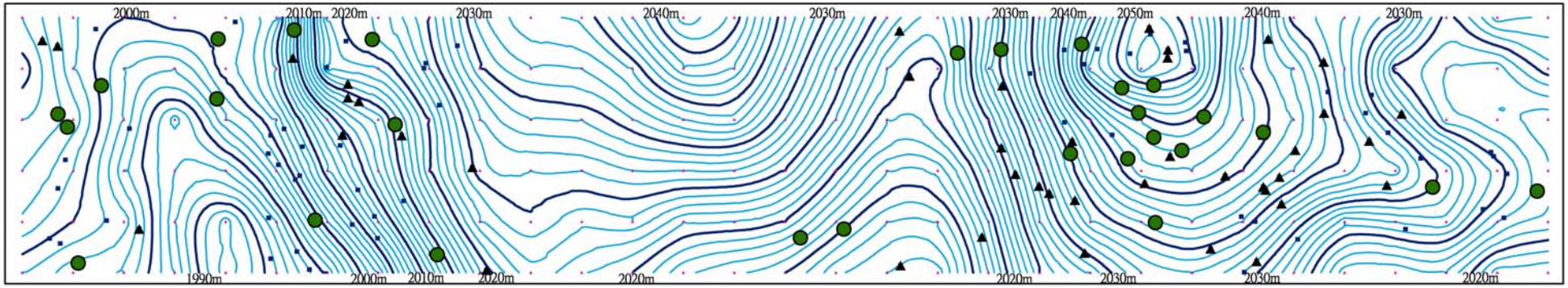
C.



直徑級（cm）

圖 16、西施花植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

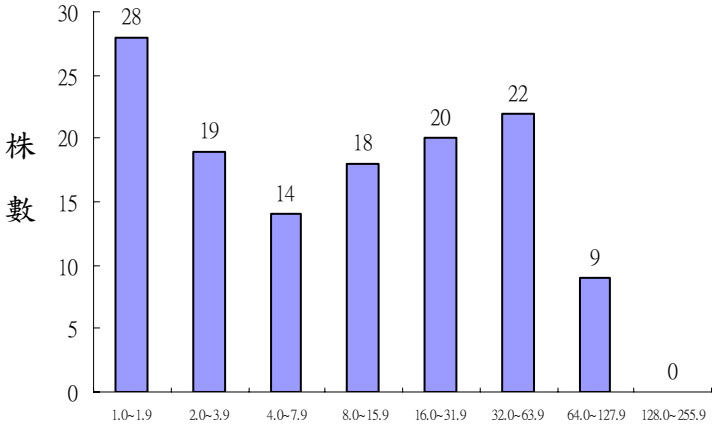
A.



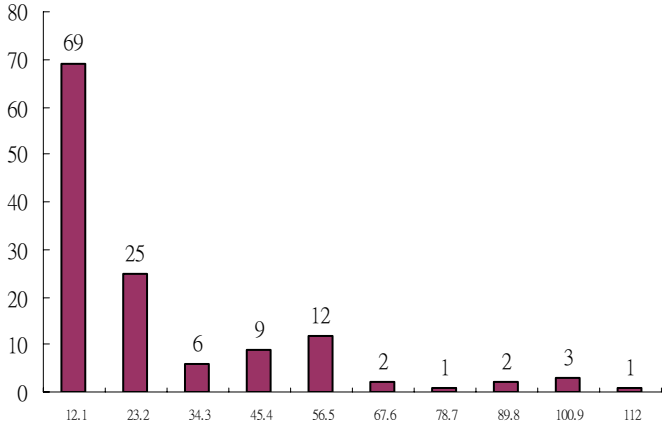
● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

數　　量： 130 棵
胸高斷面積：10.8289m^2
重　要　值： 7.97%

B.



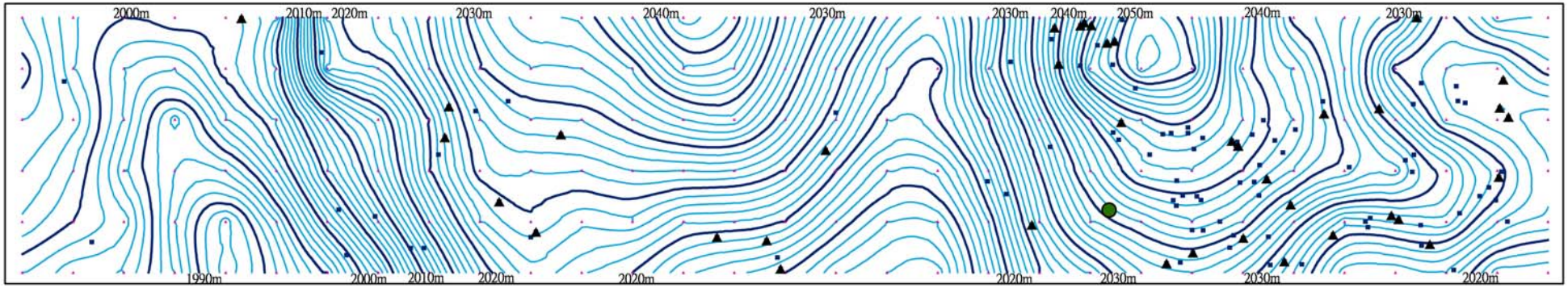
C.



直徑級（cm）

圖 17、狹葉櫟植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖。

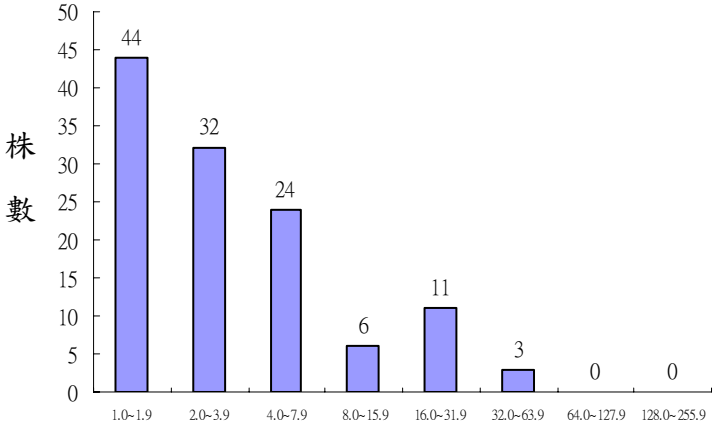
A.



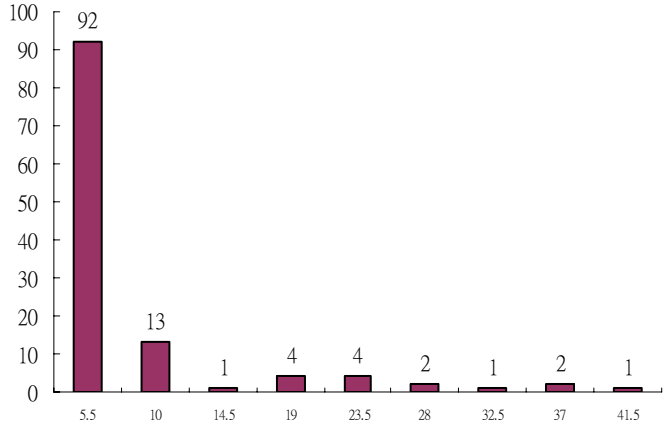
● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

數　　量：120 棵
胸高斷面積：0.9046m^2
重　要　值：2.14%

B.



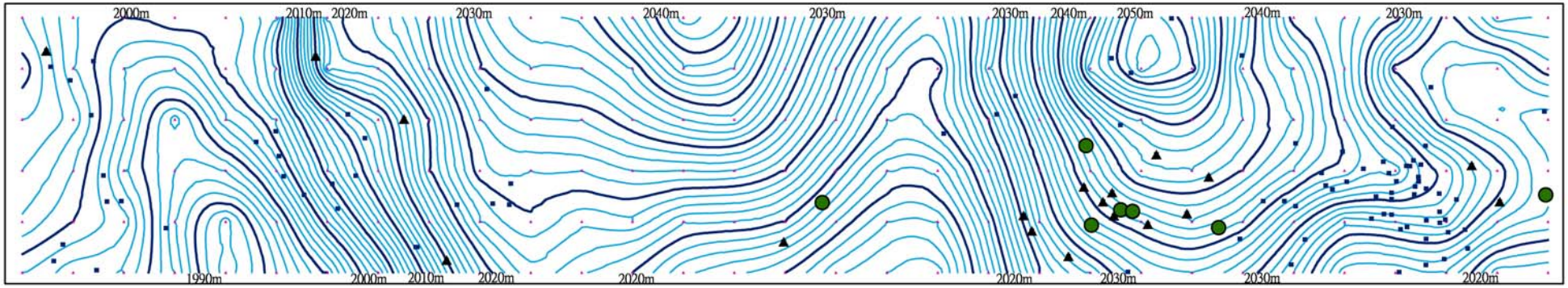
C.



直徑級（cm）

圖 18、臺灣老葉兒樹植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

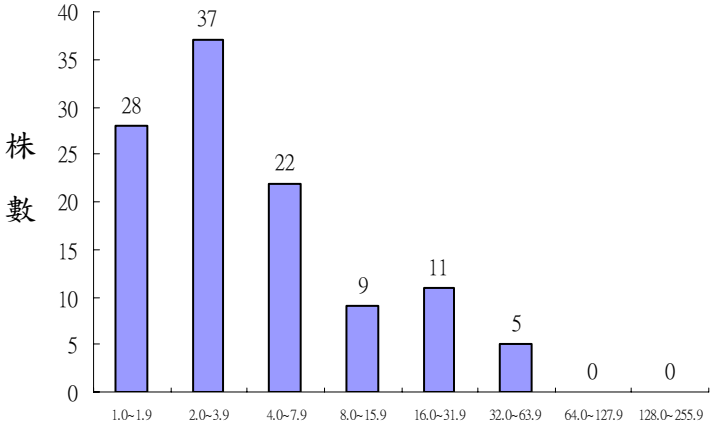
A.



● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

數　　量：112 棵
胸高斷面積：1.0866m^2
重　要　值：2.14%

B.



C.

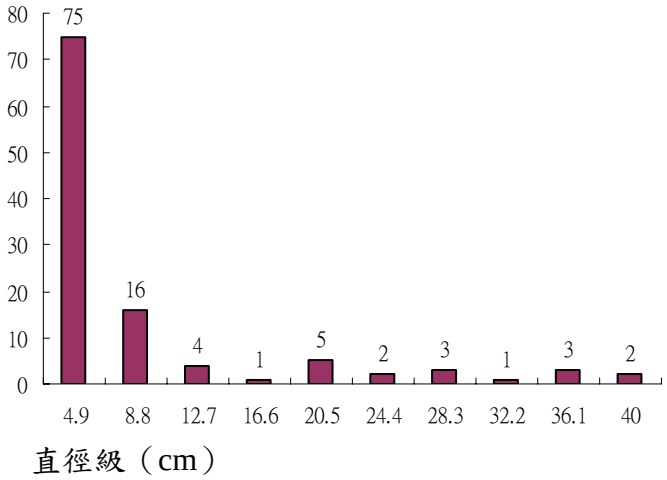
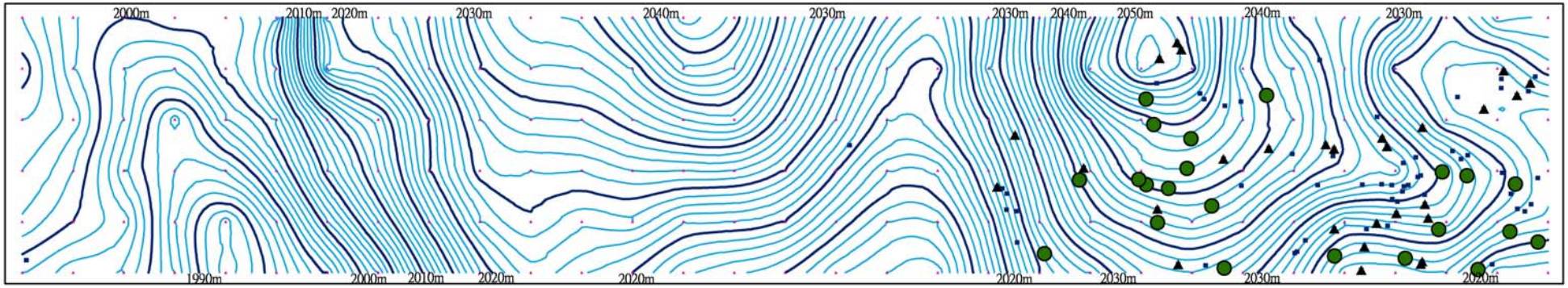


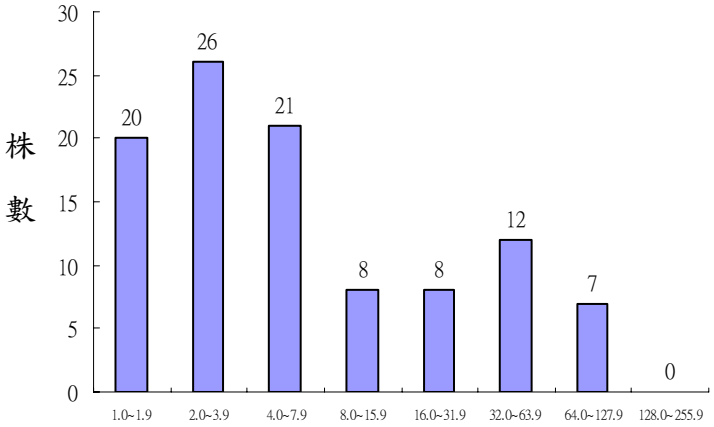
圖 19、大頭茶植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

A.

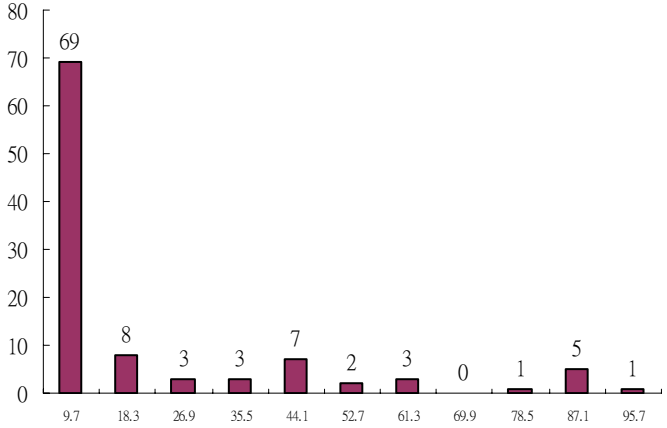


● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

B.



C.

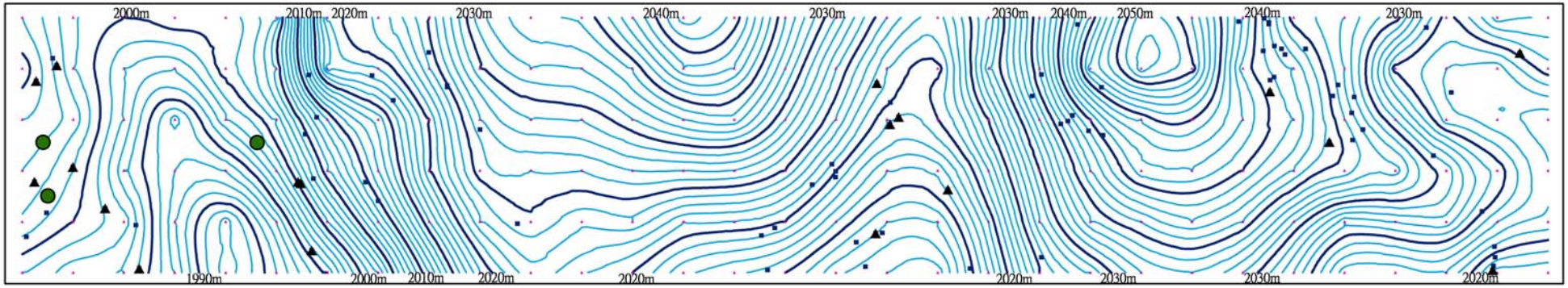


直徑級（cm）

數　　量：102 棵
胸高斷面積：6.7281m^2
重　要　值：5.24%

圖 20、木荷植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

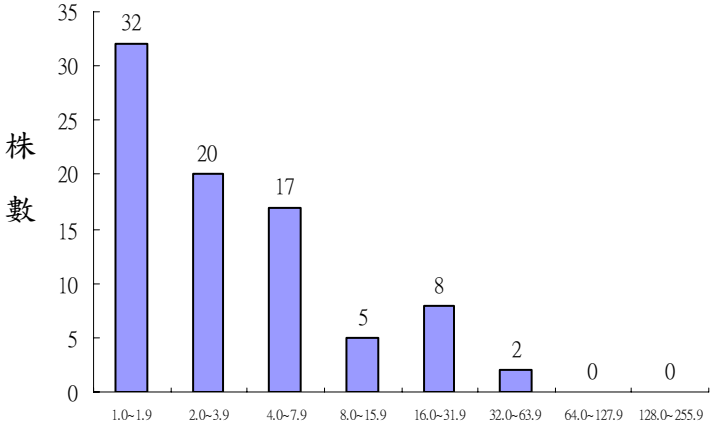
A.



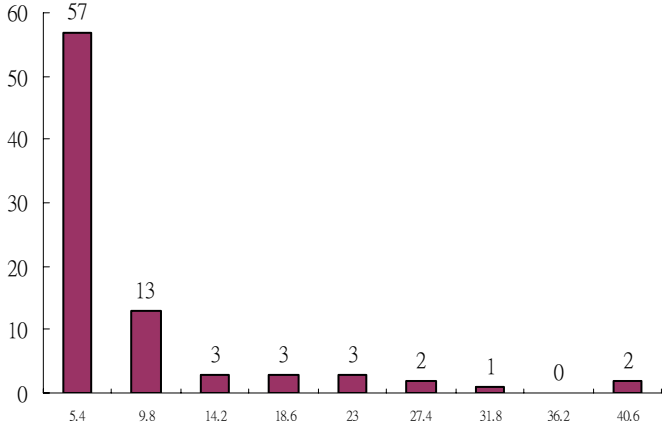
● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

數　　量：　84 棵
胸高斷面積：　0.7454m^2
重　要　值：　1.56%

B.



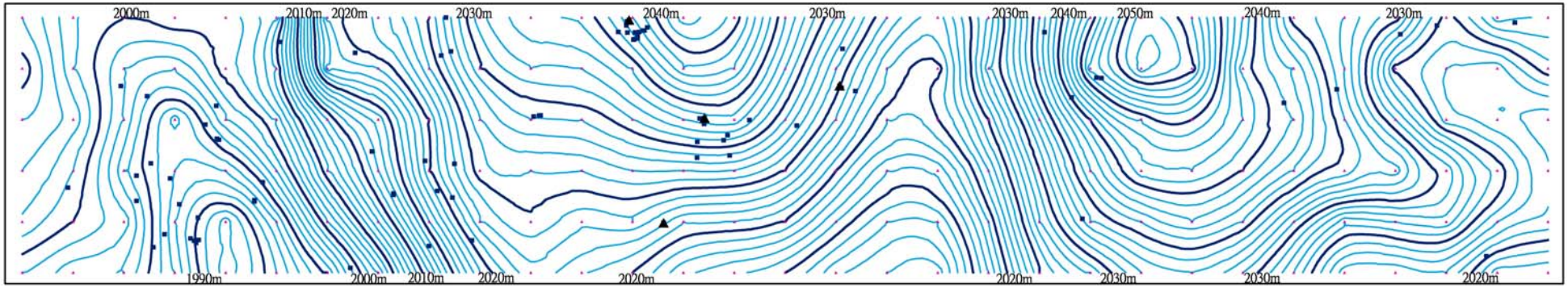
C.



直徑級（cm）

圖 21、白新木薑子植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

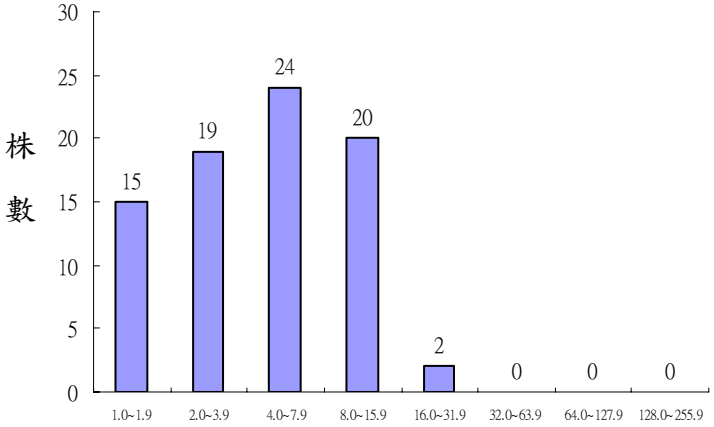
A.



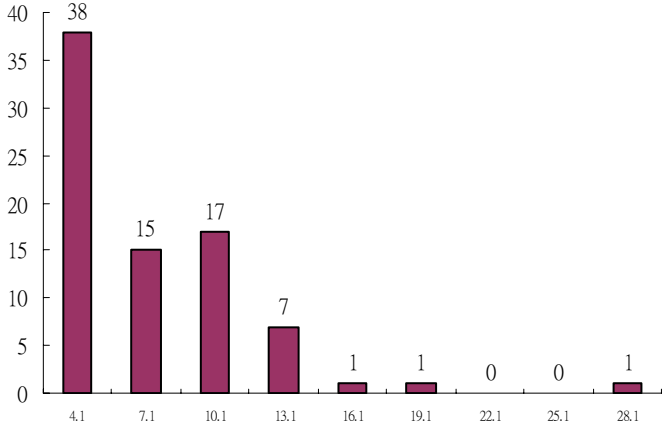
● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

數　　量：　80 棵
胸高斷面積：　0.5719m^2
重　要　值：　1.41%

B.



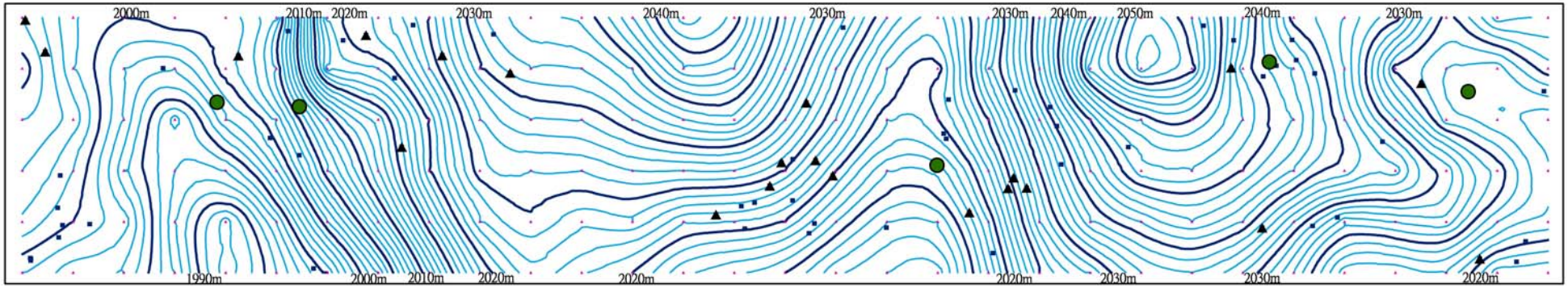
C.



直徑級（cm）

圖 22、杜虹花植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

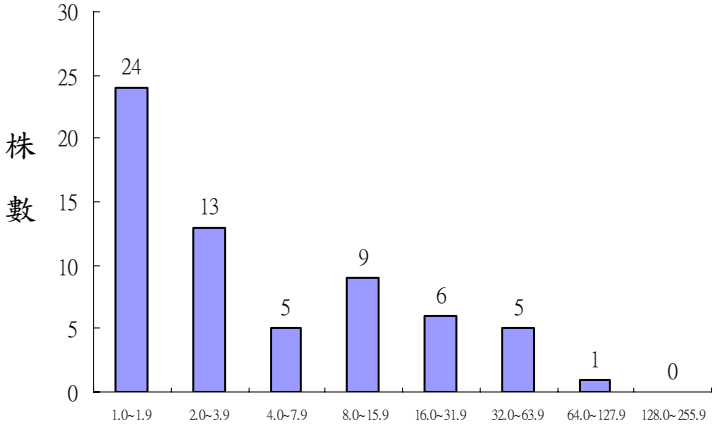
A.



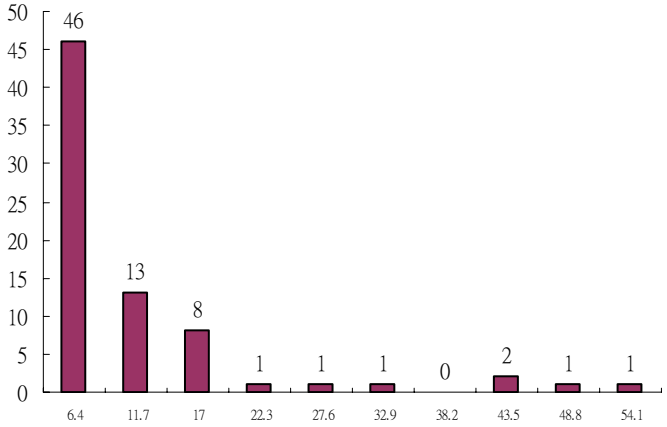
樹冠層植株
次冠層植株
灌木層植株

數　　量：　74 棵
胸高斷面積：　1.0249m^2
重　要　值：　1.59%

B.



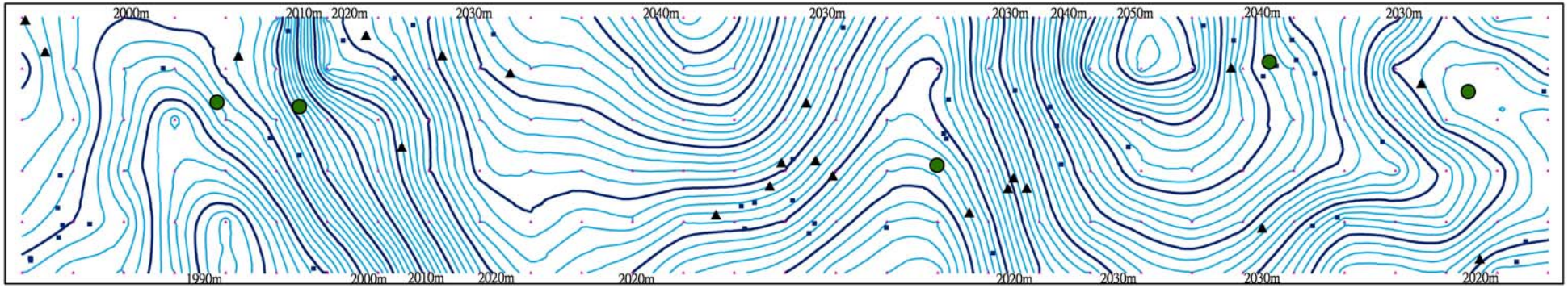
C.



直徑級（cm）

圖 23、青葉楠植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

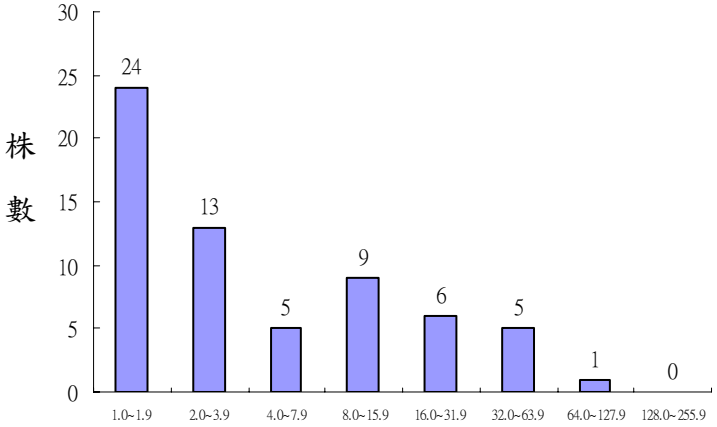
A.



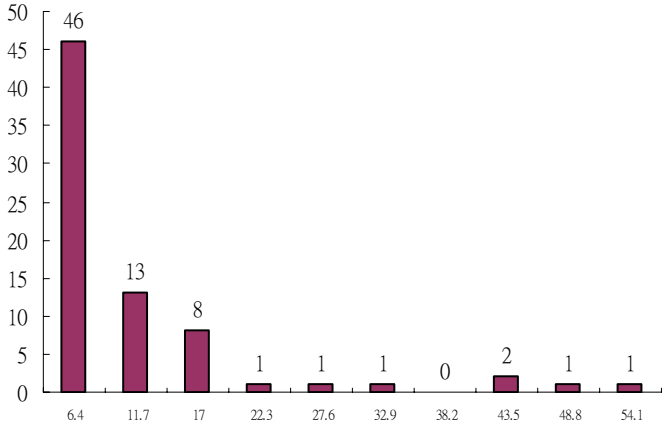
樹冠層植株
次冠層植株
灌木層植株

數　　量：　74 棵
胸高斷面積：　1.0249m^2
重　要　值：　1.59%

B.



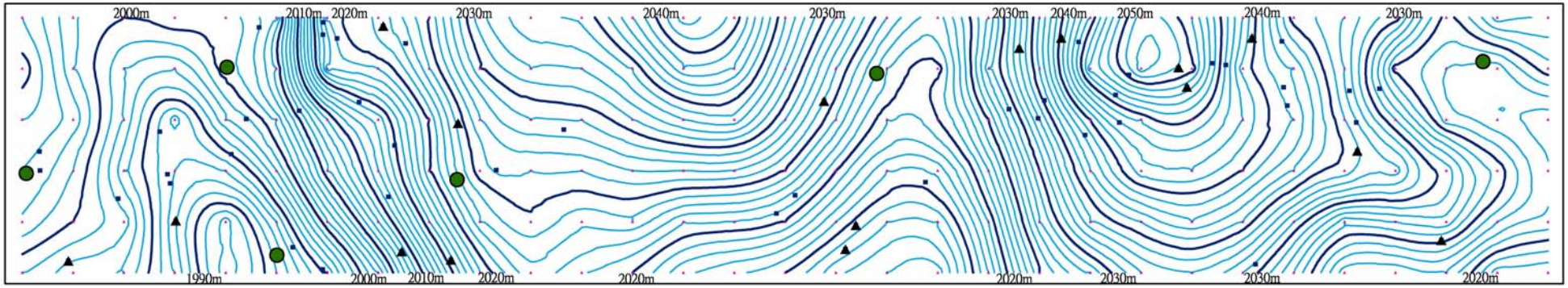
C.



直徑級（cm）

圖 23、青葉楠植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

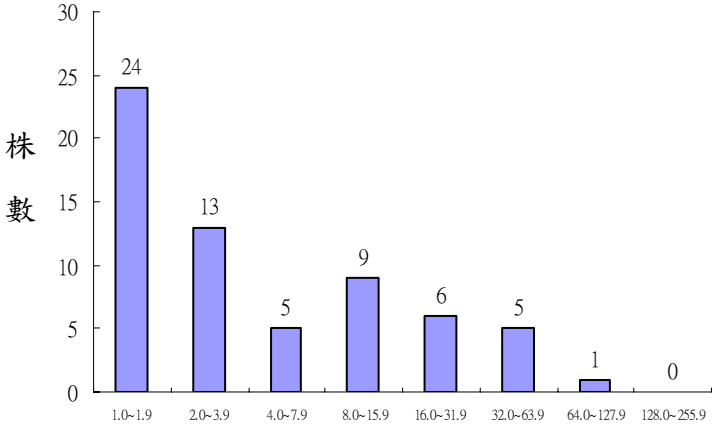
A.



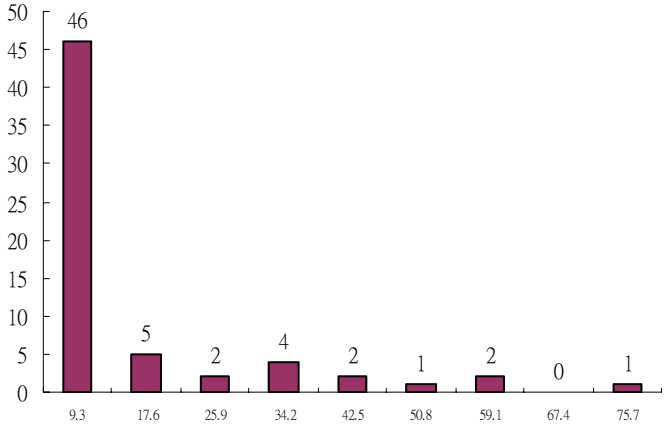
● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

數　　量：　63 棵
胸高斷面積：　1.8652m^2
重　要　值：　1.92%

B.



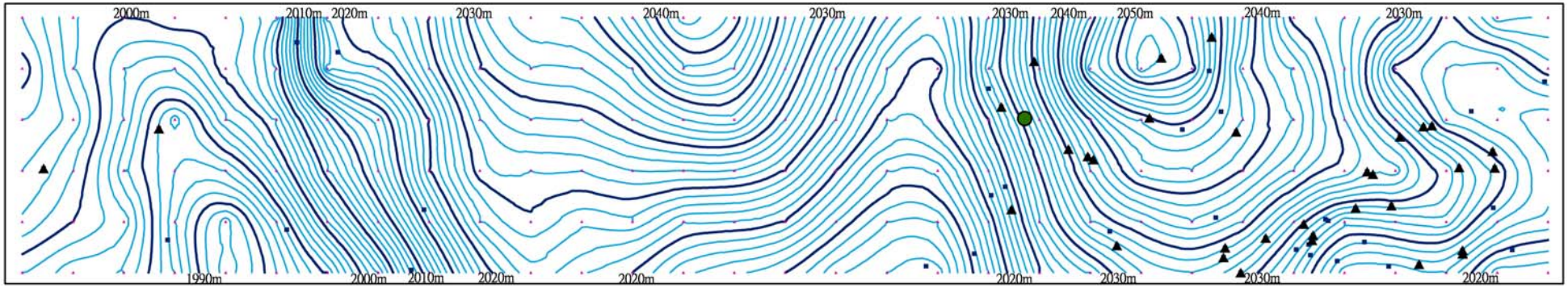
C.



直徑級（cm）

圖 24、大葉石櫟植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

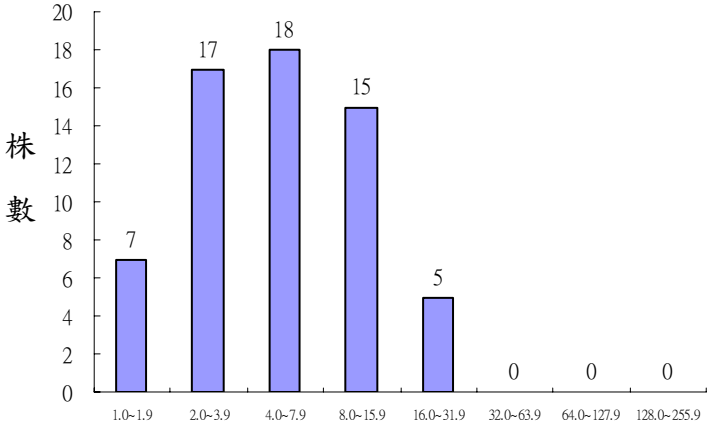
A.



● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

數　　量：　62 棵
胸高斷面積：　0.3926m^2
重　要　值：　1.06%

B.



C.

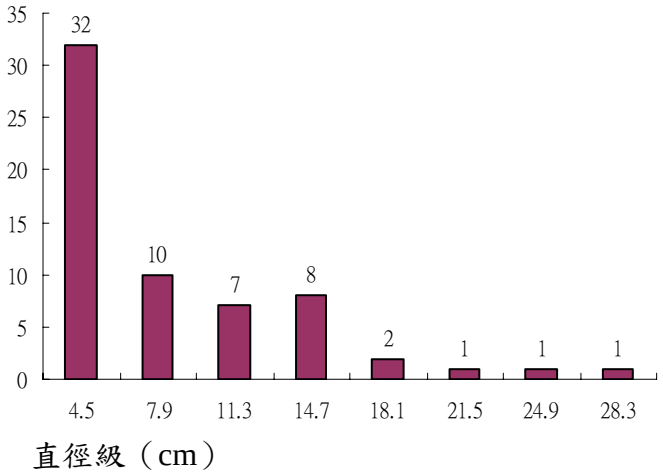
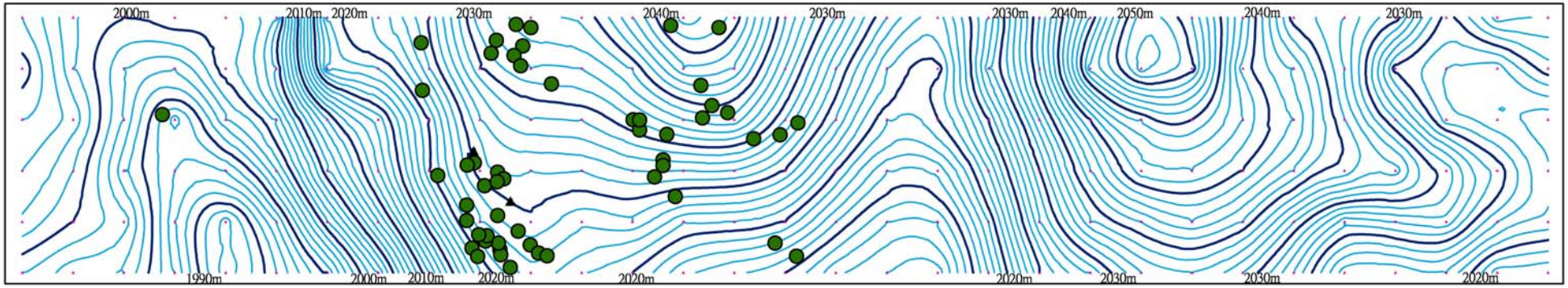


圖 25、烏心石植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

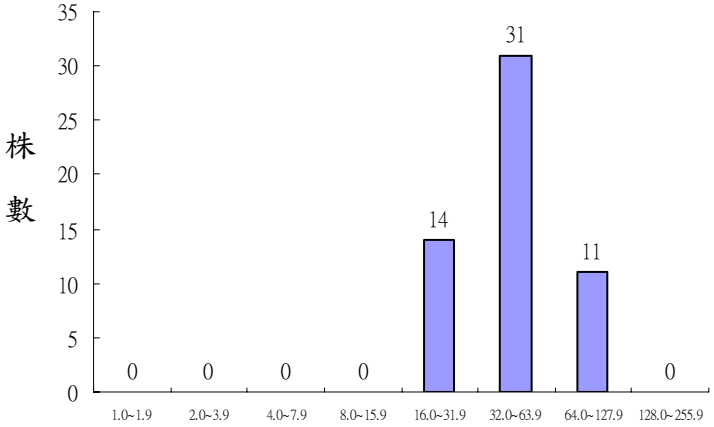
A.



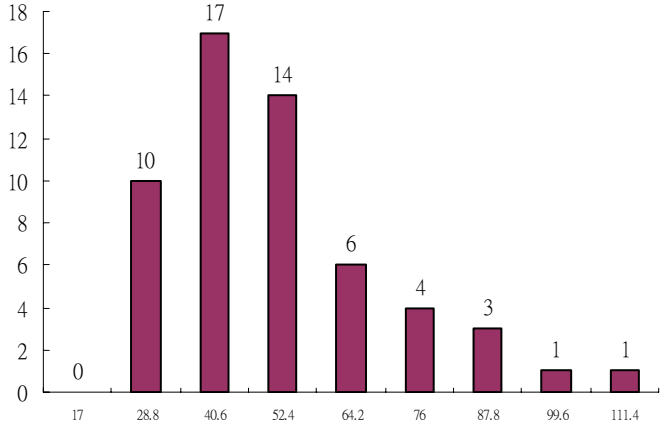
● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

數　　量：　56 棵
胸高斷面積：11.0048m^2
重　要　值：　7.07%

B.



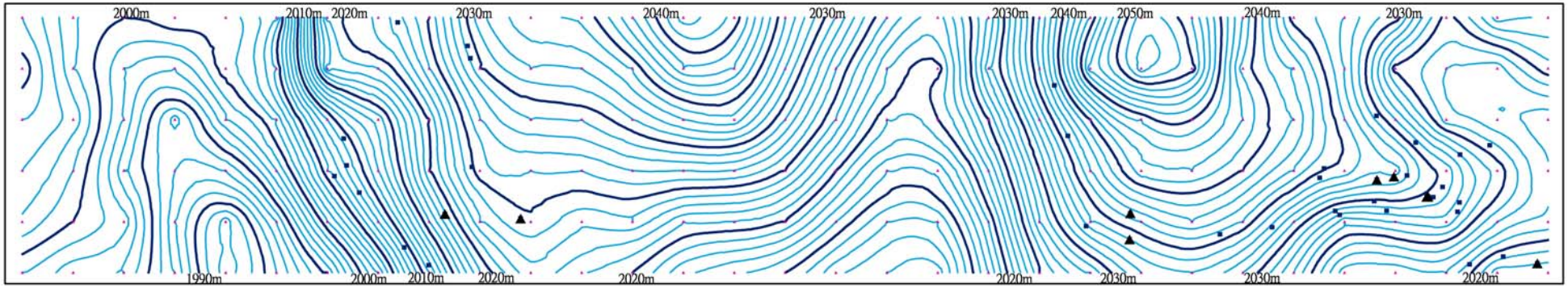
C.



直徑級（cm）

圖 26、臺灣赤楊植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

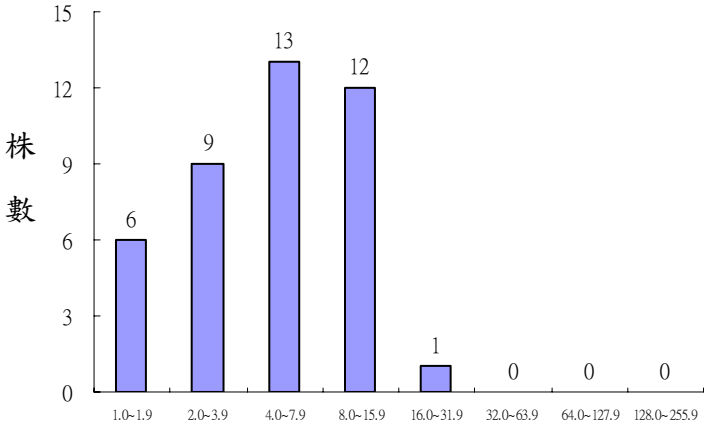
A.



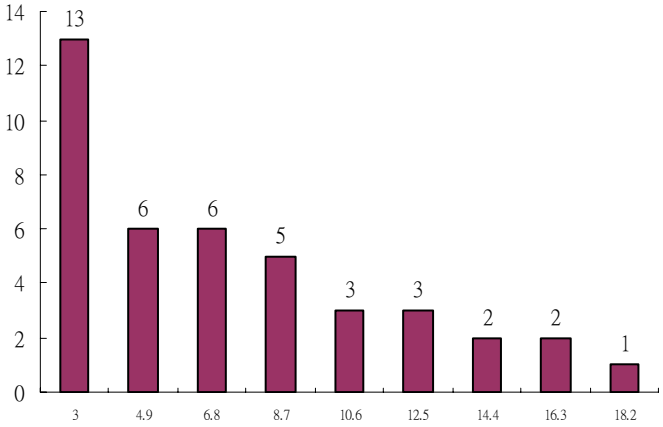
樹冠層植株
次冠層植株
灌木層植株

數　　量：　41 棵
胸高斷面積：　0.2554m^2
重　要　值：　0.70%

B.



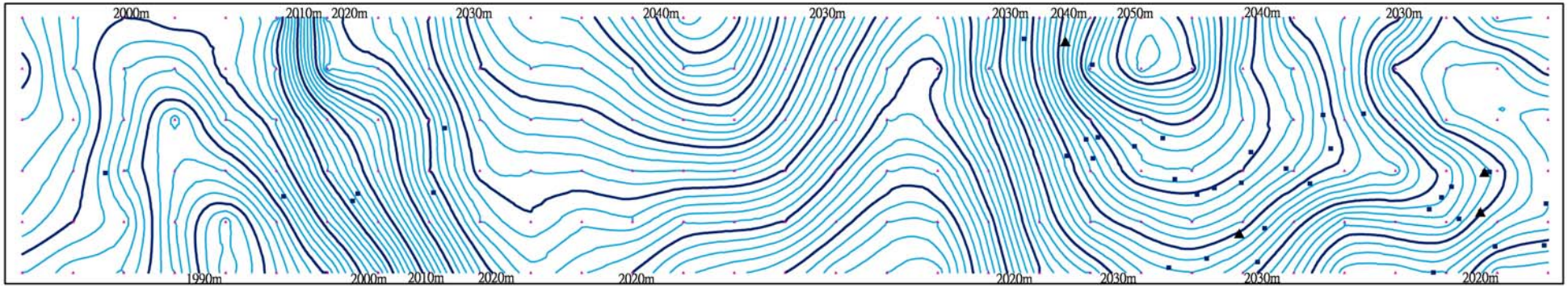
C.



直徑級（cm）

圖 27、巒大越橘植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

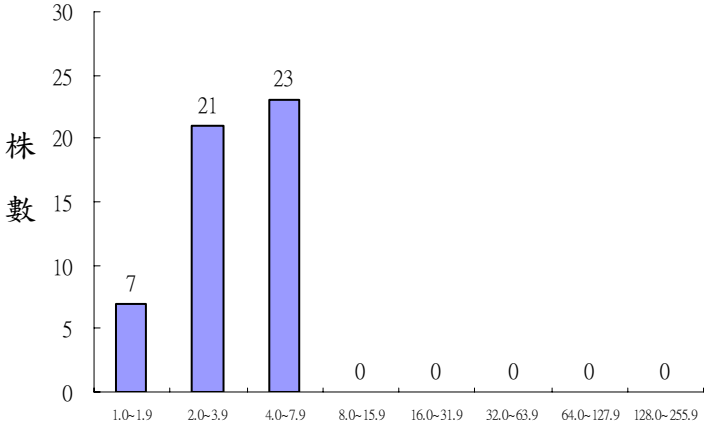
A.



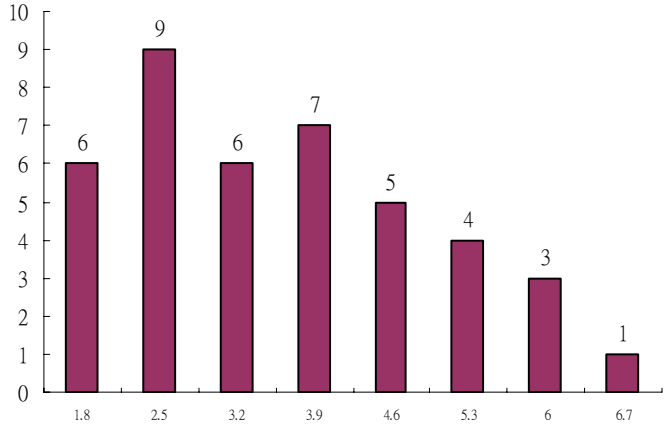
樹冠層植株
次冠層植株
灌木層植株

數　　量：　41 棵
胸高斷面積：　0.0512m^2
重　要　值：　0.58%

B.



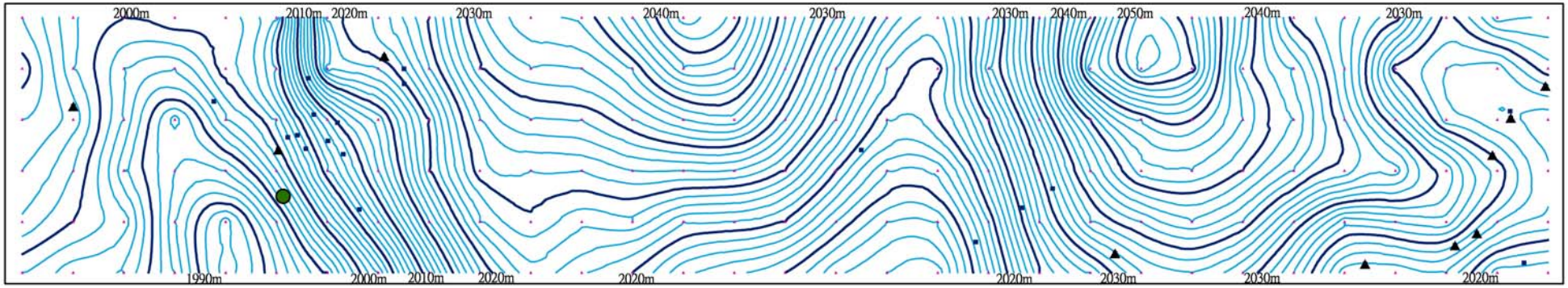
C.



直徑級（cm）

圖 28、呂宋莢迷植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

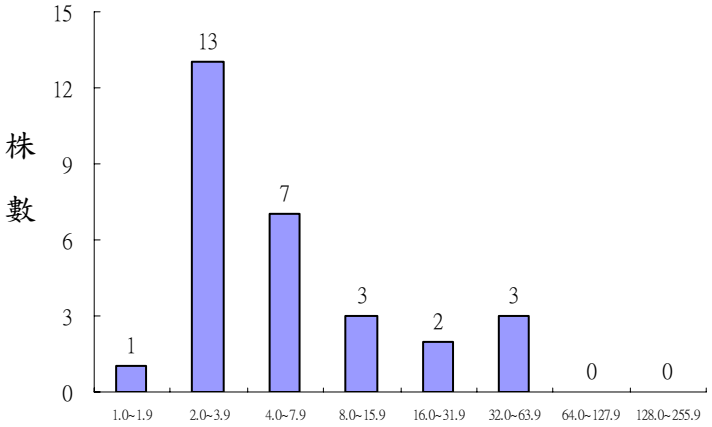
A.



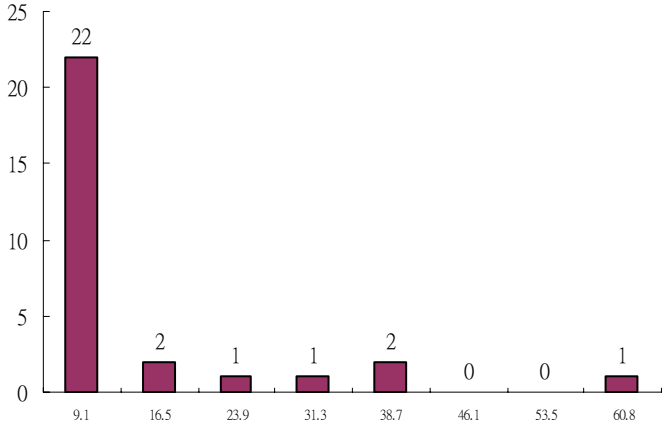
● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

數　　量：　29 棵
胸高斷面積：　0.5783m^2
重　要　值：　0.72%

B.



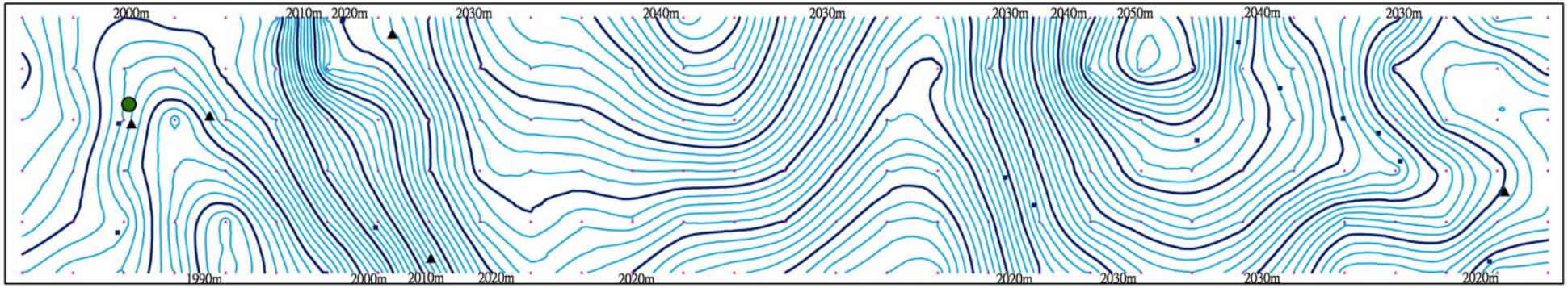
C.



直徑級（cm）

圖 29、大葉木犀植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

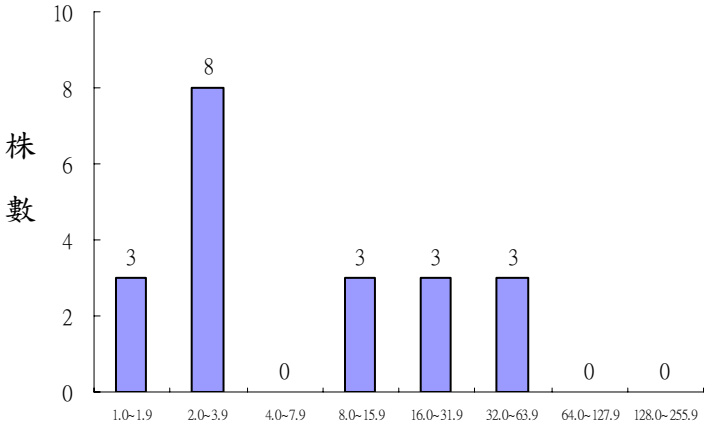
A.



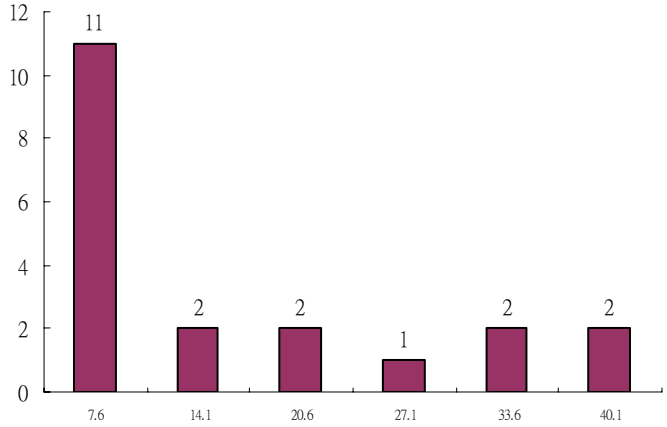
樹冠層植株
次冠層植株
灌木層植株

數　　量：　20 棵
胸高斷面積：　0.5308m^2
重　要　值：　0.57%

B.



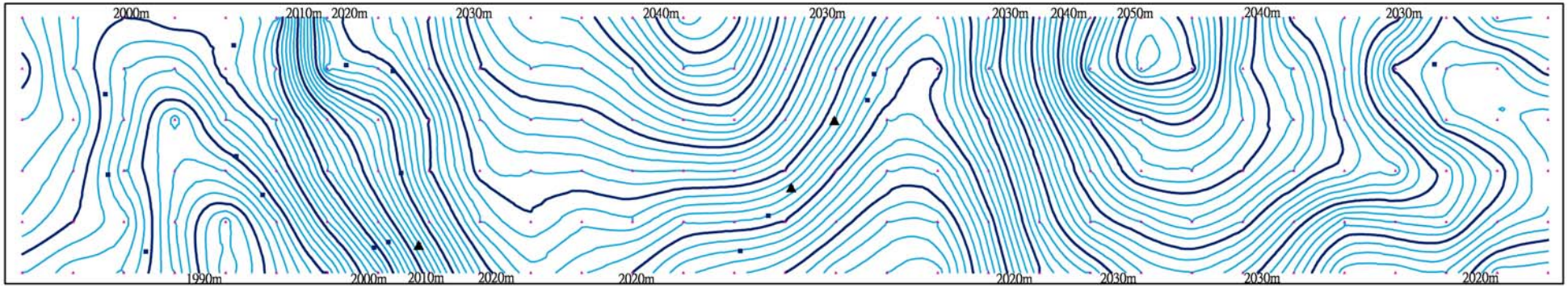
C.



直徑級（cm）

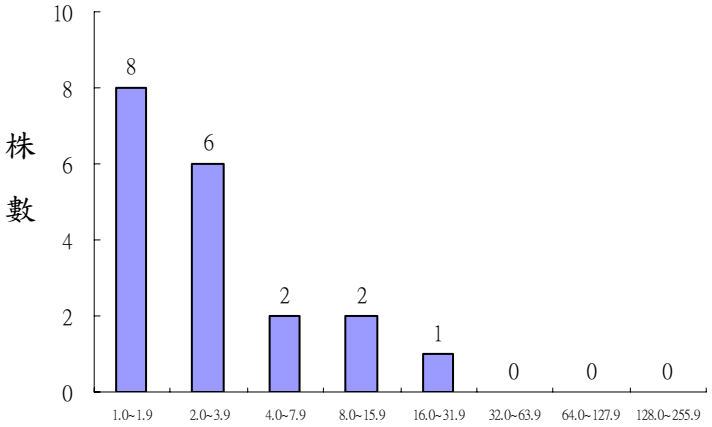
圖 30、臺灣肉桂植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

A.

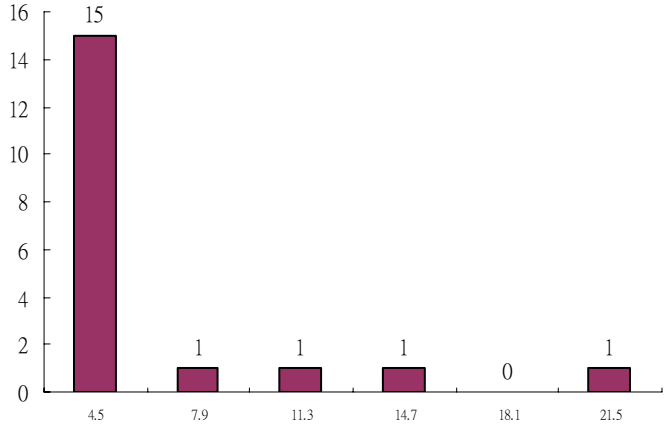


樹冠層植株
次冠層植株
灌木層植株

B.



C.

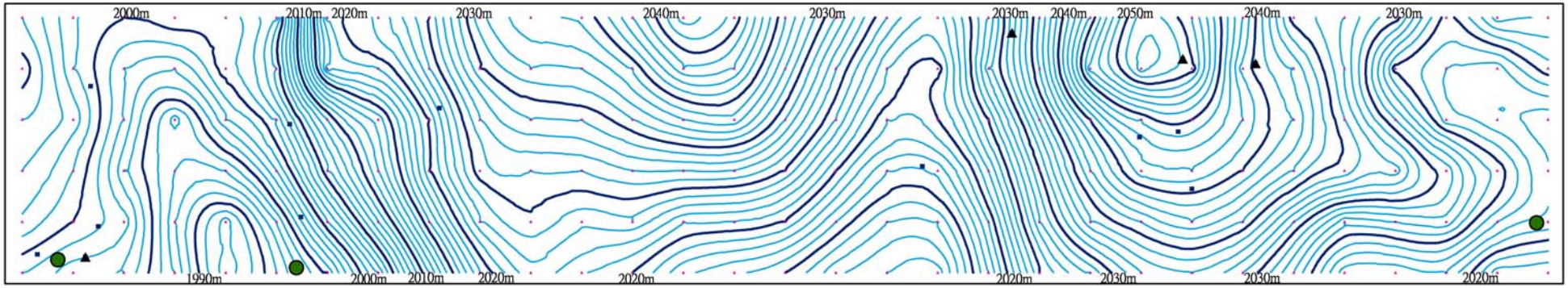


直徑級（cm）

數　　量：　19 棵
胸高斷面積：　0.1030m^2
重　要　值：　0.32%

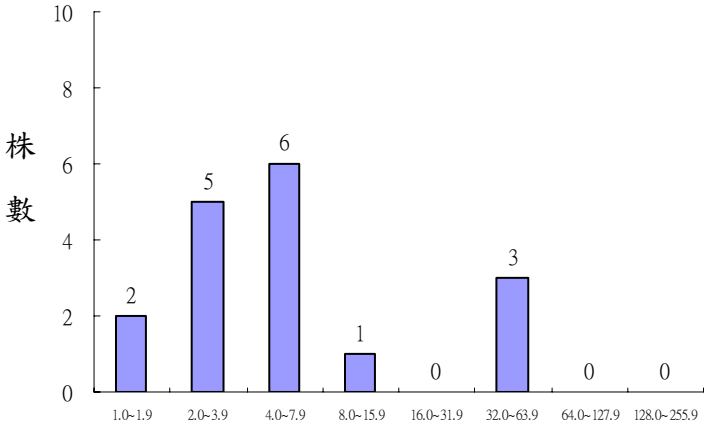
圖 31、屏東木薑子植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

A.

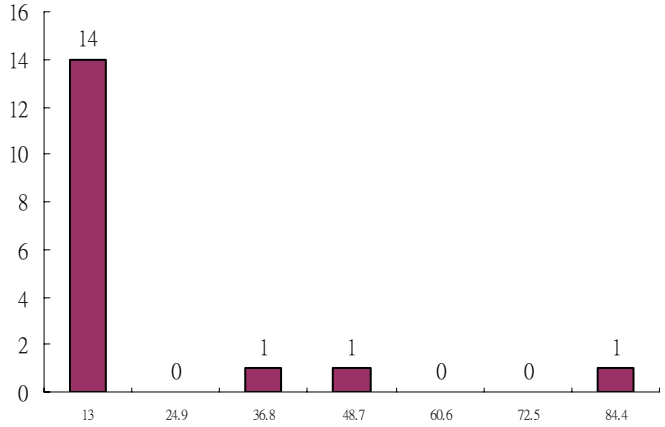


● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

B.



C.

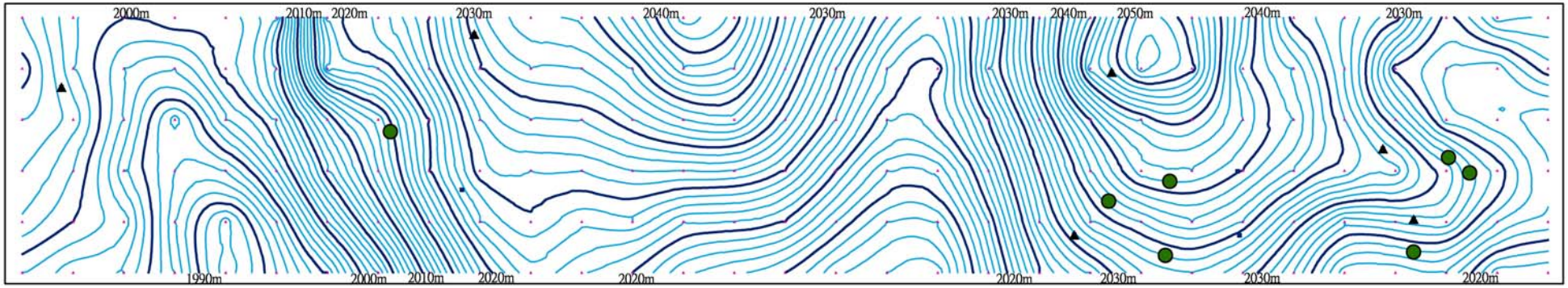


直徑級（cm）

數　　量：　17 棵
胸高斷面積：　0.6877m^2
重　要　值：　0.62%

圖 32、杜英植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

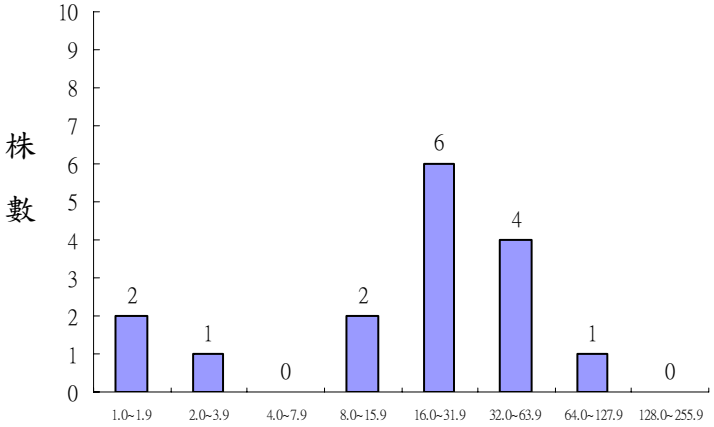
A.



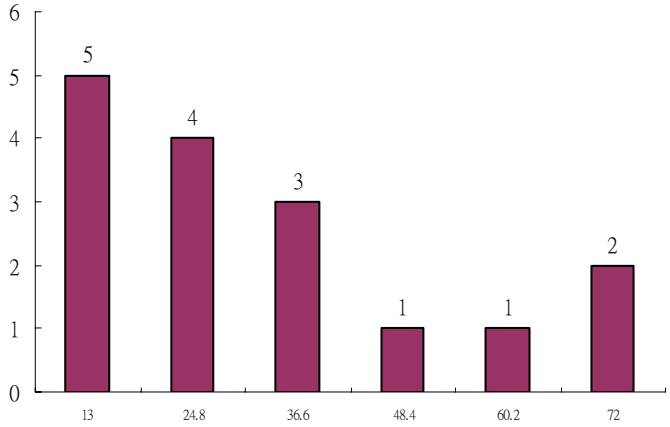
樹冠層植株
次冠層植株
灌木層植株

數　　量：　16 棵
胸高斷面積：　1.4775m^2
重　要　值：　1.06%

B.



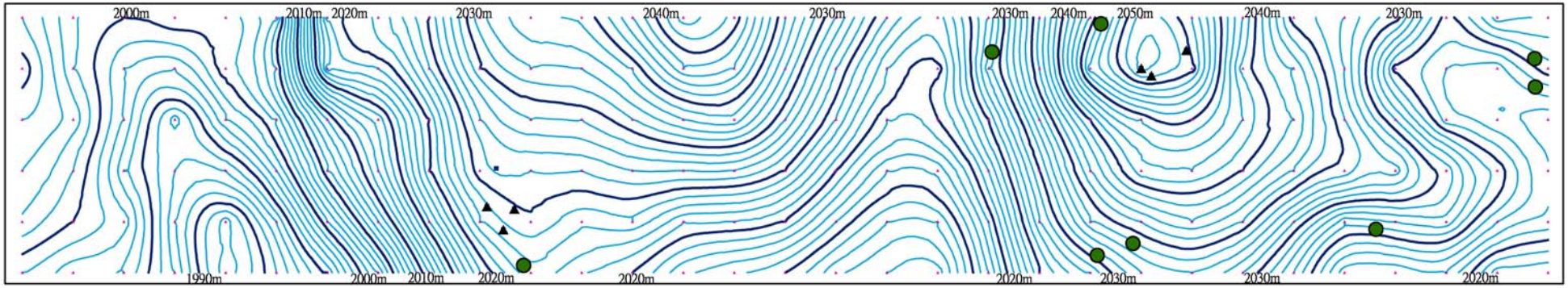
C.



直徑級（cm）

圖 33、銳葉高山櫟植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

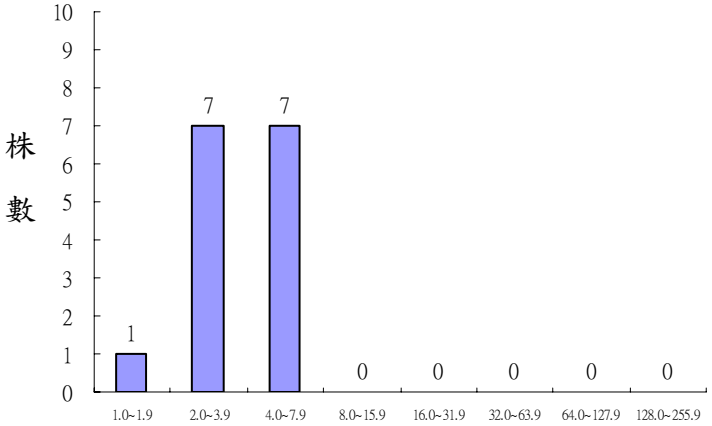
A.



樹冠層植株
次冠層植株
灌木層植株

數　　量：　15 棵
胸高斷面積：　1.1231m^2
重　要　值：　0.85%

B.



C.

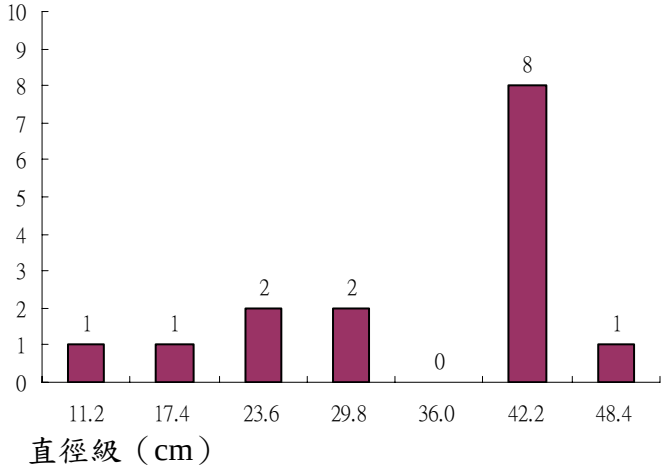
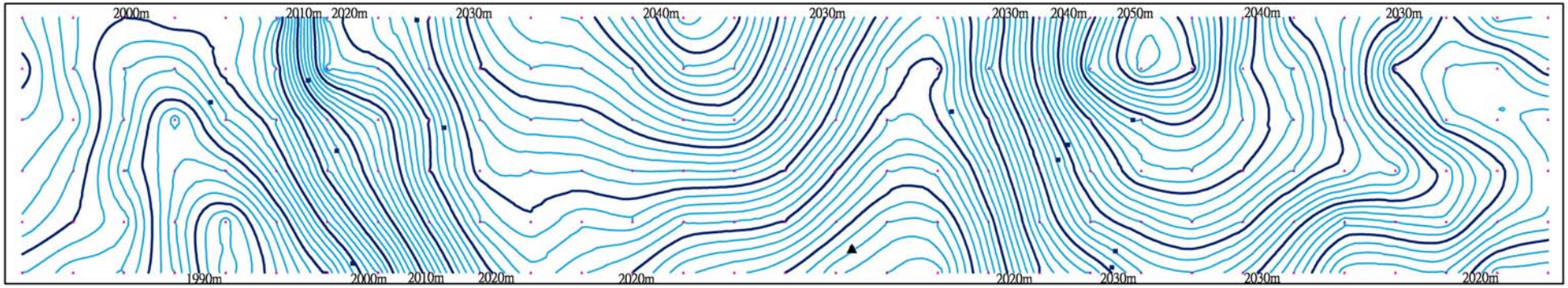


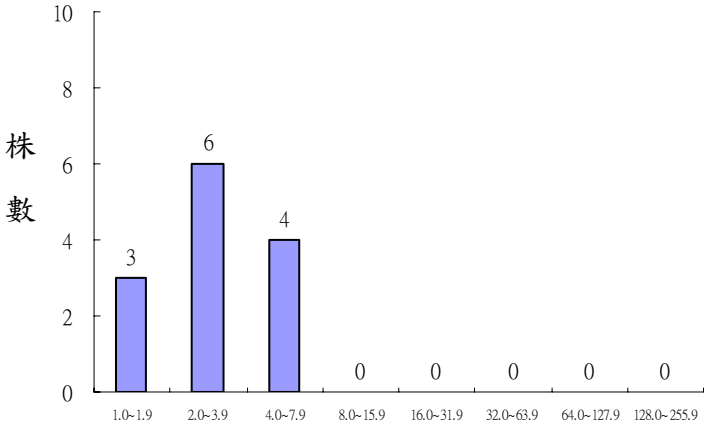
圖 34、尖葉楓植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

A.

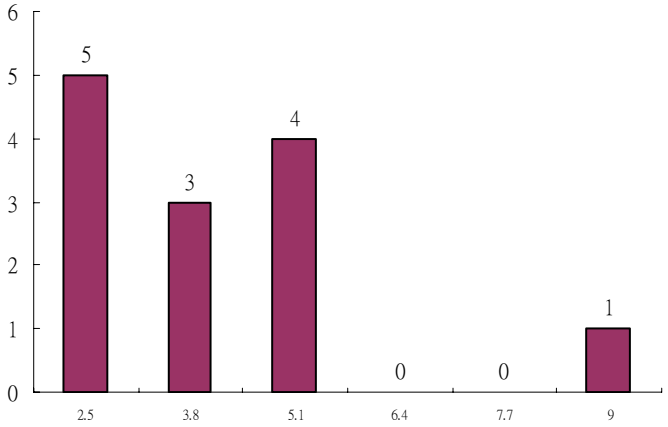


樹冠層植株
次冠層植株
灌木層植株

B.



C.

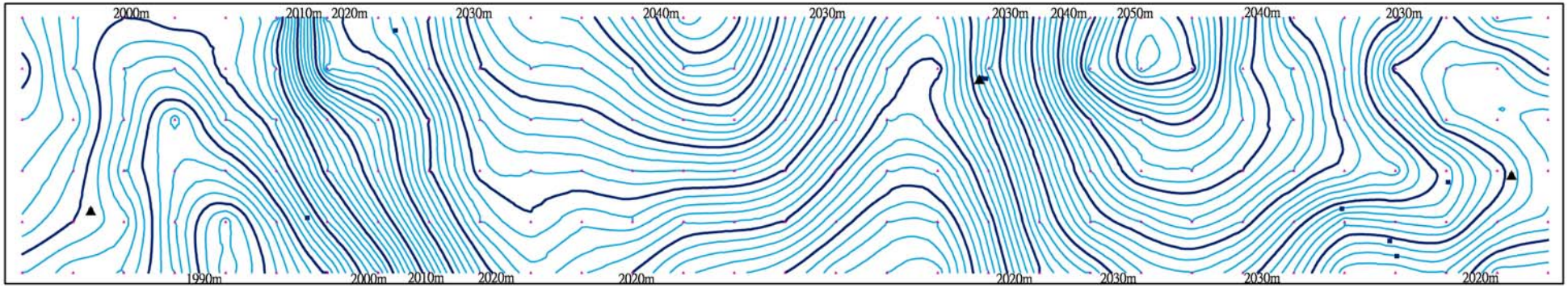


直徑級（cm）

數　　量：　13 棵
胸高斷面積：　0.0158m^2
重　要　值：　0.18%

圖 35、疏果海桐植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

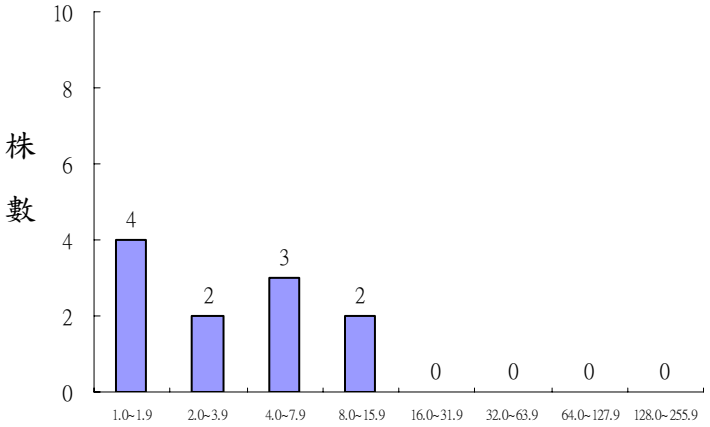
A.



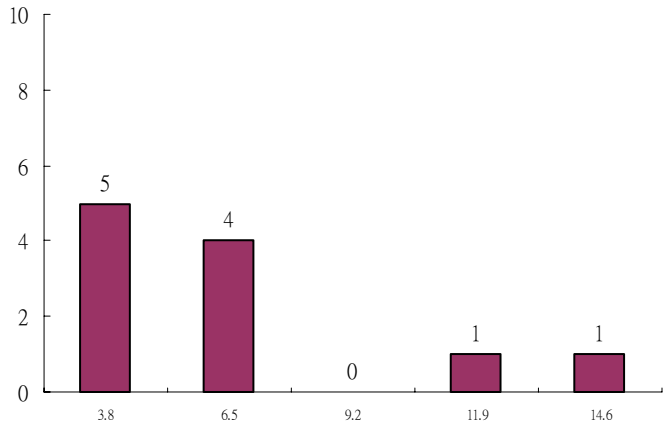
樹冠層植株
次冠層植株
灌木層植株

數　　量：　11 棵
胸高斷面積：　0.0381m^2
重　要　值：　0.17%

B.



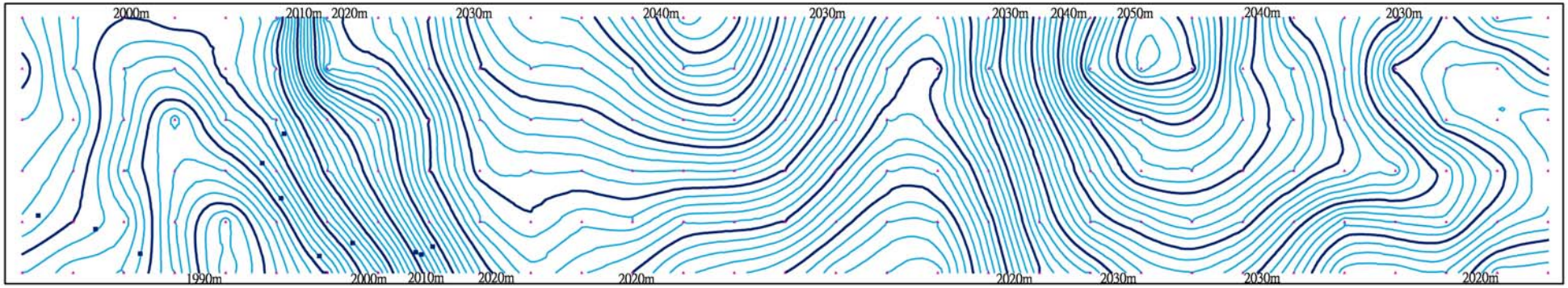
C.



直徑級（cm）

圖 36、小西氏灰木植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

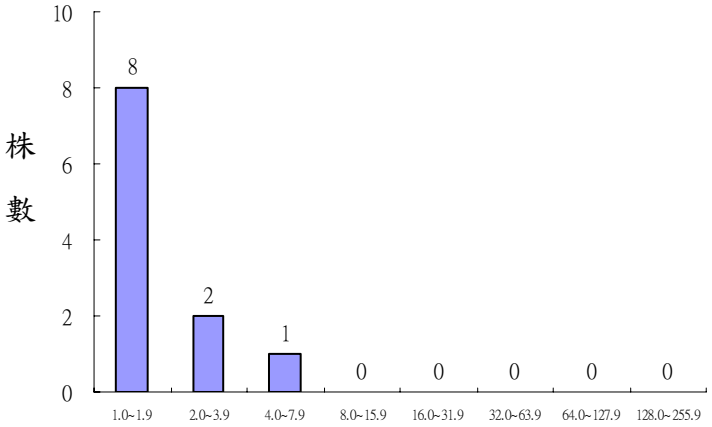
A.



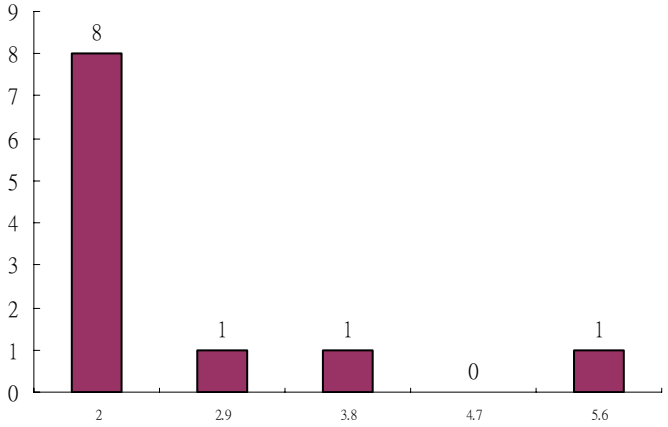
● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

數　　量：　11 棵
胸高斷面積：　0.0073m^2
重　要　值：　0.15%

B.



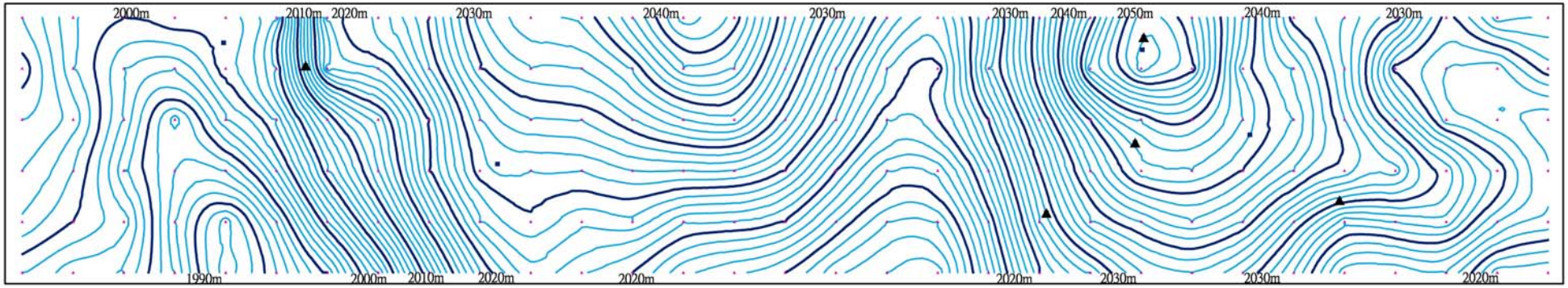
C.



直徑級（cm）

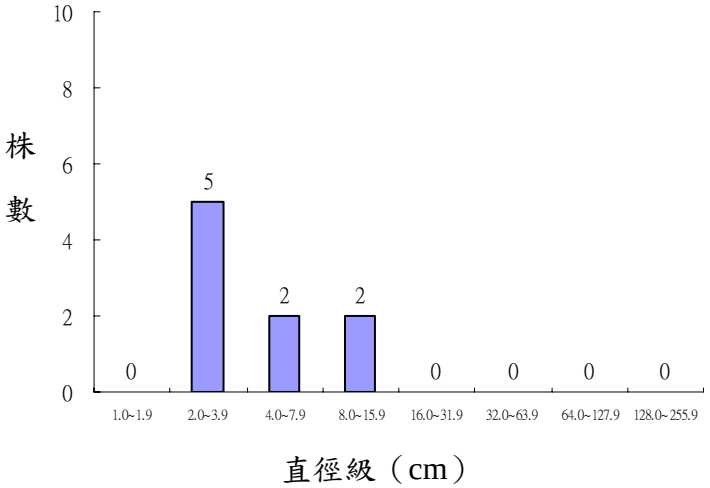
圖 37、臺東茨迷植株分佈圖（A）、等比徑級結構圖（B）與等差徑級結構圖（C）。

A.



樹冠層植株
次冠層植株
灌木層植株

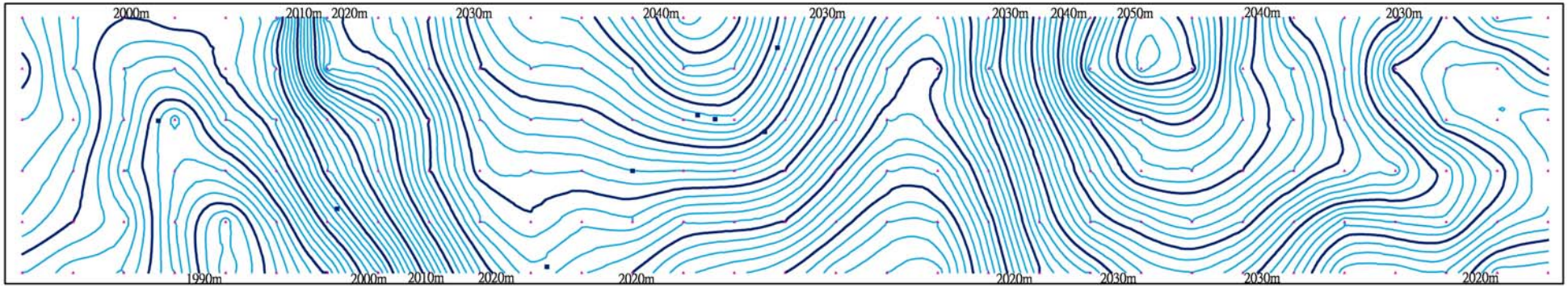
B.



數　　量：　9 棵
胸高斷面積：　0.1534m^2
重　要　值：　0.21%

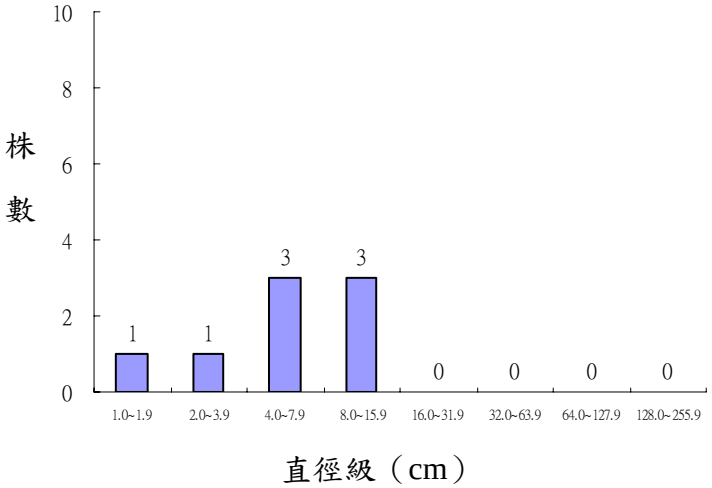
圖 38、臺灣蘋果植株分佈圖（A）與等比徑級結構圖（B）

A.



● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

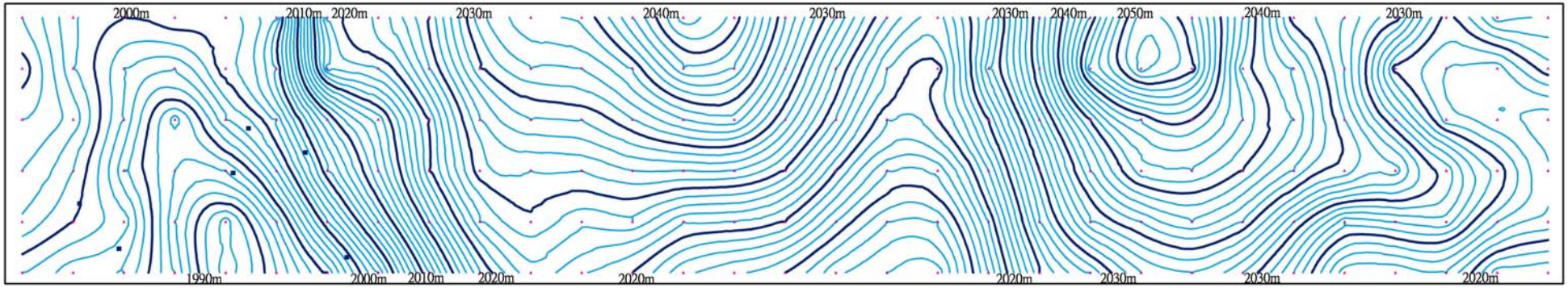
B.



數　　量：　8 棵
胸高斷面積：　0.0819m^2
重　要　值：　0.16%

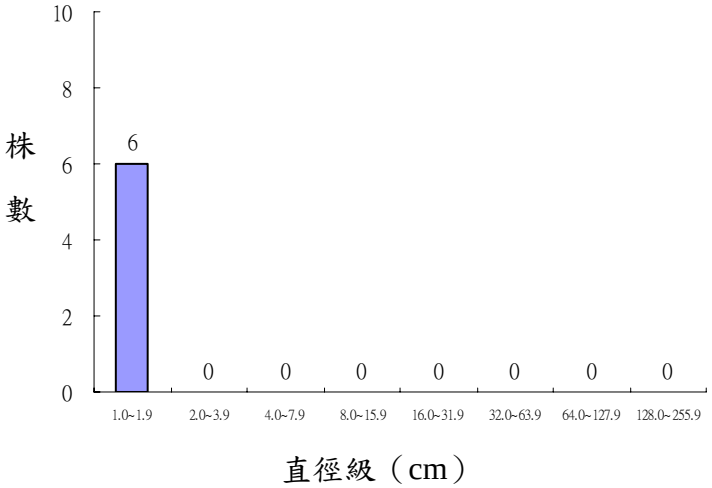
圖 39、大葉溲疏植株分佈圖（A）與等比徑級結構圖（B）

A.



● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

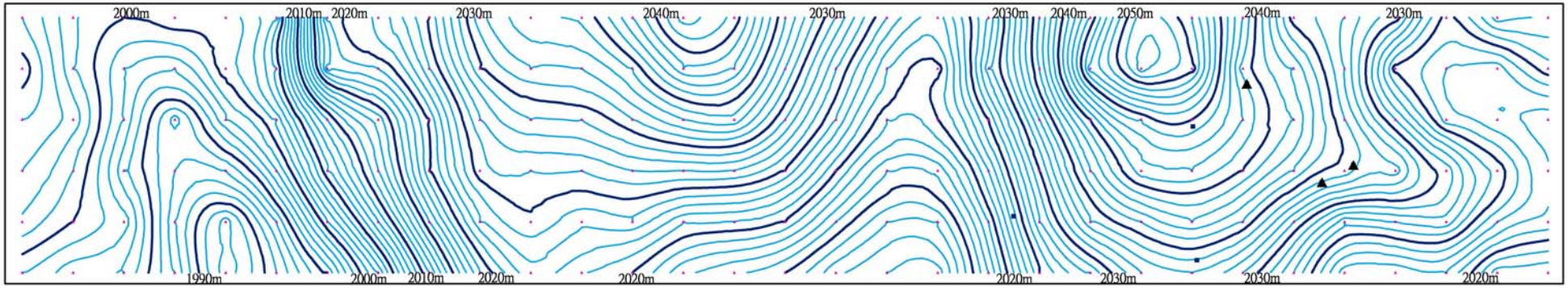
B.



數　　量：　6 棵
胸高斷面積：　0.0013m^2
重　要　值：　0.08%

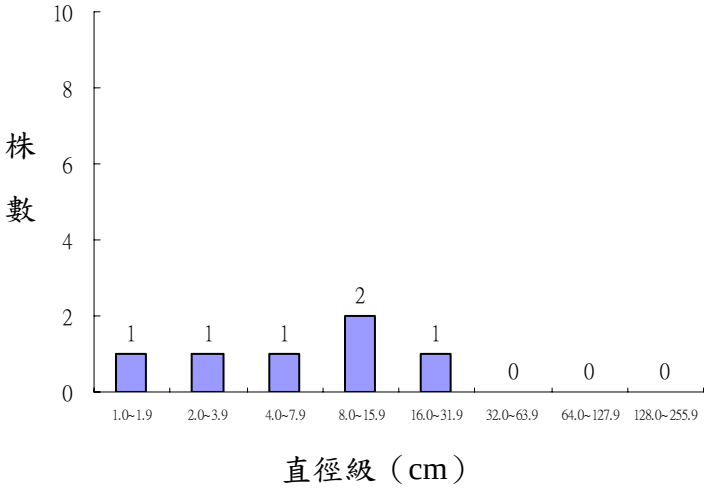
圖 40、阿里山十大功勞植株分佈圖（A）與等比徑級結構圖（B）。

A.



樹冠層植株
次冠層植株
灌木層植株

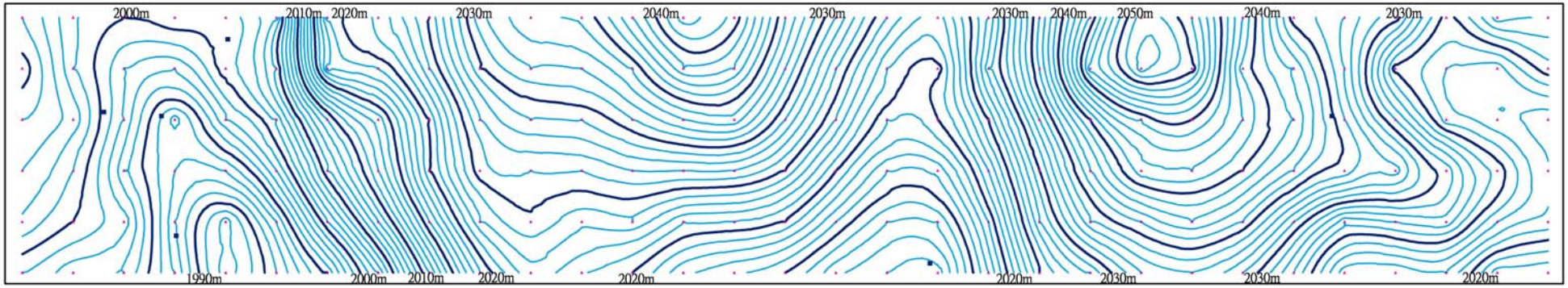
B.



數　　量：　6 棵
胸高斷面積：　0.0645m^2
重　要　值：　0.12%

圖 41、紅楠植株分佈圖（A）與等比徑級結構圖（B）。

A.



● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

數　　量：　6 棵
胸高斷面積：　0.0027m^2
重　要　值：　0.08%

B.

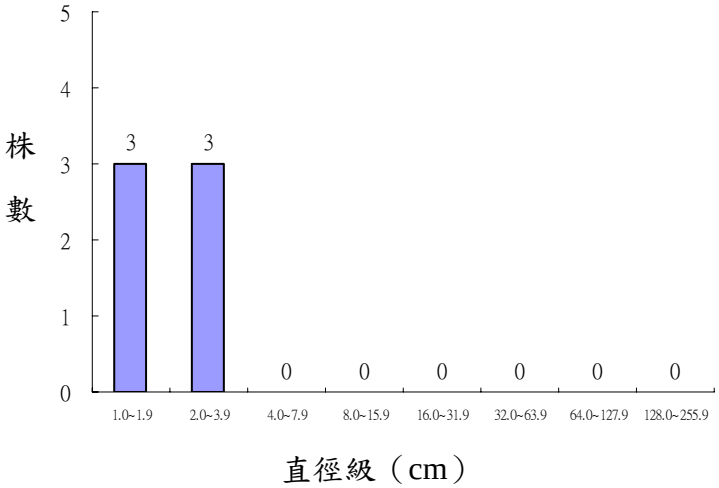
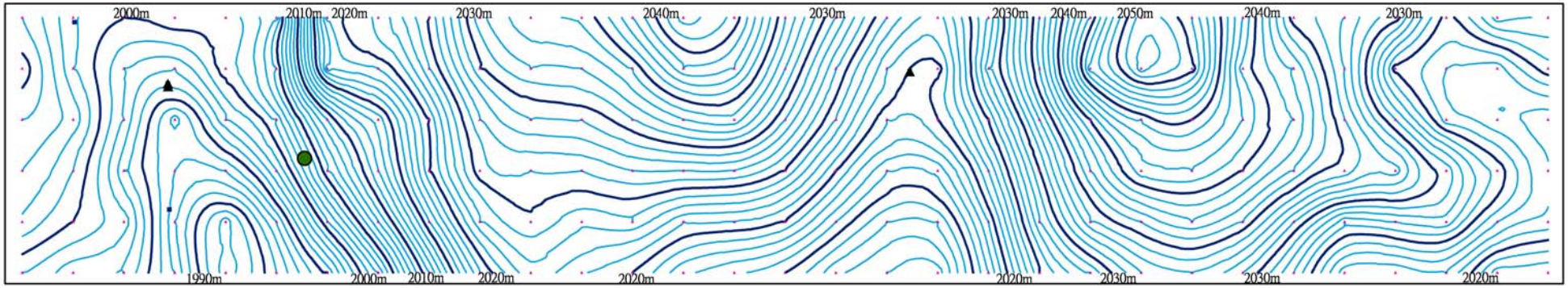


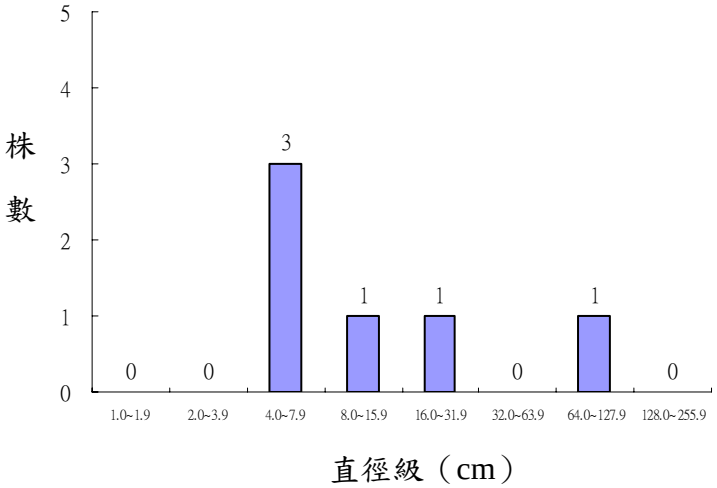
圖 42、臺灣粗榧植株分佈圖（A）與等比徑級結構圖（B）。

A.



● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

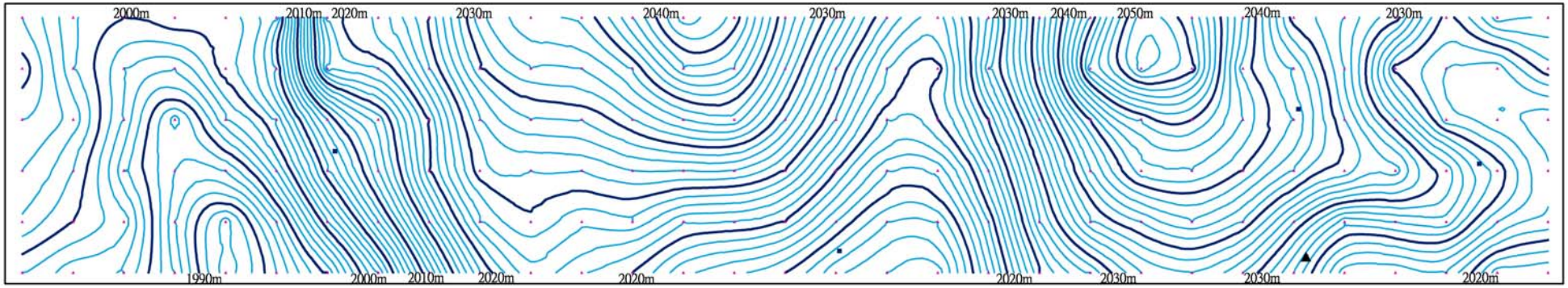
B.



數　　量：　6 棵
胸高斷面積：　0.5026m^2
重　要　值：　0.37%

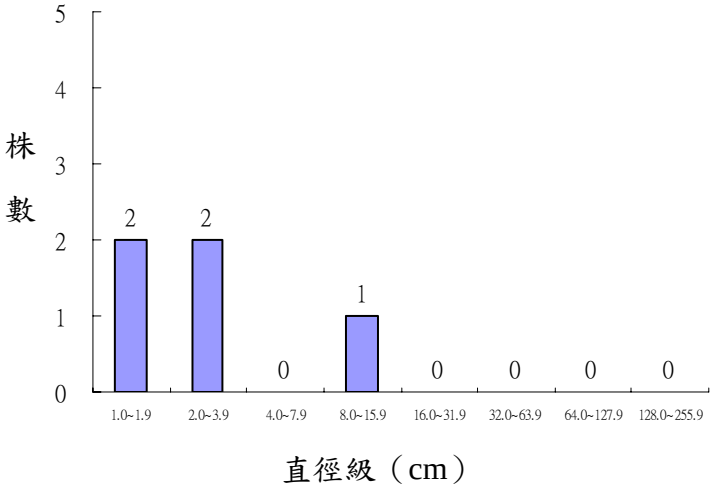
圖 43、樟葉楓植株分佈圖（A）與等比徑級結構圖（B）。

A.



● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

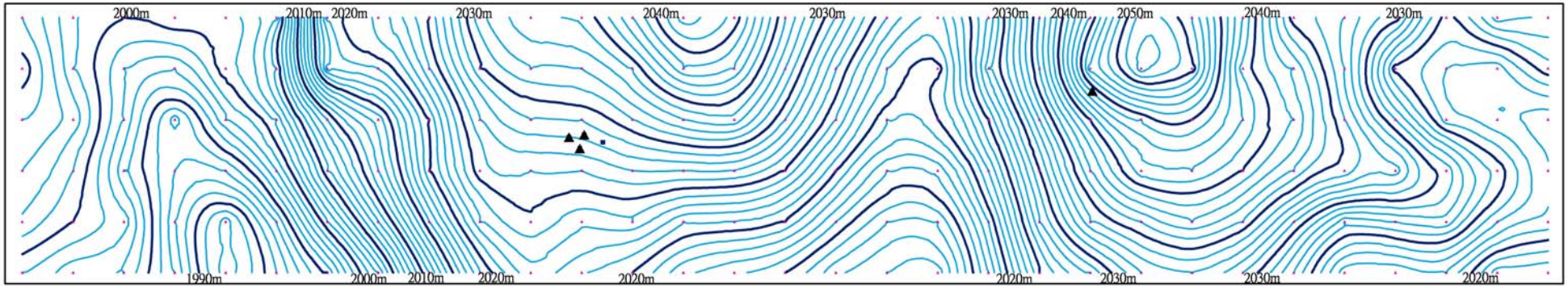
B.



數　　量：　5 棵
胸高斷面積：　0.0064m^2
重　要　值：　0.07%

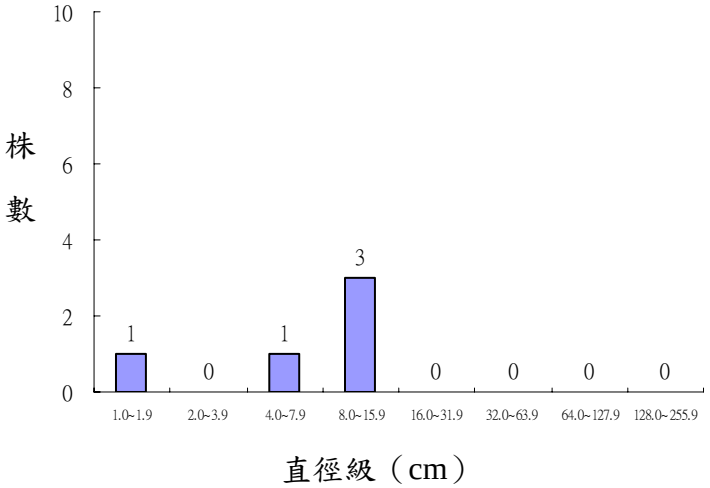
圖 44、山枇杷植株分佈圖（A）與等比徑級結構圖（B）。

A.



● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

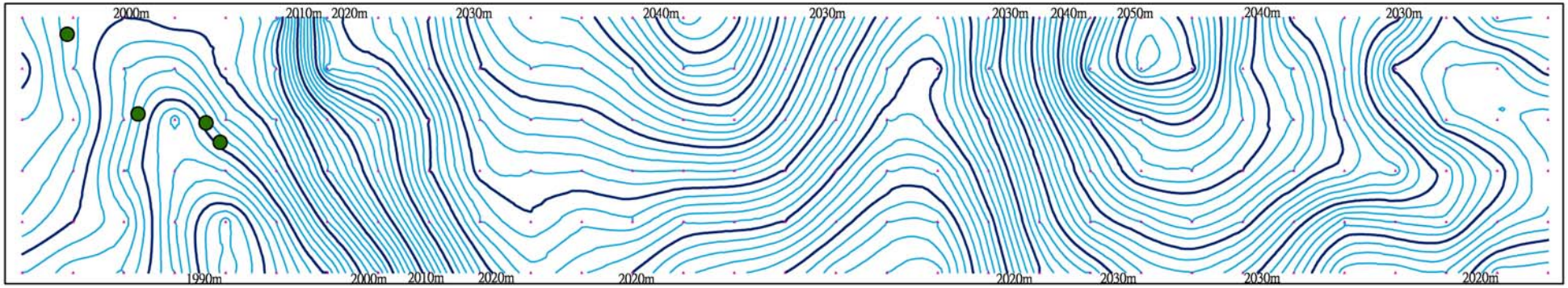
B.



數　　量：　5 棵
胸高斷面積：　0.0424m^2
重　要　值：　0.09%

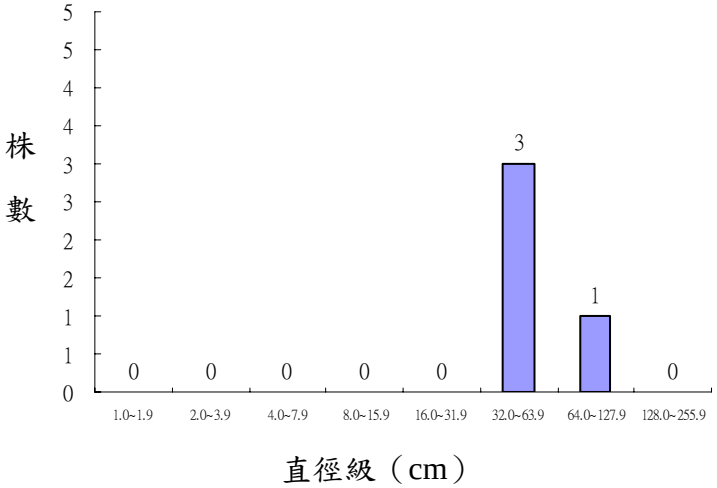
圖 45、海州常山植株分佈圖（A）與等比徑級結構圖（B）。

A.



樹冠層植株
次冠層植株
灌木層植株

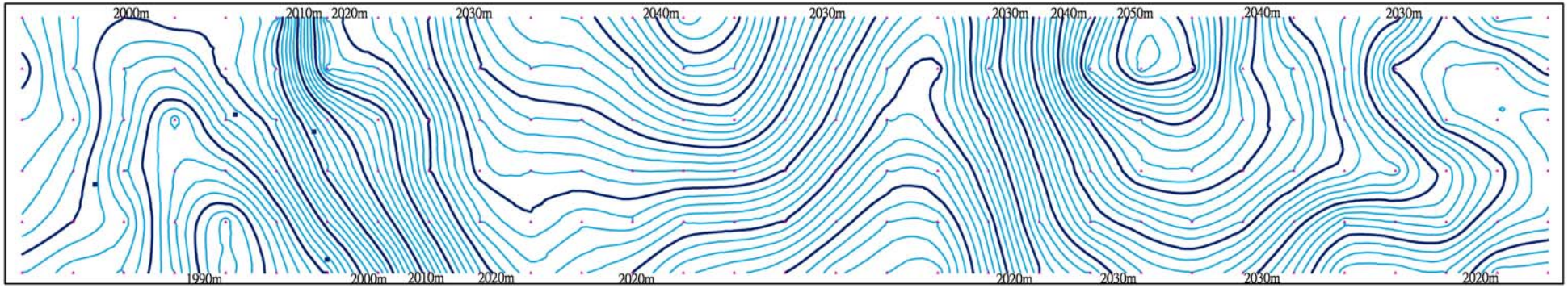
B.



數　　量：　4 棵
胸高斷面積：　1.3250m^2
重　要　值：　0.81%

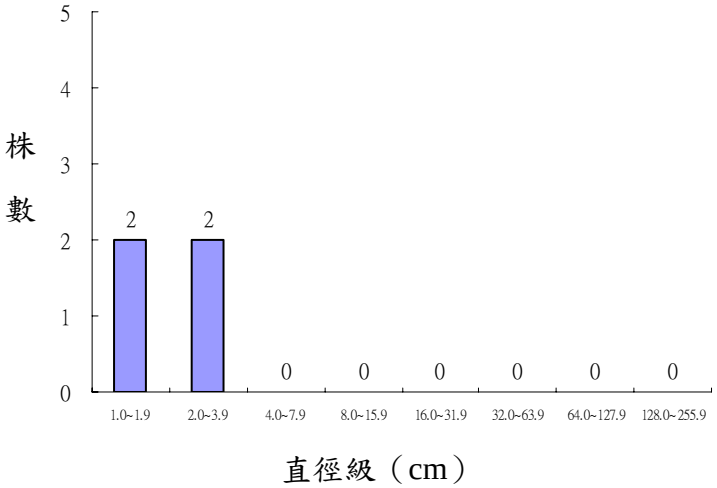
圖 46、阿里山榆植株分佈圖（A）與等比徑級結構圖（B）

A.



樹冠層植株
次冠層植株
灌木層植株

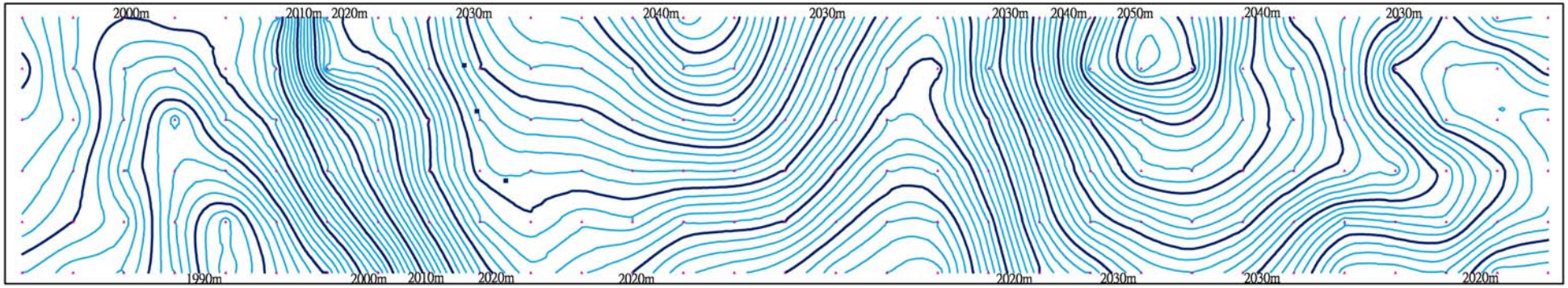
B.



數　　量：　4 棵
胸高斷面積：　0.0019m^2
重　要　值：　0.06%

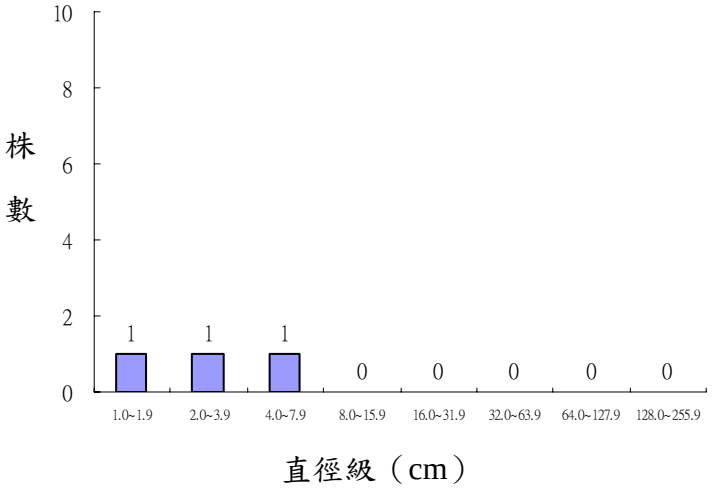
圖 47、柞木植株分佈圖（A）與等比徑級結構圖（B）。

A.



樹冠層植株
次冠層植株
灌木層植株

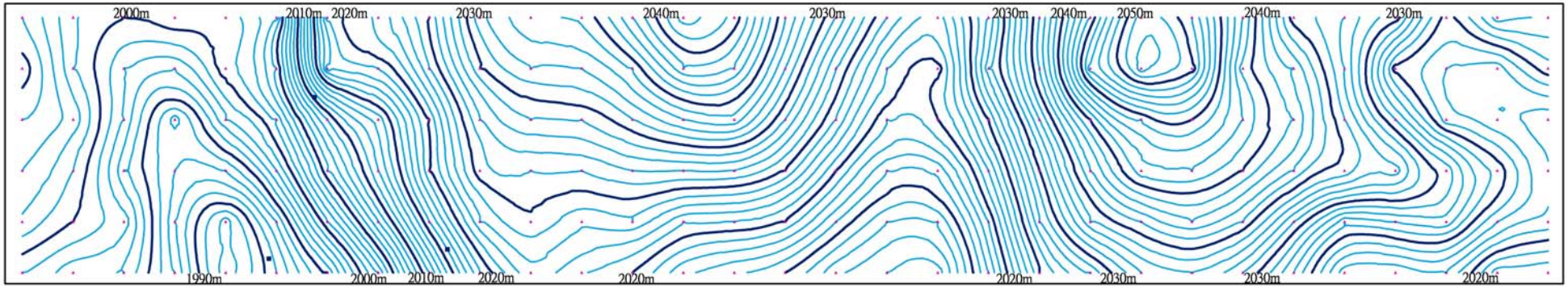
B.



數　　量：　3 棵
胸高斷面積：　0.0061m^2
重　要　值：　0.04%

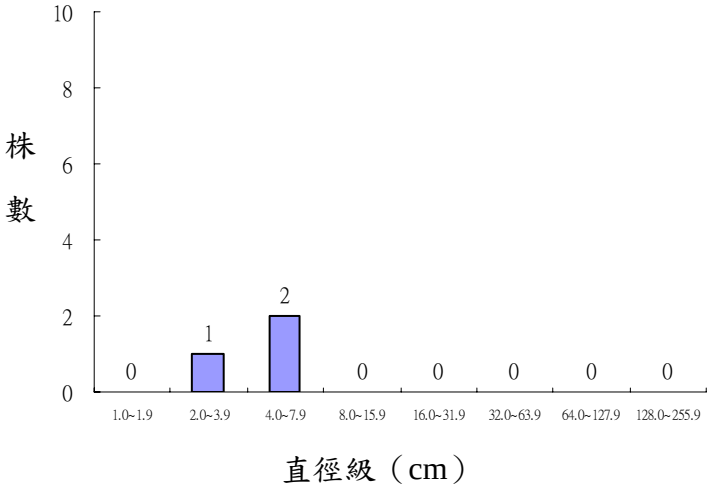
圖 48、金毛杜鵑植株分佈圖（A）與等比徑級結構圖（B）。

A.



樹冠層植株
次冠層植株
灌木層植株

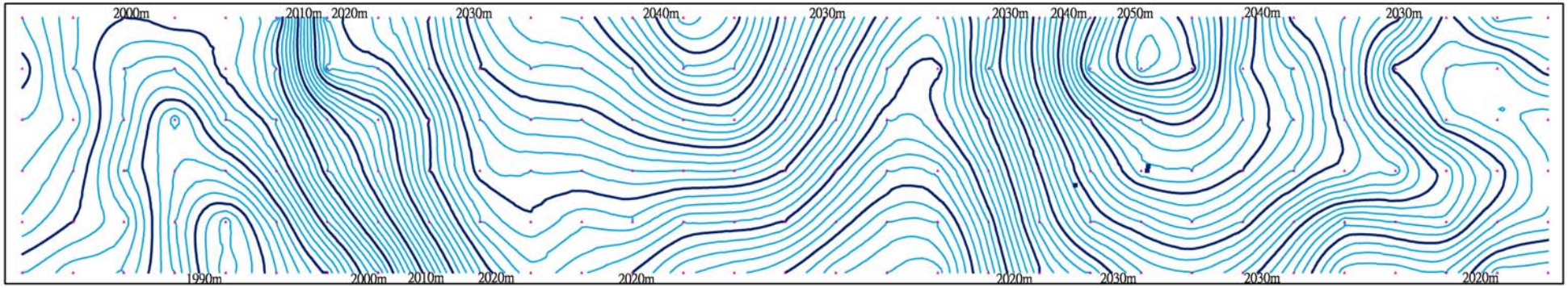
B.



數　　量：　3 棵
胸高斷面積：　0.0081m^2
重　要　值：　0.05%

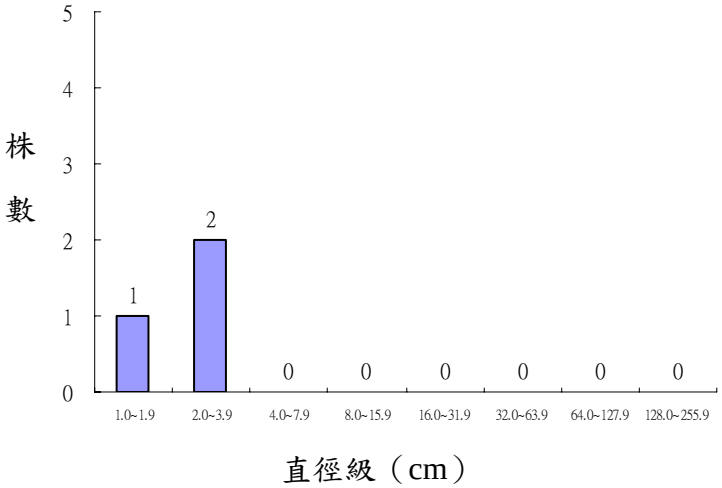
圖 49、華參植株分佈圖（A）與等比徑級結構圖（B）。

A.



● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

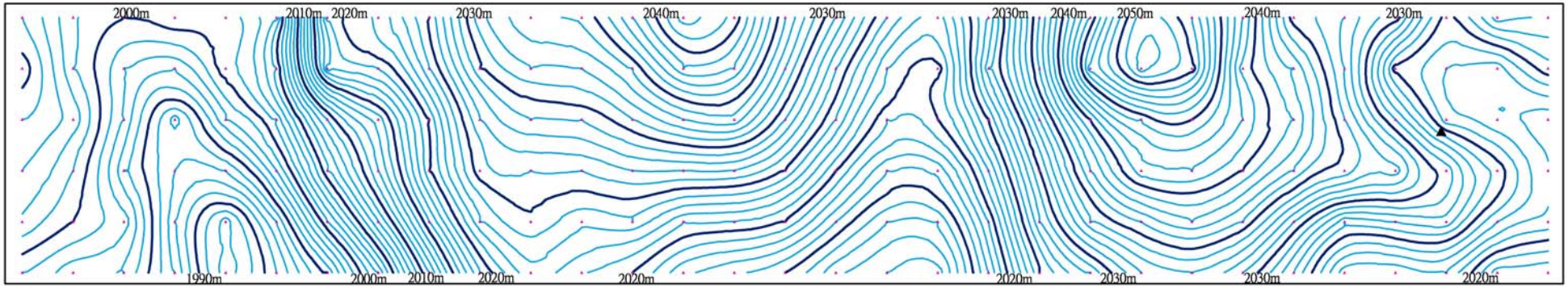
B.



數　　量：　3 棵
胸高斷面積：　0.0029m^2
重　要　值：　0.04%

圖 50、臺灣馬醉木植株分佈圖（A）與等比徑級結構圖（B）。

A.



● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

數　　量：　1 棵
胸高斷面積：　0.0484m^2
重　要　值：　0.04%

B.

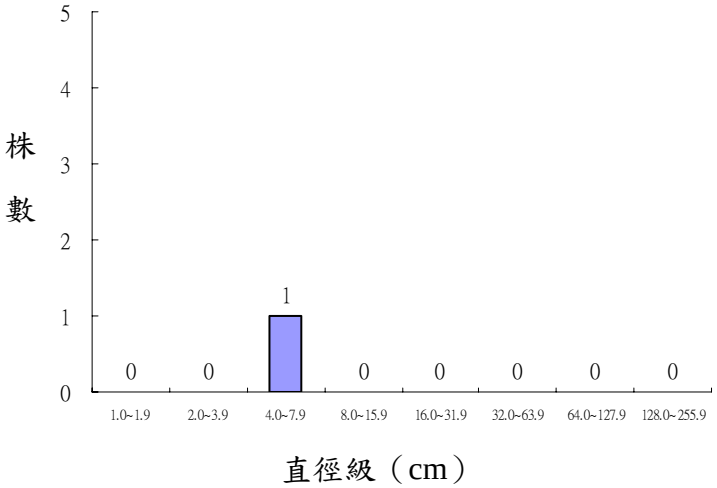
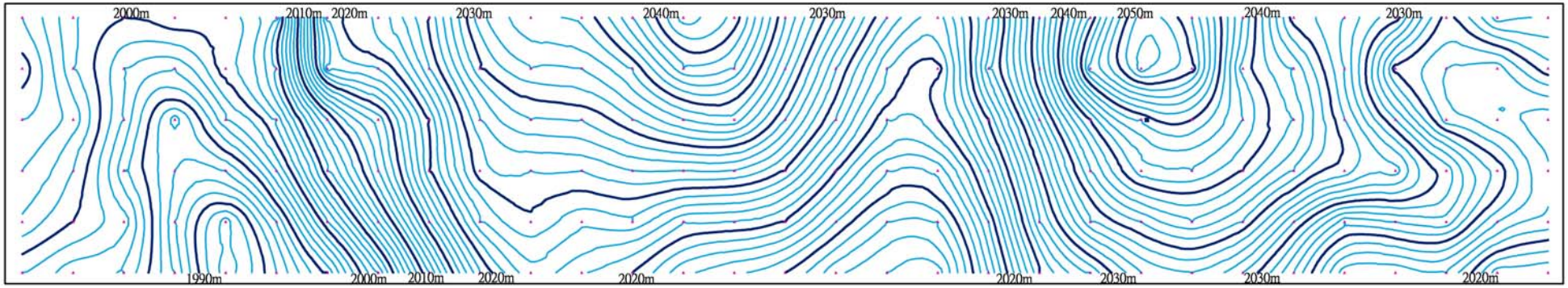


圖 51、小花鼠刺植株分佈圖（A）與等比徑級結構圖（B）。

A.



● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

數　　量：　1 棵
胸高斷面積：　0.0010m^2
重　要　值：　0.01%

B.

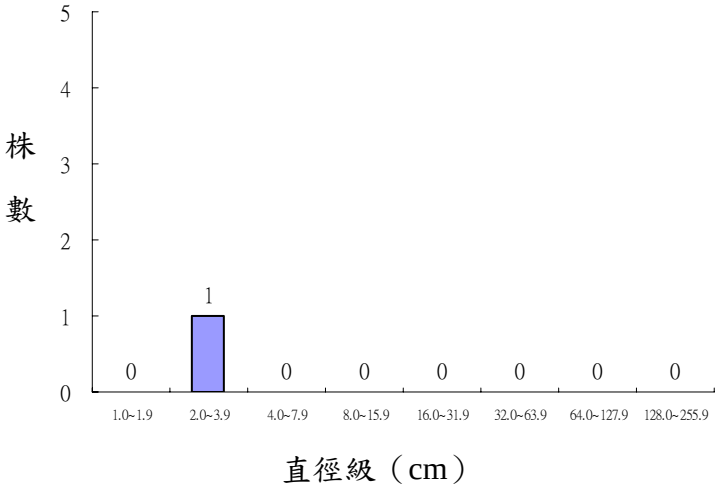
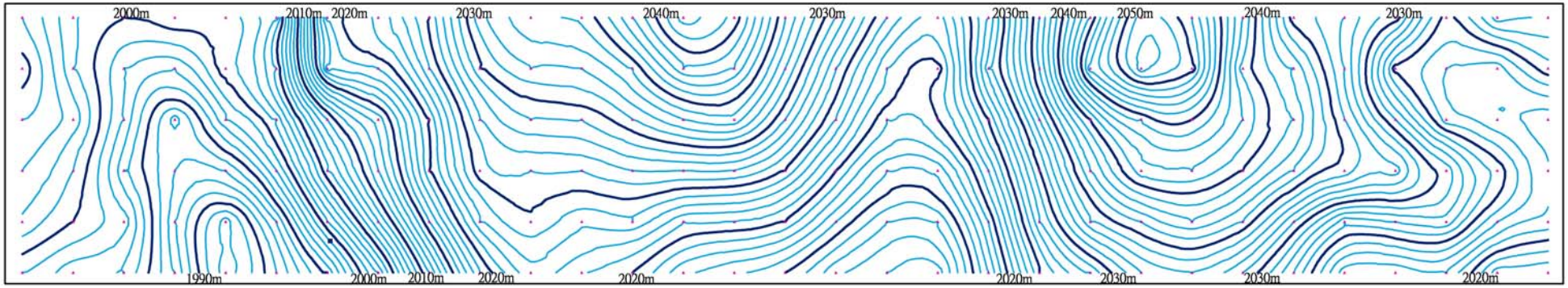


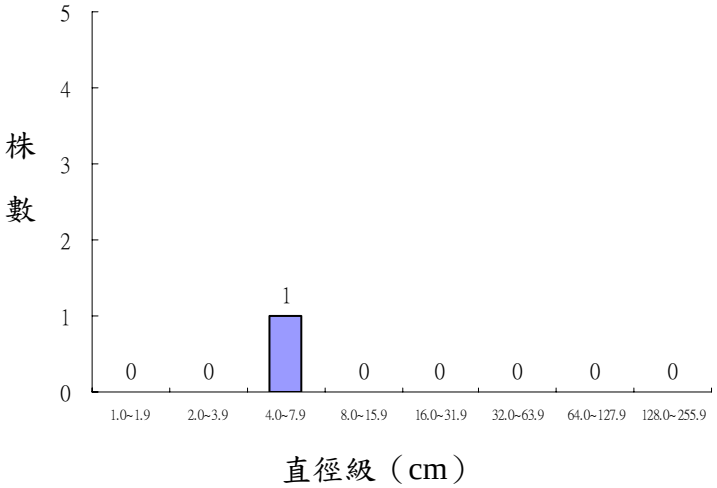
圖 52、平遮那灰木植株分佈圖（A）與等比徑級結構圖（B）。

A.



● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

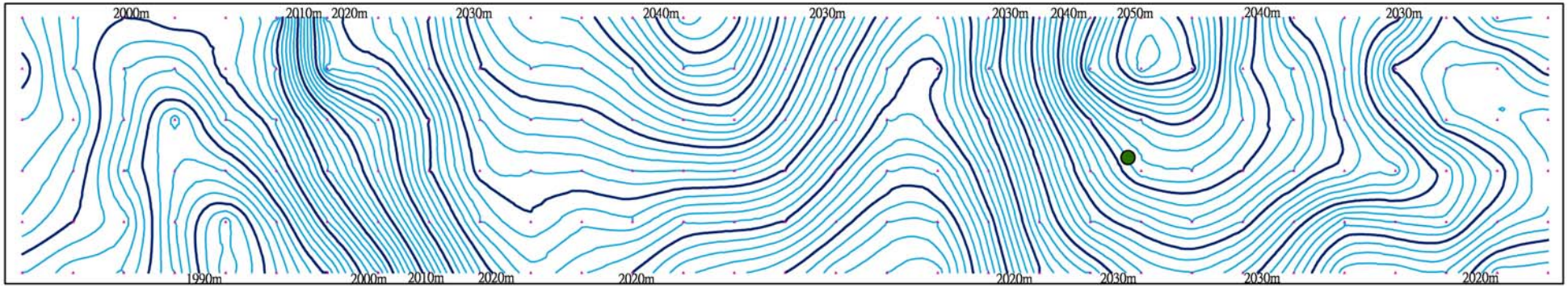
B.



數　　量：　1 棵
胸高斷面積：　0.0021m^2
重　要　值：　0.01%

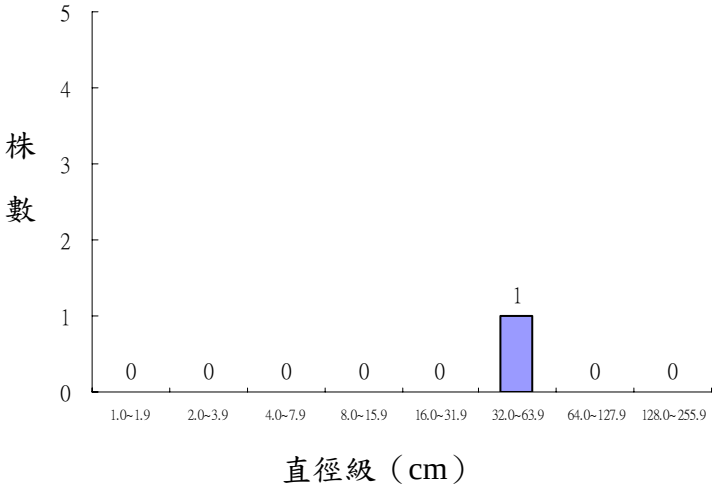
圖 53、臺灣糊樗植株分佈圖（A）與等比徑級結構圖（B）。

A.



● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

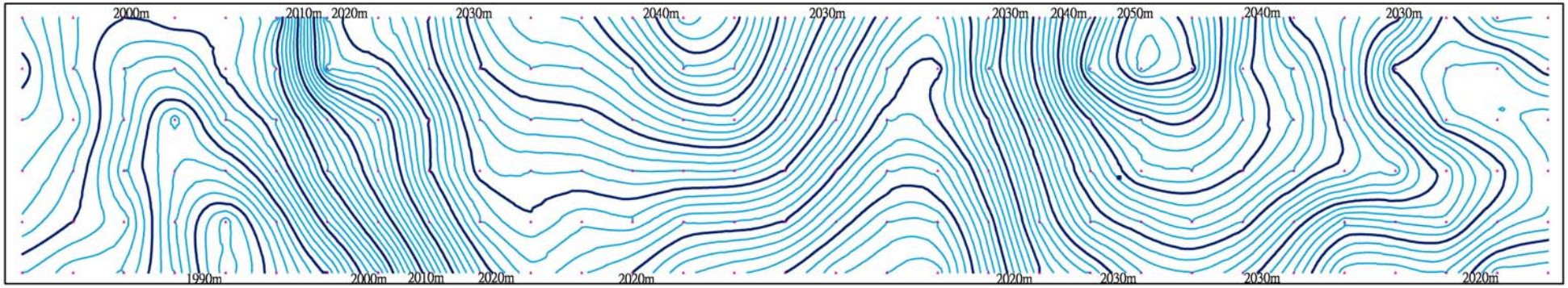
B.



數　　量：　1 棵
胸高斷面積：　0.1109m^2
重　要　值：　0.08%

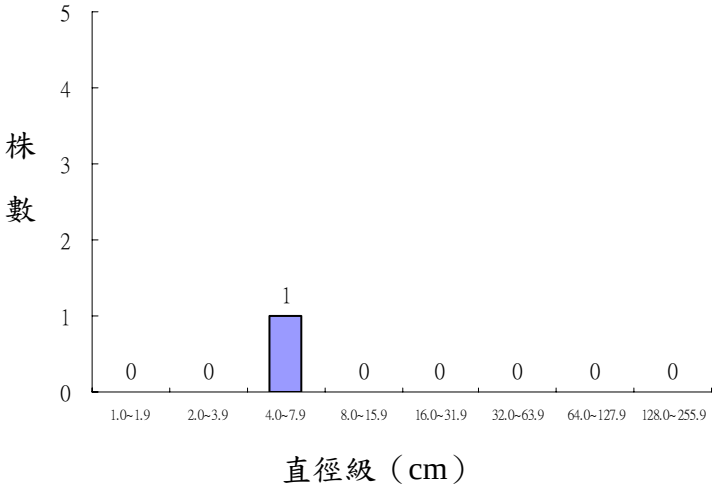
圖 54、阿里山千金榆植株分佈圖（A）與等比徑級結構圖（B）。

A.



● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

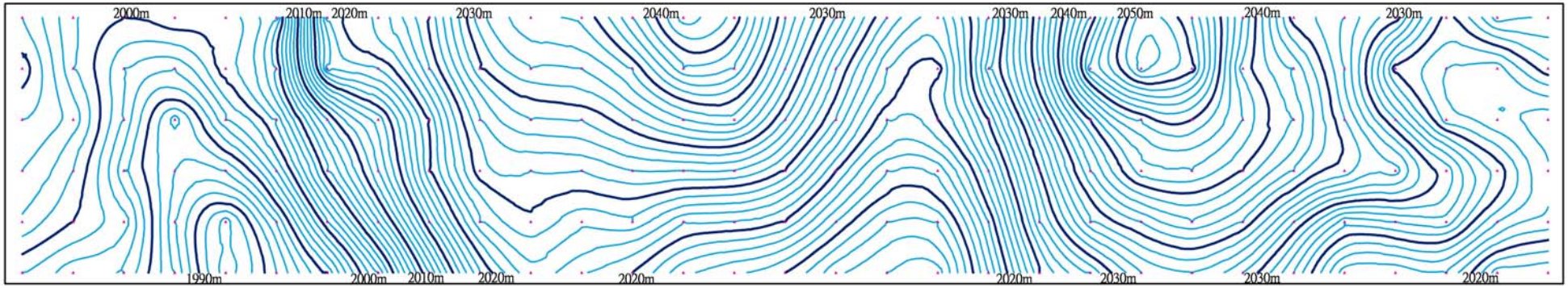
B.



數　　量：　1 棵
胸高斷面積：　0.0044m^2
重　要　值：　0.02%

圖 55、紅毛杜鵑植株分佈圖（A）與等比徑級結構圖（B）。

A.



● 樹冠層植株
▲ 次冠層植株
▪ 灌木層植株

數　　量：　1 棵
胸高斷面積：　0.0001m^2
重　要　值：　0.01%

B.

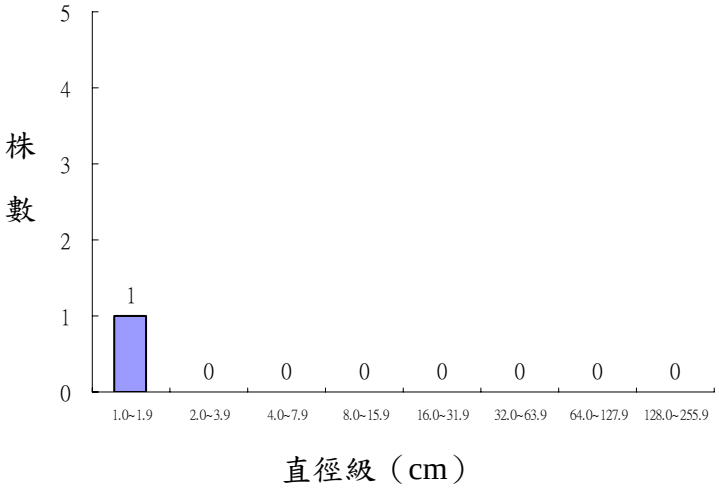


圖 56、玉山紫金牛植株分佈圖（A）與等比徑級結構圖（B）。

六、參考文獻

王鑫，1984。玉山國家公園地理、地質景觀資源調查。內政部營建署玉山國家公園管理處。81 頁。

王相華、孫義方、簡慶德、潘富俊、郭紀凡、游孟雪、伍淑惠、古心蘭、鄭育斌、陳舜英、高瑞卿，2004。墾丁喀斯勒森林永久樣區之樹種組成及生育地類型。臺灣林業科學 19（4）：323-335。

宋國彰，1996。臺灣中部北東眼山溫帶常綠闊葉林樹種的組成及分佈類型。國立臺灣大學植物學系碩士論文。72 頁。

林奐宇，2002。臺灣北部樂佩山區暖溫帶雨林森林組成結構及植物樹種空間分佈型分析。國立臺灣大學植物所碩士論文。133 頁。

林信輝、張俊斌，1995。中橫崩塌地植被特性及其優勢植物主要生理反應之研究。中華水土保持學報 26（1）：1-16。

周盈杉，2004。南橫中之關暖溫帶闊葉林植群分析。國立台南師範學院自然科學教育學系碩士班碩士學位論文。99 頁。

范素瑋，1999。南仁山亞熱帶低地雨林樹種組成、結構及分佈類型。國立臺灣大學植物學研究所碩士論文。95 頁。

陳子英，1994。臺灣北部楠櫧林帶櫧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。135 頁。

陳玉峰，1995。臺灣植被誌（第一卷）：總論及植被帶概論。玉山社出版事業股份有限公司。308 頁。

陳玉峰，1989。楠溪林道永久樣區植被調查報告（一）。內政部營建署玉山國家公園管理處。67 頁。

陳正祥，1957。氣候之分類與分區。林業叢刊第 7 號。國立臺灣大學農學院實驗林。79 頁。

曾彥學，1991。臺灣中部沙里仙溪集水區植群生態之研究Ⅱ-臺灣雲杉森林動態及族群結構之研究。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。58 頁。

游孟雪，1999。墾丁高位珊瑚礁森林的組成及結構分析。私立東海大學生物學研究所碩士論文。74 頁。

楊國禎、陳玉峰、趙偉村、陳欣一、吳樂天、趙國容、呂政峰，2002。玉山國家公園楠梓仙

溪流域植物資源調查研究。內政部營建署玉山國家公園管理處。102 頁。

楊國禎、陳欣一、吳樂天、黃江綸、王雅麗、張又敏，2003。玉山國家公園楠溪流域上游地區闊葉林永久樣區設置及調查計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。161 頁。

楊國禎、陳玉峰、鐘丁茂、陳欣一、林笈克、黃江綸、張又敏、蔡智豪、李根正、王豫煌，2004。玉山國家公園楠梓仙溪林道生態資源與經營管理之研究。內政部營建署玉山國家公園管理處。87 頁。

楊嘉政，1994。南仁山區熱帶季節性森林的組成、結構及分佈類型。國立臺灣大學植物學研究所碩士論文。63 頁。

劉和義，1997。全球變遷：南仁山森林生態系研究-次生林永久樣區之設立（Ⅰ）。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。147-149 頁。

劉棠瑞、蘇鴻傑，1983。森林植物生態學。臺灣商務印書館。534 頁。

廖啟政，1995。南仁山區亞熱帶雨林海拔梯度與植被組成、結構、歧異度及分佈類型的關係。國立臺灣大學植物學研究所碩士論文。82 頁。

趙國容，2001。南仁山低地雨林木本植物社會之短期動態。國立臺灣大學植物所碩士論文。150 頁。

趙偉村，1997。南仁山亞熱帶雨林樹種分佈類型之研究。國立臺灣大學植物學研究所碩士論文。101 頁。

謝長富、楊國禎、謝宗欣、林淑梅，1990。中橫公路沿線植生演進之調查（二）。行政院國家科學委員會防災科技研究報告 78-63 號。

謝宗欣、周盈杉、王文明，2003。玉山國家公園南橫中之關地區闊葉林永久樣區設置及調查計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。136 頁。

謝宗欣、謝長富，1990。南仁山區亞熱帶森林樹種組成和分佈類型。臺灣省立博物館年刊 33：121-146。

蘇鴻傑，1984。臺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。

Bonger, F., J. Popma, J. M. del Castillo, and J. Catabias. 1988. Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. Vegetatio 74:55-88.

Hill, M. O. 1979. DECORANA-AFORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ithaca, N. Y. Cornell University.

Huang, T. C. (ed.) 1993. Flora of Taiwan, 2nd, Vol. 3. Editorial Committee of the Flora of Taiwan, Taiwan.

Huang, T. C. (ed.) 1996. Flora of Taiwan, 2nd, Vol. 2. Editorial Committee of the Flora of Taiwan, Taiwan.

Huang, T. C. (ed.) 1998. Flora of Taiwan, 2nd, Vol. 4. Editorial Committee of the Flora of Taiwan, Taiwan.

Huang, T. C. (ed.) 2000. Flora of Taiwan, 2nd, Vol. 5. Editorial Committee of the Flora of Taiwan, Taiwan.

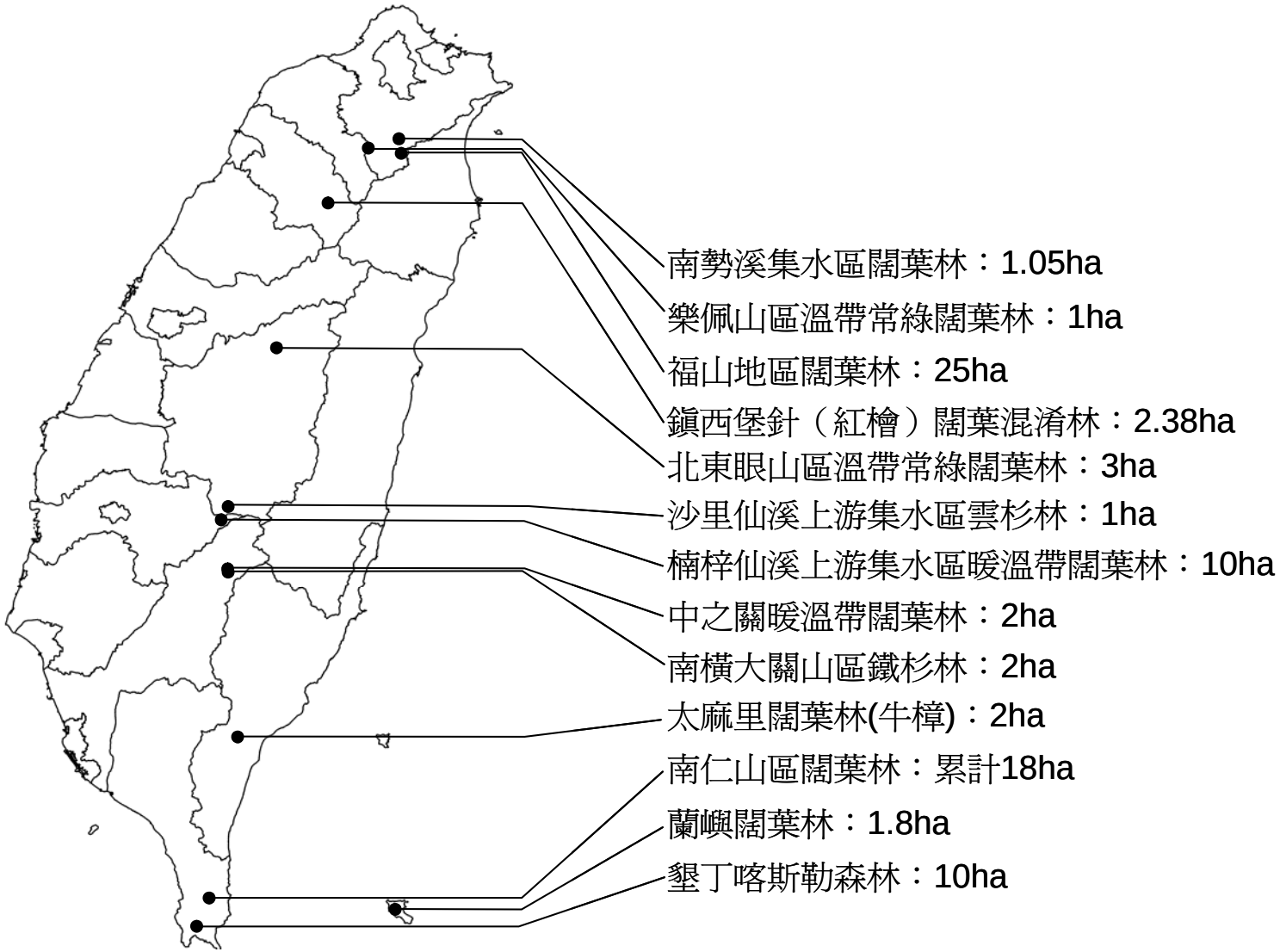
Knight, D. H. 1975. A phytosociological analysis of species-rich tropical forest on Barro Colorado Island, Panama. Ecological Monographs 45:259-284.

Liu, S. Y., Y. L. Wang, and K. C. Yang. 2005. Assessing volunteers' views of scientific research in a long-term ecological research (LTER) program. The annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas, TX.

Wu, S. C. and C. F. Hsieh. 2004. Community structure and spatial pattern of major tree species in an old-growth mixed temperate forest at the Cinsbu area, north Taiwan. Pages 41 in symposium booklet of abstracts. Forests in flux: Findings form the forest dynamics plot network. Taiwan Forestry Research Institute, Taipei, Taiwan.

Yang, K. C., J. K. Lin, and Y. H. Wang. 2004. Permanent-plot study of the temperate evergreen broad-leaved forest in upstream region of Nantzushien Creek in central Taiwan. Pages 41 in symposium booklet of abstracts. Forests in flux: Findings form the forest dynamics plot network. Taiwan Forestry Research Institute, Taipei, Taiwan.

附錄一、臺灣地區 1 公頃以上森林永久樣區分佈圖



附錄二、楠溪林道永久樣區 1.5 公頃木本植物名錄

1. Gymnosperms 裸子植物

1. Cephalotaxaceae 粗榧科

1. *Cephalotaxus wilsoniana* Hayata 臺灣粗榧 (T, E, R)

2. Dicotyledons 雙子葉植物

2. Aceraceae 楓樹科

2. *Acer albopurpurascens* Hayata 樟葉楓 (T, E, C)

3. *Acer insulare* Makino 尖葉楓 (T, V, M)

3. Aquifoliaceae 冬青科

4. *Ilex ficoidea* Hemsl. 臺灣糊樗 (T, V, M)

4. Araliaceae 五加科

5. *Sinopanax formosana* (Hayata) Li 華參 (T, E, R)

5. Berberidaceae 小蘗科

6. *Mahonia oiwakensis* Hayata 阿里山十大功勞 (S, E, R)

6. Betulaceae 樺木科

7. *Alnus formosana* (Burkill ex Forbes & Hemsl.) Makino 臺灣赤楊 (T, V, C)

8. *Carpinus kawakamii* Hayata 阿里山千金榆 (T, E, C)

7. Caprifoliaceae 忍冬科

9. *Viburnum luzonicum* Rolfe 呂宋莢迷 (T, V, C)

10. *Viburnum taitoense* Hayata 臺東莢迷 (S, E, M)

8. Elaeocarpaceae 杜英科

11. *Elaeocarpus sylvestris* (Lour.) Poir. 杜英 (T, V, C)

9. Ericaceae 杜鵑花科

12. *Pieris taiwanensis* Hayata 臺灣馬醉木 (S, E, C)

13. *Rhododendron latoucheae* Fr. 西施花 (T, V, C)

14. *Rhododendron oldhamii* Maxim. 金毛杜鵑 (S, E, C)

15. *Rhododendron rubropilosum* Hayata 紅毛杜鵑 (S, E, C)

16. *Vaccinium randaiense* Hayata 巒大越橘 (T, V, M)

10. Fagaceae 殼斗科

17. *Castanopsis carlesii* (Hemsl.) Hayata 長尾栲 (T, V, C)

18. *Cyclobalanopsis stenophylloides* (Hayata) Kudo & Masamune ex Kudo 狹葉櫟 (T, E, C)

19. *Pasania kawakamii* (Hayata) Schott. 大葉石櫟 (T, E, C)

20. *Quercus tatakaensis* Tomiya 銳葉高山櫟 (T, E, M)

11. Flacourtiaceae 大風子科

21. *Xylosma congesta* (Lour.) Merr. 柞木 (T, V, R)

12. Lauraceae 樟科

22. *Cinnamomum insulari-montanum* Hayata 臺灣肉桂 (T, E, M)

23. *Litsea acuminata* (Blume) Kurata 長葉木薑子 (T, V, C)

24. *Litsea akoensis* Hayata 屏東木薑子 (T, E, M)

25. *Machilus japonica* Sieb. & Zucc. 假長葉楠 (T, V, C)

26. *Machilus thunbergii* Sieb. & Zucc. 紅楠 (T, V, C)

27. *Machilus zuihoensis* Hayata var. *mushaensis* (Lu) Y. C. Liu 青葉楠 (T, E, M)

28. *Neolitsea sericea* (Blume) Koidz. 白新木薑子 (T, V, M)

13. Magnoliaceae 木蘭科

29. *Michelia compressa* (Maxim.) Sargent 烏心石 (T, V, C)

14. Myrsinaceae 紫金牛科

30. *Ardisia cornudentata* Mez ssp. *morrisonensis* (Hayata) Yuen P. Yang 玉山紫金牛 (S, E, C)

15. Oleaceae 木犀科

31. *Osmanthus matsumuranus* Hayata 大葉木犀 (T, V, C)

16. Pittosporaceae 海桐科

32. *Pittosporum illicioides* Makino 疏果海桐 (S, V, C)

17. Rosaceae 薔薇科

33. *Eriobotrya deflexa* (Hemsl.) Nakai 山枇杷 (T, E, C)

34. *Malus doumeri* (Bois) Chev. 臺灣蘋果 (T, V, R)

35. *Pourthiaea beauverdiana* (Schneider) Hatusima var. *notabilis* (Rehder & Wilson) Hatusima 臺灣老葉兒樹 (T, V, R)

18. Saxifragaceae 虎耳草科

36. *Deutzia pulchra* Vidal 大葉溲疏 (S, V, C)

37. *Itea parviflora* Hemsl. 小花鼠刺 (T, E, C)

19. Symplocaceae 灰木科

38. *Symplocos heishanensis* Hayata 平遮那灰木 (T, V, C)

39. *Symplocos konishii* Hayata 小西氏灰木 (T, V, C)

20. Theaceae 茶科

40. *Eurya leptophylla* Hayata 薄葉柃木 (S, E, C)

41. *Eurya loquaiana* Dunn 細枝柃木 (S, V, C)

42. *Gordonia axillaris* (Roxb.) Dietr. 大頭茶 (T, V, C)

43. *Schima superba* Gardn. & Champ. 木荷 (T, V, C)

21. Ulmaceae 榆科

44. *Ulmus uyematsui* Hayata 阿里山榆 (T, E, M)

22. Verbenaceae 馬鞭草科

45. *Callicarpa formosana* Rolfe 杜虹花 (S, V, C)

46. *Clerodendrum trichotomum* Thunb. 海州常山 (T, V, C)

屬性代碼(A, B, C)對照表

欄 A - T: 木本, S: 灌木, C: 藤本, H: 草本

欄 B - E: 特有, V: 原生, R: 歸化, D: 栽培

欄 C - C:普遍, M: 中等, R:稀有, V: 極稀有, E: 瀕臨滅絕,

	蕨類	裸子	雙子葉	單子葉	合計
科數	0	1	21	0	22
屬數	0	1	36	0	37
種數	0	1	45	0	46
喬木	0	1	34	0	35
灌木	0	0	11	0	11
藤本	0	0	0	0	0
草本	0	0	0	0	0
特有	0	1	19	0	20
原生	0	0	26	0	26
歸化	0	0	0	0	0
栽培	0	0	0	0	0
普遍	0	0	30	0	30
中等	0	0	10	0	10
稀有	0	1	5	0	6

附錄三、期中期末審查意見

期中審查意見

審查意見	回覆
10 公頃樣區在不同年度以 1 公頃、1.5 公頃的方式區塊劃設，這種進度規劃是否會因時間過長，而有調查資料在時間上不一致的現象？	目前 10 公頃預定樣區中間 3.5 公頃已經完成，北面 1.5 公頃及南面的 1 公頃則正在執行中。在調查時間的一致性上，目前規劃以 13 個月，即 2005 年 1 月至 2006 年 1 月間，來完成 10 公頃中的 6.5 至 7.1 公頃。然後 2006 年 1 月至 2009 年 12 月間，研究團隊會儘可能的擴大樣區至 10 公頃。2006 年 1 月至 2011 年 1 月間，便複查這 10 公頃的資料，屆時便有 6.5 至 7.1 公頃的動態資料及 10 公頃在時間上一致的資料呈現。
楠梓仙溪工作站目前呈現荒廢的現象，研究人員維修及改善工作站作為研究基地的情況如何？是否更符合工作所需？	儘可能的達到以方便調查工作方向來作整建維護。
「樣區」及「樣方」名詞易混淆不清，請於報告中名確定義說明。	於期末報告作修正。
在報告書圖 1 中，10 公頃樣區域定地的圖示不明顯，是否在圖外另外作圖例標示。	於期末報告作修正。
臺灣赤楊在本永久樣區分佈係位於地形較為平坦處，與其一般分佈在地形較陡峭處不同的原因為何？	臺灣赤楊在本樣區內的分佈係位於地形較平坦處，主要可能為本區經火燒後，以及小崩塌後的裸露地，經演替生長的形成，非單純大崩他陡峭處形成。
報告書中之工作進度分配表，深具參考價值，建議再詳加說明。	感謝對研究團隊的肯定，以後有機會定更詳加說明。
本次期中簡報資料檔案是否可以提供參考使用。	會準備一份交予貴局企畫組，由企畫組承辦員統一管理參考使用。
建議報告中增列本區域之雨量及溫度等圖表。	於期末報告作修正。
建議收集本區域之地質土壤結構資料，以進一步瞭解環境因子。	根據玉山國家公園的計畫報告，樣區的地層以和社層的黑色板岩及十八重溪層砂岩交會區為主，此資料將於期末報告加入。
學名採用請以最新之植物學名代碼表所列使用，並加註植物代碼。	學名的問題上，在行政方便的角度將儘可能配合，且林務局目前所使用的系統源自謝長富老師研究室，我們研究團隊所使用的 Pbaseonline 的系統也是源自謝長富老師研究室，整體的資料庫應該是相同的。
胸週請以胸高直徑取代，以利與本局其他調	報告書的材料與方法一章即已說明會進行換

查資料整合。	算工作。
計畫結束時應將調查原始資料電子檔送交本局，以利與其他調查成果比較，以便匯入本局相關資料系統。	會準備一份交予貴局企畫組，由企畫組承辦員統一管理參考使用。
預定 10 公頃大樣區是由林務局、嘉義林區管理處及玉山國家公園管理處所補助調查研究，報告提供出來的資料是整合全部或是個別區隔開來，若區隔開來，其資料的完整性是否足夠？	各單位合約上支持的面積大小為多少，在繳交的報告時就會按照合約繳交該提供的資料數量，並根據支持單位的需求，提供相關的意見。但在學術報告方面，整體的資料會一起呈現出來，然後會在致謝上按照合約與學術的規定，逐一說明支持單位。

期末審查意見

審查意見	回覆
本研究計畫臺灣生態學會投入時間及人力來完成，相當值得肯定。	感謝對研究團隊的肯定。
研究報告書第 2 頁，有關墾丁喀斯勒森林樣區為楠榕林帶乙節，請補充說明其特色。	於結案報告書作補充說明。
研究報告書第 5 頁圖 2,楠梓仙溪地區推測之生態氣候圖，請加註圖例說明不同顏色代表之意義。	於結案報告書作修正。
研究報告書有關「干擾區」、「非干擾區」、「上坡」、「下坡」等名詞，建議明確定義。	有關「上坡」、「下坡」等係地形學上之名稱，在 1.5 公頃小區域是無法明確界定,未來將嘗試劃定。
本研究報告之參考文獻，請重新檢視補正，例如第 4 頁（王鑫，1982）。	於結案報告書作修正。
有關永久樣區之後續複查問題,宜妥適規劃。	未來會與已經從事過複查的研究單位討論後，再規劃調查方式。
本研究計畫僅做胸週 3.14 公分以上木本植物之調查與分析，對於森林生態經營所需資料恐有不足之處，建請能涵蓋樣區內所有地表植被植物、野生動物及土壤調查。	目前應依照合約書來執行（企畫組張組長說明）。
樣區附近野生動物種類繁多，又有國家公園在外面設置管制哨限制人員進出，干擾較少，故可說是野生動物天堂，臺灣生態學會在樣區內有設置紅外線自動相機拍攝野生動物，建請能將拍攝觀察到之野生動物列入期末報告書內。	目前應依照合約書來執行（企畫組張組長說明）。 永久樣區附近野生動物調查及研究，未來會建議納入樣區調查的規劃。
樣區調查所製作之樣木及等高線地形等 GIS	可提供林務局及嘉義林區管理處應用。

圖層，建請能備份 1 份存置本處。	
研究報告書建請能將期中及期末報告審查會議記錄納入。	於結案報告書作補充加入。
研究報告摘要部分之科名及學名，請加註英文或拉丁文。	於結案報告書作補充加入。
研究報告書第 30 頁圖 10、推移帶分析樣區分配圖中之推移帶請將等高線完全呈現，並請加上推移帶以外之林相及干擾區、非干擾區之位置圖示。	於結案報告書作補充加入。
有關「干擾區」、「非干擾區」部分，建議加以劃出來。	於結案報告書作補充加入。
研究報告大部分圖中海拔分佈較平坦處樹種較少之原因？	海拔分佈較平坦處樹種較少之原因，主要是該區為臺灣赤楊為主的林相，林下只有芒草，樹種歧異度相當低，未來將觀察其干擾情形。
何謂「等差徑級」？其徑級如何決定？代表意義為何？	根據「徑級組距＝（單種最大胸高直徑-最小胸高直徑）／INT（5×logN），N 為單種族群數量」（本研究報告中已說明）可檢定物種屬於 L 型、反 J 型或波浪型的徑級分佈。
本研究計畫之永久樣區設置及調查過程相當值得本局森林永久樣區設置參考，建議嘉義林區管理處辦理「楠梓仙溪流域中海拔地區常綠闊葉樹林與永久樣區設置及調查」委託研究計畫教育訓練時，邀請各林區管理處及本局人員參加。	本會將與嘉義處協調後進行教育訓練規劃。
研究報告摘要部分，提及樣區內數量排名前 20 的種類（累計植株數達 95％）的分佈類型，請說明為何設定累計植株數達 95％？	95％乃根據統計上的要求作界定。