

行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 95-00-?-??

楠梓仙溪流域中海拔地區常綠闊葉林 8.37 公頃
永久樣區設置及調查

Permanent plot study of 8.37 ha evergreen broad-leaf forest in the
middle elevation of Nantzuhsien Creek

(初稿)

補助機關：行政院農委會林務局

執行機關：臺灣生態學會

協辦機關：玉山國家公園管理處、嘉義林區管理處

計畫主持：楊國禎

研究助理：林笈克、黃江綸、張又敏

中華民國 九十五 年 十一 月

摘要

本研究於楠梓仙溪林道 9.5~10.1K 旁的闊葉樹林區，設置東西長 350 公尺，南北寬 240 公尺，扣除東北角 3 個樣方，總面積為 8.37 公頃的森林動態樣區。研究重點：一、藉由新調查與複查 2005 年以前的資料，整合 8.37 公頃內胸徑 1 公分以上之每木測量於 2005 年 1 月至 2006 年 2 月中旬間完成，以求調查資料在時程上一致性；二、根據過往調查經驗提出本樣區未來的規劃；三、分析並探討樣區內物種組成、族群結構與空間分佈關係。

規劃方面，臺灣生態學會未來將負責樣區主要的調查工作，計畫與靜宜大學生態系合作，訓練學生與志工，進行未來週期性的複查工作。樣區目前在本計畫下完成 8.37 公頃，未來將朝向 12.75 公頃發展，並規劃分為 11.75 公頃的研究核心區與 1.2 公頃的解說教育區。

8.37 公頃樣區內共標記 18,790 株直立木本植物，分屬於 27 科 51 屬 64 種。以殼斗科 (Fagaceae)、樟科 (Lauraceae) 植物為最優勢，其次是茶科 (Theaceae)。樣區的常綠闊葉林屬於以長尾栲 (*Castanopsis carlesii*)、假長葉楠 (*Machilus japonica*)、長葉木薑子 (*Litsea acuminata*) 為優勢的森林，落葉林則以臺灣赤楊 (*Alnus formosana*) 為優勢。根據雙向列表比較法，樣區森林分為四種植物社會。第 I 型，樟科優勢型植物社會：主要分佈於樣區東、西兩側的谷地底坡乃至部分下坡區，最優勢組成為假長葉楠，其次為大葉石櫟 (*Pasania kawakamii*)、長葉木薑子與狹葉櫟 (*Cyclobalanopsis stenophylloides*)。第 II 型，殼斗科—樟科共優勢型植物社會：主要分佈於樣區的中下坡區域及中央無水流的底坡山谷區，最優勢的物種為長尾栲，其次為長葉木薑子、狹葉櫟、薄葉柃木 (*Eurya leptophylla*) 與假長葉楠。第 III 型，殼斗科／茶科優勢型植物社會：主要分佈於樣區的東側稜線上坡處，最優勢物種長尾栲，其次為木荷 (*Schima superba*) 與長葉木薑子。第 IV 型，落葉樹優勢型植物社會：主要分佈於中央偏西及西南角的稜脊，臺灣赤楊佔有絕對優勢，其次為杜虹花 (*Callicarpa formosana*)。

植株數超過 90 株(累計株數百分比達 95%)的 24 個物種的分佈類型分別為 8 型：杜虹花屬干擾區廣泛分佈型；臺灣赤楊為稜線干擾分佈型；長葉木薑子等 9 種屬非干擾區廣泛分佈型；木荷為稜線-上坡分佈型；西施花 (*Rhododendron latoucheae*)、巒大越橘 (*Vaccinium randaiense*) 為上坡分佈型；薄葉柃木等 5 種屬中-上坡分佈型；大葉木犀 (*Osmanthus matsumuranus*)、山枇杷 (*Eriobotrya deflexa*) 為中-下坡分佈型；假長葉楠等 3 種屬下坡-谷地底坡分佈型。這 24 個物種的徑級結構分配，除了杜虹花與臺灣赤楊呈現鐘型分佈，其餘 22 種呈現 L 型或反 J 型分佈的穩定齡級結構。

一、前言

近年來在世界各地，為取得龐大的林木資料而建構的大型森林動態樣區已經逐漸推行，例如在波多黎各的 Luquillo 設立 16 公頃的樣區、巴拿馬的 Barro Colorado Island 設立 50 公頃的樣區、印度的 Mudumalai 設立 50 公頃的樣區、斯里蘭卡的 Sinharaja 設立 25 公頃的樣區、泰國的 Huai Kha Khaeng 設立 50 公頃的樣區、馬來西亞的 Pasoh 設立 50 公頃的樣區，以及沙勞越的 Lambir 設立 50 公頃的樣區 (Wills et al. 2006)。台灣地區，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引入國外大型永久樣區的設置與調查，迄今全台灣各地已經完成或正在進行中，超過 1 公頃以上的大型森林永久樣區已達 14 個之多，由北而南分別為台北南勢溪集水區的闊葉林樣區 (陳子英，1994)、台北樂佩山區闊葉林樣區 (林奐宇，2002)、宜蘭福山闊葉林樣區 (張勵婉等，2004)、新竹鎮西堡紅檜樣區 (Wu and Hsieh，2004)、南投北東眼山闊葉林樣區 (宋國彰，1996)、南投人倫林道柳杉人工林分散樣區 (孫義方等，建構中)、南投沙里仙溪上游集水區雲杉林樣區 (曾彥學，1991)、嘉義楠梓仙溪上游集水區闊葉林樣區 (Yang et al, 2004)、高雄南橫中之關地區闊葉林樣區 (周盈杉，2004)、高雄南橫塔關山區鐵杉林樣區 (林育霜，2005)、台東太麻里闊葉林樣區 (陳永修等，建構中)、屏東南仁山區闊葉林分散樣區 (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)、台東蘭嶼天池地區闊葉林樣區 (王文明，2004) 及屏東墾丁喀斯勒森林闊葉林樣區 (王相華等，2004) (圖 1)。這 14 個樣區中，面積單一超過 10 公頃以上者，僅福山闊葉林的 25 公頃樣區與墾丁喀斯勒森林的 10 公頃樣區，前者在台灣植被的垂直分帶 (蘇鴻傑，1984) 的楠櫟林帶中，屬闊葉樹林帶的中層，後者可歸在楠榕林帶中，屬闊葉樹林帶的下層。

2002 年玉山國家公園管理處針對轄區楠梓仙溪林道沿線植被進行調查，發現林道 9.5K 至 10K 西側的闊葉樹林面積廣闊，地勢平緩，極適合發展為大面積的森林動態樣區 (楊國禎，2002)。遂隔年由玉山國家公園管理處進行首次 1 公頃的樣區劃設與調查，結果顯示此處森林在上部櫟林帶的下緣，屬闊葉樹林帶的上層，以殼斗科 (Fagaceae) 的長尾栲 (*Castanopsis carlesii*)、狹葉櫟 (*Cyclobalanopsis stenophylloides*)、大葉石櫟 (*Pasania kawakamii*) 與樟科 (Lauraceae) 的長葉木薑子 (*Litsea acuminata*)、假長葉楠 (*Litsea japonica*) 為主 (楊國禎，2003)，同時經航空照片判釋此區的闊葉森林地勢平緩，可成立森林動態樣區面積達 10 公頃以上，加上鄰近的楠梓仙溪工作站，適合作為調查的研究基地，便繼福山

與墾丁後，規劃此區朝 10 公頃以上的森林動態樣區發展。

楠溪森林動態樣區的生育地屬性，有楠梓仙溪上游支流穿越，樣區因溪流切割、向源侵蝕等臺灣中海拔典型自然力而形成小山脊、溪谷等地形，同時也造成壤土、石礫等基質的變化；另在動物資源方面，大量珍貴稀有與瀕臨絕種的野生動物經常出現於樣區中，使得楠溪樣區成為臺灣森林動態樣區中野生動物最豐富的樣區之一，顯示該樣區的獨特性（楊國禎等，2003）。另本樣區位於 2,000 公尺上下的中海拔地區，偏向暖溫帶的氣候。設立本樣區除了可補足臺灣大型森林動態樣區在闊葉樹林帶上層的資料外，在整個東亞島弧中，亦可與類似的溫帶常綠闊葉林進行比對，如日本在九州 Tsushima 島的 Tatera 山區 4 公頃樣區（Manabe et al., 2000），以及琉球 Yona 實驗林的 4 公頃樣區（Enoki, 2003）。對今日為求瞭解森林內各樹種細部的族群結構、空間分佈與動態變化而逐漸發展的大型樣區而言，成立楠溪森林動態樣區不論是國內或東亞海島地區，其未來發展的潛力都相當可觀。

楠溪森林動態樣區過往受限於經費、硬體環境與人員的調配，僅能逐年逐步完成，此種方式有違大型樣區調查的時間限制。因此本計畫主要的目的乃藉由複查 2003 與 2004 年設立的範圍，並整合 2005 年 1 月至 2006 年 2 月中旬新設立並完成調查的區域，結合成一 8.37 公頃的樣區，以在一個生長季內所得的資料為基礎，分析森林的組成、結構、類型及分佈，並提出該樣區未來的規劃。

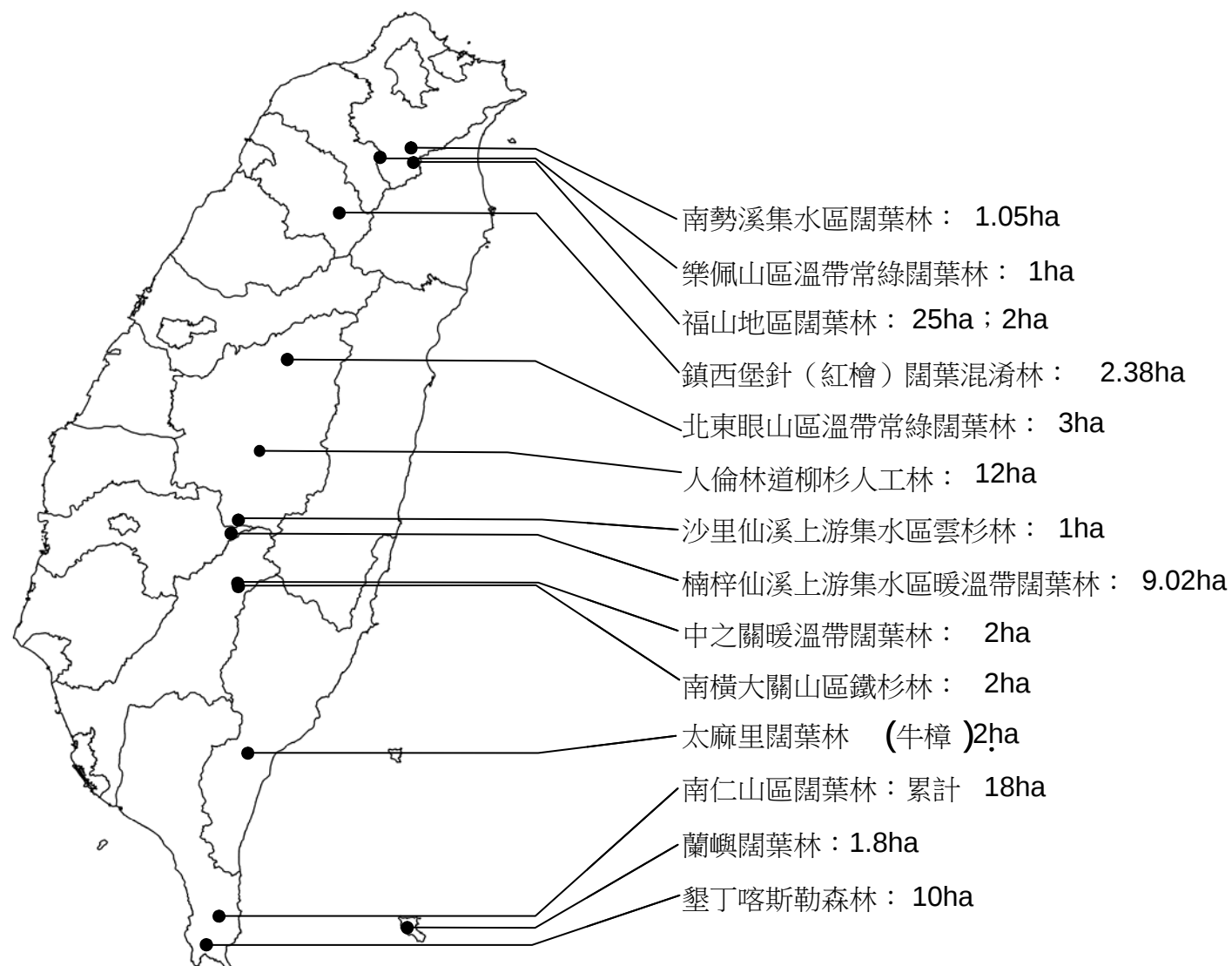


圖 1、台灣地區 1 公頃以上森林動態樣區位置分佈圖。

二、環境概述

二-1、研究區域地形位置

楠梓仙溪上游集水區在行政劃分上位於嘉義縣阿里山鄉東端、以及高雄縣桃源鄉北部的交會區，鄰接南投縣信義鄉南緣(圖 2)，而樣區的位置則位於嘉義縣阿里山鄉，緊鄰楠梓仙溪林道 9.5K~10K 的西南面。楠梓仙溪發源於玉山主峰西南坡，為高屏溪上游主要支流之一。整個上游集水區，北以鹿林山-麟趾山-塔塔加鞍部-玉山前峰-西峰-主峰，與北面的郝馬戛班溪及沙里仙溪流域相鄰，東以玉山主峰-圓峰-三叉峰-玉山小南山-南玉山鄰接荖濃溪流域，西倚雞子山、霞山、北霞山乃至東水山等山塊(圖 2)，與曾文溪上游相隔。本研究地點位於麟趾山東南向延伸的稜線末端，與源自塔塔加鞍部附近匯流往南的楠梓仙溪支流，以及玉山前峰西南向延伸的稜線末端之交會區，處於一個海拔高度約在 2,000m 左右的平緩支稜及溪谷中(圖 3)。

二-2、地質

本區地質屬於始新世早中期的十八重溪層，該地層為雪山山脈帶中出露的最老地層，代表雪山山脈帶或玉山地塊中最下部的始新世地層。其東與始新世的達見砂岩相鄰，其地層由白色或淺灰色中粒至粗粒石英岩狀砂岩組成，呈厚層或塊狀，夾有薄層至厚層板岩或變質頁岩互層，頁岩有時略含炭質。西邊則與中新世南港層相當的地層--水裡坑層相接(何春蓀，2003)，其岩層主要為塊狀至厚層砂岩和暗灰色緻密頁岩的互層(圖 4)。十八重溪層的標準地點，在南投縣東埔溫泉北面陳有蘭溪一條支流十八重溪。本地層主要由黑色至暗灰色板岩組成，其中夾有薄層變質砂岩以及板岩和變質砂岩所構成黑白相間的薄葉互層，為其主要岩性特徵(何春蓀，2003)。

二-3、氣候

根據鄰近海拔高度相近的阿里山氣象站的溫度資料，及楠梓仙溪林道 16.5k 處的雨量站資料來推測本區的生態氣候圖。年均溫為 11.5℃，年均降雨量為 2006.7mm (表 1)。4~8 月降雨量超過 100mm，屬於特濕期；9 月降雨量低於 100mm，10 月降雨量又超過，可歸類於過渡階段；11 月至隔年的 1 月，雨量雖低於 100mm，但仍高於月均溫曲線，顯示其蒸發量未大於降水量，故屬於相對潮濕期；2 月降雨量開始超過 100mm，但 3 月又降低，此一時期屬於相對潮濕期跨越特濕期的過渡階段(圖 5)。推測全年並無降雨量低於溫度的乾燥期。

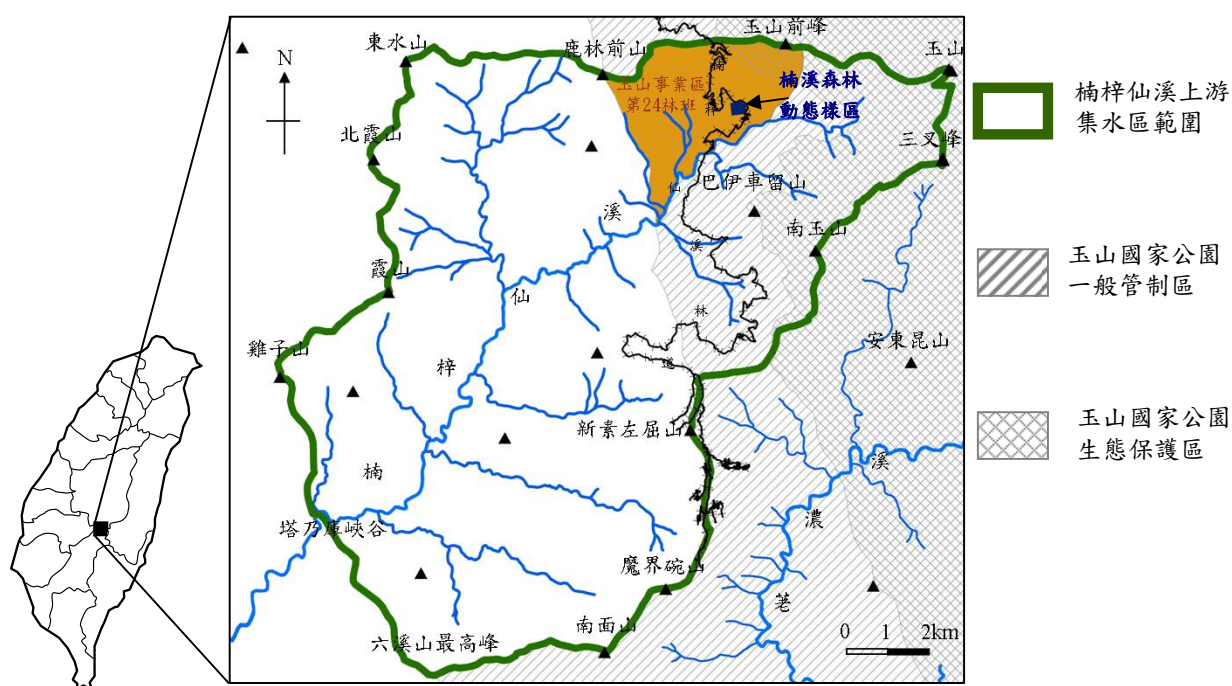


圖 2、楠梓仙溪上游地區山脈、水系位置圖。

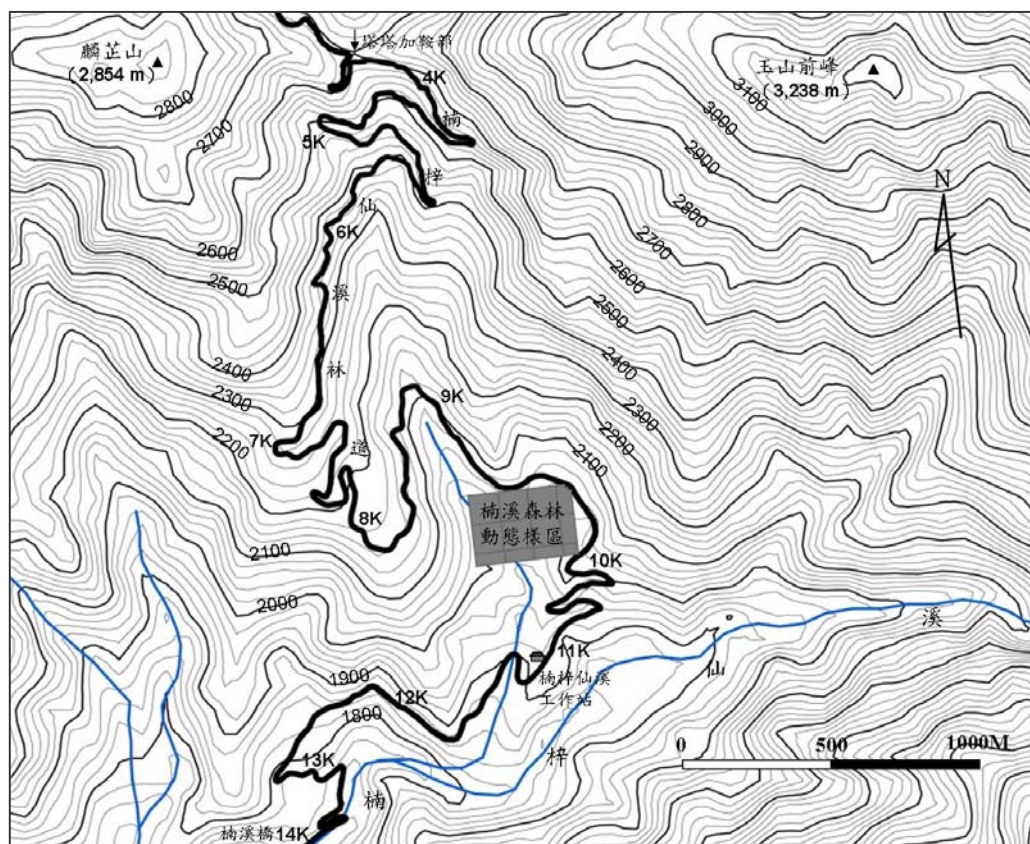


圖 3、楠溪森林動態樣區位置圖。

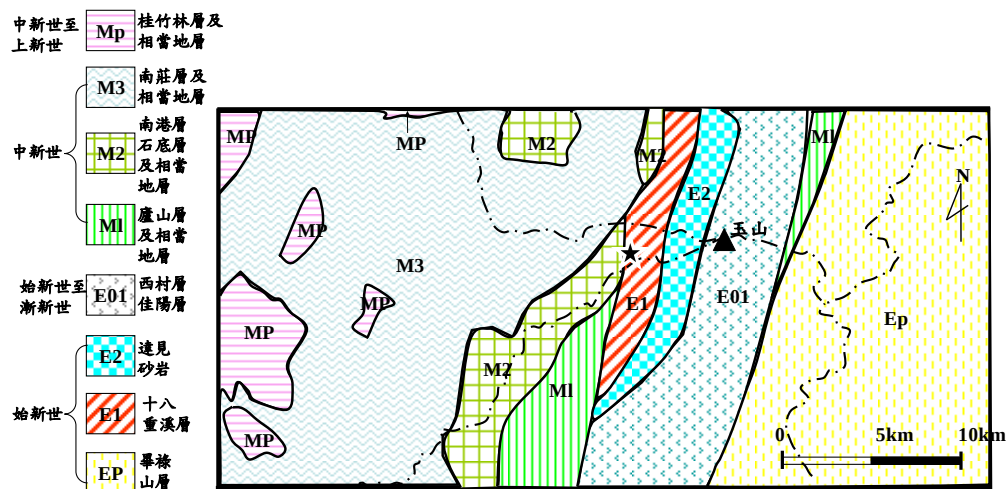


圖 4、樣區鄰近地區地質概況(重繪自中央地質調查所五十萬分一臺灣地質圖)。
★ 樣區所在位置

表 1 楠梓仙溪上游地區平均溫度及雨量 (取自 1998~2002 阿里山氣象站的溫度及楠溪雨量站的雨量資料)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均值
平均溫度 ℃	7.22	7.26	10.1	11.78	12.98	14.28	14.58	14.3	13.56	12.88	10.42	8.56	11.5
平均降雨量 (mm)	55.6	103.8	81.6	160.5	278.2	337.4	294.2	360.3	64.9	169.2	24.2	76.8	2006.7

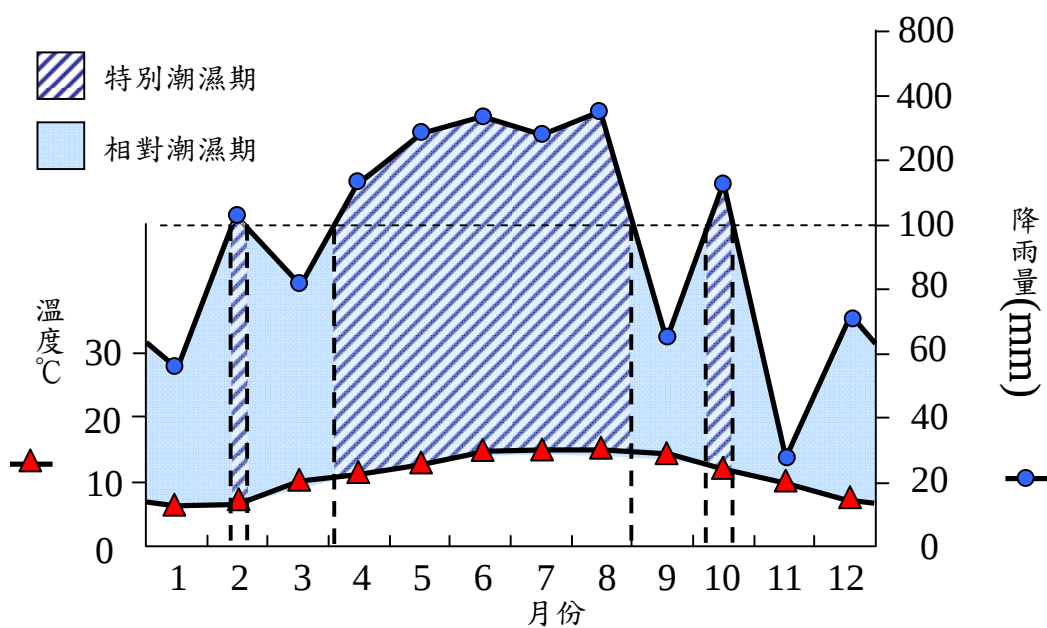


圖 5、楠梓仙溪地區推測之生態氣候圖。

二-4、樣區地形

由等高線地形圖來看(圖 6)，本計畫的森林動態樣區呈一東西長 350 公尺，南北長 240 公尺的長方形，扣除東北角 3 個緊鄰林道的 10×10 平方公尺的樣方，總面積為 8.37 公頃。將樣區細分為 837 個 10×10 平方公尺的樣方，每 10 公尺各有一座標點。東西向座標點由 0~35；南北向則由 26~50，每個樣方以其西南方的座標點為名稱。樣區中海拔最高點在北面座標點(13,50)的支稜上，高度為 2,064 公尺，最低處在南方座標點(18,26)的溪谷，海拔為 1,955 公尺，整個樣區最高最低高差達 109 公尺。以下將樣區內細部地形由西向東分述如下：

首先由樣區的西南角開始，座標點(0,26)往北至(0,35)、再往東至(6,26)的三角形區域為一由西往東走向之稜脊(圖 6)；緊鄰的區域是一片夾雜著幾塊陡峭邊坡的溪谷及谷地平臺地形，由西北-東南流向且終年有水的溪流作分界，溪流對面為陡峭的坡面，一道由北往南後略偏東南延伸支稜的邊坡，此一支稜從樣區最高點(13,50)開始往南延伸至 (13,44)，為一明顯突出的稜脊，此稜脊最後延伸為西南向平緩的寬稜，坡度介於 10~20 度，隨後往西南坡度漸趨陡峭，下降至溪谷；突出稜脊的東面則下降至一山谷，即 (17,50) 至 (17,35) 間(圖 6)，此一山谷並無恆常流水；山谷在座標 (17,35) 附近，變成坡度較和緩的坡面，山谷消失，之後整個坡面往南下降至溪谷(圖 6)。若以座標 (17,50) 至 (17,26) 的縱線將整個樣區區分為東西兩半，東西兩半面主要都各有一個明顯的稜脊及溪谷，呈現對稱的趨勢。樣區的東半面，從座標 (22,50) 往南延伸至 (22,44) 是一明顯的稜脊，整個稜脊南端，(22,44) 附近為一逐漸擴散的平頂山頭，稜脊由此轉向東南延伸，至座標 (31,41) 左右，再轉 90 度往西南延續，平頂山頭 (22,44) 南向則接續為陡峭的坡面。樣區由西面稜脊以東的區域，整個地形由北而南，至 (13,34) - (27,28) 一線，形成階地地形，往南再陡降至溪谷 (圖 6)；樣區東側稜脊的東面陡降為山谷地形，先由西北往東南至 (32,42) 後，隨即轉往南邊發展，再往西南延伸。山谷地在 (32,40) 以上乃全年無恆常流水，但以南則有地下水流由石縫滲出，在 (30,30) 附近滲水點排成扇狀，夏天石縫滲水的位置偏北，冬天偏南，由 2003 年至 2006 年的觀察中顯示座標 (27,28) 往西南延伸的谷地，為全年均有水流的情形。

整體而言，整個樣區主要由三個稜脊與三個山谷構成，其中東邊的山谷南面有水流，北面則無，中間的山谷全年無水流，西邊的山谷則全年均有水流，溪流匯合形成叉形。

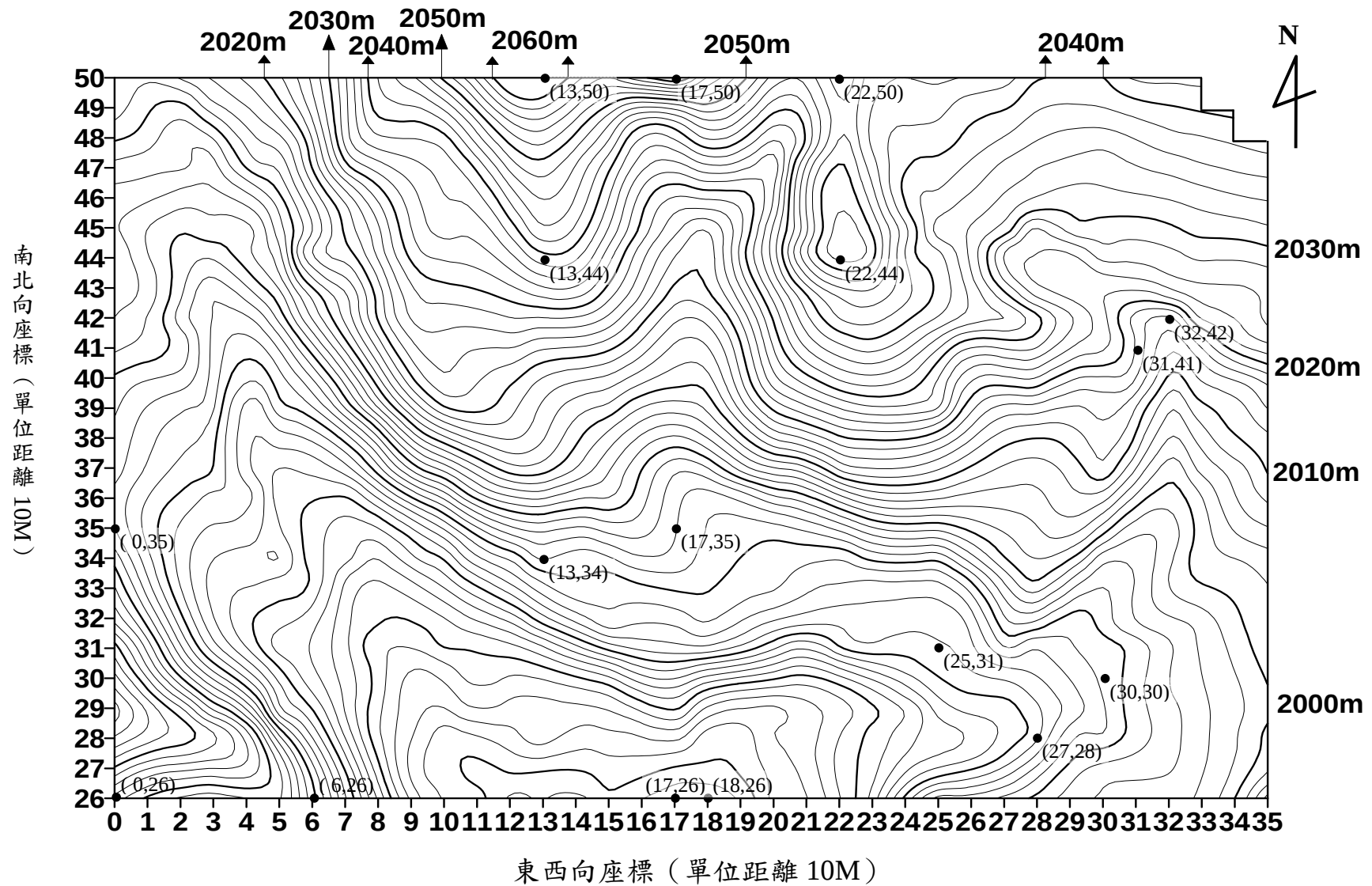


圖 6、樣區地形與座標分配圖。

三、楠溪森林動態樣的發展歷程與未來規劃

三-1、樣區設立過程

2002 年玉山國家公園管理處首次針對轄區楠梓仙溪林道沿線的植被進行調查（楊國禎等，2002），發現林道 9.4K 至 10K 西南側的原始闊葉樹林區地勢平緩，極適合發展為 10 公頃以上的森林動態樣區，加上林道 11.2K 的楠梓仙溪工作站，建築物結構完善，具備發展大型森林動態樣區所需之住宿空間。遂於 2003 年 2 月 5 日，由台大生態學與演化生物學研究所謝長富教授、台南大學生物科技學系謝宗欣教授與靜宜大學生態所植物資源研究室為主的研究團隊，進行細部會勘，確定內部組成均為原生植物後，隔日於林道 9.4K 南面 100 公尺處，設立樣區第一個端點（15,40），開啟此一森林動態樣區的設立與調查。

本樣區的地形相對於臺灣中海拔山區，較趨平緩，但樣區內有一楠梓仙溪上游支流穿越西面，東面另有一支流發育，兩者相交匯往南出樣區，形成三叉形。樣區由東至西呈現稜線、山谷上下起伏的變化，以位於楠梓仙溪上游流域內，稱之為「楠溪森林動態樣區」（Nansei forest dynamic plot）。

楠溪動態樣區位於玉山國家公園的一般管制區，與鄰近玉山國家公園塔塔加遊憩區以楠梓仙溪林道連接約 7 公里路程，此路程海拔由 2,760 公尺驟降至 2,000 公尺，因地勢陡峭呈之字形蜿蜒下行。每逢颱風豪雨便有坍方、路基下滑的情形出現，造成研究團隊人員與物資補給的不便，也進一步影響研究進度的推進，造成 2003 年暑假僅完成 1 公頃；2004 年寒假及暑假更僅完成 0.65 公頃，累計 1.65 公頃。有鑑於氣候與環境條件的限制因素，楠溪森林動態樣區研究團隊於 2005 年開始調整調查人員與時程的規劃，將過往以「暑假為主寒假為輔」的調查方式，調整為以「寒假為主暑假為輔」，同時在 2006 年寒假前將工作站環境改善，使工作人員由 24 人擴大成 40 人。2005 年 1 月 1 日至 2006 年 1 月 15 日間，以兩個寒假一個暑假的期程完成 7.37 公頃的調查與 1.65 公頃的重新複查，亦即僅橫跨一個生長季，合計 13.5 個月的時間，累計完成 9.02 公頃的劃設與調查工作（本計畫取其中完整的 8.37 公頃進行分析），共登錄植株約兩萬棵左右。

相對於 2003、2004 年，2005 年 1 月 1 日至 2006 年 1 月 15 日將調查方式調整後，進度呈現大幅的成長，未來樣區複查工作也將以此模式為基礎，希望能更縮短調查所花費的時間，盡可能達到在一個生長季內完成調查工作。

三-2、週邊設施、經費與人力規劃

森林動態樣區的劃設與調查具有時效性的限制，因此樣區的森林特性、地形環境、週邊設施、經費與人力等是決定樣區可否完成的五大要件。前兩者為自然條件，後三者則屬人為規劃，楠溪森林動態樣區的森林特性與地形環境在前面章節已經詳述，本節著重在後三者。

(一) 週邊設施問題與規劃面向

(1) 交通道路

進入楠溪動態樣區，台 18 線阿里山公路由嘉義中埔進入或台 21 線新中橫公路由南投水里進入，至塔塔加遊憩區的上東埔停車場，然後再經楠梓仙溪林道為運補的主要交通道路。台 18 與台 21 線為交通部公路局管轄的重要交通道路，若因豪大雨造成道路落石坍方，隨時會有重型機具進行疏通，在交通上比較不會有延遲的問題發生。而由上東埔停車場至楠梓仙溪工作站的楠梓仙溪林道，前段上東埔停車場至塔塔加鞍部約 3 公里的路段屬於臺灣大學實驗林區管理處管轄，包含在玉山國家公園塔塔加遊憩區內，經兩單位協調後由玉山國家公園管理處進行維護工作，基於遊憩品質與遊客安全，此一路段若有坍方損毀，玉山國家公園管理處會派員盡快修復；然塔塔加鞍部至楠梓仙溪工作站約 7 公里左右的路程，屬於嘉義林區管理處管轄，此段道路功能以森林經營及學術研究為主，使用率不如一般道路頻繁。根據 2003 年至 2005 年的林道維護過程，本會與修繕單位互動經驗，以及訪問嘉義林區管理處林道課負責業務人員顯示，林道修復的快慢取決於修復道路的機具是否存在現場，通常現地有怪手時，若道路某區段受氣候因素中斷，經電洽嘉義林區管理處後，在天氣許可的情形下，施工人員通常會將機具駛至中斷地區，協助清理落石坍方；若無清運機具停放，則需通報嘉義林區管理處，經阿里山工作站業務人員現勘並回報林管處林道課，需再經過發包程序才有廠商將機具運送上林道進行維修工程，一來一往通常需花費二至三週，有時甚至超過一個月以上，對於正好進行調查的研究團隊而言，在資源的運補上會造成極大的不便。

此一問題的解決之道有兩個方案：(一) 編列疏通經費：每達複查年度，即編列預算確保林道於調查期間暢通，只要報通道路中斷，可立即請廠商進行道路清理工作，或調查期間如同現地工程一般，派駐機具留置現場，只要道路中斷，操作人員到場後可隨時疏通，如此可免因公文往返而延誤調查時限。缺點為調查所需的經費將相對提高。(二) 根據氣候現況，調整調查效益：楠梓仙溪上游冬天雨量少，調查工作可集中在此一時段，如此可降低道路中斷的機率。缺點為冬天屬寒假期間，假期較短，招募人力機會相對較少。

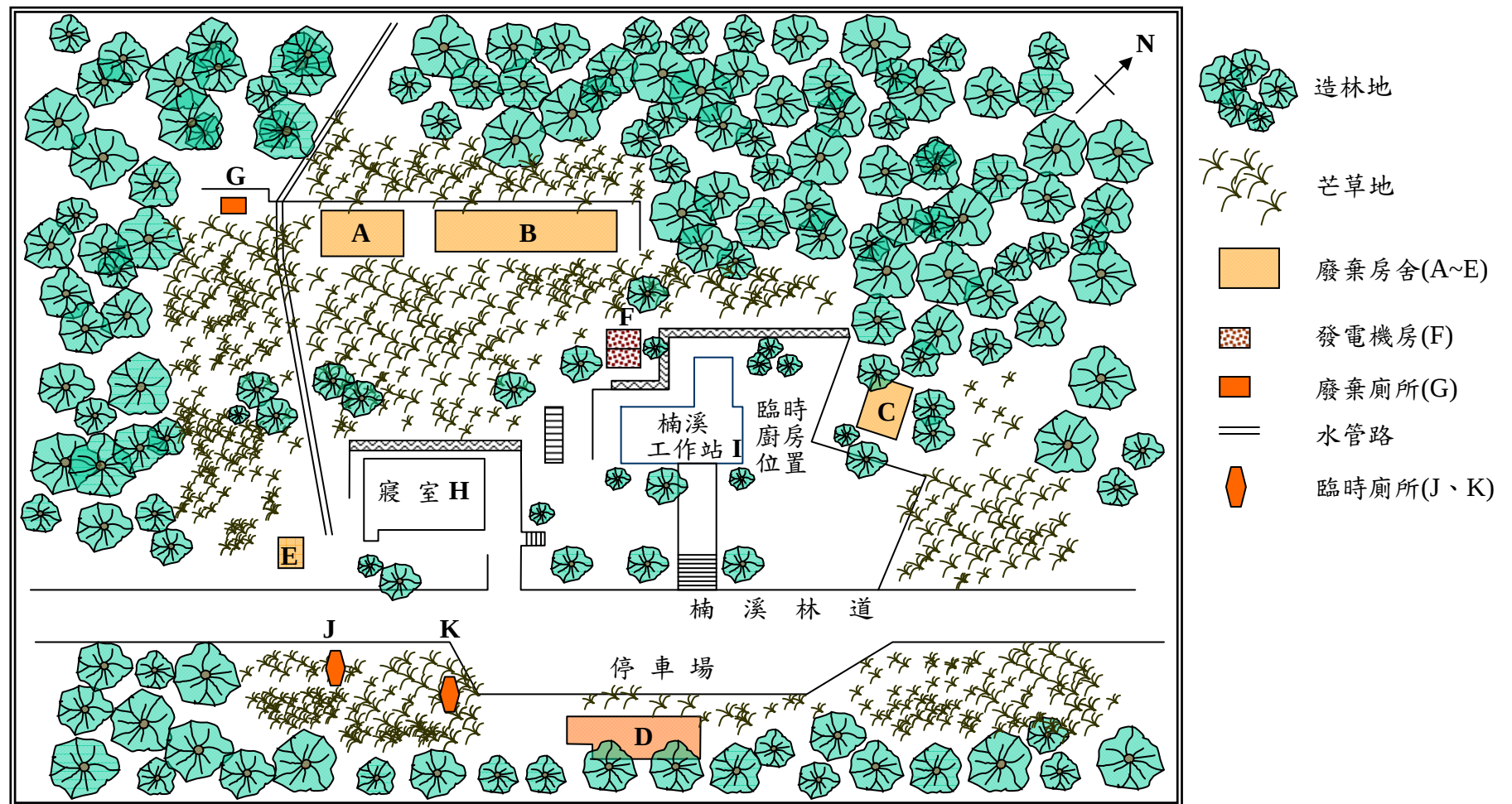


圖 7、楠梓仙溪工作站建築房舍分佈圖（楊國禎，2004）。

(2) 工作基地

楠溪森林動態樣區以楠梓仙溪工作站為工作基地，工作站位於楠梓仙溪林道 11.2k 處，為半廢棄的建築物。楠溪工作站的建築物共有 9 棟硬體設施(圖 7)，工作站(圖 7 之 I)主體為水泥建築物，主體建築物本身結構良好，僅下大雨時，屋角會漏水，且油漆嚴重脫落。主體建築物西南面有一寢室房舍(圖 7 之 H)，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，浴室目前由研究人員修復，尚堪用。寢室平均可睡 4 人，共可容納 24 人使用，今年度調查期間，在寢室中庭及工作站内，額外架設三座 2 人床及兩頂 4 人帳，合計最多可容納 38 人進駐從事調查工作。工作站東北側有研究調查人員架設之防雨篷，作為廚房；由於房舍內的廁所已無法使用，研究人員於工作站跨越林道東南面的部分架設的兩個臨時廁所(圖 7 之 J、K)，供所有調查工作人員使用。水源部分，研究人員根據工作站舊水管路線，由樣區南面的水潭牽引水管，並重新架設水塔與管線，目前水源可供應至浴室、臨時廚房及臨時廁所；電力部分，由研究人員攜帶 1200W 發電機兩部，3000W 的發電機一部，供應調查所需之電力。

有鑑於本計畫樣區已規劃為中海拔闊葉林的核心樣區，且此區的動植物資源十分豐富，可及性高，是台灣西部山區執行保育研究的良好場所。今年嘉義林區管理處與玉山國家公園管理處共同會勘楠梓仙溪工作站後，目前已簽訂合約，工作站產權仍屬嘉義林區管理處，但交由玉山國家公園管理處整建同時規劃管理。嘉義林區管理處於今年七月前已經將工作站區完全荒廢的建築物拆除，僅剩下主體水泥建築、寢室與東南邊結構良好的木造房舍。此三棟建築物將由玉山國家公園管理處根據工作站的歷史背景與未來的研究、教育功能，設計、整建成保育教育研究站，預定於 2008 年落成，屆時將為此區的管理與研究提供更良好的工作環境。

(二) 經費

楠溪森林動態樣區經費來源首先由 2003 年玉山國家公園管理處以研究調查支持 1 公頃，2004 及 2005 年玉山國家公園管理處也以舉辦教育活動的方式協助部分調查，同時 2005 年再以研究調查支持 1 公頃，同一年度，林務局也支持 1.5 公頃，嘉義林區管理處支持 1 公頃，加上三年期間研究人員也自行出資或借貸來籌措經費投入調查工作。

此種經費來源不確定，基於完成大面積調查的目標，研究人員四處張羅資金，致使經費來源多元，工作項目不止調查，同時也要舉辦活動，切割資料完成各方報告，造成整個樣區

完成時程過長，不符合動態樣區的時間限制。2005 年林務局專員會勘樣區現場後，首次政府單位完整的經費投入，讓研究團隊可以專心完成調查工作，並讓 8.37 公頃的資料在僅跨越一個生長季（13.5 月）內完成，成為台灣中海拔最大的樣區，櫟林帶的核心樣區。

楠溪森林動態樣區成立的經驗顯示，由民間單位自行四處籌措經費來執行大樣區的調查，困難度高且效益差。政府單位完整的經費投入，加上民間團體人力與技術投入才能達到最佳效益。

（三）人力規劃

森林動態樣區調查受限於時間因素，必須投入大量的人力才能夠在短時間內完成大面積的調查工作，如何有效的規劃人力資源便是調查工作重要的課題。楠溪森林動態樣區開始著手調查時，便以研究調查搭配生態環境推廣教育的角度切入，訓練志工協助樣區調查，同時藉由研究人員的課程資料，瞭解為何要進行森林動態樣區調查，以及研究調查工作對於森林動態基礎資料蒐集的重要性。

近年來招募關心自然生態的民眾投入楠溪森林動態樣區調查，已有顯著的成果（Liu et al., 2005）。由於動態樣區的調查工作要求精確度高，經過幾年的調整，採分工方式來達成，以專業人員為主，志工為輔的方式來執行。在樣區劃設方面，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，初次參與的志工則協助寫標示牌（蘭花牌）、標示帶（橘色膠帶）製作編寫，以及障礙物排除工作；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調查的人員執行；其餘工作如穿繩掛牌、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。

台灣生態學會未來將正式與靜宜大學生態系合作，由靜宜大學生態系規劃森林動態樣區調查的實驗課程，生態學會的研究人員於靜宜大學校園內的相思林地與大肚台地的保安林地內劃設數個 10×10 平方公尺的實驗調查樣方，研究人員擔任助教帶領學生實際操作森林動態樣區的調查工作。希望藉由在學先前的訓練，每年能挑選多位成績優秀且野外工作適應良好的學生投入動態樣區調查工作，除了完成學會負責樣區的調查工作外，也期望能協助其他樣區完成調查。

三-3、楠溪動態樣區未來規劃

楠溪森林動態樣區目前在本計畫協助下完成 8.37 公頃，未來整個樣區規劃朝向 12.75 公頃發展。12.75 公頃的範圍內，將規劃為兩個部分，分別為 11.75 公頃的研究核心區與 1.2 公頃的解說教育區（圖 8）。11.75 公頃的研究核心區乃由南北長 350 公尺，東西長 330 公尺的長矩形所構成，本年度計畫屬於此一核心區塊的中心至西北端間，共佔其中的 7.2 公頃；1.2 公頃的解說教育區位於整個樣區最東邊，緊鄰楠梓仙溪林道 9.5K 至 10K 的路段（圖 8），目前此區已經完成 1.17 公頃，僅剩 0.03 公頃尚未調查。

11.75 公頃的研究核心區扣除本計畫的 7.2 公頃，尚餘 4.35 公頃，包含南端南北長 110 公尺，東西長 300 公尺的 3.3 公頃長矩形範圍，以及西面南北長 350 公尺，東西長 30 公尺，合計 1.05 公頃的矩形樣區（圖 8）。整個研究核心樣區預計於 2010 年前完成擴展劃設工作，2011 年再進行每木調查，首先複查 7.2 公頃的範圍，然後往南複查及新調查 3.3 公頃範圍的每木資料，如此研究核心樣區便累計達 10.5 公頃。若人力資源及時間許可，則西面 1.05 公頃也將於 2011 年內完成調查，該年度便可完成規劃 11.55 公頃的樣區調查工作。往後即以這 11.55 公頃做為研究調查的核心區域，每 5 年執行複查工作。樣區東面 1.2 公頃解說教育區的複查工作，也以研究核心區域完成與否作為基準，在時間許可的前提下會於 2011 年進行複查，否則於 2016 年再執行第一次複查工作。

台灣生態學會將以此規劃方式，邀請嘉義林區管理處及玉山國家公園管理處共同會勘，希望兩個現場管轄單位未來若要以此樣區作為教育訓練及解說規劃，相關的設施能置於東面的解說教育區，研究核心區則僅提供研究人員進入蒐集資料為主。樣區功能區分乃期望能將研究核心區的人為干擾降至最低，同時又能有小區域的解說教育環境，兼顧森林動態樣區推廣教育的意義。

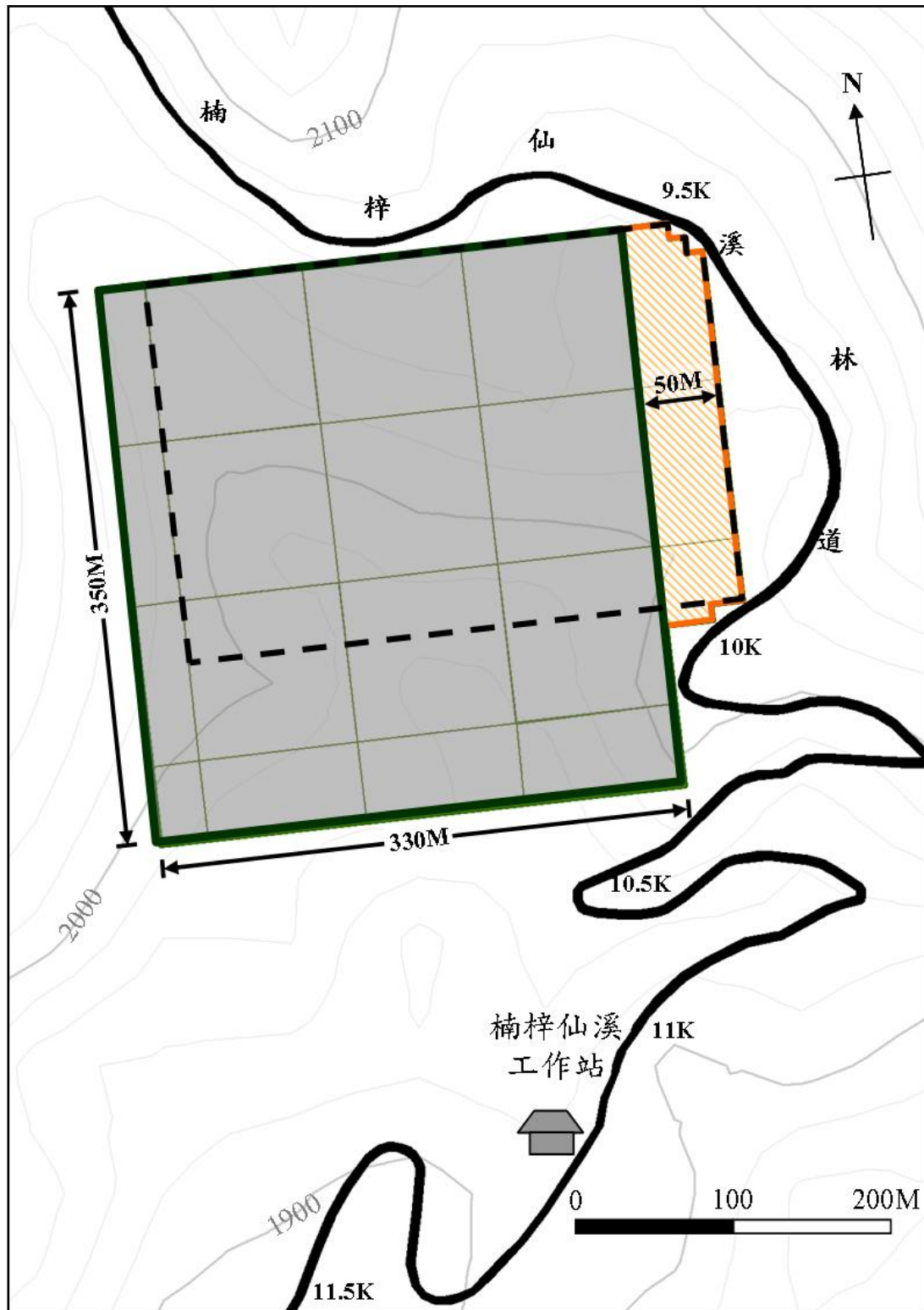


圖 8、楠溪森林動態樣區發展規劃圖（虛線範圍為 8.37 公頃樣區；淺灰色區塊為 11.55 公頃的核心區；右下斜線的區塊為 1.2 公頃的解說教育區）。

四、調查方法與步驟

四-1、樣區劃設

計畫原本預計完成 8.02 公頃，但因進度超前故將最南端的 0.35 公頃也納入，總計 8.37 公頃。樣區位於楠梓仙溪工作站北方約 300 公尺左右的天然闊葉林區，由工作站沿著林道約步行 1 公里左右可達樣區東南角。本樣區外型為東西長 350 公尺，南北寬 240 公尺的長矩形，扣除東北角 3 個緊鄰林道的 10×10 平方公尺樣方，總面積為 8.37 公頃（圖 9）。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。本計畫使用的面積單位名稱分述如下，計畫「樣區」：8.37 公頃樣區內由 837 個樣方組成；「樣方」：乃水平投影面積大小為 10×10 平方公尺，是組成樣區的基本單位；「小樣方」：每個樣方於植物調查過程中會輔以皮尺測量，以繩索劃分為 4 個小樣方，讓植物調查工作精確度提升，小樣方水平投影面積大小為 5×5 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。
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 $10 \times 10 \text{ m}^2$ 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。

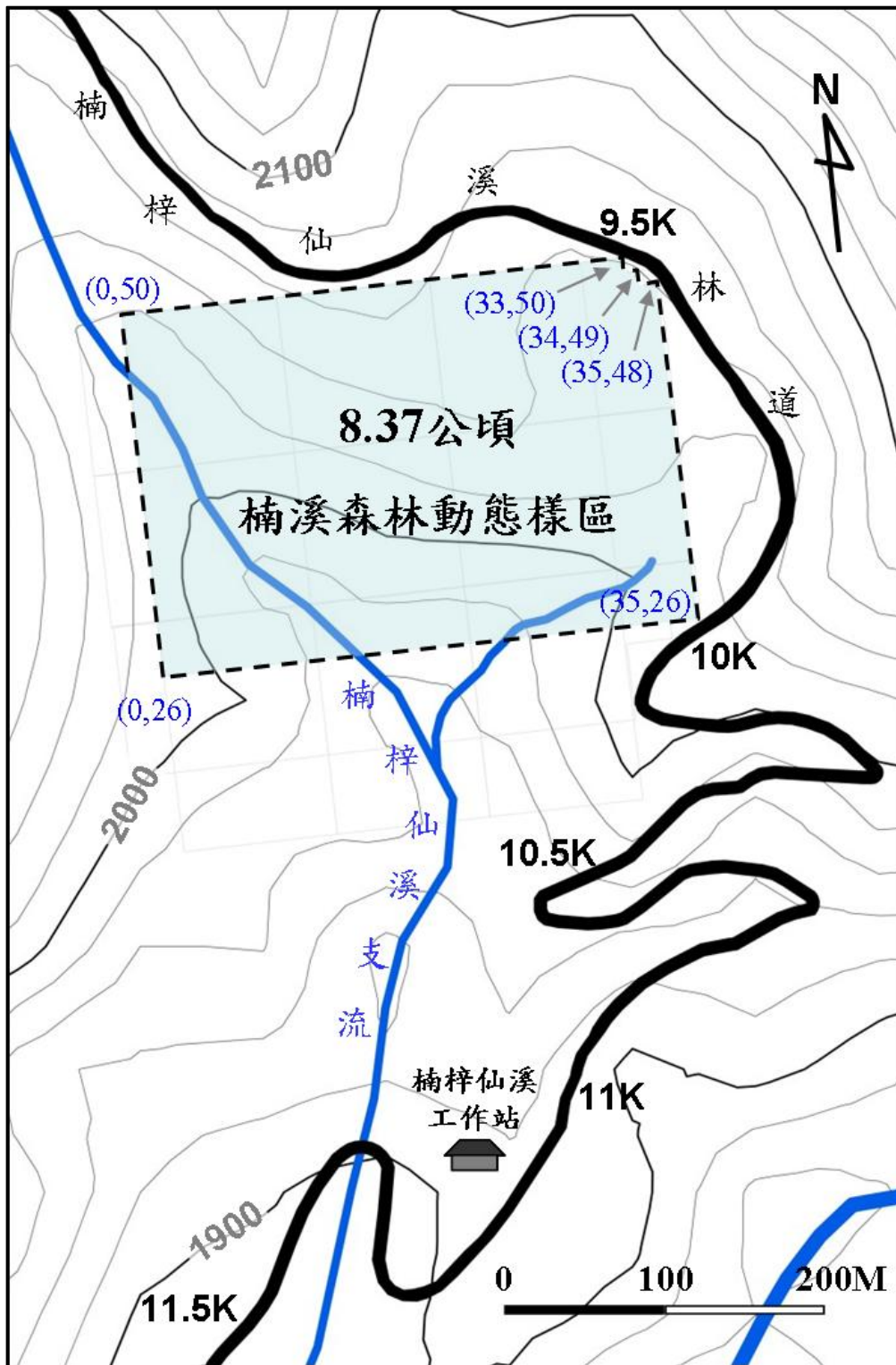


圖 9、8.37 公頃森林動態樣區位置分佈圖（虛線範圍為 8.37 公頃樣區；括弧數字為樣區外圍座標）。

- 10.鋼釘：座標端點若無法釘上鋁竿時，以鋼釘釘上，並輔以噴漆以標示位置。
- 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)腳架定心：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，是為腳架定心。
 - (2)腳架定平：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標竿手排除，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，標竿手必須到將標竿釘到標竿的位置，以拿起標竿後立即放入標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，標竿無法釘入，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，並噴上座標。

7.標竿座標標示：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標竿上，同時將短橘色膠帶綁在標竿上貼近地面處，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。

四-2、植物調查工作

以樣方(10×10 平方公尺)為基礎調查單位，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最小調查單位，記錄胸高(以離地 130cm 為標準)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 公尺與 1 公尺標準桿：1.3 公尺標準桿作為測量樹胸周的高度標準；1 公尺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 $\times 2 + (25\text{公分} + 5\text{公分}) \times 2$ 」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 $2 \times 30 + 2 \times (25 + 5) = 120$ 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XXXXX（主幹編號）—1、XXXXX（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 將穿水線的分枝牌繫於分枝上。
- 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）複查：

- 1.以繩索將 10×10 平方公尺樣方中再劃分為 4 個 5×5 平方公尺的小樣方為調查單位。
- 2.鑑定樣區內木本植物胸周於上次調查未超過 3.14cm，但本次調查已超過者，測量其胸周，於測量處噴漆做記號，並于掛牌編號，同時於方格紙上畫出其於樣方內的位置。
- 3.樣方內原本即登錄的個體，在複查過程中仍然存在，而掛繫之白鐵牌或蘭花牌亦存在者，則重新確認物種後測量其胸周，樹木位置先以舊資料標示位置為主，但若位置位移超過 50 公分者，則重新註記；若該植株掛繫之白鐵牌或蘭花牌已不存在者，則以周圍個體的編號來判斷該木編號後，重新鑑定物種，測量胸周，並補掛原編號牌，樹木位置

標定亦如前述。

四-3、資料整理與分析

(一) 地形繪製

將樣區劃設過程中，本計畫 8.37 公頃範圍所獲得之 897 座標端點資料輔以樣區外圍部分已劃設的端點，換算整個 8.37 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) 各物種數量分配圖

1. 以 8.37 公頃範圍之 X 軸、Y 軸座標點以及等高線，製作成一基本底圖圖層。
2. 繪製各物種於樣區內各樣方的數量分配圖：計算每一物種在各樣方的數量，配合前述基本底圖圖層，將各物種於每個樣方內的數量標示其上，製成各種物種數量分配圖。

(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 $= (\text{相對密度} + \text{相對胸高斷面積}) / 2$ ；以各樹種之胸徑分級：採等比及等差 (徑級組距 $= (\text{單種最大胸高直徑} - \text{最小胸高直徑}) / \text{INT}(5 \times \log N)$ ，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

以各樣方為單位，採雙向列表分析法 (TWINSpan) 對樹種進行排序，以達分類之目的 (Hill, 1979)。

五、結果與討論

五-1、植物種類

8.37 公頃森林動態樣區內共標記 18,790 株直立木本植物，分屬於 27 科 51 屬 64 種，其中臺灣粗榧是惟一的裸子植物，其餘皆為被子植物；喬木類有 48 種，灌木則為 16 種；特有種有 24 種，其它 40 種為原生種(表 2)；稀有種有臺灣粗榧、華參、阿里山十大功勞、柞木、松田氏女貞、臺灣蘋果、毛瓣石楠、臺灣老葉兒樹等 8 種（附錄一）。

在 27 科中，種數以樟科的 8 種最多，分別為假長葉楠、長葉木薑子、白新木薑子、青葉楠、紅楠、屏東木薑子、臺灣肉桂與瓊楠；次多的科為茶科及杜鵑花科，各有 6 種：分別為薄葉柃木、細枝柃木、毛果柃木、米碎柃木、大頭茶與木荷，及南燭、臺灣馬醉木、西施花、金毛杜鵑、紅毛杜鵑、巒大越橘；薔薇科 5 種居次，有山枇杷、臺灣蘋果、毛瓣石楠、臺灣老葉兒樹、山櫻花。其它尚有殼斗科的 4 種，以及楓樹科與虎耳草科各具 3 種以外，其餘 20 科的種數為 2 或 1 種（附錄一）。

表 2、樣區植物種類屬性區分表

	裸子	雙子葉	單子葉	合計
科數	1	26	0	27
屬數	1	50	0	51
種數	1	63	0	64
喬木	1	47	0	48
灌木	0	16	0	16
特有	1	23	0	24
原生	0	40	0	40
普遍	0	44	0	44
中等	0	12	0	12
稀有	1	7	0	8

五-2、科別與物種株數組成

樣區內共計調查到木本植物胸徑超過1公分以上的植株數量達18,790株(2,245株/公頃)。各科植株百分比以樟科最多，佔40.82%(7,671株)，排名第2為茶科，佔20.32%(3,818株)，第3名為殼斗科，佔17.61%(3,309株)，這三者植株數百分比皆達10%以上，合計佔78.75%。排名第4至7者分別為與杜鵑花科(4.29%，807株)、薔薇科(3.68%，691株)、馬鞭草科(2.71%，509株)、忍冬科(2.50%，469株)，上述7科的植株數量共佔91.93%，其餘20科的植株數量則僅佔8.07%(1,516株)(圖10-A)。

在物種株數組成方面(表3)，數量最多的類群為長葉木薑子(3,295株)及假長葉楠(3,021株)兩種，其次為薄葉柃木(2,102株)及長尾栲(1,990株)，細枝柃木(1,079株)則為第3優勢群，狹葉欖(717株)、白新木薑子(634株)、西施花(626株)、大葉石欖(570株)、臺灣老葉兒樹(485株)、杜虹花(480株)等6種屬於第4優勢群，以上11種共計有14,999棵，佔總數的79.82%。

由上可見本樣區以樟科、茶科與殼斗科為最常見，其中長葉木薑子及假長葉楠；薄葉柃木與細枝柃木；長尾栲、狹葉欖、大葉石欖為這3科中最常見的種類。其它數量在100株以上的物種有大頭茶等12種，杜英等23種株數則在10株以上，水麻等18種則在10株以下。而只有1株的物種有薄葉虎皮楠、山櫻花、破布烏、南燭、毛瓣石楠、臺灣山桂花、米碎柃木等7種；顯見樣區內的植株數量分配極不平均，以長葉木薑子及假長葉楠為數量最優勢的植物。

在全部的837個樣方中，株數由最多的80株至最低的0株，每個樣方的平均株數為22株。株數最多的兩個樣方為(11,36)及(30,40)，前者位於樣區中間偏西的陡峭坡面上；後者則位於東側稜脊往東南延伸的稜線上(圖11)。而無植株出現的樣方則位於三類的環境中，第1種樣方數最多者如(10,41)等位於樣區中央偏西的寬稜上，地被覆滿芒草；第2種是(10,27)所在的溪溝環境；第3種則如(1,33)所地處的坡面倒木區之中。其中密度較高的樣方多位於稜線、陡坡或溪谷中的高地上，而樣區中偏西側的稜線則因屬於臺灣赤楊林的範圍，故株數較少。

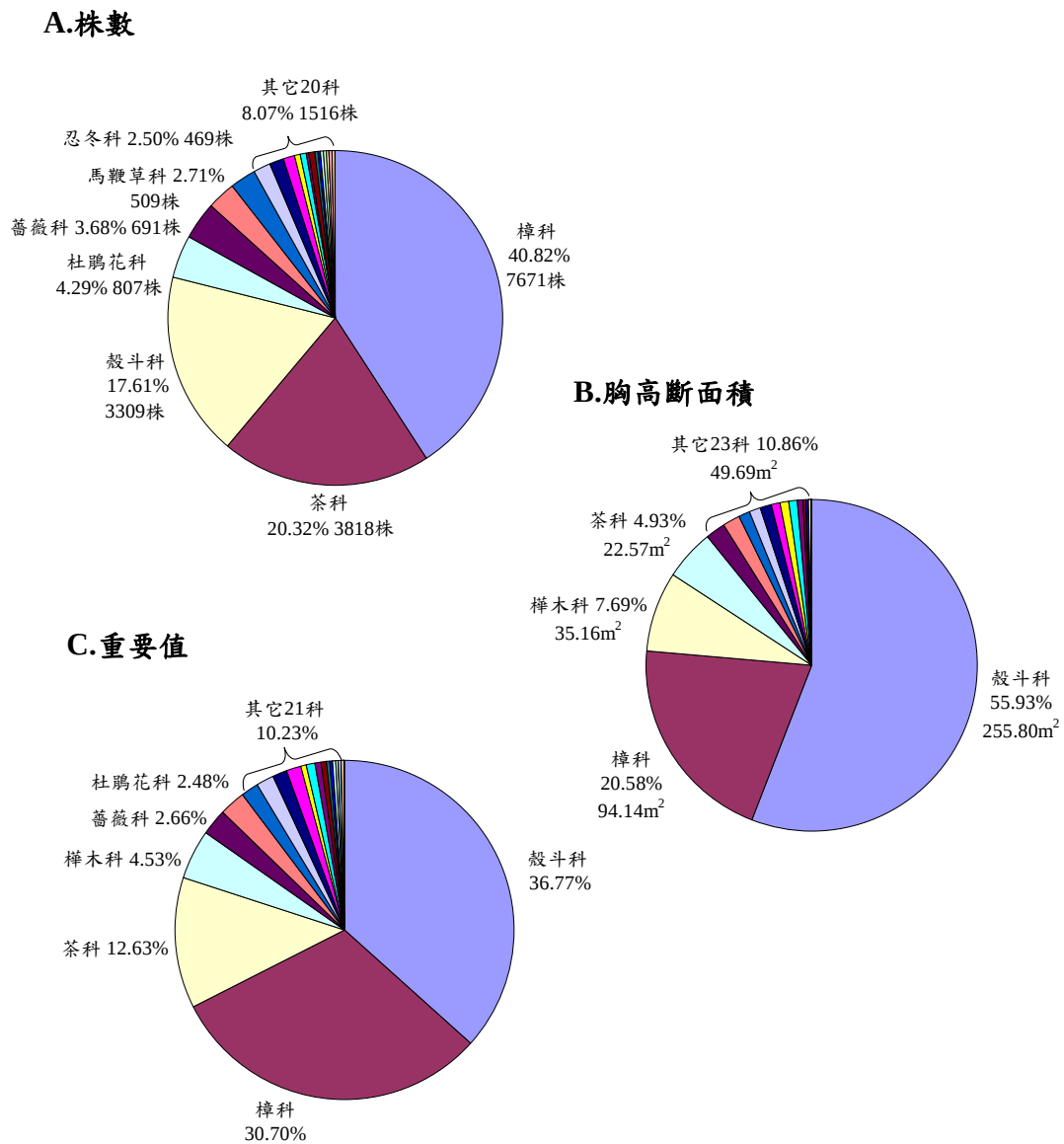
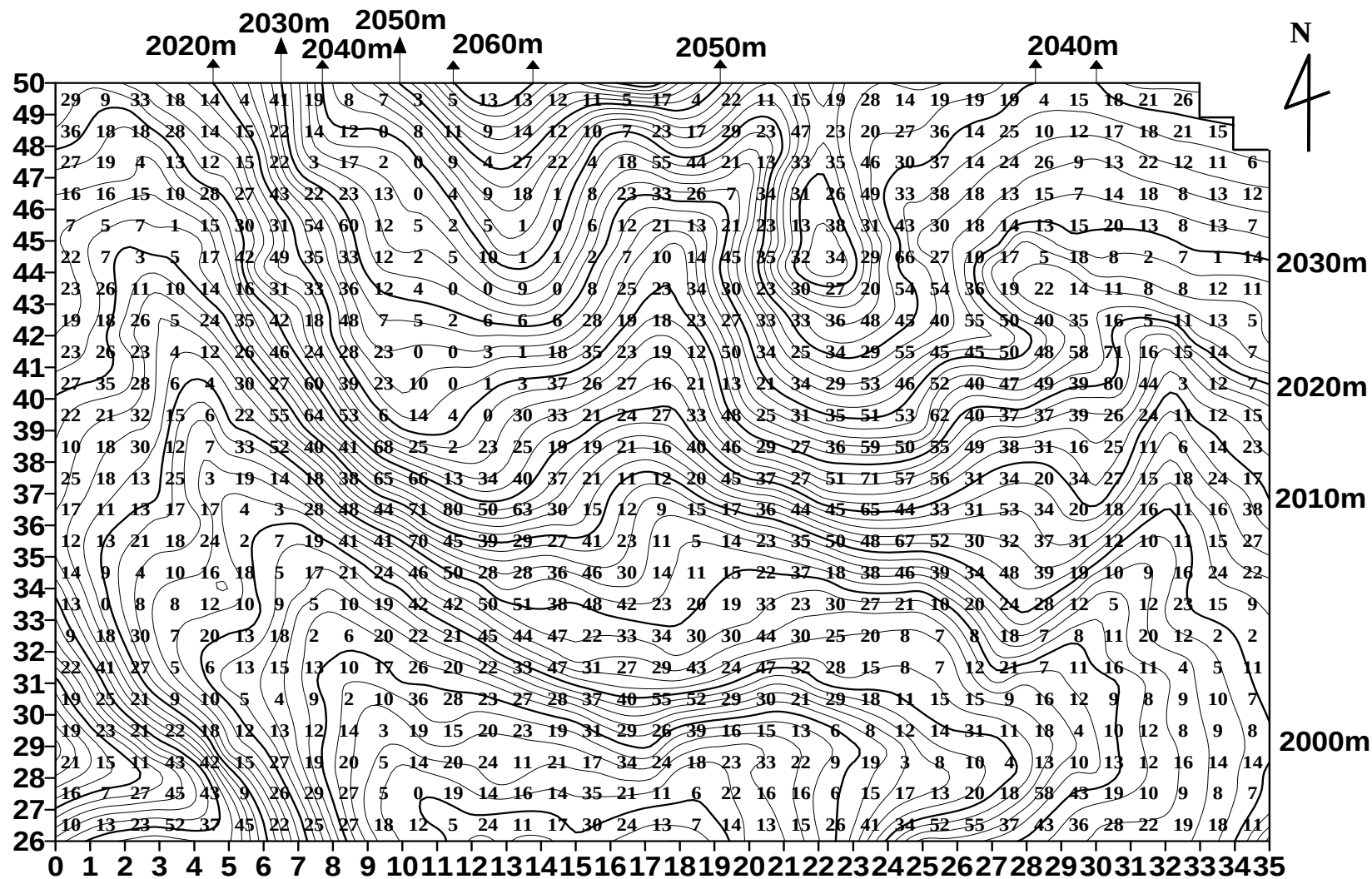


圖 10、樣區重要科別 A.株數、B. 胸高斷面積、C.重要值 百分比組成。



水平距離(單位10m)

圖 11、樣區植株數量分佈圖(樣方數字單位：stems/100 平方公尺)。

五-3、科別與物種胸高斷面積組成

本樣區植株胸高斷面積共有457.36m²(54.64m²/ha)(表2)。在各科的比例上，以殼斗科(55.93%，255.80m²)所佔比例最高，達一半以上，其次為樟科(20.58%，94.14m²)，兩者合計已佔76.51%，幾佔全部的八成。3~4名的樺木科(7.69%，35.16m²)、及茶科(4.93%，22.57m²)，兩者僅合佔12.62%，其它23科則只佔10.86%(49.69m²) (圖10-B)。

在個別物種方面，長尾栲(140.62m²)及狹葉櫟(64.94m²)分居前兩名，其中長尾栲明顯為樣區中底面積最高的物種。大葉石櫟 (45.52m²)、假長葉楠(39.15m²)、臺灣赤楊(34.68m²)、及長葉木薑子(27.51m²)次之，而7~10名則為木荷 (14.07m²)、白新木薑子 (11.01m²)、青葉楠 (10.54m²)，以及烏心石 (8.65m²) (表3)。

五-4、科別與物種重要值組成

重要值指數乃結合相對株數密度及相對胸高斷面積兩種係數而成的優勢度指標。樣區中最重要的科為殼斗科 (36.77%)，其次為樟科 (30.70%)，兩者合計達67.47%。第3名為茶科(12.63%)，第4名為樺木科(4.53%)。上述四科合計達84.63%，顯示本樣區的組成以殼斗科及樟科植物為主，茶科次之，而樺木科的重要值雖遠低於前三科，但仍較其它科要高，再加上臺灣赤楊在胸高斷面積的排名上居第5名，顯示出本樣區森林中參雜有著相當數量落葉性的次生林。若再加上薔薇科(2.66%)及杜鵑花科(2.48%)，重要值累計達89.77%，其它21科僅佔10.23%(圖10-C)。

本樣區最為優勢的物種是長尾栲(20.67%)，其次為假長葉楠(12.32%)、長葉木薑子(11.78%)與狹葉櫟(9.01%)。第5~10名分別為大葉石櫟(6.49%)、薄葉柃木(5.77%)、臺灣赤楊(4.44%)、細枝柃木(3.02%)、白新木薑子(2.89%)、木荷(2.17%)，至此重要值累計達78.56%。前十名除第7名臺灣赤楊以外，皆為殼斗科、樟科及茶科的物種。顯示樣區組成是以樟科及殼斗科為主的森林，殼斗科植物植株較大，數量較少；樟科植物則植株較小，數量較多；其林下灌木則以茶科為主要的組成物種(表3)。

表 3、樣區物種組成

物種		垂直分層植株				密度	胸高斷面	胸高斷面	重要值
學名	中名	樹冠層	次冠層	灌木層	總計	(stems/ha)	積(m ²)	積(m ² /ha)	(%)
<i>Castanopsis carlesii</i>	長尾栲	372	525	1093	1990	238	140.6159	16.8000	20.67
<i>Machilus japonica</i>	假長葉楠	89	612	2320	3021	361	39.1492	4.6773	12.32
<i>Litsea acuminata</i>	長葉木薑子	65	1026	2204	3295	394	27.5090	3.2866	11.78
<i>Cyclobalanopsis stenophylloides</i>	狹葉櫟	136	270	311	717	86	64.9421	7.7589	9.01
<i>Pasania kawakamii</i>	大葉石櫟	137	135	298	570	68	45.5156	5.4379	6.49
<i>Eurya leptophylla</i>	薄葉柃木	3	13	2086	2102	251	1.6580	0.1981	5.77
<i>Alnus formosana</i>	臺灣赤楊	207	33	4	244	29	34.6844	4.1439	4.44
<i>Eurya loquaiana</i>	細枝柃木	-	31	1048	1079	129	1.4015	0.1674	3.02
<i>Neolitsea sericea</i>	白新木薑子	43	204	387	634	76	11.0135	1.3158	2.89
<i>Schima superba</i>	木荷	42	72	122	236	28	14.0695	1.6809	2.17
<i>Machilus zuihoensis</i>	青葉楠	49	89	142	280	33	10.5379	1.2590	1.90
<i>Rhododendron latoucheae</i>	西施花	-	118	508	626	75	1.7077	0.2040	1.85
<i>Pourthiaea beauverdiana</i> var. <i>notabilis</i>	臺灣老葉兒樹	8	184	293	485	58	3.5783	0.4275	1.68
<i>Gordonia axillaris</i>	大頭茶	26	78	293	397	47	5.3757	0.6423	1.64
<i>Callicarpa formosana</i>	杜虹花	1	68	411	480	57	2.9130	0.3480	1.60
<i>Michelia compressa</i>	烏心石	30	110	98	238	28	8.6511	1.0336	1.58
<i>Osmanthus matsumuranus</i>	大葉木犀	18	146	126	290	35	4.9884	0.5960	1.32
<i>Viburnum taitoense</i>	臺東莢迷	-	14	311	325	39	0.4069	0.0486	0.91
<i>Cinnamomum insulari-montanum</i>	臺灣肉桂	13	38	78	129	15	4.6167	0.5516	0.85
<i>Litsea akoensis</i>	屏東木薑子	-	20	268	288	34	0.5880	0.0702	0.83
<i>Elaeocarpus sylvestris</i>	杜英	13	36	44	93	11	4.8052	0.5741	0.77
<i>Quercus tatakaensis</i>	銳葉高山櫟	13	11	8	32	4	4.7281	0.5649	0.60
<i>Tetradium meliaeifolia</i>	賊仔樹	23	7	1	31	4	4.7491	0.5674	0.60
<i>Vaccinium randaiense</i>	鰐大越橘	1	44	98	143	17	1.2106	0.1446	0.51
<i>Malus doumeri</i>	臺灣蘋果	12	42	26	80	10	2.7187	0.3248	0.51
<i>Eriobotrya deflexa</i>	山枇杷	3	49	72	124	15	1.1567	0.1382	0.46
<i>Ulmus uyematsui</i>	阿里山榆	11	4	1	16	2	3.5376	0.4227	0.43
<i>Viburnum luzonicum</i>	呂宋莢迷	-	11	133	144	17	0.2043	0.0244	0.41
<i>Acer insulare</i>	尖葉楓	16	14	2	32	4	2.6821	0.3204	0.38
<i>Acer albopurpurascens</i>	樟葉楓	5	13	19	37	4	2.3473	0.2804	0.36
<i>Symplocos konishii</i>	小西氏灰木	-	27	56	83	10	0.2568	0.0307	0.25
<i>Pittosporum illiciooides</i>	疏果海桐	-	7	74	81	10	0.1461	0.0175	0.23
<i>Ardisia cornudentata</i> ssp. <i>morrisonensis</i>	玉山紫金牛	-	-	63	63	8	0.0122	0.0015	0.17
<i>Xylosma congesta</i>	柞木	-	14	28	42	5	0.4427	0.0529	0.16
<i>Platycarya strobilacea</i>	化香樹	6	21	-	27	3	0.6768	0.0809	0.15
<i>Deutzia pulchra</i>	大葉溲疏	1	1	31	33	4	0.2664	0.0318	0.12
<i>Mahonia oiwakensis</i>	阿里山十大功勞	-	1	39	40	5	0.0199	0.0024	0.11
<i>Sinopanax formosana</i>	華參	-	13	18	31	4	0.2350	0.0281	0.11
<i>Clerodendrum trichotomum</i>	海州常山	-	17	12	29	3	0.2624	0.0313	0.11
<i>Cephalotaxus wilsoniana</i>	臺灣粗榧	1	-	37	38	5	0.0130	0.0015	0.10
<i>Ilex ficoidea</i>	臺灣糊櫟	1	13	12	26	3	0.2915	0.0348	0.10
<i>Carpinus kawakamii</i>	阿里山千金榆	4	8	2	14	2	0.4772	0.0570	0.09
<i>Machilus thunbergii</i>	紅楠	1	6	4	11	1	0.4826	0.0577	0.08
<i>Rhododendron oldhamii</i>	金毛杜鵑	-	-	28	28	3	0.0483	0.0058	0.08
<i>Beilschmiedia erythrophloia</i>	瓊楠	1	8	4	13	2	0.2430	0.0290	0.06
<i>Acer serrulatum</i>	青楓	2	1	-	3	0.4	0.4441	0.0531	0.06
<i>Oreocnide pedunculata</i>	長梗紫麻	-	1	11	12	1	0.1148	0.0137	0.04
<i>Idesia polycarpa</i>	山桐子	2	-	-	2	0.2	0.3021	0.0361	0.04
<i>Itea parviflora</i>	小花鼠刺	-	4	2	6	0.7	0.1257	0.0150	0.03
<i>Debregeasia edulis</i>	水麻	-	2	6	8	1	0.0473	0.0056	0.03
<i>Deutzia taiwanensis</i>	臺灣溲疏	-	-	8	8	1	0.0105	0.0013	0.02
<i>Ligustrum matudae</i>	松田氏女貞	-	-	8	8	1	0.0099	0.0012	0.02
<i>Daphniphyllum himalaense</i> ssp. <i>macropodum</i>	薄葉虎皮楠	-	1	-	1	0.1	0.1428	0.0171	0.02
<i>Rhododendron rubropilosum</i>	紅毛杜鵑	-	-	6	6	0.7	0.0125	0.0015	0.02
<i>Eurya gnaphalocarpa</i>	毛果柃木	-	1	2	3	0.4	0.0633	0.0076	0.01
<i>Tetrapanax papyriferus</i>	通草	-	-	4	4	0.5	0.0228	0.0027	0.01
<i>Symplocos heishanensis</i>	平遮那灰木	-	1	2	3	0.4	0.0037	0.0004	0.01
<i>Pieris taiwanensis</i>	臺灣馬醉木	-	-	3	3	0.4	0.0029	0.0003	0.01
<i>Prunus campanulata</i>	山櫻花	1	-	-	1	0.1	0.0341	0.0041	0.01
<i>Ehretia dicksonii</i>	破布烏	-	1	-	1	0.1	0.0308	0.0037	0.01
<i>Lyonia ovalifolia</i>	南燭	-	1	-	1	0.1	0.0300	0.0036	0.01
<i>Photinia serratifolia</i> var. <i>lasiopetala</i>	毛瓣石楠	-	1	-	1	0.1	0.0257	0.0031	0.01
<i>Maesa perlarius</i> var. <i>formosana</i>	臺灣山桂花	-	-	1	1	0.1	0.0008	0.0001	0.00
<i>Eurya chinensis</i>	米碎柃木	-	-	1	1	0.1	0.0005	0.0001	0.00
總計		1356	4167	13267	18790	2245	457.3604	54.6428	100.00

五-5、森林的垂直結構

在樣區中凡樹高達森林最頂層，可接受到全光照者判斷為**樹冠層**；而從樹冠層以下至5公尺之間高度者統歸為**次冠層**，5公尺以下則劃分為**灌木層**。

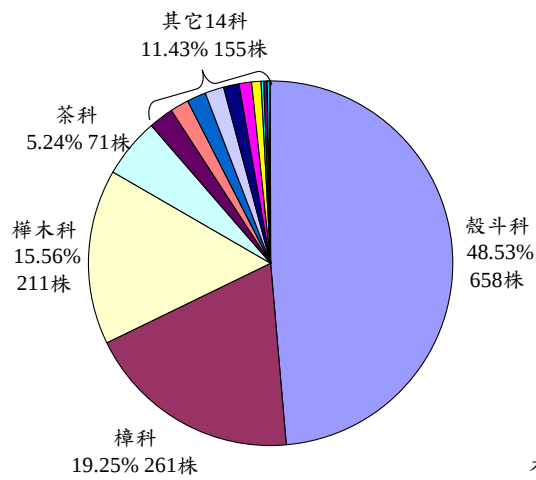
8.37公頃樣區中樹冠層共有35個樹種，1,356株(表3)。以殼斗科(48.53%)最多，共658株，樟科(19.25%，261株)及樺木科(15.56%，211株)次之，以上合計共1130株，佔83.33%，居樹冠層中絕對優勢。茶科(5.24%，71株)所佔比例已大為降低，其它14科合計只有155株(11.43%) (圖12-A)。至於物種方面以長尾栲(372株)獨居第1領先群，其次為臺灣赤楊(207株)，大葉石櫟(137株)及狹葉櫟(136株)居第3優勢群，假長葉楠(89株)及長葉木薑子(65株)再次之，以上6種合計達1006株，佔樹冠層植株比率達74.19% (表3)。

次冠層共有52種，4,167株(表3)。其中樟科(48.07%，2,003株)以近半數的株數居第1名，殼斗科(22.58%，941株)次之。薔薇科(6.62%，276株)、茶科(4.68%，195株)、杜鵑花科(3.91%，163株)、木犀科(3.50%，146株)是再次一級的類群，其它19科的數量只佔10.63% (圖12-B)。在物種方面，長葉木薑子(1026株)數量最多，假長葉楠(612株)與長尾栲(525株)次之，狹葉櫟(270株)、白新木薑子(204株)、臺灣老葉兒樹(184株)、大葉木犀(146株)、大葉石櫟(135株)、西施花(118株)、烏心石(110株)，至此累計所佔比率幾近八成(表3)。

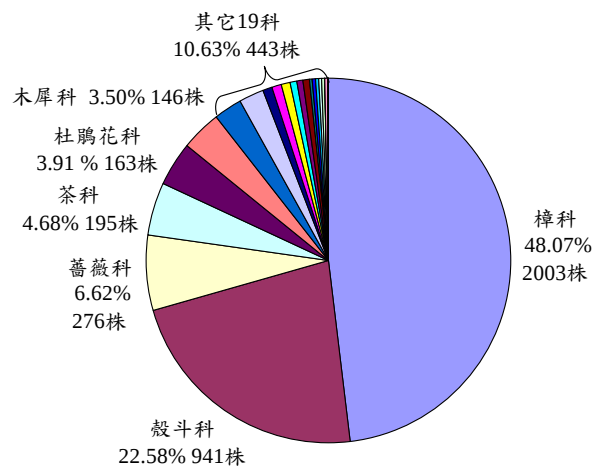
灌木層有56種，13,267株(表3)。樟科(40.76%，5,407株)數量最多，幾近半數，第2名是茶科(26.77%，3,552株)，第3名為殼斗科(12.89%，1,710株)。其它較優勢科有杜鵑花科(4.85%，643株)、忍冬科(3.35%，444株)、馬鞭草科(3.19%，423株)、薔薇科(2.95%，391株)，其它17科數量僅佔5.25% (圖12-C)。物種則以假長葉楠(2,320株)、長葉木薑子(2,204)及薄葉柃木(2,086株)分居1~3名，前3名合計約達本層的半數植株，其次為長尾栲(1,093)及細枝柃木(1,048)，其它物種株數均低於1,000株，數量相對而言低上許多(表3)。

綜合來看，除了樟科、殼斗科、茶科為三層的固定優勢科別外，樺木科在樹冠層的比率較其它兩層明顯偏高，薔薇科及杜鵑花科在次冠層及灌木層中亦佔有著一定的地位。此外，次冠層及灌木層中尚分有木犀科及忍冬科兩類數量較多的植物。在物種方面，樹冠層以長尾栲最優勢，但在部份區域轉以臺灣赤楊為優勢；次冠層以長葉木薑子與假長葉楠兩種樟科植物，以及長尾栲最為優勢；灌木層以假長葉楠最優勢，長葉木薑子與薄葉柃木次之。

A. 樹冠層



B. 次冠層



C. 灌木層

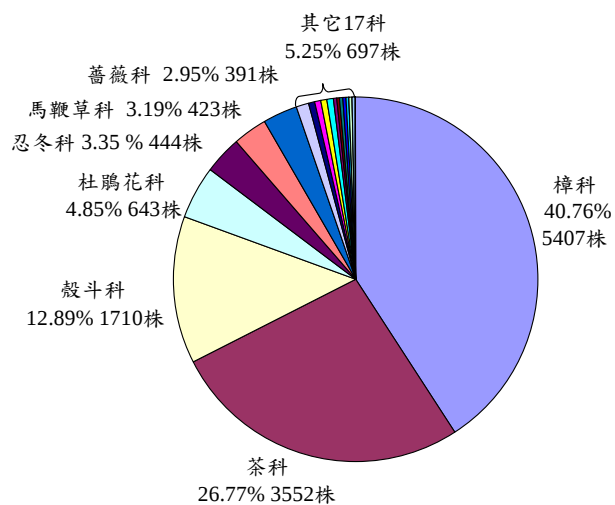


圖 12、樣區森林垂直分層各科別植株相對密度組成 A. 樹冠層：樹高達森林最頂層，可接受到全光照、B.次冠層：樹冠層以下至 5 公尺之間高度、C.灌木層：5 公尺以下。

五-6、植物社會分類

將全部的837個10×10平方公尺樣方除去無植株分佈的13個樣方後，共計824個樣方與64個物種，依其在全部樣區中的重要值進行雙向指標種分析（表4）。

第1次分群，主要以臺灣赤楊為主要指標種，分出以落葉樹優勢為主的60個樣方（第IV型），以及常綠闊葉樹為主的764個樣方（圖13、表4）。第2次分群則將常綠闊葉樹為主的764個樣方，區分成以假長葉楠為主要指標的364個樣方（第I型），以及相對以長尾桫、細枝柃木、薄葉柃木與大頭茶為指標的400個樣方（圖13）；落葉樹優勢（第IV型）的60個樣方雖又可再細分，但其於喬木層的差異不大，故未再區分成另外兩群（表4）。第3次分群，將前述以長尾桫、細枝柃木、薄葉柃木與大頭茶為指標的400個樣方，細分成以木荷、西施花、巒大越橘為主要指標，長尾桫為輔的97個樣方（第III型）；相對則以假長葉楠為指標的303個樣方（第II型）（圖13）；前述第I型雖然亦可再分成兩群，但其喬木層的相似度甚近，亦未再續分（表4）。

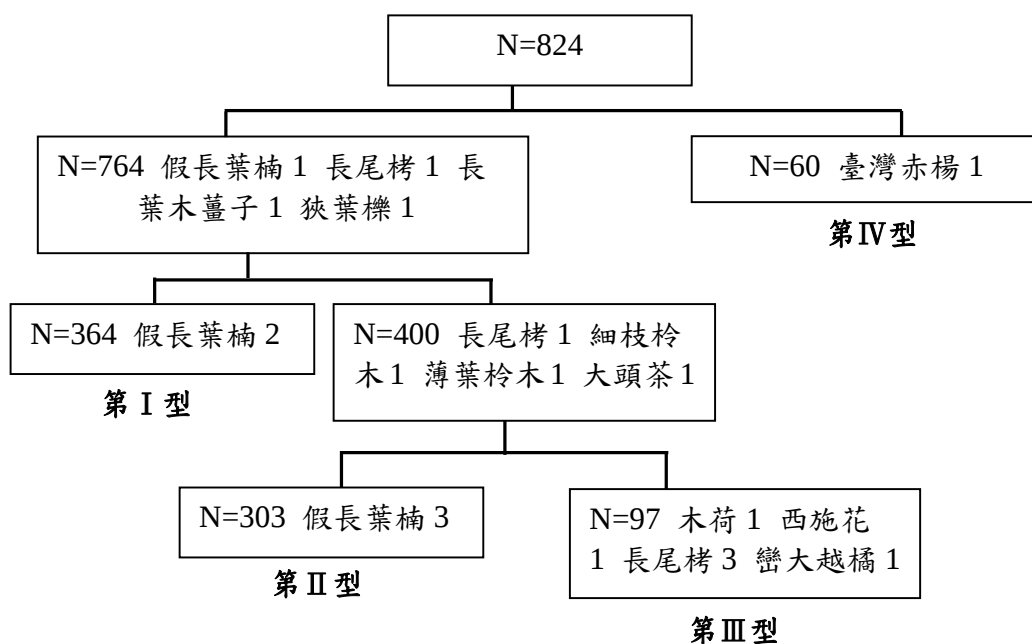


圖 13、樣區雙向指標種分析各類群樣區數量及指標種(N-樣區數、指標種後的數字表示擬種層級，某群該種之值愈小即意謂另一群同一種數量稀少或無)。

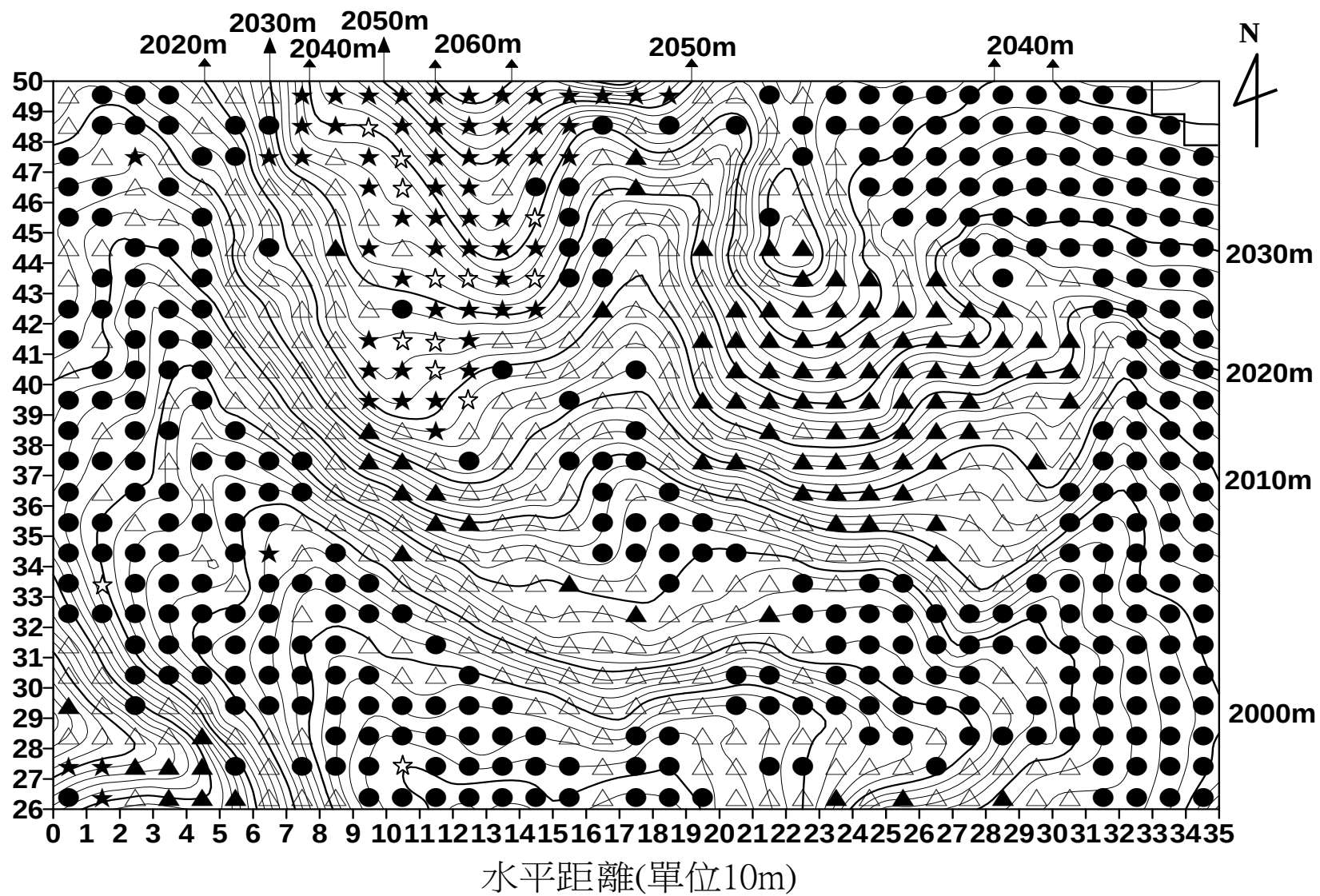


圖 14、四型植物社會空間分佈圖(● 樟科優勢型；△ 殼斗科-樟科共優勢型；▲殼斗科/茶科優勢型；★落葉樹優勢型；☆無樹樣方)。

各類別的植物社會呈現與地形地貌變化趨勢高度相關，現將地形地貌分類參考王相華等（2002）詳述如下：（1）稜線：兩坡面向上延伸的頂端，坡度平緩的區域；（2）谷地底坡：谷地含溪谷與山谷，溪谷為高水位經過時的區域，山谷為無水流處兩坡面向下延伸交會點連接區，底坡為溪谷或山谷兩側緩緩坡區；（3）上、中、下坡：稜線至谷地底坡以外的區域，將介於兩著間的坡面區分為三段，接近稜線者為上坡，鄰近谷地底坡者為下坡，上坡與下坡間者為中坡。現以地形地貌變化趨勢，將四型植物社會分述如下：

第 I 型 樟科優勢型植物社會

本植物社會類型共佔有364個樣方，出現50個物種，總數5,347株，密度為1,469 stems/ha，平均胸高斷面積41.21 m²/ha(表5)。其中樟科有假長葉楠、長葉木薑子、白新木薑子、青葉楠、屏東木薑子、臺灣肉桂與瓊楠等7種，共有3,568株，相對密度佔本型植物社會所有物種總數的66.73%，重要值達51.93%，亦即樟科植物在本型植物社會中佔有絕對優勢。

本植物社會類型主要分佈於8.37公頃樣區東、西兩側的谷地底坡乃至部分下坡區，亦有部份出現於中央兩道稜線間的山谷地形之中(圖14)。最優勢組成為假長葉楠(重要值29.53%)，其次為大葉石櫟(重要值12.90%)、長葉木薑子(重要值12.53%)、以及狹葉櫟(重要值11.64%)，長尾栲(重要值6.46%)及白新木薑子(重要值5.32%)再次之(表6)。在相對密度及胸高斷面積組成方面(表7)，假長葉楠在兩項指標皆最高，為本植物社會最優勢的種類，狹葉櫟與大葉石櫟的胸高斷面積大，但相對密度低，顯示以大樹居多，而長葉木薑子相對密度高、胸高斷面積較小，相對前三者，長葉木薑子以較小個體、較多數量成為本社會的優勢種

表 5、樣區四型植物社會暨全樣區資料比較表

項目	植群類型				全樣區
	I	II	III	IV	
種數	50	56	49	28	64
樣方數	364	303	97	60	824
株數	5347	8637	4274	532	18790
胸高斷面積(m ²)	149.99	189.35	90.32	27.70	457.36
密度(株/ha)	1469	2850	4406	887	2245
平均胸高斷面積(m ² /ha)	41.21	62.49	93.11	46.17	54.64
Simpson 氏歧異度指數	0.81	0.90	0.90	0.84	0.91
Shannon 氏歧異度指數	2.34	2.78	2.73	2.30	2.86
均勻度指數	0.60	0.69	0.70	0.69	0.69

類。在整個8.37公頃樣區，最優勢的長尾栲在本社會中，重要值排名第5，約僅假長葉楠的1/5，加上整個樣區中灌木層極為優勢的細枝柃木與薄葉柃木，在本型中亦較為少見，其角色轉換為樟科的假長葉楠及長葉木薑子為主，另杜鵑花科在本區中數量亦相當稀少，僅見少量的巒大越橘和西施花分佈(表7)，足見本社會類型與以長尾栲為優勢的植物社會有明顯的差異。

第Ⅱ型 殼斗科—樟科共優勢型植物社會

本植物社會類型共有303個樣方，出現56個物種，總數8,637株，密度為2,850 stems/ha，胸高斷面積62.49 m²/ha (表5)。殼斗科的4種，即長尾栲、狹葉櫟、大葉石櫟、銳葉高山櫟在本型中均出現，共有1,576株，相對密度佔本型植物社會所有物種總數的18.25%，但其相對胸高斷面積佔本植物社會的64.84%，以致重要值達41.55%；樟科的8種，即假長葉楠、長葉木薑子、白新木薑子、青葉楠、屏東木薑子、臺灣肉桂、紅楠與瓊楠在本型中也都出現，共有3,175株，相對密度佔本型植物社會所有物種總數的36.76%，但其相對胸高斷面積僅佔本植物社會的17.49%，重要值為27.13%。殼斗科植物在本型中以大樹為主，但相對數量少，而樟科植物則中、小樹為主，但相對數量多，形成互補，兩者重要值合計68.67%，成為本植物社會優勢代表。

本植物社會類型主要分佈於整個樣區的中下坡區域及中間無水流的底坡山谷區(圖14)。最優勢的物種為長尾栲(重要值26.19%)，其次為長葉木薑子(重要值13.08%)，再次一級的優勢種為狹葉櫟(重要值9.94%)、薄葉柃木(重要值8.18%)，假長葉楠(重要值7.24%)等(表6)。本型的種數為四個植物社會類型之冠，源自於部分稀有的物種屬谷地底坡分佈或上坡分佈者在此皆存在(表7)。由相對密度來看，長葉木薑子及薄葉柃木為本型密度較高的物種，其次為長尾栲及假長葉楠，彼此間的差距並無十分明顯；胸高斷面積方面，長尾栲的胸高斷面積最大，佔本型所有胸高斷面積的41.25%，約為排名第二狹葉櫟的2.5倍(表7)，故成為本植物社會最優勢的物種。

比對前一個以谷地底坡為主要分佈的樟科優勢植物社會(第Ⅰ型)，本型的茶科植物數量增加了許多，其中以薄葉柃木與細枝柃木佔據不少的比例(表7)，構成本型灌木層的主要組成，大頭茶與杜鵑花科的西施花亦有著較高的重要值表現(表6)，茶科與杜鵑花科在本型中呈現漸進式增多的趨勢。

表 6、樣區四型植物社會優勢組成比較表(重要值累計前 90%)

名 次	第 I 型		第 II 型		第 III 型		第 IV 型	
	物種	重要值	物種	重要值	物種	重要值	物種	重要值
1	假長葉楠	29.53	長尾桫	26.19	長尾桫	36.68	臺灣赤楊	58.23
2	大葉石櫟	12.90	長葉木薑子	13.08	木荷	9.45	杜虹花	9.84
3	長葉木薑子	12.53	狹葉櫟	9.94	長葉木薑子	9.07	薄葉柃木	7.91
4	狹葉櫟	11.64	薄葉柃木	8.18	西施花	5.75	長葉木薑子	5.56
5	長尾桫	6.46	假長葉楠	7.24	薄葉柃木	5.20	大葉溲疏	2.29
6	白新木薑子	5.32	大葉石櫟	4.88	狹葉櫟	5.09	海州常山	2.09
7	杜虹花	2.32	細枝柃木	3.83	細枝柃木	4.91	臺灣老葉兒樹	1.97
8	屏東木薑子	2.19	青葉楠	2.71	大頭茶	3.68	細枝柃木	1.42
9	薄葉柃木	2.16	臺灣赤楊	2.67	烏心石	2.43	尖葉楓	1.35
10	青葉楠	1.71	白新木薑子	2.47	臺灣老葉兒樹	2.17		
11	臺灣老葉兒樹	1.65	大頭茶	1.70	巒大越橘	1.51		
12	烏心石	1.23	大葉木犀	1.68	臺灣肉桂	1.05		
13	大葉木犀	1.15	烏心石	1.60	銳葉高山櫟	1.03		
14			臺灣老葉兒樹	1.39	大葉石櫟	1.01		
15			臺東莢迷	1.27	大葉木犀	1.00		
16			西施花	1.24				
合計		90.78		90.06		90.03		90.65

第 III 型 殼斗科／茶科優勢型植物社會

本型共有 97 個樣方，具有 49 個物種，總數 4,274 株，密度為 4,406 stems/ha，胸高斷面積 93.11 m²/ha。不論是密度或平均胸高斷面積，均為四型植物社會中的最高（表 5）。殼斗科的 4 種，即長尾桫、狹葉櫟、大葉石櫟、銳葉高山櫟在本型中均出現，共有 1,051 株，相對密度佔本型植物社會所有物種總數的 24.59%，相對胸高斷面積佔本植物社會的 63.04%，重要值達 43.82%，為本社會最優勢的植物。茶科在本社會中出現 4 種，即薄葉柃木、細枝柃木、大頭茶與木荷，共有 1,181 株，相對密度佔本型植物社會所有物種總數的 27.63%，但其相對胸高斷面積僅佔本植物社會的 18.84%，重要值為 23.24%。由於兩個科別的數量相近，但胸高斷面積卻相差約 3 倍以上，在本類型中茶科植物為次優勢的植物。

本型植物社會主要分佈於樣區的東側稜線上坡處，另外亦零星分佈於西方坡面的陡坡處，以及樣區西南角的稜線上（圖 12）。最優勢的物種是長尾桫（重要值 36.68%），其次為木荷（重要值 9.45%）與長葉木薑子（重要值 9.07%），各約僅長尾桫的 1/4，再次為西施花（重要值 5.75%）、薄葉柃木（重要值 5.20%）、狹葉櫟（重要值 5.09%）及細枝柃木（重要值 4.91%）屬第 3 群的優勢組成。谷地底坡至中下坡植物社會的森林優勢組成，由樟科為主轉為殼斗科—樟科，再往上延續至本植物社會類型，漸次轉變為殼斗科／茶科為主的局面（表 6）。若由相對密度及胸高斷面

積來看，長尾栲的數量最多，同時亦有著過半比例的胸高斷面積，故成為本區的最優勢的物種。長葉木薑子數量雖居第2位，但胸高斷面積甚低，故重要值僅排在第3名，顯示長葉木薑子在本植物社會類型中並非高大的樹木；反觀木荷的情形恰和長葉木薑子相反，以高的胸高斷面積比例，但密度相對卻較低的組合，在重要值進佔第2順位，亦即木荷在本區中主要都是高大的樹木。另在溪谷中數量極多的假長葉楠，在本型中重要值僅達0.89%，展現出明顯的地形位置相關性，由谷地底坡、中下坡至上坡逐漸遞減的趨勢，大葉石櫟亦有類似的傾向。而長葉木薑子與狹葉櫟則展現出較大的適應能力，能在上下坡的不同環境下，均有著相當的優勢地位。

第IV型 落葉樹優勢型植物社會

本型共有60個樣方，具有28個樹種，總數532株，密度為887 stems/ha，胸高斷面積46.17 m²/ha(表5)。本型植物社會主要分佈於中央偏西的稜脊，有3個樣方位於西南角的稜脊上。另外雖然有兩個樣方出現在溪谷中，主因是這兩個樣方中的組成幾乎都是杜虹花，故而被分成本型植物社會(圖6)。由分佈的趨勢可推測本型植物社會主要出現於中央偏西的稜線大面積干擾區，以及溪谷水流擾動的恆常性干擾區。優勢物種中，臺灣赤楊(重要值58.23%)佔有絕對的優勢，其次為杜虹花(重要值9.84%)、薄葉柃木(重要值7.91%)、長葉木薑子(重要值5.56%)(表6)。若由相對密度及胸高斷面積來看，可知臺灣赤楊在數量上最多，同時胸高斷面積亦佔全部的84.50%(表7)，因此構成了與常綠林截然不同的形相與組成，不僅林相單一，同時上層的優勢種呈現單一化的獨特情形，即以台灣赤楊落葉樹為優勢的植物社會。

四型植物社會的指數差異

最後再由兩種歧異度指數與均勻度指數來看四型植物社會的物種多樣性。首先針對Simpson氏歧異度指數，反應隨意取兩個個體時，同屬於一個物種的機率為何，其數值介於0至1間，若數值等於1則此社會由單一物種組成。此四型植物社會的Simpson氏歧異度指數雖有低高的差別，但彼此間的差異並不明顯，均未超過1，而數值卻都具有偏高的趨勢(表4)，顯示各植物社會類型中，皆有由少數種類佔據大多數數量的情形。Shannon氏歧異度指數，顯示在森林中隨機遇到的個體，屬於某一物種的不確定性(uncertainty)，數值越高表示此植物社會種類數多且數量分佈比例越平均。可觀察到以臺灣赤楊落葉樹為優勢的第VI型Shannon氏歧異度指數最低；而其他三型以常綠闊葉樹為主的植物社會中，第II型的數值最

高，同時具有最多的物種(表4)，第Ⅲ型次之，隨後才是第Ⅰ型，這種數值趨勢結合地形變化，可以發現在稜線上坡（第Ⅲ型殼斗科／茶科優勢型）與谷地底坡（第Ⅰ型樟科優勢型）間的殼斗科—樟科共優勢型（第Ⅱ型），同時具有第Ⅰ與Ⅲ型各自特有及共有的種類(表7)，或可稱為第Ⅰ型與第Ⅲ型的間的過渡類型，Shannon氏歧異度指數最高也反應此類型的特色。在均勻度指數部份，由數值可區分為兩個部分，第Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ三型的值相近，第Ⅰ型與其他三型差距略大(表4)。比對其相對密度分配與物種數，第Ⅱ與第Ⅲ型相對密度分配趨勢相似，數值最大均未超過20%(表7)，雖然兩者在物種數差距達7種之多，但多屬於數量稀少的種類，故整體趨勢顯示在均勻度指數上相近。第Ⅳ型物種的相對密度，31.95%集中在臺灣赤楊，與前兩類型有明顯的差距，但因物種數也明顯少於第Ⅱ、第Ⅲ型，兩相比對下，恰好表現出與第Ⅱ、第Ⅲ型在均勻度數值相近的情形，巧合的性質居高。反觀第Ⅰ型，其物種數與第Ⅱ、第Ⅲ型較為相近，但相對密度37.76%集中在假長葉楠上，呈現均勻度指數偏低，物種數量分佈較不均勻。

表 7、樣區四型植物社會組成比較表

物種	第 I 型			第 II 型			第 III 型			第 IV 型		
	密度 (%)	相對胸高斷 面積(%)	重要值 (%)	密度 (%)	相對胸高斷 面積(%)	重要值 (%)	密度 (%)	相對胸高斷 面積(%)	重要值 (%)	密度 (%)	相對胸高斷 面積(%)	重要值 (%)
長尾桫	3.82	9.11	6.46	11.14	41.25	26.19	19.28	54.09	36.68	-	-	-
假長葉楠	37.76	21.30	29.53	10.79	3.68	7.24	1.52	0.26	0.89	0.94	0.04	0.49
長葉木薑子	17.67	7.38	12.53	18.90	7.26	13.08	15.58	2.56	9.07	9.77	1.34	5.56
狹葉欖	3.98	19.29	11.64	3.89	15.98	9.94	3.88	6.29	5.09	0.38	0.22	0.30
大葉石欖	4.66	21.15	12.90	3.11	6.66	4.88	1.03	1.00	1.01	1.50	1.08	1.29
薄葉柃木	4.19	0.13	2.16	15.80	0.55	8.18	10.11	0.28	5.20	15.23	0.59	7.91
臺灣赤楊	0.09	0.60	0.35	0.58	4.77	2.67	0.44	1.50	0.97	31.95	84.50	58.23
細枝柃木	0.80	0.05	0.43	7.17	0.48	3.83	9.43	0.40	4.91	2.63	0.20	1.42
白新木薑子	5.18	5.46	5.32	3.57	1.38	2.47	1.03	0.18	0.61	0.94	0.22	0.58
木荷	0.07	0.01	0.04	0.46	0.55	0.51	4.49	14.40	9.45	-	-	-
青葉楠	1.40	2.01	1.71	1.85	3.57	2.71	1.01	0.84	0.92	0.38	0.03	0.20
西施花	0.02	0.00	0.01	2.19	0.29	1.24	10.20	1.29	5.75	-	-	-
臺灣老葉兒樹	2.24	1.05	1.65	2.19	0.59	1.39	3.81	0.53	2.17	2.44	1.50	1.97
大頭茶	0.37	0.01	0.19	2.47	0.94	1.70	3.60	3.76	3.68	1.88	0.65	1.26
杜虹花	3.95	0.70	2.32	1.86	0.34	1.10	0.58	0.09	0.34	15.60	4.08	9.84
烏心石	0.94	1.52	1.23	1.26	1.93	1.60	1.85	3.01	2.43	-	-	-
大葉木犀	1.01	1.29	1.15	2.01	1.35	1.68	1.45	0.56	1.00	-	-	-
臺東莢迷	1.96	0.10	1.03	2.40	0.13	1.27	0.30	0.01	0.16	-	-	-
臺灣肉桂	0.50	0.63	0.57	0.82	1.28	1.05	0.73	1.37	1.05	-	-	-
屏東木薑子	4.11	0.26	2.19	0.71	0.08	0.39	0.05	0.00	0.02	0.94	0.15	0.54
杜英	0.56	0.93	0.74	0.52	1.14	0.83	0.42	1.40	0.91	-	-	-
銳葉高山欖	0.11	0.94	0.53	0.10	0.96	0.53	0.40	1.67	1.03	-	-	-
賊仔樹	0.28	2.00	1.14	0.15	0.79	0.47	0.02	0.08	0.05	0.38	0.63	0.51
巒大越橘	0.04	0.01	0.03	0.46	0.19	0.33	2.22	0.79	1.51	1.13	0.44	0.78
臺灣蘋果	0.67	1.08	0.88	0.23	0.21	0.22	0.51	0.63	0.57	0.38	0.54	0.46
山枇杷	0.28	0.13	0.20	1.00	0.28	0.64	0.51	0.49	0.50	0.19	0.00	0.10
阿里山榆	0.17	1.62	0.89	0.06	0.58	0.32	0.05	0.01	0.03	-	-	-
呂宋莢迷	0.17	0.01	0.09	0.66	0.06	0.36	1.80	0.09	0.95	0.19	0.00	0.09
尖葉楓	0.09	0.30	0.20	0.10	0.50	0.30	0.30	0.88	0.59	0.94	1.76	1.35
樟葉楓	0.24	0.18	0.21	0.27	1.10	0.68	0.02	0.00	0.01	-	-	-
小西氏灰木	0.11	0.01	0.06	0.52	0.11	0.31	0.75	0.05	0.40	-	-	-
疏果海桐	0.26	0.02	0.14	0.58	0.05	0.31	0.40	0.03	0.21	-	-	-
玉山紫金牛	0.19	0.00	0.09	0.59	0.01	0.30	0.05	0.00	0.02	-	-	-

表 7、樣區四型植物社會組成比較表(續)

物種	第 I 型			第 II 型			第 III 型			第 IV 型		
	密度 (%)	相對胸高斷 面積(%)	重要值 (%)	密度 (%)	相對胸高斷 面積(%)	重要值 (%)	密度 (%)	相對胸高斷 面積(%)	重要值 (%)	密度 (%)	相對胸高斷 面積(%)	重要值 (%)
柞木	0.28	0.13	0.21	0.31	0.13	0.22	-	-	-	-	-	-
化香樹	-	-	-	0.03	0.08	0.06	0.51	0.50	0.51	0.38	0.24	0.31
大葉溲疏	0.07	0.04	0.06	0.07	0.01	0.04	0.05	0.00	0.03	3.95	0.64	2.29
阿里山十大功勞	0.32	0.00	0.16	0.19	0.00	0.09	0.05	0.00	0.02	0.94	0.04	0.49
華參	0.07	0.01	0.04	0.22	0.07	0.14	0.19	0.11	0.15	-	-	-
海州常山	0.17	0.06	0.11	0.01	0.00	0.01	-	-	-	3.57	0.61	2.09
臺灣粗榧	0.49	0.01	0.25	0.13	0.00	0.06	0.02	0.00	0.01	-	-	-
臺灣糊櫟	0.07	0.09	0.08	0.23	0.08	0.15	0.05	0.01	0.03	-	-	-
阿里山千金榆	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.23	0.41	0.32	-	-	-
紅楠	-	-	-	0.05	0.22	0.13	0.16	0.08	0.12	-	-	-
金毛杜鵑	-	-	-	0.03	0.00	0.02	0.54	0.04	0.29	0.38	0.02	0.20
瓊楠	0.09	0.10	0.10	0.08	0.03	0.05	0.02	0.04	0.03	-	-	-
青楓	-	-	-	0.01	0.17	0.09	0.05	0.15	0.10	-	-	-
長梗紫麻	0.17	0.06	0.11	0.03	0.02	0.02	-	-	-	-	-	-
山桐子	0.04	0.20	0.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
小花鼠刺	0.02	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.07	0.10	0.08	-	-	-
水麻	0.02	0.00	0.01	-	-	-	-	-	-	1.32	0.16	0.74
臺灣溲疏	0.07	0.00	0.04	0.05	0.00	0.02	-	-	-	-	-	-
松田氏女貞	0.13	0.01	0.07	0.01	0.00	0.01	-	-	-	-	-	-
薄葉虎皮楠	-	-	-	0.01	0.08	0.04	-	-	-	-	-	-
紅毛杜鵑	-	-	-	0.01	0.00	0.01	0.07	0.01	0.04	0.38	0.01	0.20
毛果柃木	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.56	0.23	0.40
通草	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.75	0.08	0.42
平遮那灰木	-	-	-	0.01	0.00	0.01	0.05	0.00	0.02	-	-	-
臺灣馬醉木	-	-	-	-	-	-	0.07	0.00	0.04	-	-	-
山櫻花	-	-	-	0.01	0.02	0.01	-	-	-	-	-	-
破布烏	-	-	-	0.01	0.02	0.01	-	-	-	-	-	-
南燭	-	-	-	0.01	0.02	0.01	-	-	-	-	-	-
毛瓣石楠	-	-	-	-	-	-	0.02	0.03	0.03	-	-	-
臺灣山桂花	0.02	0.00	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
米碎柃木	0.02	0.00	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
總計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

五-7、物種空間分佈及徑級結構

根據本樣區的植群分類結果，首先可分為落葉樹林與闊葉樹林兩大類別。落葉樹林乃經過干擾仍處於前期演替階段的林份，物種分佈與干擾的關係在樣區內可分為三種類：（1）位於樣區中央偏西及西南角稜線上，可能經過火災或大面積崩塌產生的干擾區，其中的種類可歸為「稜線干擾分佈」；（2）位於樣區水流及其兩側崩塌的干擾區，物種在其中可歸為「溪谷干擾分佈」；（3）散生於樣區內，可能為大樹倒塌或大枝條掉落所形成的孔隙干擾區，其中的物種可歸為「孔隙干擾分佈」。或同時出現在兩類干擾區，則合併名稱陳述之，若存在上述三者中，則可歸為（4）干擾區廣泛分佈。另一植群類別為演替後期的常綠闊葉樹林，以大面積連續分佈，涵蓋在樣區的非干擾區域，其各植物社會的分群與樣區內的地形梯度變化有著密切的相關性。根據前節植物社會分類與地形地貌的關係，物種在常綠闊葉樹林中的分佈情形可細分為（1）稜線分佈；（2）上坡分佈；（3）中坡分佈；（4）下坡分佈；（5）谷地底坡分佈。物種在上述五類的分佈中，也可能存在於鄰近兩個以上地貌分佈的現象，則合併名稱陳述，或上述各類中均有出現的情形，歸為（6）非干擾區廣泛分佈。

徑級結構採游孟雪（1999）整理自Bongers et al.（1988）與Knight（1975）的5個類型進行區分，分別為：一、反J型分佈，通常在第1或第2徑級的數量最高，而後逐漸減少，本型植群的結構穩定，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分佈曲線，代表族群現在的小徑級個體的補充有困難，常為先驅樹種的特徵，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，但死亡率高；通常樣區中的樹冠層主要的組成物種多屬於本類型；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，隨徑級增大株數降低，至較大徑級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。

樣區中所有種類的分佈與徑級結構，依株數由多至少依序排列。選取株數超過90株(累計株數百分比達95%)的24個物種逐一敘述其分佈類型及徑級結構，其它數量較少的物種亦作圖呈現出其空間分佈及徑級結構的趨勢：

1. 長葉木薑子：本樣區中數量最多的種類，達3,295株，其分佈除了在稜線干擾的核心區及

部分溪谷干擾區未出現外，在常綠闊葉林涵蓋的上坡區密度較高，在溪谷底坡及中坡平緩地區的數量較少，本種可歸類為「非干擾區廣泛分佈型」(圖15)。本種在稜線干擾區邊緣，東南緣及西緣，均呈現高密度群集的現象，其在常綠闊葉樹林與台灣赤楊落葉林中的互動，扮演的角色值得進一步分析。徑級結構在等比的級距下呈反J型(圖16-A)；等差徑級則為標準的L型結構(圖16-B)，兩者交互顯示本種族群結構平穩。從數量最多、分佈廣泛以及族群的齡級結構穩定，顯示本種為常綠闊葉樹林中最重要之組成之一。

2. 假長葉楠：在樣區的稜線及上坡地區幾乎沒有出現，或鮮少個體分佈，從中坡以下數量逐漸增加，延續至下坡及谷地底坡區，密度達最高，故將之歸為「下坡-谷地底坡分佈型」(圖17)。本種在樣區西面溪谷底坡、東北面山谷底坡、東與東南面溪谷底坡的平緩區，均有高密度群集的現象，似乎也偏好平緩的地區生長。其徑級結構在等比徑級下為反J型(圖18-A)；但在等差徑級下則屬於L型(圖18-B)，顯示族群齡級結構平穩，為常綠闊葉林在下坡至谷地底坡區，重要的組成物種。
3. 薄葉柃木：谷地底坡、下坡與稜線干擾的落葉樹林核心區數量分佈少，甚或全無；主要分佈中、上坡，以及干擾區邊緣，因此將其歸類於「中-上坡分佈類型」(圖19)。在樣區中央偏西的大範圍稜線干擾的西側邊緣區有較大面積高密度群集的現象；另中央偏東的稜線西側也有小面積高密度群集的情形，此與其他散生於闊葉樹林中高密度植株的樣方，均可能源自於孔隙干擾所造成，本種為常綠闊葉樹林與台灣赤楊落葉林推移帶群集的種類(邱少婷等，2005)，對於孔隙也可能有偏好的傾向。由於本種等比徑級的分配屬反J型(圖20-A)，由其灌木類的屬性，植株多集中在第1、2徑級；在等差徑級中，顯現出反J型的趨勢(圖20-B)，代表更新良好，加上其趨向干擾區邊緣的特性，可能為常綠闊葉樹林中往干擾區拓殖的先驅物種。
4. 長尾栲：本種除極少在稜線干擾的落葉林區、谷地底坡與下坡轉換區出現，而在其它各種地形中皆有分佈，且偏向中、上坡區，故將其歸類在「中-上坡分佈型」(圖21)，其中又以中央偏東稜線的南面中、上坡地區有高密度群集的情形。徑級結構方面，等比的級距呈現第1、2徑級較多植株，第3~5級雖然逐次遞減，但第6、7級數量上升後又下降(圖22-A)，亦即徑級較大的等級反應並非完整的反J趨勢，若將第1、2徑合併為同一小個體的等級，則小徑級的數量為1,018株，超過50%，即呈現本種為反J偏L型。而第6、7級數量偏高，顯示長尾栲在樣區內大樹的數量多，此點也與長尾栲在樹冠層有最多個體數及所有物種中有最大的胸高斷面積相互印證(表3)，即長尾栲在樣區中為最重要的組成物種；在等差

徑級中則為標準的L型(圖22-B)，為樹冠層物種，其齡級結構平穩。

5. 細枝柃木：溪谷底坡與稜線干擾區的落葉樹林核心區幾近全無、下坡地區則少量分佈，平緩地區出現的數量也少；主要分布中、上坡，因此將其歸類於「中-上坡分佈類型」(圖23)。本種較薄葉柃木的分佈更集中，並非如同博葉柃木在干擾區邊緣仍有量分佈的現象，其生育地的需求傾向於闊葉樹林內坡度較為陡峭的區域，如中央偏東稜線的東西兩側均有較高密度植株出現的情形。徑級結構上，等比級距偏向反J型的曲線(圖24-A)，乃由於本種屬於灌木類，多為小徑級的個體，其成長無法如同部分喬木可能呈倍數成長，等比的分析對於本種較不具意義，僅供參考；從等差徑級的圖示，則呈現明顯的反J型分佈(圖24-B)，顯示本種在闊葉樹林內更新良好。
6. 狹葉櫟：本種除干擾區無植株分佈外，皆或多或少地均勻出現，故將其歸為「非干擾區廣泛分佈型」(圖25)。等比徑級結構雖呈波浪狀起伏，可能為種子或小苗產出率、或死亡率有年度差別所致，但大致趨勢仍偏向反J型(圖26-A)；而在等差徑級中為L型分佈(圖26-B)，為樹冠層物種，具有穩定的齡級結構。
7. 白新木薑子：本種在干擾區無植株分佈，屬於「非干擾區廣泛分佈型」(圖27)。等比徑級結構屬於反J型(圖28-A)；等差徑級則為L型(圖28-B)，在闊葉樹林內更新良好，具穩定的齡級結構。
8. 西施花：本種集中於上坡至稜線區域，為明顯的群聚分佈的物種，屬標準的「上坡分佈型」(圖29)。等比徑級中，第2徑級株數最多，屬反J型分佈(圖30-A)；在等差徑級中亦呈現反J型的曲線(圖30-B)。在常綠闊葉樹林內整體的更新狀況良好。
9. 大葉石櫟：本物種除了在中央偏東稜脊的南坡面上坡部分沒有個體出現外，幾乎在常綠闊葉樹所涵蓋的區域皆有分佈，呈現出「非干擾區廣泛分佈型」(圖31)。在等比徑級中的結構為明顯的波浪型(圖32-A)；在等差徑級中為呈L型(圖32-B)，且第2級以上仍有高低起伏的現象，顯示本種極可能存在週期性的豐欠年，即種子或小苗產出率、或死亡率高低存在週期性的變動。整體而言，屬穩定的齡級結構，為樹冠層物種。
10. 臺灣老葉兒樹：本種主要在中央偏東稜脊的東南坡面上有著較高密度的分佈，其他區域呈現零星散佈，雖在稜線干擾區與溪谷兩岸也有極少量的個體，但整體仍偏向「非干擾區廣泛分佈型」(圖33)，屬對生育地要求並不嚴苛的種類。徑級結構方面，等比類別為反J型結構(圖34-A)；等差徑級則為L型(圖34-B)，顯示本種在樣區內更新狀況良好。
11. 杜虹花：本種在溪谷中有聚集生長的趨勢，在稜線干擾區的數量也多，在非干擾區中，呈

- 現略微群集的現象，可能與孔隙干擾有關，故將其歸類為「干擾區廣泛分佈型」(圖35)。等比徑級呈鐘形結構(圖36-A)；等差徑級中，第1、2級差別不大，呈偏向反J型分佈(圖36-B)。兩相比對下，本種小徑級個體的遞補在樣區中已經出現式微的趨勢。
- 12.大頭茶：本種主要集中在中、上坡地區，屬於「中-上坡分佈型」(圖37)。在等比徑級中，第1徑級略低於第2徑級，但仍偏向反J型結構(圖38-A)；而在等差徑級中則為L型(圖38-B)。兩相對應後，本種在4公分徑級以下的小樹，存活率偏高。
- 13.臺東莢迷：為次於假長葉楠的典型「下坡-谷地底坡分佈型」(圖39)。等比徑級中，因本種的灌木屬性，在第1、2徑級的株數明顯高出其它徑級，屬於偏反J型的徑級結構(圖40-A)；等差徑級中，為反J型的徑級結構(圖40-A、B)，顯示本種更新良好。
- 14.大葉木犀：本種全無出現在稜線干擾的落葉樹林核心區，在谷地底坡則少量分佈，主要集中在中坡至下坡區，屬「中、下坡分佈型」(圖41)。等比徑級結構呈第2徑級最高的反J型曲線(圖42-A)；等差徑級中則是L型結構(圖42-B)。兩相對應後，顯示本種在4公分徑級以下的小樹，存活率相當高。
- 15.屏東木薑子：屬於標準的「下坡-谷地底坡分佈型」(圖43)。在徑級結構的分類上，等比徑級呈反J型結構(圖44-A)；在等差徑級則為L型(圖44-B)。在闊葉樹林內更新良好，具穩定的齡級結構。
- 16.青葉楠：本種在稜線干擾區以外的區域，分佈零散，偏屬「非干擾區廣泛分佈型」(圖45)。等比徑級結構偏向反J型分佈(圖46-A)；等差徑級中則L型(圖46-B)。屬穩定的齡級結構，為樹冠層物種。
- 17.臺灣赤楊：在樣區範圍內為明顯的群聚物種，集中在中央偏西與西南角的稜線干擾區，屬於「稜線干擾分佈型」(圖47)。等比徑級結構呈現出右偏的鐘型曲線，若不看最大的兩個徑級，則偏向J型的結構(圖48-A)；等差徑級屬於左偏型的鐘型(圖48-B)。兩種分佈類型均顯示本種小樹遞補已近停頓，整個臺灣赤楊族群已經轉成中、大徑級為主的齡級結構，未來若無大型的破壞干擾出現，本種將逐漸退出樣區。
- 18.烏心石：臺灣赤楊分佈的稜線干擾區完全不見本種出現，主要分佈在樣區的上、中、下坡面，樣區中平緩的區域及谷地底坡與稜線區也少量分佈，或可偏屬於為「非干擾區廣泛分佈型」(圖49)。等比徑級屬於鐘型結構(圖50-A)；等差徑級則為L型(圖50-B)。兩相對應後，顯示本種在8公分徑級以下的小樹，存活率相當高。
- 19.木荷：為群聚分佈的物種，主要集中在樣區東側稜線及其南向的坡面上，屬於「稜線-上

坡分佈型」(圖51)。在等比徑級中，第1徑級略低於第2徑級，但仍偏向反J型結構(圖52-A)；等差徑級則為L型曲線結構(圖52-B)。屬穩定的齡級結構，為樹冠層物種。

20. 呂宋英迷：為「中-上坡分佈型」(圖53)，與臺東英迷的「下坡-谷地底坡分佈型」成一明顯的對比。本種屬灌木，多為小徑級的植株，等比徑級結構偏向反J型(圖54-A)；等差徑級則為反J型(圖54-B)，顯示本種更新良好。
21. 巒大越橘：本種集中於上坡至稜線區域，少見於谷地環境，屬「上坡分佈型」(圖55)。本種等比徑級結構偏向鐘型曲線，因其灌木屬性，小徑級木多，若個體徑級略大些，則易出現第3級最多的現象(圖56-A)；比對等差徑級屬反J型(圖56-B)，顯示本種更新良好。
22. 臺灣肉桂：主要零散分佈常綠闊葉樹林中，偏屬於「非干擾區廣泛分佈型」(圖57)。等比徑級呈現波浪型結構(圖58-A)；等差徑級則為L型(圖58-B)，但摒除第1級來看，其餘各級的分佈也呈現波浪狀，是否存有豐欠年的現象，值得更進一步研究。
23. 山枇杷：在西側稜脊的西南側坡面有一密度較高的區域，上坡、稜線區僅零星分佈，主要還是中、下坡區，屬於「中-下坡分佈型」(圖59)。為灌木至小喬木類別的物種，等比徑級呈現第2級最高的偏反J型曲線(圖60-A)；等差徑級則為L型(圖60-B)，顯示本種更新良好。
24. 杜英：零散分佈常綠闊葉樹林中，偏屬於「非干擾區廣泛分佈型」(圖61)。等比徑級呈鐘型結構(圖62-A)；而等差徑級則為L型(圖62-B)。兩相對應顯示本種在8公分徑級以下的小樹，具有高的存活率。

前述24種的分佈類型，共可歸為八大類，(1) 干擾區廣泛分佈型：杜虹花；(2) 稜線干擾分佈型：臺灣赤楊；(3) 非干擾區廣泛分佈型：長葉木薑子、狹葉欒、白新木薑子、大葉石欒，而臺灣老葉兒樹、青葉楠、烏心石、臺灣肉桂與杜英偏屬此一類型，共9種；(4) 稜線-上坡分佈型：木荷；(5) 上坡分佈型：西施花、巒大越橘；(6) 中-上坡分佈型：薄葉柃木、長尾栲、細葉柃木、大頭茶、呂宋英迷；(7) 中-下坡分佈型：大葉木犀、山枇杷；(8) 下坡-谷地底坡分佈型：假長葉楠、臺東英迷、屏東木薑子。徑級結構方面，除了杜虹花與臺灣赤楊呈現鐘型分佈，即小徑級木的遞補在樣區中已經式微與消失，其餘22種呈現齡級結構穩定的L型、反J型分佈。

六、結論

- 1.楠溪森林動態樣區未來的調查將由臺灣生態學會負責，以楠溪工作站作為調查工作的基地，期望政府投入完整的經費，人力方面，學會將與靜宜大學生態系合作，規劃森林動態樣區調查的實驗課程，訓練學生成為樣區調查工作的主力，搭配學會志工，進行未來週期性的複查工作。樣區目前在本計畫下完成8.37公頃，未來整個樣區規劃朝向12.75公頃發展，並規劃為兩個部分，分別為11.75公頃的研究核心區與1.2公頃的解說教育區。
2. 8.37公頃森林動態樣區內共標記18,790株直立木本植物，分屬於27科51屬64種。以殼斗科、樟科植物為最優勢，其次是茶科，另樣區內包含臺灣赤楊林，所以樺木科也具相當的優勢度，四者合計的重要值接近85%。
- 3.森林垂直結構中，樹冠層以殼斗科的長尾栲、大葉石櫟與狹葉櫟，樟科的假長葉楠、長葉木薑子，以及樺木科的臺灣赤楊為主；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；灌木層以樟科的假長葉楠、長葉木薑子，茶科的薄葉柃木、細枝柃木及殼斗科的長尾栲為主。摒除臺灣赤楊落葉林，樣區內常綠闊葉林各層次組成可視為以長尾栲、假長葉楠、長葉木薑子為優勢的森林。
- 4.根據雙向列表比較法，樣區森林分為四種植物社會。第Ⅰ型，樟科優勢型植物社會：樟科植物在本型植物社會中佔有絕對優勢，主要分佈於樣區東、西兩側的谷地底坡乃至部分下坡區，最優勢組成為假長葉楠，其次為大葉石櫟、長葉木薑子與狹葉櫟。第Ⅱ型，殼斗科—樟科共優勢型植物社會：殼斗科以大樹為優勢，樟科以中、小樹為優勢，形成互補，為本社共優勢代表，主要分佈於樣區的中下坡區域及中央無水流的底坡山谷區，最優勢的物種為長尾栲，其次為長葉木薑子、狹葉櫟、薄葉柃木與假長葉楠。第Ⅲ型，殼斗科／茶科優勢型植物社會：殼斗科植物為最優勢，茶科植物為次優勢，主要分佈於樣區的東側稜線上坡處，最優勢物種長尾栲，其次為木荷與長葉木薑子。第Ⅳ型，落葉樹優勢型植物社會：以臺灣赤楊落葉樹為最優勢，主要分佈於中央偏西及西南角的稜脊，臺灣赤楊佔有絕對優勢，其次為杜虹花。
- 5.植株數超過90株(累計株數百分比達95%)的24個物種的分佈類型，共可歸為八大類，（1）干擾區廣泛分佈型：杜虹花；（2）稜線干擾分佈型：臺灣赤楊；（3）非干擾區廣泛分佈型：長葉木薑子、狹葉櫟、白新木薑子、大葉石櫟，而臺灣老葉兒樹、青葉楠、烏心石、臺灣肉桂與杜英偏屬此一類型，共9種；（4）稜線-上坡分佈型：木荷；（5）上坡分佈型：

西施花、巒大越橘；（6）中-上坡分佈型：薄葉柃木、長尾栲、細葉柃木、大頭茶、呂宋英迷；（7）中-下坡分佈型：大葉木犀、山枇杷；（8）下坡-谷地底坡分佈型：假長葉楠、臺東英迷、屏東木薑子。

6. 前述24個物種的徑級結構分配，除了杜虹花與臺灣赤楊呈現鐘型分佈，其餘22種呈現齡級結構較穩定的L型或反J型分佈。

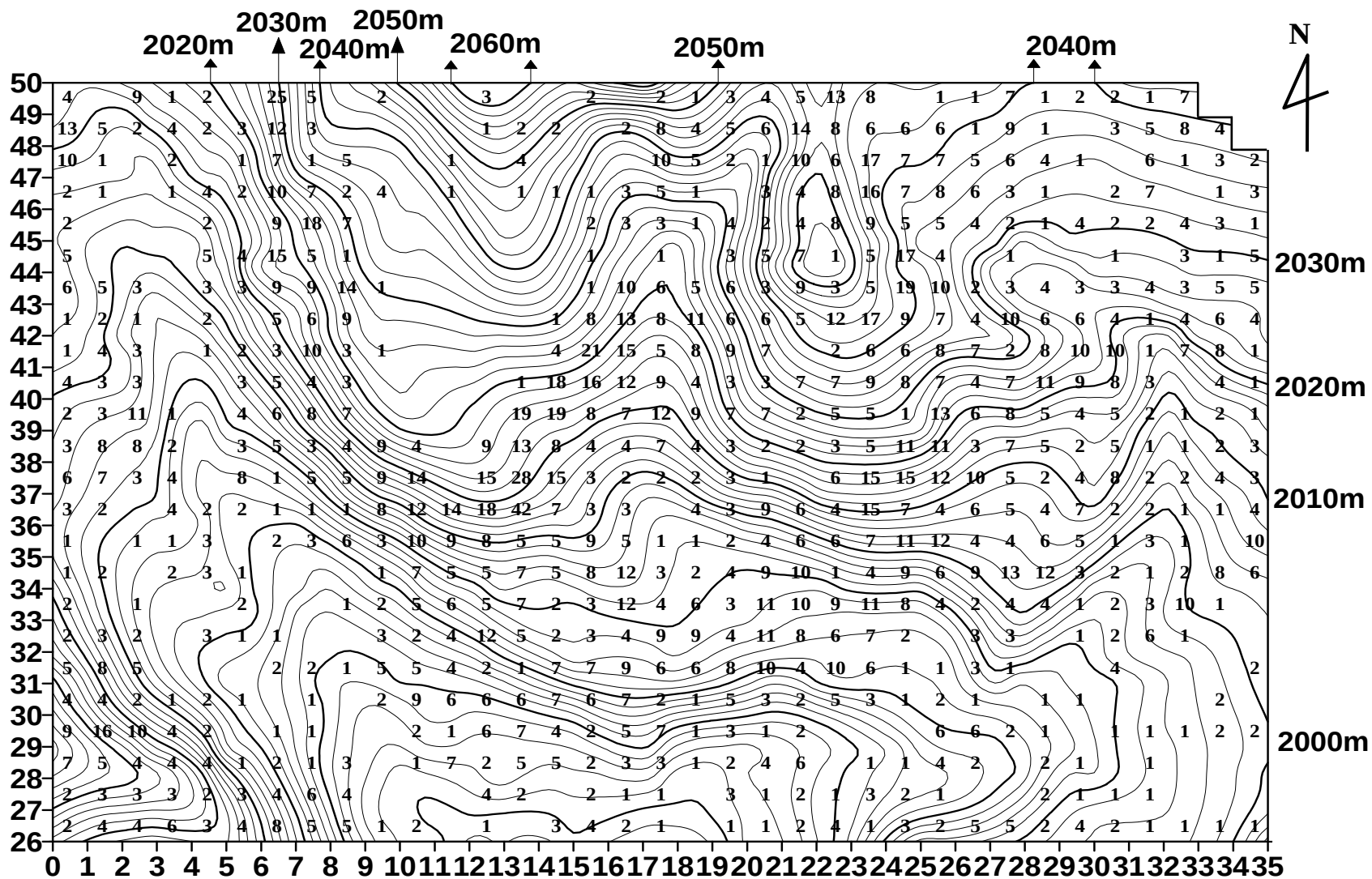


圖 15、長葉木薑子植株分佈圖。 水平距離(單位10m)

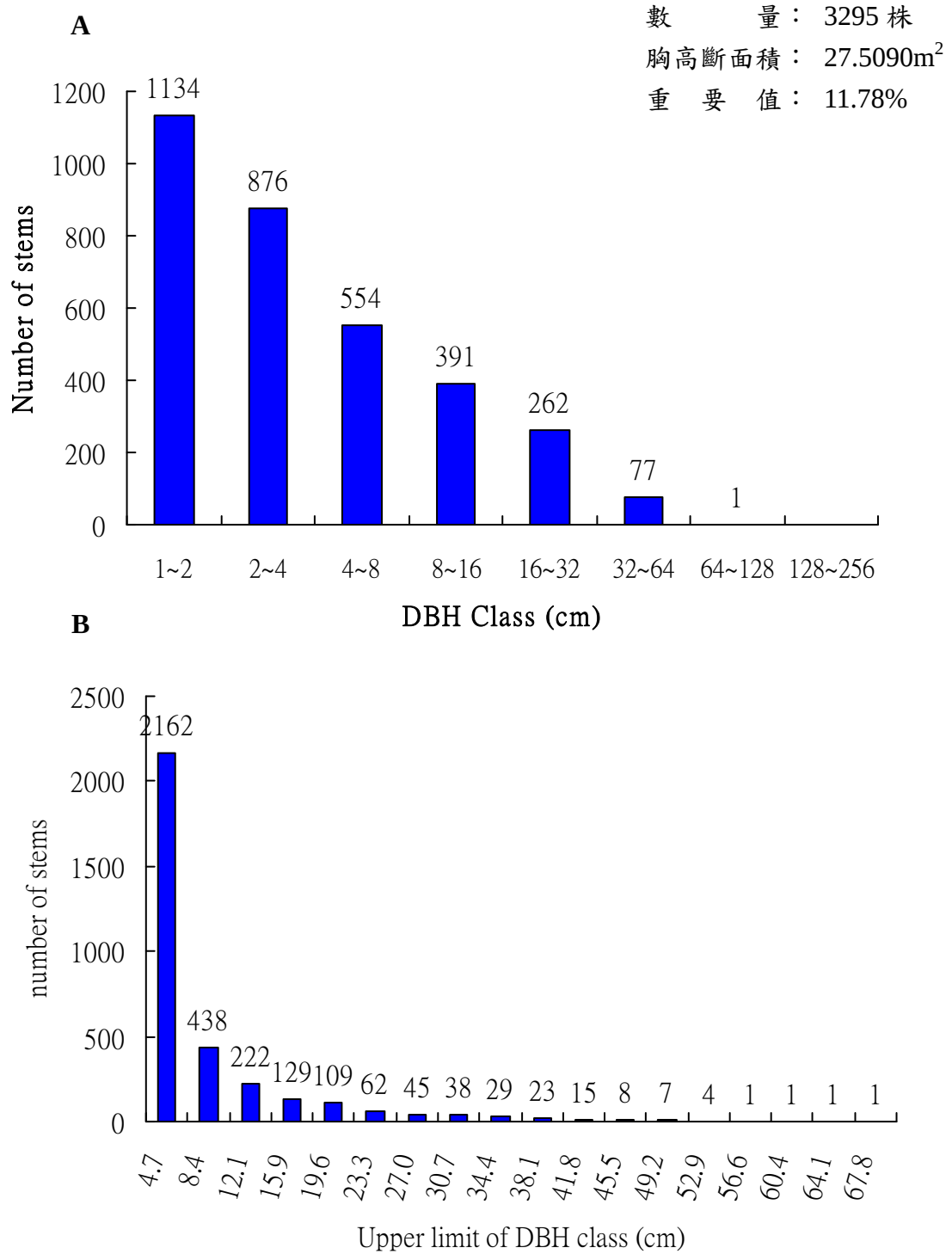


圖 16、長葉木薑子徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

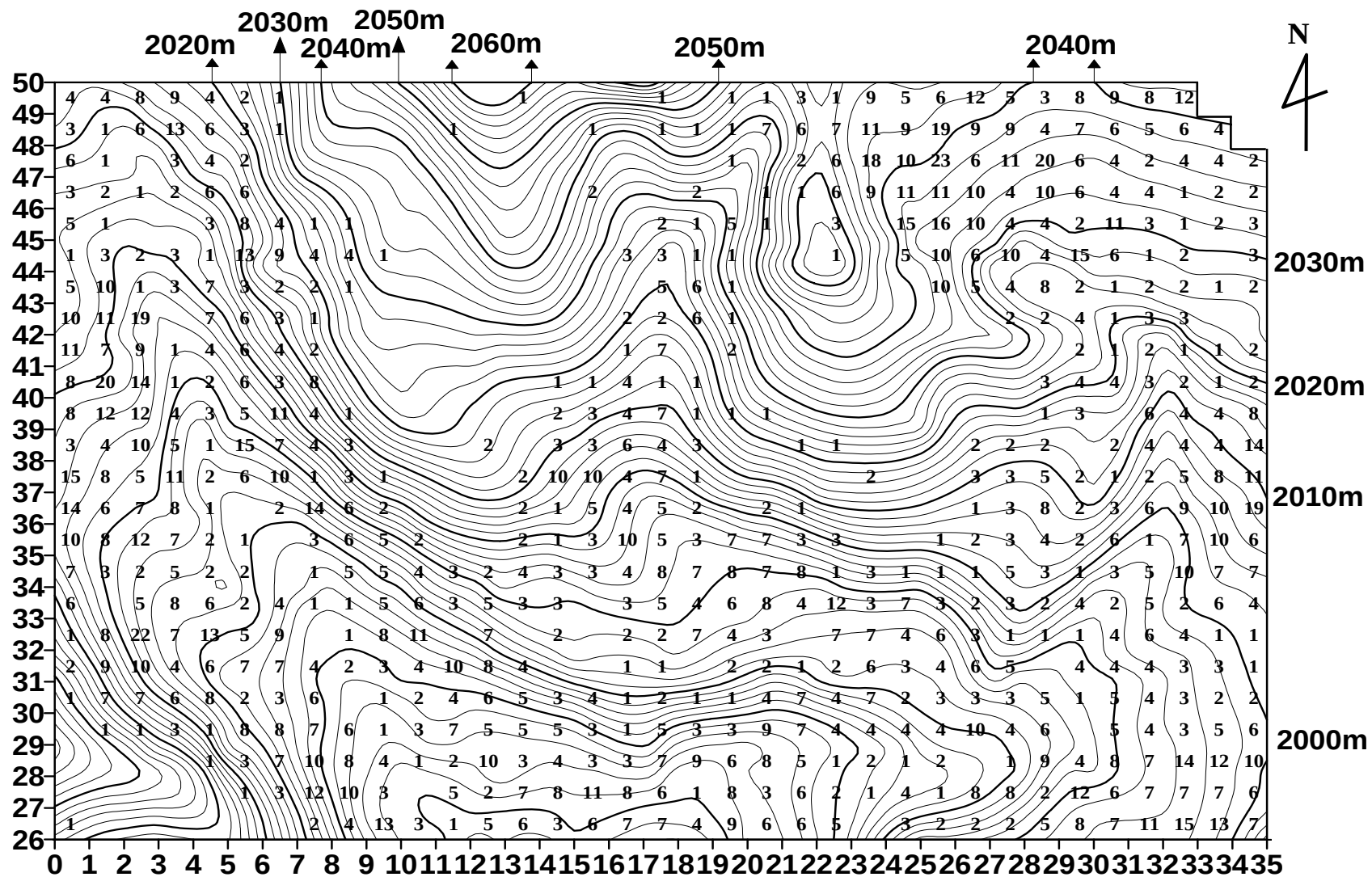


圖 17、假長葉楠植株分佈圖。

水平距離(單位10m)

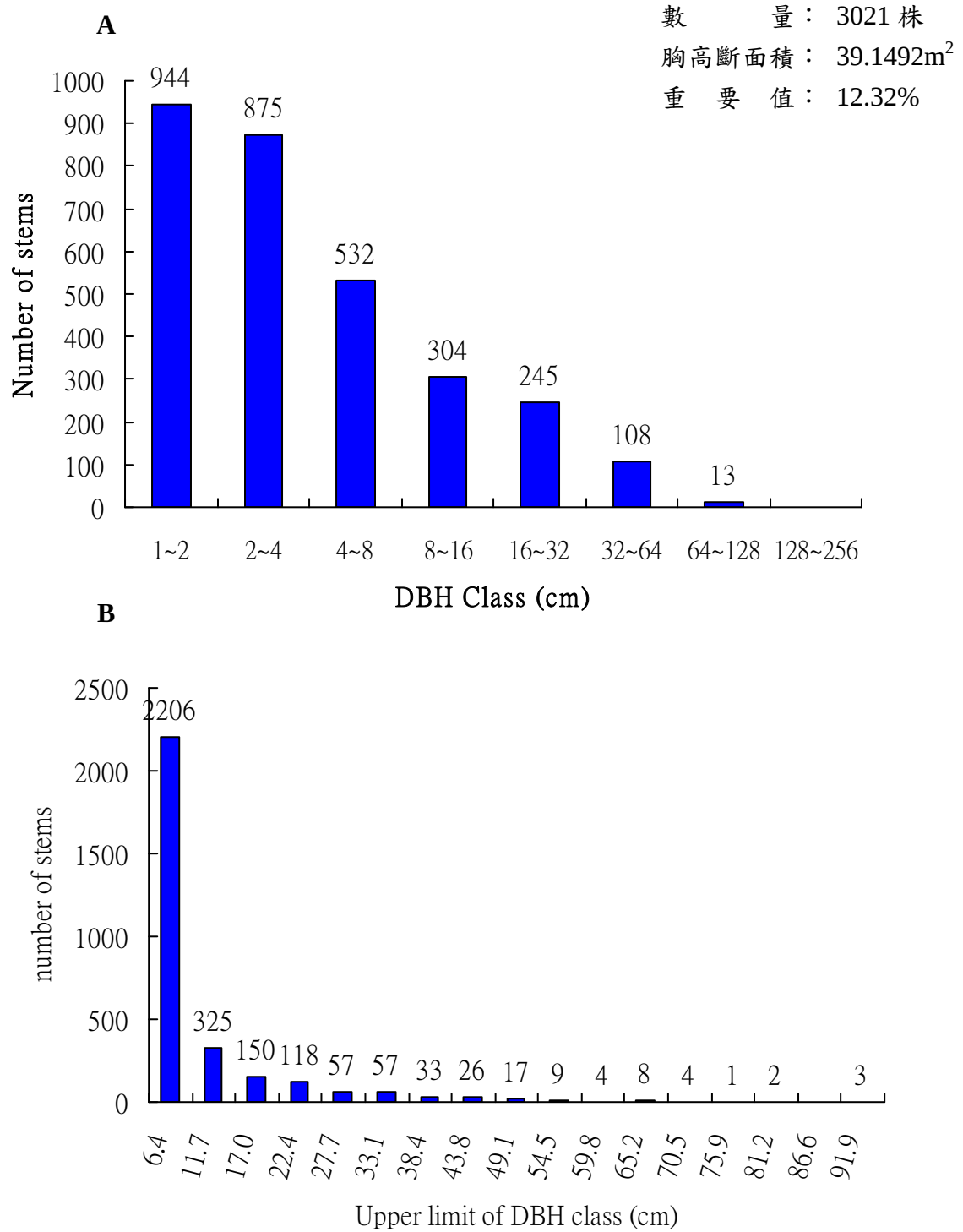


圖 18、假長葉楠徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

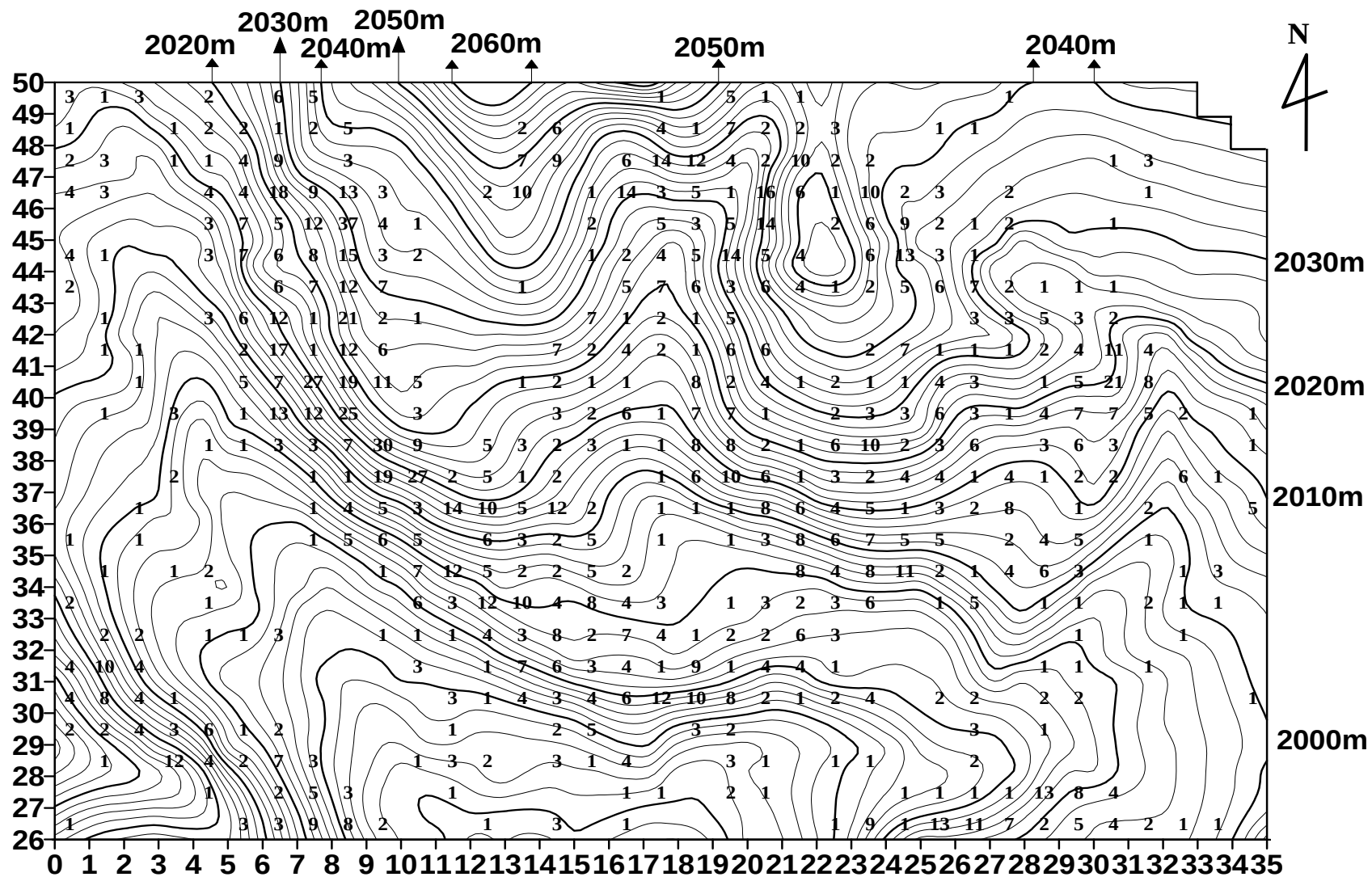


圖 19、薄葉桧木植株分佈圖。 水平距離(單位10m)

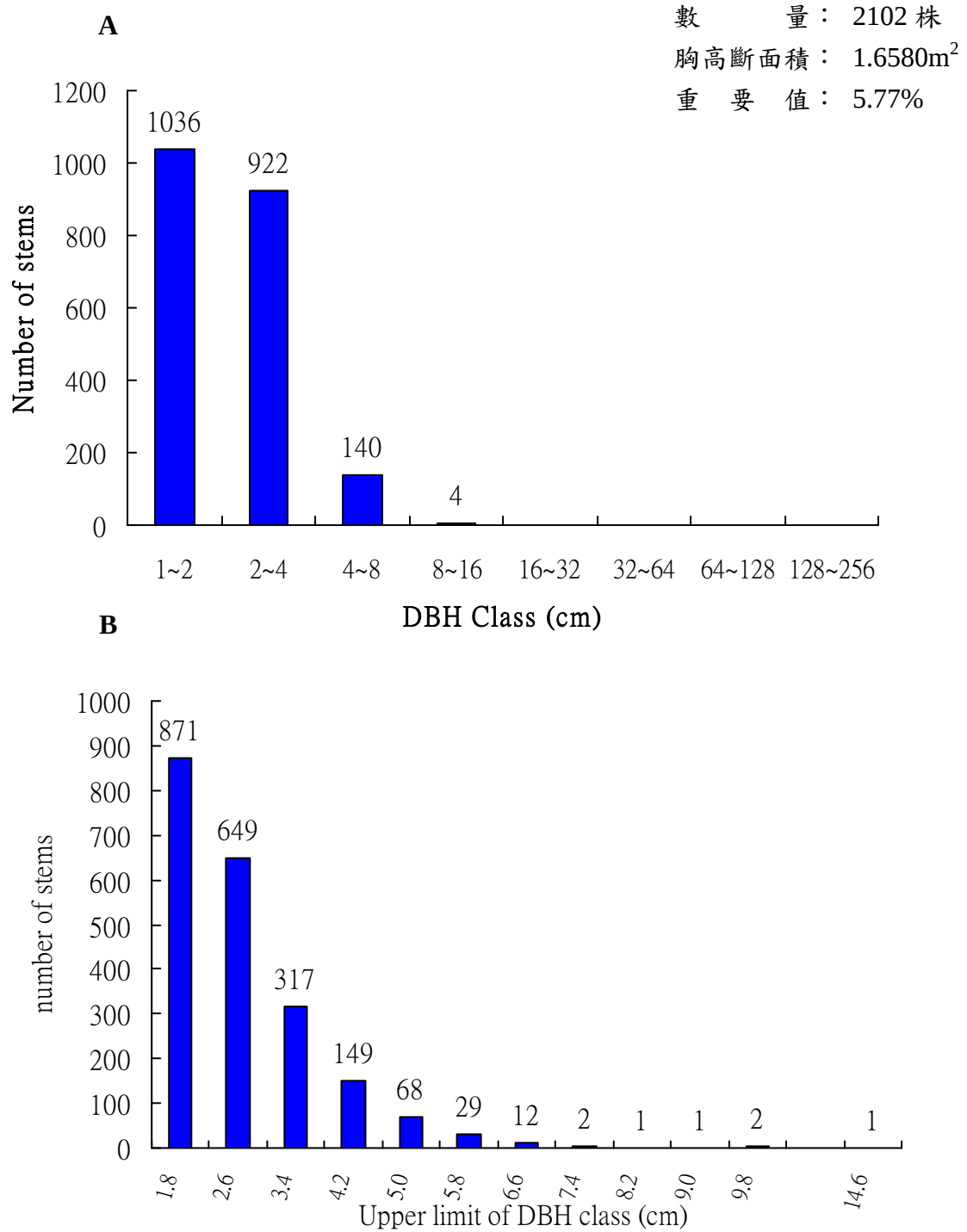


圖 20、薄葉桫欏木徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

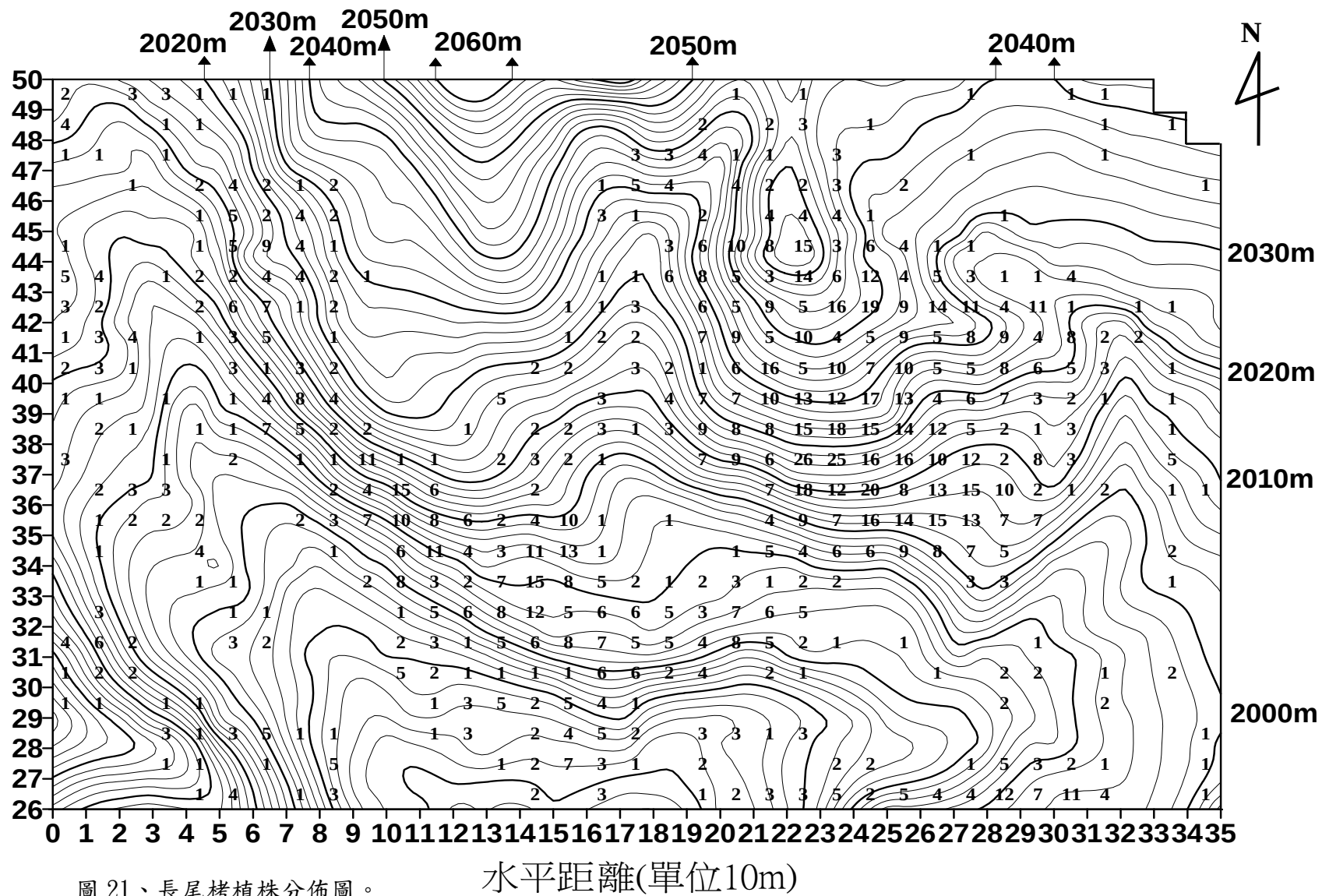


圖 21、長尾栲植株分佈圖。

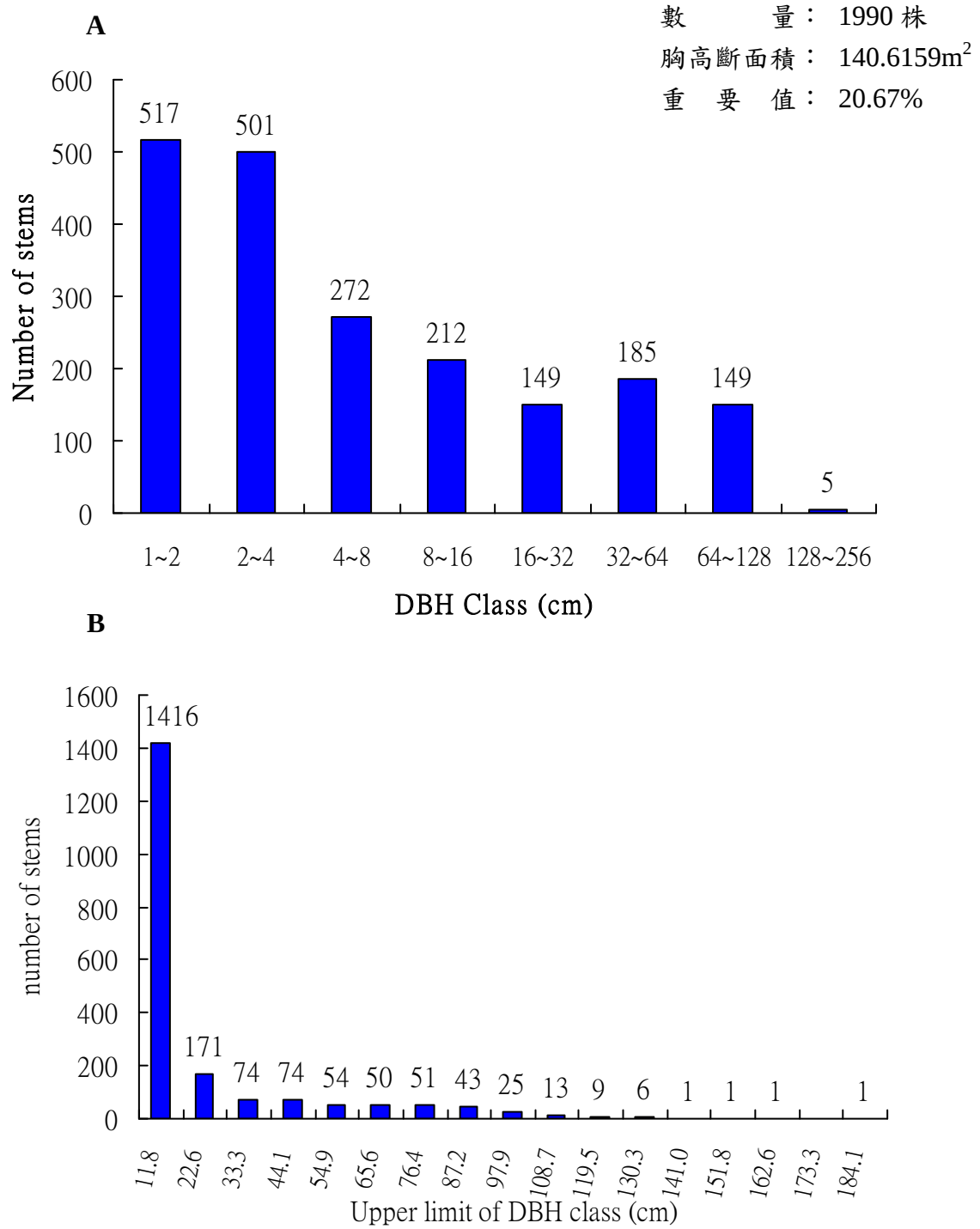


圖 22、長尾栲徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

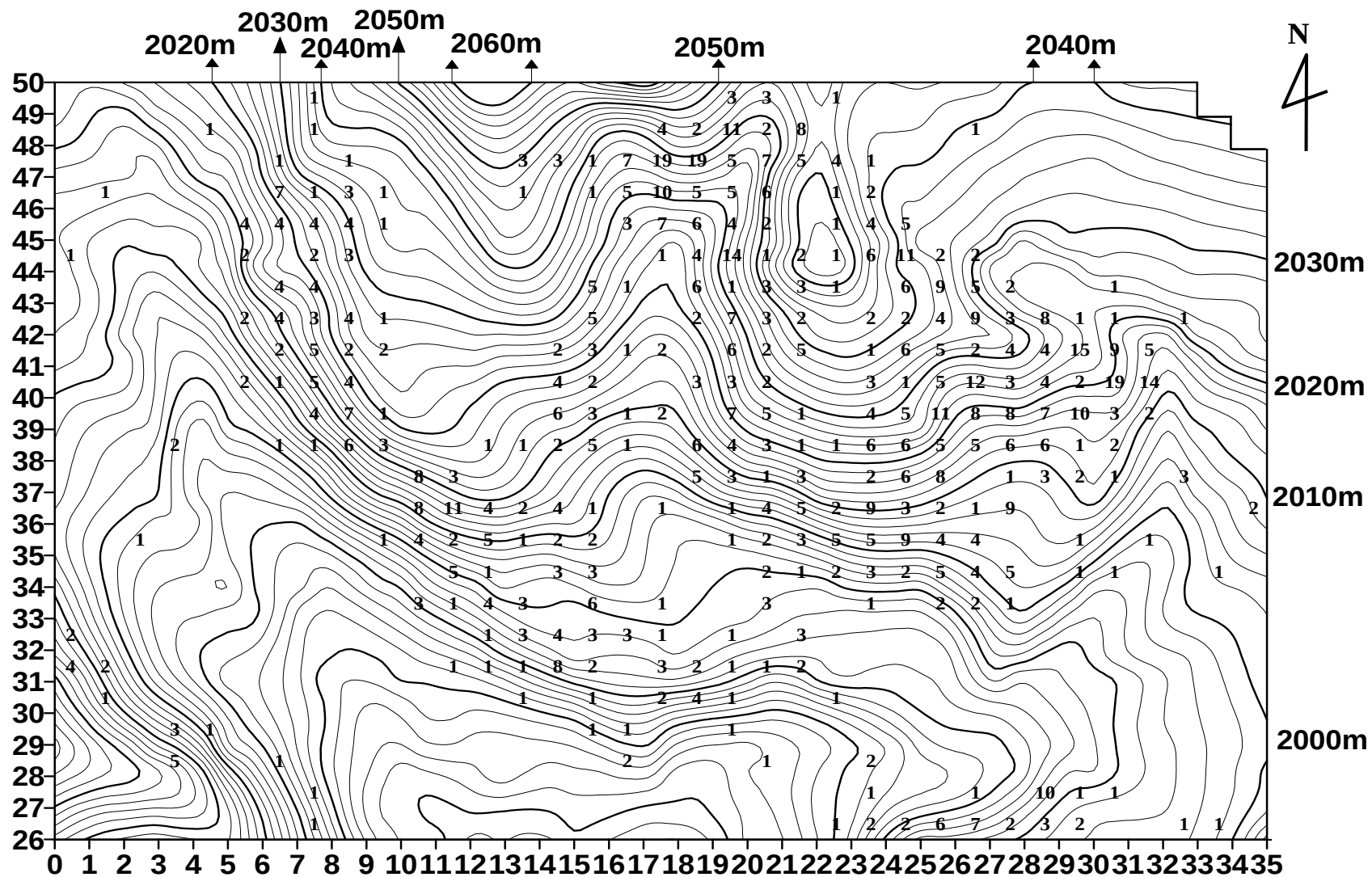


圖 23、細枝鈴木植株分佈圖。 水平距離(單位10m)

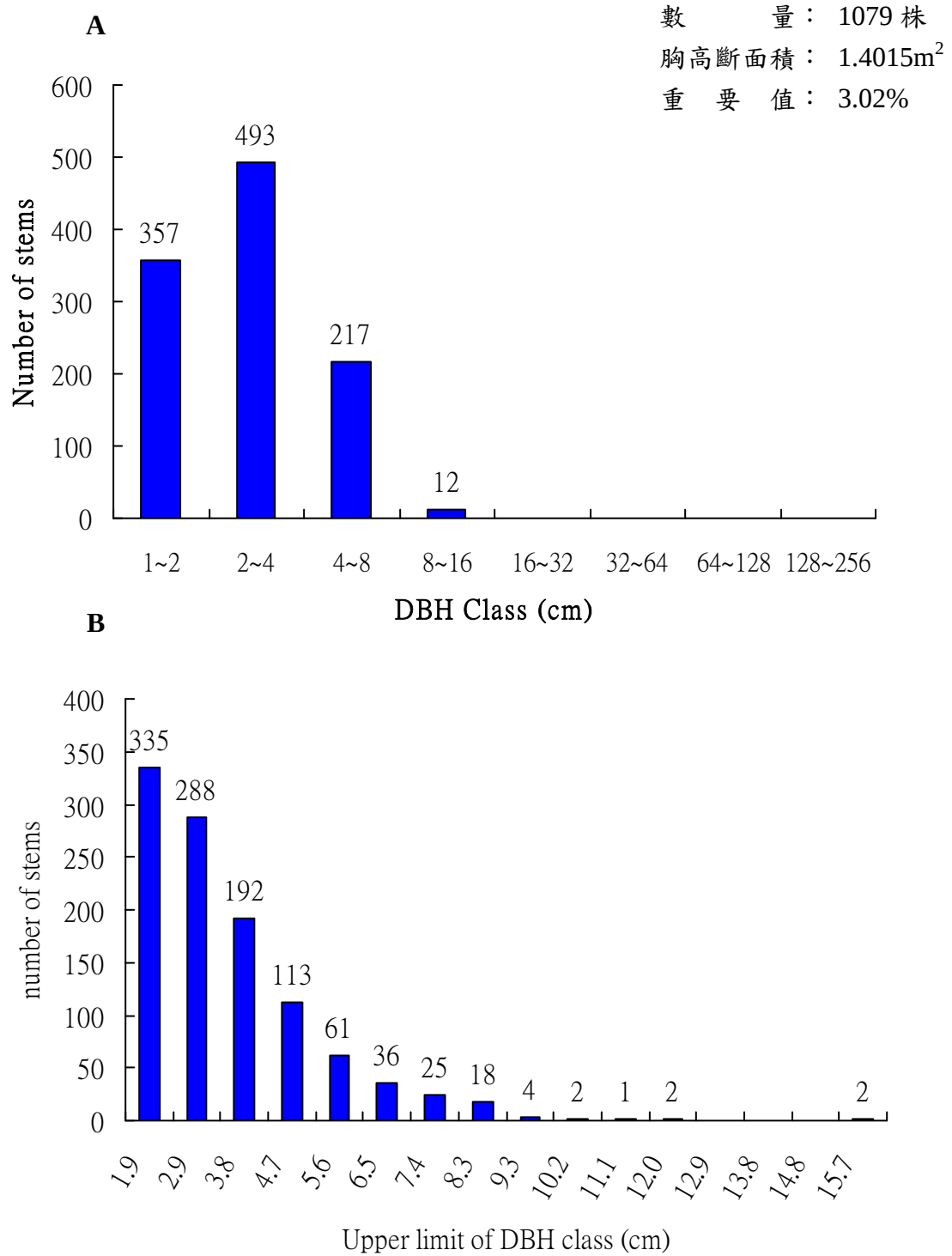


圖 24、細枝桧木徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

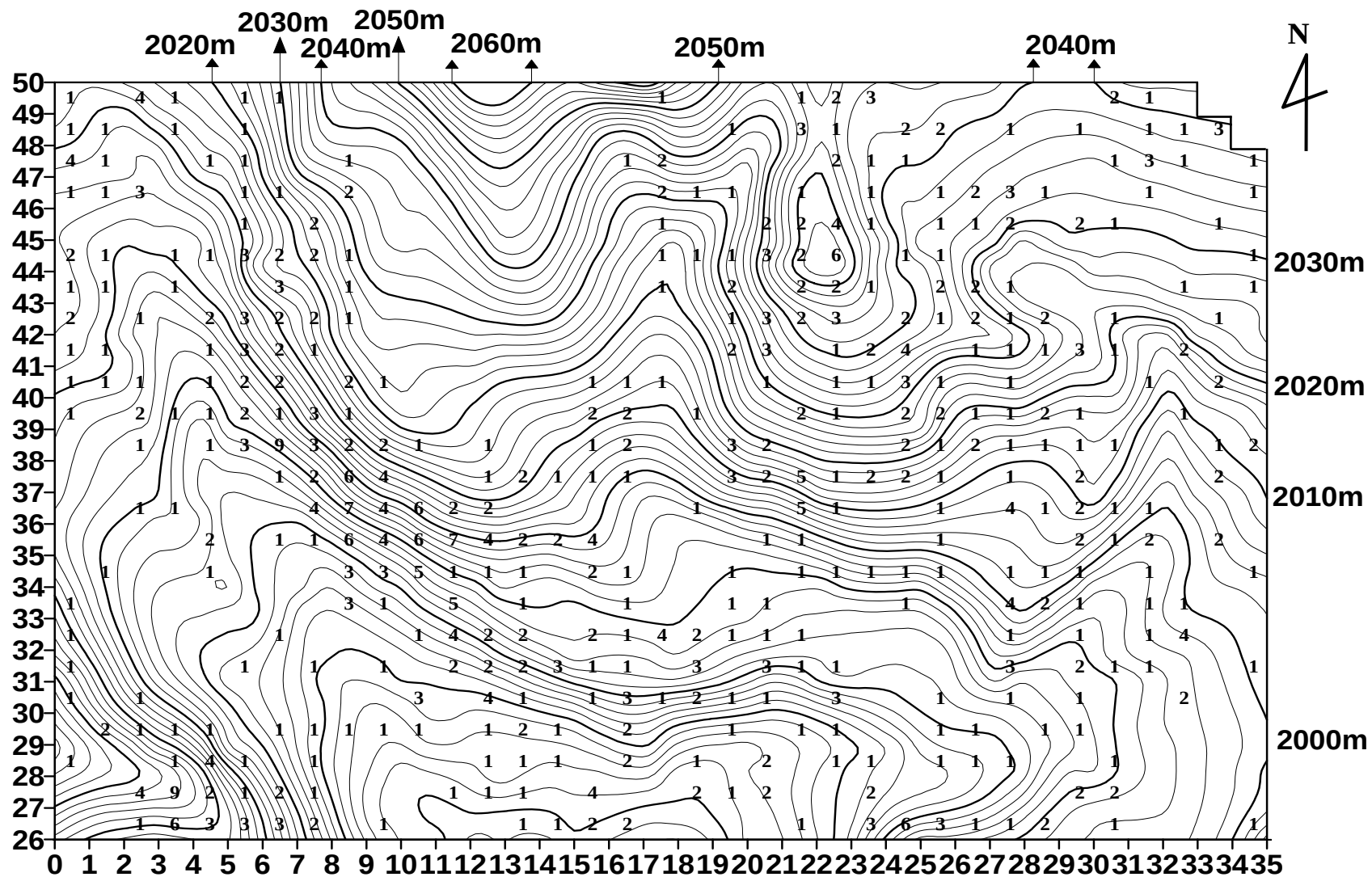


圖 25、狹葉欒植株分佈圖。

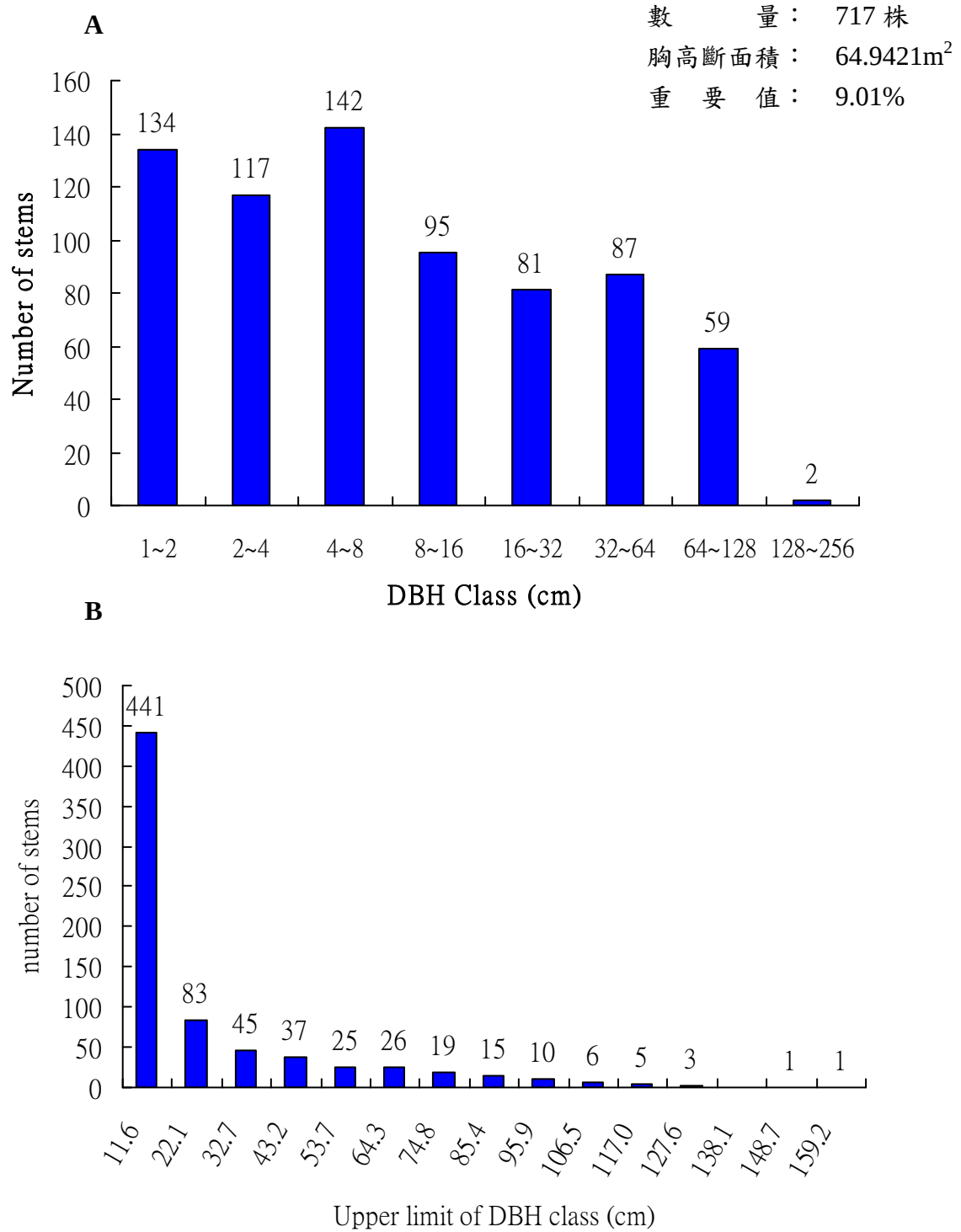


圖 26、狹葉櫟徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

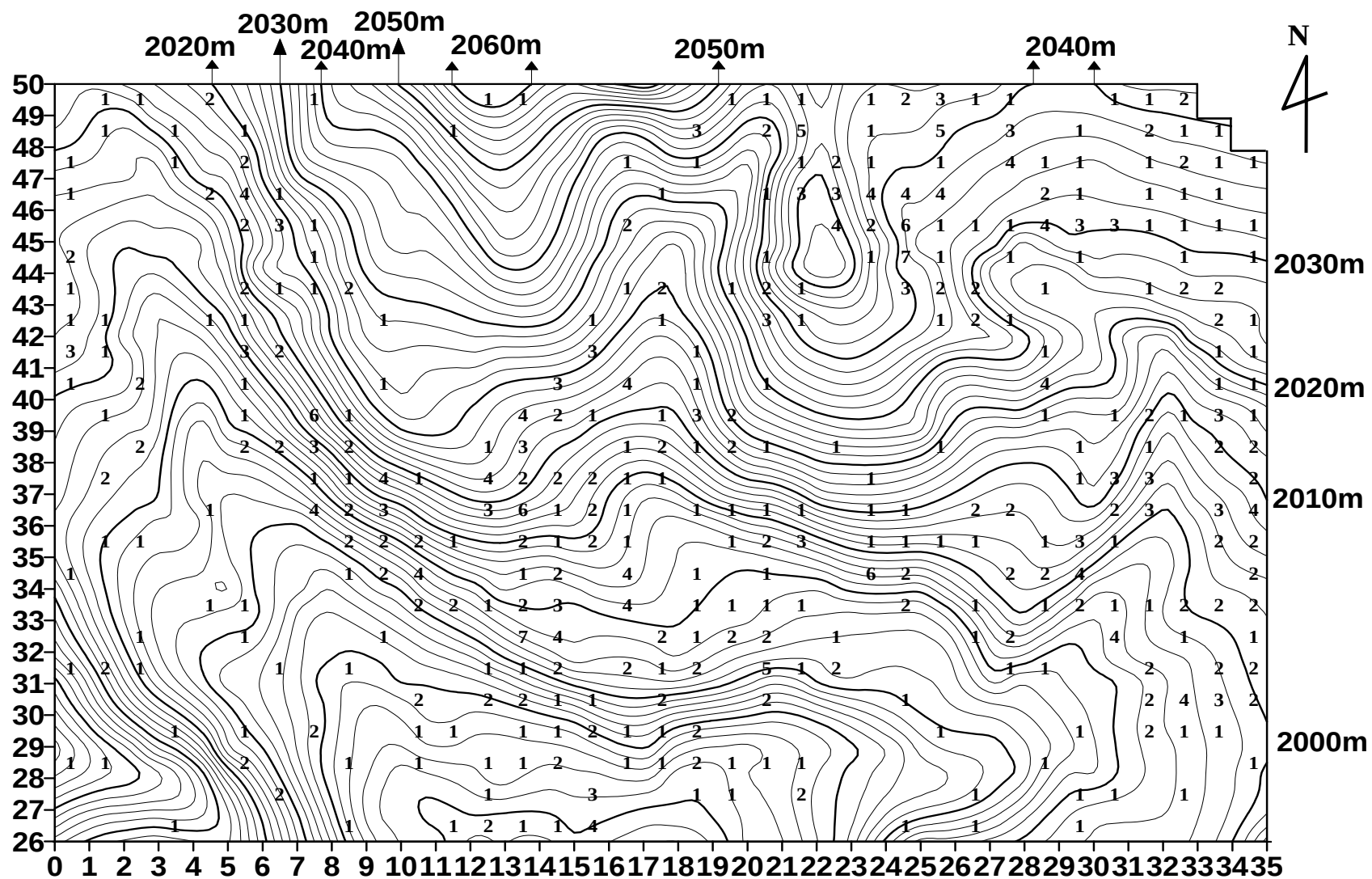


圖 27、白新木薑子植株分佈圖。 水平距離(單位10m)

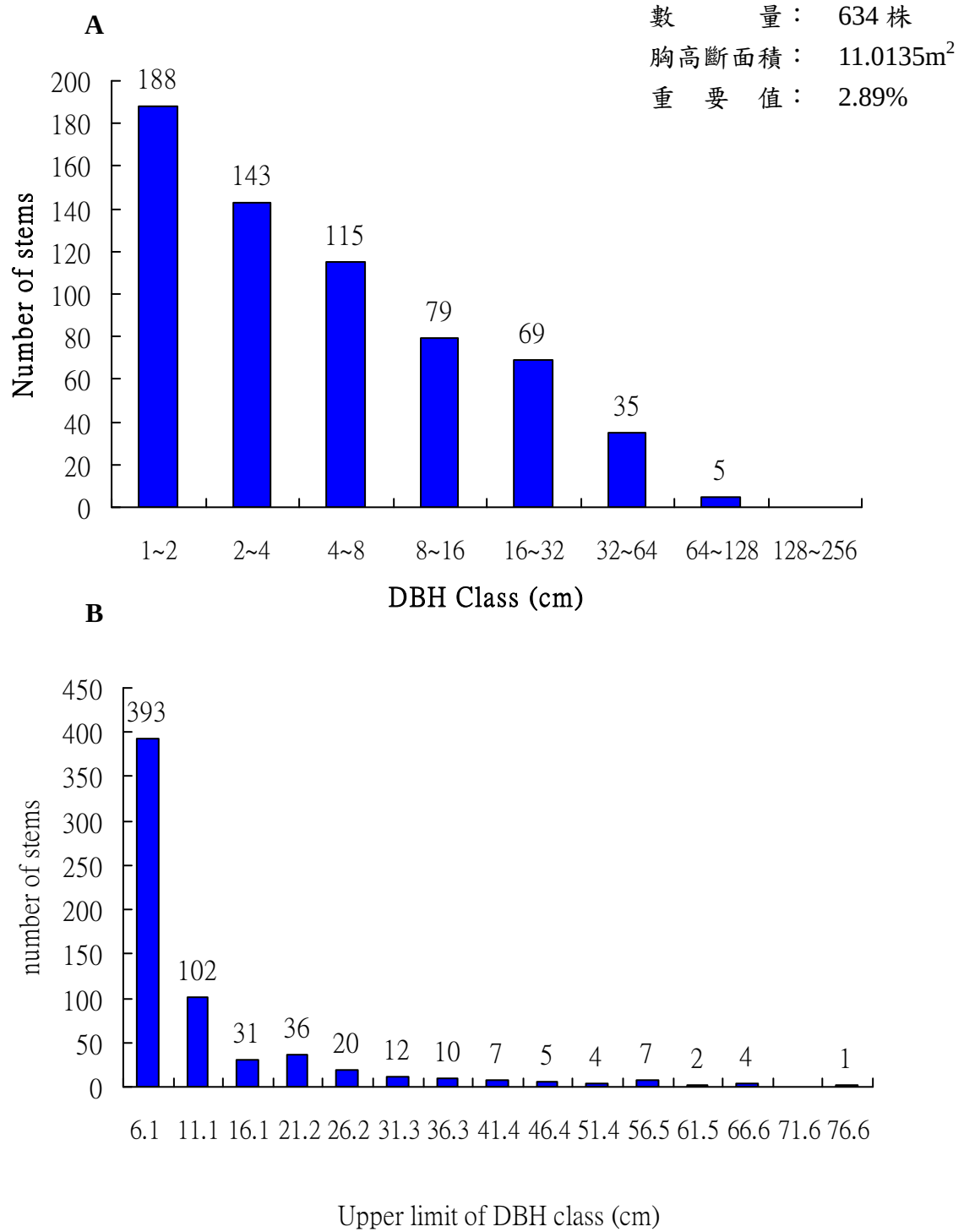
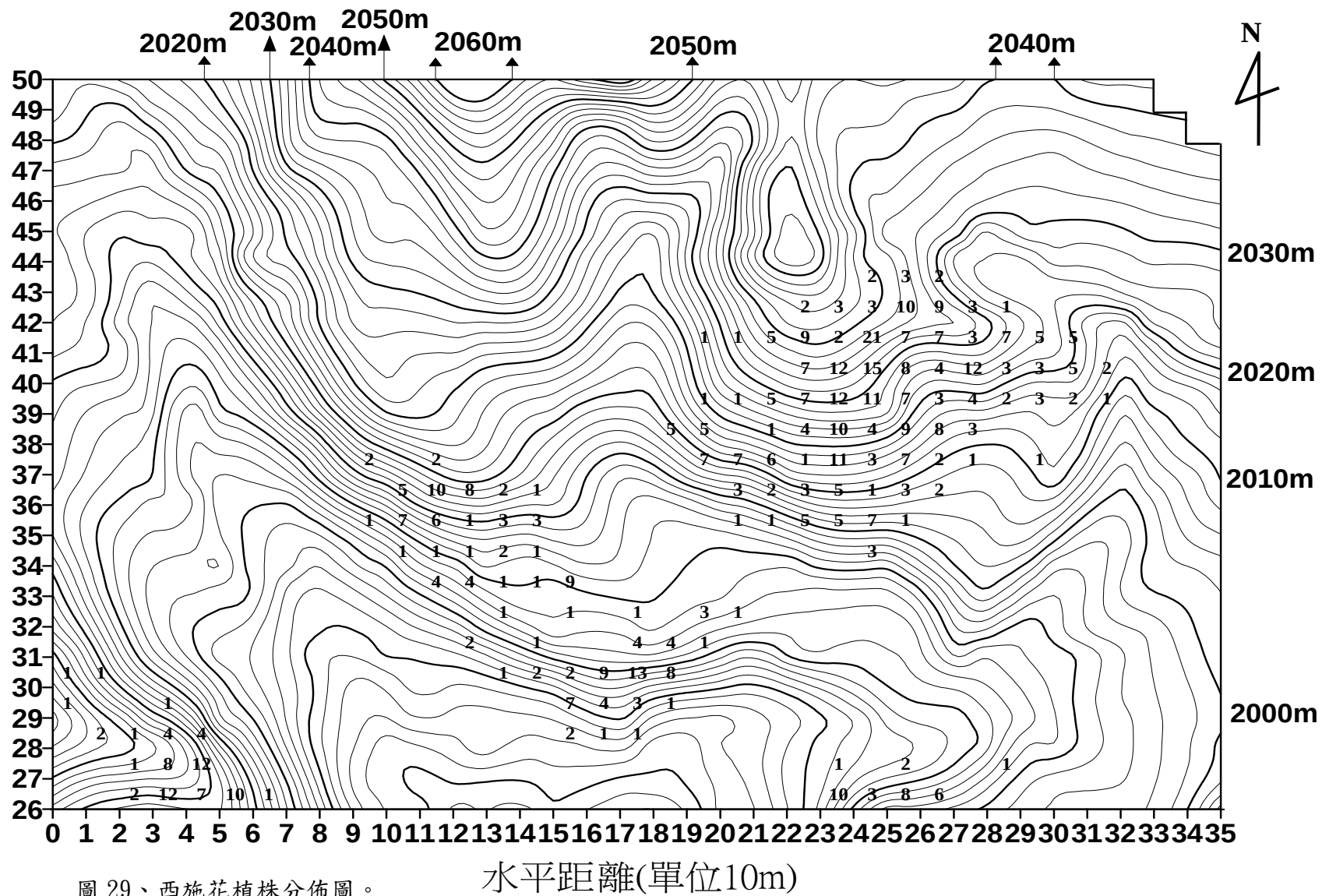


圖 28、白新木薑子徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。



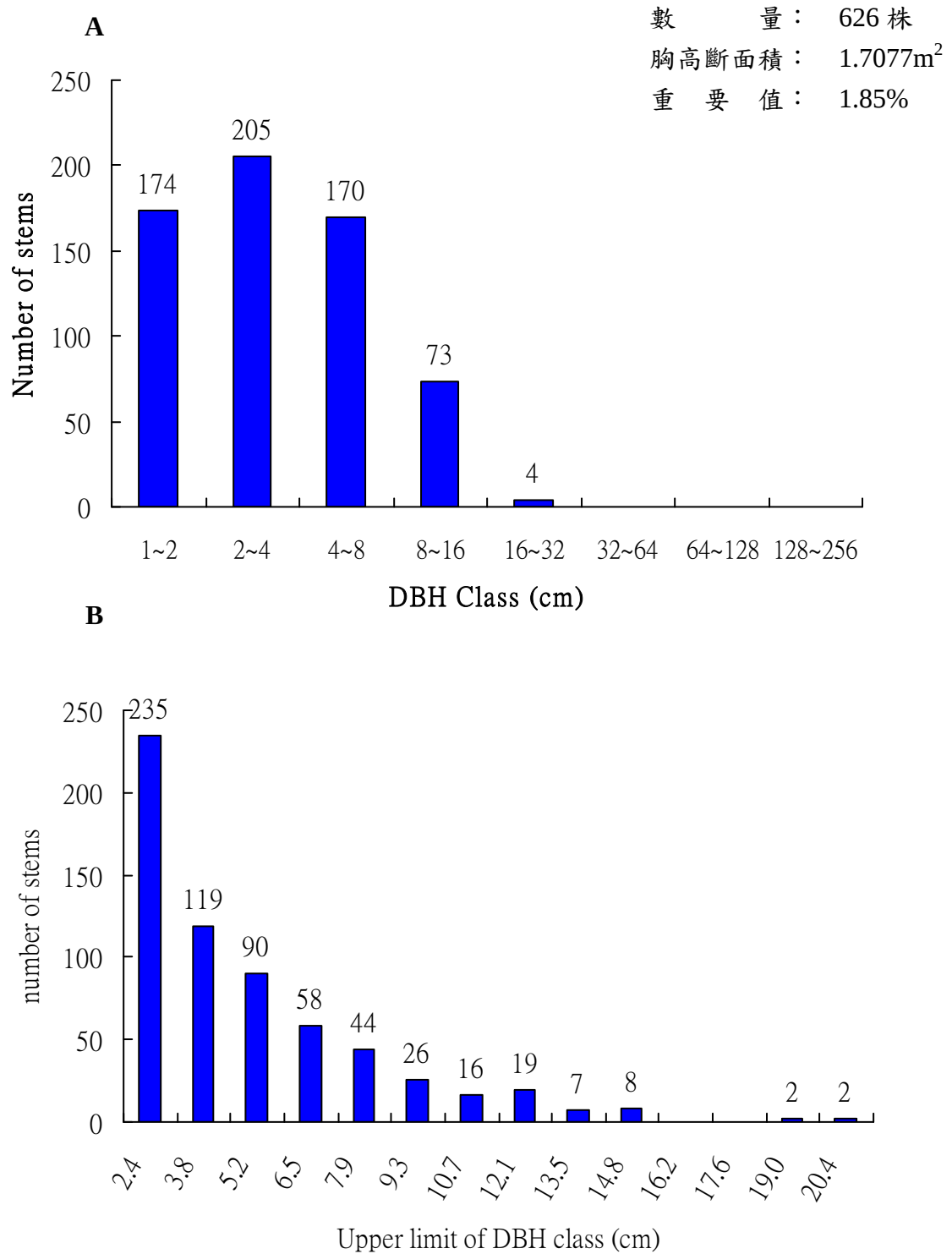


圖 30、西施花徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

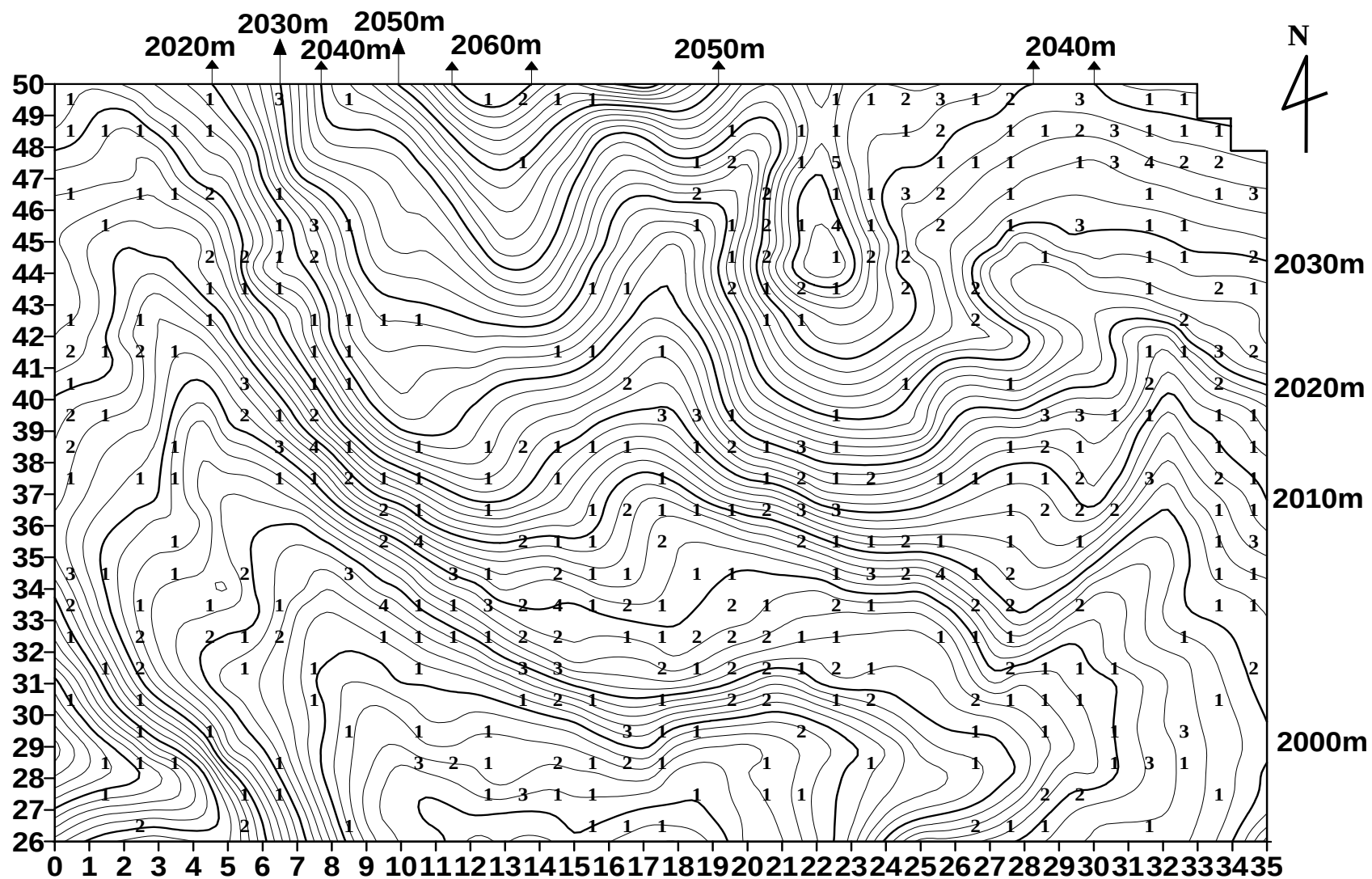


圖 31、大葉石櫟植株分佈圖。

水平距離(單位10m)

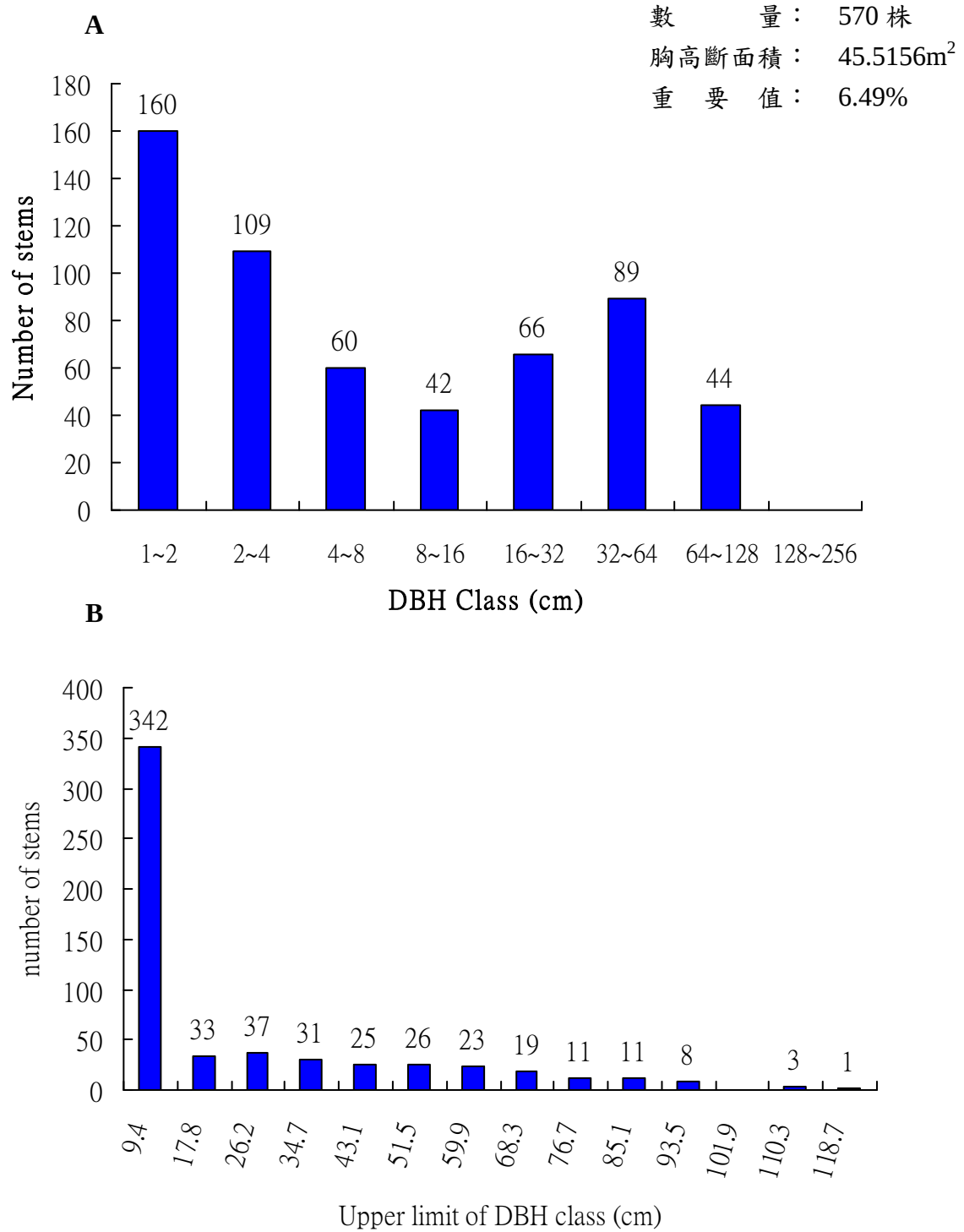


圖 32、大葉石櫟徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

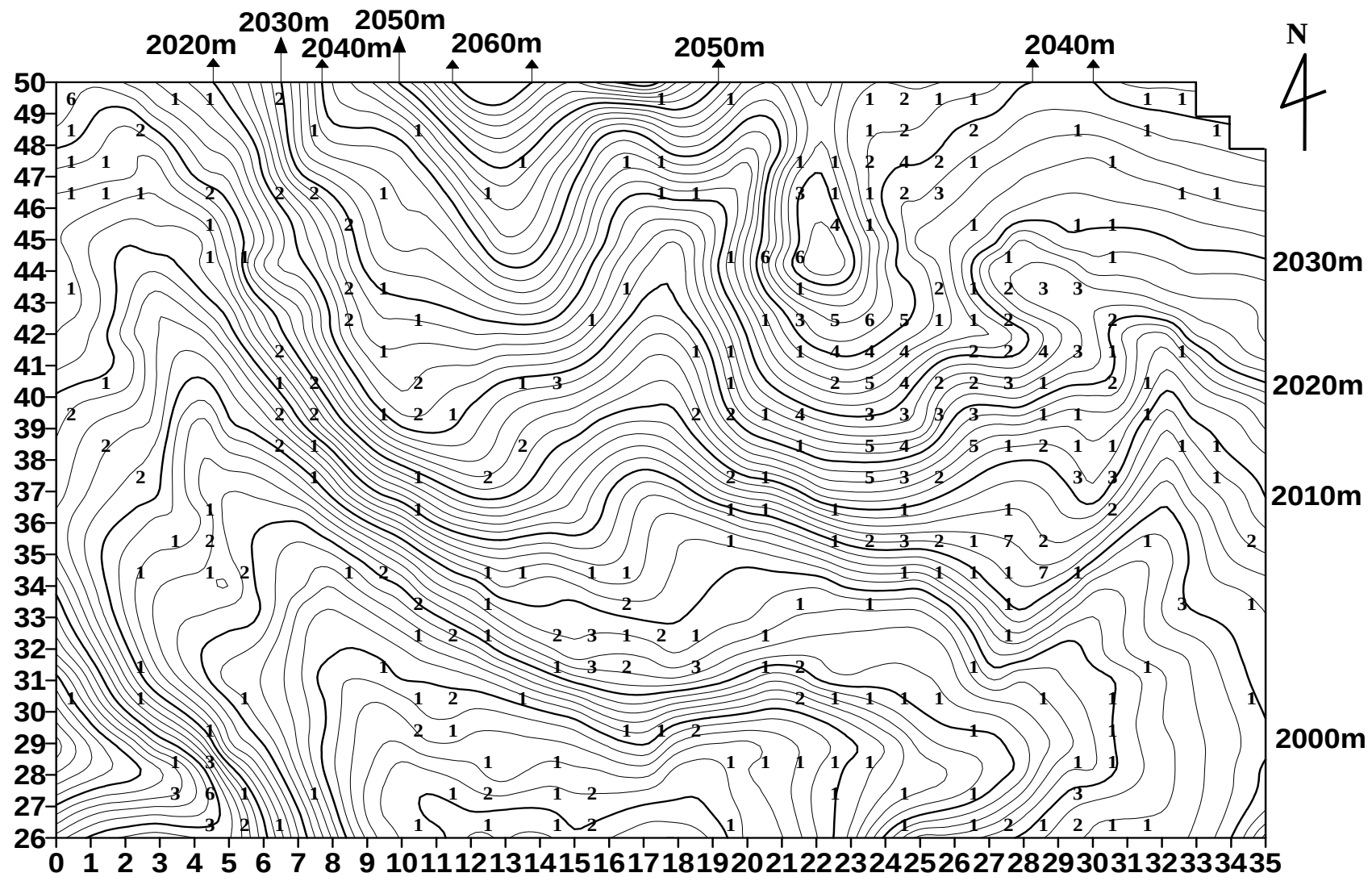


圖 33、臺灣老葉兒樹植株分佈圖。 水平距離(單位10m)

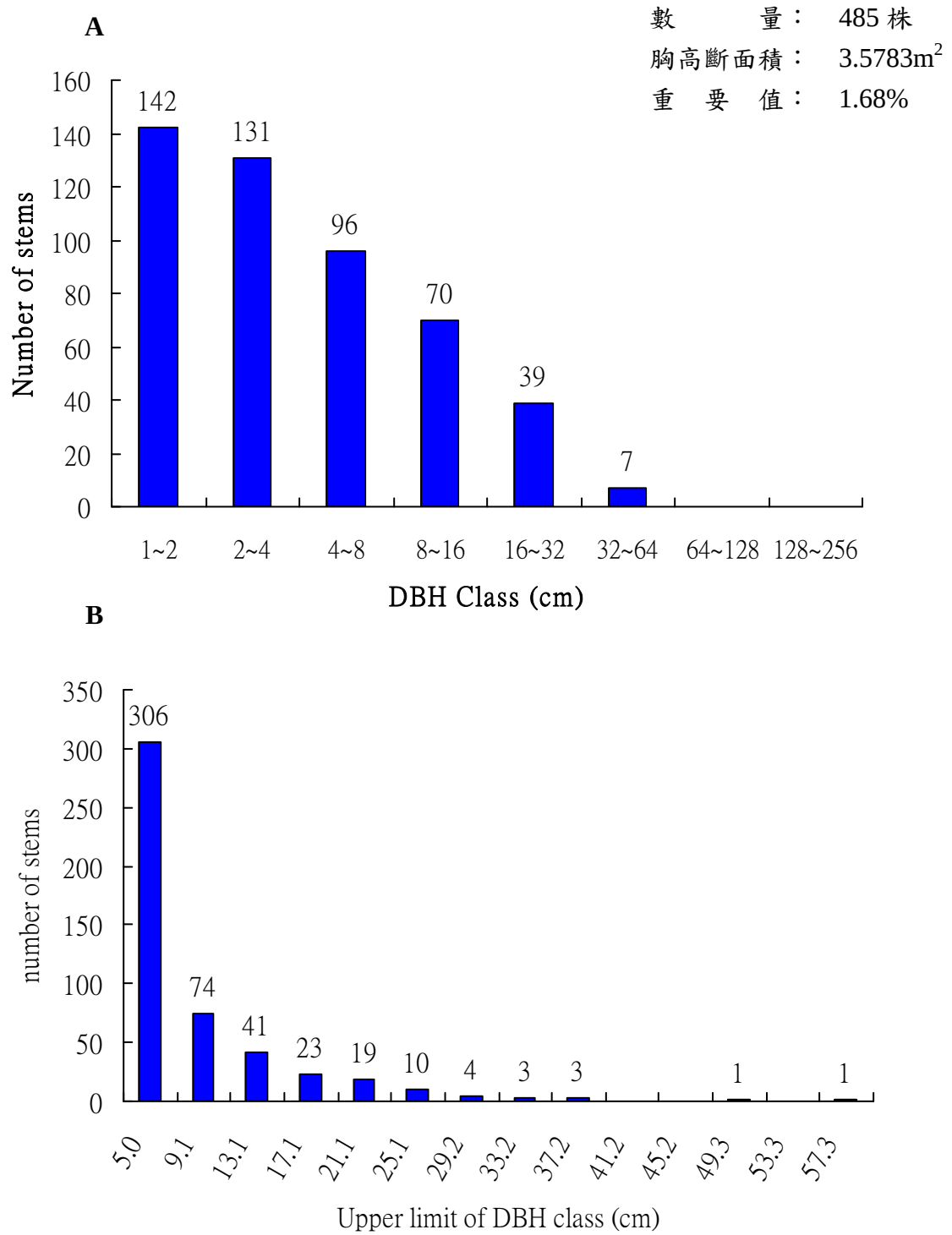


圖 34、臺灣老葉兒樹徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

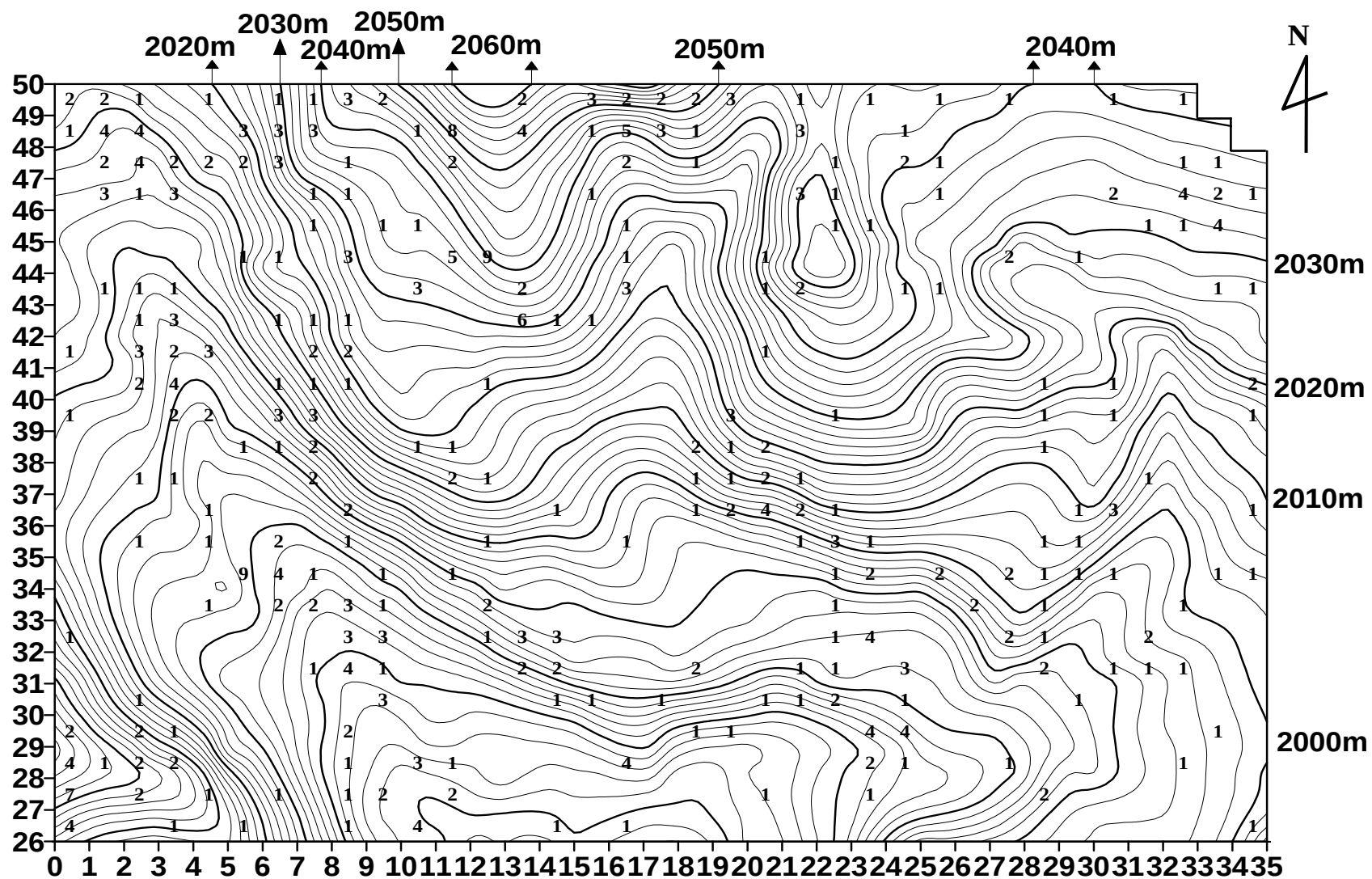


圖 35、杜虹花植株分佈圖。

水平距離(單位10m)

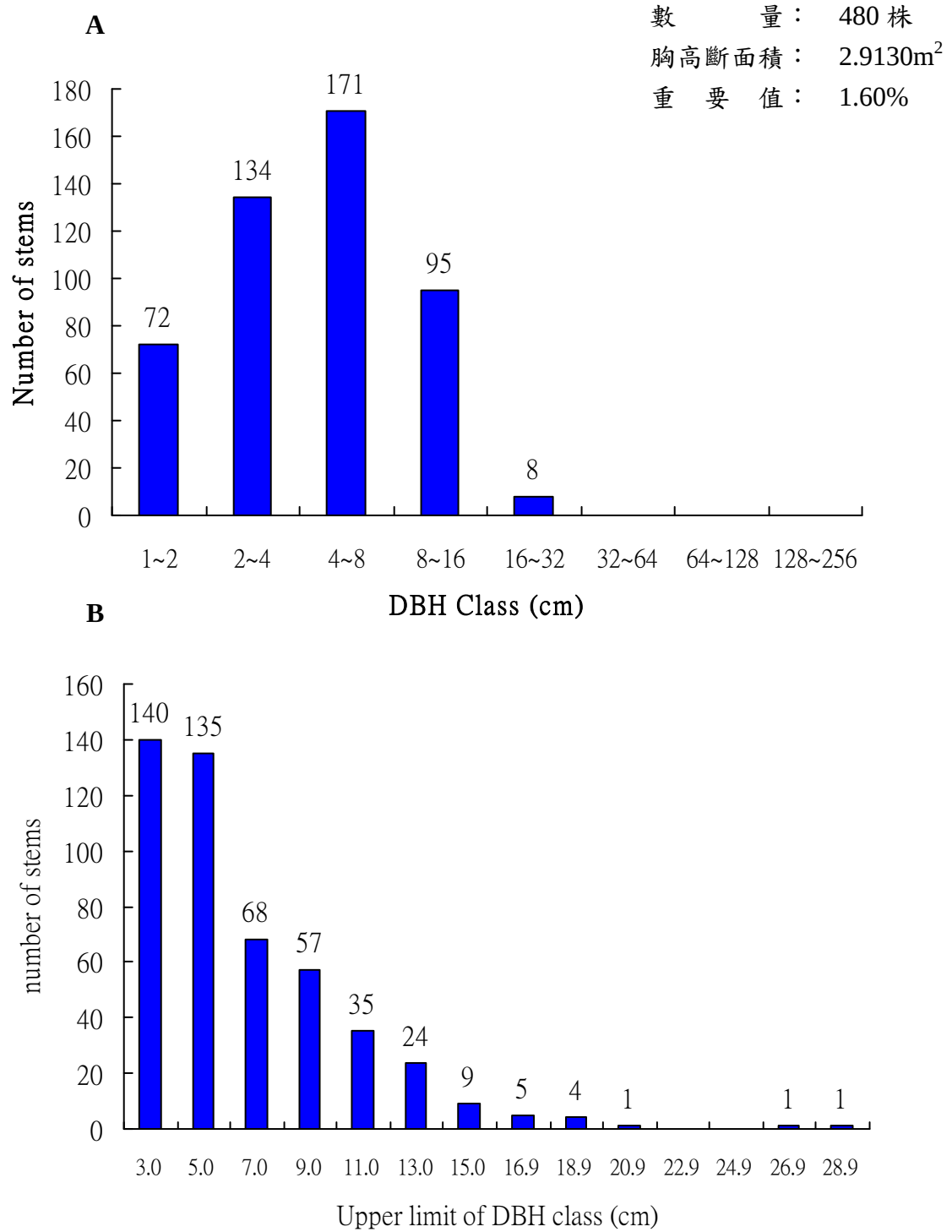
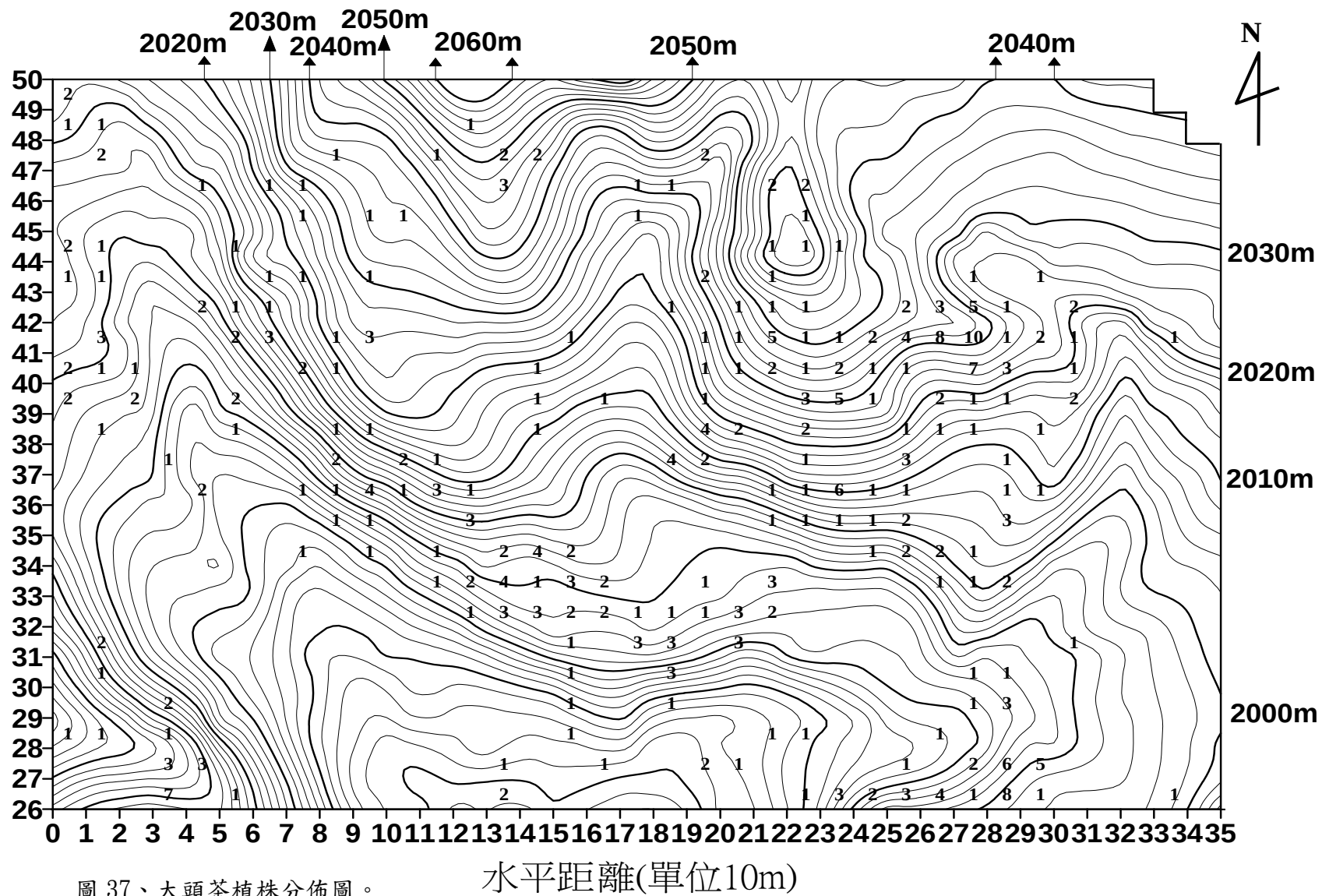


圖 36、杜虹花徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。



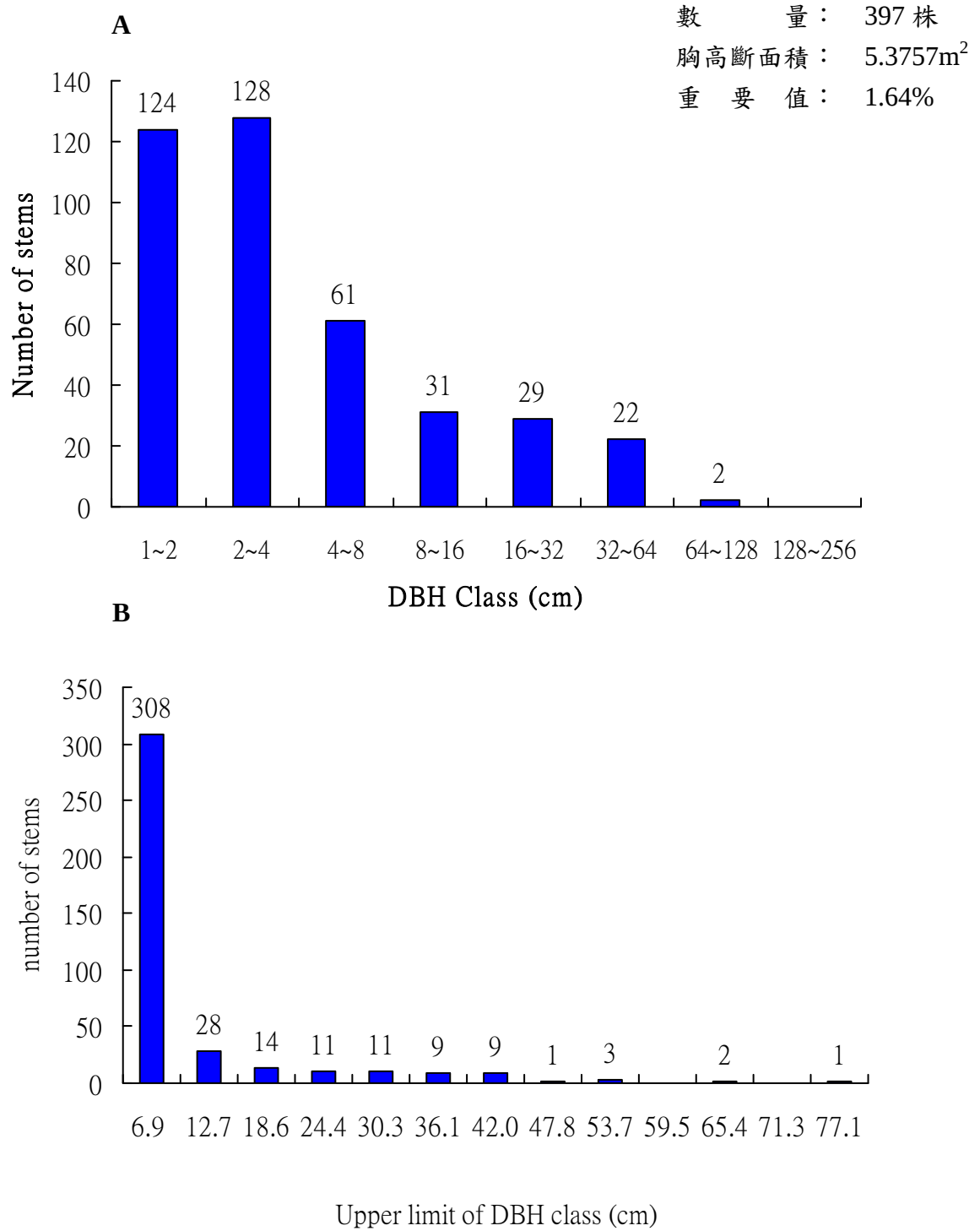


圖 38、大頭茶徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

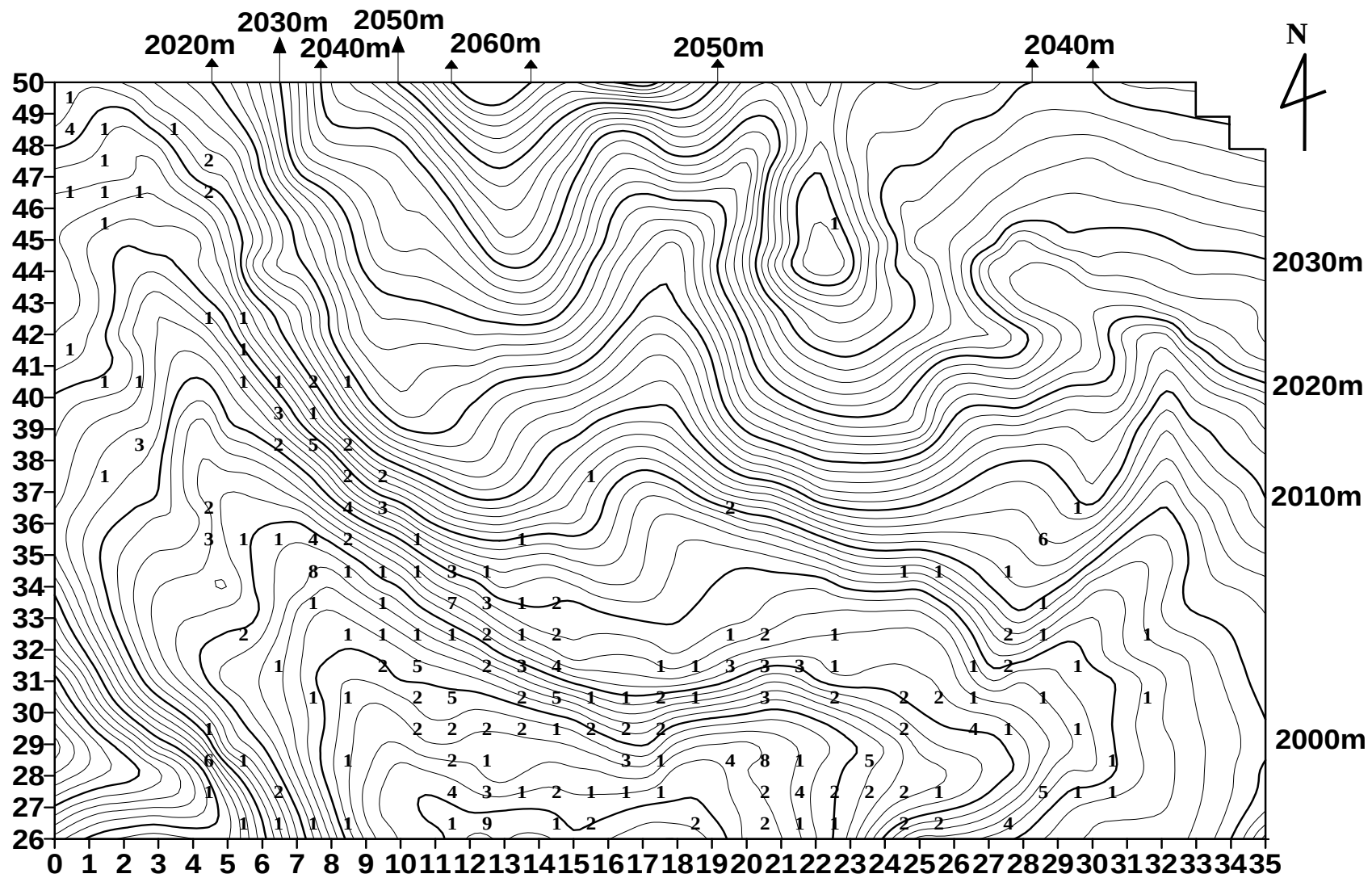


圖 39、臺東莢迷植株分佈圖。

水平距離(單位10m)

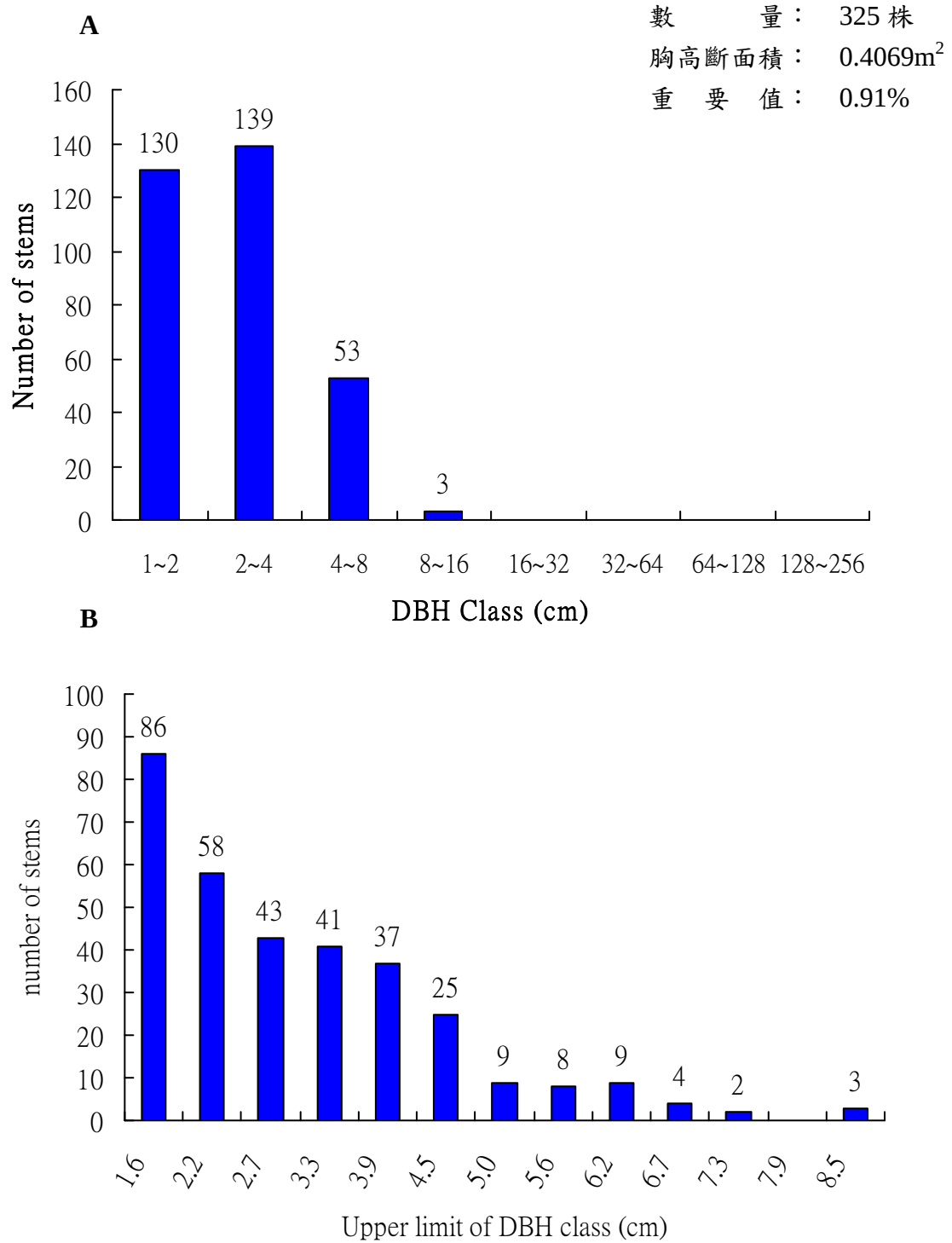


圖 40、臺東英迷徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

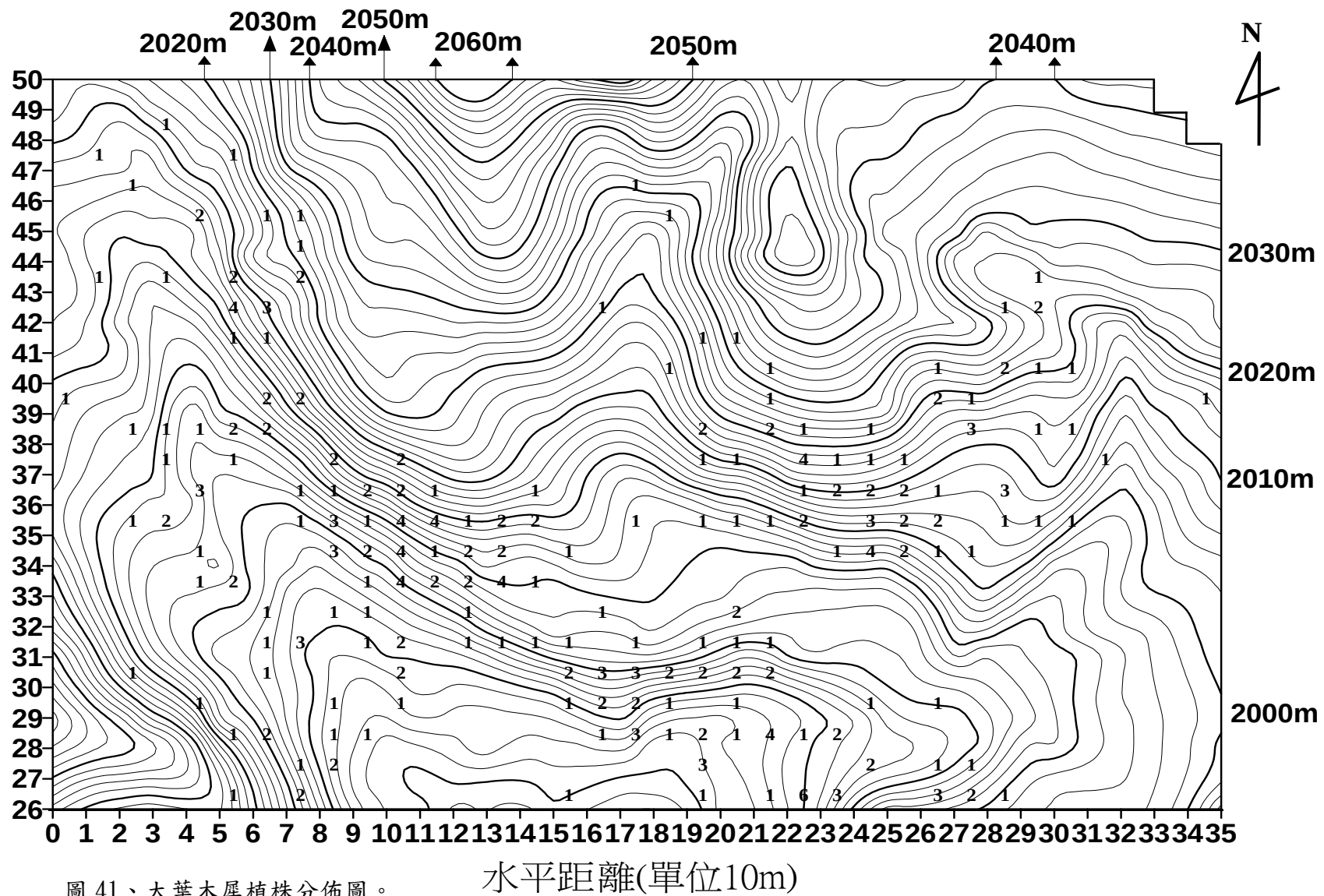


圖 41、大葉木犀植株分佈圖。

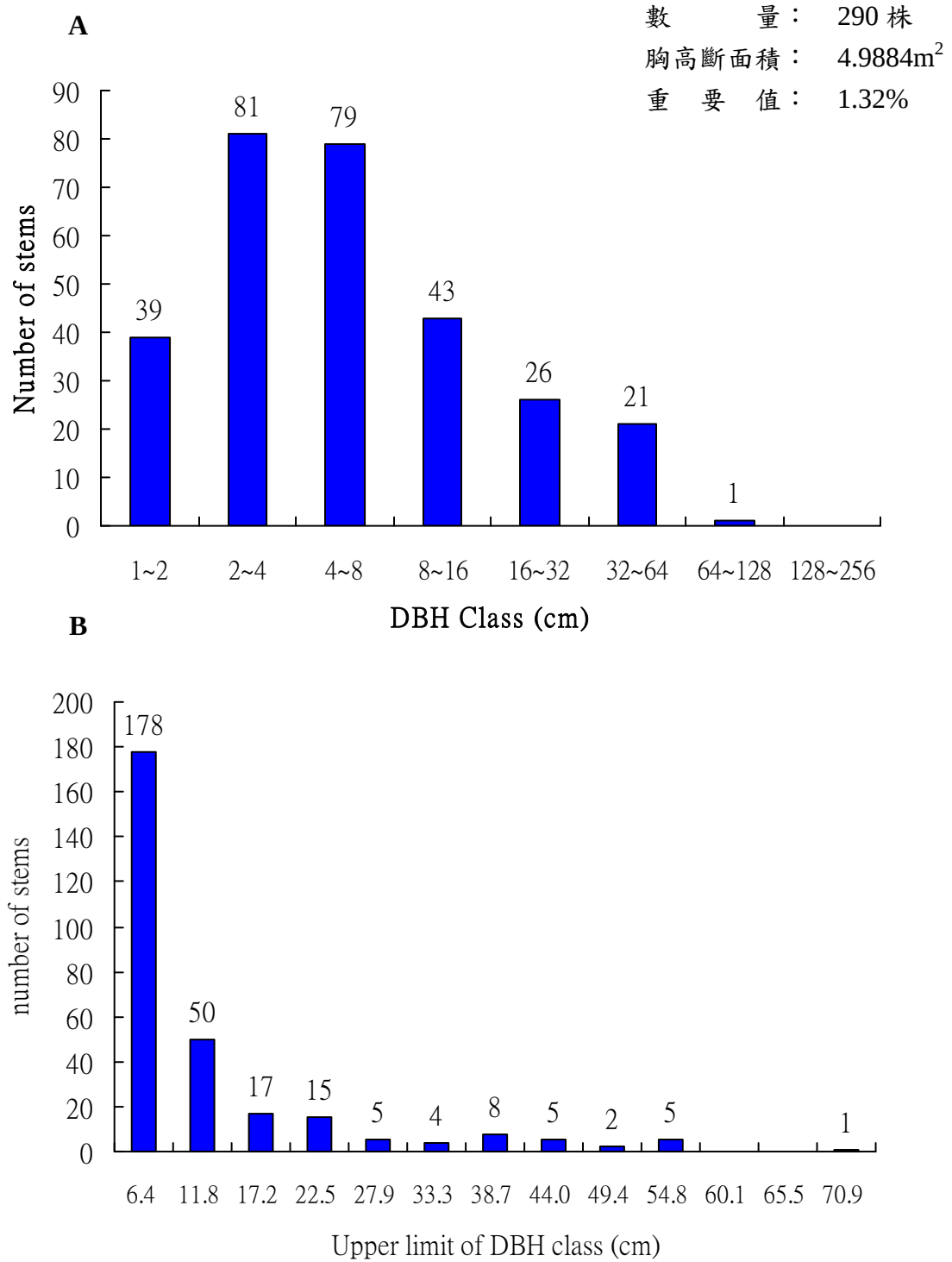


圖 42、大葉木犀徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

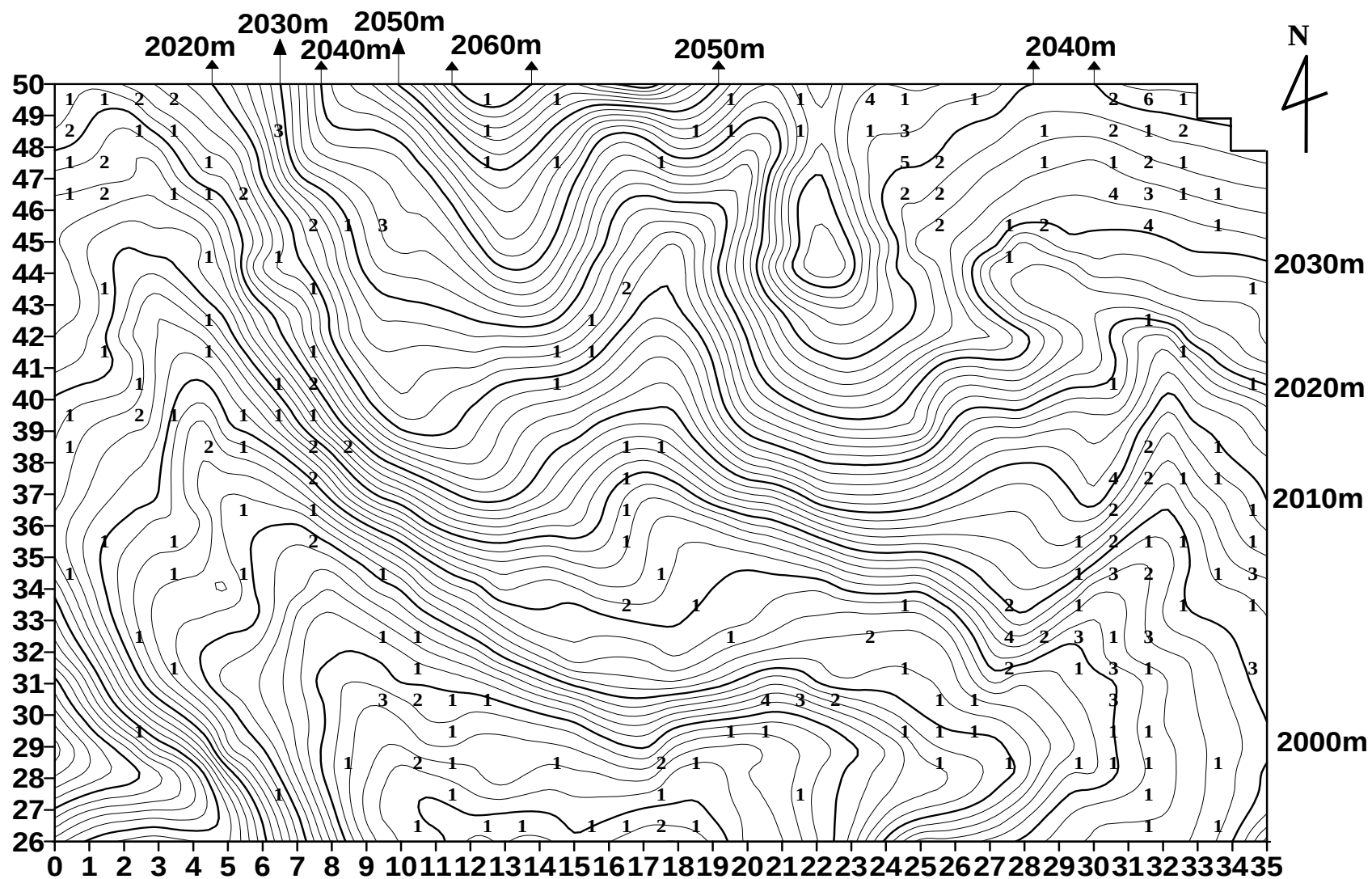


圖 43、屏東木薑子植株分佈圖。 水平距離(單位10m)

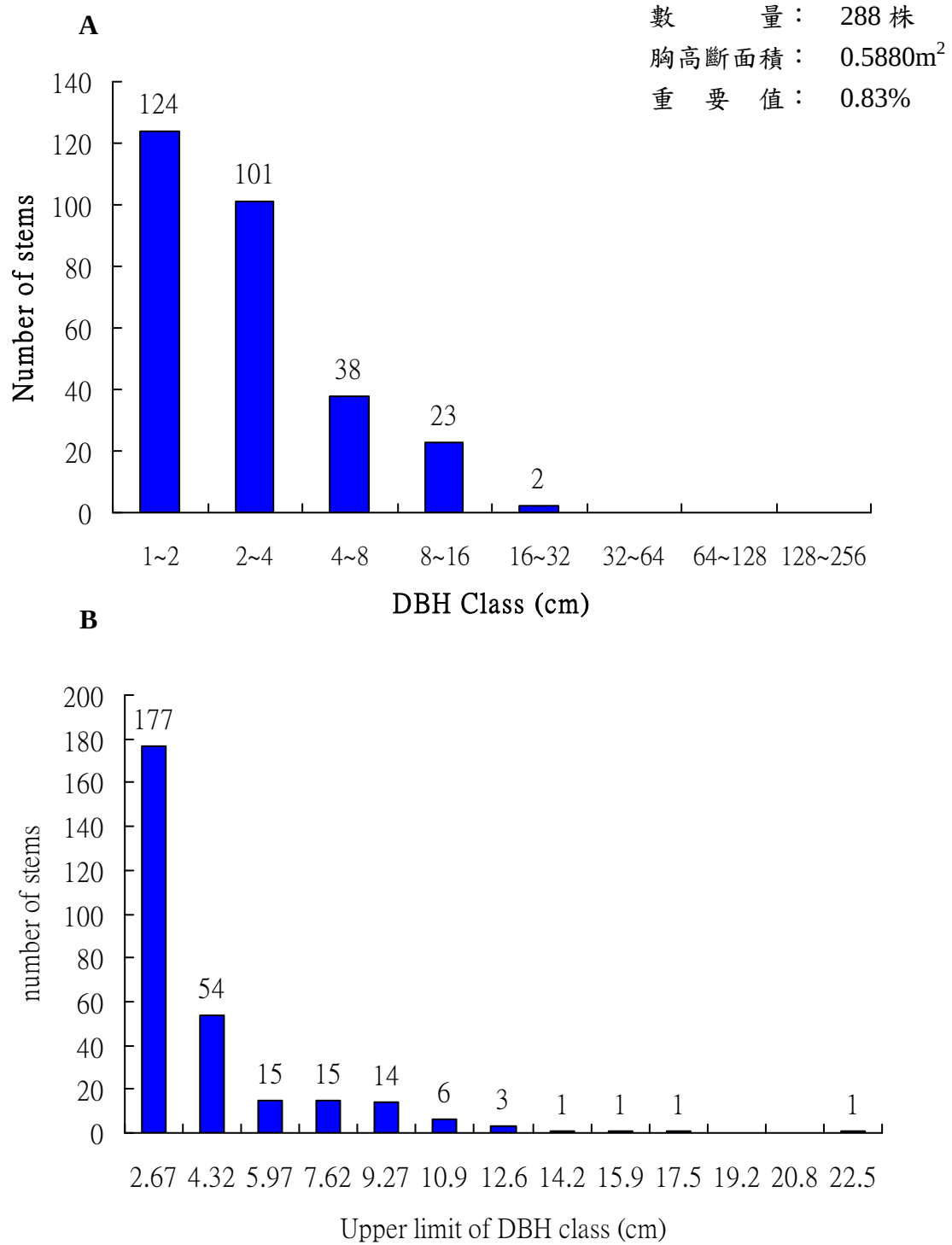


圖 44、屏東木薑子徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

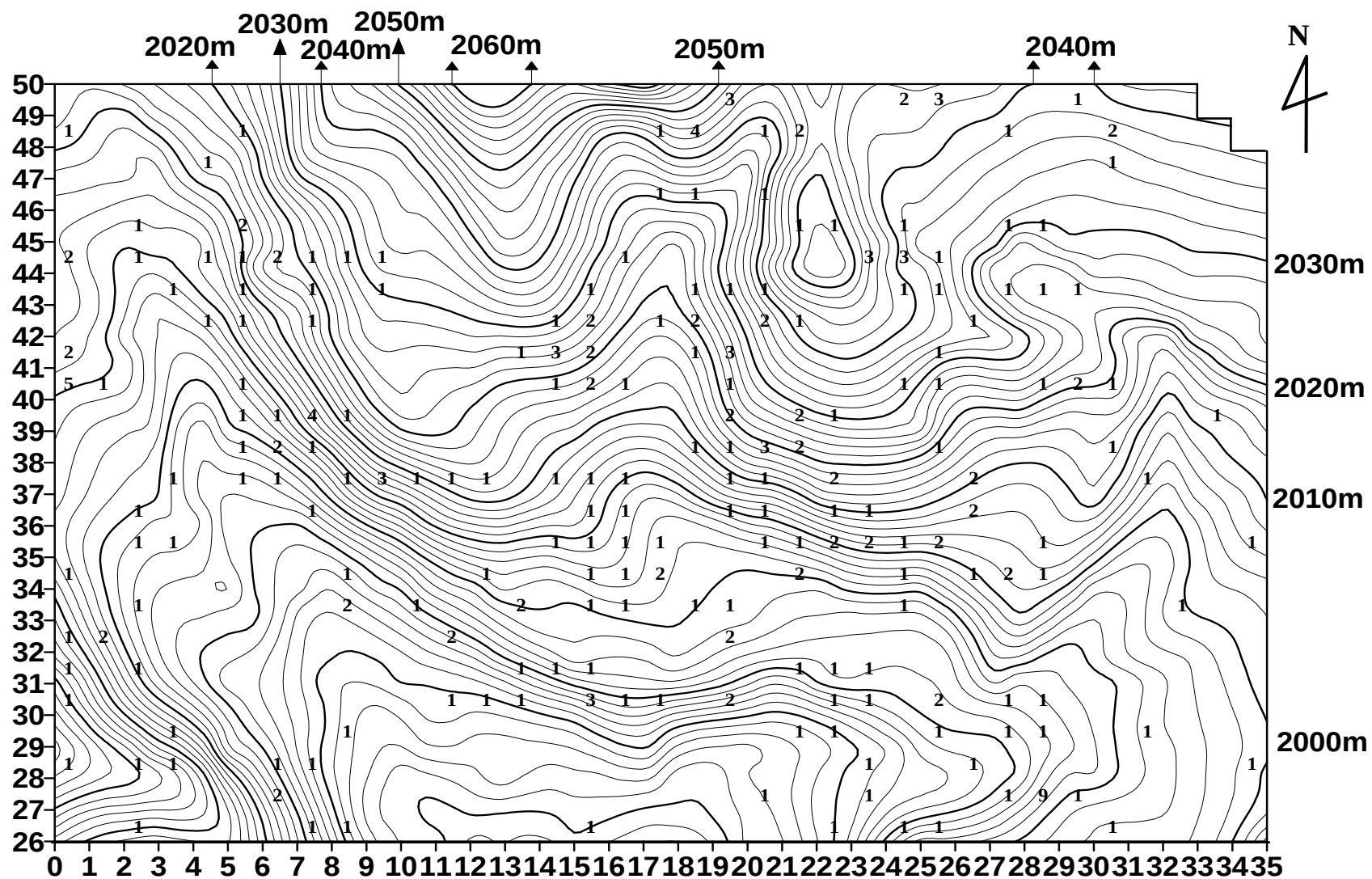


圖 45、青葉楠植株分佈圖。

水平距離(單位10m)

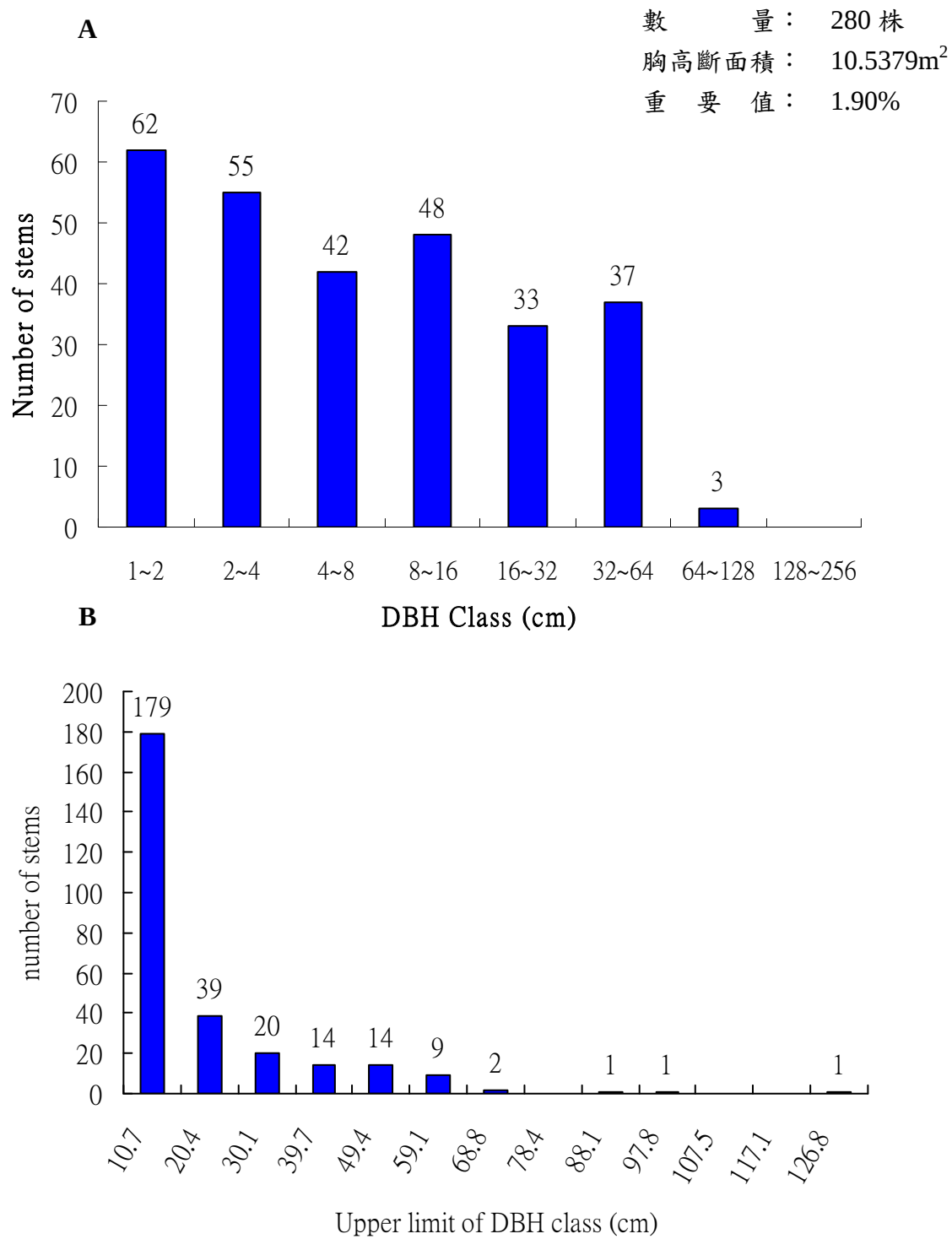


圖 46、青葉楠徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

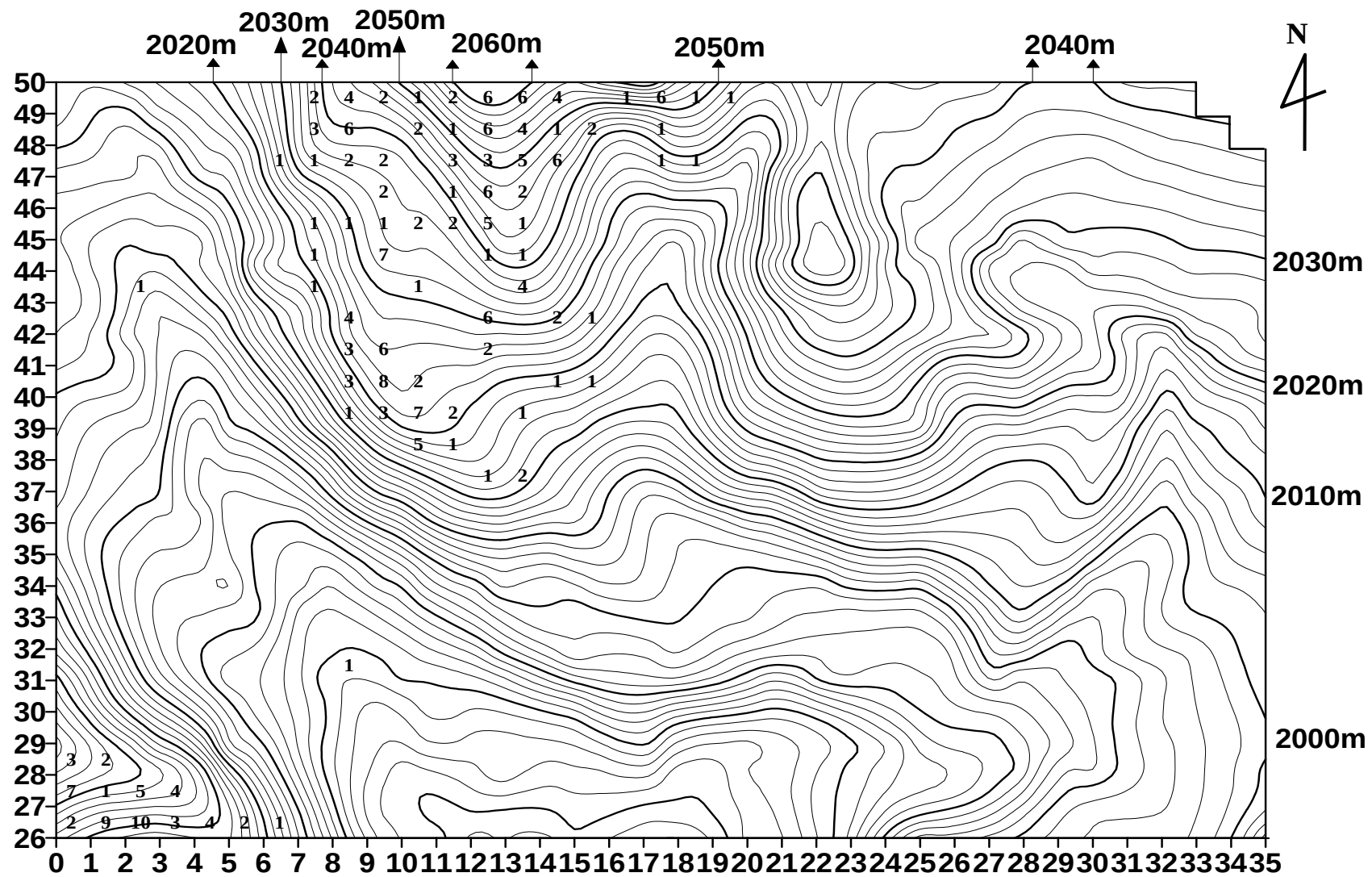


圖 47、臺灣赤楊植株分佈圖。

水平距離(單位10m)

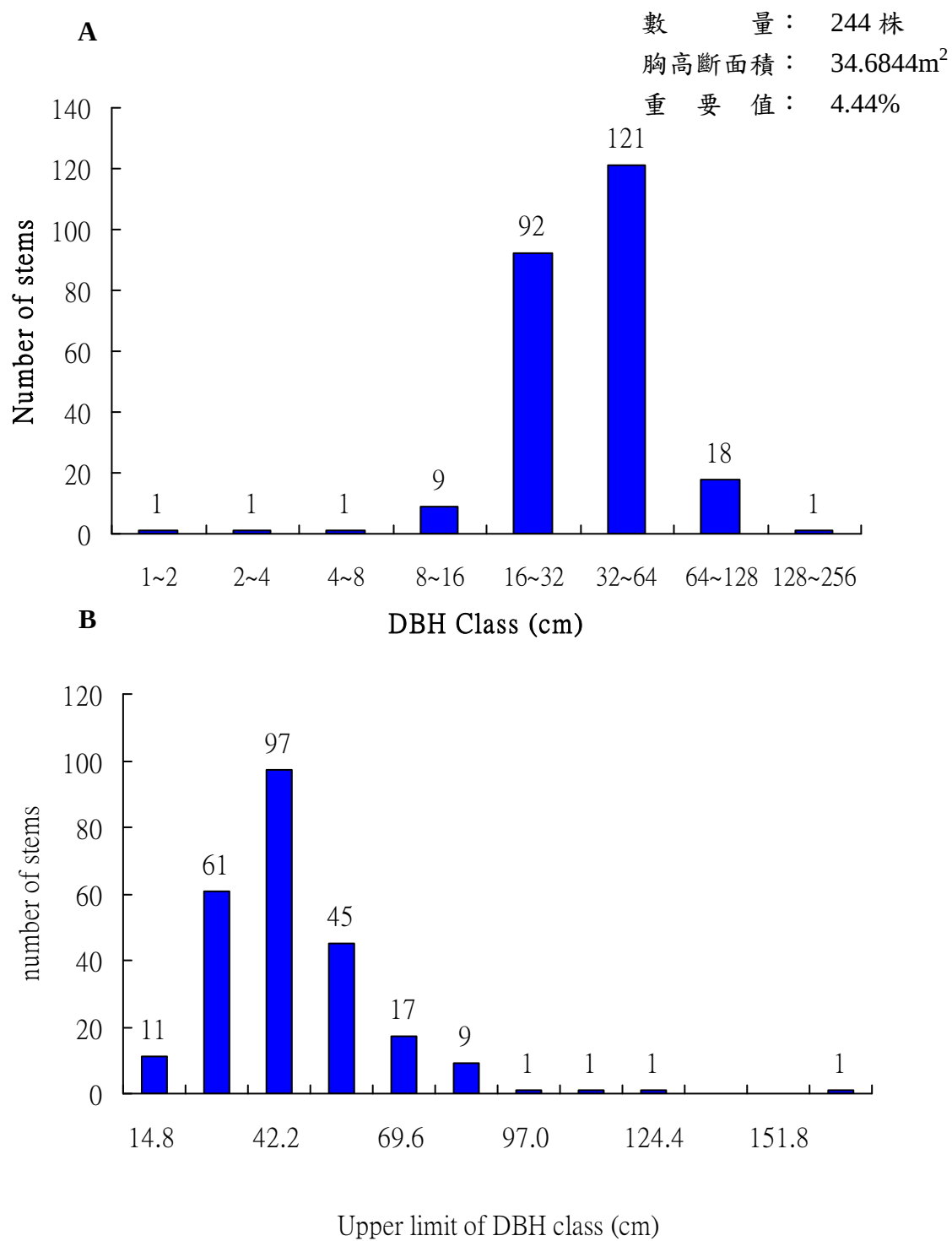
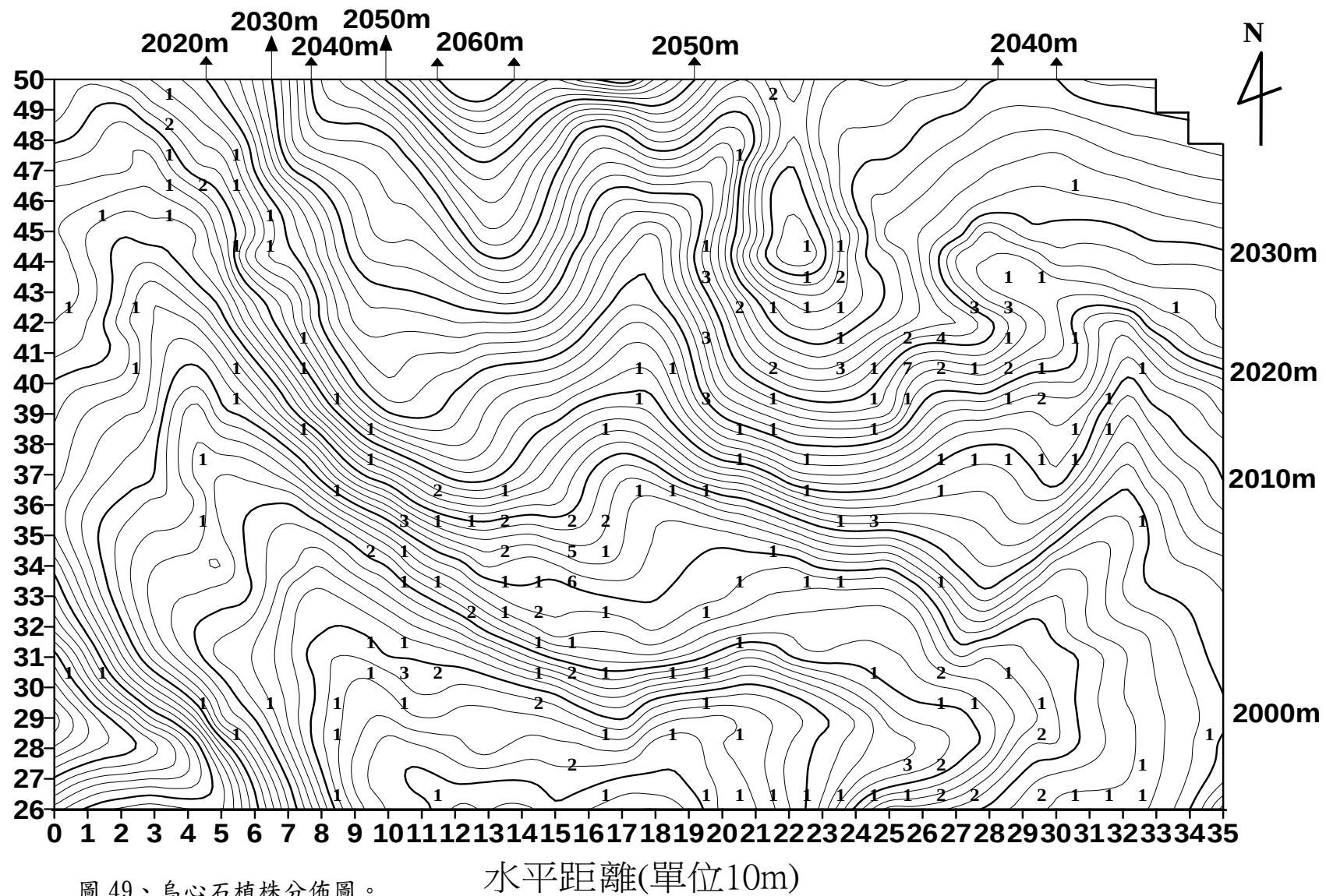


圖 48、臺灣赤楊徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。



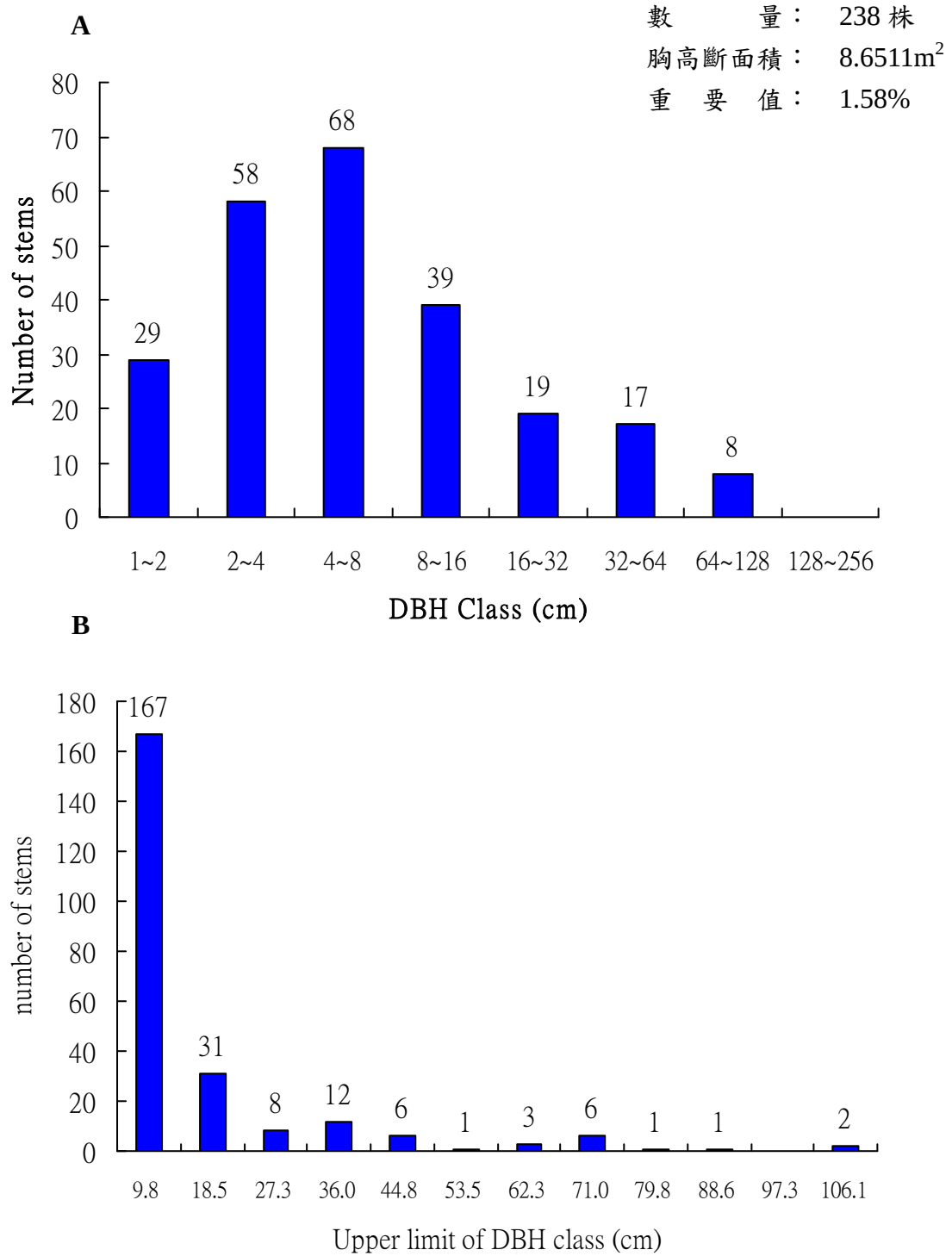


圖 50、烏心石徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

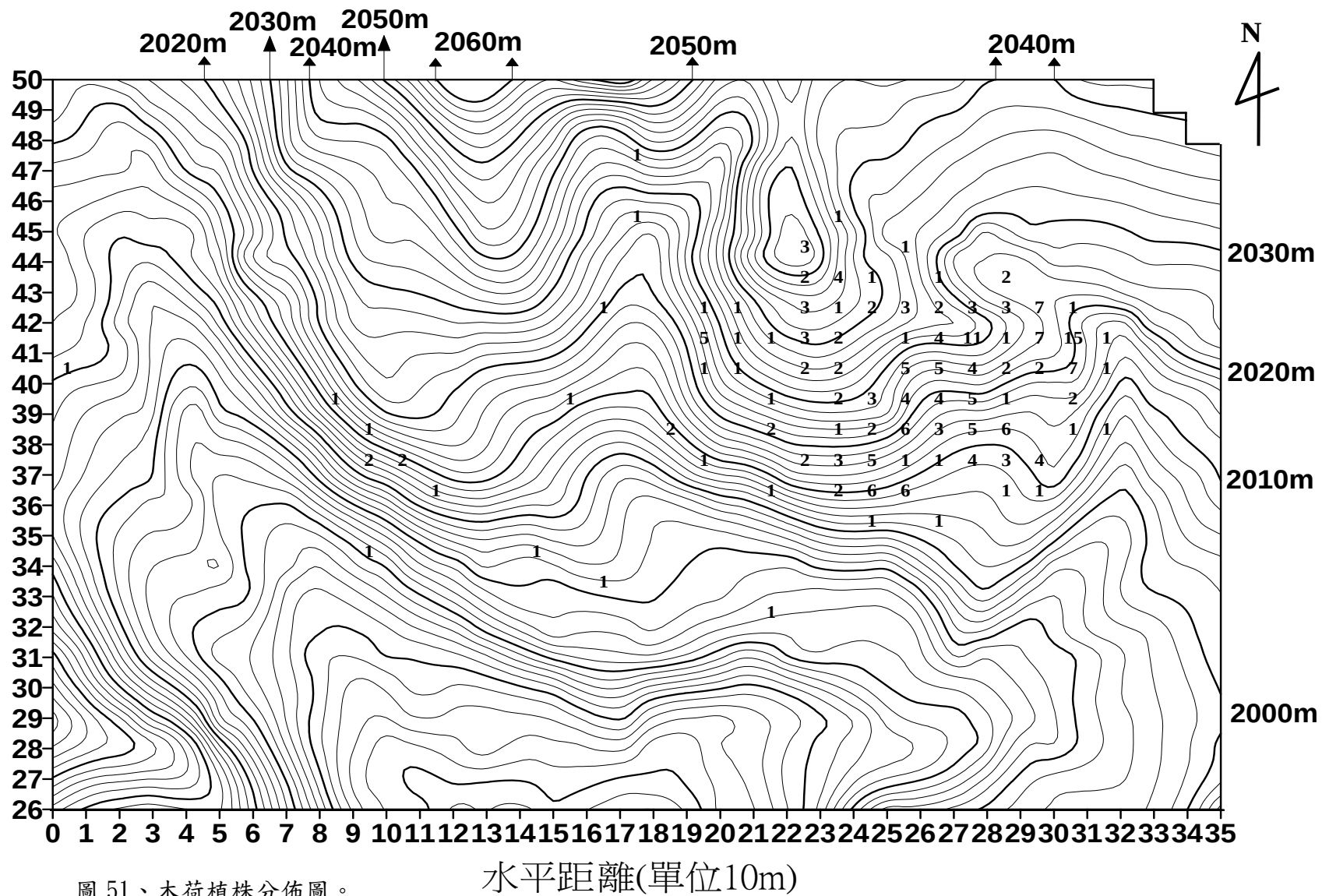


圖 51、木荷植株分佈圖。

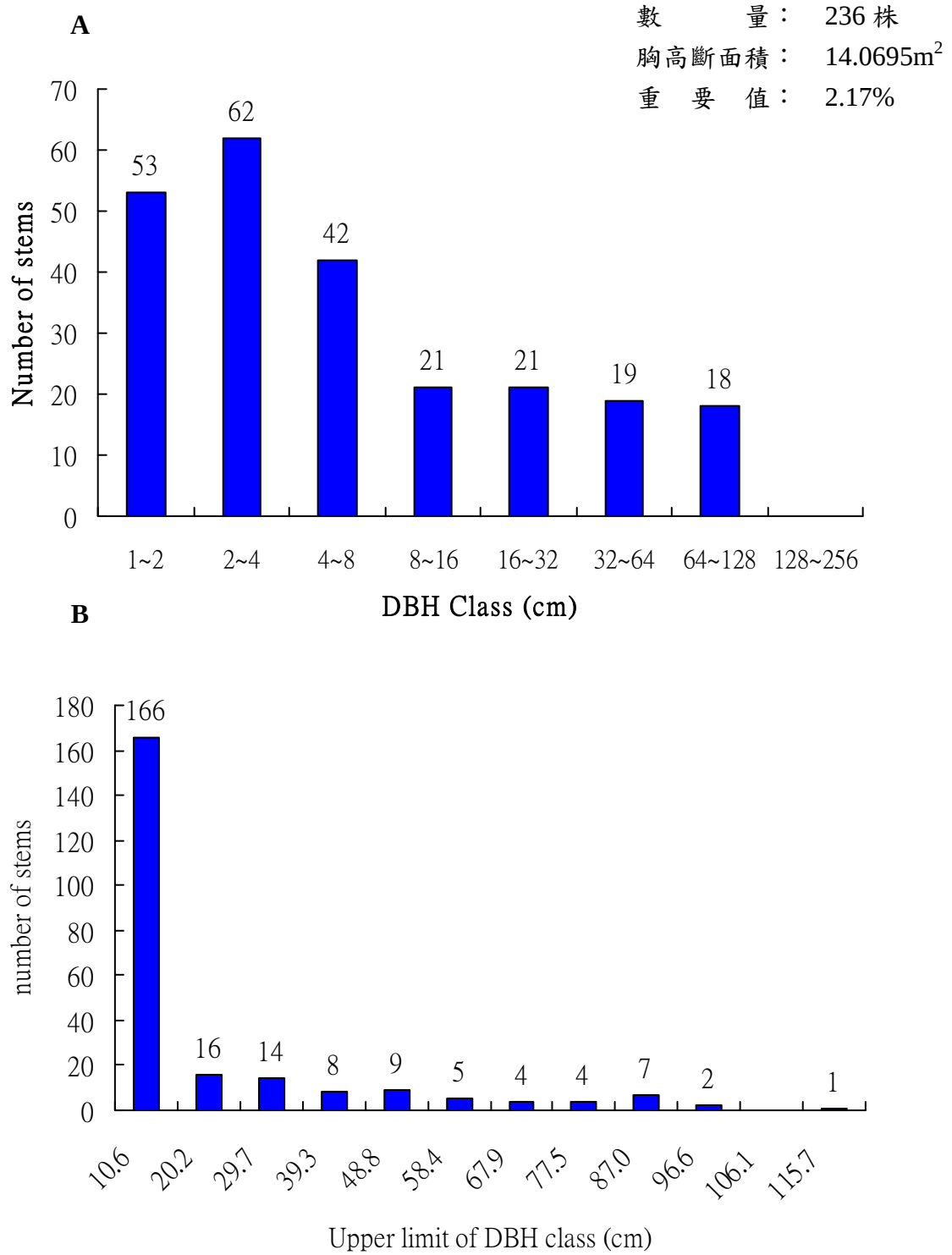


圖 52、木荷徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

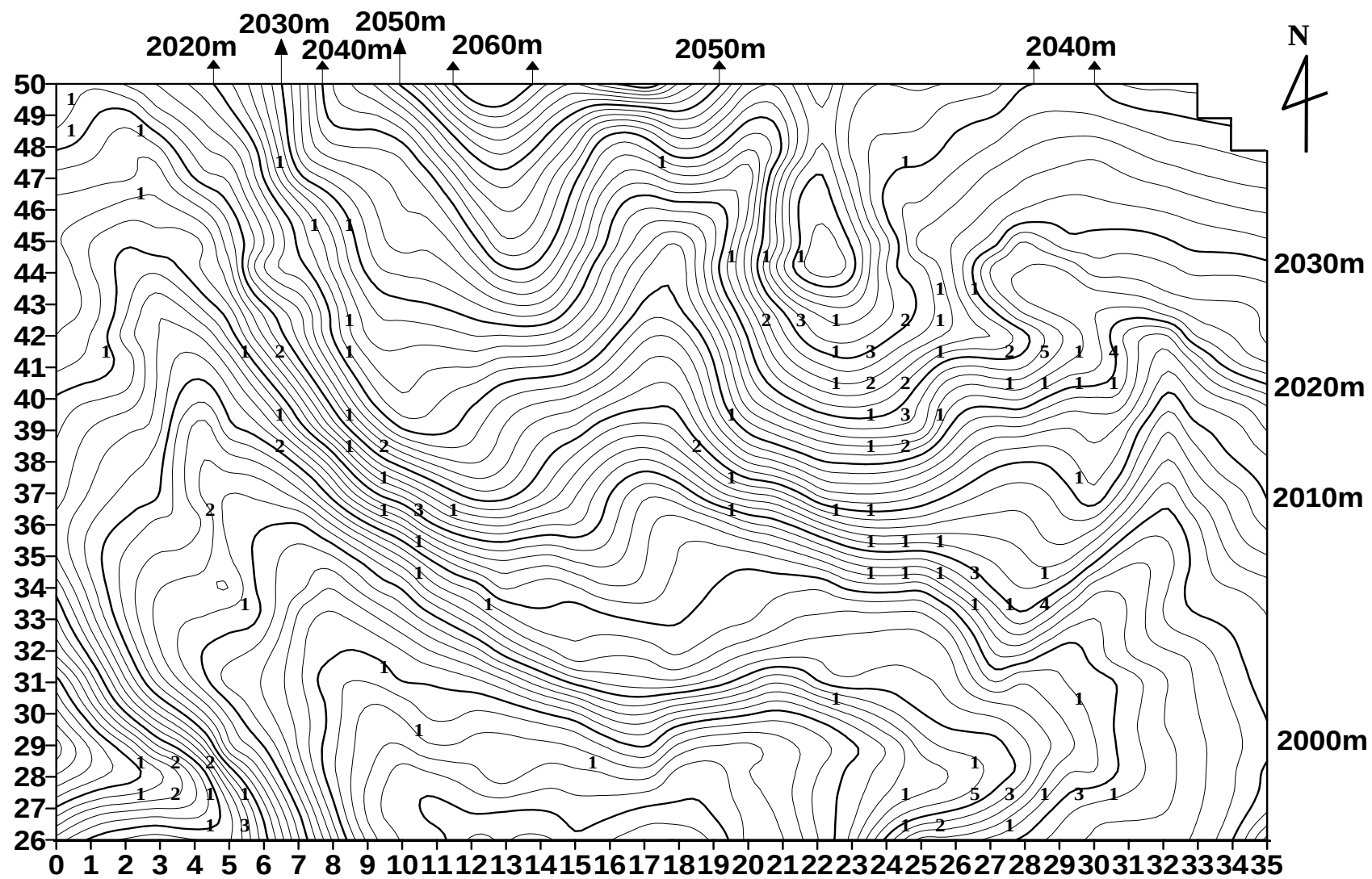


圖 53、呂宋莢迷植株分佈圖。

水平距離(單位10m)

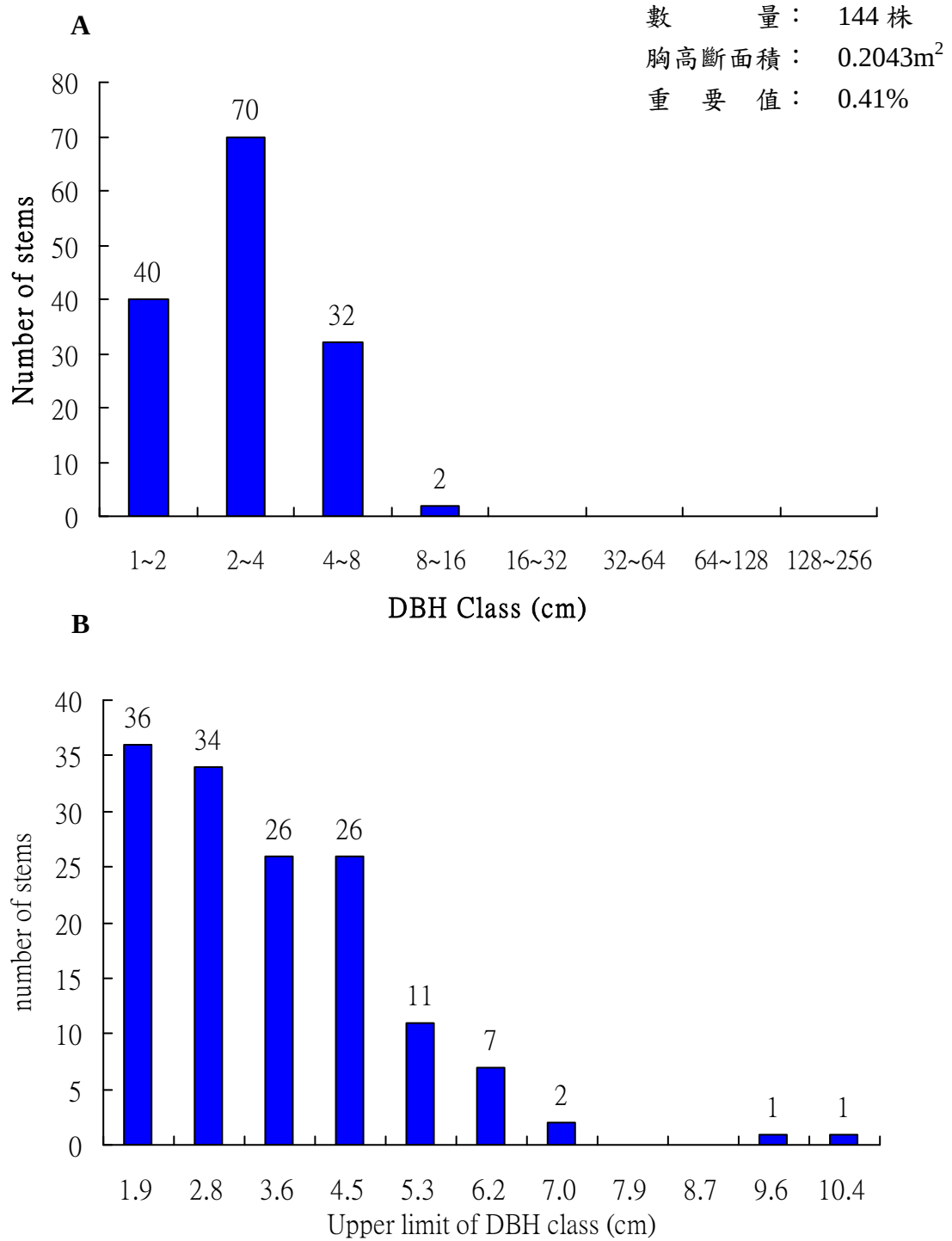


圖 54、呂宋英迷徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

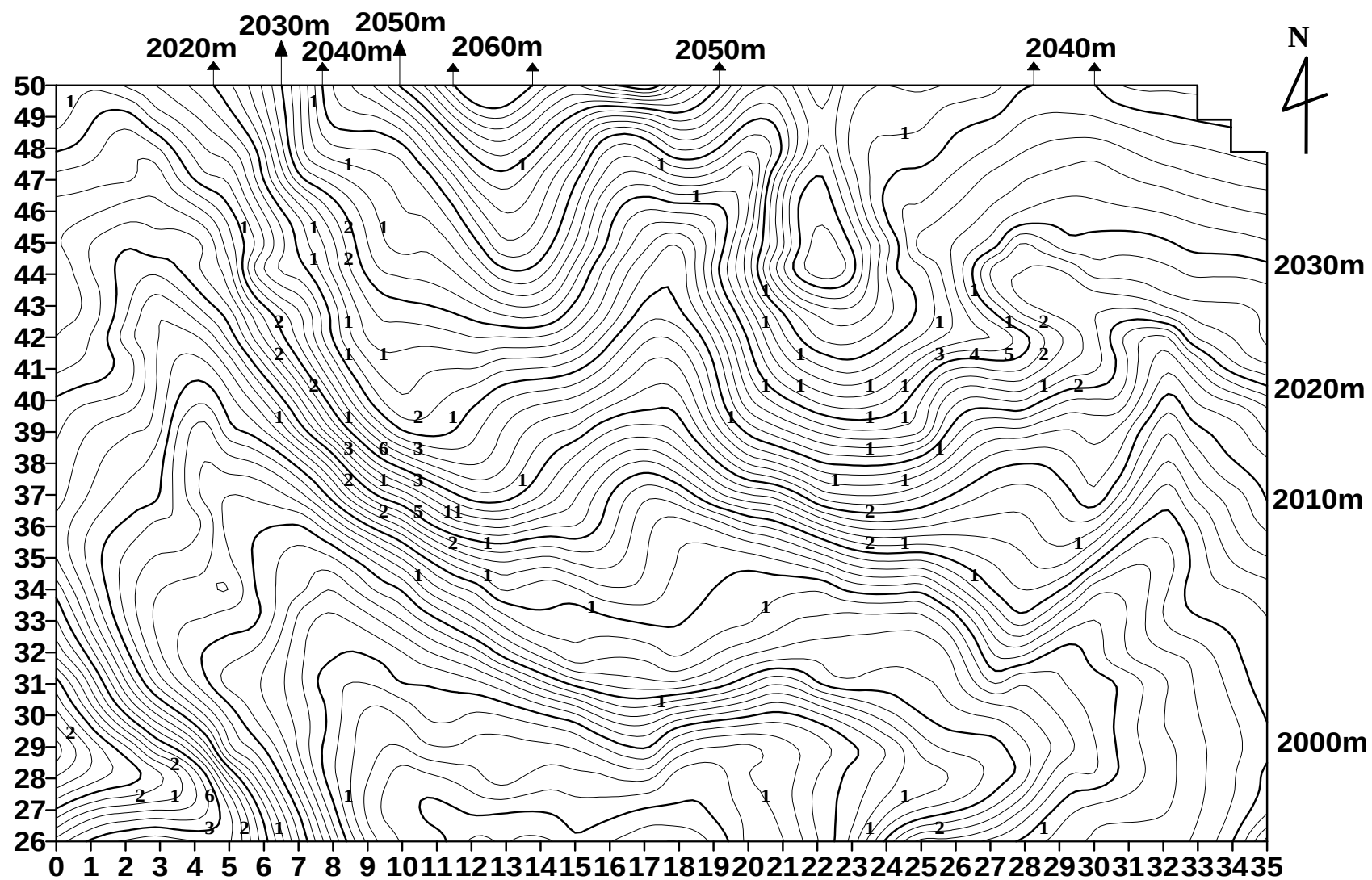


圖 55、巒大越橘植株分佈圖。

水平距離(單位10m)

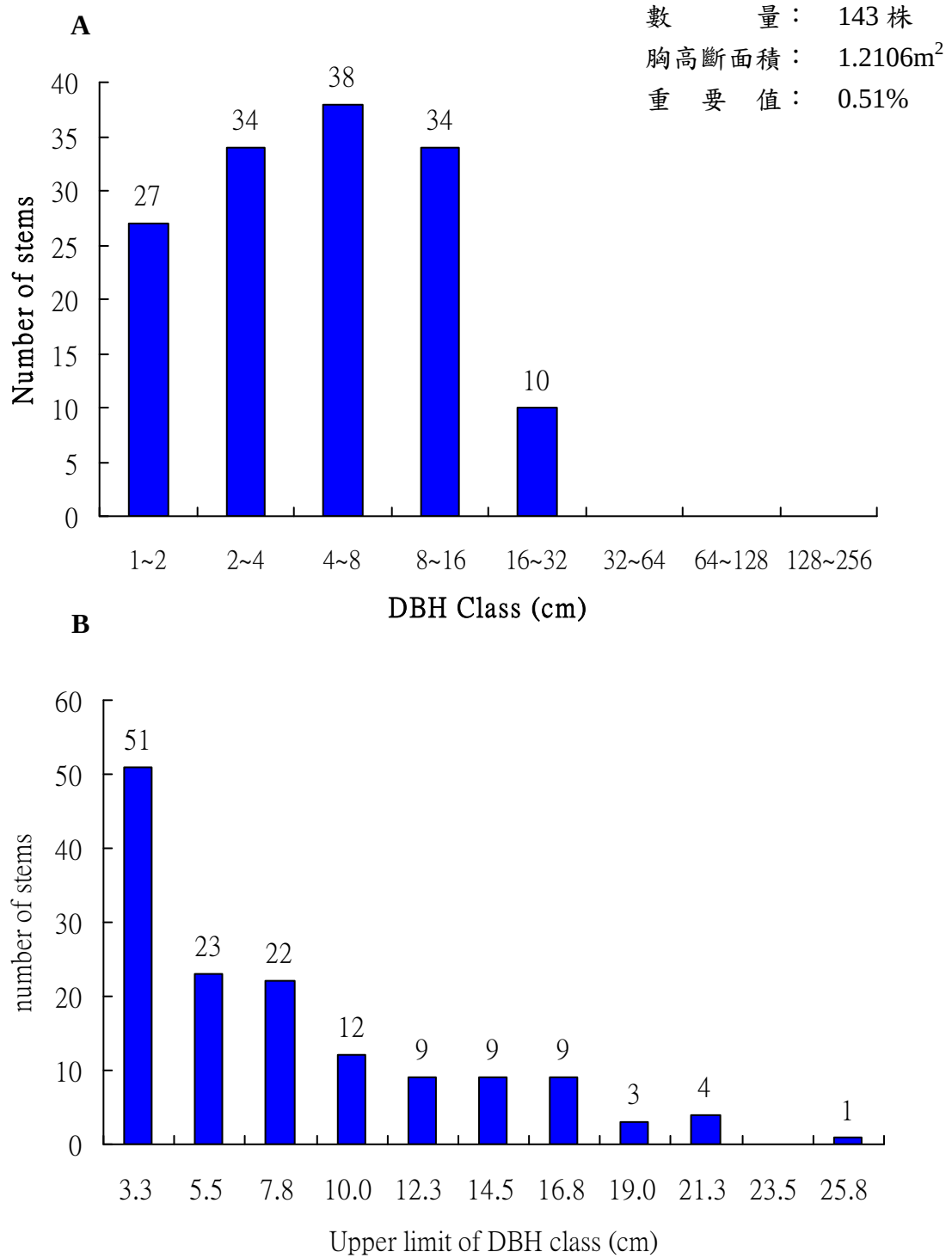


圖 56、巒大越橘徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

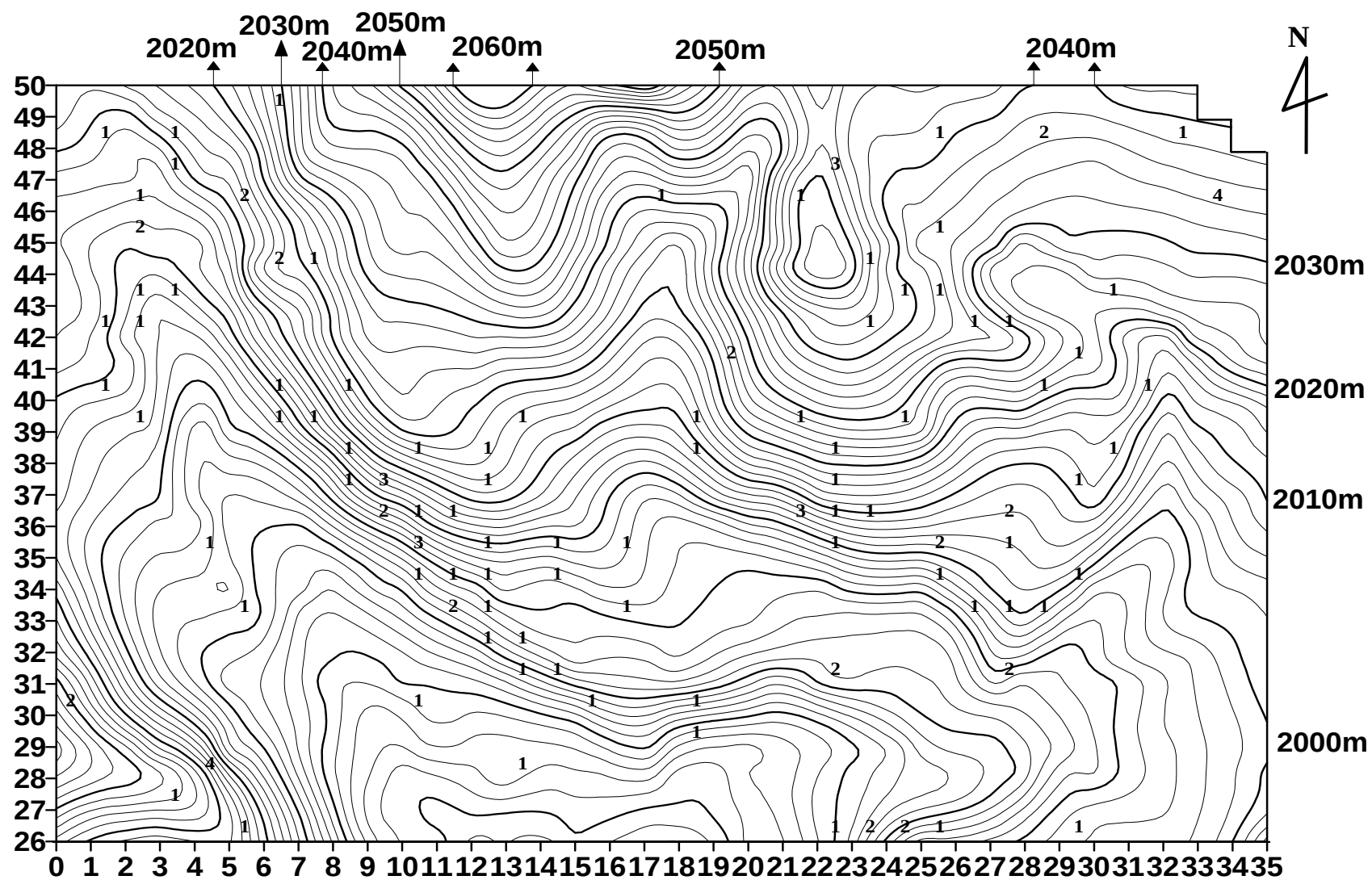


圖 57、臺灣肉桂植株分佈圖。 水平距離(單位10m)

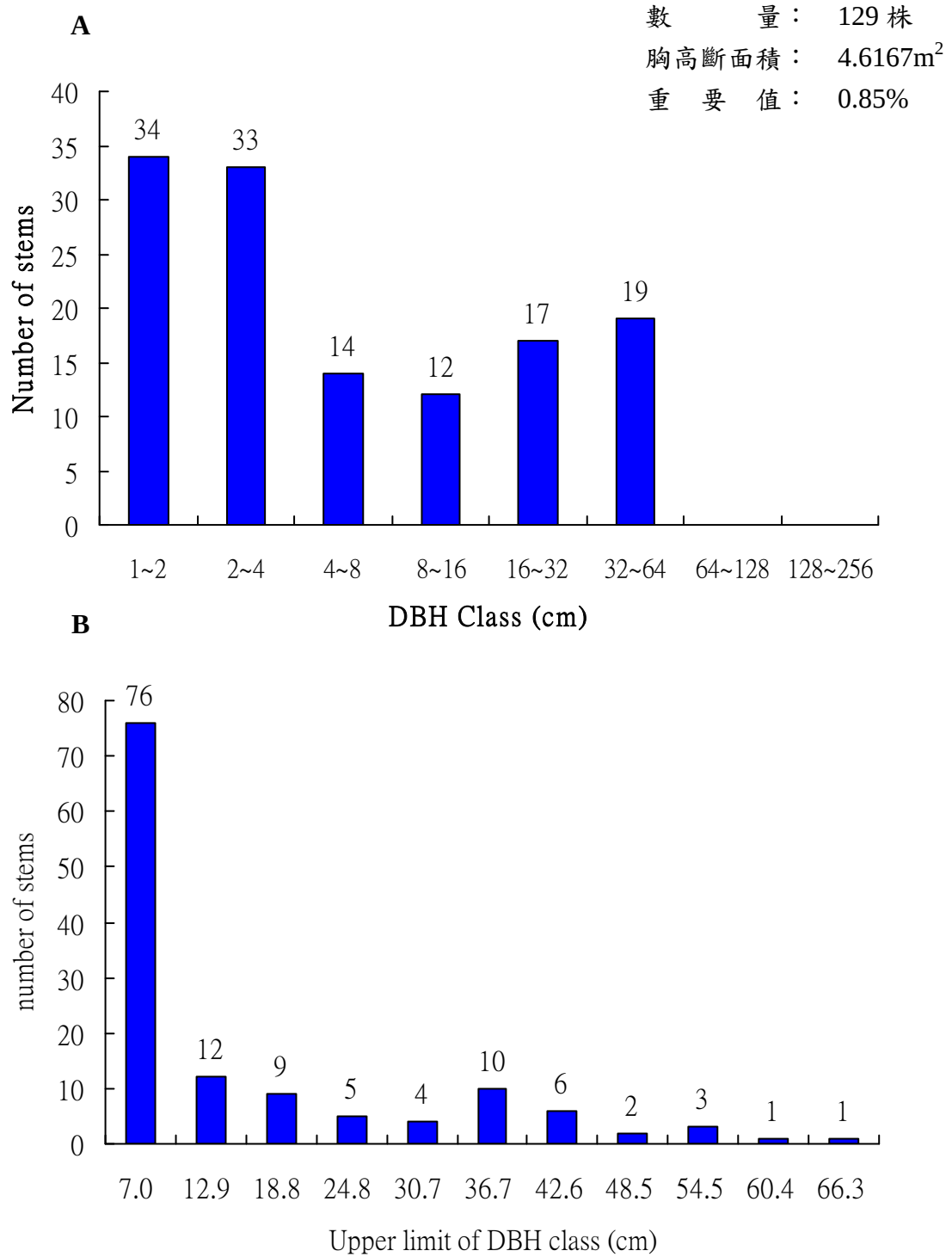


圖 58、臺灣肉桂徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

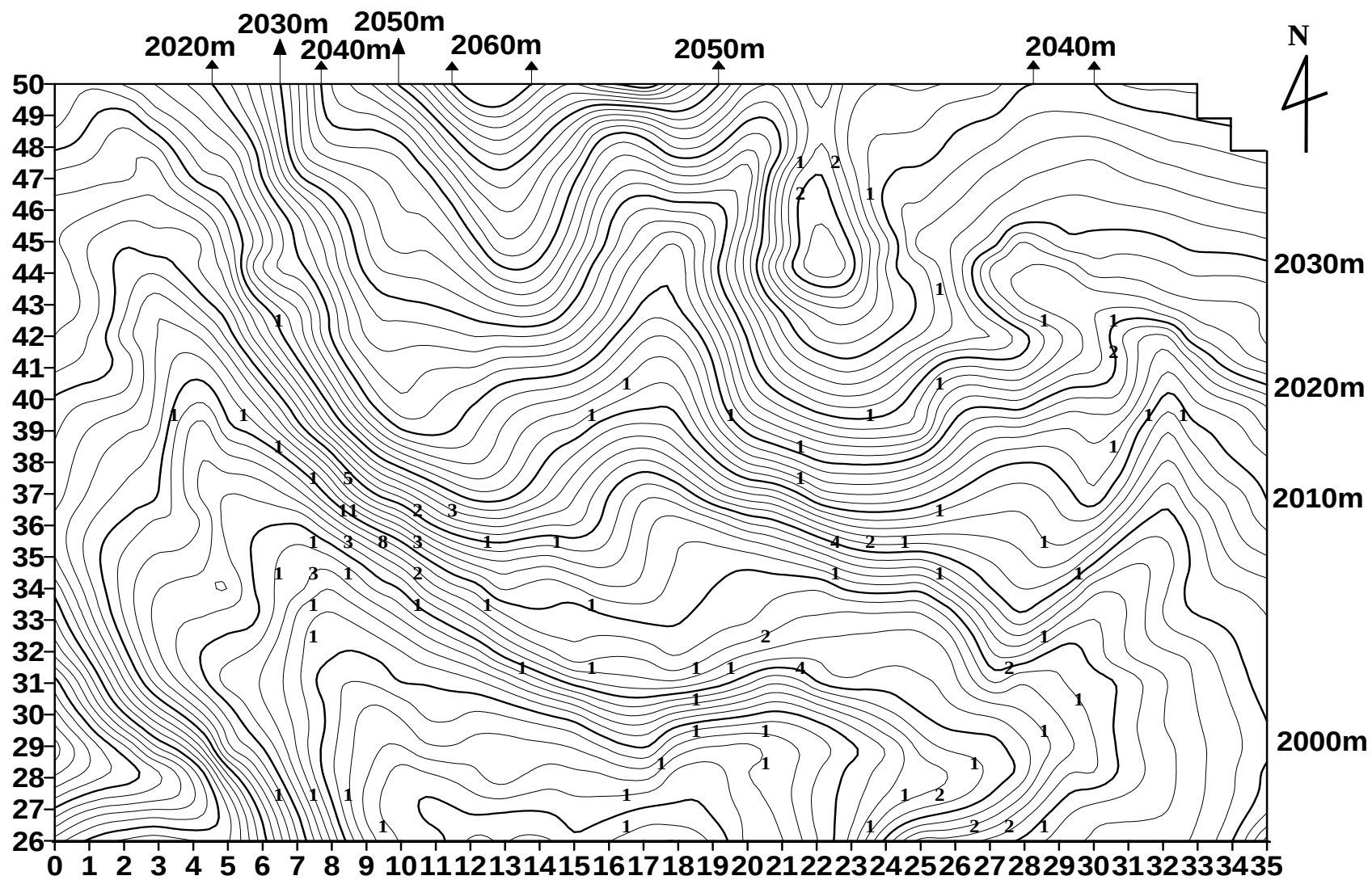


圖 59、山枇杷植株分佈圖。

水平距離(單位10m)

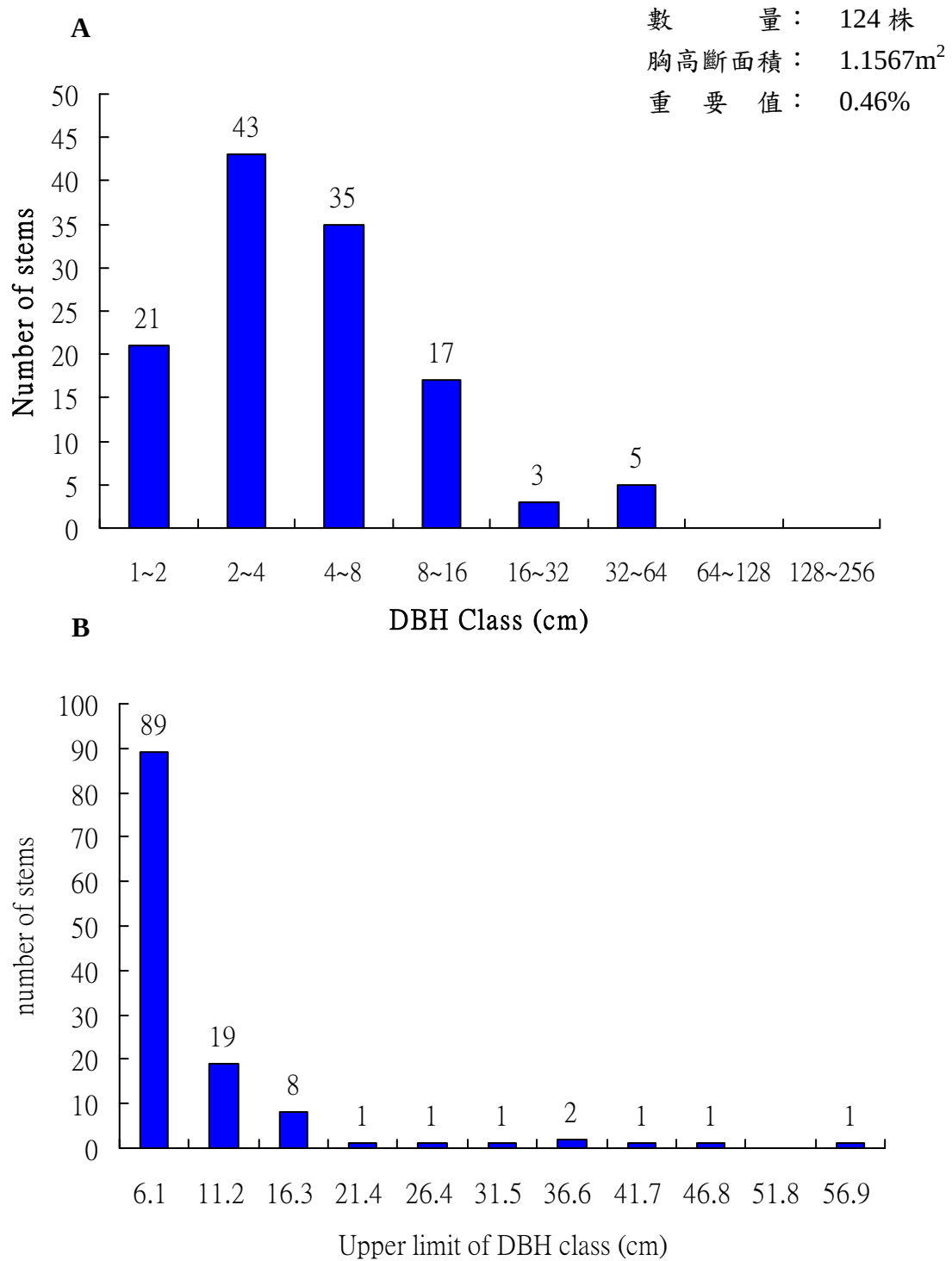


圖 60、山枇杷徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

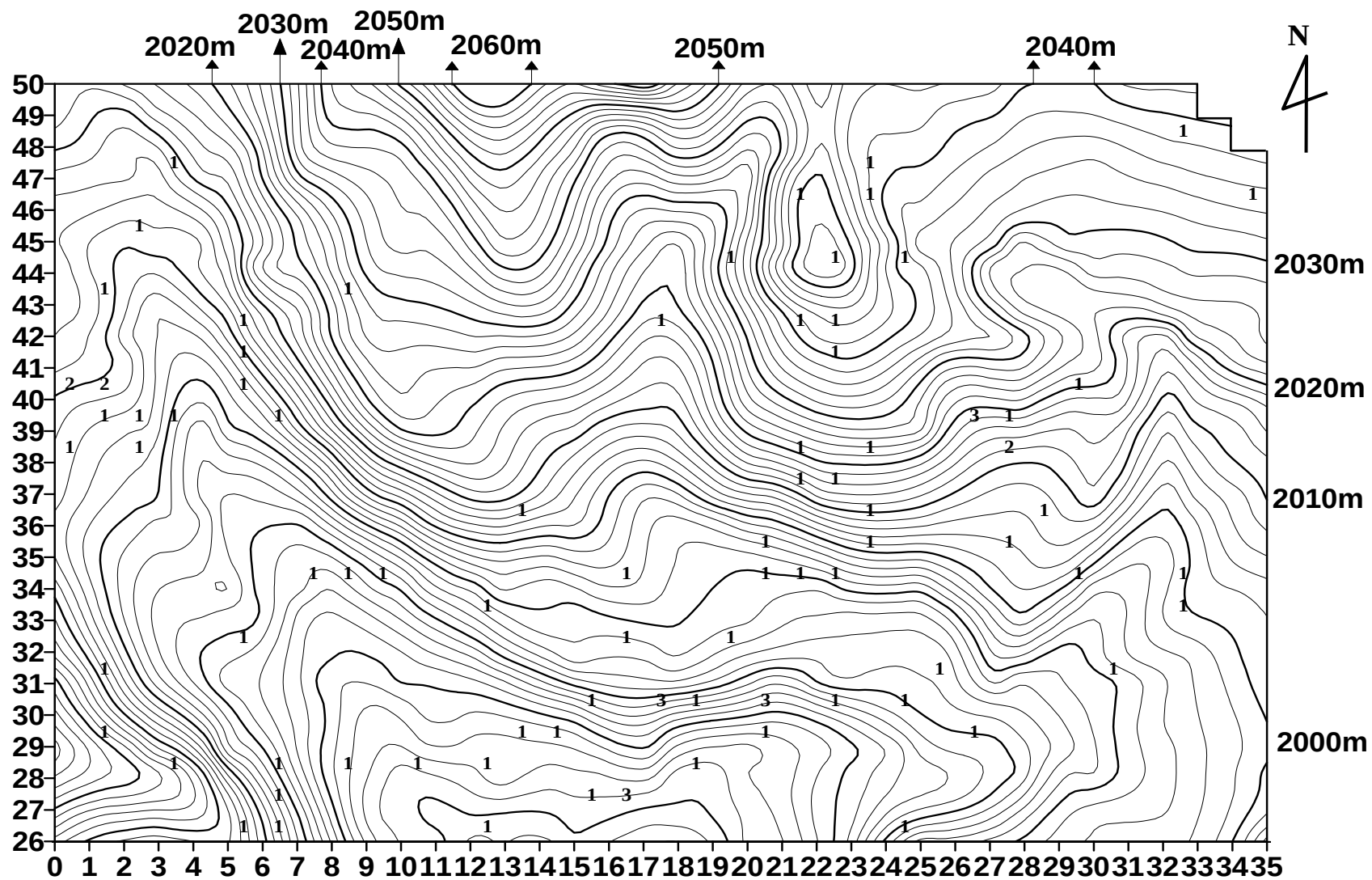


圖 61、杜英植株分佈圖。

水平距離(單位10m)

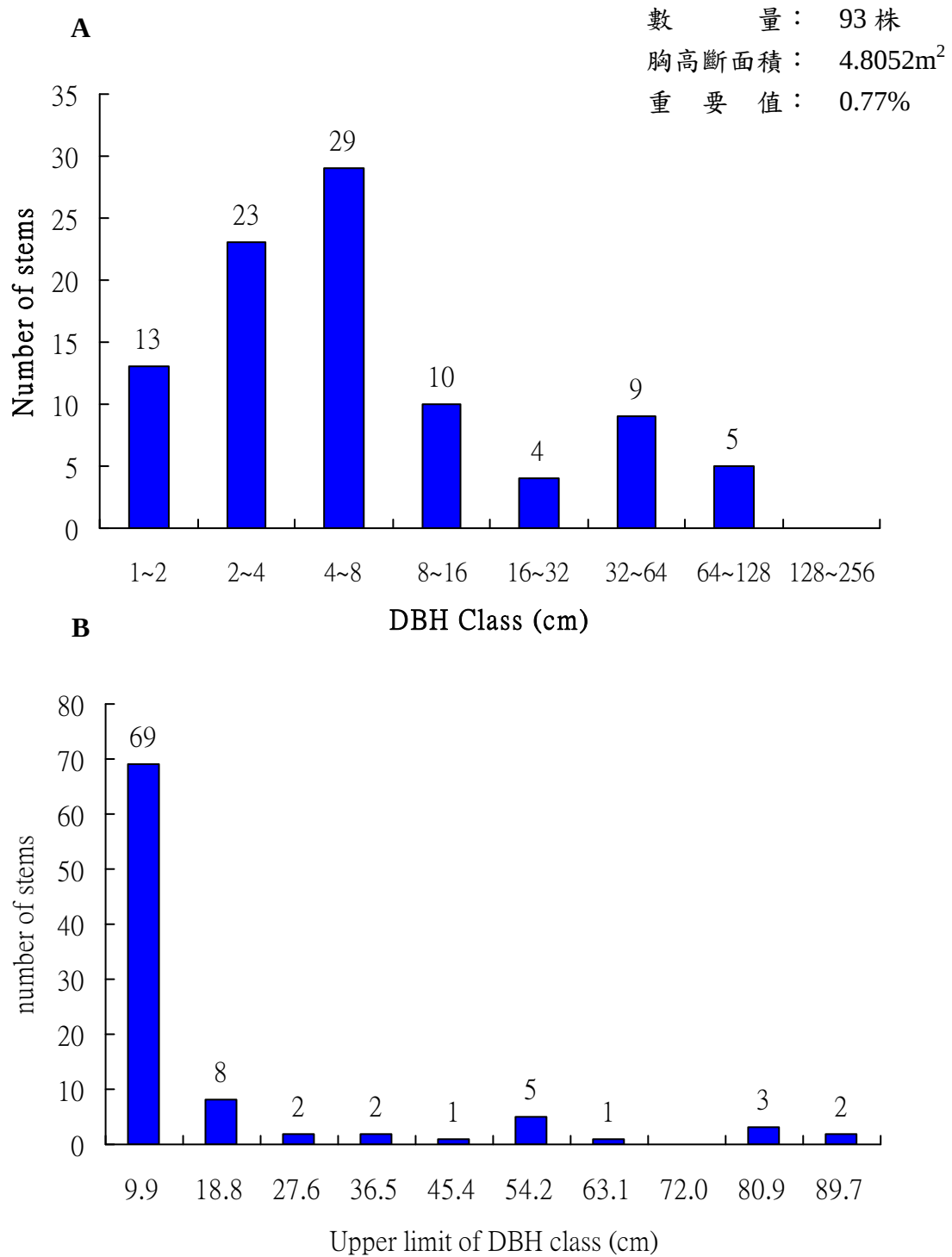


圖 62、杜英徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

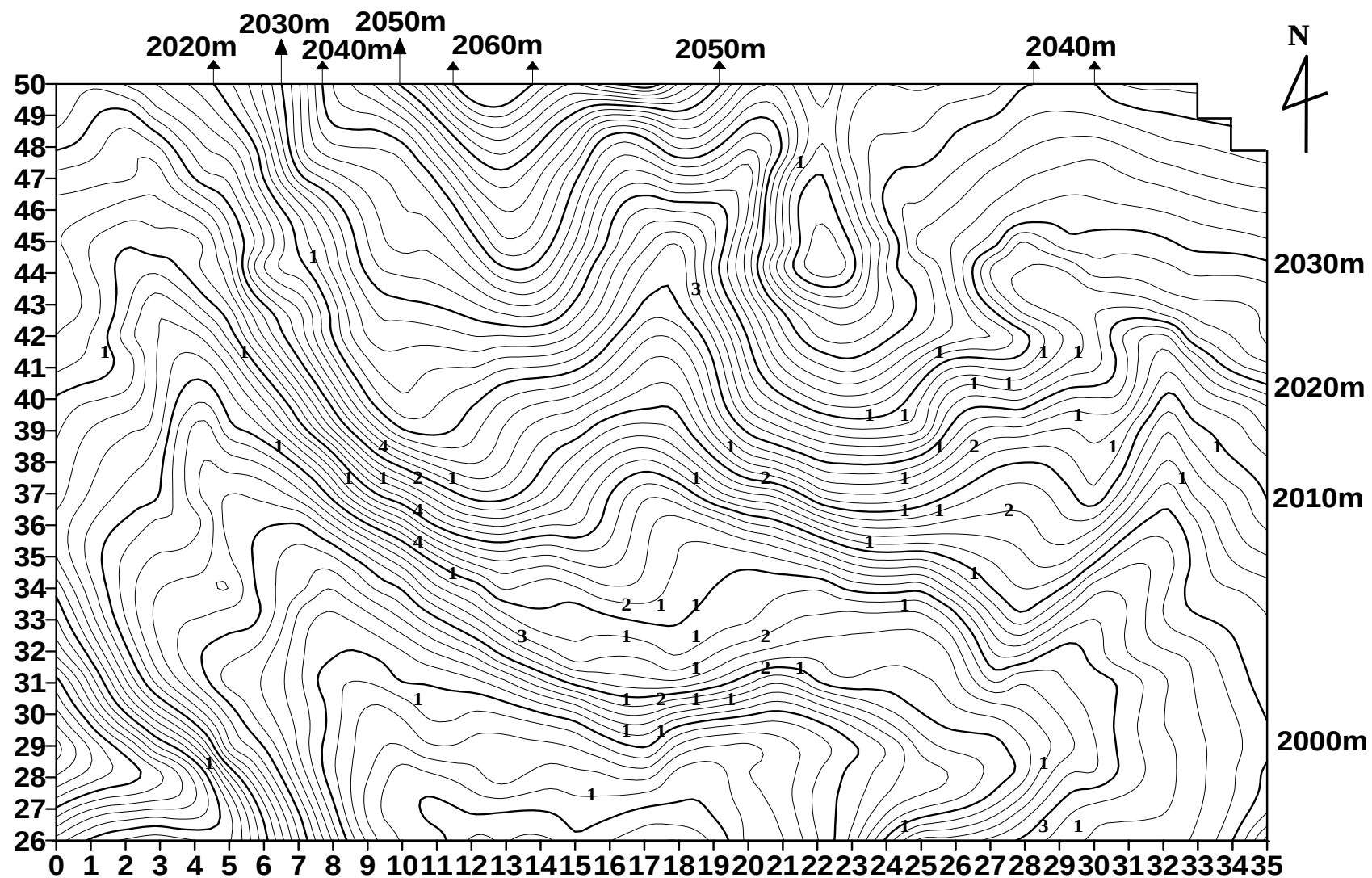


圖 63、小西氏灰木植株分佈圖。

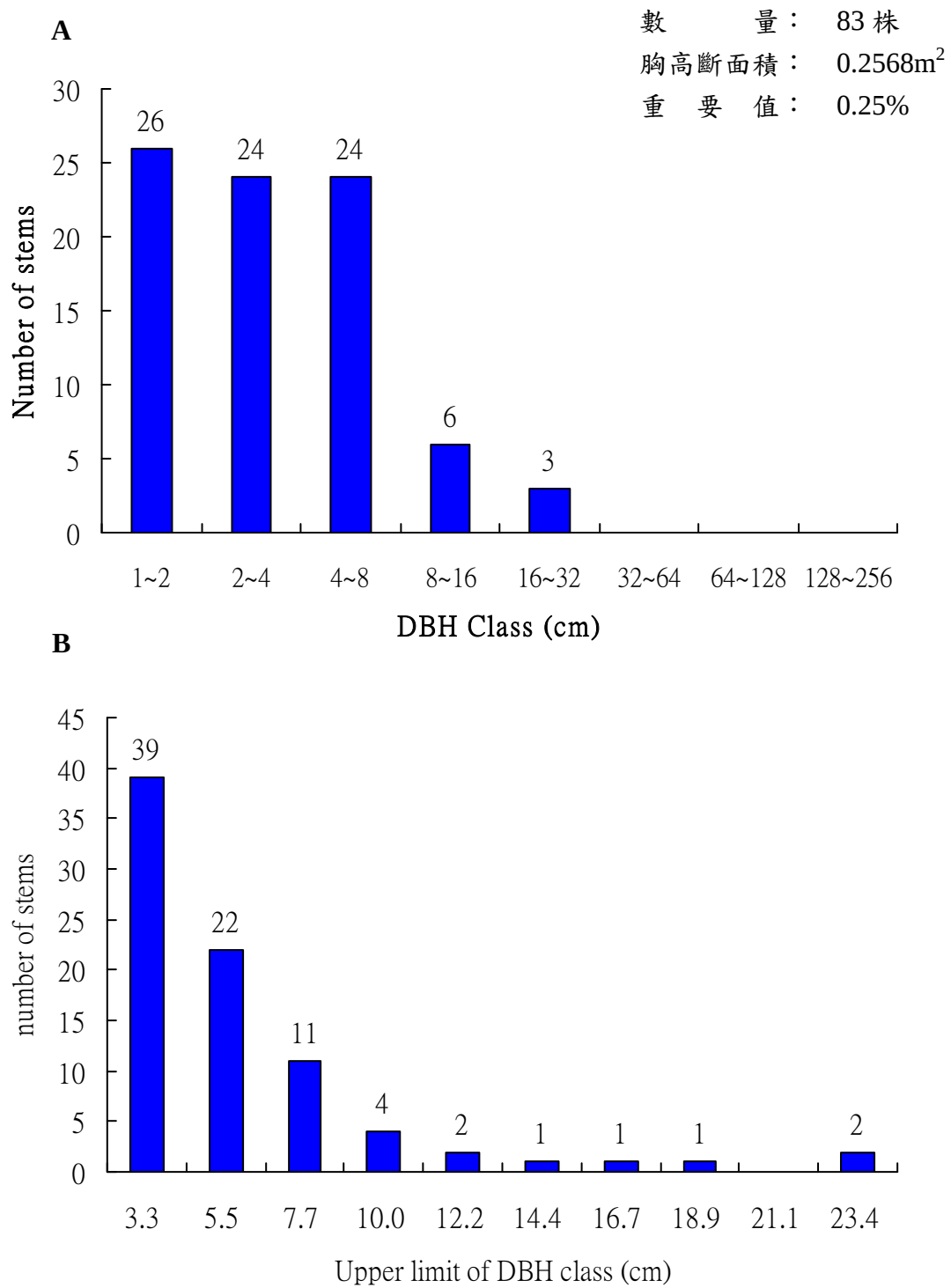


圖 64、小西氏灰木徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

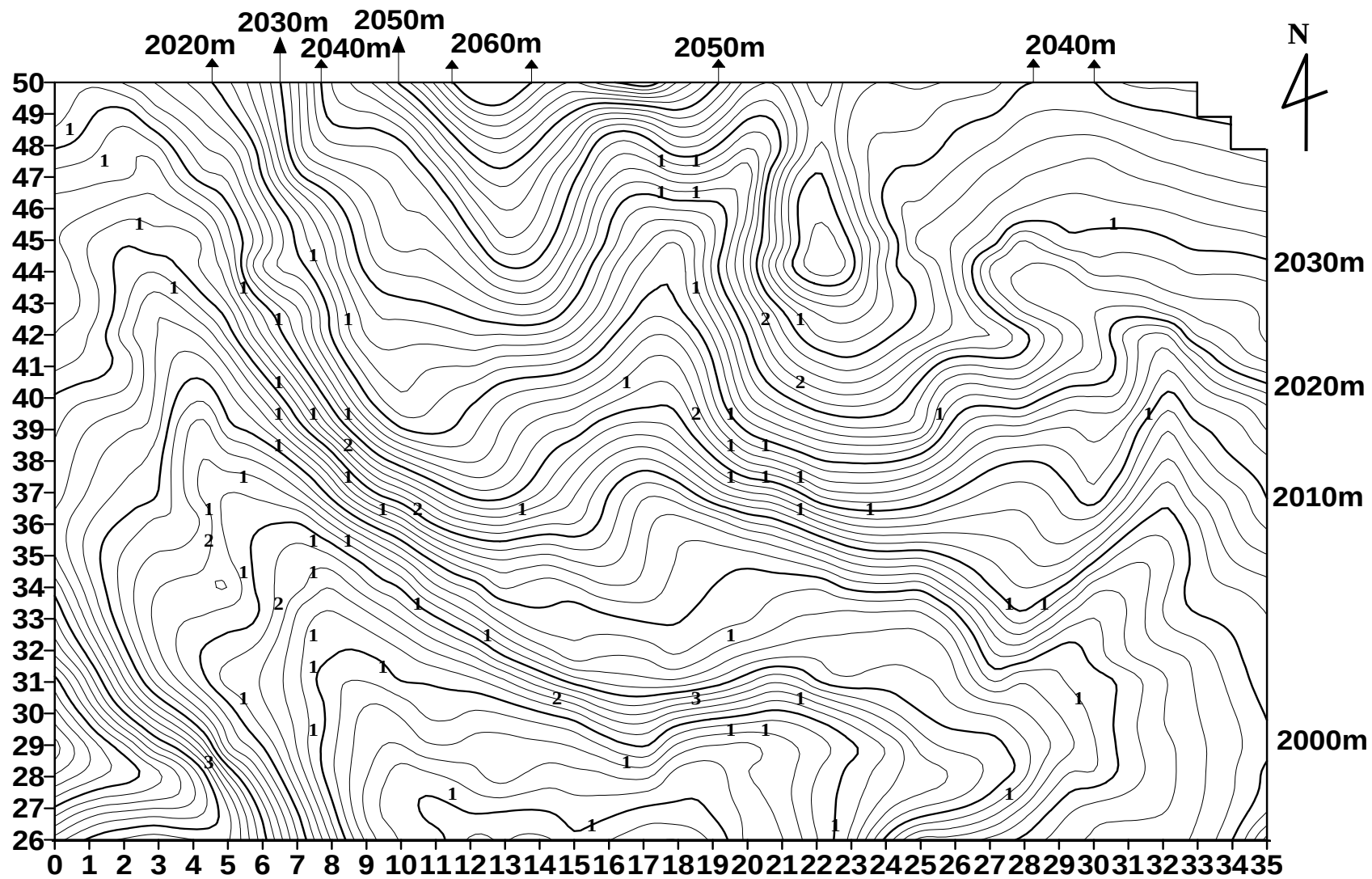


圖 65、疏果海桐植株分佈圖。

水平距離(單位10m)

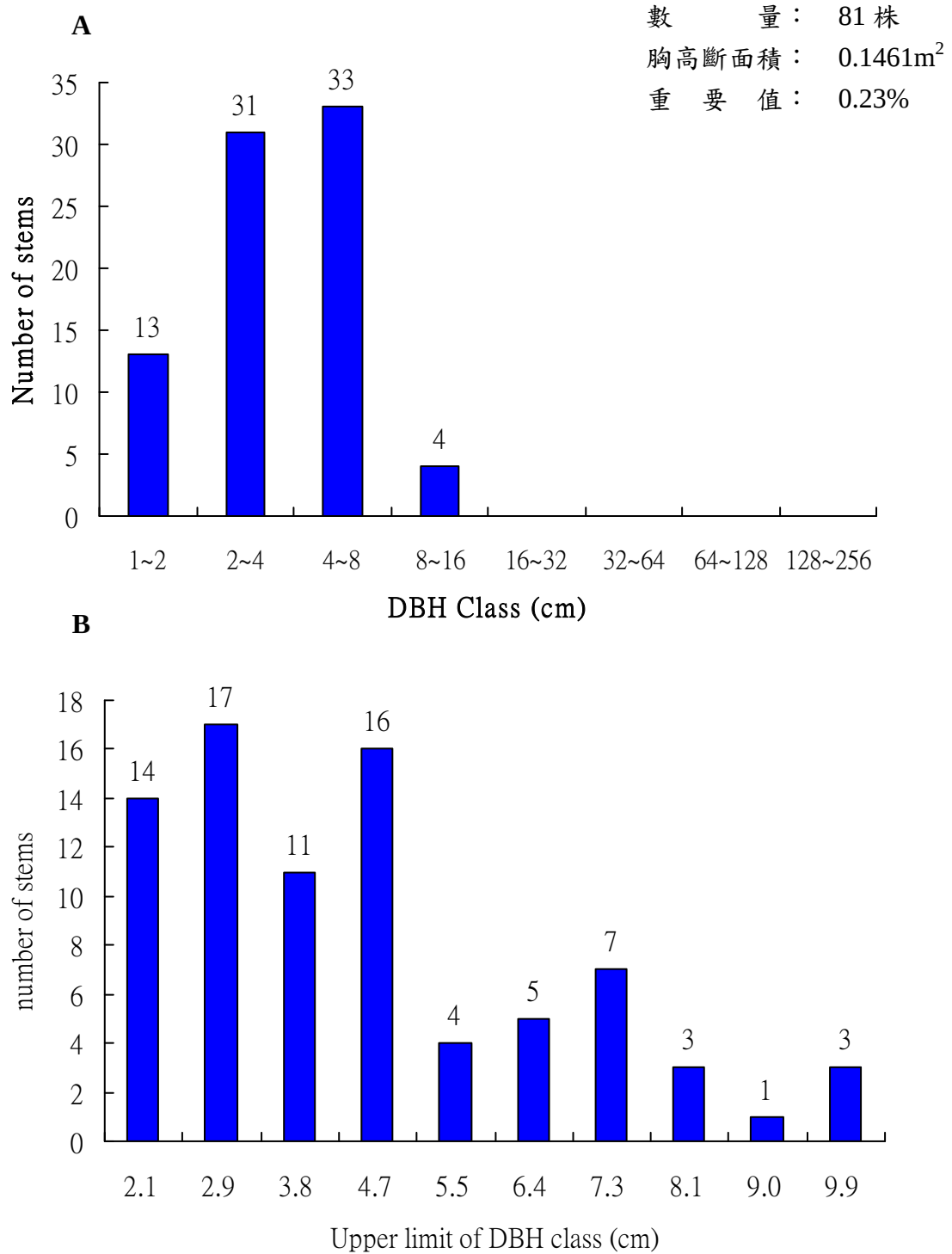


圖 66、疏果海桐徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

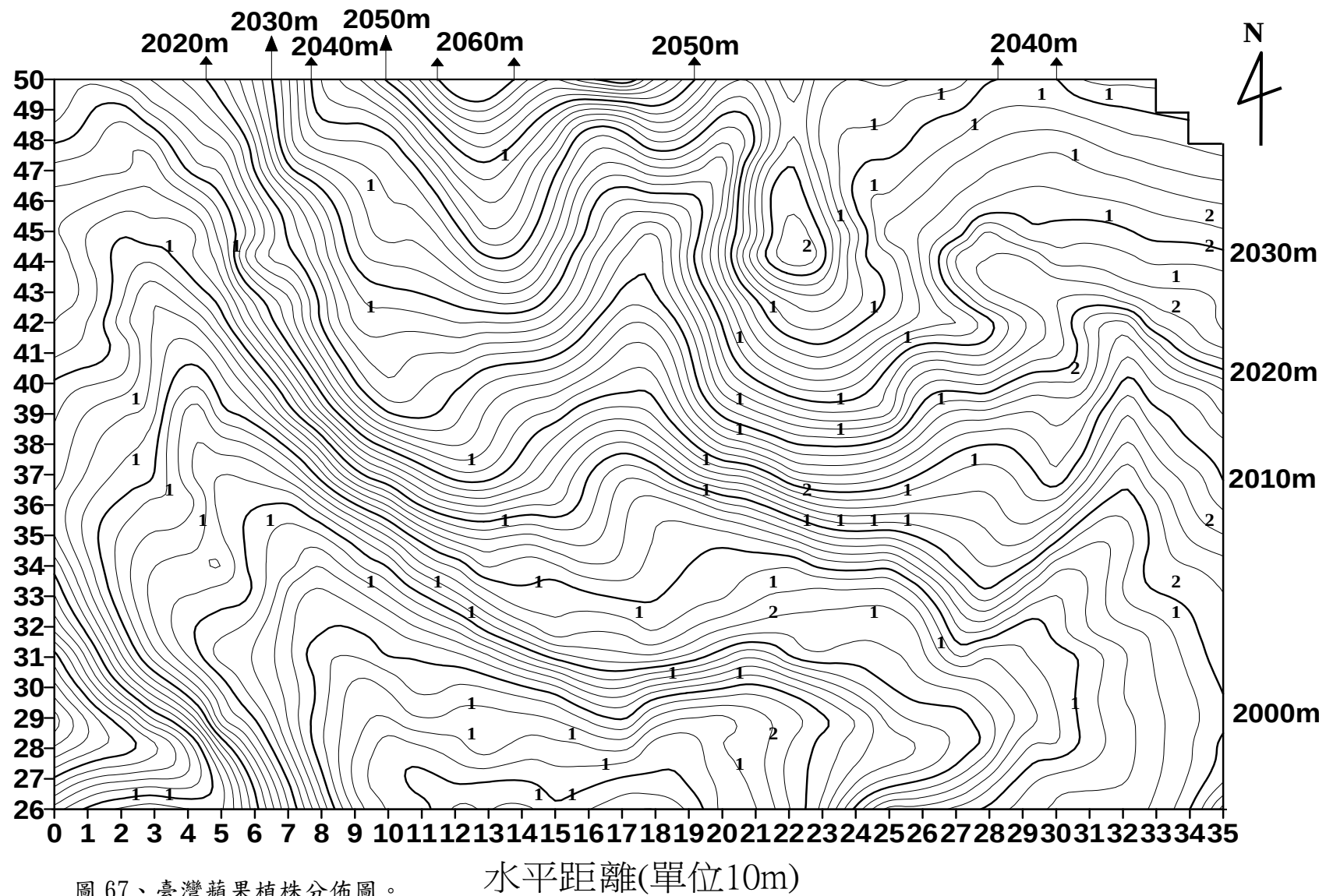


圖 67、臺灣蘋果植株分佈圖。

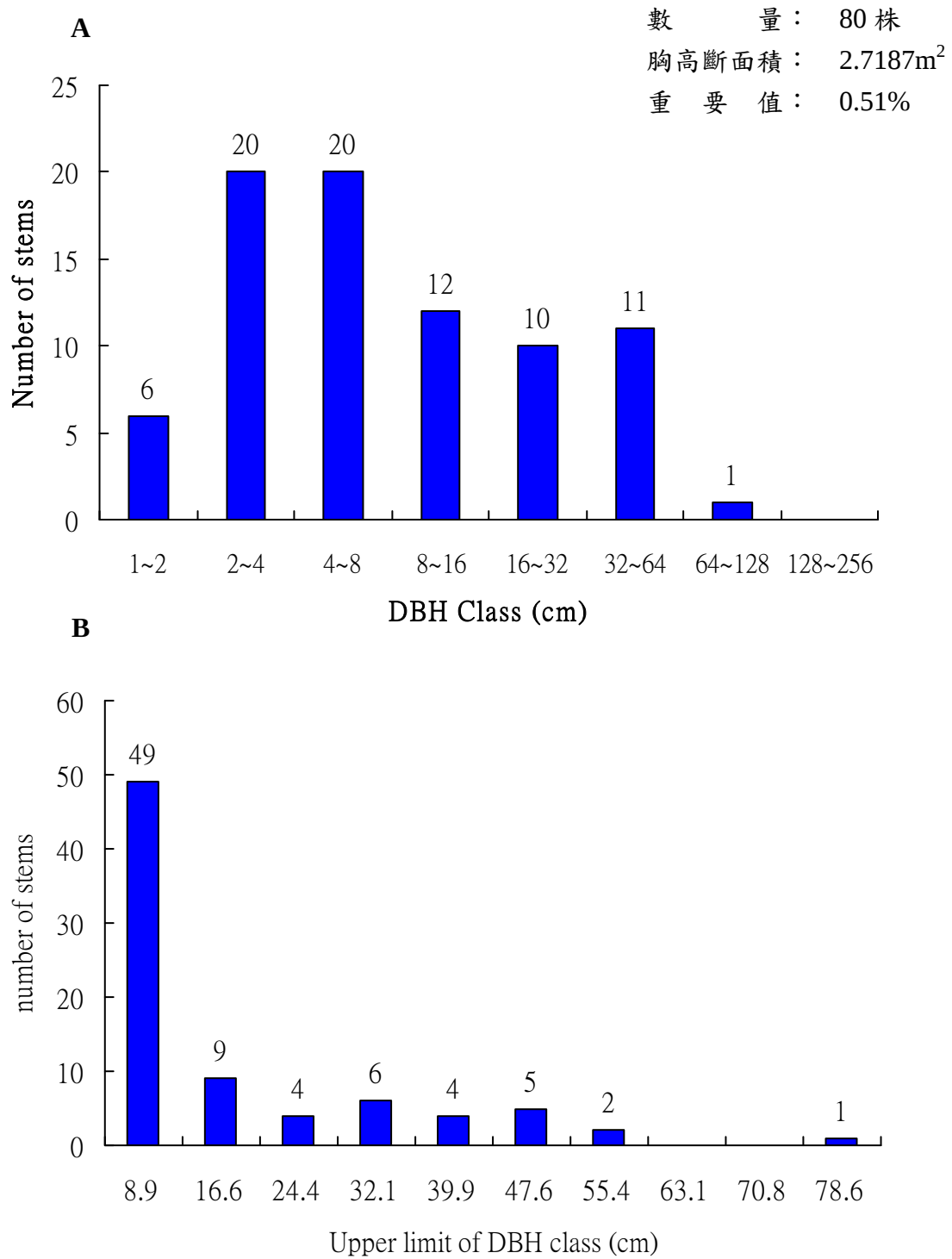


圖 68、臺灣蘋果徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

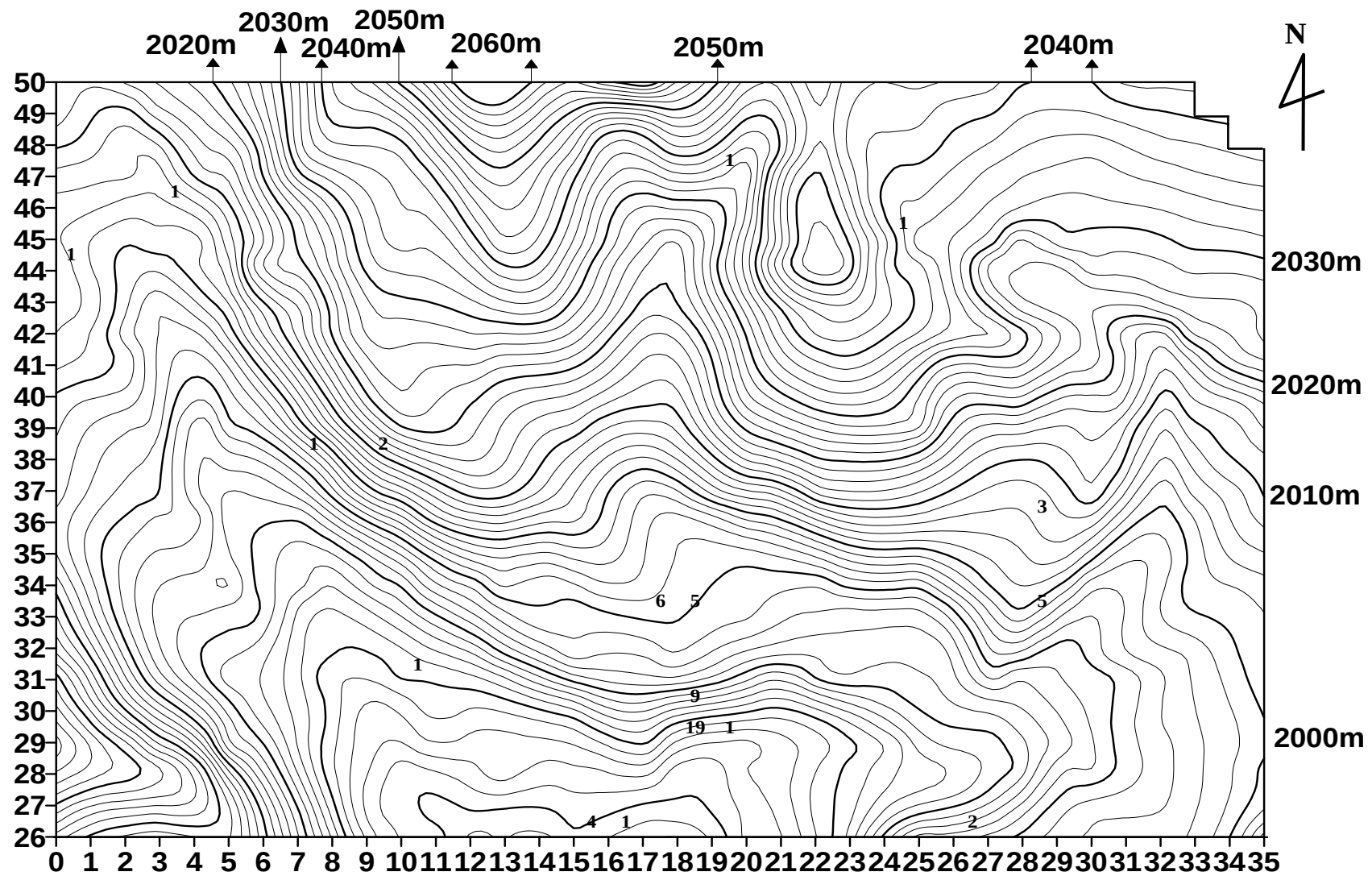


圖 69、玉山紫金牛植株分佈圖。 水平距離(單位10m)

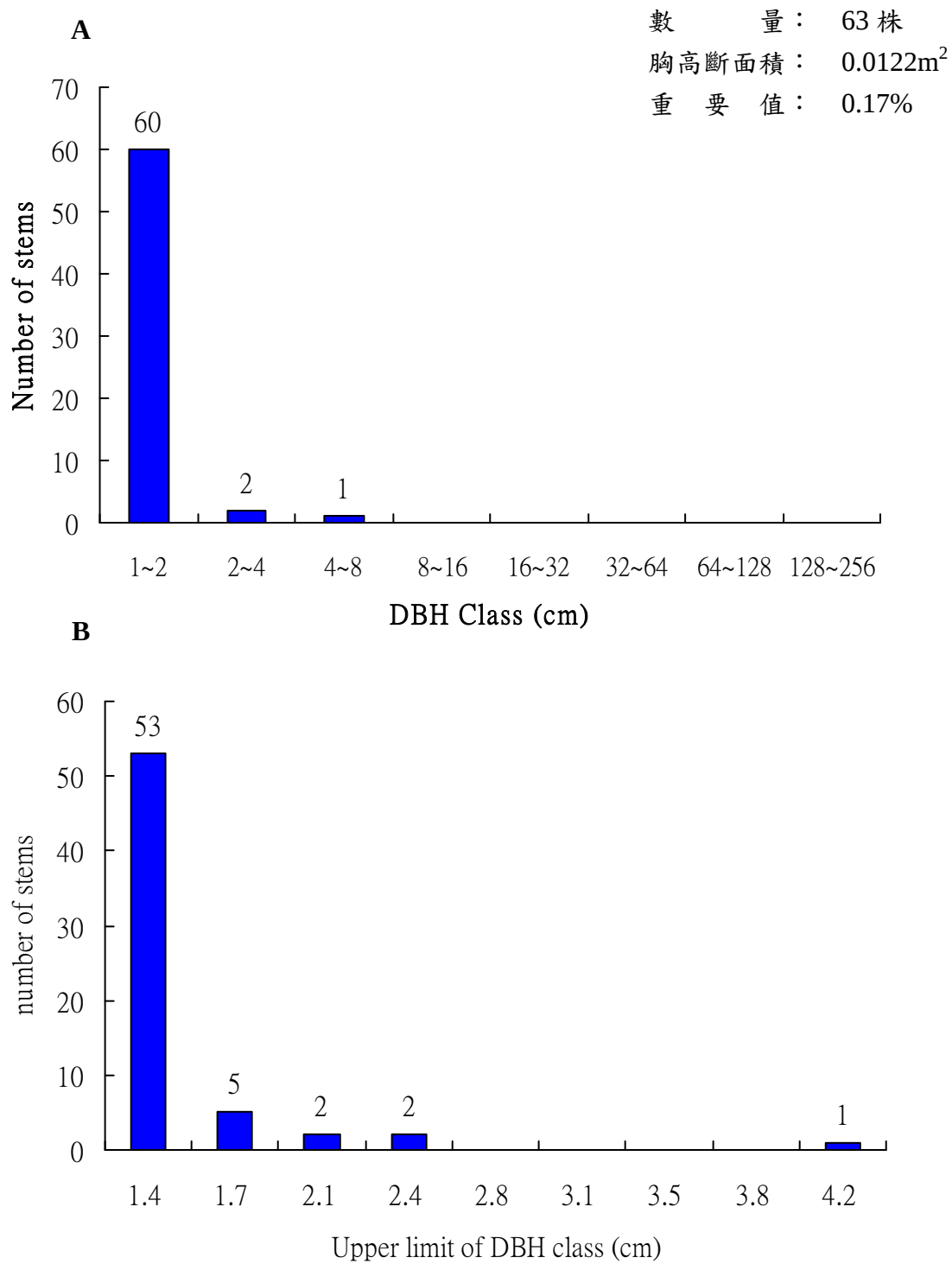


圖 70、玉山紫金牛徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

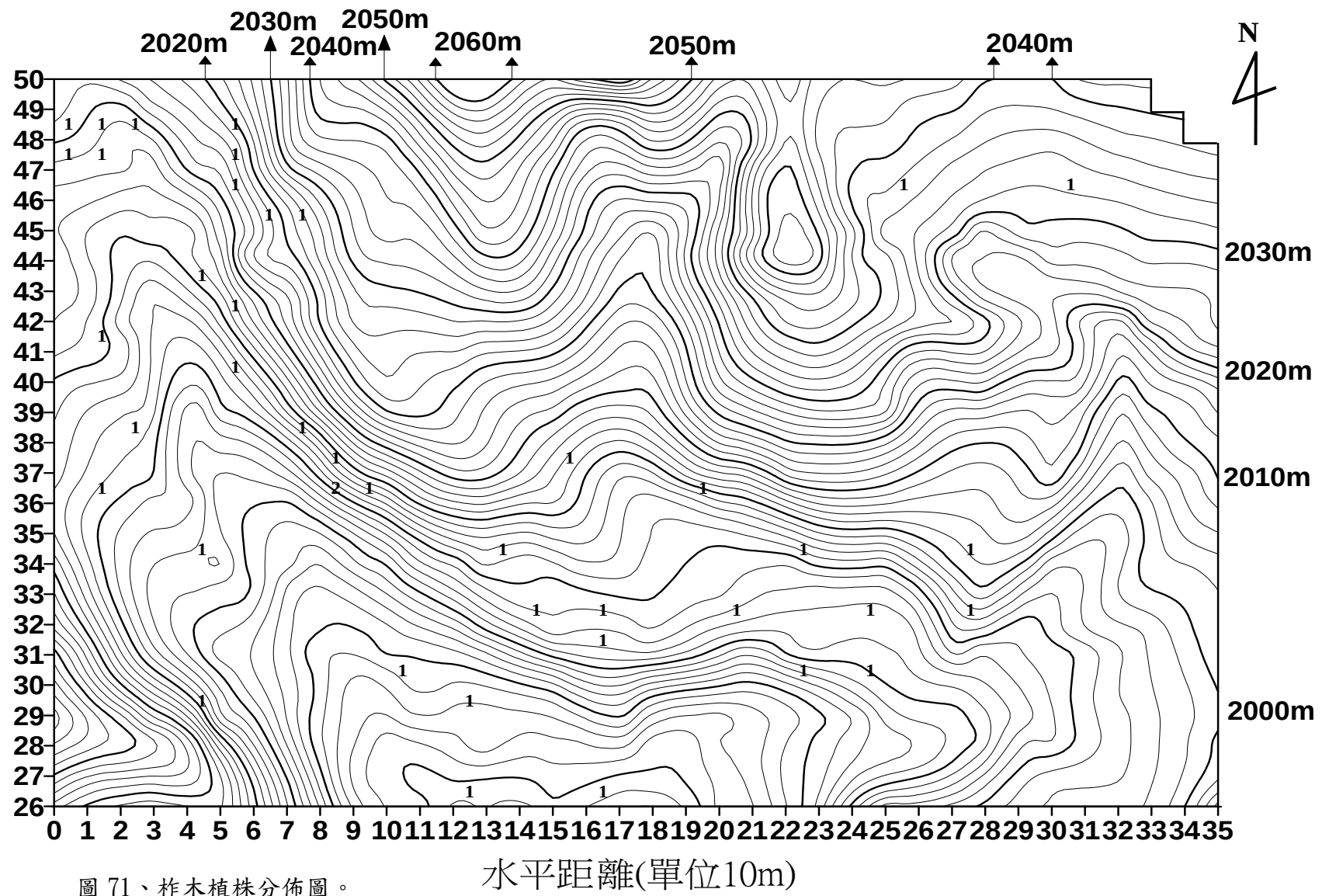


圖 71、柞木植株分佈圖。

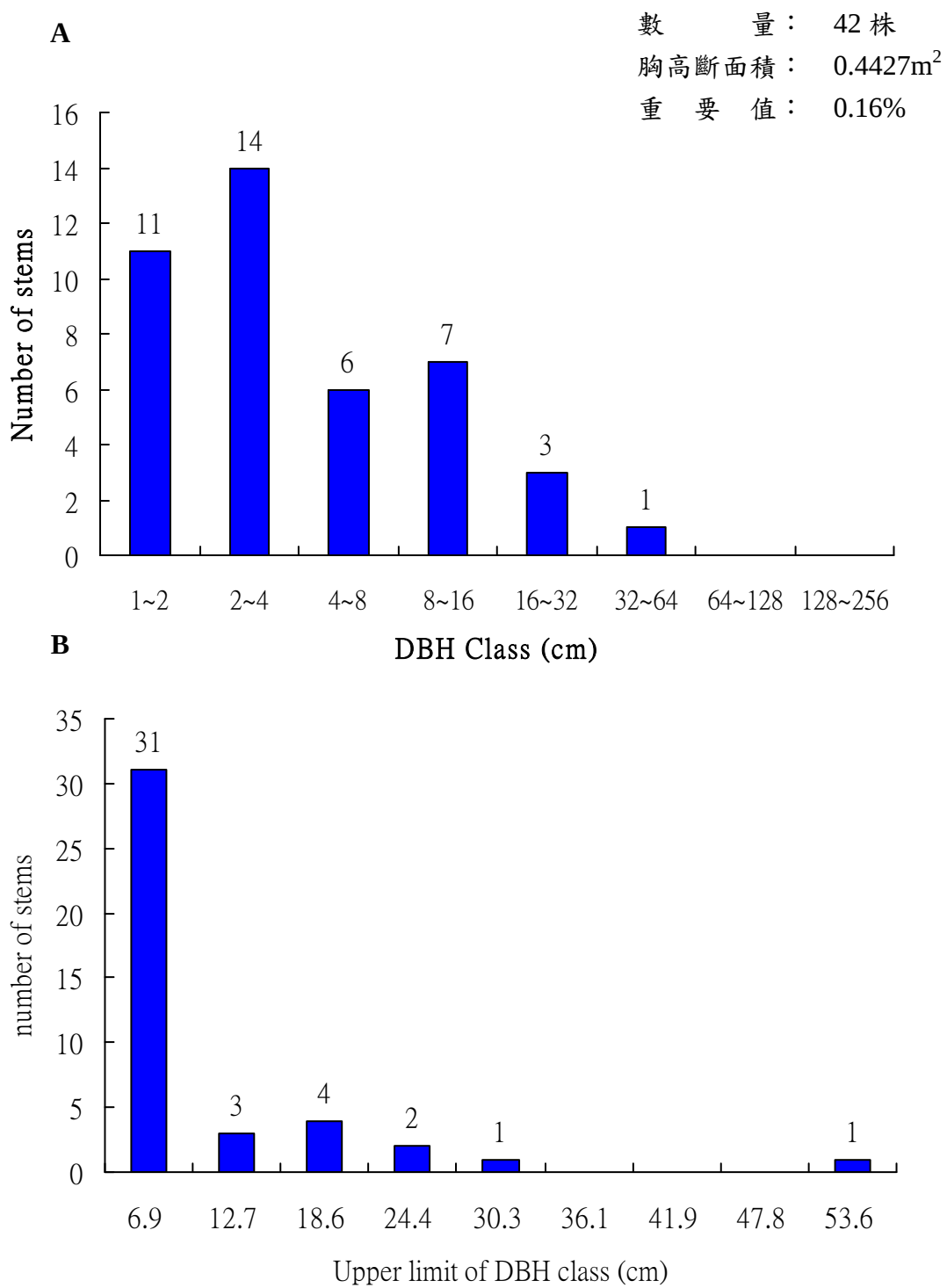


圖 72、柞木徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

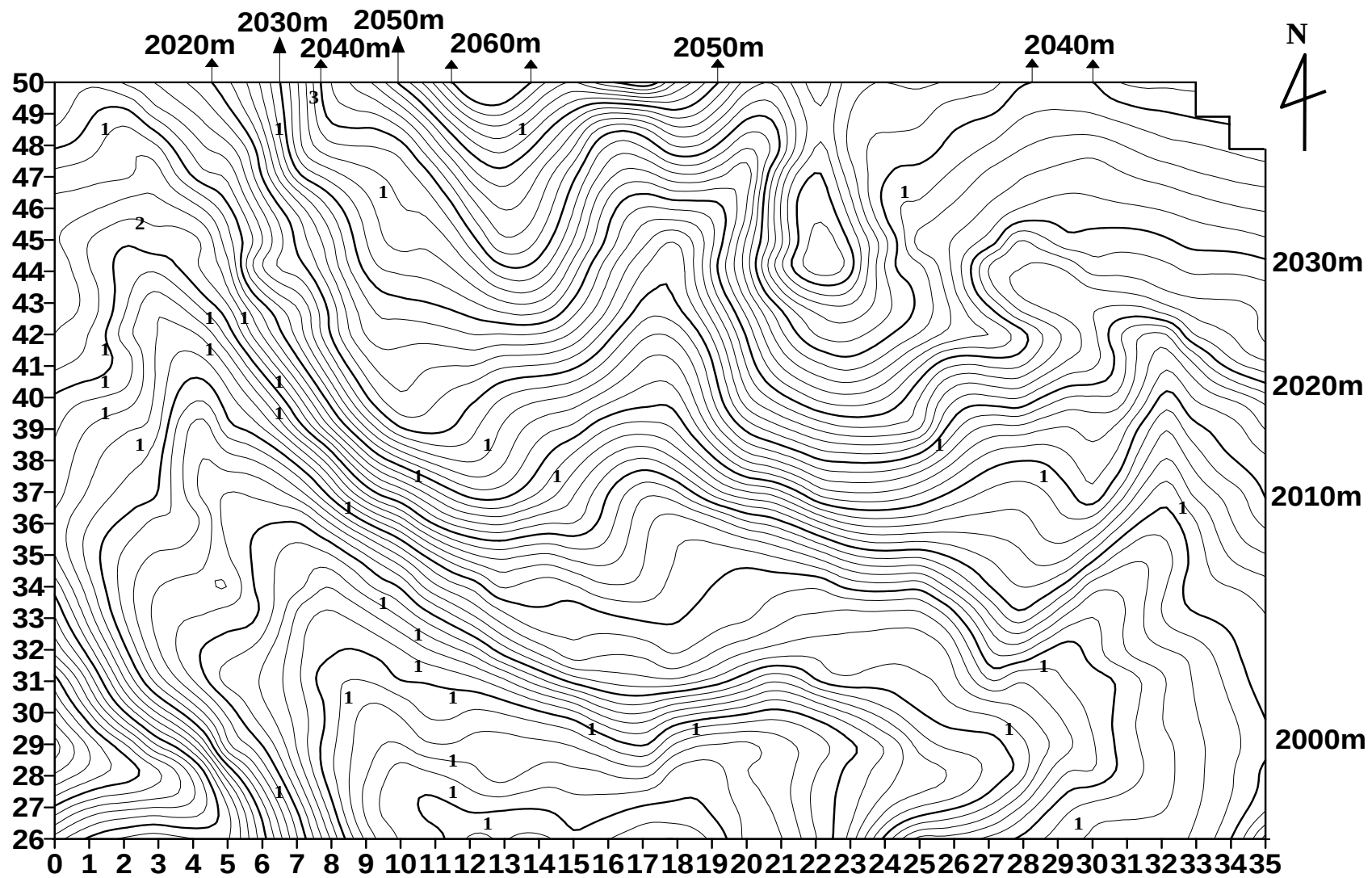


圖 73、阿里山十大功勞植株分佈圖。水平距離(單位10m)

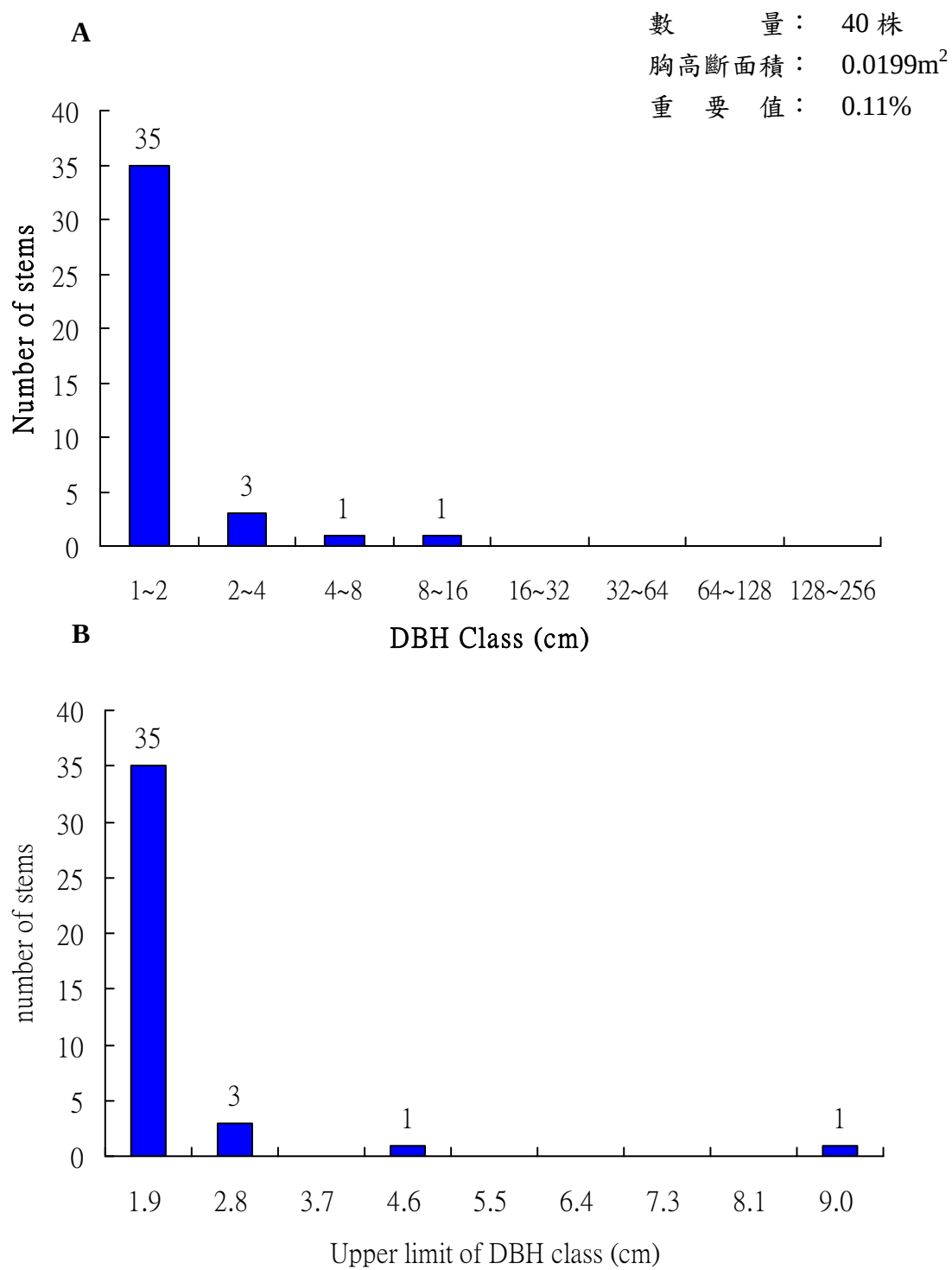


圖 74、阿里山十大功勞徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

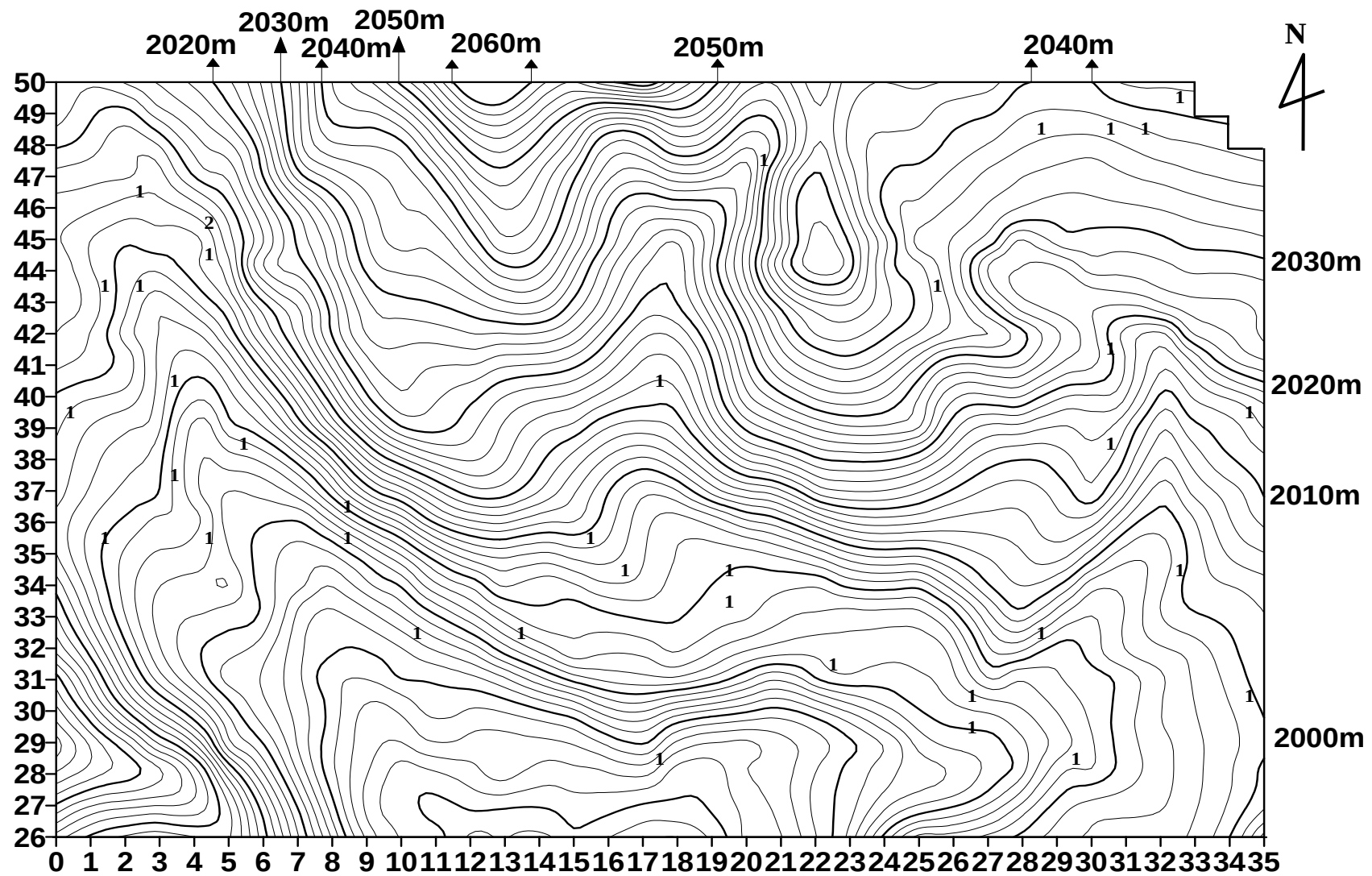


圖 75、臺灣粗榧植株分佈圖。

水平距離(單位10m)

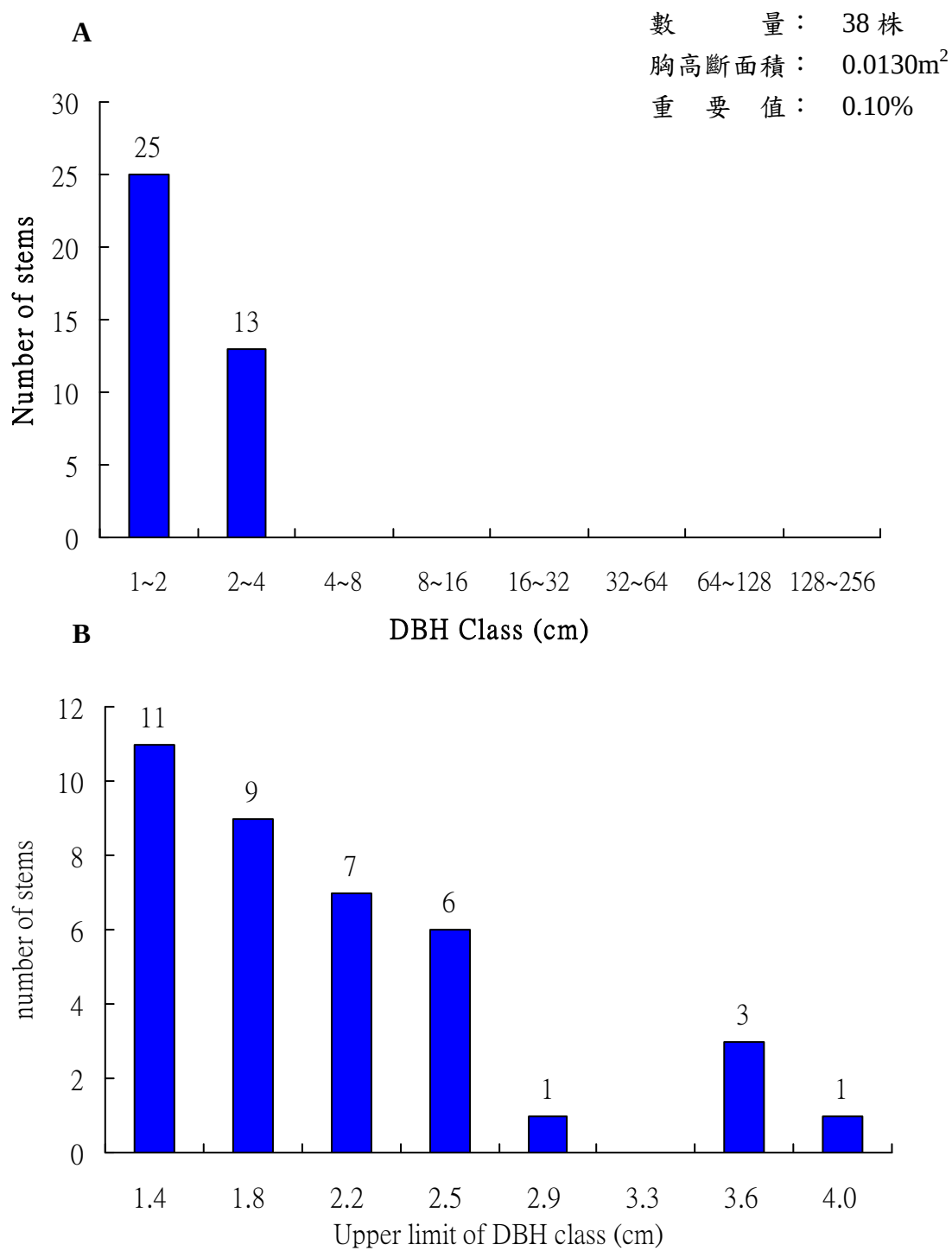


圖 76、臺灣粗榧徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

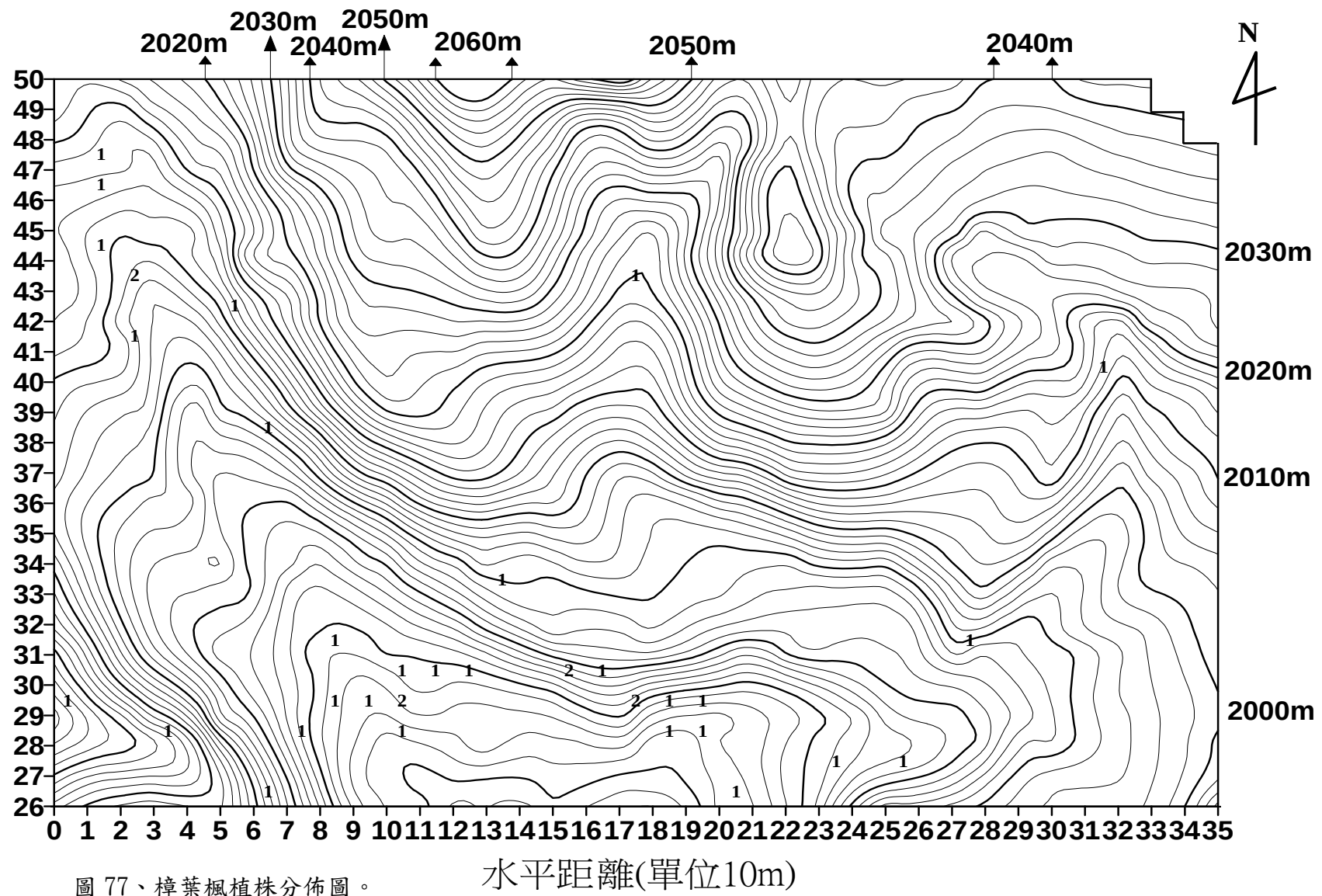


圖 77、樟葉楓植株分佈圖。

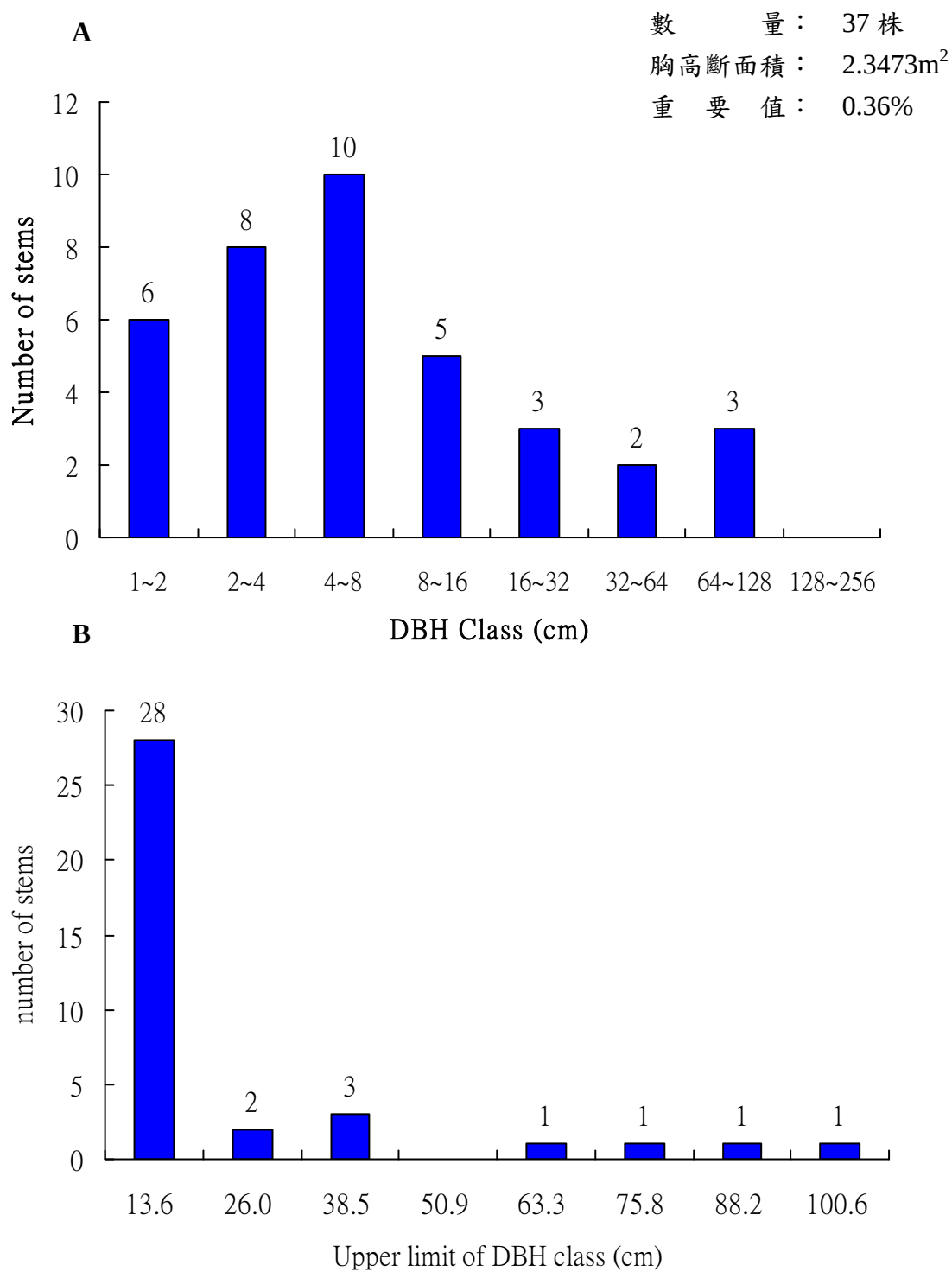


圖 78、樟葉楓徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

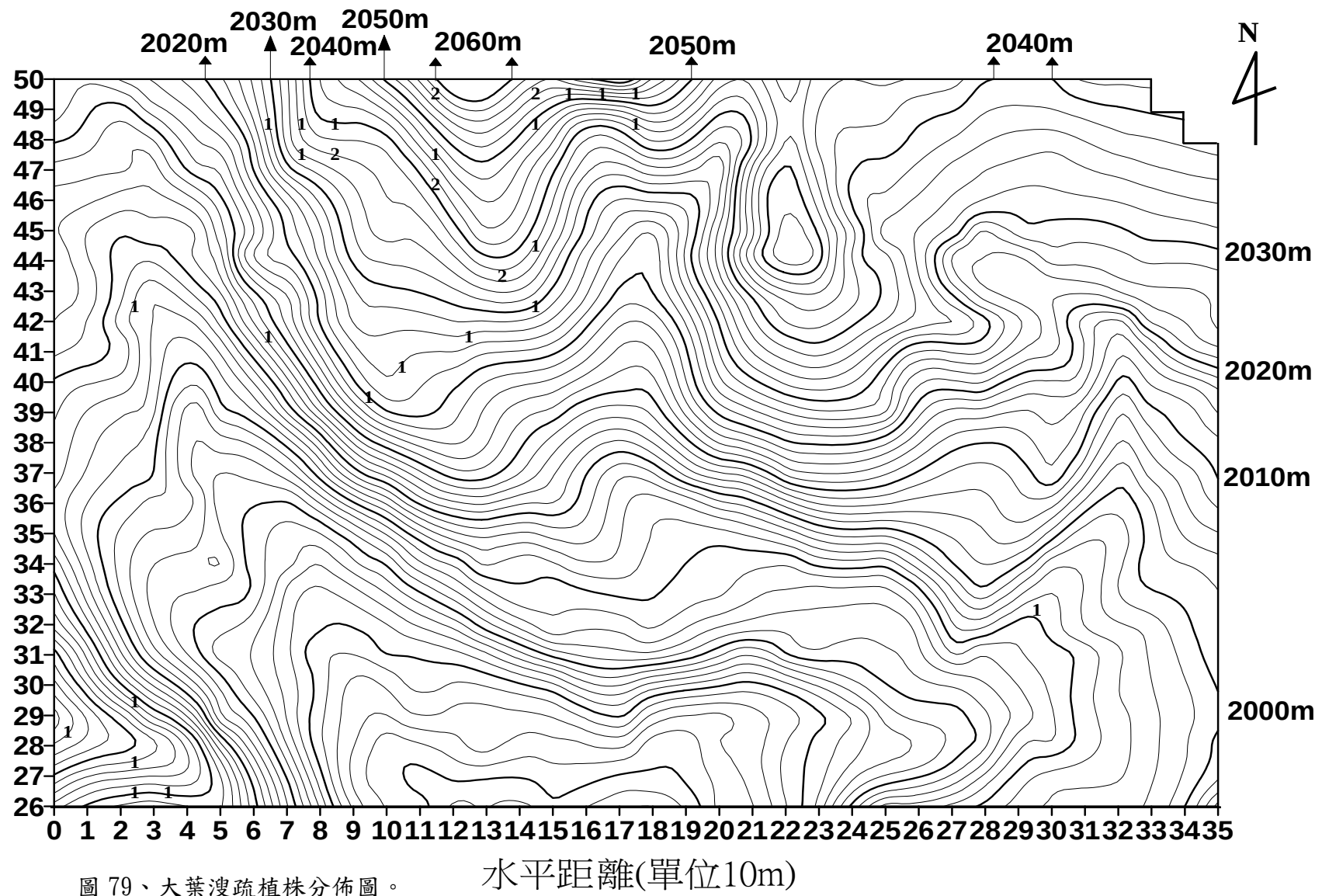


圖 79、大葉洩疏植株分佈圖。

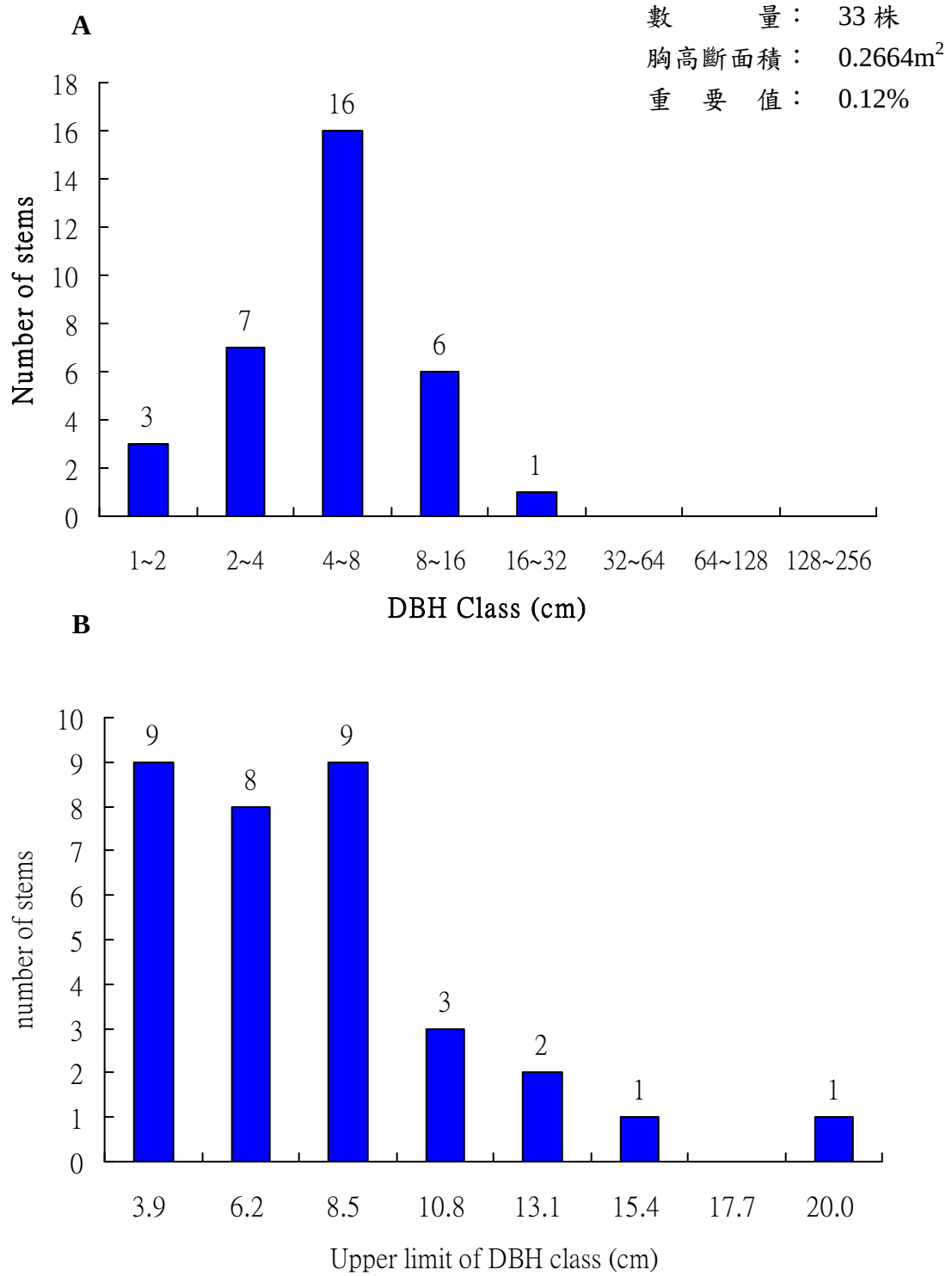


圖 80、大葉洩疏徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

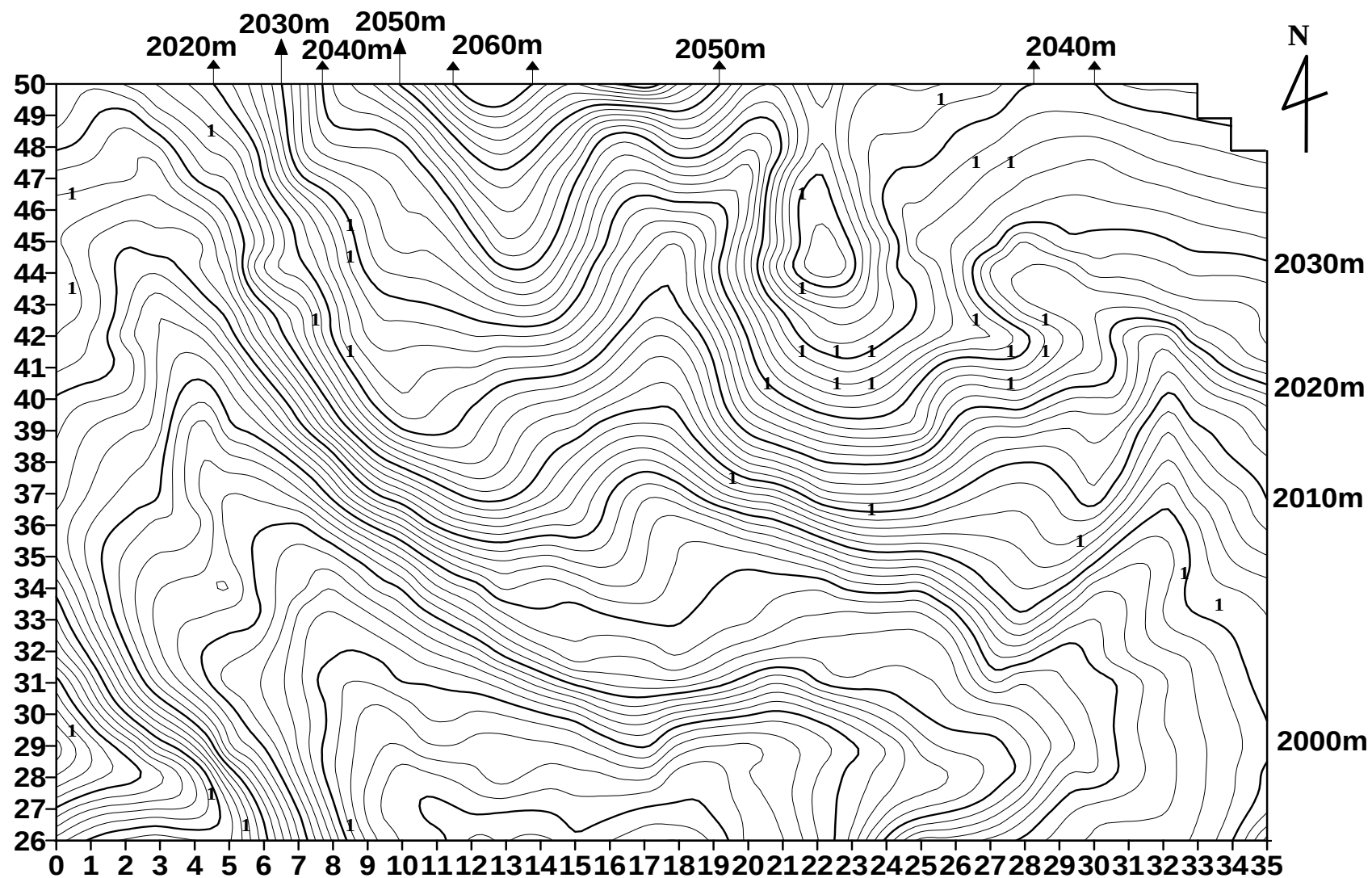


圖 81、銳葉高山櫟植株分佈圖。 水平距離(單位10m)

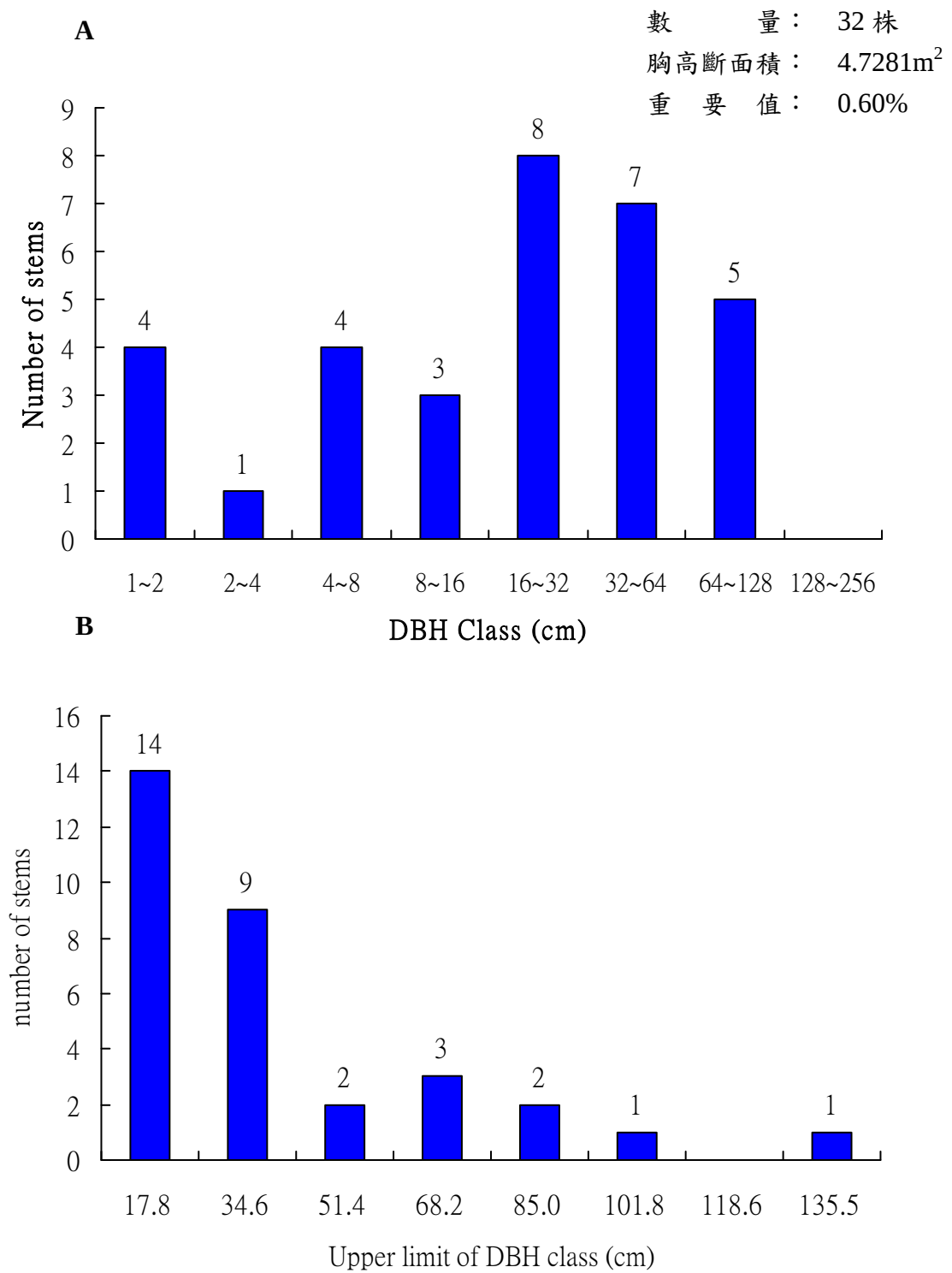


圖 82、銳葉高山櫟徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

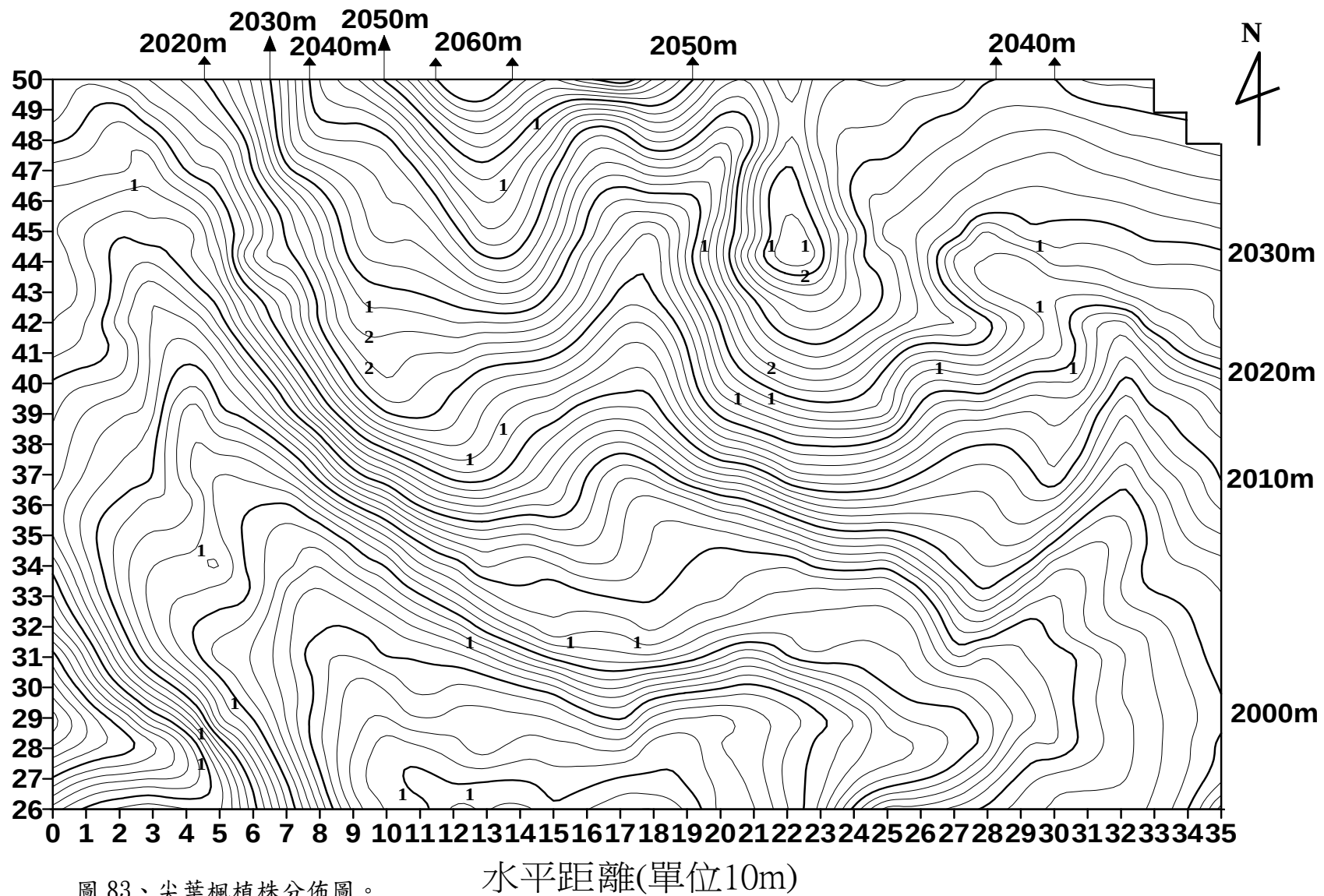


圖 83、尖葉楓植株分佈圖。

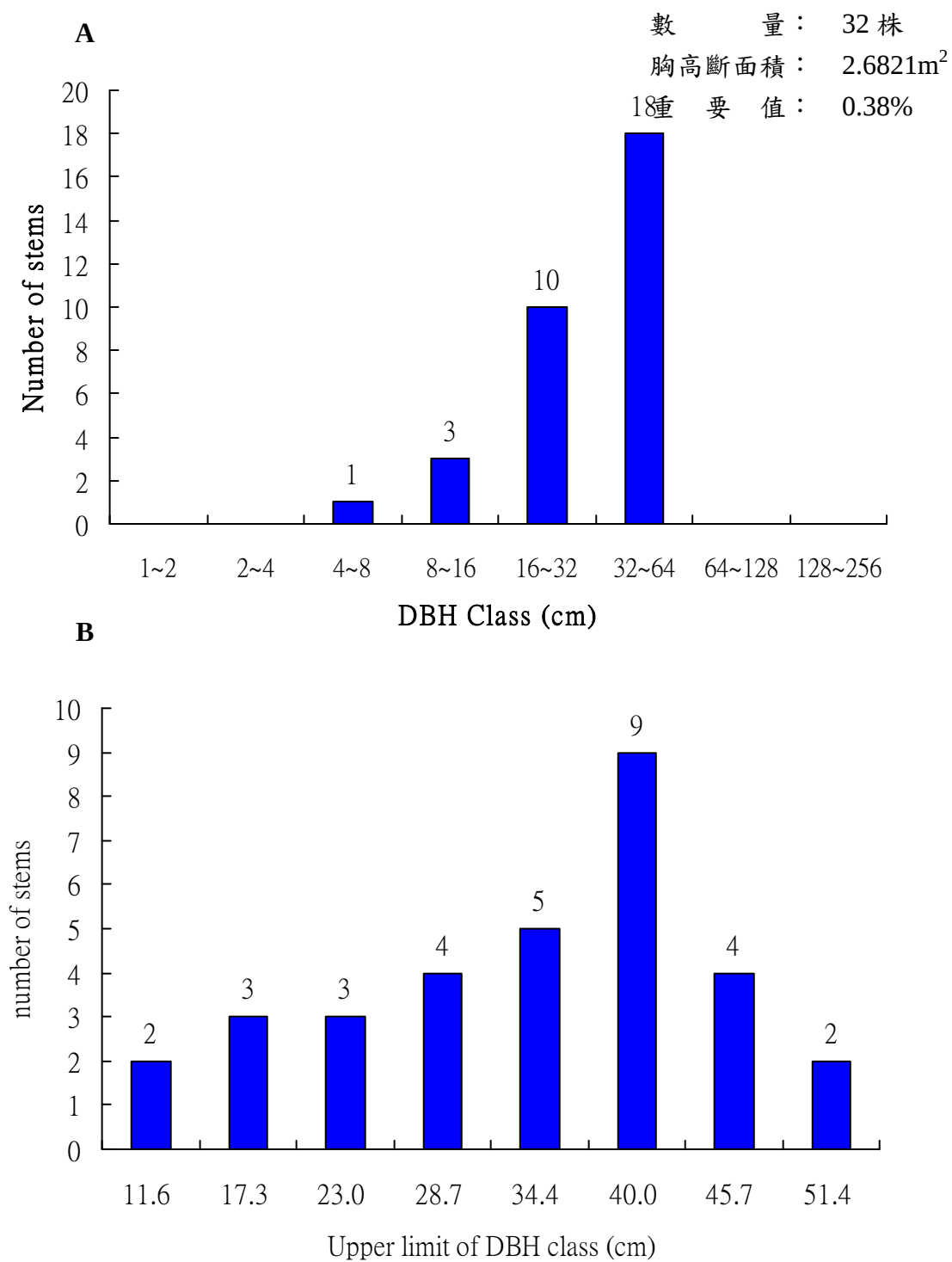
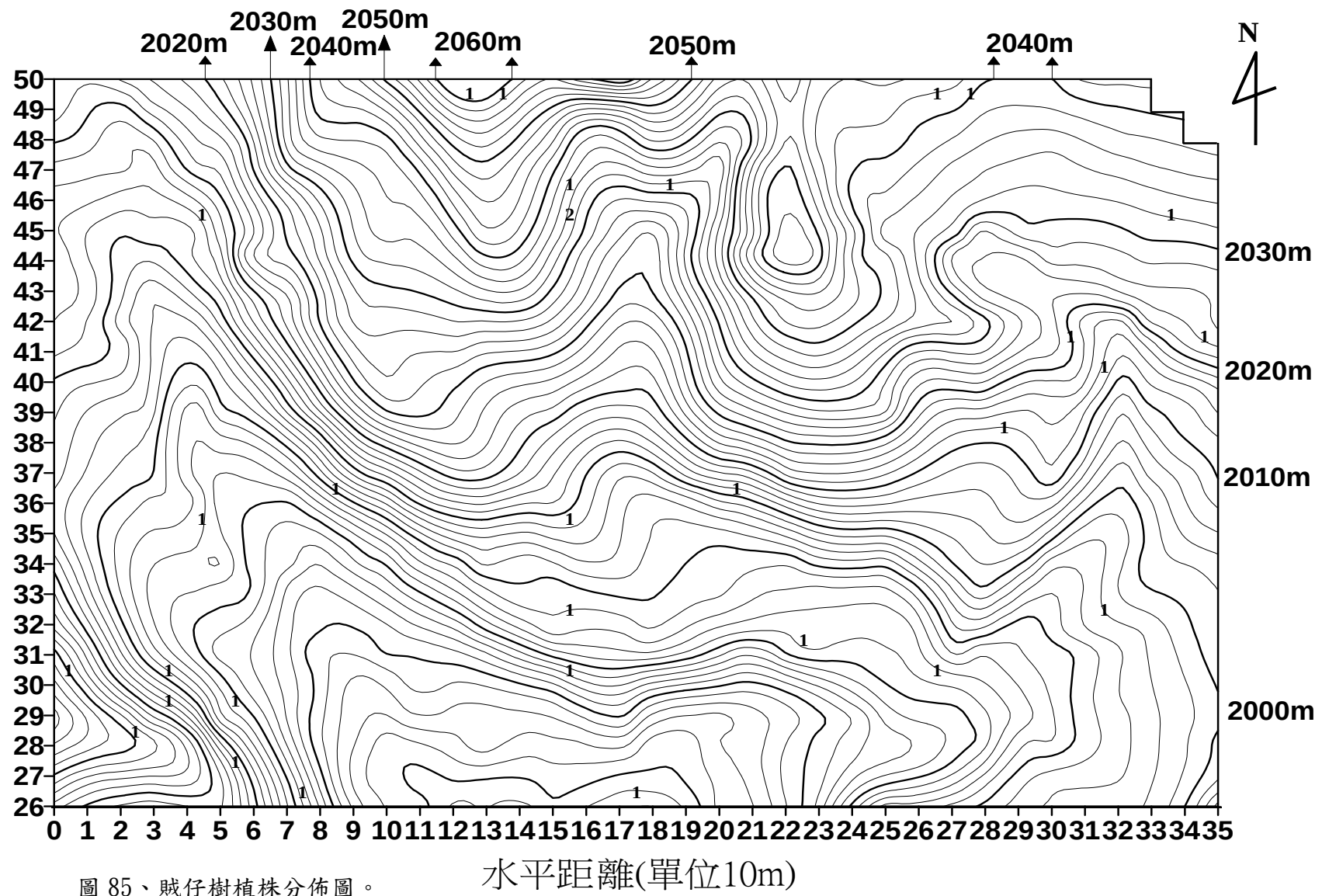


圖 84、尖葉楓徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。



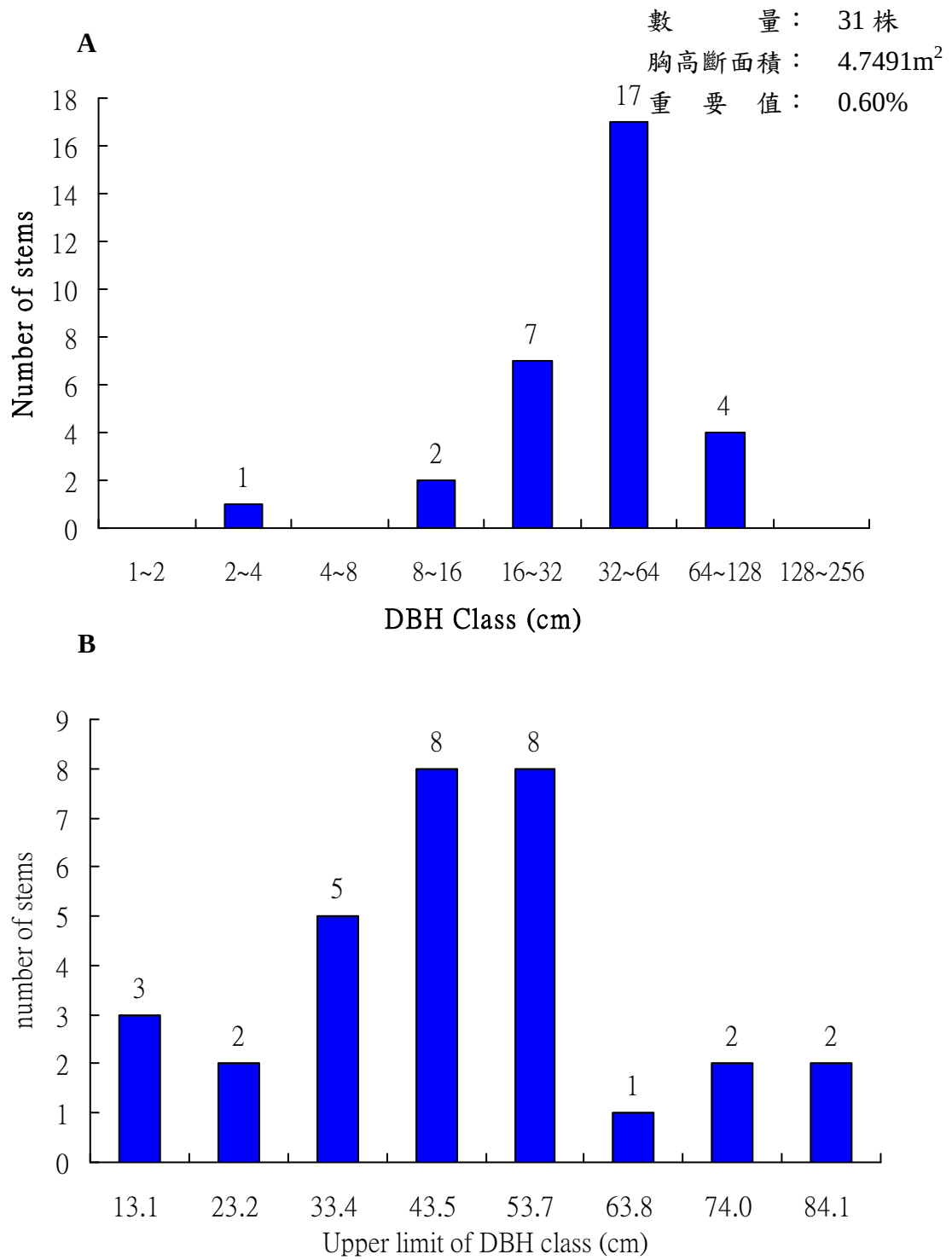
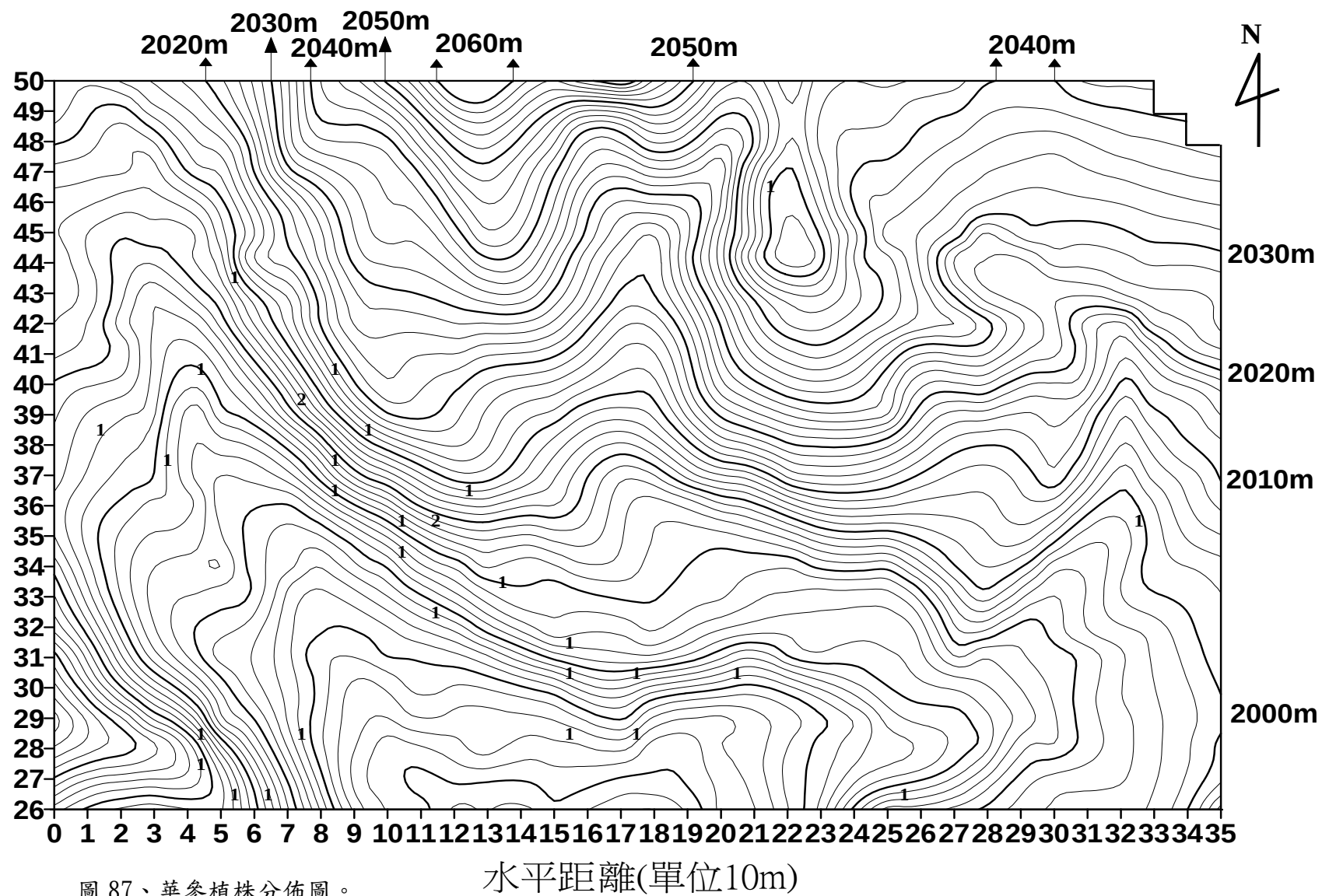


圖 86、賊仔樹徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。



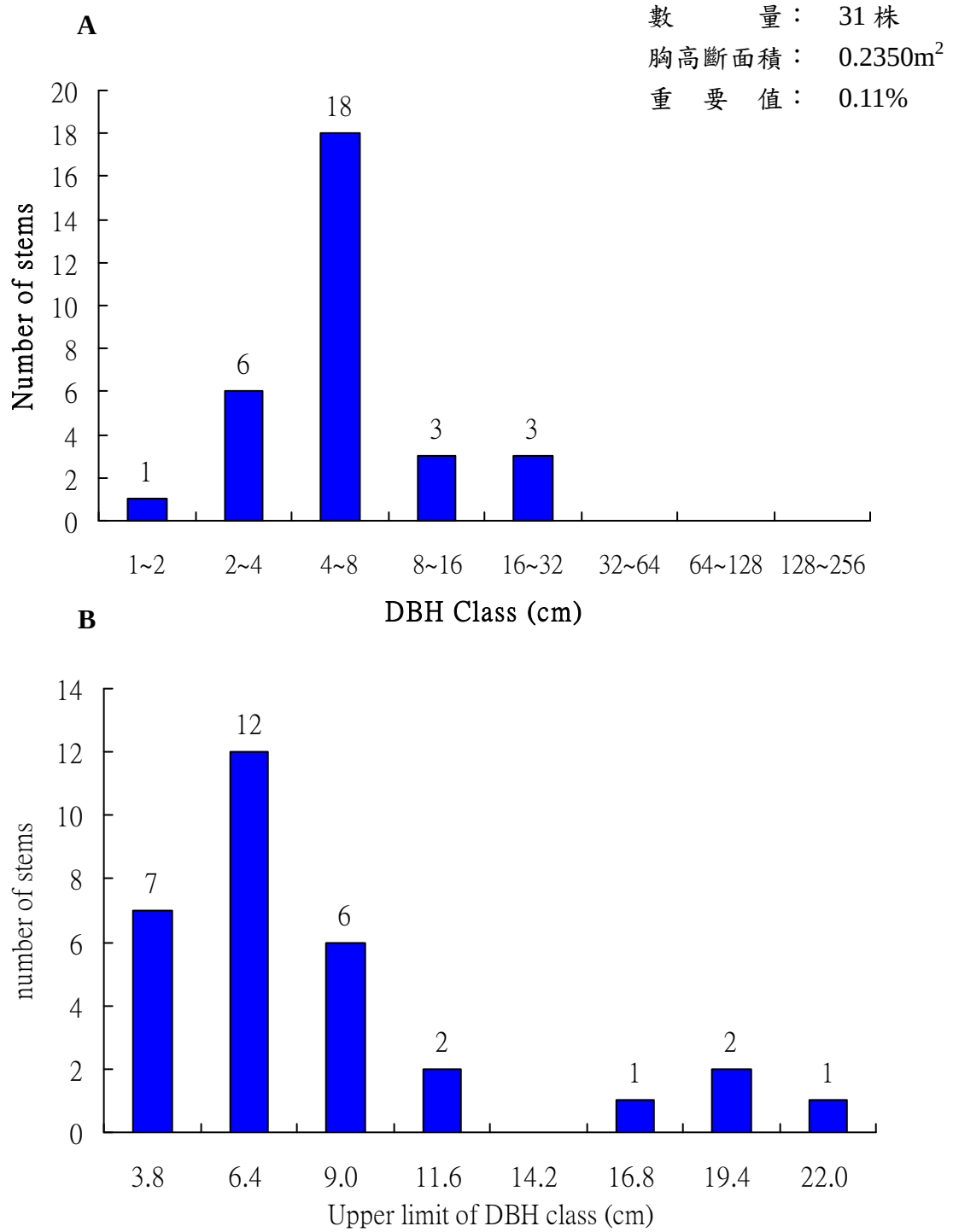


圖 88、華參徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

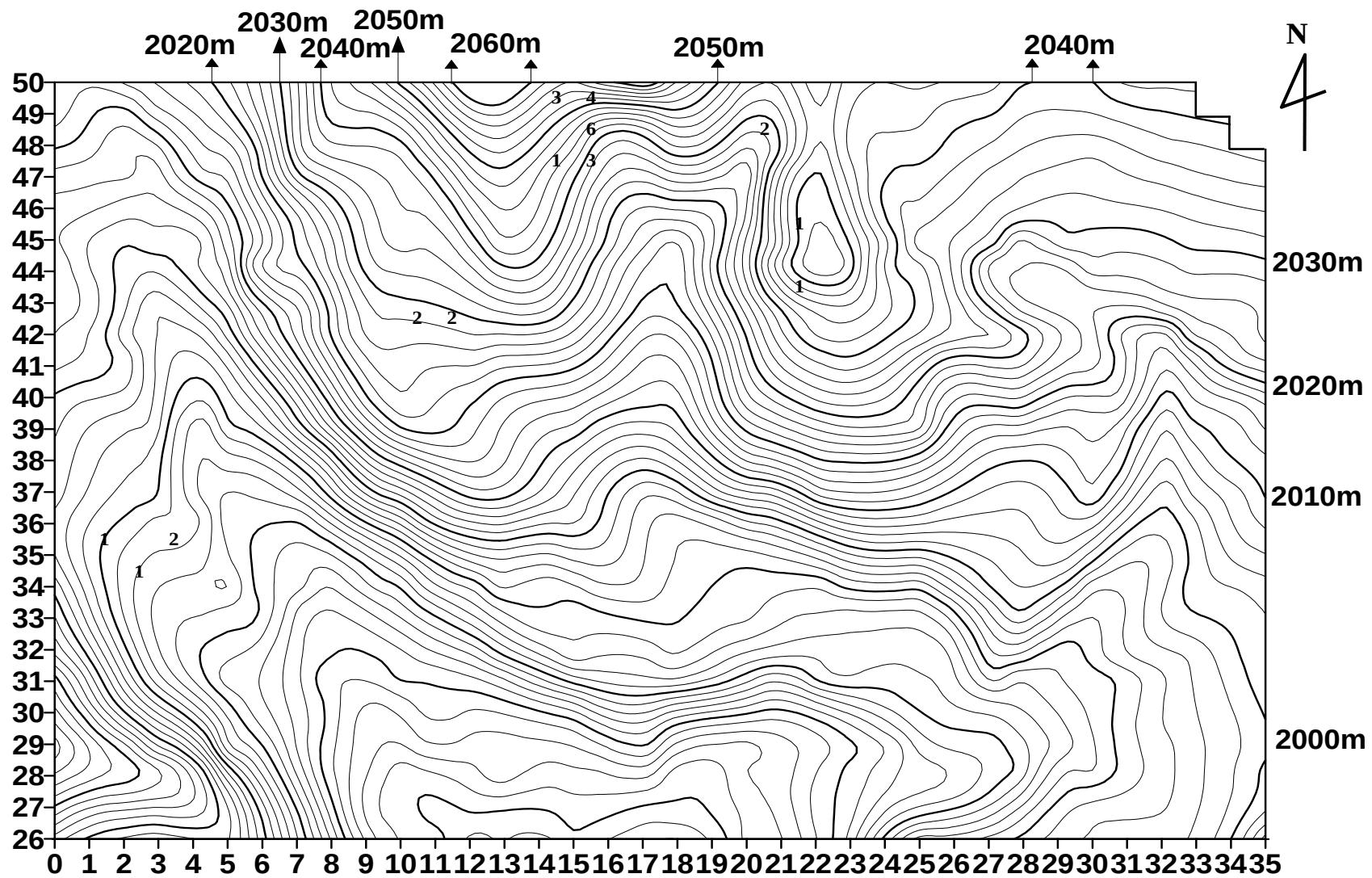


圖 89、海州常山植株分佈圖。

水平距離(單位10m)

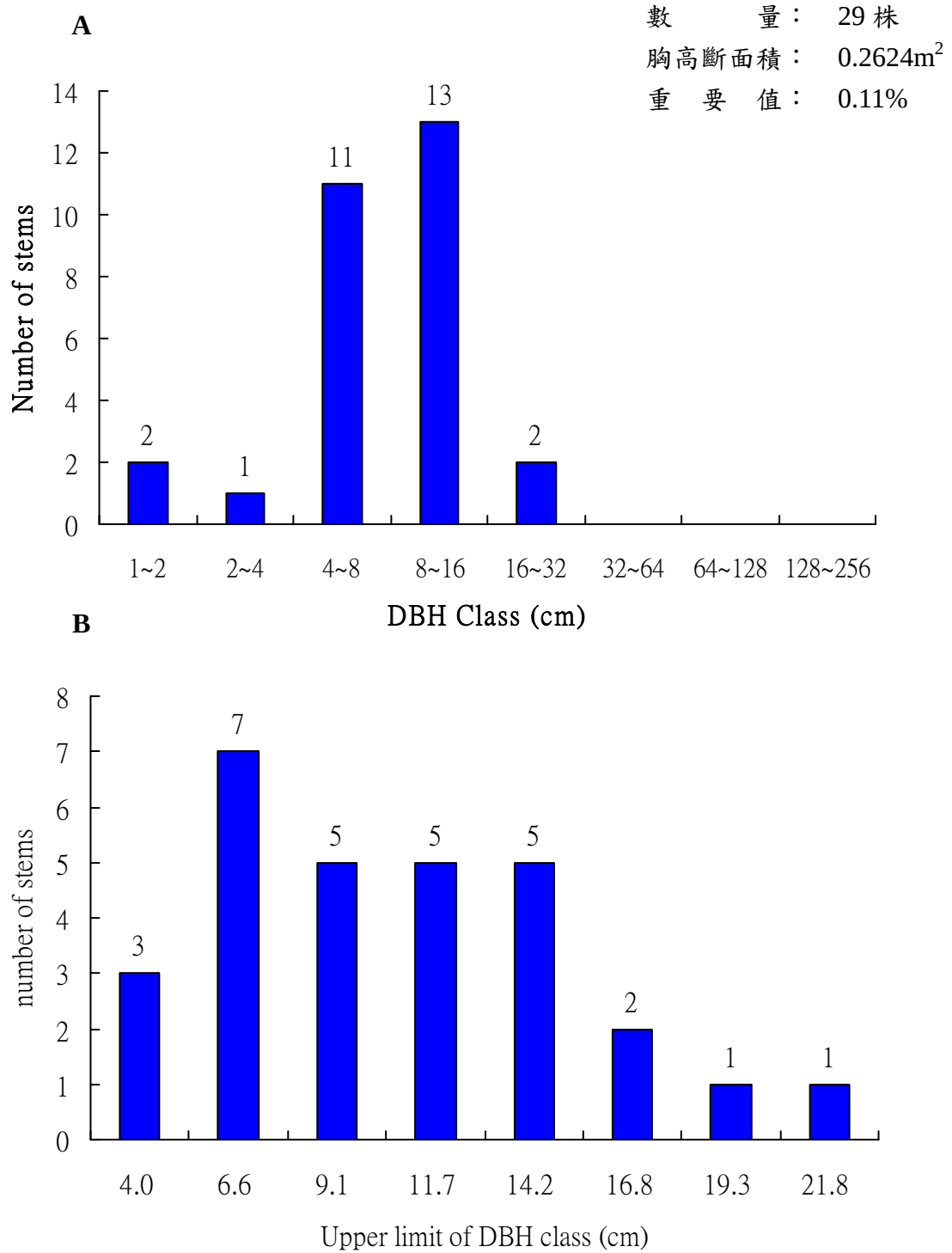
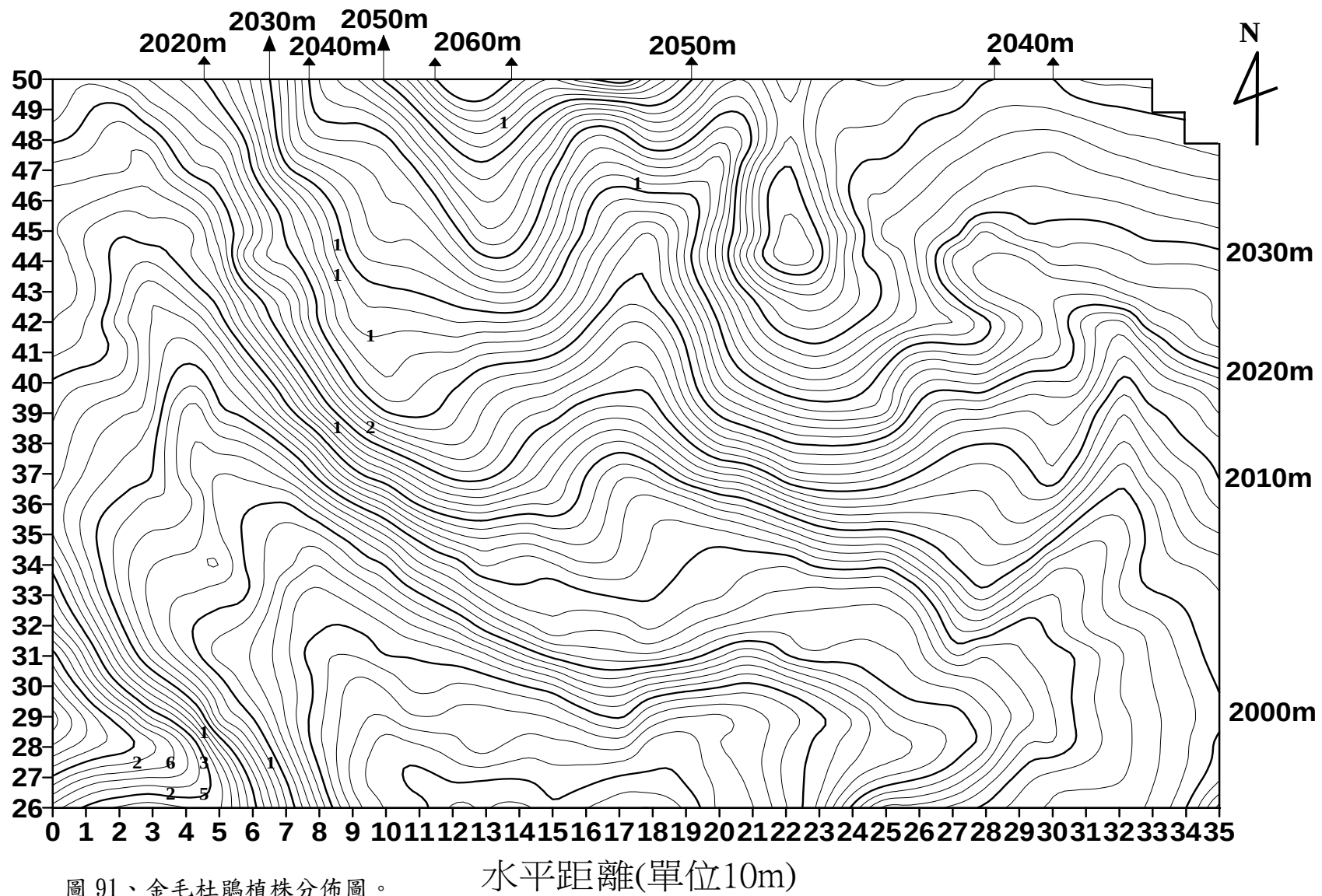


圖 90、海州常山徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。



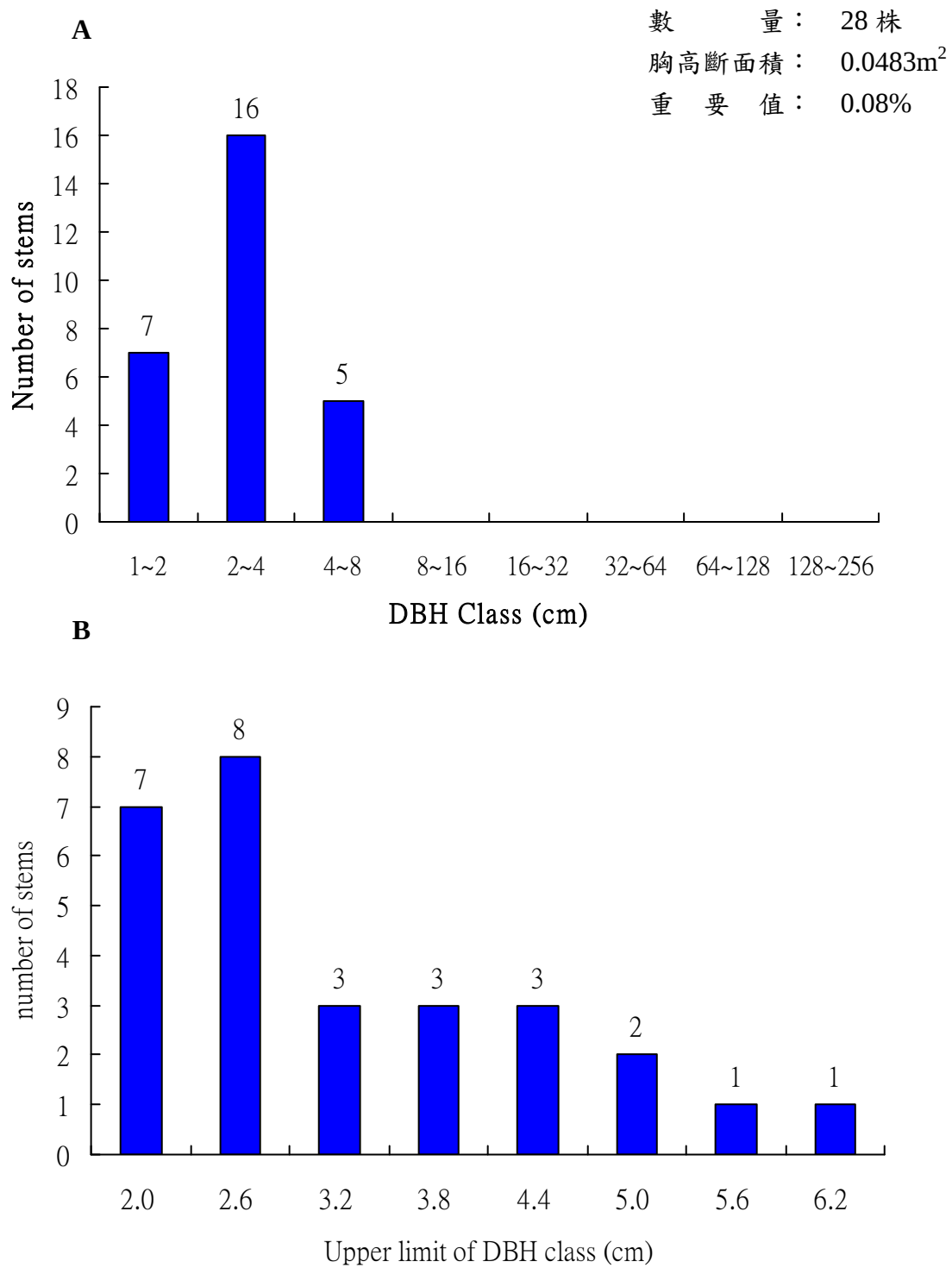
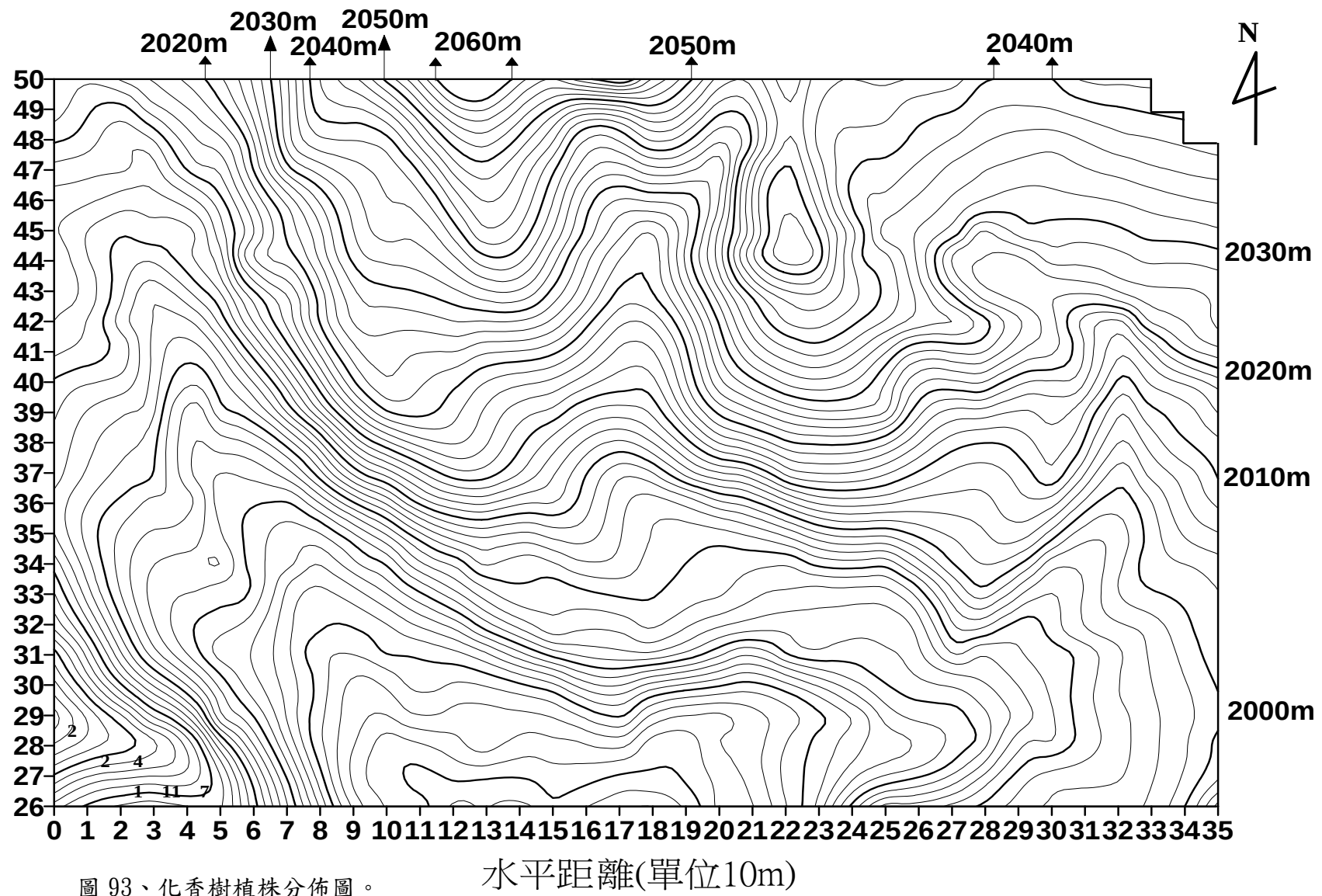


圖 92、金毛杜鵑徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。



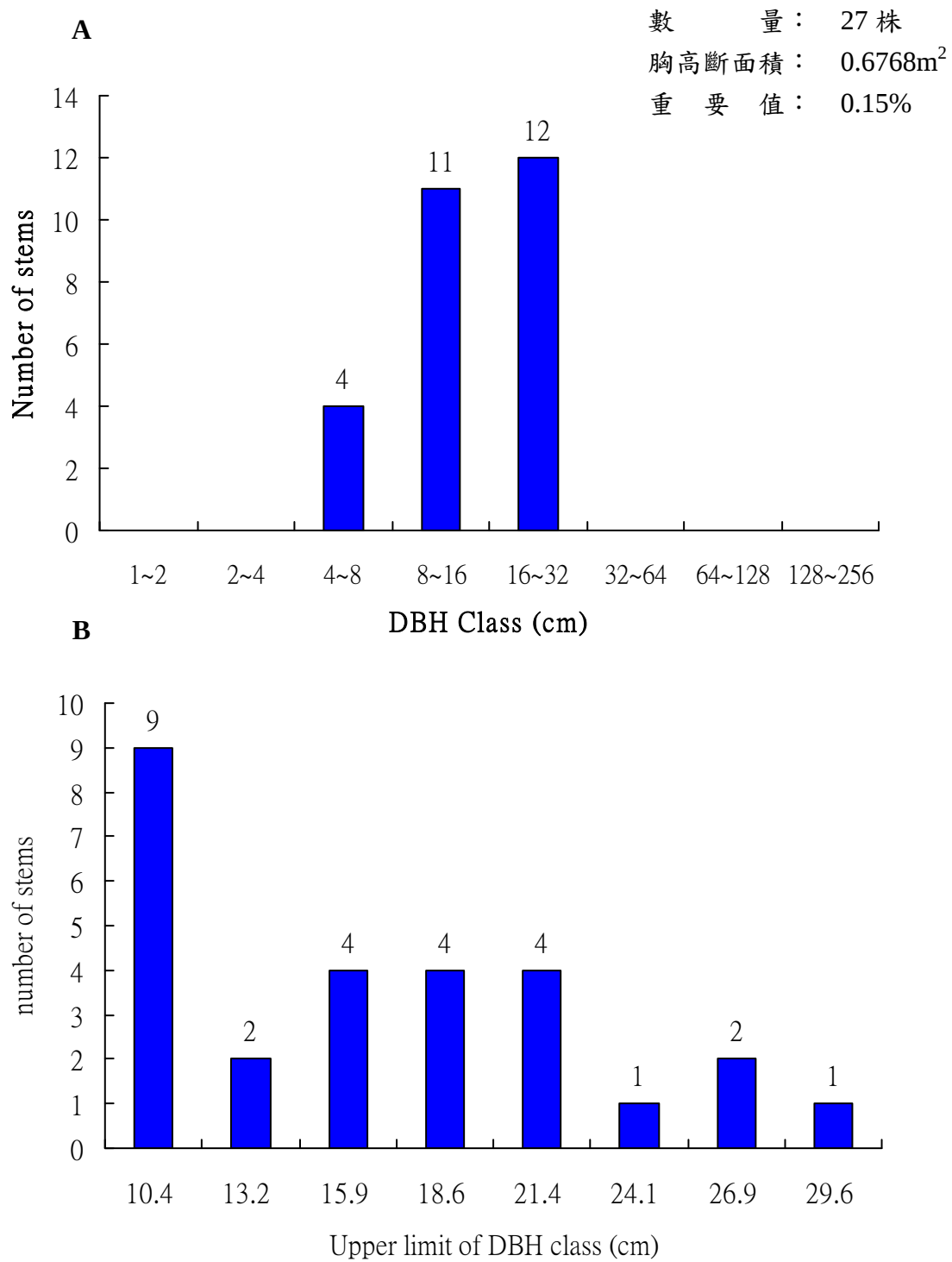
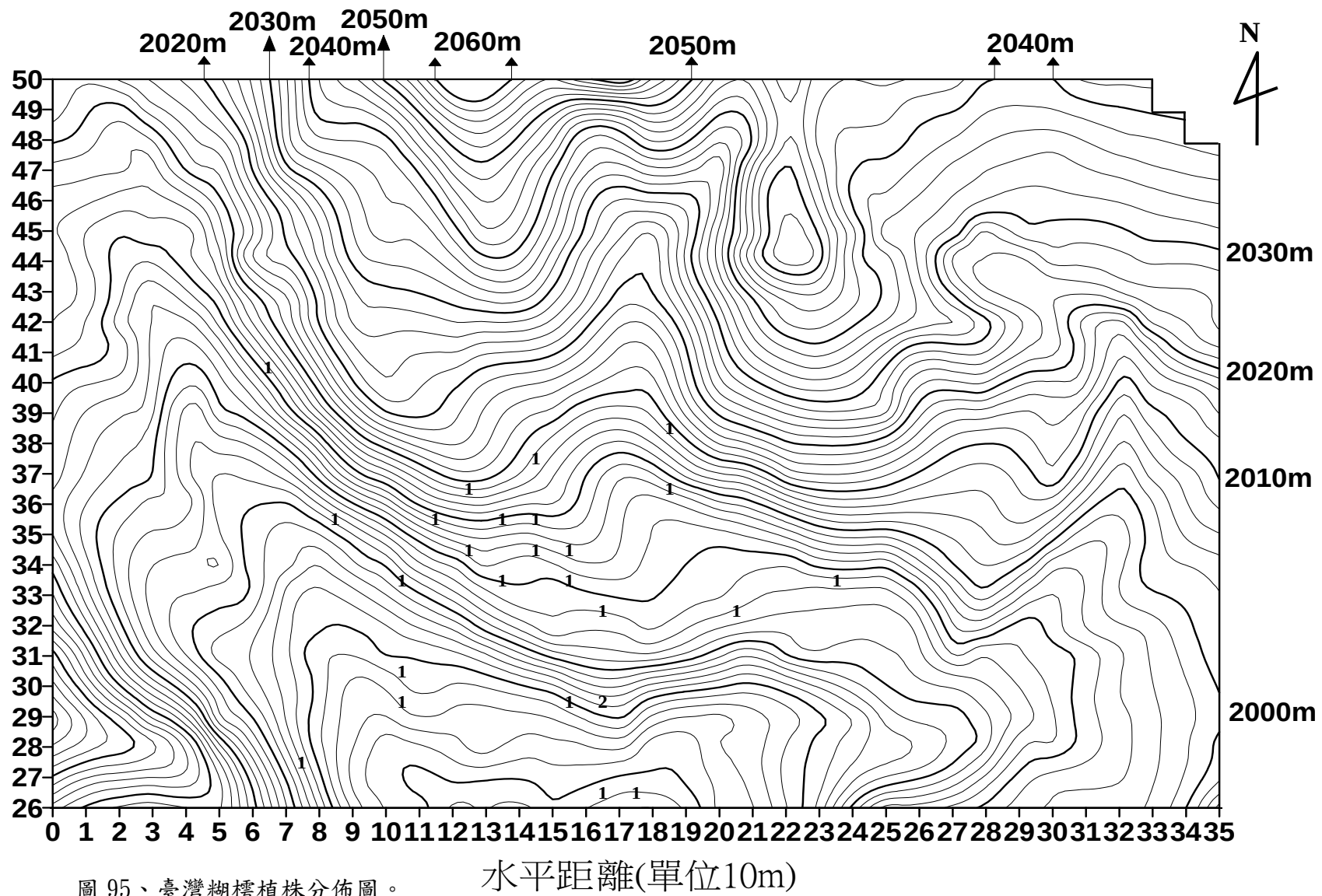


圖 94、化香樹徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。



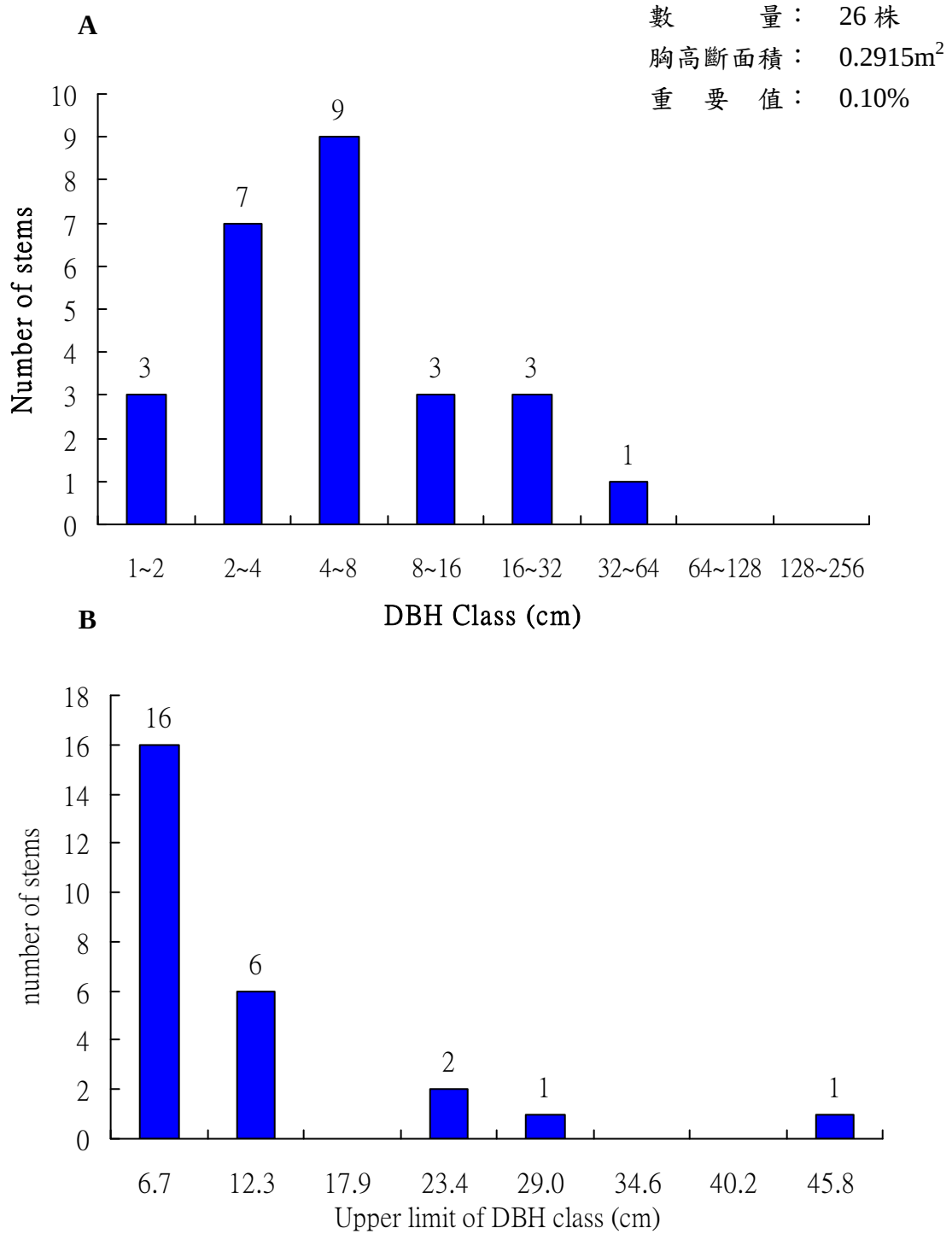


圖 96、臺灣糊櫟徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

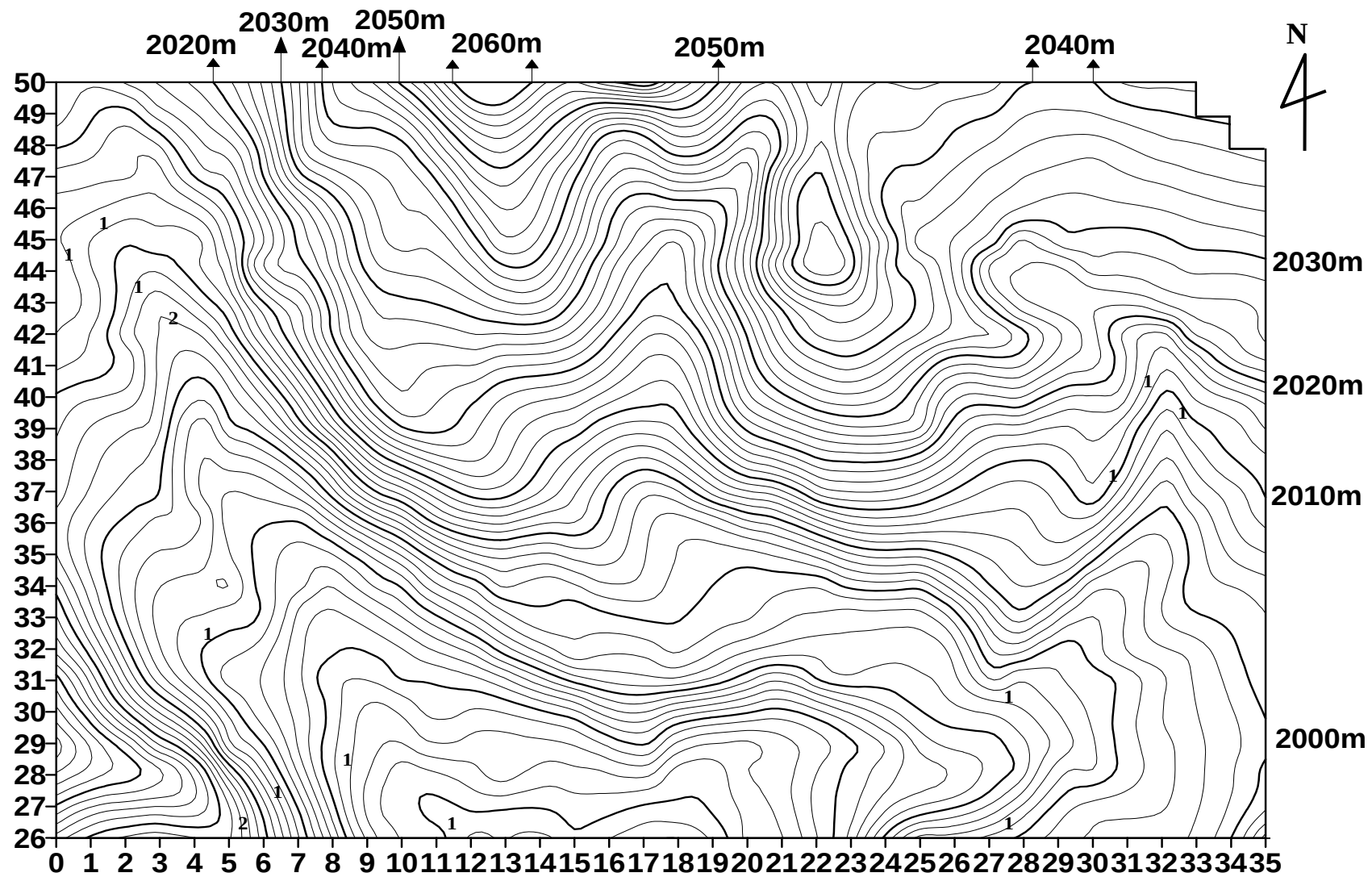


圖 97、阿里山榆植株分佈圖。

水平距離(單位10m)

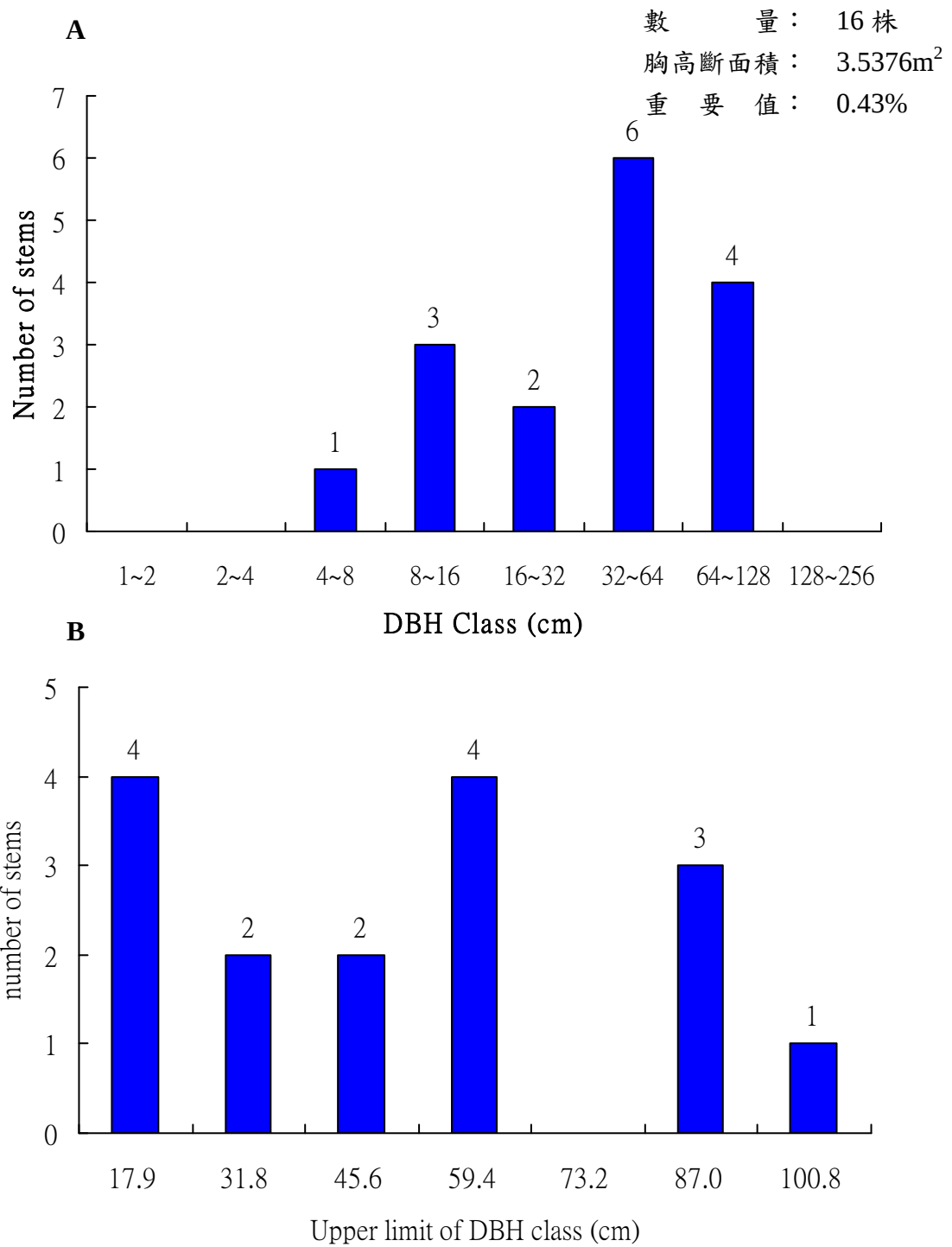


圖 98、阿里山榆徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

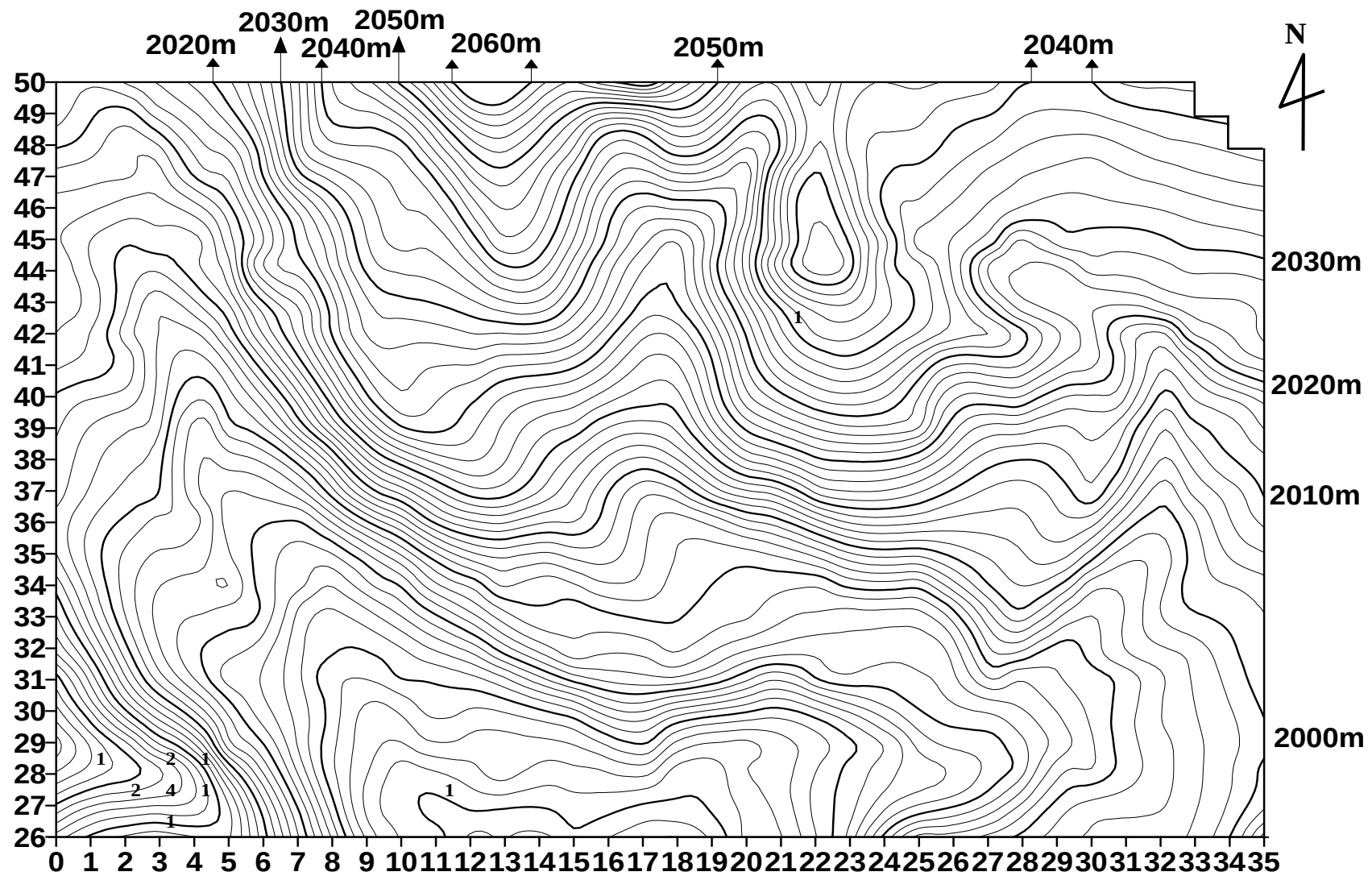


圖 99、阿里山千金榆植株分佈圖。 水平距離(單位10m)

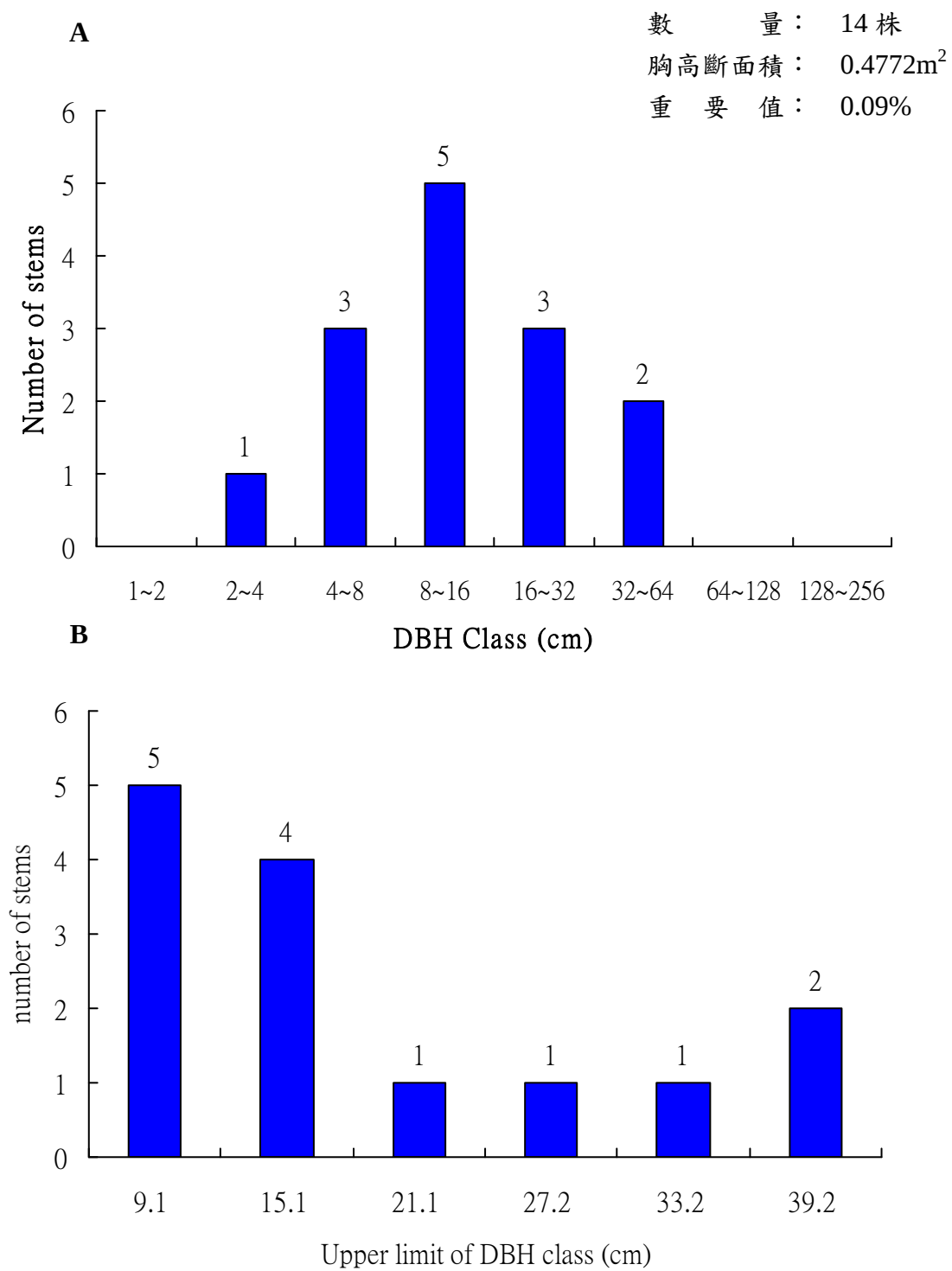


圖 100、阿里山千金榆徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

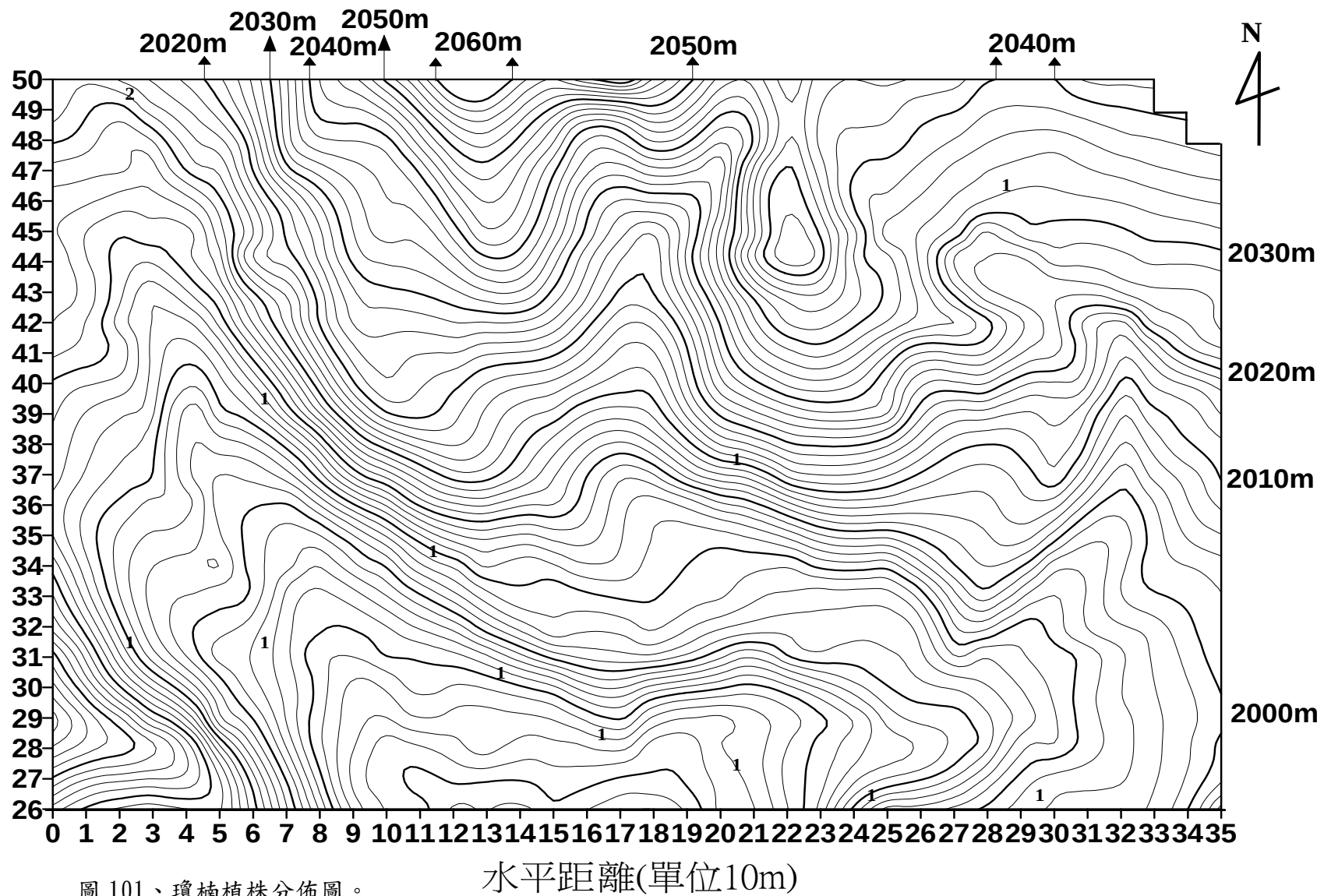


圖 101、瓊楠植株分佈圖。

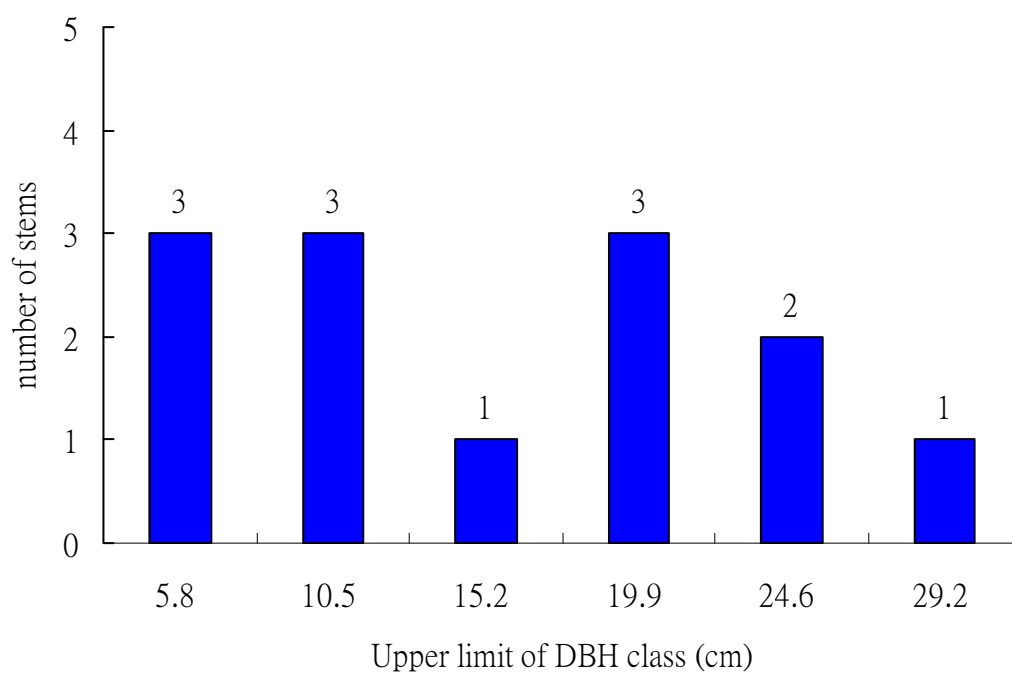
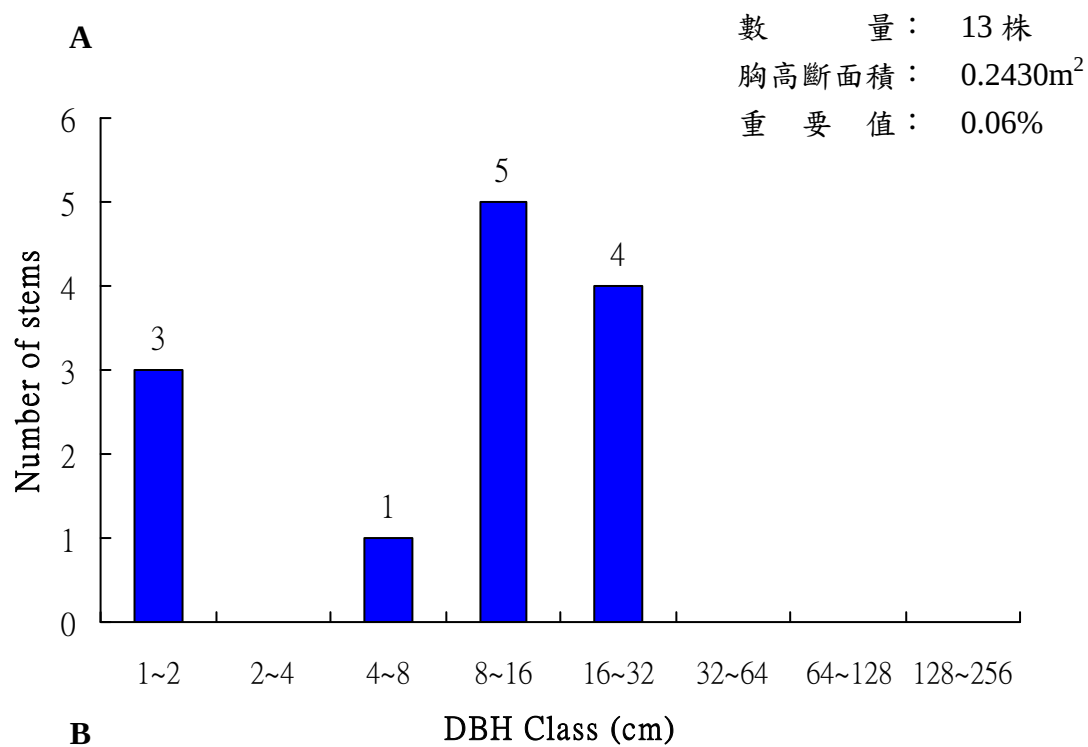


圖 102、瓊楠徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。

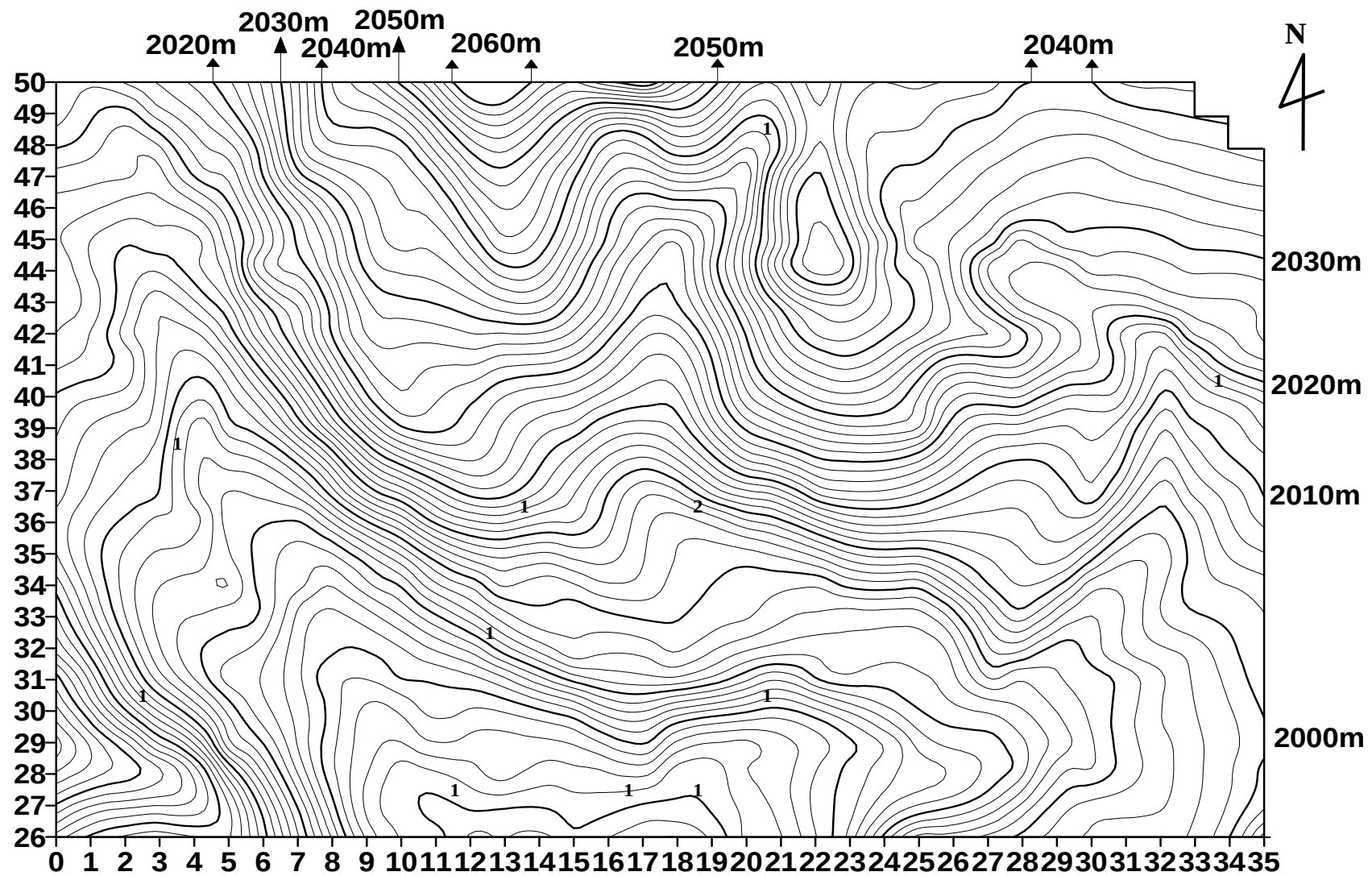


圖 103、長梗紫麻植株分佈圖。

水平距離(單位10m)

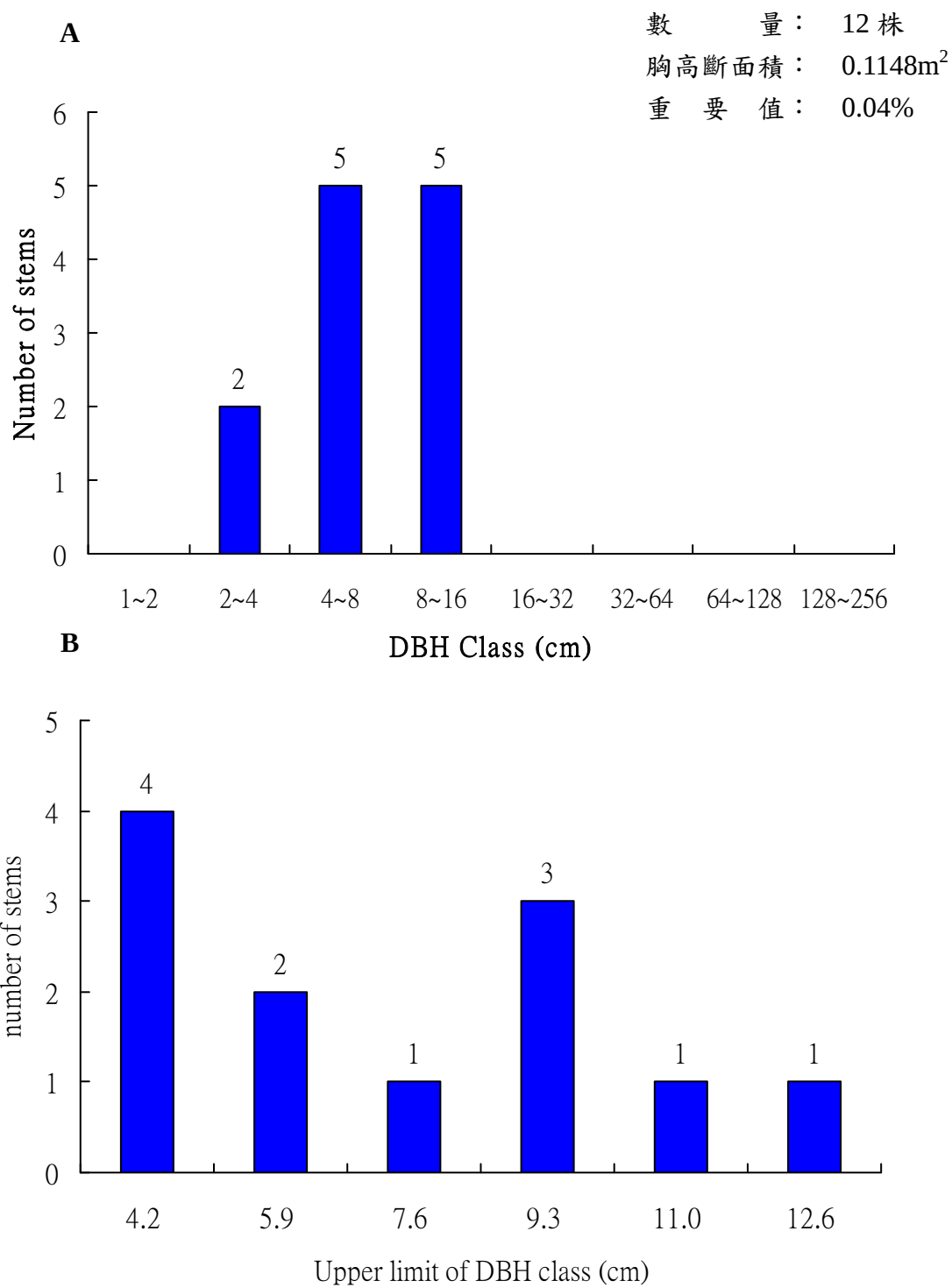
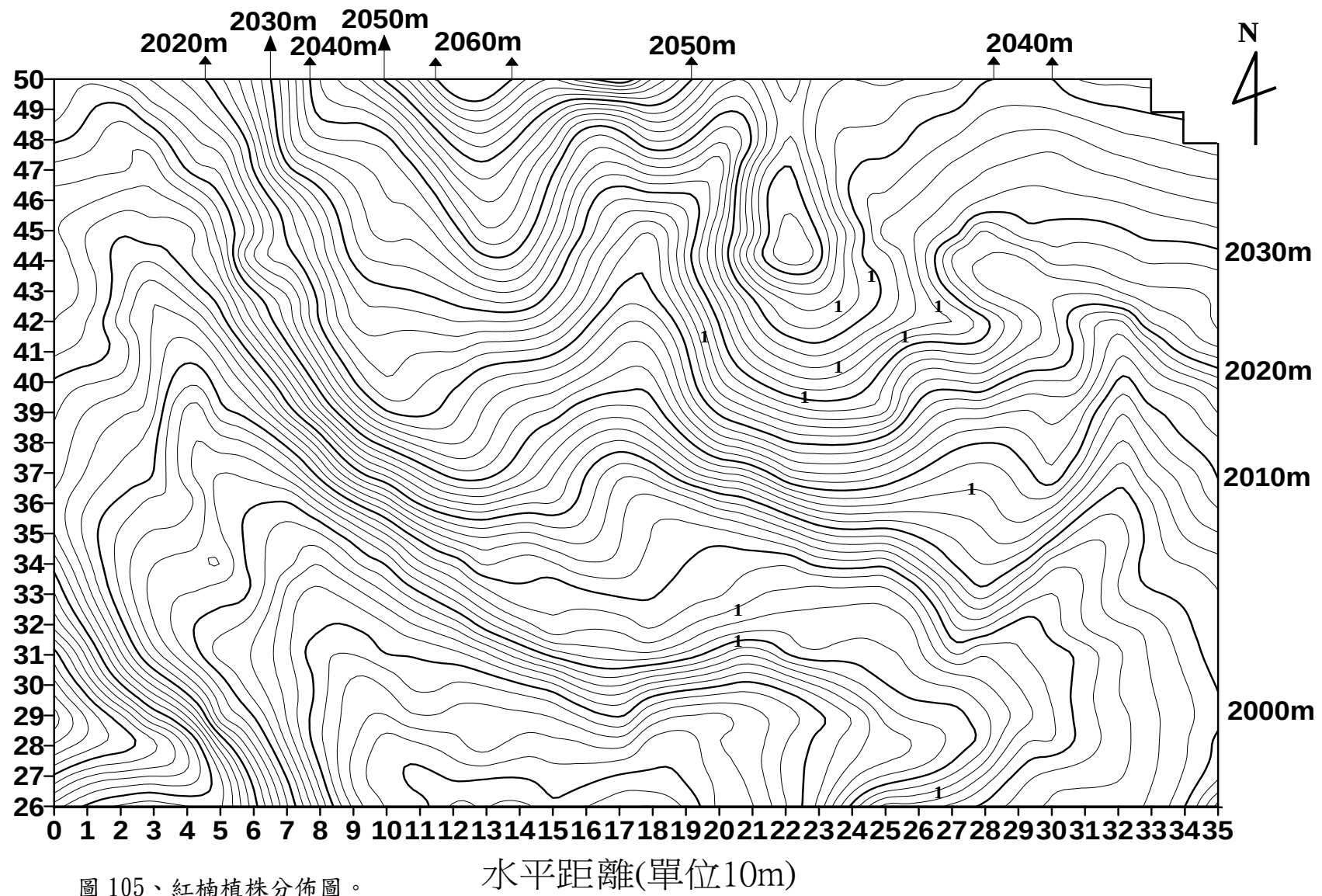


圖 104、長梗紫麻徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。



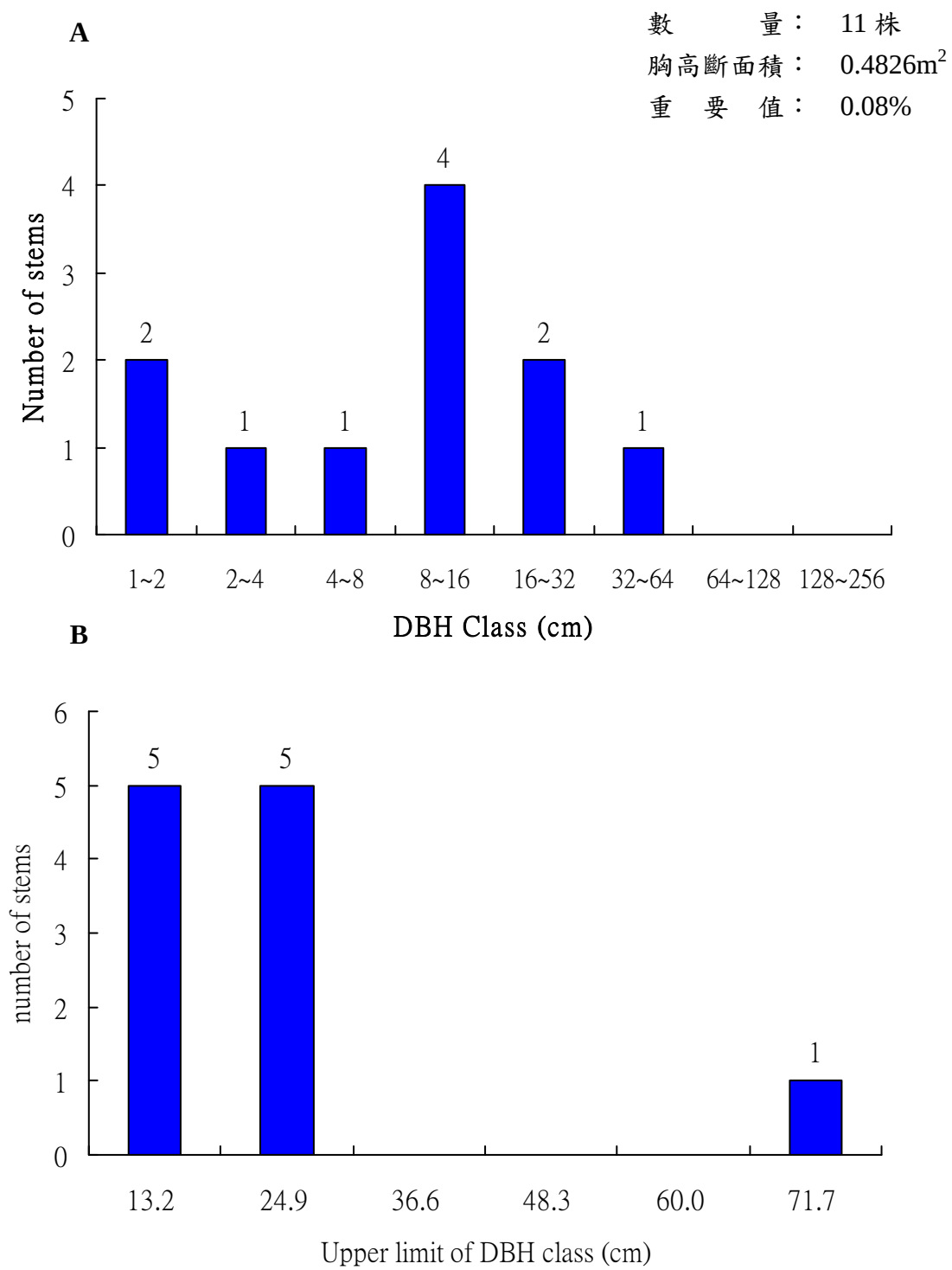
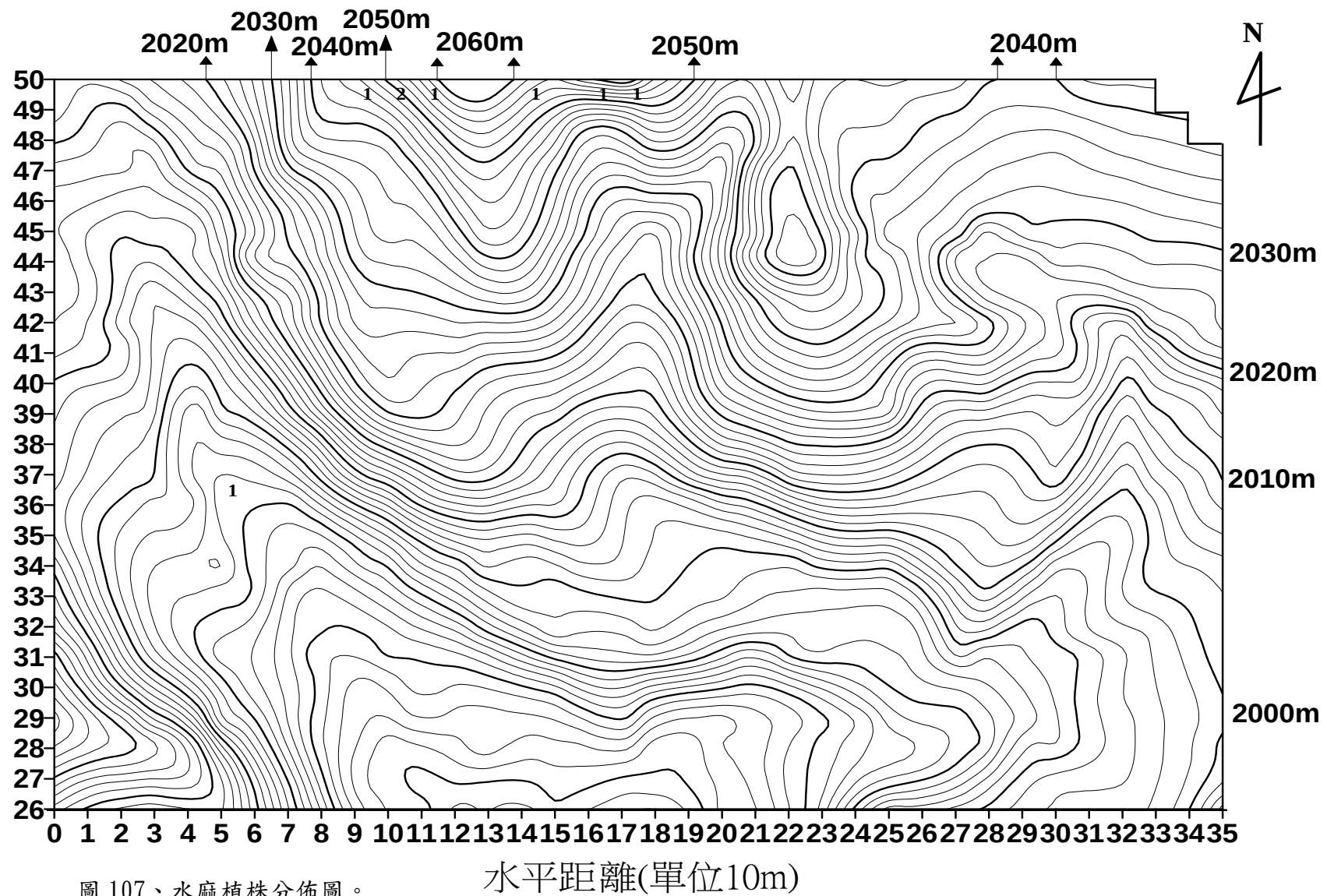


圖 106、紅楠徑級結構圖(A)等比徑級，(B)等差徑級。



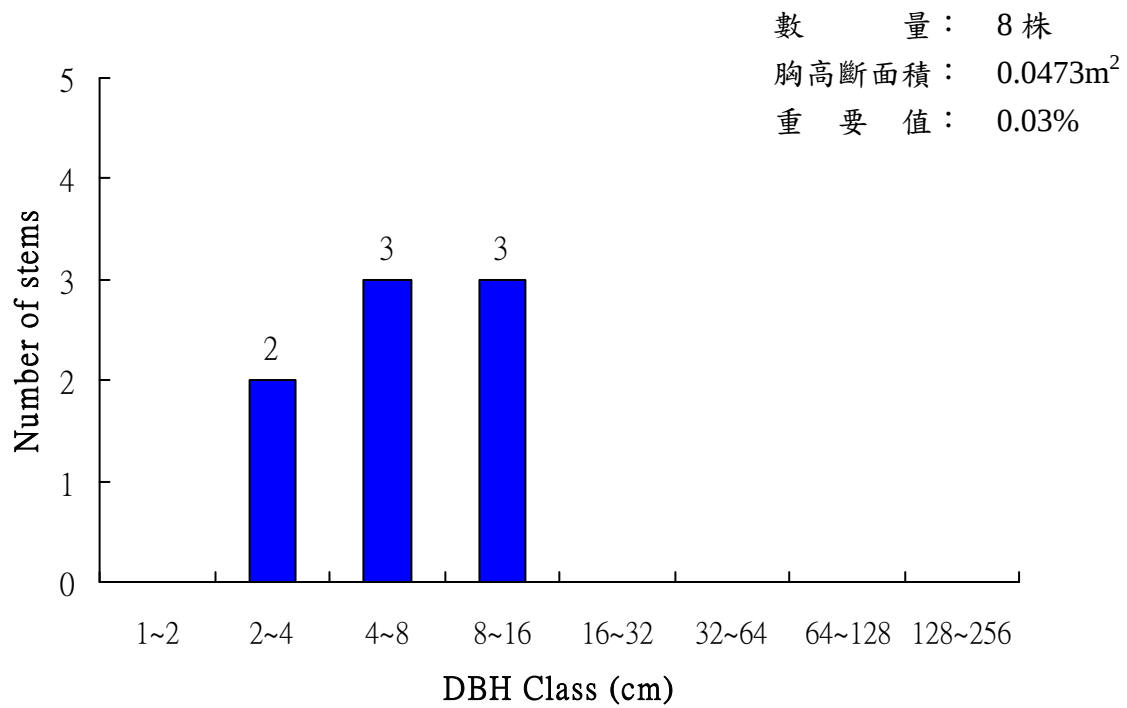


圖 108、水麻徑級結構圖。

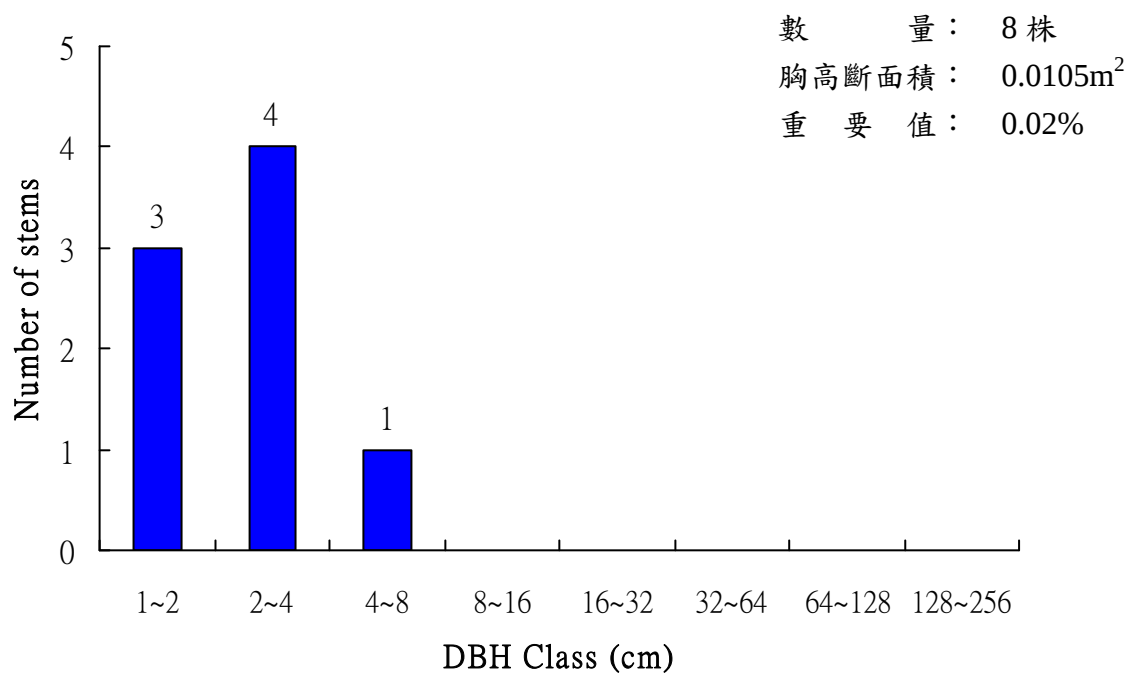


圖 109、臺灣搜疏徑級結構圖。

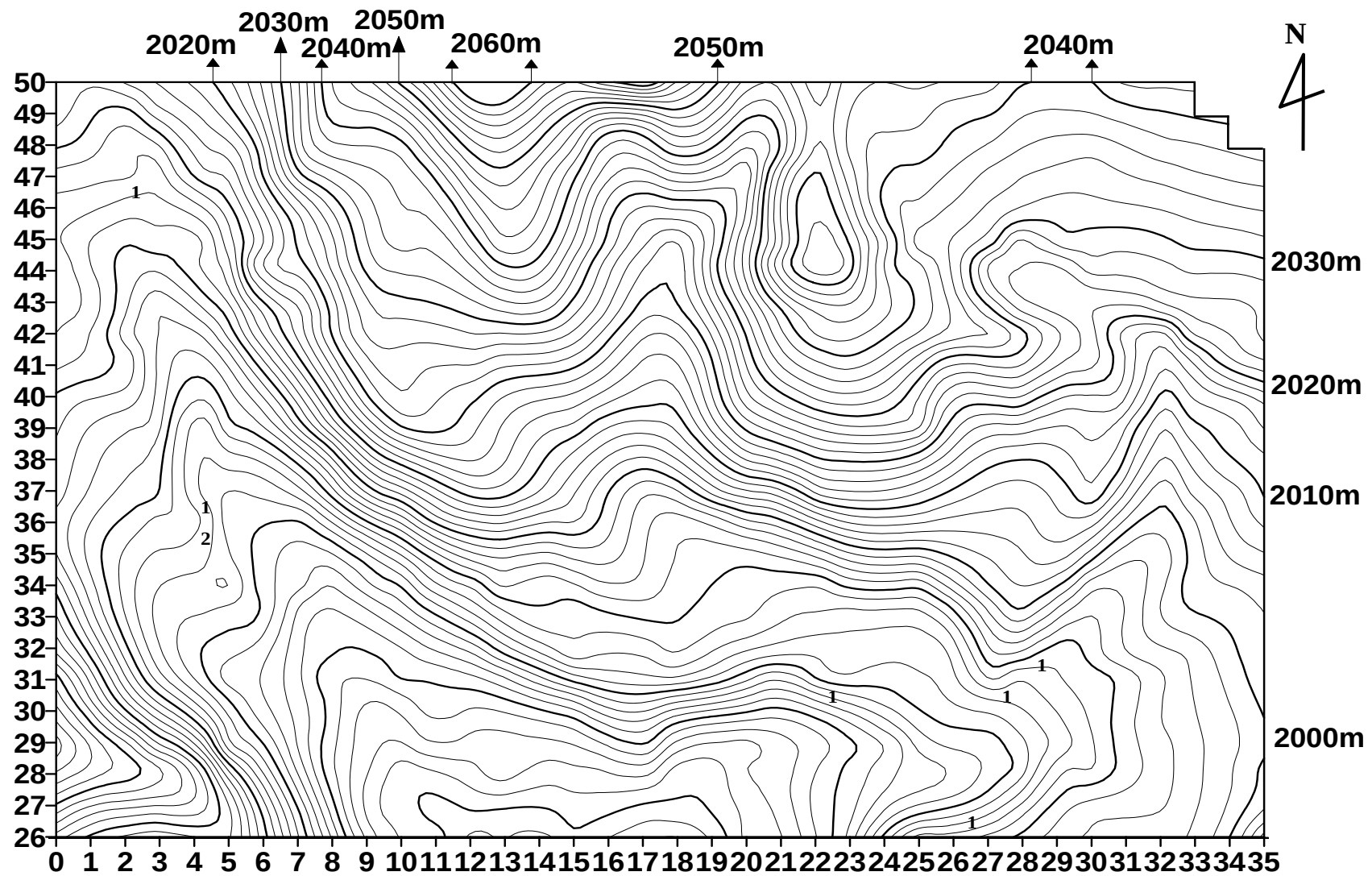


圖 110、臺灣溲疏植株分佈圖。

水平距離(單位10m)

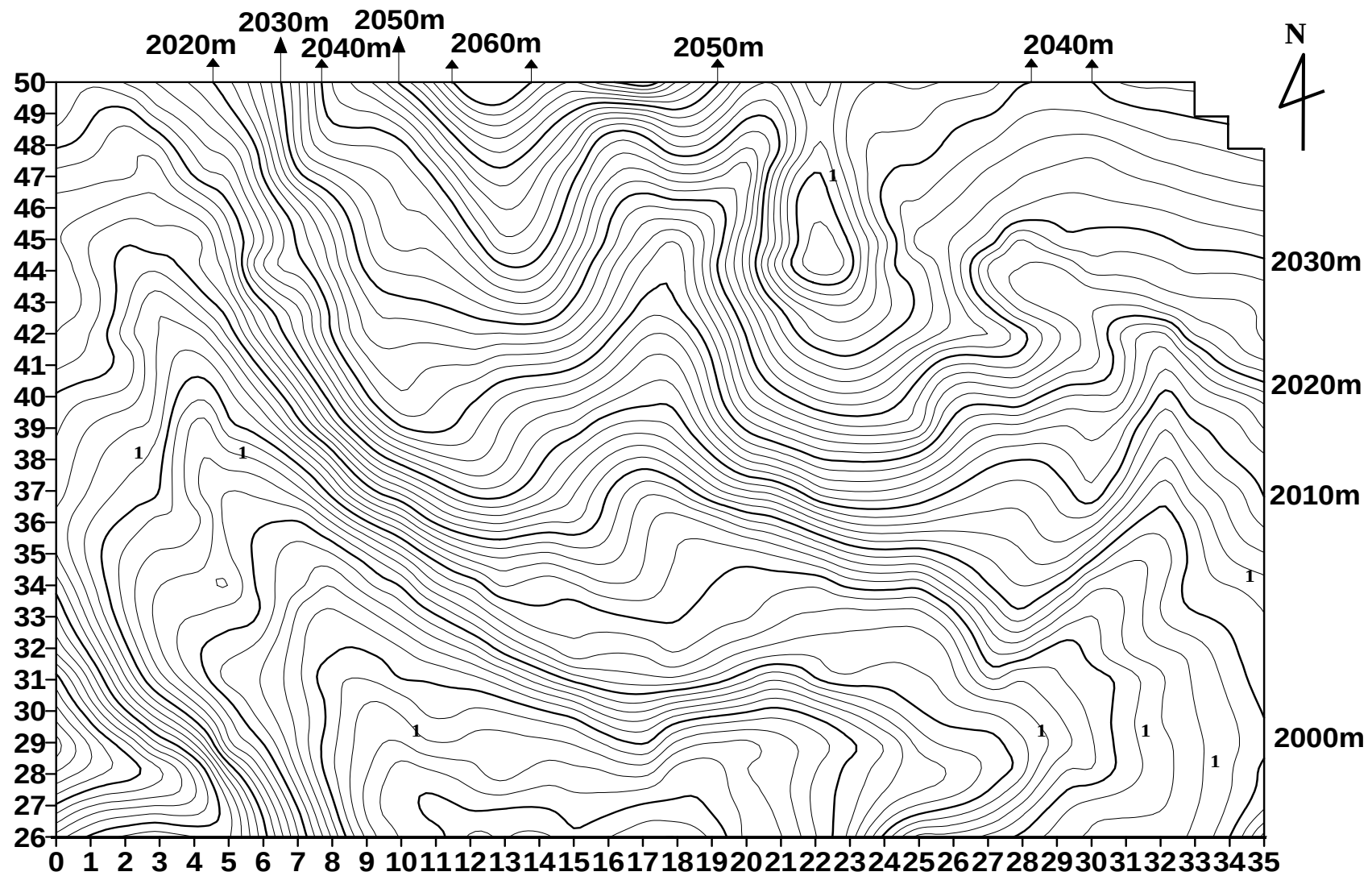


圖 111、松田氏女貞植株分佈圖。 水平距離(單位10m)

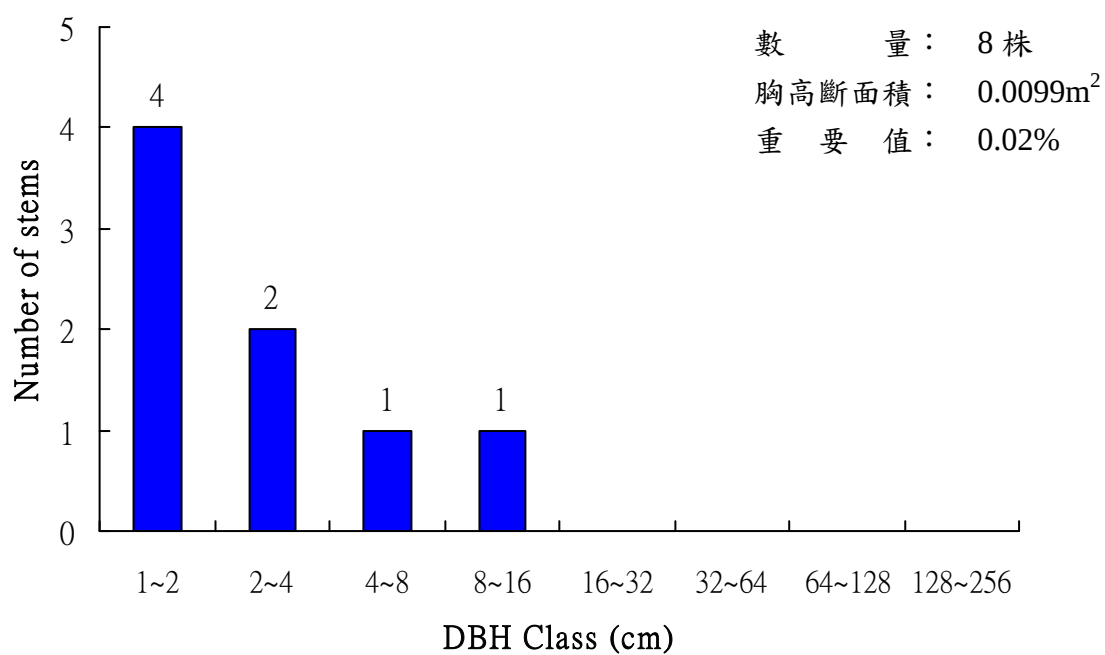


圖 112、松田氏女貞徑級結構圖。

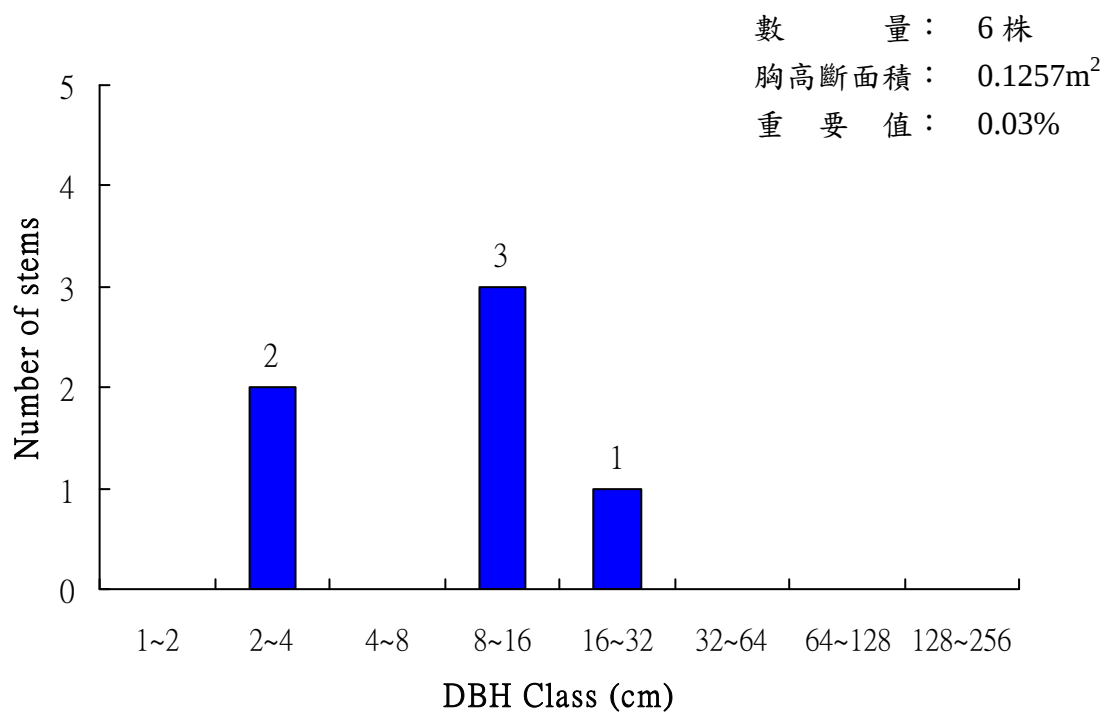


圖 113、小花鼠刺徑級結構圖。

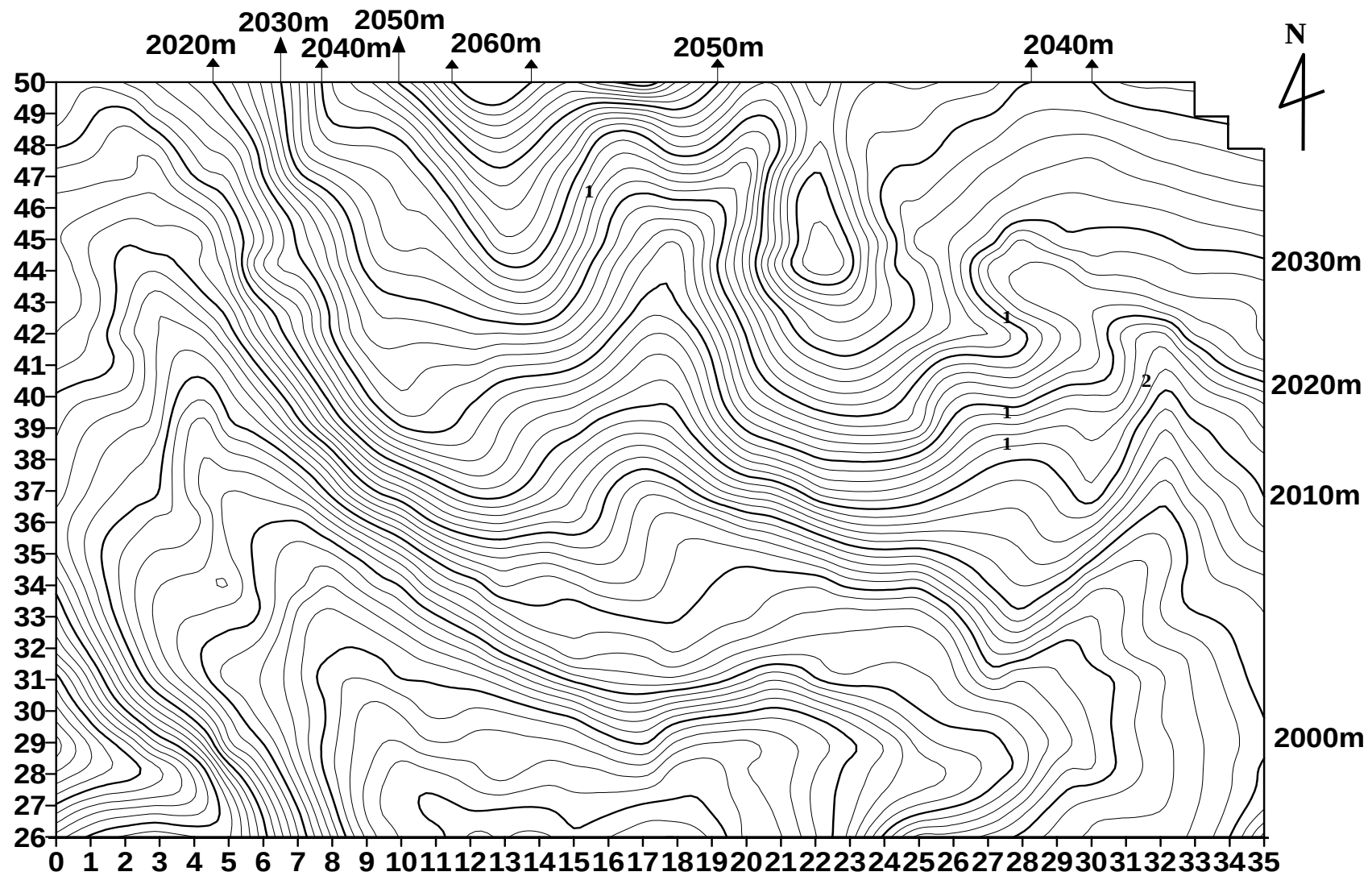


圖 114、小花鼠刺植株分佈圖。 水平距離(單位10m)

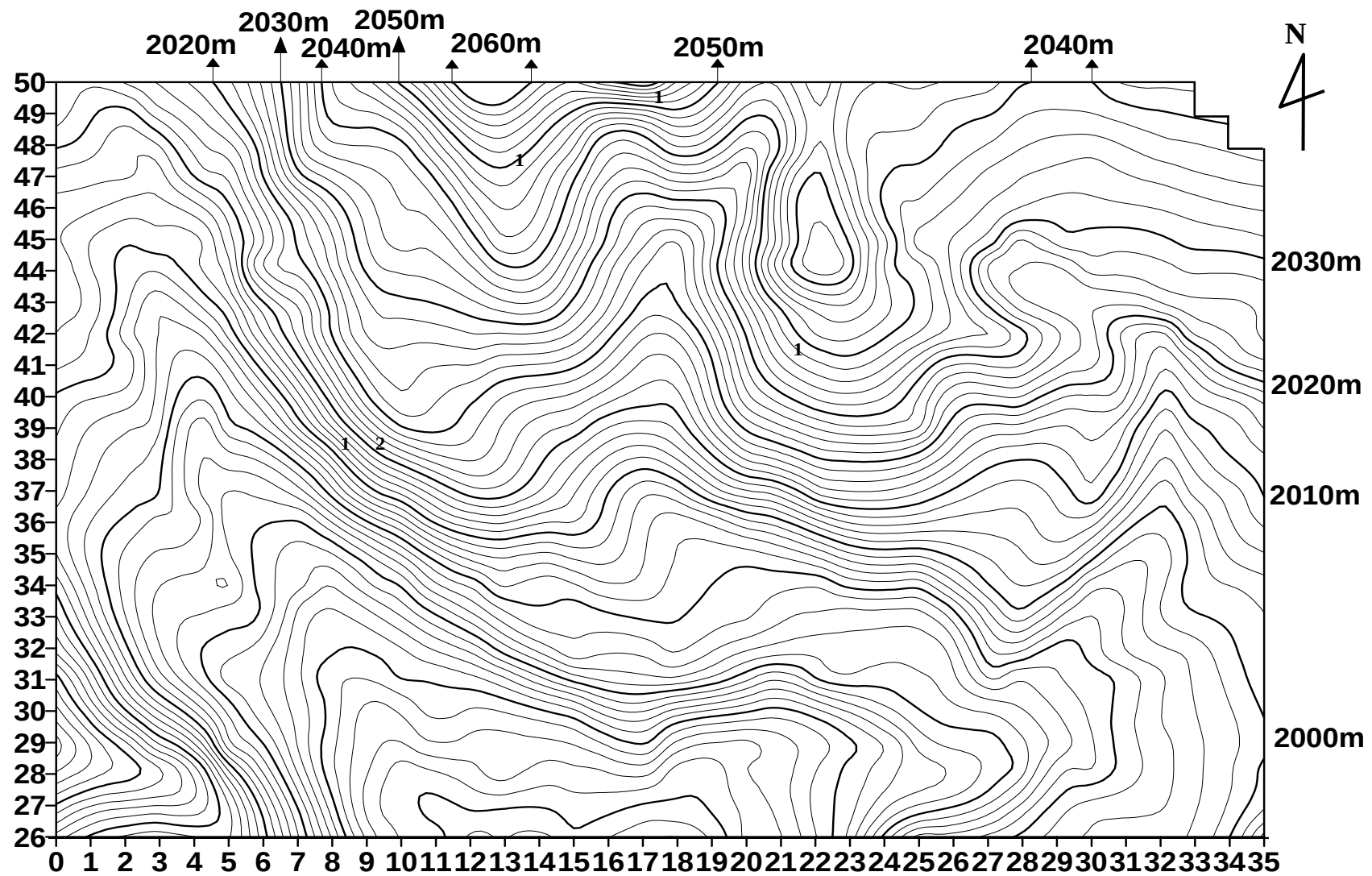


圖 115、紅毛杜鵑植株分佈圖。

水平距離(單位10m)

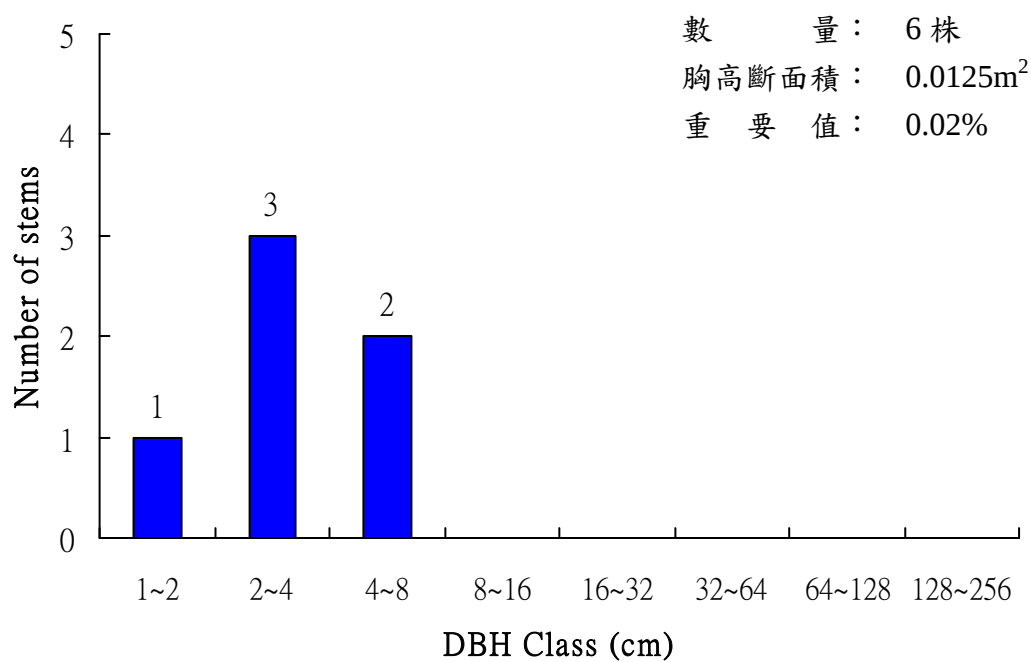


圖 116、紅毛杜鵑徑級結構圖。

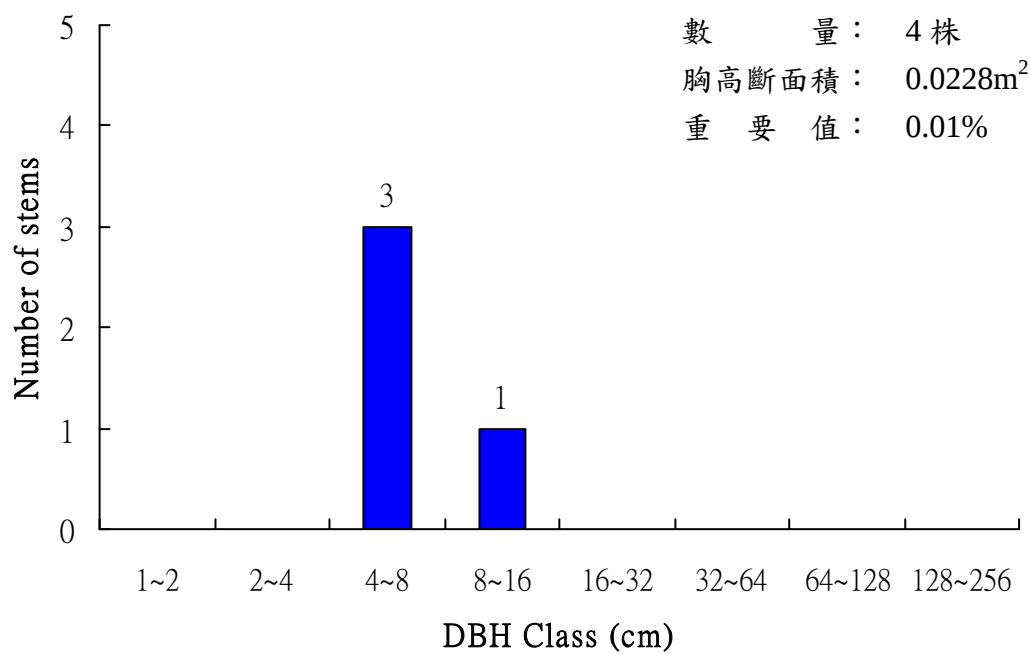


圖 117、通草徑級結構圖。

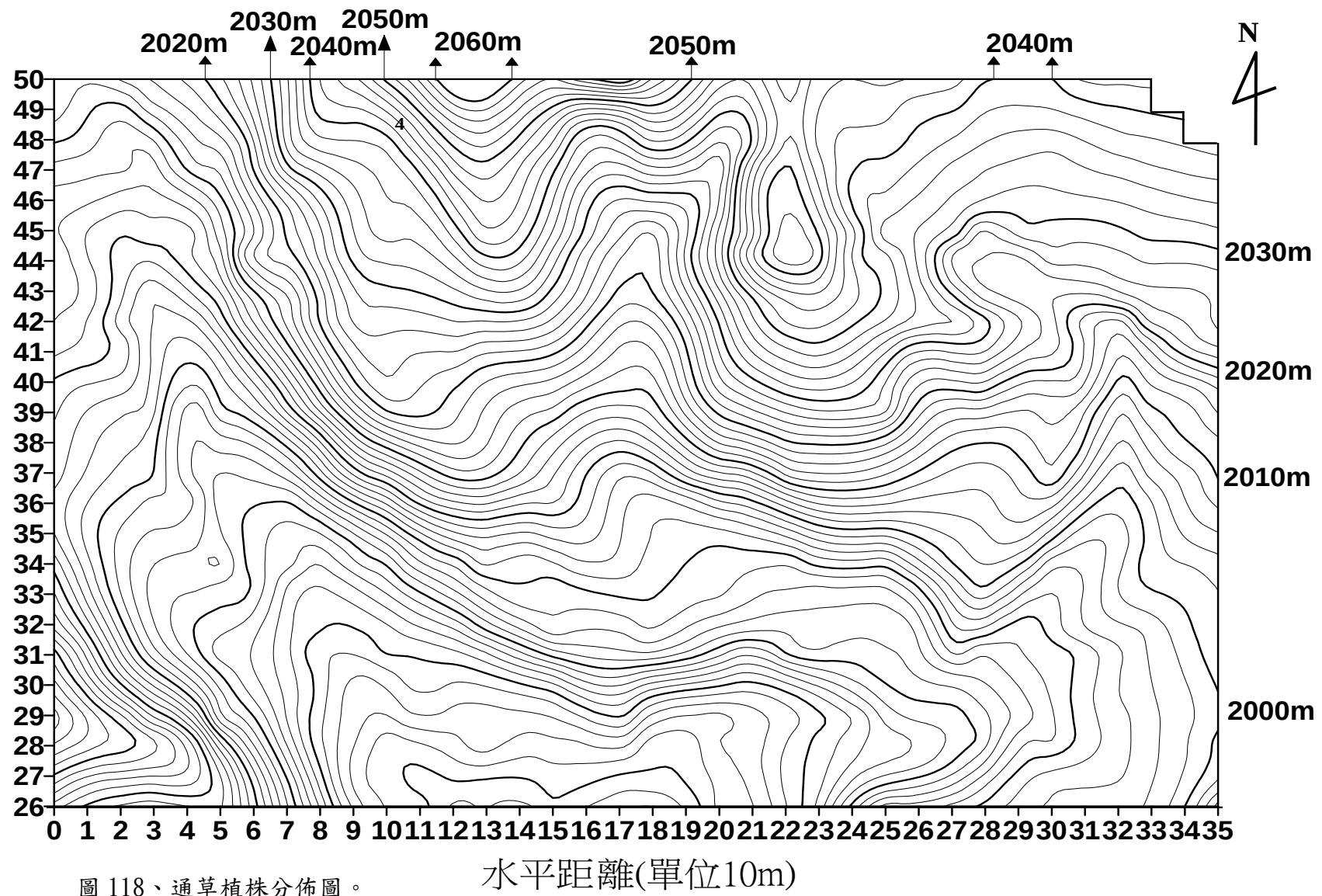
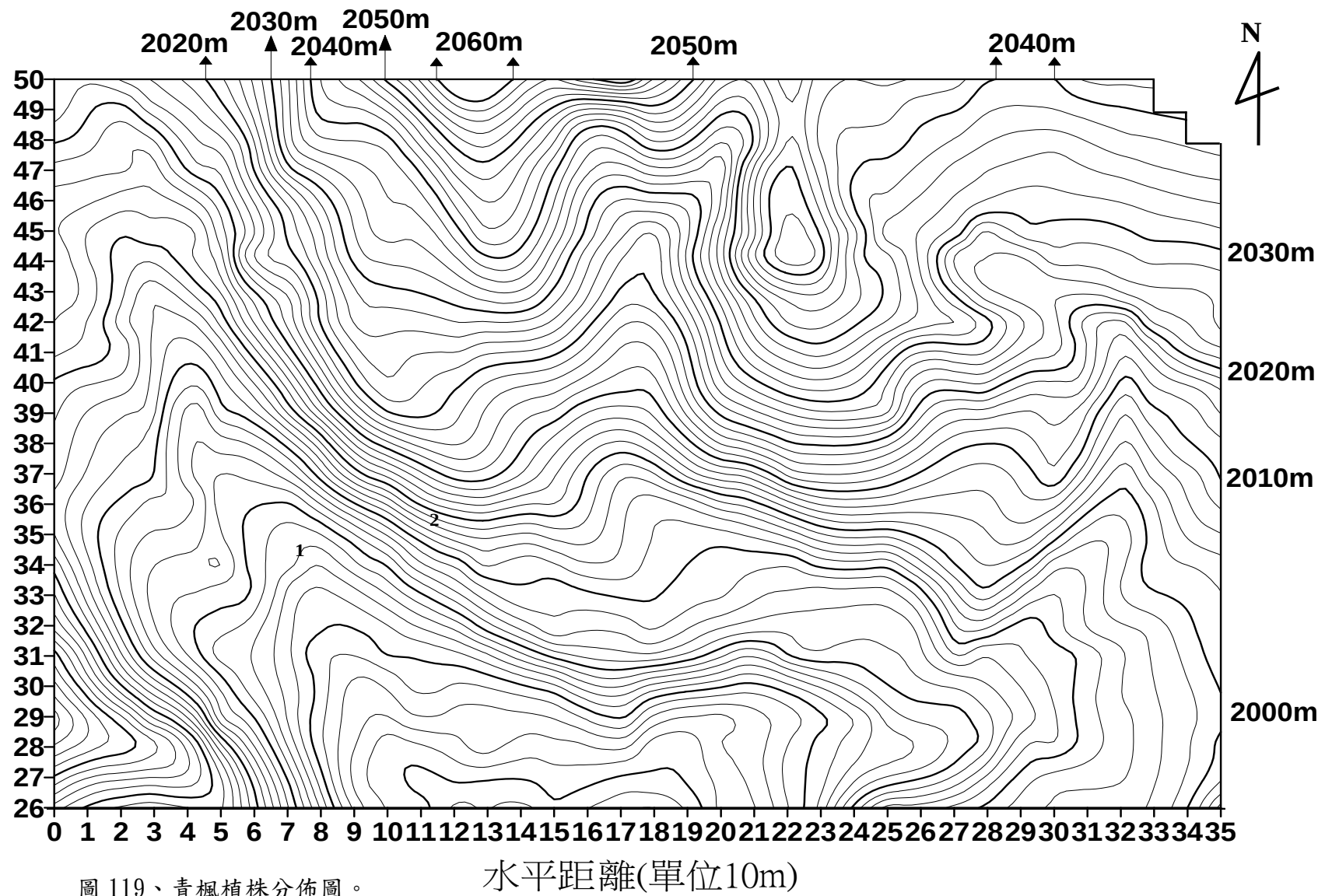


圖 118、通草植株分佈圖。



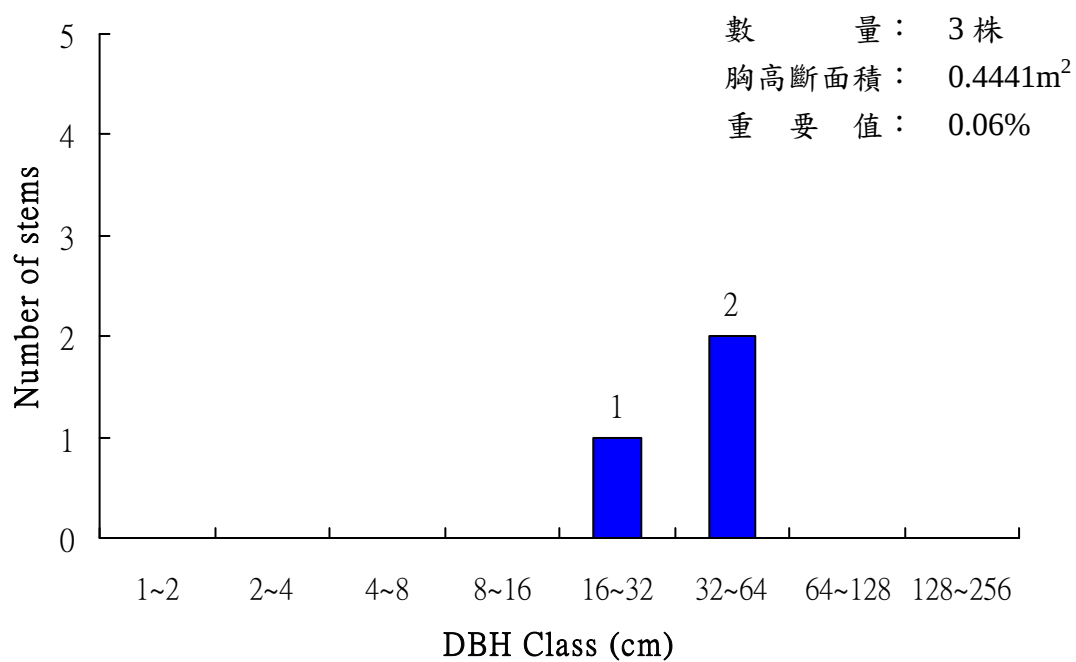


圖 120、青楓徑級結構圖。

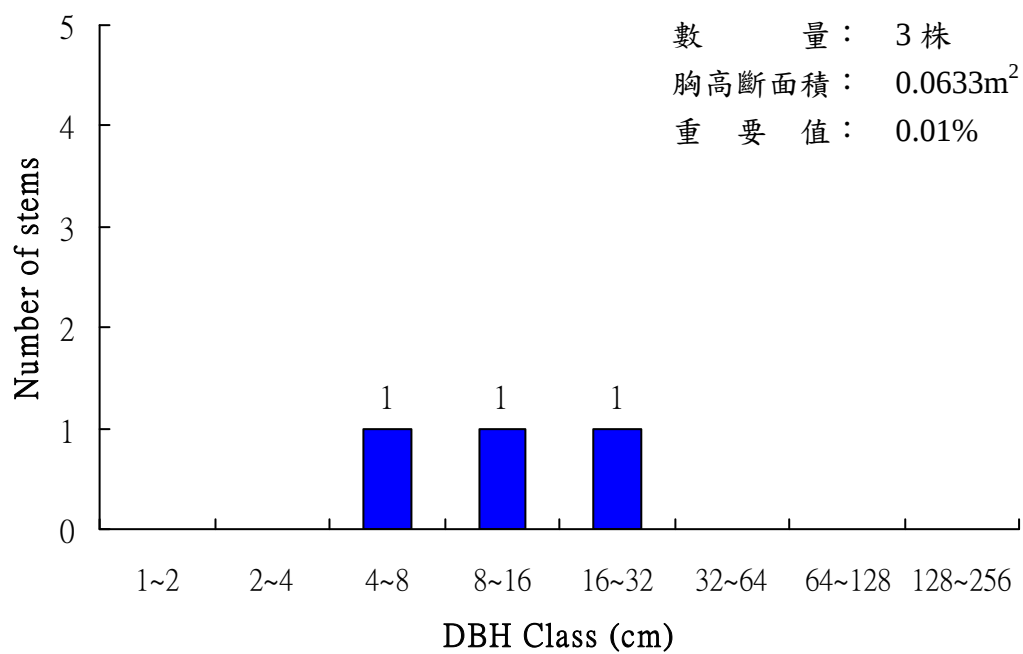


圖 121、毛果桫欏徑級結構圖。

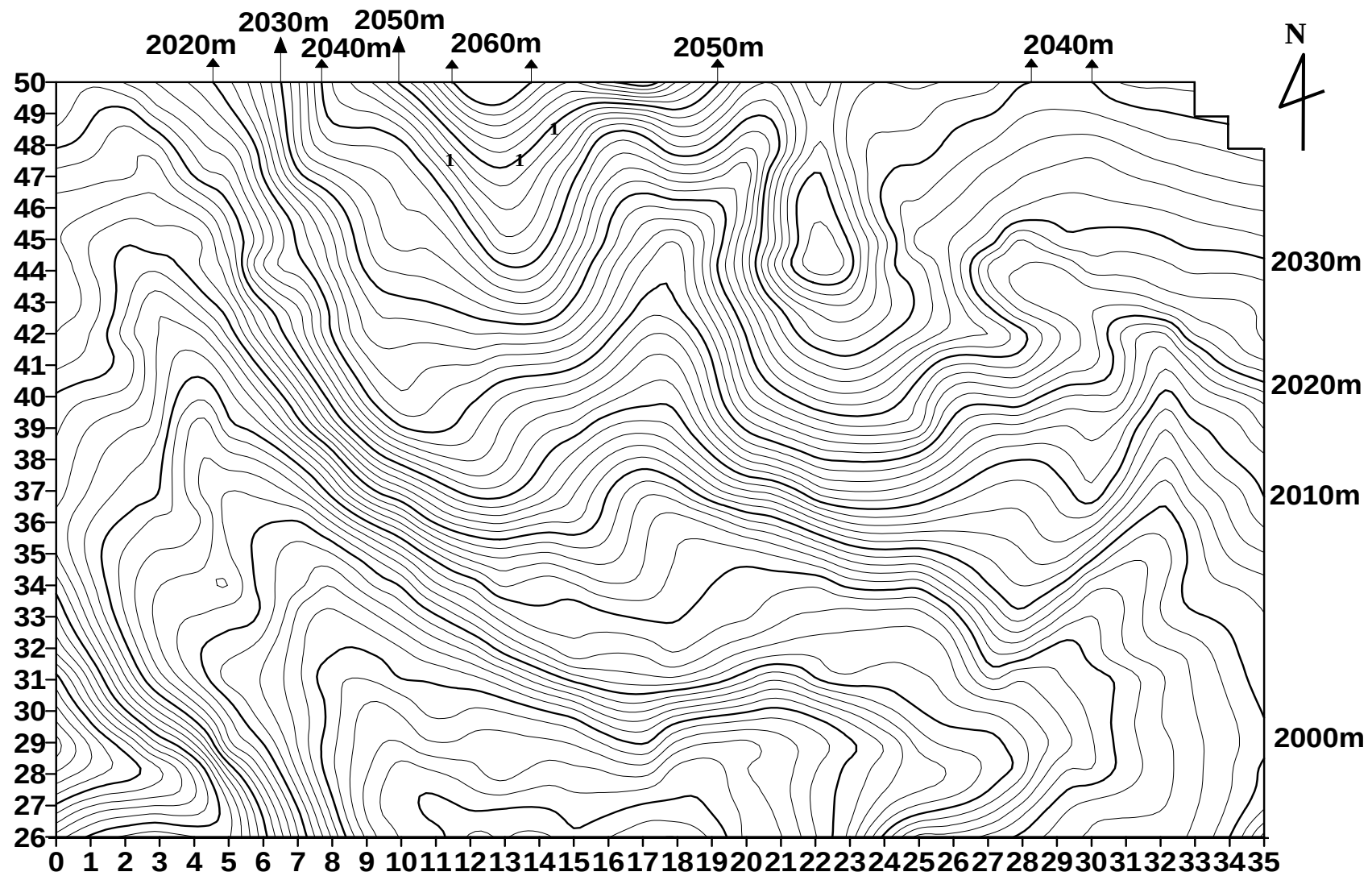


圖 122、毛果桫欏植株分佈圖。 水平距離(單位10m)

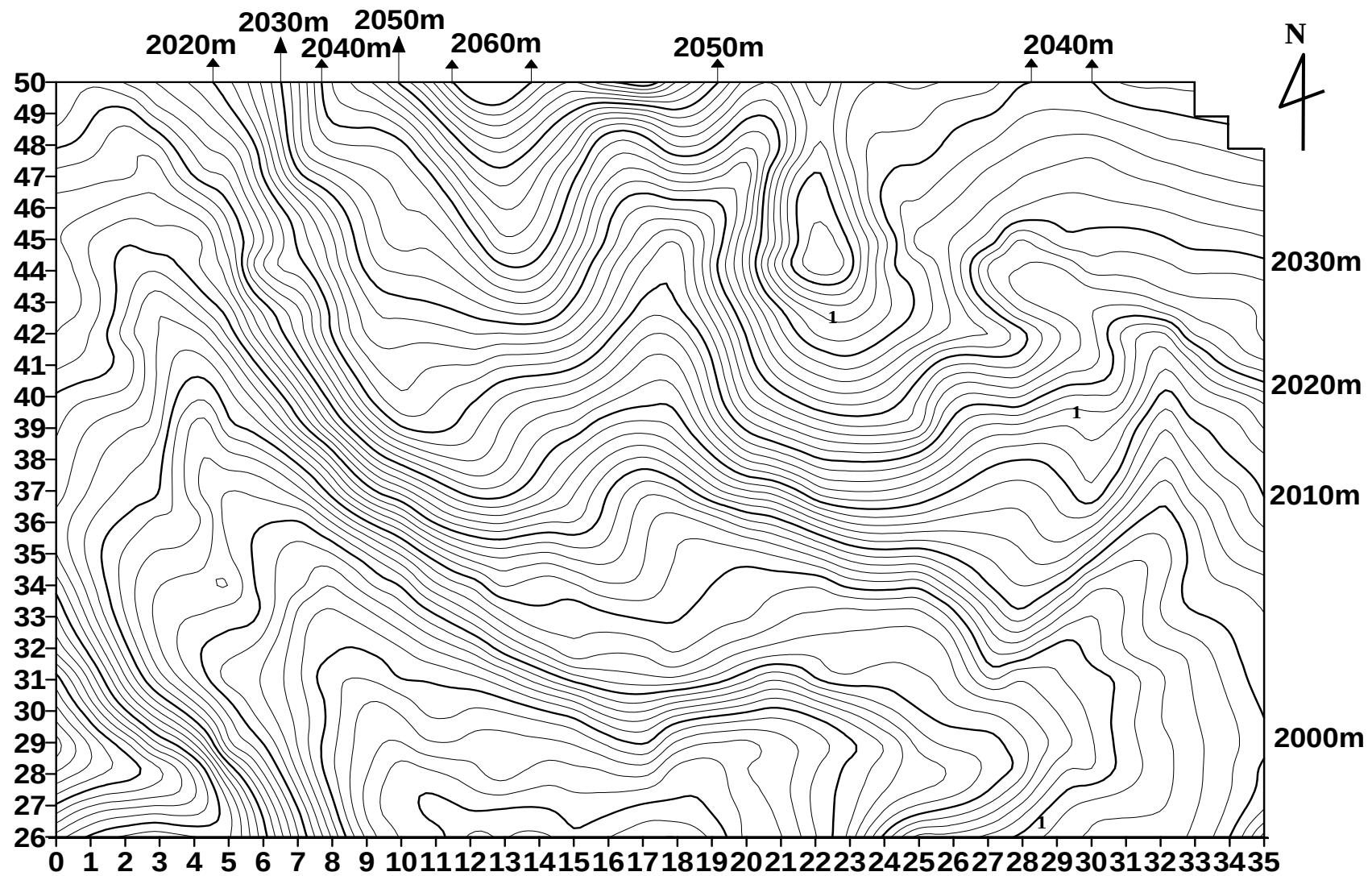


圖 123、平遮那灰木植株分佈圖。 水平距離(單位10m)

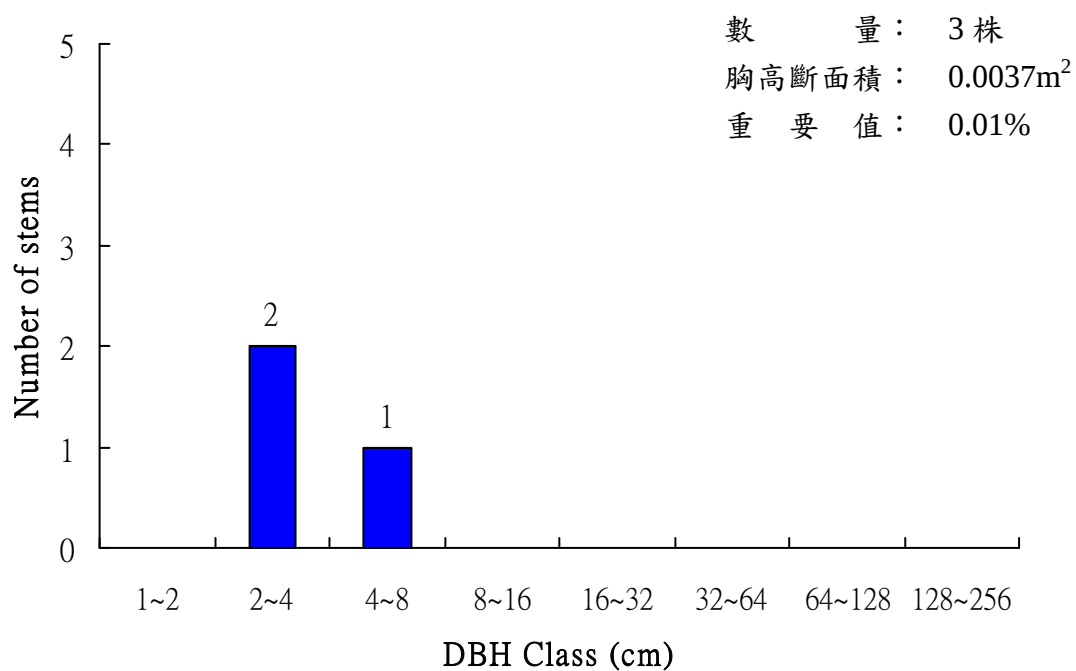


圖 124、平遮那灰木徑級結構圖。

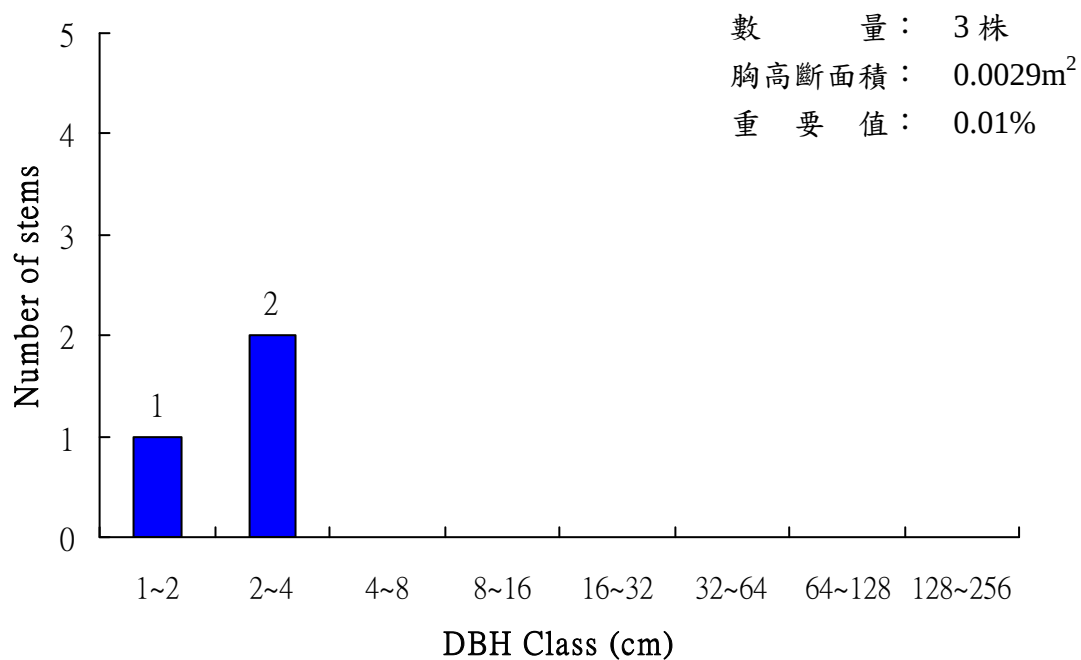


圖 125、臺灣馬醉木徑級結構圖。

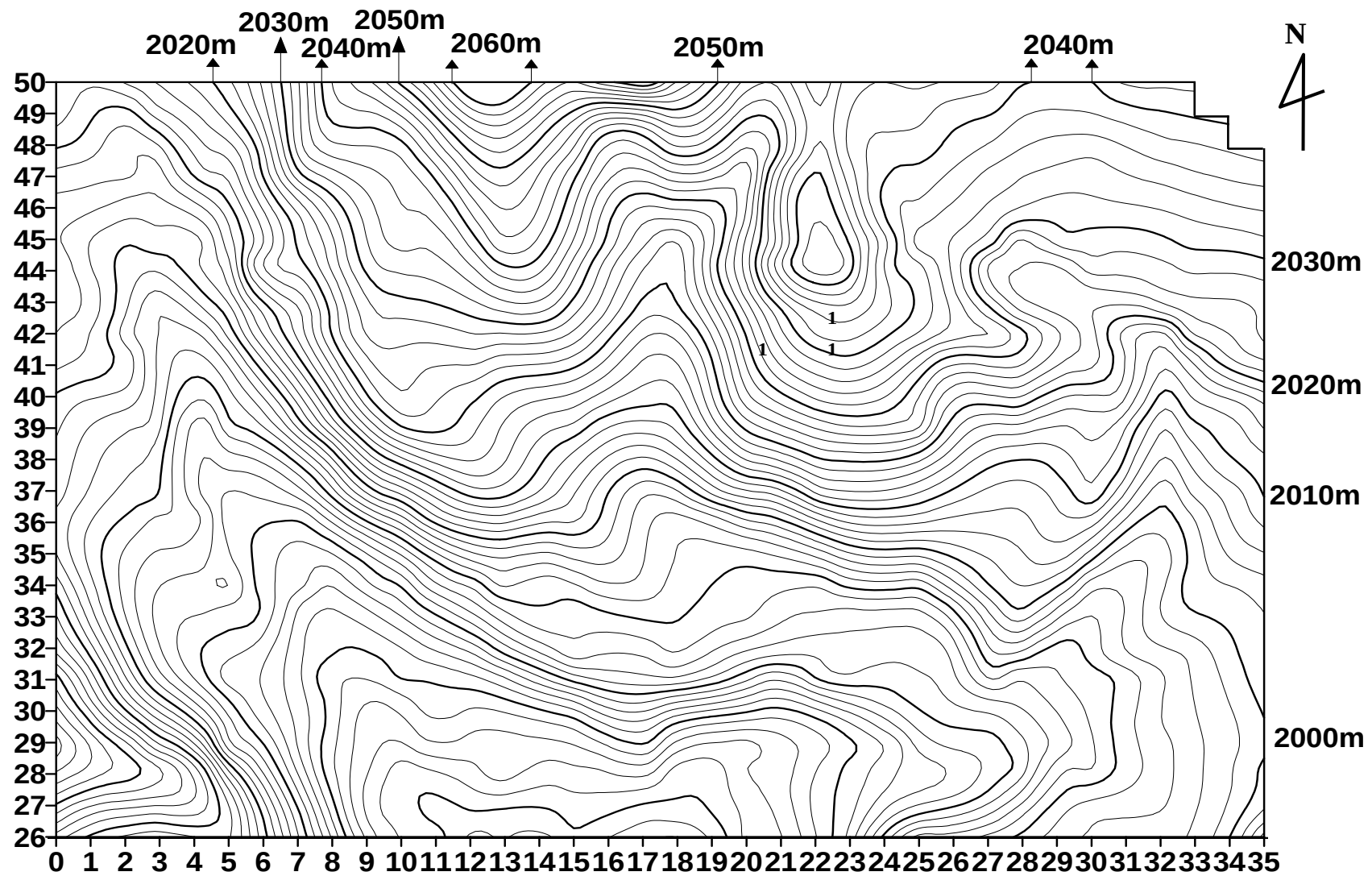


圖 126、臺灣馬醉木植株分佈圖。 水平距離(單位10m)

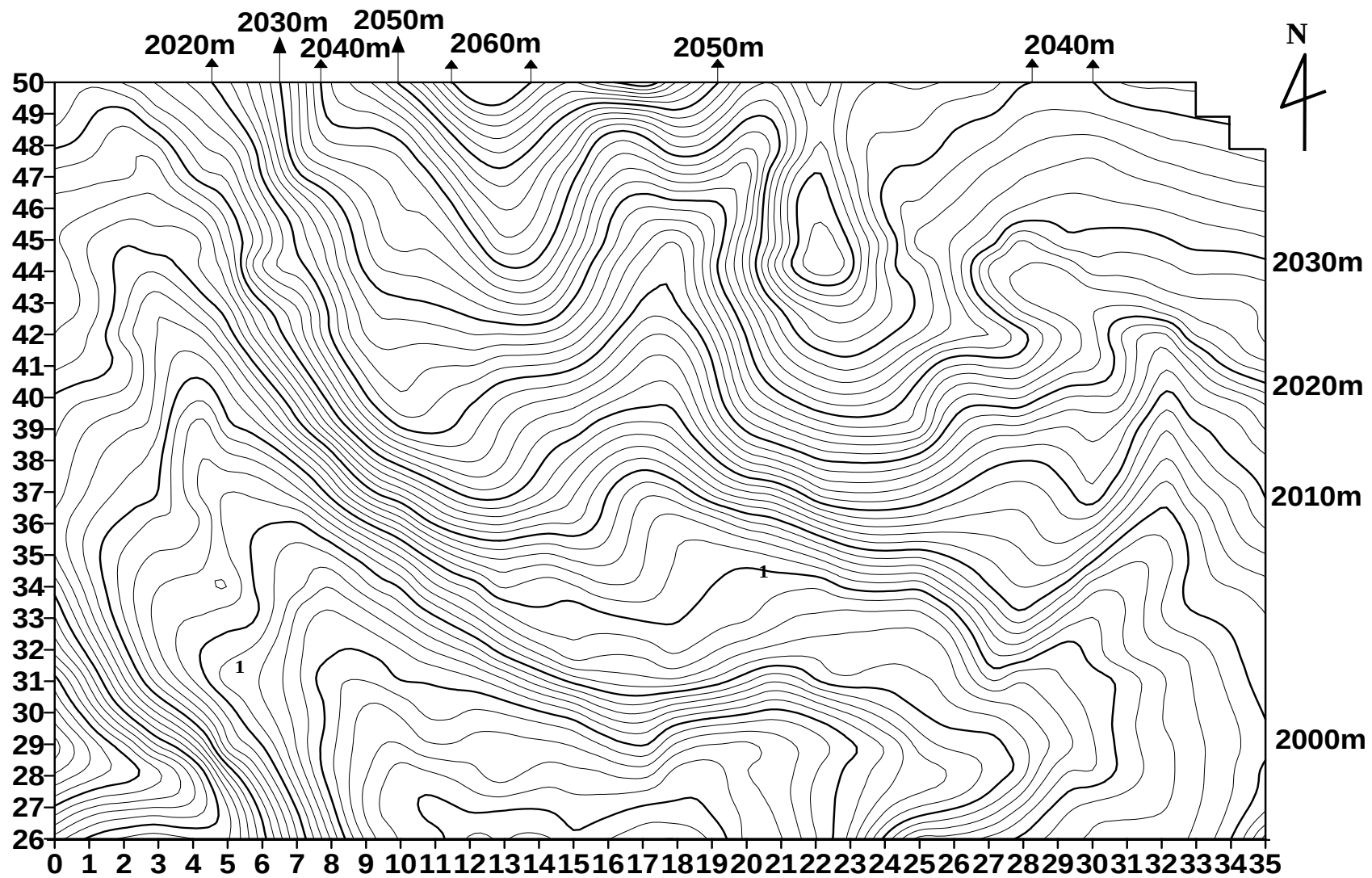


圖 127、山桐子植株分佈圖。

水平距離(單位10m)

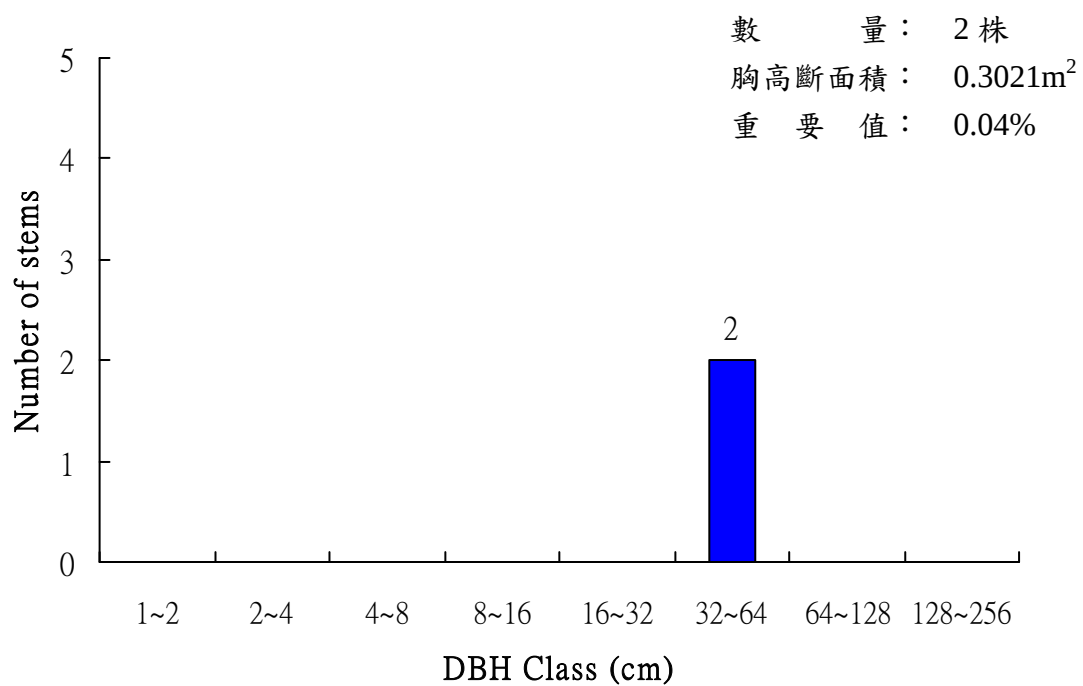


圖 128、山桐子徑級結構圖。

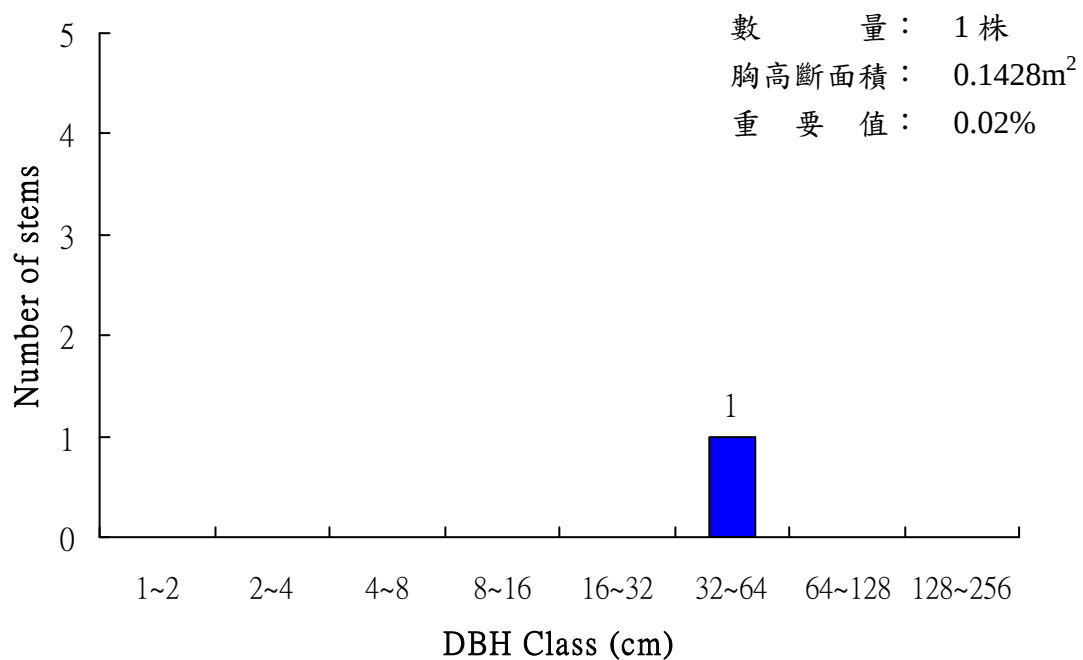


圖 129、薄葉虎皮楠徑級結構圖。

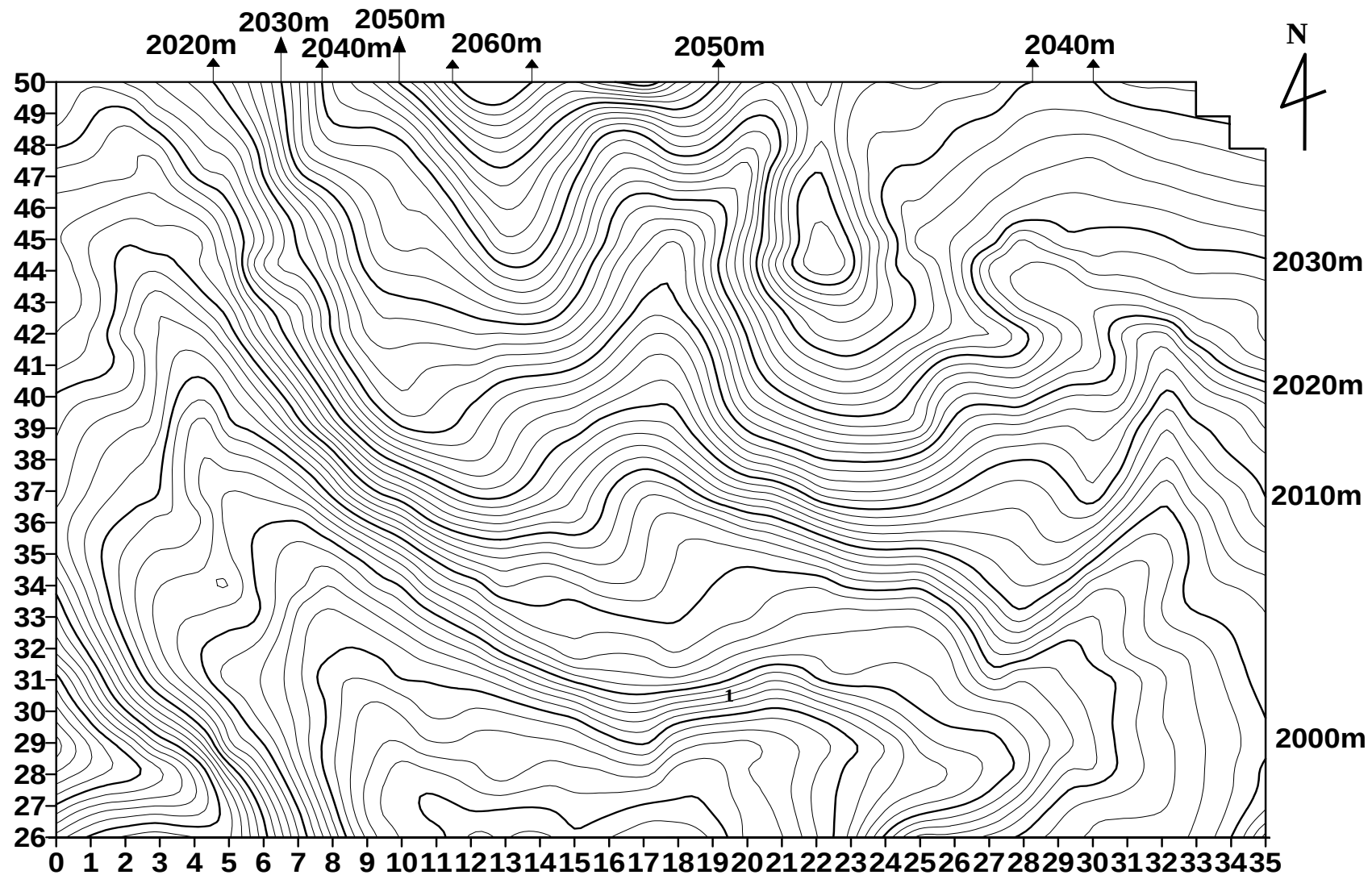
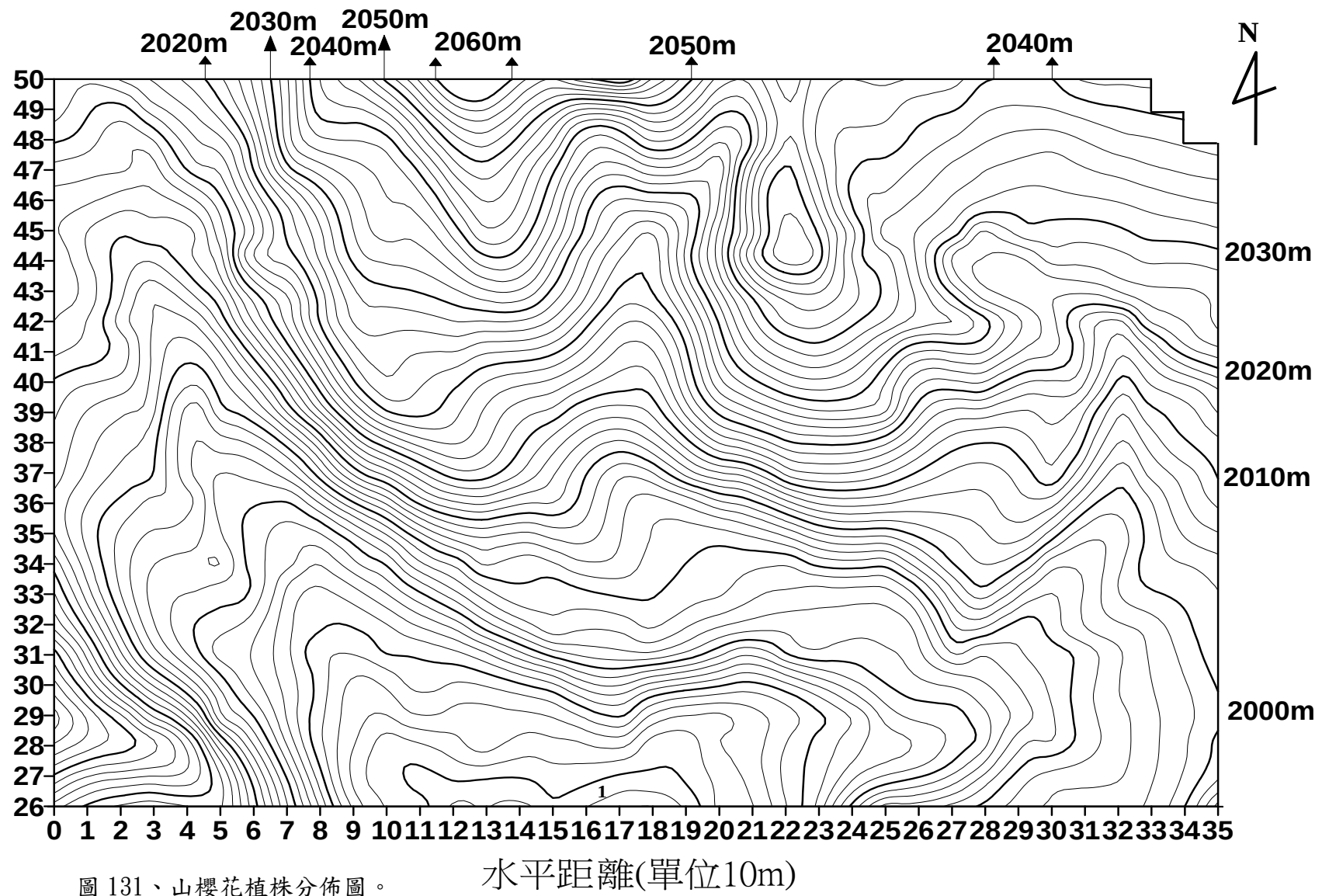


圖 130、薄葉虎皮楠植株分佈圖。 水平距離(單位10m)



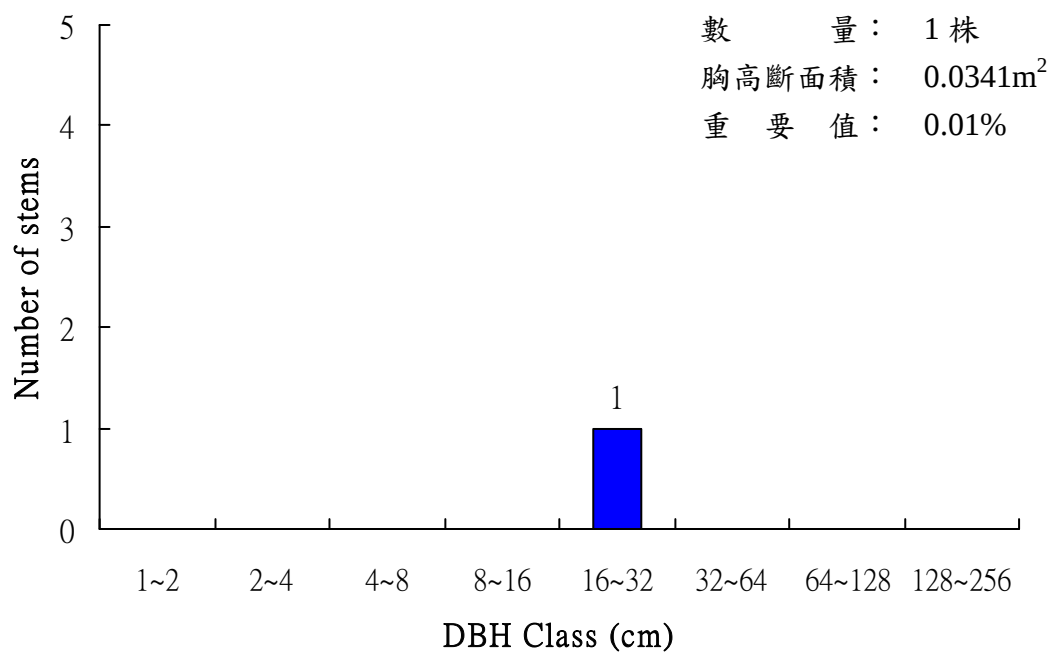


圖 132、山櫻花徑級結構圖。

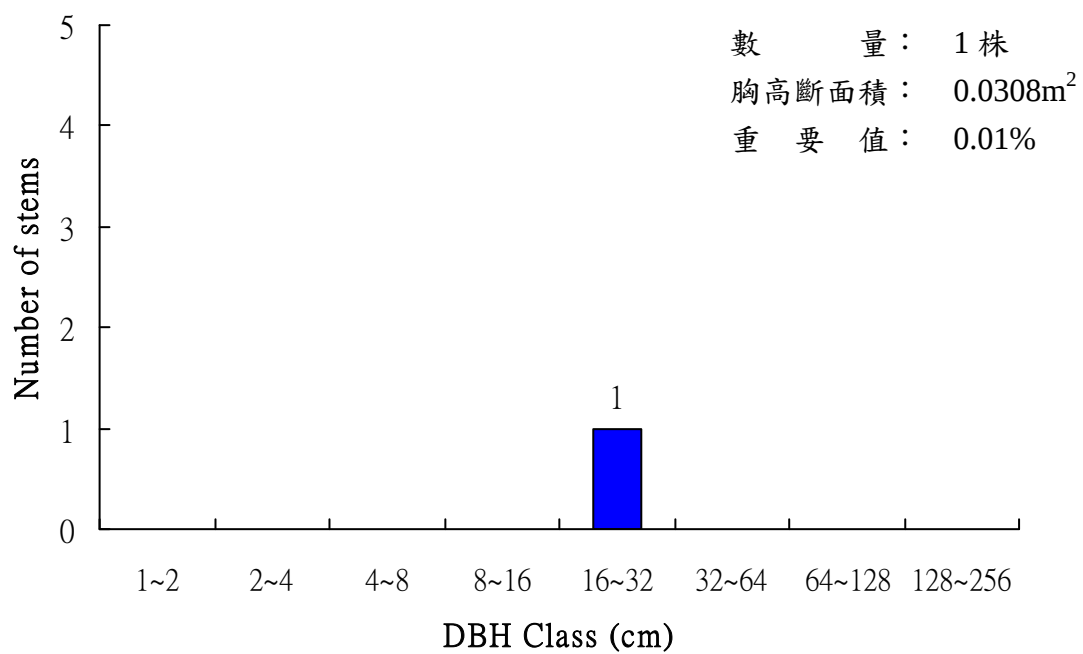
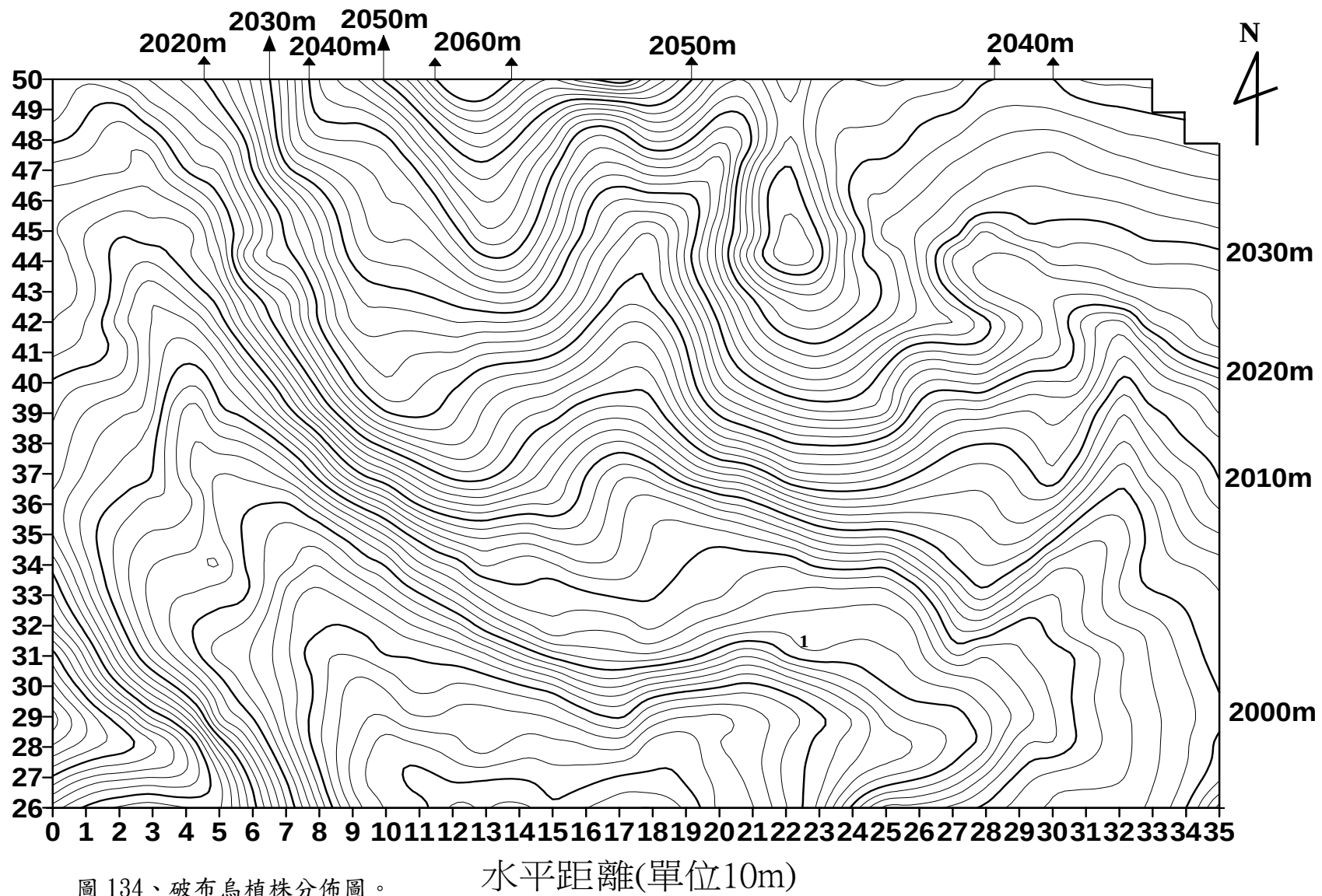


圖 133、破布烏徑級結構圖。



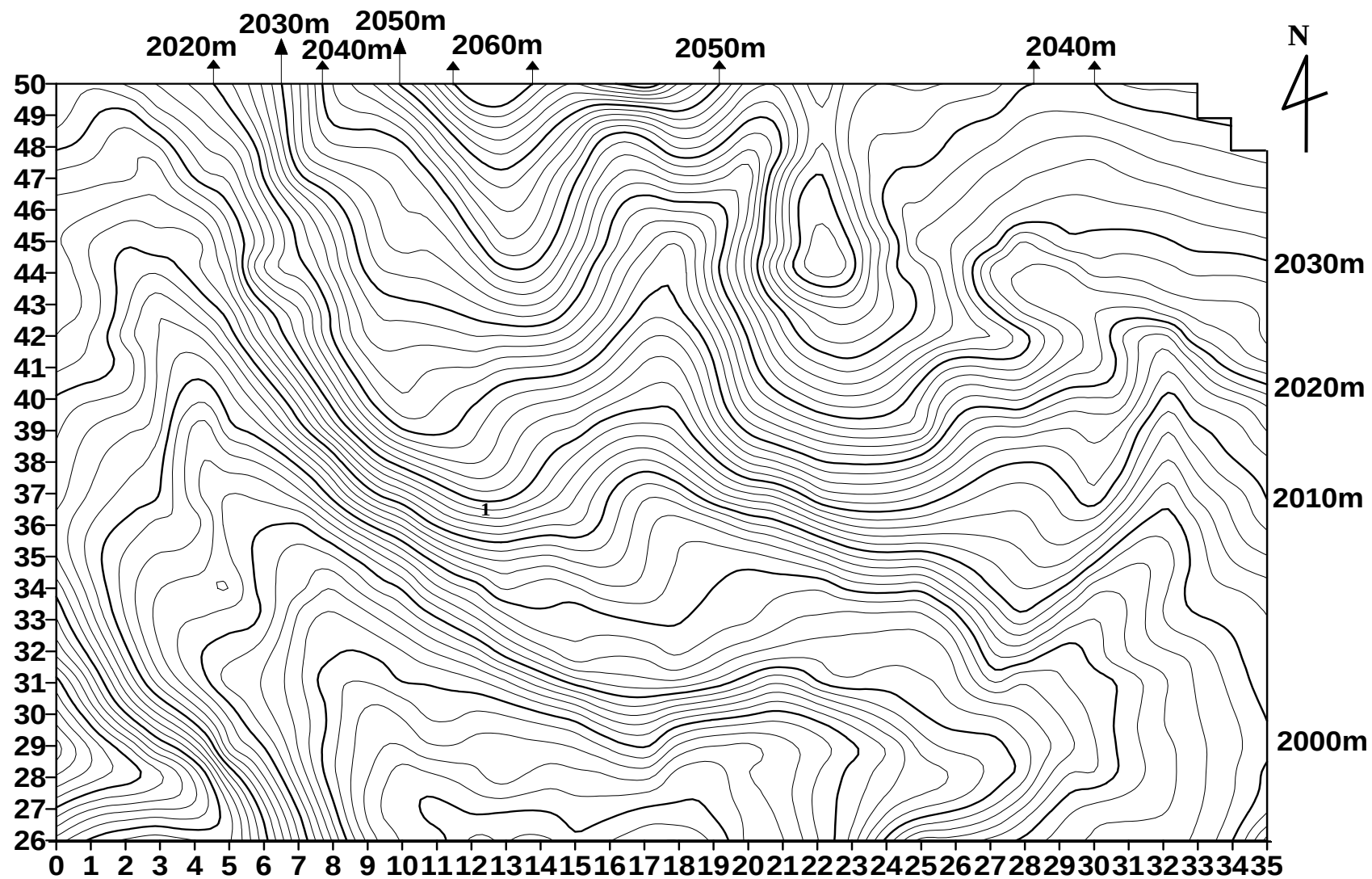


圖 135、南燭植株分佈圖。

水平距離(單位10m)

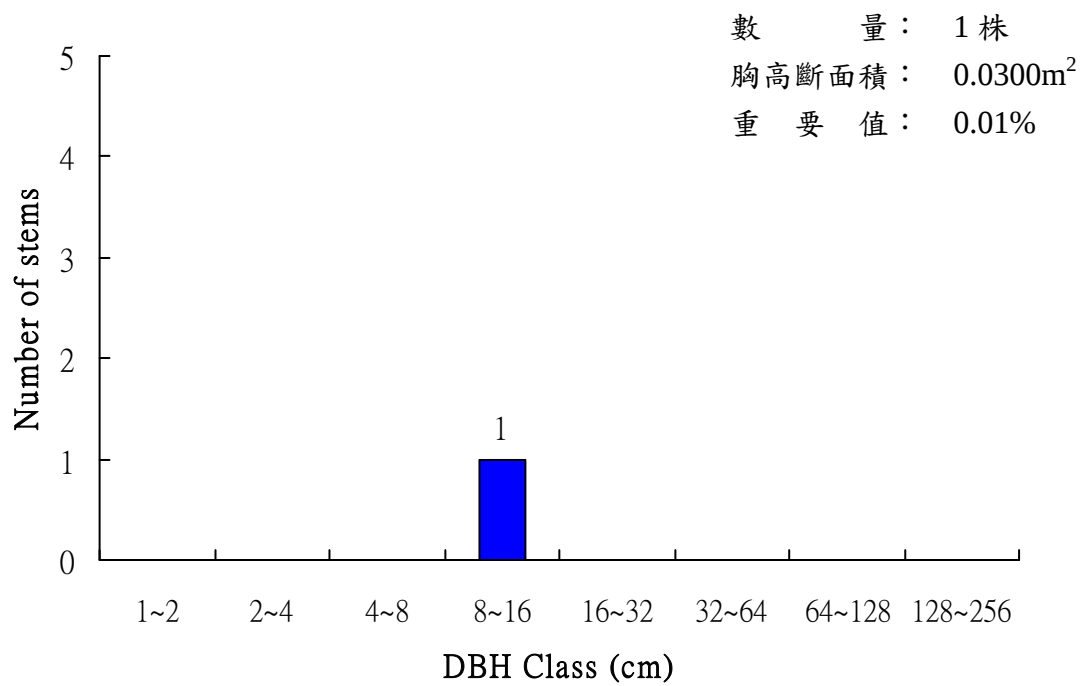


圖 136、南燭徑級結構圖。

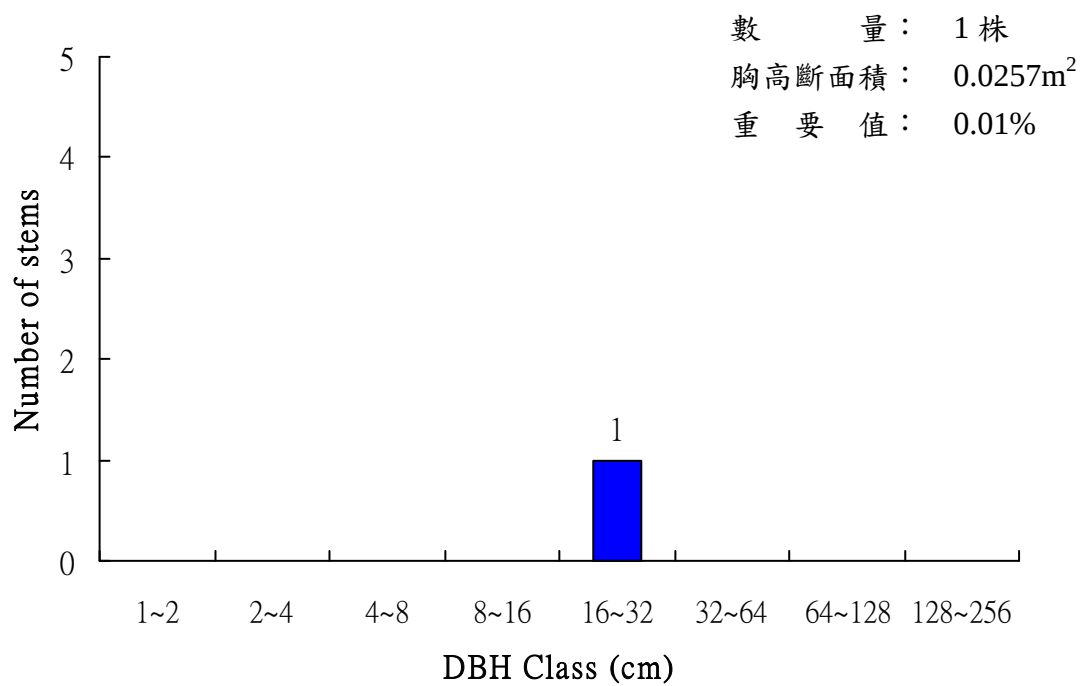


圖 137、毛瓣石楠徑級結構圖。

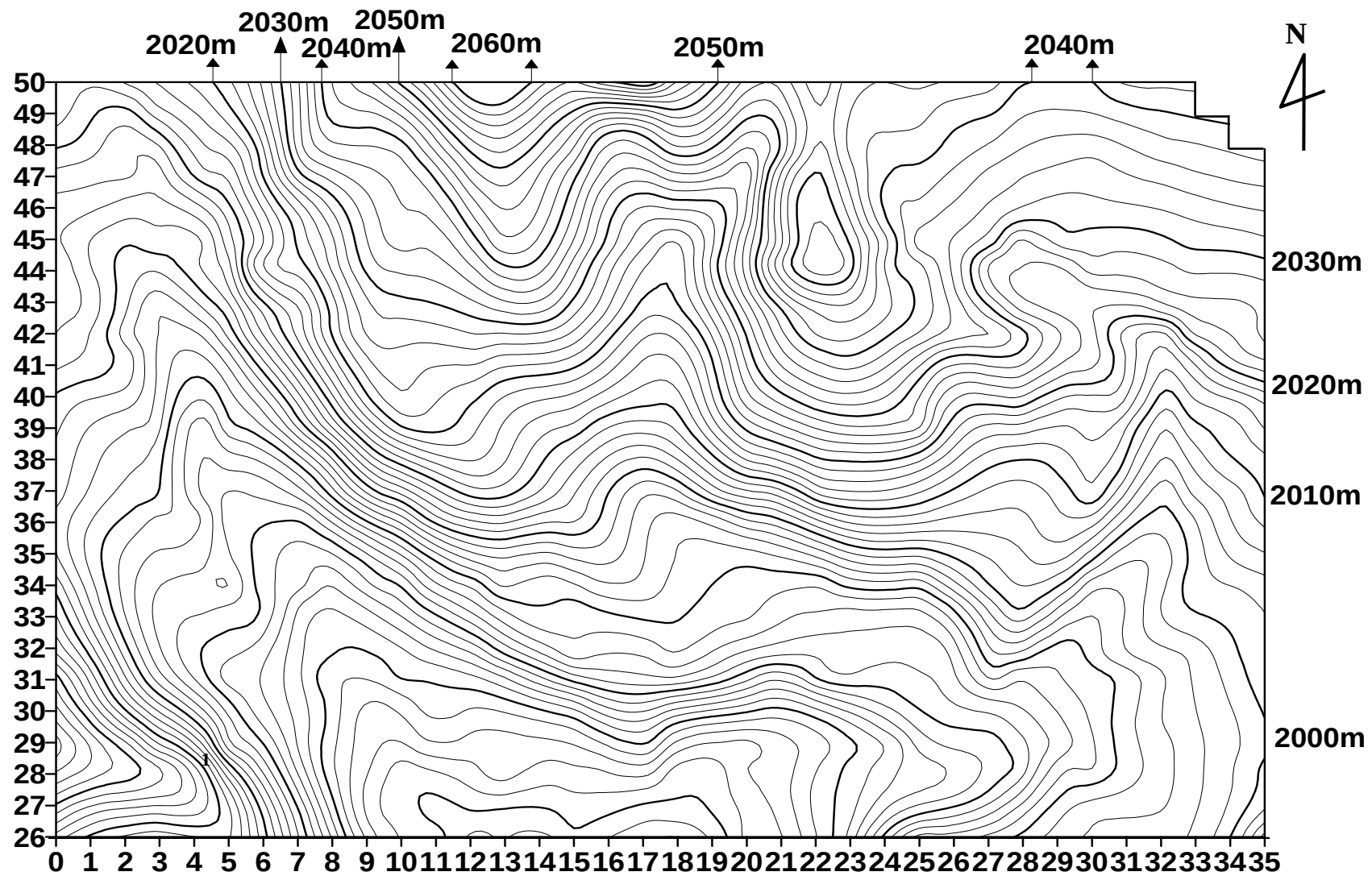


圖 138、毛瓣石楠植株分佈圖。

水平距離(單位10m)

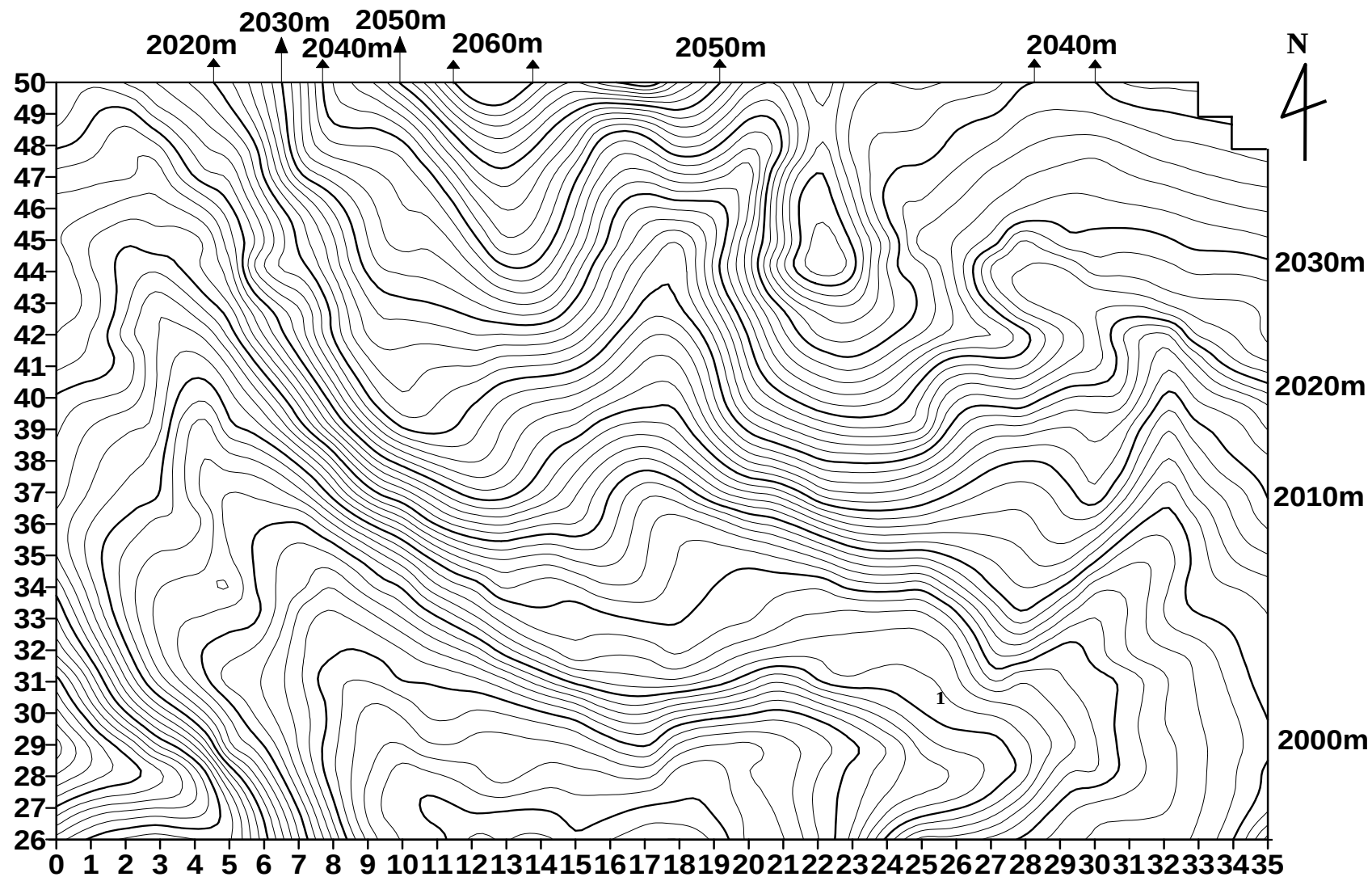


圖 139、臺灣山桂花植株分佈圖。 水平距離(單位10m)

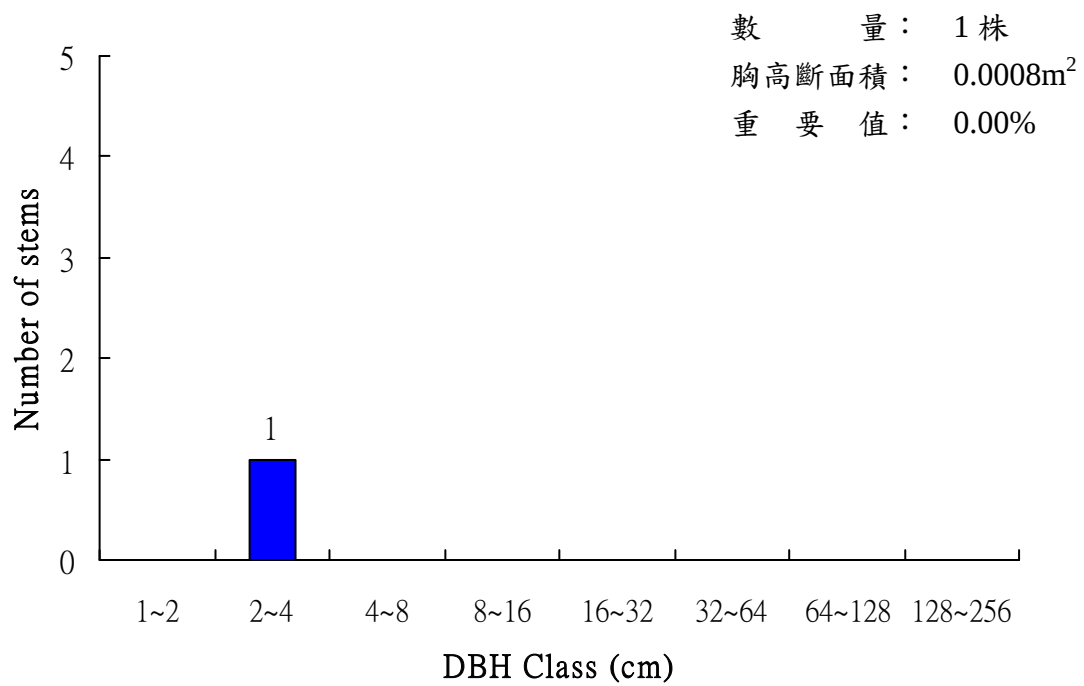


圖 140、臺灣山桂花徑級結構圖。

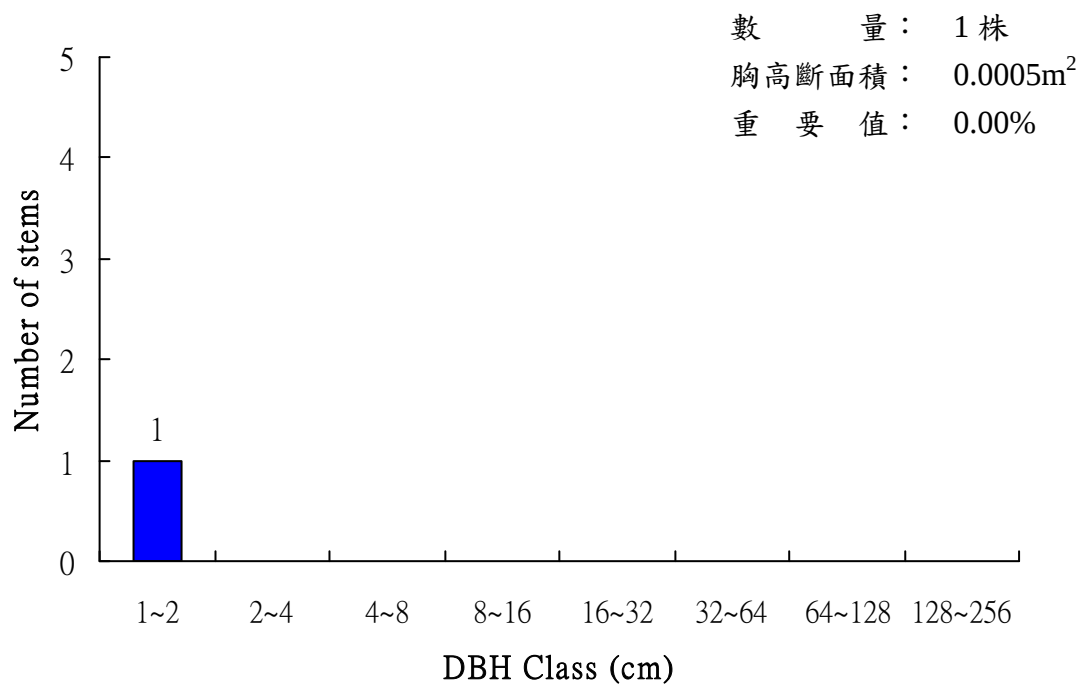


圖 141、米碎桫欏木徑級結構圖。

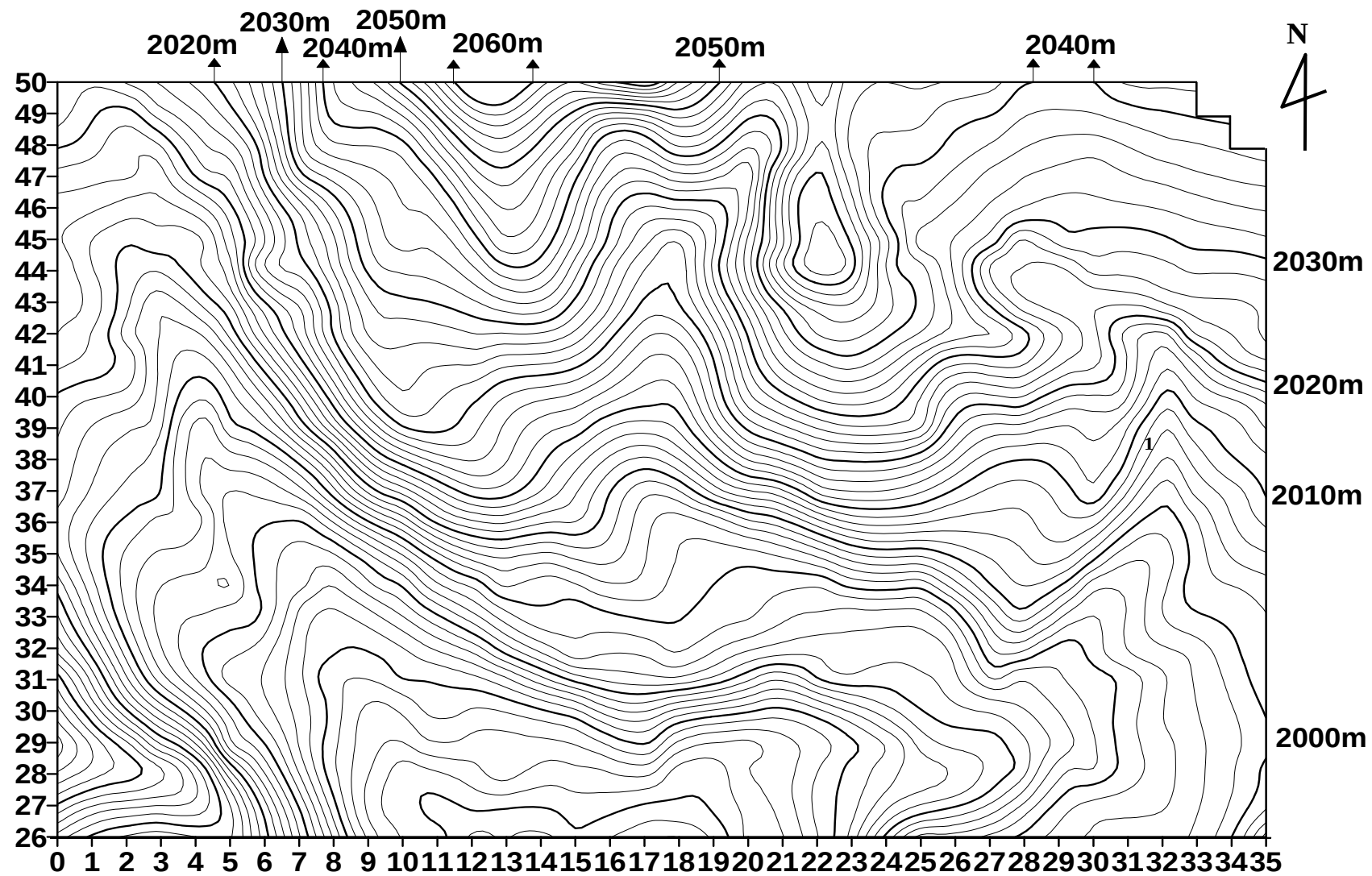


圖 142、米碎桫欏木植株分佈圖。

水平距離(單位10m)

七、參考文獻

- 王文明，2004。雅美人對蘭嶼植被的影響。國立台南師範學院自然科學教育學系碩士班碩士論文。
- 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。
- 邱少婷、楊國禎、林笈克、許鈞雅，2005。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。農委會林務局。
- 何春蓀，2003。臺灣地質概論。經濟部中央地質調查所。台北縣。
- 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。
- 林育霜，2005。南橫塔關山鐵杉林永久樣區地被植物之研究。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。
- 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。
- 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。
- 陳子英，1994。臺灣北部楠櫨林帶櫨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。
- 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。
- 張勵婉、蘇聲欣、林則桐，2004。長期森林動態學--福山亞熱帶雨林大型永久樣區之設置與調查。林業研究專訊 11 (4): 25-27 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。
- 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。

- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- Enoki, T. 2003. Microtopography and distribution of canopy trees in a subtropical evergreen broad-leaved forest in the northern part of Okinawa Island, Japan. *Ecological Research* 18:103-113.
- 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.

Taiwan.

- 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.
- Manabe, T., N. Nishimura, M. Miura, and S. Yamamoto. 2000. Population structure and spatial patterns for trees in a temperate old-growth evergreen broad-leaved forest in Japan. *Plant Ecology* 151:181–197.
- Wills, C., K. E. Harms, R. Condit, D. King, J. Thompson, F. He, H. C. Muller-Landau, P. Ashton, E. Losos, L. Comita, S. Hubbell, J. LaFrankie, S. Bunyavejchewin, H. S. Dattaraja, S. Davies, S. Esufali, R. Foster, N. Gunatilleke, S. Gunatilleke, P. Hall, A. Itoh, R. John, S. Kiratiprayoon, S. L. de Lao, M. Massa, C. Nath, Md. N. S. Noor, A. R. Kassim, R. Sukumar, H. S. Suresh, I. F. Sun, S. Tan, T. Yamakura, and J. Zimmerman. 2006. Nonrandom processes maintain diversity in tropical forests. *Science* 311:527-531.
- 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 from 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 from the forest dynamics plot network*. Taiwan Forestry Research Institute, Taipei, Taiwan.

網站資料

塔山自然實驗室線上資料庫(PBASE online) : <http://pol.tnl.org.tw/>。

附錄一、楠溪 8.37 公頃森林動態樣區植物名錄

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 槭樹科

2. *Acer albopurpurascens* Hayata 樟葉槭 (T, E, C)
3. *Acer insulare* Makino 尖葉槭 (T, V, M)
4. *Acer serrulatum* Hayata 青槭 (T, E, C)

3. Aquifoliaceae 冬青科

5. *Ilex ficoidea* Hemsl. 臺灣糊櫟 (T, V, M)

4. Araliaceae 五加科

6. *Sinopanax formosana* (Hayata) Li 華參 (T, E, R)
7. *Tetrapanax papyriferus* (Hook.) K. Koch 通草 (S, V, C)

5. Berberidaceae 小檗科

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

6. Betulaceae 樺木科

9. *Alnus formosana* (Burkill ex Forbes & Hemsl.) Makino 臺灣赤楊 (T, V, C)
10. *Carpinus kawakamii* Hayata 阿里山千金榆 (T, E, C)

7. Boraginaceae 紫草科

11. *Ehretia dicksonii* Hance 破布烏 (T, V, C)

8. Caprifoliaceae 忍冬科

12. *Viburnum luzonicum* Rolfe 呂宋莢迷 (T, V, C)
13. *Viburnum taitoense* Hayata 臺東莢迷 (S, E, M)

9. Daphniphyllaceae 虎皮楠科

14. *Daphniphyllum himalaense* (Benth.) Muell.-Arg. ssp. *macropodum* (Miq.) Huang 薄葉虎皮楠 (T, V, M)

10. Elaeocarpaceae 杜英科

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

11. Ericaceae 杜鵑花科

16. *Lyonia ovalifolia* (Wall.) Drude 南燭 (T, V, C)
17. *Pieris taiwanensis* Hayata 臺灣馬醉木 (S, E, C)
18. *Rhododendron latoucheae* Fr. 西施花 (T, V, C)
19. *Rhododendron oldhamii* Maxim. 金毛杜鵑 (S, E, C)
20. *Rhododendron rubropilosum* Hayata 紅毛杜鵑 (S, E, C)
21. *Vaccinium randaiense* Hayata 巒大越橘 (T, V, M)

12. Fagaceae 殼斗科

22. *Castanopsis carlesii* (Hemsl.) Hayata 長尾栲 (T, V, C)
23. *Cyclobalanopsis stenophylloides* (Hayata) Kudo & Masamune ex Kudo 狹葉櫟 (T, E, C)
24. *Pasania kawakamii* (Hayata) Schott. 大葉石櫟 (T, E, C)
25. *Quercus tatakaensis* Tomiya 銳葉高山櫟 (T, E, M)

13. Flacourtiaceae 大風子科

26. *Idesia polycarpa* Maxim. 山桐子 (T, V, C)
27. *Xylosma congesta* (Lour.) Merr. 柞木 (T, V, R)

14. Juglandaceae 胡桃科

28. *Platycarya strobilacea* Sieb. & Zucc. 化香樹 (T, V, M)

15. Lauraceae 樟科

29. *Beilschmiedia erythrophloia* Hayata 瓊楠 (T, V, C)
30. *Cinnamomum insulari-montanum* Hayata 臺灣肉桂 (T, E, M)
31. *Litsea acuminata* (Blume) Kurata 長葉木薑子 (T, V, C)
32. *Litsea akoensis* Hayata 屏東木薑子 (T, E, M)
33. *Machilus japonica* Sieb. & Zucc. 假長葉楠 (T, V, C)
34. *Machilus thunbergii* Sieb. & Zucc. 紅楠 (T, V, C)
35. *Machilus zuihoensis* Hayata var. *mushaensis* (Lu) Y. C. Liu 青葉楠 (T, E, M)
36. *Neolitsea sericea* (Blume) Koidz. 白新木薑子 (T, V, M)

16. Magnoliaceae 木蘭科

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

17. Myrsinaceae 紫金牛科

38. *Ardisia cornudentata* Mez ssp. *morrisonensis* (Hayata) Yuen P. Yang 玉山紫金牛 (S, E, C)
39. *Maesa perlarius* (Lour.) Merr. var. *formosana* (Mez) Yuen P. Yang 臺灣山桂花 (S, V, C)

18. Oleaceae 木犀科

40. *Ligustrum matudae* Kanehira ex Shimizu & Kao 松田氏女貞 (T, E, R)
41. *Osmanthus matsumuranus* Hayata 大葉木犀 (T, V, C)

19. Pittosporaceae 海桐科

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

20. Rosaceae 薔薇科

43. *Eriobotrya deflexa* (Hemsl.) Nakai 山枇杷 (T, E, C)
44. *Malus doumeri* (Bois) Chev. 臺灣蘋果 (T, V, R)
45. *Photinia serratifolia* (Desf.) Kalkman var. *lasiopetala* (Hayata) Ohashi 毛瓣石楠 (T, E, R)
46. *Pourthiaea beauverdiana* (Schneider) Hatusima var. *notabilis* (Rehder & Wilson) Hatusima 臺灣老葉兒樹 (T, V, R)
47. *Prunus campanulata* Maxim. 山櫻花 (T, V, C)

21. Rutaceae 芸香科

48. *Tetradium meliaefolia* (Hance) Benth. 賊仔樹 (T, V, C)

22. Saxifragaceae 虎耳草科

49. *Deutzia pulchra* Vidal 大葉溲疏 (S, V, C)
50. *Deutzia taiwanensis* (Maxim.) Schneider 臺灣溲疏 (S, E, C)
51. *Itea parviflora* Hemsl. 小花鼠刺 (T, E, C)

23. Symplocaceae 灰木科

52. *Symplocos heishanensis* Hayata 平遮那灰木 (T, V, C)
53. *Symplocos konishii* Hayata 小西氏灰木 (T, V, C)

24. Theaceae 茶科

54. *Eurya chinensis* R. Br. 米碎柃木 (S, V, C)
55. *Eurya gnaphalocarpa* Hayata 毛果柃木 (T, V, C)
56. *Eurya leptophylla* Hayata 薄葉柃木 (S, E, C)
57. *Eurya loquaiana* Dunn 細枝柃木 (S, V, C)

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

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

25. Ulmaceae 榆科

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

26. Urticaceae 蕁麻科

61. *Debregeasia edulis* (Sieb. & Zucc.) Wedd. 水麻 (S, V, C)

62. *Oreocnide pedunculata* (Shirai) Masamune 長梗紫麻 (T, V, C)

27. Verbenaceae 馬鞭草科

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

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

欄 A - T: 木本, S: 灌木, C: 藤本, H: 草本

屬性代碼(A, B, C)對照表 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	26	0	27
屬數	0	1	50	0	51
種數	0	1	63	0	64
喬木	0	1	47	0	48
灌木	0	0	16	0	16
藤本	0	0	0	0	0
草本	0	0	0	0	0
特有	0	1	23	0	24
原生	0	0	40	0	40
歸化	0	0	0	0	0
栽培	0	0	0	0	0
普遍	0	0	44	0	44
中等	0	0	12	0	12
稀有	0	1	7	0	8