

研究報告

國立中興大學文山林場植群調查研究

王偉^{1,2} 杜采芙¹ 邱清安^{1,3} 曾彥學^{1,2} 林志銓^{1,3} 曾喜育^{1*}

【摘要】中興大學文山林場為臺灣北部地區重要水源涵養林，為能提供實驗林管理處經營管理需求進行林場植群調查。本研究共調查29個森林樣區 (15 m × 15 m)，樣區紀錄100科213屬346種維管束植物，包括34種臺灣特有種與9種稀有植物以及3種歸化種。群團分析結果顯示，以喬木層優勢種命名可以將植群區分為江某型、相思樹型、水同木型、紅楠型、香楠型與山紅柿-大明橘型等6型。降趨對應分析結果與群團分析大致相同，而典型對應分析顯示植群的分布主要受到海拔、全天光空域與水分梯度之影響而分化。若未受干擾情況下，文山林場中坡至嶺線的森林將以紅楠為優勢，溪谷區域則以水同木、江某為優勢，最後將演替成具代表性的臺灣北部低海拔常綠闊葉林。本研究不僅能了解文山林場的森林現況，亦能提供北部低海拔山區森林經營管理與生態研究之參考。

【關鍵詞】文山林場、植群、演替、群團分析、典型對應分析。

1. 國立中興大學森林學系

Department of Forestry, National Chung Hsing University

2. 行政院農業委員會林業試驗所植物園組

Division of Botanical Garden, Taiwan Forestry Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan

3. 國立中興大學實驗林管理處

Experimental Forest Management Office, National Chung Hsing University

* 通訊作者：erecta@nchu.edu.tw

Corresponding author: erecta@nchu.edu.tw

Research paper

Vegetation of Wenshan Forest Station, National Chung Hsing University

Wei Wang² Tsai-Fu Duh¹ Ching-An Chiu^{1,3} Yen-Hsueh Tseng^{1,2} Chih-Chuan Lin^{1,3} Hsy-Yu Tzeng^{1*}

【Abstract】 The Wenshan Forest Station of Chung Hsing University, located in North Taiwan, plays an important role in conserving water. To understand the forest management requirements of the Experimental Forest Management Office of National Chung Hsing University, a survey on 29 forest vegetation plots (15 m × 15 m) was conducted. A total of 346 vascular plants that belonged to 213 genera and 100 families were recorded, including 34 endemic species, 9 rare species, and 3 naturalized species. The result of cluster analysis showed that the forest vegetation was classified into six types based on the dominant species: *Schefflera octophylla* type, *Acacia confusa* type, *Ficus benguetensis* type, *Machilus thunbergii* type, *Machilus zuihoensis* type, and *Diospyros morrisiana-Myrsine sequinii* type. The result of descending correspondence analysis was roughly similar to that of the cluster analysis, whereas the result of canonical correspondence analysis showed that the distribution of vegetation was mainly affected by altitude, whole light sky space, and water gradients. According to the results of the population structure and vegetation survey, if undisturbed, the forest from the middle slope to the ridge will be dominated by *M. thunbergii*, whereas the riparian will be dominated by *S. octophylla* and *F. benguetensis*, and the forest will succeed in becoming a typical low-altitude broad-leaved evergreen forest in North Taiwan. This study provides an understanding about the current situation of Wenshan Forest Station and serves as a basis for forest management and ecological research in low-altitude mountainous areas.

【Keywords】 Wenshan Forestry Station; vegetation; succession; cluster analysis; canonical correspondence analysis.

一、前言

國立中興大學實驗林管理處所屬文山林場屬於低海拔山區，且鄰近翡翠水庫，為重要的水源保護區。文山林場的植群組成以天然闊葉林為主，過去栽植杉木 (*Cunninghamia lanceolata*)、柳杉 (*Cryptomeria japonica*)、松樹 (*Pinus* spp.)、相思樹 (*Acacia confusa*) 等人工林約 12 ha，但因位於新店溪衝風地帶，除了相思樹外，其餘大部分的造林生長不良 (呂金誠&許俊凱 1997)。根據邱清安等 (2008) 臺灣潛在植群形相分類方案，文山林場屬於森林常綠闊葉混淆林，氣候帶屬於亞熱帶的涼段至熱段之間，主要植物組成爲楨楠屬 (*Machilus*)、栲屬 (*Castanopsis*)、大頭茶 (*Grdonia axillaris*)、黃杞 (*Engelhardia roxburghiana*)、柯屬 (*Pasania*)、榕屬 (*Ficus*)、樟屬 (*Cinnamomum*)、相思樹等。

文山林場植相研究最早爲日據時期風間四郎&清水善男 (1942) 的植相調查，除了記錄有 99科 278屬 391種維管束植物，並推論從植物物種或植群生態的觀點，實驗林是台北近郊普見的山區次生林相，若順應氣候逐漸發展形成極盛相爲以紅楠 (*Machilus thunbergii*) 爲主的常綠闊葉林。呂金誠&許俊凱 (1997) 於林場內進行樣區植群調查指出，冠層優勢喬木植物如江某 (*Schefflera octophylla*)、紅楠、樹杞 (*Ardisia sieboldii*)、山紅柿 (*Diospyros morrisiana*)、臺灣樹參 (*Dendropanax dentiger*)、墨點櫻桃 (*Prunus phaeosticta*) 等耐陰性樹種，在地被層亦有相當多的比例，顯示此些種類更新狀況良好，是後續演替過程的重要角色。其餘植相與相群調查範圍則位於文山林場附近地區 (黃英 2010)。

植群調查與分析主要目的在於分析植物社會的組成與構造，並尋求其變異與環境因子間的相關性 (于幼新 2004)；植群調查研究結果除了可提供森林學家在育林作業及林業經營的參考外，於農業經營、土地利用、遊樂規劃，以及環境保育等領域皆可提供理論基礎 (劉榮瑞&蘇鴻傑 1983；王立志 1987)。因此，依據植物結構之組成，將其劃分爲不同植群，不僅可供進一步探討其植相變化、與環境的相關性及演替情況，也可以提供森林經營管理的基礎與植群生態分類的參考 (陳子英 2004)。由於文山林場植群研究調查已歷時久遠，故再次進行調查了解現況，並與過去資料進行比較，以供實驗林管理處於森林經營管理與水源保護的決策參考。

二、材料與方法

(一) 研究區環境概況

文山林場位臺灣北部 (圖1)，行政區劃上屬新北市新店區屈尺里，面積約 117.91 ha；東臨翡翠水庫，西側係直潭及屈尺社區，北界粗坑，位新店溪上游北勢溪與南勢溪匯流處之北面，屬淡水河系；最高山峰爲直潭山，海拔高 732 m。地層主要由漸新世的大桶山層和中新世的木山層組成，大桶山層分布在近新店溪較低海拔處，而木山層主要分布在直潭山一帶 (林朝宗 2000)。林場未設置氣候觀測站，根據 Chiu et al. (2009) 以地理統計所推估之長期氣候資料，文山林場年均溫爲 19.5°C，1月均溫最低爲 13.0°C，7月均溫最高爲 25.7°C，平均年降雨量爲 3,056 mm，以此所繪之生態氣候圖 (圖 2) 顯示，本區雖然夏半年降水較多，但全年均屬特濕期 (perhumid period) 並無明顯之乾季。

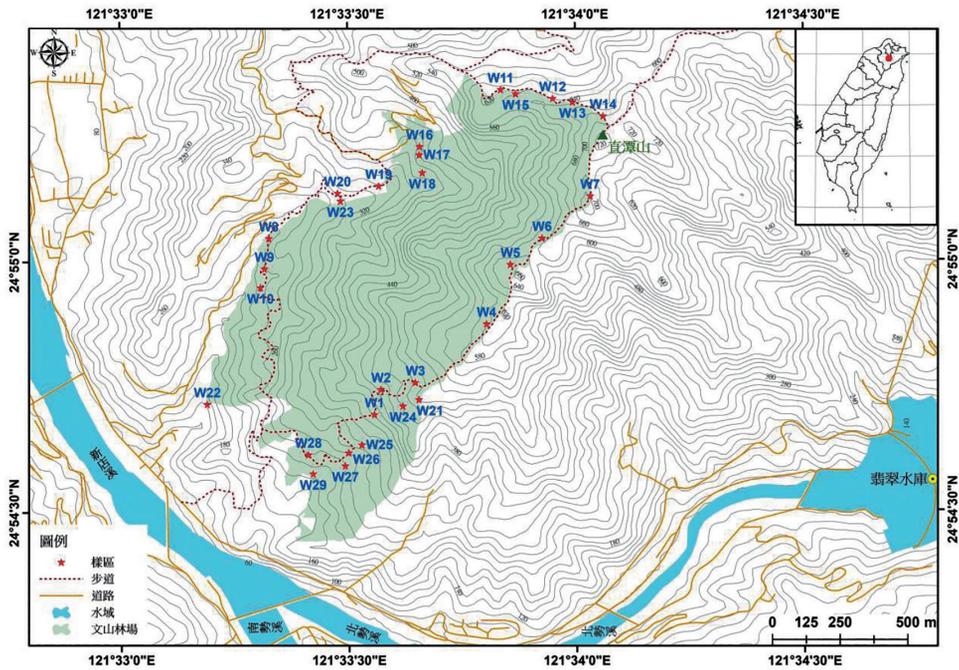


圖1. 文山林場地理位置與植群樣區分布圖。

Figure 1. The map and sample plot locations of Wenshan Forest Station.

(二) 樣區設置及調查

本研究採取多樣區法 (multiple plot method) 之集落樣區設置法 (contagious quadrant method)，樣區大小為 $15\text{ m} \times 15\text{ m}$ ，由9個 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 之小區所組成，調查時將植物分喬木層 (overstory) 及地被層 (understory)，樣區內樹木胸徑大於 1 cm 者，列入喬木層，記錄其胸高直徑以及種類；其他胸高直徑小於 1 cm 之樹種及草本、蕨類等維管束植物，則列為地被層，記錄種類及其覆蓋面積。

(三) 環境因子測定

1. 海拔高度 (altitude, Alt.)

本研究以全球衛星定位系統 (Global Positioning System, GPS) 進行樣區定位與海拔高度的測量。海拔常與氣溫成反比，可視為影響氣溫的一間接因子，為影響植群分類的重要

因素 (Tsiripidis et al. 2007)。

2. 坡向 (aspect, Asp.)

坡向會導致日照、溫度、濕度與土壤水分的差異，為影響植群組成的重要因子；本研究使用羅盤儀測量樣區坡向，使用一圓表示 360° 方位角劃分成16個方位，每個方位 22.5° ，並賦予每一方位一整數值表示其影響因子的大小，即水分梯度值 (Whittaker 1956)；以北半球而言，西南向最乾燥，東北向則最陰濕，故以數值1至16表示最乾燥至最潮濕 (Day & Monk 1974)。

3. 坡度 (slope, Slp.)

坡度是指生育地的傾斜程度，本研究以羅盤儀測量樣區的坡面角度，坡度除了影響土壤厚度與含水量之外，太陡的坡面亦較不利於淺根性樹種生長 (黃英 2010)，因此坡度是影響植

群分布的重要因子。

4. 全天光空域 (whole light sky space, WLS)

全天光空域指樣區所在位置上方的空域，扣除受周圍地形地物遮蔽部分所得的天空比例 (王俊閔等 2010)。可測量樣區的12個方位角，以及測出樣區四周遮蔽物的高度角 (altitude angle)，以製圖方式求出未受遮蔽的天空範圍分率 (蘇鴻傑 1987)。

(四) 資料統計與分析

1. 維管束植物種類清單

調查紀錄出現樣區的維管束植物種類，彙整成植物名錄清單，植物名錄所使用之學名主要依據為Flora of Taiwan II (Boufford et al. 2003)，其結果可供建立物種基本資料庫，以了解該區域的物種組成特性。珍稀植物依據2017臺灣植物紅皮書 (臺灣植物紅皮書編輯委員會 2017) 判定；歸化植物 (naturalized plant

species) 參考Wu et al. (2004)、Chen (2008) 和張芷熒 (2007) 進行區分。

2. 植群分析

(1) 植群分類

計算各樣區中各喬木層植物的重要值指數 (importance value index, IVI) 和地被層重要值 (importance value, IV)，表示該物種在樣區的重要程度，以決定該植物社會的優勢種 (Asigbaase et al. 2019)，計算公式為 (Curtis & McIntosh 1950) :

相對密度 (relative density) % = (某種植物之密度/所有植物密度之總和) × 100%

相對頻度 (relative frequency) % = (某種植物之頻度/所有植物頻度之總和) × 100%

相對優勢度 (relative dominance) % = (某種植物之優勢度/所有植物優勢度之總和) × 100%

喬木層重要值指數 (IVI) = 相對密度 + 相

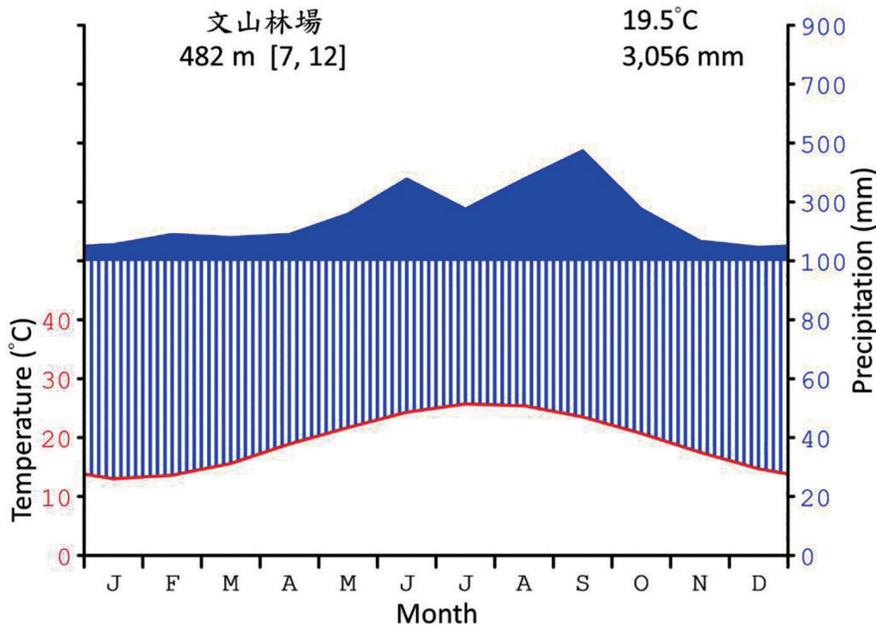


圖2. 文山林場生態氣候圖。

Figure 2. The climate diagram of Wenshan Forest Station.

對頻度 + 相對優勢度 = 300

地被層重要值 (IV) = 相對頻度 + 相對優勢度 = 200

以森林植物社會各樣區喬木層物種的重要值指數為基礎，利用PC-ORD 5.0 (McCune & Mefford 2011) 進行群團分析 (cluster analysis)，此方法可計算兩兩樣區之相似性指數 (index of similarity, IS)，再利用樹狀連結法將相似性最高的兩樣區合併後，再計算合併後的合成樣區與其他樣區之間的相似性指數，直到所有樣區合併成一個合成樣區為止，最後將群團分析的結果，繪製成樹狀圖 (dendrogram)，其結果可提供樣區群間之相似性水準 (蘇鴻傑 1996)。根據此樹狀圖，可依不同相似性百分率的臨界值 (threshold)，來劃分不同相似程度的植物社會 (梁耀竹等 2011)。劃分出數個植群型之後，再依該植群型的優勢種 (dominant species) 來命名，並加以描述其植物組成以及環境狀態。

(3) 物種多樣性分析

a. *Shannon-Wiener* 歧異度指數 (*Shannon-Wiener's index of diversity, H'*) (Shannon & Wiener 1949)

說明了物種的豐度和均勻度，其計算公式如下：

$H' = -\sum p_i (\ln p_i)$ ，其中 p_i 代表樣本中特定物種占樣本總個體數的比例

其得出的數值越大，代表該地之物種多樣性越高，反之，數值越小則多樣性越小 (Asigbaase et al. 2019)。

b. 均勻度指數 (*Evenness index, E*) (Pielou 1977)

衡量不同物種的相對豐度，其計算公式如下：

$E = H' / \ln S$ ，其中 H' 為 *Shannon-Wiener* 歧異

度指數， S 為群落的種類數目

其得出的數值介於 0~1 之間，數值越大，代表該地之物種組成越均勻，反之，數值越小則組成越不均勻。

(4) 分布序列法

將森林植物社會之重要值指數經文書處理軟體計算後，以重要值矩陣代入PC-ORD 5.0 (McCune & Mefford 2011) 進行降趨對應分析 (detrended correspondence analysis, DCA)。若軸長大於 4 SD (standard deviation) 時，代表物種與環境呈高斯分布曲線，再加入各樣區的環境因子矩陣，進行典型對應分析 (canonical correspondence analysis, CCA)。DCA 為將樣區的組成變化予以量化，再呈現於較少維度 (dimensions) 的空間中，目的在於說明植物社會之變異，利用DCA分析結果繪製成排序圖，再依據實際現況資料推論植群於空間排序之意涵 (劉棠瑞 & 蘇鴻傑 1983)。CCA 則將樣區之物種矩陣與環境因子矩陣做結合，目的在於說明物種與環境因子之間的關聯性 (Zhao et al. 2017)，其結果可得出各梯度軸能解釋物種與環境之變異量 (variance)，及個別環境變數解釋物種組成變異的百分比 (ter Braak & Verdonschot 1995)，CCA 分析結果繪製成排序圖，以了解樣區與物種在各環境梯度之變異情形。

(4) 族群結構

本研究將樣區調查之優勢組成樹種，徑級為 X 軸，其對應的株數為 Y 軸，繪製族群結構圖，藉以提供探討構成文山林場優勢樹種之森林植群演替趨勢。

三、結果與討論

(一) 樣區維管束植物組成清單

本研究文山林場設置29個森林樣區，共調查100科213屬346種，其中有34種特有種；蕨類植物有24科40屬89種 (表1)，蕨類商數達8.66；此結果與呂金誠&許俊凱 (1997) 調查文山林場1 ha樣區 (蕨類植物54種，種子植物194種) 蕨類商數6.96與黃英 (2010) 調查直潭山植群 (蕨類植物102種，種子植物270種) 蕨類商數9.44之間；雖然蕨類商數略有差異，但遠高於臺灣全島蕨類商數之平均值4.56 (Boufford et al. 2003)，反應文山林場溫暖而潮濕的生育地環境。

裸子植物2科3屬3種，分別為柳杉、杉木及竹柏 (*Nageia nagi*)，柳杉與杉木為林場人工林栽植之殘存林木。雙子葉植物64科141屬206種，單子葉植物10科29屬48種 (表1)。木本植物種數前5科依次為茜草科 (Rubiaceae) (19種)、樟科 (Lauraceae) (12種)、大戟科 (Euphorbiaceae) (11種)、紫金牛科 (Myrsinaceae) (10種) 及桑科 (Moraceae) (9種)。呂金誠&許俊凱 (1997) 於文山林場長期樣區之木本優勢科為茜草科、薔薇科、樟科、冬青科、大戟科、山茶科；黃英 (2010) 於直潭山調查結果為大戟科、茜草科、樟科、冬青科、桑科、殼斗科、紫金牛科，三者研究結果大致相似。地被植物

表1. 文山林場維管束植物組成清單。

Table 1. List of vascular plants in Wenshan Forest Station.

維管束類別	科	屬	種
蕨類植物	24	40	89
裸子植物	2	3	3
雙子葉植物	64	141	206
單子葉植物	10	29	48
總計	100	213	346

種數前5科依次為金星蕨科 (Thelypteridaceae) (11種)、水龍骨科 (Polypodiaceae) (10種)、碗蕨科 (Dennstaedtiaceae) (9種)、蘭科 (Orchidaceae) (8種)、禾本科 (Poaceae) (8種)。呂金誠&許俊凱 (1997) 調查地被組成優勢科有蘭科、水龍骨科、鱗毛蕨科，黃英 (2010) 調查為蘭科、水龍骨科、碗蕨科、金星蕨科、鳳尾蕨科，地被物種組成優勢科結果大致相同。木本及地被植物的種數優勢科別顯示，文山林場的植物種類組成成為臺灣北部亞熱帶低海拔環境組成優勢科的特性 (風間四郎&清水善男 1942；黃英 2010)。

依2017臺灣維管束植物紅皮書名錄 (臺灣植物紅皮書編輯委員會 2017)，樣區共記錄9種稀有植物，分別為臺北茜草樹 (*Randia canthioides*) (VU)、大葉灰木 (*Symplocos grandis*) (VU)、針房藤 (*Rhaphidophora liukiensis*) (VU)、竹柏 (EN)、牛樟 (*Cinnamomum kanehirai*) (EN)、長柄鳳尾蕨 (*Pteris bella*) (NT)、蓬萊同蕊草 (*Rhynchotechum formosanum*) (NT)、土肉桂 (*Ci. osmophloeum*) (NT)、及日本柳葉箬 (*Isachne nipponensis*) (NT)。樣區內調查的歸化植物有3種，分別為馬藍 (*Strobilanthes cusia*)、黃金葛 (*Epipremnum aureum*) 及綠竹 (*Bambusa oldhamii*) (葉德銘等 2005；嚴新富 2005)。馬藍、黃金葛及綠竹可

能為林場過場或鄰近居民栽植而歸化，目前僅零星族群出現在較低海拔樣區。

(二) 植群分析

本研究於文山林場共調查29個樣區，群團分析結果以訊息維持度 (imformation remaining) 30%為閾值，劃分成江某型 (*Schefflera octophylla* type)、相思樹型 (*Acacia confusa* type)、水同木型 (*Ficus benguetensis* type)、紅楠型 (*Machilus thunbergii* type)、香楠型 (*Machilus zuihoensis* type) 與山紅柿-大明橘型 (*Diospyros morrisiana-Myrsine seguinii* type) 等6型 (圖3)，各植群型與樣區調查之物種多樣性如表2。

1. 江某型

江某型包含樣區1、8、9、10、17，共計5區，分布海拔164-396 m，多分布於地勢較低處，且皆位於背風面，其中樣區8、9、10之西側有新店溪通過，樣區8之位置距離新店溪較近，為5個樣區中最潮濕者。喬木層之

Shannon-Wiener歧異度指數為 1.05 ± 0.11 ，均勻度指數為 0.80 ± 0.02 ；林冠以江某為主要樹種，樹杞次之。樣區8調查到杉木出現，應為林場過去造林樹種殘存林木。灌木以九節木 (*Psychotria rubra*) 為最多，地被層以廣葉鋸齒雙蓋蕨 (*Diplazium dilatatum*) 為最優勢，酸藤 (*Ecdysanthera rosea*)、圓葉雞屎樹 (*Lasianthus wallichii*)、九節木、觀音座蓮 (*Angiopteris lygodiifolia*) 等普遍出現。

2. 相思樹型

相思樹型包含樣區24、27、28，共計3區，分布海拔250-450 m，位於中坡與背風面。喬木層Shannon-Wiener歧異度指數為 0.88 ± 0.19 ，均勻度指數為 0.70 ± 0.21 ；林冠以相思樹為主要樹種，伴生有紅楠、香楠 (*Ma. zuihoensis*)、茜草樹 (*Ra. cochinchinensis*)、江某等。灌木以九節木為主，燈稱花 (*Ilex asprella*) 次之；地被層以廣葉鋸齒雙蓋蕨為最

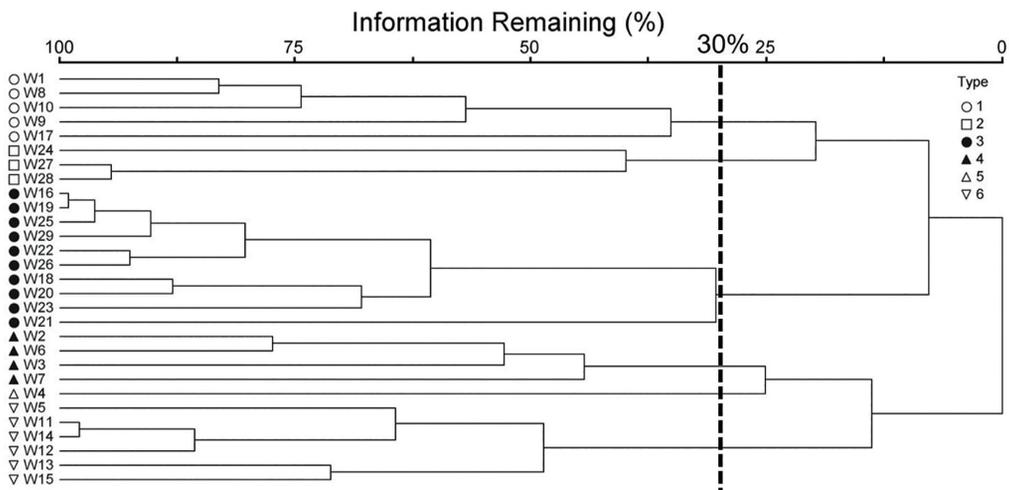


圖3. 文山林場森林植群群團分析樹狀圖。

Figure 3. Cluster analysis tree diagram of forest vegetation in Wenshan Forest Station.

(1) 江某型 (*Schefflera octophylla* type)、(2) 相思樹型 (*Acacia confusa* type)、(3) 水同木型 (*Ficus benguetensis* type)、(4) 紅楠型 (*Machilus thunbergii* type)、(5) 香楠型 (*Machilus zuihoensis* type)、(6) 山紅柿-大明橘型 (*Diospyros morrisiana-Myrsine seguinii* type)。

優勢，九節木、細柄雙蓋蕨 (*Dip. donianum*)、圓葉雞屎樹、琉球雞屎樹 (*L. fordii*) 普遍出現。相思樹因木炭需求過去於臺灣全島廣泛

栽植，研究樣區內的相思樹平均胸徑約40.06 cm，林下缺乏稚樹與小苗，為栽植的人工林(風間四郎&清水善男 1942)。

表2. 文山林場喬木層及地被層之物種多樣性表。

Table 2. List of species diversity of overstory and understory in Wenshan Forest Station.

樣區	喬木層			地被層			植群型
	S	H	E	S	H	E	
W1	17	0.97	0.79	43	1.33	0.81	1 江某型
W8	14	0.91	0.79	69	1.60	0.87	
W10	22	1.11	0.83	71	1.51	0.82	
W9	28	1.17	0.81	66	1.55	0.85	
W17	23	1.10	0.81	67	1.50	0.82	
W24	15	1.09	0.93	37	1.35	0.86	2 相思樹型
W27	20	0.83	0.64	38	1.28	0.81	
W28	23	0.73	0.53	88	1.57	0.81	
W16	8	0.68	0.75	74	1.59	0.85	3 水同木型
W19	10	0.87	0.87	50	1.42	0.84	
W25	12	0.78	0.72	49	1.45	0.86	
W29	7	0.59	0.70	47	1.45	0.87	
W22	10	0.73	0.73	70	1.59	0.86	
W26	16	0.72	0.60	49	1.32	0.78	
W18	15	1.00	0.85	71	1.55	0.84	
W20	15	1.06	0.90	63	1.51	0.84	
W23	12	0.98	0.91	62	1.49	0.83	
W21	9	0.67	0.71	51	1.38	0.81	
W2	14	1.05	0.91	48	1.48	0.88	4 紅楠型
W6	17	1.09	0.89	61	1.56	0.87	
W3	20	1.12	0.86	60	1.45	0.82	
W7	23	1.17	0.86	78	1.66	0.88	5 香楠型
W4	18	1.15	0.92	53	1.47	0.85	
W5	19	1.13	0.88	78	1.59	0.84	6 山紅柿-大明橘型
W11	26	1.31	0.92	69	1.58	0.86	
W14	28	1.19	0.82	83	1.52	0.79	
W12	34	1.34	0.87	91	1.68	0.86	
W13	24	1.15	0.83	56	1.45	0.83	
W15	32	1.30	0.86	84	1.64	0.85	

註：S為物種數，H為夏農歧異度指數，E為均勻度。

3. 水同木型

水同木型包含樣區16、18、19、20、21、22、23、25、26、29，共計10區，分布海拔130-399 m，為文山林場最優勢的植物社會，多分布於谷地，且皆位於背風面，其中樣區22為所有樣區中海拔最低者，西側有新店溪通過，而樣區23為距離新店溪最近之樣區，環境最為濕潤。喬木層Shannon-Wiener歧異度指數為 0.81 ± 0.16 ，均勻度指數為 0.77 ± 0.10 ；林冠以水同木 (*Ficus benguetensis*) 為主要樹種組成，山香圓與長梗紫麻 (*Oreocnide pedunculata*) 普遍出現的伴生樹種。地被層以廣葉鋸齒雙蓋蕨、冷青草 (*Elatostema lineolatum* var. *majus*) 為主要組成物種，臺灣山蘇花 (*Asplenium nidus*)、圓葉雞屎樹、萊氏線蕨 (*Colysis wrightii*) 經常出現於樣區；耐陰性樹種如水同木、山香圓、水冬瓜 (*Saurauia tristyla* var. *oldhamii*) 等樹種的小苗與稚樹分布。

4. 紅楠型

紅楠型包含樣區2、3、6、7，共計4區，分布海拔411-700 m，多位於海拔較高之迎風面，僅樣區2位於背風面。喬木層Shannon-Wiener歧異度指數為 1.11 ± 0.05 ，均勻度指數為 0.88 ± 0.02 ；林冠以紅楠為主要樹種，江某次之，常見伴生樹種尚有小花鼠刺 (*Itea parviflora*)、墨點櫻桃等。灌木以九節木為主，地被以廣葉鋸齒雙蓋蕨為最優勢，鬼桫欏、琉球雞屎樹、臺灣山蘇花、黃藤 (*Calamus quiquesetinervius*) 普遍出現。

5. 香楠型

香楠型僅樣區4，海拔分布603 m，位於地勢較高之迎風面。喬木層Shannon-Wiener歧異度指數為1.15，均勻度指數為0.92；林冠以

香楠為主要樹種，柳杉、江某次之，其中柳杉為先前林場之造林樹種殘存林木。灌木以水冬瓜、大青 (*Clerodendrum cyrtophyllum*) 為主；地被層以廣葉鋸齒雙蓋蕨及瓜馥木 (*Fissistigma oldhamii*) 為主要物種。

6. 山紅柿-大明橘型

山紅柿-大明橘型包含樣區5、11、12、13、14、15，共計6區，分布海拔594-719 m，皆分布於嶺線附近，為林場分布海拔最高者林型，僅樣區5位於迎風面，為山紅柿-大明橘型中最潮濕的樣區，其餘樣區皆位於背風面，處於較乾燥環境。喬木層Shannon-Wiener歧異度指數為 1.24 ± 0.09 ，均勻度指數為 0.87 ± 0.04 ；林冠以山紅柿為主要樹種，江某、大明橘 (*Myrsine seguinii*) 次之，紅楠與大頭茶在多數樣區有分布。灌木以琉球雞屎樹、九節木為主；地被層以鬼桫欏為最優勢，琉球雞屎樹、小月桃 (*Alpinia intermedia*)、生根卷柏 (*Selaginella doederleinii*)、黃藤等普遍存在。

本研究將29個樣區進行DCA分布序列法分析，DCA排序結果顯示 (圖3) 與群團分析的樹狀圖 (圖2) 分群結果大致相符；前三個軸長分別為3.68、2.61與1.94，解釋率分別為13.76、6.23、4.06%；軸的度量單位則為物種的標準差單位 (standard deviation, SD)，各軸之長度會依次遞減，表示各軸所代表的植群變異能力遞減，由此可得知第一軸為植群變異的主要方向。結合各植群型樣區環境狀態，DCA排序結果可推測第一軸由右至左呈現海拔與地形的分化，反應山紅柿-大明橘型位在海拔較高的嶺線附近；其次，紅楠型與香楠型多位於嶺線與上坡處，而相思樹型位在中坡處；第一軸最左側為江某型與水同木型，多位於海拔較低的溪

谷地。第二軸由上至下呈現大致呈現水分梯度之分化，反應香楠型位於迎風面較潮濕的生育地，其次為紅楠型，有多數樣區位於迎風面，因此為相對較濕的環境，山紅柿-大明橘型、江某型與水同木型，前者位於嶺線，後兩者多位於溪谷的南面，故水分梯度較低，相思樹型皆分布於背風面，反應其乾燥之環境，因此在第二軸之最下方。

由於DCA第一軸的軸長接近4SD，故進行CCA分布序列分析(表3，圖4)；結果顯示前三軸的變異解釋率分別為11.72、5.29與5.06%，呈現遞減趨勢。CCA雙序圖以第一軸與第二軸表示，第一軸與海拔及全天光空域相關較高，

第二軸與水分梯度相關較高；CCA雙序圖顯示山紅柿-大明橘型分布於海拔較高之嶺線、全天光空域較高，且多為南向坡之環境，唯樣區5位於北向坡，因此較同植群型的其他樣區濕潤。紅楠型與香楠型為海拔次高者，且多為北向坡，屬於較為潮濕之環境。相思樹型分布於全天光空域較大，且多為南向坡之乾燥環境；江某型與水同木型多分布於較低窪之谷地，且全天光空域較小。

比對鄰近植群之研究發現，黃英(2010)針對臺灣北部直潭山植群之研究共設置56個樣區，涵蓋直潭山不同的環境與地形，該研究將植群分為A群水同木-長梗紫麻型與B群紅楠-

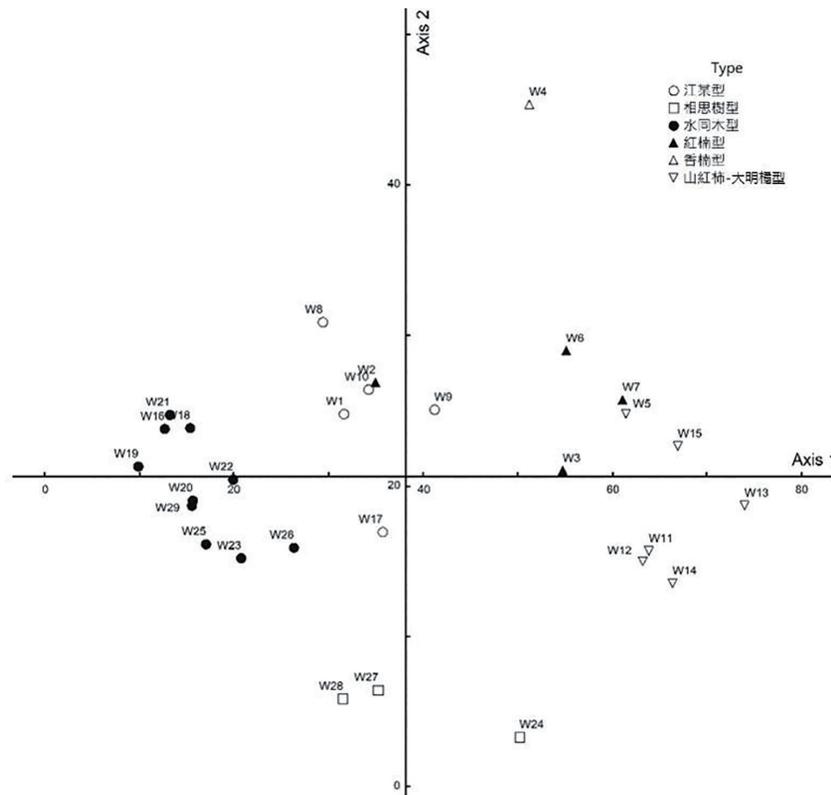


圖4. 文山林場之植群喬木層DCA排序圖。

Figure 3. Detrended correspondence analysis (DCA) ordination diagram of forest vegetation overstory in Wenshan Forest Station.

山紅柿型，A群屬於低海拔-溪谷型之植群型與本研究之江某型及水同木型大致相符，而B群之高海拔-稜線型之植群型亦與本研究之香楠型、紅楠型及山紅柿-大明橘型大致相符。王震哲&高美芳 (1994) 針對烏來山利用種間相關將天然闊葉林分為兩群，第一型為大明橘、青剛櫟及小葉赤楠之稜線植群，第二群則為江某、紅楠及樹杞等山坡地常見的物種組成之植群，與本研究的組成大致相似。另外，楊政鈞 (1997) 將桶后溪濱溪植群調查所設立的36個樣區可分為3型及5個亞型，其結果發現植群分化主要受地形因子如海拔高度、方位指數及全天光空域等因子，與本研究結果一致。

本研究將文山林場內喬木層的江某、相思樹、水同木、紅楠、香楠、山紅柿及大明橘等7種優勢樹種進行族群結構直方圖繪製；結果顯示，優勢喬木層物種之族群結構大致可分為3種；倒J型分布的族群有江某、水同木、山紅柿和大明橘，扭轉S型分布的族群有紅楠及香楠，J型分布則僅有相思樹 (圖5)。

依郭耀綸&葉慶龍 (2015) 針對臺灣原生闊葉林樹種光合潛力及耐陰性的研究結果，文中

林場喬木層7種優勢樹種組成，有6種屬於中等耐陰 (光合潛力 $20.9\sim 15.0 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) 至耐陰樹種 (光合潛力 $14.9\sim 12.5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) 樹種，反映文山林場森林演替階段以大致進入中至後期，其中江某、水同木、山紅柿和大明橘等樹種族群結構呈倒J型分布，反映此類樹種的天然更新狀況良好，小苗與稚樹有相當的數量可以補充族群的個體，使族群穩定的存在於目前演替中至後期階段。在倒J型分布的徑級結構中，大明橘的稚樹數量有略低的現象，此可能因大明橘主要分布在嶺線附近，水分條件較，再加上與其他樹種競爭。徑級結構呈扭轉S型分布的紅楠與香楠，在中間尺度徑級的數量呈現波動，有可能為小面積的擾動，使得稚樹或小苗徑級生長發生不連續現象 (李祈德 2015)，但族群的小徑木數量仍相當充沛，因此仍可在該區域維持其族群。

文山林場7種喬木層優勢樹種中，僅相思樹屬於先驅樹種 (光合潛力 $\geq 26.0 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) (郭耀綸&葉慶龍 2015)；而相思樹族群結構的徑級分布顯示呈現J型分布，反映著當林冠逐漸鬱閉形成大徑木為主的族群，相思樹族群

表3. 文山林場之植群喬木層CCA排序軸與環境因子相關性摘要表。

Table 3. Summary of the canonical correspondence analysis (CCA) of forest vegetation overstory in Wenshan Forest Station.

統計方法	因子	第一軸	第二軸	第三軸
統計量	特徵根	0.51	0.23	0.22
	變異解釋率	11.72	5.29	5.06
	累積變異解釋率	11.72	17.01	22.06
相關性	坡度	-0.21	0.31	-0.32
	海拔	0.89	-0.17	-0.20
	全天光	0.72	0.35	0.45
	水分梯度	0.10	-0.66	0.55

註：粗體字表示環境因子與排序軸具顯著相關。

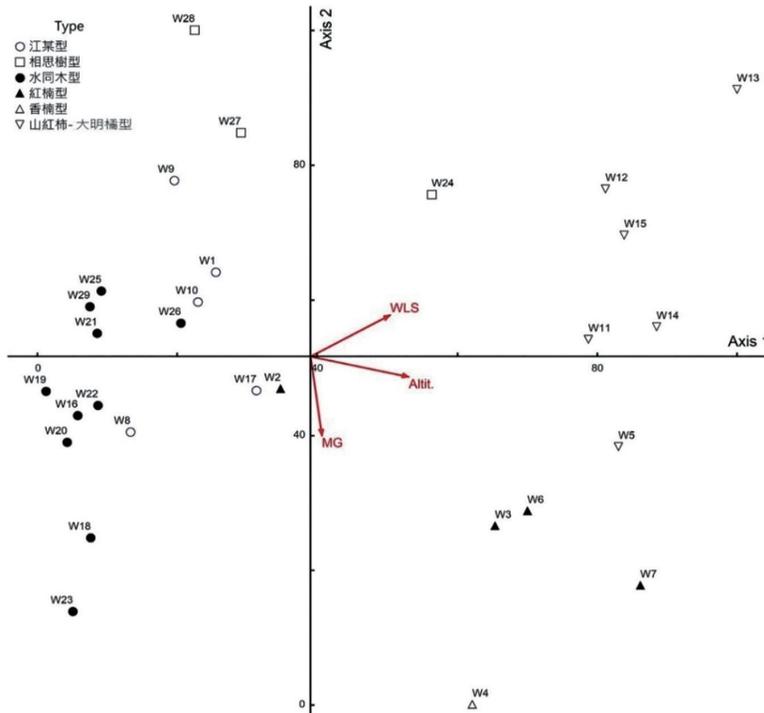


圖5. 文山林場之植群喬木層CCA排序圖。

Figure 4. Canonical correspondence analysis (CCA) ordination diagram of forest vegetation overstory in Wenshan Forest Station.

將難以順利更新。風間四郎&清水善男 (1942) 提及相思樹為日治時期所種植；然而，後期林場屬於水源保護區內而無相關撫育措施，因此相思樹多為中老齡木的個體，地被層幾無相思樹的稚樹或幼苗。

雖然文山林場海拔介於榕楠林帶至楠櫛林帶，且鄰近的桶後溪流流域植群發現烏來柯型 (*Castanopsis uraiana* type) (楊政釧 1997)，但林場缺乏以殼斗科 (Fagaceae) 為優勢的植群型，僅在直潭山周圍接近嶺線的樣區有零星的殼斗科植物分布，此現象可能受到過去森林經營影響 (風間四郎&清水善男 1942)。另一方面，殼斗科果實體形較大，主要透過齧齒類 (rodent) 進行取食行為進行種子傳播，當殼斗科植株少

且果實數量不多的情況下，多為齧齒類取食而難以進行傳播 (Roth & Van der Wall 2005; Wang et al. 2017; 鍾玉臣等 2021)。此可能造成文山林場雖然歷經超過半個世紀的自然演替過程，林場內的殼斗科植物仍較少的因素。

風間四郎&清水善男 (1942) 的臺北實驗林的植物是文山林場最早的植物調查報告，其指出文山林場當時種茶與開墾等受人為干擾甚巨，因此未達極盛相。本研究調查發現，文山林場森林植群優勢冠層樹種組成除了相思樹外，多由紅楠、江某、山紅柿、大明楠、樹杞、香楠、水同木等耐陰性樹種組成，若未受干擾文山林場將逐漸演替至後期的趨勢。風間四郎&清水善男 (1942) 提及文山林場順應氣候

逐漸發展為極峰植相 (極盛相)，將傾向演替以紅楠為主之常綠闊葉林。本研究調查發現，紅楠除了在紅楠型有較優勢的組成分布外，在江某型、相思樹型、香楠型與山紅柿-大明橘型的多數樣區稚樹或小苗普遍存在，而於水同木型僅零星分布。基於本研究結果，文山林場在中坡至嶺線環境將以紅楠為優勢，濱溪植群則以水同木、江某為優勢，形成臺灣北部具代表

性的低海拔常綠闊葉林。

四、結論

本研究於文山林場設置29個樣區，樣區記錄有100科213屬346種維管束植物，包括34種臺灣特有種與9種稀有植物以及3種歸化種；木本與地被植物種數優勢組成科別屬於臺灣北部亞熱帶低海拔組成科別，顯示研究區溫暖而

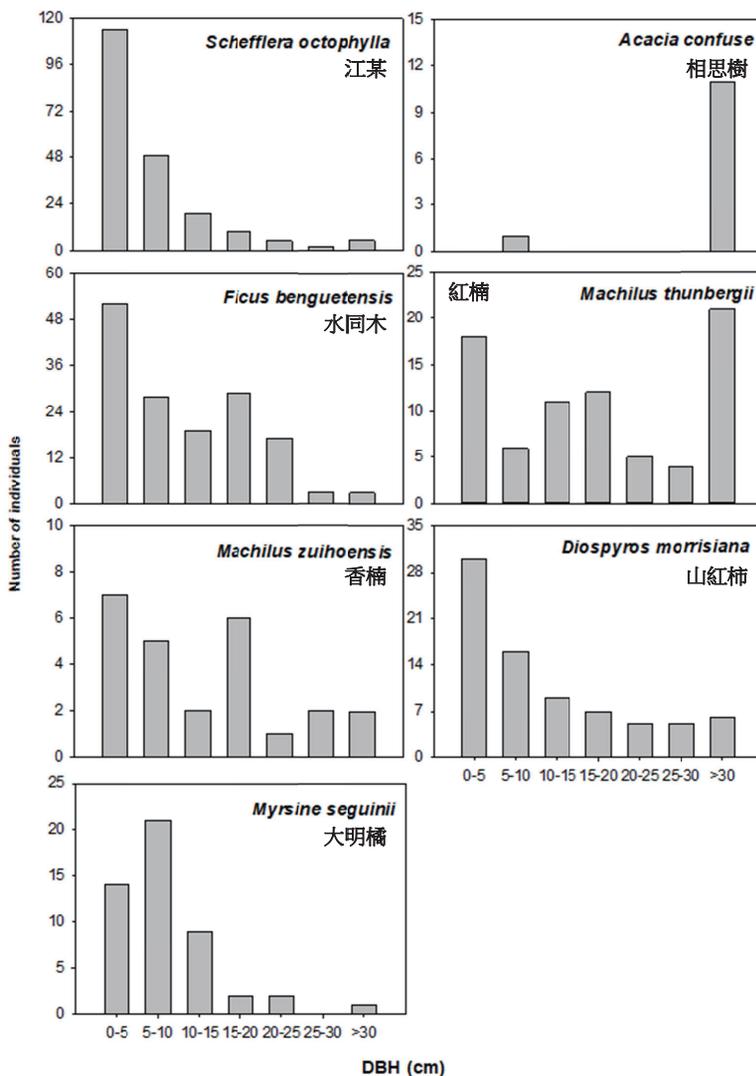


圖6. 文山林場之主要優勢樹種徑級分布圖。

Figure 5. Diameter at breast height structure diagram of seven dominant tree species in Wenshan Forest Station.

濕潤的環境。群團分析結果顯示，文山林場植群有江某型、相思樹型、水同木型、紅楠型、香楠型與山紅柿-大明橘型等6型，其中水同木型為最優勢的植群型。由DCA與CCA分析結果顯示，植群的分化與海拔、水分梯度、全天光空域等環境因子有明顯關係。將研究結果與前人研究比較後發現文山林場的植物組成與其大致相符，且本研究結果有逐漸演替致後期的趨勢。本研究分析了文山林場之植相，探討其與環境之間的關聯性，並建立植物物種名錄，可供未來北部低海拔山區經營管理之參考。

五、引用文獻

- Asigbaase M, Sjoergersten S, Lomax BH, Dawoe E (2019) Tree diversity and its ecological importance value in organic and conventional cocoa agroforests in Ghana. *PLoS One* 14(1): e0210557. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210557>
- Boufford DE, Ohashi H, Huang TC, Hsieh CF, Tsai JL, Yang KC, Peng CI, Kuoh CS, Hsiao A (2003) A checklist of the vascular plants of Taiwan. In: Editorial Committee of the Flora of Taiwan (eds) *Flora of Taiwan*, 2nd ed., vol. 6. Editorial Committee, Dept. Bot., NTU, Taipei, Taiwan, pp 48-49.
- Chen SH (2008) *Naturalized Plants of Eastern Taiwan*. National Hualien University, Taiwan.
- Chiu CA, Lin PH, Lu KC (2009) GIS-based tests for quality control of meteorological data and spatial interpolation of climatic data: a case study in mountainous Taiwan. *Mountain Research and Development* 29(4): 339-349.
- Curtis JT, McIntosh RP (1950) The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology* 31(3): 434-455.
- Day FP, Monk CD (1974) Vegetation patterns on a southern Appalachian watershed. *Ecology* 55(5): 1064-1074.
- McCune B, Mefford MJ (2011) *Multivariate Analysis of Ecological Data*, Version 6.08, MjM Software. PC-ORD, Gleneden Beach, Oregon, USA.
- Pielou EC (1977) *Mathematical Ecology*. John Wiley and Sons, New York.
- Roth JK, Van der Wall SB (2005) Primary and secondary seed dispersal of bush chinquapin (Fagaceae) by scatter hoarding rodents. *Ecology* 86(9): 2428-2439.
- Shannon CE, Wiener W (1949) *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana.
- ter Braak CJ, Verdonschot PF (1995) Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. *Aquatic Sciences* 57(3): 255-289.
- Tsiripidis I, Karagiannakidou V, Alifragis D, Athanasiadis N (2007) Classification and gradient analysis of the beech forest vegetation of the southern Rodopi (Northeast Greece). *Folia Geobotanica* 42(3): 249-270.
- Wang J, Zhang B, Hou X, Chen X, Han N, Chang G (2017) Effects of mast seeding and rodent abundance on seed predation and dispersal of *Quercus aliena* (Fagaceae) in Qinling Mountains, Central China. *Plant Ecology* 218: 855-865.
- Whittaker RH (1956) Vegetation of the great smoky mountains. *Ecological Monographs* 26(1): 1-80.
- Wu SH, Hsieh CF, Rejmanek M (2004) *Catalogue of the naturalized flora of Taiwan*. Taiwan

- 49(1): 16-31.
- Zhao H, Wang QR, Fan W, Song GH (2017) The relationship between secondary forest and environmental factors in the southern Taihang Mountains. *Scientific Reports* 7(1): 1-10.
- 風間四郎、清水善男 (1942) 關於臺北實驗林的植物。臺北帝國大學附屬農林專門部林學科。
- 于幼新 (2004) 宜蘭東北區天然植群分析。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 王立志 (1987) 臺灣北部烏來地區天然植群之多變數分析。國立臺灣大學森林學研究所樹木學組碩士論文。
- 王俊閔、邱清安、曾彥學、曾喜育、呂金誠 (2010) 台中大坑地區植群調查研究。林業研究季刊 32(4) : 7-22。
- 王震哲、高美芳 (1994) 臺灣北部烏來山闊葉林之植群分析。師大生物學報 29(2) : 113-125。
- 呂金誠、許俊凱 (1997) 文山實驗林場植群之研究。國立中興大學實驗林彙刊 19(2) : 1-9。
- 李祈德 (2015) 南投林管處轄國有林事業區森林系統取樣植群調查。國立中興大學森林學系碩士論文。
- 林朝宗 (2000) 臺灣地質圖說明書：圖幅第九號-新店。經濟部中央地質調查所。
- 邱清安、林鴻志、廖敏君、曾彥學、歐辰雄、呂金誠、曾喜育 (2008) 臺灣潛在植群形相分類方案。林業研究季刊 30(4) : 89-112。
- 張芷熒、曾喜育、呂金誠、曾彥學 (2008) 臺灣地區馴化植物侵略性評估系統之建立。林業研究季刊 30(4) : 29-40。
- 梁耀竹、曾喜育、邱清安、曾彥學 (2011) 臺灣西部惡地之植群調查。林業研究季刊 33(3) : 23-36。
- 郭耀綸、葉慶龍 (2015) 臺灣180種原生闊葉樹種光合潛力及耐陰性。臺灣林業科學 30(4) : 229-43。
- 陳子英 (2004) 蘭陽溪的植群分類系統之研究。台大實驗林研究報告 18(3) : 171-206。
- 黃英 (2010) 臺灣北部直潭山植群之分析。國立臺灣大學森林環境暨資源學系碩士論文。
- 楊政釧 (1997) 台北縣烏來鄉桶后溪濱溪植群之研究。臺灣林業科學 12(3) : 335-346。
- 葉德銘、溫英杰、謝兆樞、陳甘澍、嚴新富、劉新裕、歐錫坤、陳健忠、謝寶森、彭鏡毅、杜銘章、侯平君、陳俊宏、林華慶、劉和義、梁世雄、董景生 (2005) 臺灣入侵及外來種圖鑑。行政院農業委員會林業試驗所出版。
- 臺灣植物紅皮書編輯委員會 (2017) 2017臺灣維管束植物紅皮書名錄。行政院農業委員會特有生物研究保育中心、行政院農業委員會林務局、臺灣植物分類學會。
- 劉棠瑞、蘇鴻傑 (1983) 森林植物生態學。臺灣商務印書館。
- 鍾玉臣、王斌、方中平、徐曉中、於明建 (2021) 片段化景觀中殼斗科植物種子捕食和擴散模式。植物生態學報 45(2) : 154-162。
- 嚴新富 (2005) 臺灣外來種植物的引種與利用。臺灣植物資源之多樣性發展研討會專刊，42-60頁。
- 蘇鴻傑 (1987) 森林生育地因子及其定量評估。中華林學季刊 20(1) : 1-14。
- 蘇鴻傑 (1996) 植群生態多變數分析法之研究 IV. 植群分類法及相關環境因子分析。臺灣省立博物館年刊 39 : 249-268。