

109 年森林資源永續發展研討會

口頭發表

森林經營與育林組論文摘要集

委辦單位：行政院農業委員會林務局

主辦單位：中華林學會

中興大學森林學系

中華民國 109 年 11 月 12、13 日

## 109 年森林資源永續發展研討會議程

日期	時間	議程	地點	主持人
11 月 12 日 (星期四)		報到及開幕	---	---
	08:00-08:20	大會報到 領取會議資料	國立中興大學 森林學系二館 階梯教室外川堂	---
	08:20-08:50	開幕式 理事長、貴賓致詞	森林學系二館 V000 階梯教室	吳志鴻 主任
		專題演講	---	---
	08:50-09:30	專題演講(一): 張彬 所長	森林學系二館 V000 階梯教室	顏仁德 前理事長
	09:30-10:10	專題演講(二): 楊嘉棟 主任	森林學系二館 V000 階梯教室	黃裕星 前理事長
	10:10-10:30	休息及茶敘	森林學系二館 V000 階梯教室	---
	10:30-11:30	專題演講(三): 林華慶 局長	森林學系二館 V000 階梯教室	王升陽 理事長
	11:30-13:00	午餐及午休	森林學系各教室 與會議室	---
11 月 12 日 (星期四)	12:00-14:00	海報論文發表 (各組指定海報閱覽時間)	森林學系一、二館 大廳	林翰謙 (生物材料組) 王義仲 (林學組)
		口頭論文發表	---	---
	14:00-15:30 (session 1)	林產業多元發展組 論文宣讀	森林學系研究所 V111 教室	柯淳涵 教授
		森林生態服務價值組 論文宣讀	森林學系二館 V000 階梯教室	陳子英 教授
		森林經營與育林組 論文宣讀	森林學系一館 V101 教室	游漢明 組長
		原住民與社會人文組 論文宣讀	森林學系二館 V202 教室	林俊成 主任秘書
		大學組論文宣讀	森林學系二館 V201 教室	盧崑宗 教授
15:30-15:50	休息及茶敘	森林學系二館 V000 階梯教室	---	

日期	時間	議程	地點	主持人
	15:50-17:20 (session 2)	林產業多元發展組 論文宣讀	森林學系研究所 V111 教室	林曉洪 教授
		森林生態服務價值組 論文宣讀	森林學系二館 V000 階梯教室	郭耀綸 教授
		森林經營與育林組 論文宣讀	森林學系一館 V101 教室	廖宇賡 教授
		原住民與社會人文組 論文宣讀	森林學系二館 V202 教室	柳婉郁 教授
		大學組論文宣讀	森林學系二館 V201 教室	林金樹 主任
11 月 13 日 (星期五)	08:00-08:30	大會報到、領取會議 資料	國立中興大學 森林學系二館 階梯教室外川堂	-----
		口頭論文發表		
	08:30-10:00 (session 3)	林產業多元發展組 論文宣讀	森林學系研究所 V111 教室	夏滄琪 主任
		森林生態服務價值組 論文宣讀	森林學系二館 V000 階梯教室	董景生 組長
		森林經營與育林組 論文宣讀	森林學系一館 V101 教室	羅凱安 教授
		原住民與社會人文組 論文宣讀	森林學系二館 V202 教室	陳美惠 教授
		大學組論文宣讀	森林學系二館 V201 教室	曲芳華 主任
	10:00-10:30	休息及茶敘	森林學系一館大 廳	---
	10:30-12:00 (session 4)	森林生態服務價值組 論文宣讀	森林學系二館 V000 階梯教室	曾喜育 教授
		森林經營與育林組 論文宣讀	森林學系一館 V101 教室	孫英玄 教授
12:00~	午餐、賦歸	森林學系各教室 與會議室	---	

## 森林經營與育林組口頭發表程序表

11 月 12 日 (星期四) Session 1 14:00-15:30

發表編號 報告時間	題目	作者	頁碼
O13-S1-1 14:00-14:15	Quantifying diameter distribution for a lunata fir plantation based on the weibull probability density function in Huisun Forest Station	Minhas Hussain, Zheng-Rong Lin, Chih-Chuan Lin, Tian-Ming Yen	5
O13-S1-2 14:15-14:30	發酵魚粉對於提高經濟作物產量的應用	田以諾、謝宏昌、 吳羽婷	6
O13-S1-3 14:30-14:45	夏塊菌子實體及其與台灣二葉松共生後根段之真菌相分析	伍珮瑄、林瑞進	7
O13-S1-4 14:45-15:00	建立生長機制模型以推估溪頭柳杉人造林林分生長量	李弘恩、鄭舒婷	8
O13-S1-5 15:00-15:15	臺灣 35 種闊葉樹種的葉部耐旱性及全株耐旱性	李典灃、郭耀綸	9
O13-S1-6 15:15-15:30	臺灣相思樹之花藥發育形態觀察	李冠穎、孫英玄	10

11 月 12 日 (星期四) Session 2 15:50-17:20

發表編號 報告時間	題目	作者	頁碼
O13-S2-1 15:50-16:05	評估生態棲位模型對於模擬薯豆生育地的成效	沈伯懷、邵寶燁、 羅南璋、黃凱易	11
O13-S2-2 16:05-16:20	劣化海岸防風林復育造林施作與監測	林珣、連均浩、鍾 智昕、林世宗	12
O13-S2-3 16:20-16:35	建立臺灣水龍骨綠球體繁殖系統	柯品安、黃曜謀、 廖宇賡	13
O13-S2-4 16:35-16:50	沙埋對黃槿種子發芽和苗木生長及根系力學特性之效應	洪詩涵、章之嘉、 李嶸泰	14
O13-S2-5 16:50-17:05	評估玉山杜鵑複合群在蒴果、種子及化學成分上的差異	許玉貞、何尚哲、 林瑞進	15
O13-S2-6 17:05-17:20	以機器學習法辨識中低海拔台灣杜鵑及香桂的空間型樣	許謹柔、邵寶燁、 羅南璋、黃凱易	16

11 月 13 日 (星期五) Session 3 08:30-10:00

發表編號 報告時間	題目	作者	頁碼
O13-S3-1 08:30-08:45	Application of <i>Annona Squamosa</i> associated arbuscular mycorrhizal fungi and bacteria to increase the survival rate	Duangporn Sangsak, Hong-Chang Xie, Shan-Xue Lin, Yu-Ting Wu	17
O13-S3-2 08:45-09:00	不同程度天然遮蔭下阿拉比卡咖啡 ( <i>Coffea arabica</i> ) 葉片生化物質含量變化	陳凱琳、劉瓊霏	18
O13-S3-3 09:00-09:15	毛果楊 SP1L1_8 蛋白抗體測試及後續分析	劉昭君、孫英玄	19
O13-S3-4 09:15-09:30	利用綠球體建立筆筒樹之懸浮培養系統	賴巧欣、廖宇賡	20
O13-S3-5 09:30-09:45	應用 Allometric 模式推估惠蓀林場香杉人工林林分地上部生物量及碳貯存量	顏竹均、林政融、林志銓、顏添明	21
O13-S3-6 09:45-10:00	應用 P2P 技術測繪森林調查樣區林木位置圖	廖竑愷、林沛霆、鄭合翔、楊智凱、林冠廷、林金樹	22

11 月 13 日 (星期五) Session 3 10:30-11:45

發表編號 報告時間	題目	作者	頁碼
O13-S4-1* 10:30-10:45	特有瀕危蕨類臺灣觀音座蓮托葉營養繁殖	李沛軒、黃曜謀、邱文良	23
O13-S4-2* 10:45-11:00	臺灣杉人工林單木生長與競爭關係之研究	李隆恩、陳滄婷、王韻皓	24
O13-S4-3* 11:00-11:15	東方莢果蕨孢子成熟度對於活力之影響	陳筠、黃曜謀、李佩純、邱文良、汪春美	25
O13-S4-4* 11:15-11:30	花蓮大農大富地區楓香人工林胸高形數與形率之關係探討	彭炳勳、郭家和、陳建璋	26
O13-S4-5* 11:30-11:45	楓香葉變色花青素生合成基因調控	文起祥、曲芳華	27

備註：

1. 每位報告人所使用之時間為 15 分鐘，其中口頭報告 13 分鐘，問題詢答 2 分鐘。
2. \*：教師及研究人員組。

口頭發表-森林經營與育林組（研究生）

# **Quantifying diameter distribution for a lunata fir plantation based on the weibull probability density function in Huisun Forest Station**

Minhas Hussain<sup>1</sup>, Zheng-Rong Lin<sup>1</sup>, Chih-Chuan Lin<sup>2</sup>, Tian-Ming Yen<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Forestry, National Chung Hsing University. 145, Xingda Rd., South Dist., Taichung 402, Taiwan.

<sup>2</sup> Experimental Forest Management Office, National Chung Hsing University. 145, Xingda Rd., South Dist., Taichung 402, Taiwan.

\* Corresponding Author, [tmyen@dragon.nchu.edu.tw](mailto:tmyen@dragon.nchu.edu.tw).

## Abstract

The distribution of diameter is one of the most important elements for describing stand characteristics because it helps understand tree size distribution in stand. Quantifying diameter distribution is an important work in forest management, helps managers in decision making process. Luanta-fir (*Cunninghamia konishii*) is considered as an important coniferous species of Taiwan because of its fast growth, well ability to store carbon and good quality of timber. The purpose of this study was to predict the stand diameter distribution based on the Weibull probability distribution function for a Luanta-fir plantation. The study was conducted in Huisun Experimental Forest Station of NCHU. Four plots were randomly selected for data collection and DBH of all trees in plots were measured. The least square method was utilized for predicting the parameters of the Weibull function. The parameters  $a$ ,  $b$  and  $c$  were predicted to be  $23.86 \pm 2.87$ ,  $12.51 \pm 1.37$  and  $1.66 \pm 0.15$ , respectively. The observed data and estimated values by the Weibull function were examined by the Kolmogorov-Smirnov (K-S) test. All plots passed the K-S test, indicating that the Weibull function is suitable for quantifying diameter distribution of the Luanta-fir plantation.

## 口頭發表-森林經營與育林組（研究生）

### 發酵魚粉對於提高經濟作物產量的應用

田以諾<sup>1</sup>、謝宏昌<sup>1</sup>、吳羽婷<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> 國立屏東科技大學森林系。91201 屏東縣內埔鄉學府路 1 號。

<sup>2</sup> 國立屏東科技大學森林系副教授。91201 屏東縣內埔鄉學府路 1 號。

\* 通訊作者，[yutingwu@mail.npust.edu.tw](mailto:yutingwu@mail.npust.edu.tw)。

#### 摘要

台灣每年農業產生的有機廢棄物數量龐大，若無妥善處理會造成環境上的汙染與處理負擔，因此可將有機廢棄物製成有機肥料，供農田栽種使用。有機物經過堆肥發酵，微生物進行分解代謝作用腐熟變成有機肥料。本試驗添加合作廠商研發的富含複合菌種「富士益菌」的發酵魚粉於廢棄菇包、雞糞及糖蜜中發酵。腐熟完成後進行肥力檢測包括有機質 36%、全氮 2%、無機氮之硝態氮 45(mg/l)、銨態氮 1.39(mg/l)、有效磷含量 106ppm 等及細菌群落結構分析。隨後進行玉米栽種田間試驗，分為六種處理包括廢棄菇包有機肥、SEM1、SEM2、SB1、SB2、他牌；並於採收後量測生物量，並進行植體養分與栽種介質分析。結果顯示添加發酵魚粉至廢棄菇包等堆肥材料，廢棄菇包有機肥細菌菌相豐富，次世代定序後廢棄菇包腐熟堆肥共得 520,434 細菌序列，經過後端分析總共得到 887 個 OTU。廢棄菇包腐熟堆肥之細菌群落結構，分類層級門(phylum level)來看，以相對豐富度>1%表示，共 10 個細菌門，其中變形菌門 Proteobacteria (39%)、放線菌門 Actinobacteria (16%)、厚壁菌門 Firmicutes (10%)、綠彎菌門 Chloroflexi (9%)及芽單胞菌門 Gemmatimonadetes (8%) 為優勢。收成後生物量、植體養分、介質分析均有顯著差異。施用廢棄菇包有機堆肥比他牌有機肥料，作物生長及養分吸收效率效果較佳，得病率也遠低於其他有機肥處理。結果顯示廢棄菇包有機肥具有農業應用價值，後續將持續推廣，此外，本有機肥已取得專利。

口頭發表-森林經營與育林組（研究生）

## 夏塊菌子實體及其與台灣二葉松共生後根段之真菌相分析

伍珮瑄<sup>1</sup>、林瑞進<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> 國立嘉義大學森林暨自然資源學系。600 嘉義市東區學府路 300 號。

\* 通訊作者，[linerm@mail.ncyu.edu.tw](mailto:linerm@mail.ncyu.edu.tw)。

### 摘要

塊菌(*Tuber*)又稱松露為世界著名的高經濟價值的可食用共生菌之一。本試驗是將所購買的夏塊菌(*Tuber aestivum*)進行一系列研究，包括傳統之子實體外觀及縱剖形態，以及子囊孢子形態觀察及誘菌處理，並進一步進行孢子懸浮液與台灣二葉松之親合性試驗，希望釐清夏松露與台灣二葉松之共生關係；隨後將子實體及菌根進行次世代定序試驗，希望藉由分子生物技術釐清子實體及菌根根段內之真菌菌相，以釐清子實體及菌根內真菌歧異度，並證實夏塊菌子實體內除本身菌種外，還有哪些真菌與其共生，希望本試驗的成果能成為未來夏松露接種台灣二葉松後形成子實體的參考。



## 口頭發表-森林經營與育林組（研究生）

### 建立生長機制模型以推估溪頭柳杉人造林林分生長量

李弘恩<sup>1</sup>、鄭舒婷<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> 國立臺灣大學生物資源暨農學院森林環境暨資源學系。106 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號。

\* 通訊作者，[chengsuting@ntu.edu.tw](mailto:chengsuting@ntu.edu.tw)。

#### 摘要

林分生長常以模型方法來輔助人造林經營決策，為因應氣候變遷課題，了解林木對氣候之生理反應及生長變化，生長機制模型之建立有其必要性。本研究利用長期溪頭柳杉栽植間距試驗地的林分生長量記錄，以林分生理機制為基礎，建立臺灣柳杉 (*Cryptomeria japonica*) 林分生長模型，推估溪頭柳杉在不同林分密度下之最適輪伐期及最晚疏伐年限。模擬結果顯示模型之推估能力良好，模型校正之材積模擬平均絕對百分比誤差為 14.7%，株數密度為 6.7%；模型驗證之材積模擬平均絕對百分比誤差為 16.8%，株數密度為 16.7%。利用不同栽植距離，模擬最大樹冠光量子轉換效率與材積校正因子的變化，分析結果發現在初始栽植密度為 2500 stems ha<sup>-1</sup> 時可得最大林分光合作用效率與最佳平均單株材積生長表現。若以初始栽植密度為 2500、1111、625 及 400 stems ha<sup>-1</sup> 模擬林分之連年生長量與平均年生長量，可推估各栽植密度下之最適輪伐期分別為 23、26、33 及 34 年；最晚疏伐年限分別為 16、16、22 及 22 年。為將此模型實際應用至人造林經營，未來將修改生物量表示方式，添加重要影響林分生長的因子，以期達成永續經營之目標。

## 臺灣 35 種闊葉樹種的葉部耐旱性及全株耐旱性

李典湮<sup>1</sup>、郭耀綸<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> 國立屏東科技大學森林系，91201 屏東縣內埔鄉學府路 1 號。

\* 通訊作者，[ylkuo@mail.npust.edu.tw](mailto:ylkuo@mail.npust.edu.tw)。

### 摘要

近年來，長期乾旱導致林木遭遇缺水逆境的機會提高。為因應乾旱對林木的危害，需了解樹種的耐旱能力。本研究目的為量化臺灣常見 35 種闊葉樹種的生理耐旱性，提供未來造林時樹種選擇的參考。本研究以兩項試驗進行，第一項試驗摘取栽植在屏科大森林系樹木園樹種葉片，藉壓力-體積曲線求得各樹種膨壓喪失點葉部水勢( $\pi_{tlp}$ )，由此量化葉部耐旱性。第二項於本校森林系苗圃遮雨設施內，藉長期斷水處理測得各樹種盆栽樹苗光合作用停止時的黎明前葉部水勢( $\Psi_{A0M}$ )，當作樹種全株耐旱性的量化指標。葉部耐旱性的測定結果發現，供試樹種  $\pi_{tlp}$  範圍在 -2.79 ~ -2.29 MPa，其中  $\pi_{tlp}$  低於 -2.60 MPa，葉部耐旱性較高的有 13 種，以恆春哥納香 (*Goniothalamus amuyon*) 最高。經歷長期斷水處理後，供試樹種  $\Psi_{A0M}$  範圍在 -6.32 ~ -3.41 MPa，其中有 9 樹種的  $\Psi_{A0M}$  小於 -6.0 MPa，全株耐旱性較高，以銳葉高山櫟 (*Quercus tatakaensis*) 最高。供試 35 樹種的  $\pi_{tlp}$  及  $\Psi_{A0M}$  間具極顯著正相關，顯示葉部耐旱性較高的樹種，全株耐旱性也會較高。本研究供試 35 樹種中， $\Psi_{A0M}$  小於 -6.0 MPa，且  $\pi_{tlp}$  小於 -2.60 MPa 的樹種有銳葉高山櫟、交力坪鐵色 (*Drypetes karapinensis*)、無患子 (*Sapindus mukorossii*)、大葉桃花心木 (*Swietenia macrophylla*)、恆春哥納香、圓果青剛櫟 (*Quercus globosa*) 及土樟 (*Cinnamomum reticulatum*) 等 7 種，生理耐旱性最高。未來在缺水逆境較嚴重之生育地造林時，選用上述生理耐旱性較高的樹種供栽植，增加造林成功的機會。

## 臺灣相思樹之花藥發育形態觀察

李冠穎<sup>1</sup>、孫英玄<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> 國立中興大學森林學系碩士班。402 台中市南區興大路 145 號。

<sup>2</sup> 國立中興大學森林學系副教授。402 台中市南區興大路 145 號。

\* 通訊作者，[yhsun@nchu.edu.tw](mailto:yhsun@nchu.edu.tw)。

### 摘要

臺灣相思樹 (*Acacia confusa*) 原生於臺灣恆春半島、蘭嶼以及菲律賓，木材用途廣泛，然樹型鮮少通直，因此難做為大徑材使用。現已透過選拔優良性狀之相思樹母樹建立種子園，但於相思樹的繁殖系統尚未有完整的了解，無法做有效的控制授粉以提高育種效率。本研究以選取不同直徑尺寸之頭狀花序，觀察雄蕊各階段發育所對應的花序直徑，以了解花序發育的時程與階段。紀錄主、次花期 (4 月及 12 月)，從初見花芽至花序綻放需約 30 天發育。取 3 營養系並以花序直徑粗分為 4~5 個階段分別取樣進行石蠟切片觀察花藥分化及小孢子減數過程。結果顯示 3 營養系約於花序直徑 1.6 mm 開始分化出小孢子母細胞，且知本 6 與大埔 4 約於花序直徑 2.0 ~ 2.5 mm、大溪 9 約於花序直徑 2.3 ~ 2.8 mm 觀察到減數分裂。各階段發育涵蓋尺寸大，主要原因為花序內各小花發育速度不同所導致，因此若將階段進行更細微的劃分，各發育階段所對應之花序大小會有重疊。花序發育及綻放速度的非隨機分佈，綻放時多由一區小花苞開裂、雄蕊延展，區塊向外擴大、隨後約 24 小時後全花序綻放。而花藥隨雄蕊向外延展後始開裂、釋放花粉團。後續花粉與柱頭之間關係則有待研究了解，以建立完整臺灣相思樹的生殖生物學，供育種使用。

## 口頭發表-森林經營與育林組（研究生）

### 評估生態棲位模型對於模擬薯豆生育地的成效

沈伯懷<sup>1</sup>、邵寶燁<sup>2</sup>、羅南璋<sup>3</sup>、黃凱易<sup>4,\*</sup>

<sup>1</sup> 國立中興大學森林學系碩士生。402 台中市南區興大路 145 號。

<sup>2</sup> 林務局南投林區管理處技士。542 南投縣草屯鎮史館路 456 號。

<sup>3</sup> 國立中興大學農資院實驗林管理處育林組組長。402 台中市南區興大路 145 號。

<sup>4</sup> 國立中興大學森林學系教授。402 台中市南區興大路 145 號。

\* 通訊作者，[kyhuang@dragon.nchu.edu.tw](mailto:kyhuang@dragon.nchu.edu.tw)。

#### 摘要

生態保育和管理計畫往往需生態棲位模型 (ecological niche model, ENM) 介入，來實施新發現物種的調查，辨識需要優先保護的生物多樣性重點區域。ENM 為空間外推物種適生育地之利器，它不僅解決了調查區域難以抵達的問題且減少人力和時間成本。本研究選擇薯豆作為目標樹種，因它在次生演替的森林生態內可視為先驅物種，且在台灣中海拔是優勢樹種，廣泛出現於山脊帶，在生態上有重要的意義。研究使用隨機森林 (RF)，決策樹 (DT)，區別分析 (DA)，透過 GIS 結合海拔、坡度、坡向、表面曲率、縱向曲率、水平曲率、坡面位置、全日光輻射等地形參數建立 ENM。地形參數圖層為從 5m 和 40m 兩種空間解析度的數值高程模型 (digital elevation model, DEM) 經由資料處理後得到。校準與評估在 ArcGIS 和 Python 自撰軟體組件內有效率的執行。RF 的 kappa 值為 0.74，DT 居次為 0.69，而墊底的 DA 為 0.59。此三者準確地預測在中興大學惠蓀林場試區薯豆的空間分布，且大幅減少地面調查面積。在 ENM 迭代過程的首期，可找出細解析度微氣候、土壤或生物優先現場調查區域以改進 ENM 後期預測物種適生育地的精度或在有限資金和人力下發現新物種的搜尋區域。畢竟，要準確的預測廣泛分散分布薯豆的空間分布很困難，因此後續研究會嘗試使用光達產生高解析度的數值高程模型使得 ENM 的精度大幅提升。

## 口頭發表-森林經營與育林組（研究生）

### 劣化海岸防風林復育造林施作與監測

林珏<sup>1</sup>、連均浩<sup>1</sup>、鍾智昕<sup>1</sup>、林世宗<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系。宜蘭縣宜蘭市神農路一段一號。

\* 通訊作者，[stlin@niu.edu.tw](mailto:stlin@niu.edu.tw)。

#### 摘要

台灣海岸防風林由早期木麻黃純林的建造，迄今已有百年的歷史，對沿海地區減緩強風暴雨侵襲，穩固海岸砂地、維護環境與社區發展，已發揮一定的功效。然受惡劣的海岸環境與氣象日益異常下，木麻黃防風林遭受強烈的衝擊，林分生長與結構日益劣化，防風固土的環境保護功效亦漸失功效。如何恢復與改善木麻黃防風林的功能，營造韌性環境林，已是台灣林業發展的重要議題。

本研究以宜蘭縣壯圍地區海岸劣化的木麻黃防風林為例，由林分的現況調查評估後規畫復育造林方案。採林相整理，留存尚具生機林木，地被與砂丘地整理，規劃與設置防風籬的林地整治方式。選用木麻黃與苦楝、水黃皮、大葉欖仁、白千層、草海桐、林投等 7 種適生的海岸樹種的健康苗木，造林方式則依樹種生長習性及防風籬排序配置植栽區塊營造木麻黃混合林，造林面積為 1 公頃。以造林木生長、林分組成與結構與空間分布為後續評估防風林健康性與防風功效的指標。

冬季造林後，即於 2019 年初採圓形樣區取樣檢測栽植株數，春季調查栽植林木生長，復於秋季及 2020 年 8 月調查，包含樹種林木存活率、生長與形質的適生表現，並由防風籬排序空間探究防風林樹種組成與樹高結構的變化。初步結果，造林存活率達 80% 以上，林分樹高結構以木麻黃及苦楝為主，但部分高生長快的林木較多傾伏現象。林分空間變化則分期以空拍影像進行分析比對，原留存林木，包括木麻黃林木及黃槿群，由樹冠面積、覆蓋面積分析其增長。復育造林後留存木麻黃林木總樹冠面積增加 1.1 倍。黃槿群覆蓋總面積則增長 0.2 倍。總體呈現防風林復育造林的初步成效，本研究持續由空拍科技技術及地面調查技術整合監測復育造林林分動態表現。

## 口頭發表-森林經營與育林組（研究生）

### 建立臺灣水龍骨綠球體繁殖系統

柯品安<sup>1</sup>、黃曜謀<sup>2</sup>、廖宇賡<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> 國立嘉義大學森林暨自然資源學系。600 嘉義市鹿寮里學府路 300 號。

<sup>2</sup> 農業委員會林業試驗所。100 台北市中正區三元街 67 號。

\* 通訊作者，[ykliao@mail.ncyu.edu.tw](mailto:ykliao@mail.ncyu.edu.tw)。

#### 摘要

臺灣水龍骨(*Goniophlebium formosanum* (Baker) Rödl-Linder)為防曬及抗老化護膚產品的原料，建立其綠球體繁殖系統，有利於商業性生產。本研究以無菌播孢所得的幼孢子體為培養材料以誘導形成綠球體，在播孢過程中，藉觀察孢子發芽與配子體發育形態作為培養環境之調整依據，促其正常發育以獲得最多之孢子體，供誘導試驗所需。臺灣水龍骨孢子發芽型為書帶蕨型，成熟配子體為對稱心形，在播孢 10 個月後可由正常發育之配子體形成幼孢子體。將幼孢子體培養於添加 thidiazuron (TDZ) 及 1-naphthylacetic acid (NAA) 的 1/2 Murashige and Skoog (MS)培養基中預培養 4 週後，將其腫脹頂芽切下繼代到相同的培養基中，再 8 週後可成功誘導出綠球體。綠球體之增殖，以 5  $\mu$ M 6-benzylaminopurine (BAP)搭配不同濃度 NAA (0、2、4  $\mu$ M)及 kinetin (0、1、3  $\mu$ M)處理，結果顯示低濃度 kinetin 促進綠球體增殖效果優於高濃度(3  $\mu$ M)者 ( $p < 0.05$ )。沒有添加 NAA 與 kinetin 的處理綠球體會因葉片過度分化而終止增殖，經分析後以 5  $\mu$ M BAP+4  $\mu$ M NAA+1  $\mu$ M kinetin 為最佳組合，使綠球體增殖倍數最多而葉片數較少。將臺灣水龍骨的綠球體移至含有 0.1% 活性碳的培養基，6 個月後會再生眾多小芽(幼孢子體)，持續培養後可形成明顯根系，待羽葉達 4-5 片時即可移植於蛭石、珍珠石及粉碎水苔混和介質中進行馴化確保存活。

## 口頭發表-森林經營與育林組（研究生）

### 沙埋對黃槿種子發芽和苗木生長及根系力學特性之效應

洪詩涵<sup>1</sup>、章之嘉<sup>2</sup>、李嶸泰<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup> 國立嘉義大學森林暨自然資源學系學士。600 嘉義市東區學府路 300 號。

<sup>2</sup> 國立嘉義大學森林暨自然資源學系研究生。600 嘉義市東區學府路 300 號。

<sup>3</sup> 國立嘉義大學森林暨自然資源學系助理教授。600 嘉義市東區學府路 300 號。

\* 通訊作者，[jtleee@mail.ncyu.edu.tw](mailto:jtleee@mail.ncyu.edu.tw)。

#### 摘要

黃槿(*Hibiscus tiliaceus* L.)為台灣海岸防風林常見的造林樹種，具有防風、防潮及穩定土砂的功效，對海岸地區農村社會經濟的發展，有著重要的價值。然而，每當東北季風侵襲時，海岸地區常發生嚴重的沙埋，導致林木生長衰退甚或大量死亡。對於林木而言，過度的沙埋會形成逆境，對林木的存活和生長產生不良的影響。前人甚少對黃槿的沙埋進行研究，因此本研究針對黃槿的種子及苗木進行不同的沙埋處理，並以根系力學試驗及生物化學實驗分析，探討不同沙埋處理對黃槿種子之發芽率、幼苗成活率、生長、根系形態與力學性質、葉面積、葉綠素含量、脯胺酸含量、可溶性糖含量及丙二醛含量之影響。

沙埋試驗結果顯示，淺層沙埋有助於黃槿苗木之根系生長，深層沙埋則有負面的影響。不同的沙埋深度對黃槿種子之出苗率、株高、根長、生物量皆有顯著之影響。沙埋 0 cm 容易造成乾燥而黃化；沙埋 1-2cm 為最理想沙埋深度；沙埋深度超過 3 cm 則不利於種子生長。淺層沙埋有助於苗木根系之生長，深層沙埋對苗木根系之生長無明顯影響。力學試驗結果顯示，淺層沙埋有助於黃槿根系之生長，並不會對植株產生負面之影響，而深層沙埋會使黃槿造成負面影響。化學試驗結果顯示深層沙埋對黃槿苗木之影響較淺層沙埋者顯著。本研究證實黃槿種子不耐 3 cm 以上深度的沙埋，因此黃槿不適合於海岸地區的直播造林，建議未來建造海岸防風林時，應採用黃槿苗木作為植生復育材料。

## 口頭發表-森林經營與育林組（研究生）

### 評估玉山杜鵑複合群在蒴果、種子及化學成分上的差異

許玉貞<sup>1</sup>、何尚哲<sup>2</sup>、林瑞進<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> 國立嘉義大學森林暨自然資源學系。600 嘉義市東區學府路 300 號。

<sup>2</sup> 國立嘉義大學木質材料與設計學系。600 嘉義市東區學府路 300 號。

\* 通訊作者，[linerm@mail.ncyu.edu.tw](mailto:linerm@mail.ncyu.edu.tw)。

#### 摘要

臺灣擁有 16 種原生杜鵑屬(*Rhododendron*)植物，其中 11 種為特有種，而玉山杜鵑(*R. pseudochrysanthum* Hay.)更是臺灣海拔分布最高的特有種杜鵑。然而，玉山杜鵑、森氏杜鵑(*R. morii* Hay.)及紅星杜鵑(*R. rubropunctatum* Hay.)由於外部形態特徵極為相似，常分佈於海拔相近或相同的生育地，且分子研究亦支持三者的近緣性，因此在種之間的分界並不明確，形成玉山杜鵑複合群(*Rhododendron pseudochrysanthum* species complex)。本研究首先觀察在傳統植物分類上較少評估的蒴果及種子之形態特徵，評估玉山杜鵑複合群在蒴果(長、寬、子房數)及種子(長、寬、種翅)上的差異；其次利用玉山杜鵑複合群的種子在相同條件下培育實生苗以進行化學成分分析，來評估玉山杜鵑複合群之野生植株及種子苗在化學成分上的差異，希望藉由上述試驗結果，來協助玉山杜鵑複合群在進行鑑別分類時可增加更多的參考依據。



## 口頭發表-森林經營與育林組（研究生）

### 以機器學習法辨識中低海拔台灣杜鵑及香桂的空間型樣

許謹柔<sup>1</sup>、邵寶嬋<sup>2</sup>、羅南璋<sup>3</sup>、黃凱易<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> 國立中興大學森林學系。402 台中市南區興大路 145 號。

<sup>2</sup> 林務局南投林區管理處技士。542 南投縣草屯鎮史館路 456 號。

<sup>3</sup> 國立中興大學農資院實驗林管理處育林組組長。402 台中市南區興大路 145 號。

\* 通訊作者，[kyhuang@dragon.nchu.edu.tw](mailto:kyhuang@dragon.nchu.edu.tw)。

#### 摘要

物種分布模型 (species distribution model, SDM) 已成為生物多樣性評估和保育不可或缺的途徑，故生態學家持續藉由 SDM 探討物種與環境關係，尋求最適方法預測其生育地。本研究以遙測資料結合地面調查導入機器學習法 (machine learning, ML) 建立 SDMs，透過 GIS 空間統計疊合分析，反覆迭代優化尋找最適模型。許多研究已應用 SDM 模擬較窄生態幅度 (ecological amplitude, EA) 的稀有植物生育地，但鮮少模擬較寬 EA 的樹種。因此，選擇於中低海拔不同生態幅度的台灣杜鵑 (*Rhododendron formosanum*) 和香桂 (*Cinnamomum subavenium*) 為目標樹種。由於物種分布因果因子的生態變量 (如降雨或溫度等) 數據較難收集，因此使用易由遙測取得的地形變量於先期模擬替代前述之變量。研究使用三種網格大小 (5、20 和 40m) 的數值高程模型資料 (digital elevation model, DEM)，從其求導出海拔、坡度、坡向、坡面位置 (terrain position, TP)、縱橫向與總合三種曲率及地形屏障指標 (topographic sheltering index, TSI)。建模使用 ML 演算法有決策樹 (DT)、隨機森林 (RF)、最大熵值 (MAXENT)、支持向量機 (SVM) 及判別分析 (DA)。另以自撰程式採半自動化方式尋找 SDM 的關鍵變數，TP 與 TSI 為所找出的建模關鍵者。由於台灣杜鵑生長環境較貧瘠，EA 較香桂為窄，其他樹種難與其競爭，故有較佳的模擬表現。兩樹種的 SDM 效能皆隨 DEM 解析度升高而顯著改善。RF 預測精度略優於 DT，它們又高於其餘三者，可能因其對異常值和雜訊具有較大容忍度。

## **Application of *Annona Squamosa* associated arbuscular mycorrhizal fungi and bacteria to increase the survival rate**

Duangporn Sangsak<sup>1</sup>, Hong-Chang Xie<sup>2</sup>, Shan-Xue Lin<sup>2</sup>, Yu-Ting Wu<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Tropical Agriculture and International Cooperation (DTAIC), National Pingtung University of Science and Technology, Taiwan.

<sup>2</sup> Department of Forestry, National Pingtung University of Science and Technology, Taiwan.

\* Corresponding Author, [m10822025@mail.npust.edu.tw](mailto:m10822025@mail.npust.edu.tw).

### Abstract

Atemoya are the most representative economic fruit in Taitung region and also an internationally competitive agricultural product. In recent years, the problems of pathogens and pests have been increasing due to global warming, and caused the seedlings of Atemoya are easy to be attacked by pathogens and pests during cultivation and the seedling are resulted in poor growth and low survival rate. Soil beneficial bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) are known to be able to increase plant capacity against and resistance of pathogens. Rhizosphere soil of healthy and unhealthy Atemoya in the field from orchard located in Dingyanwas and Benjo were collected for soil chemical-physical parameters and bacterial community composition analysis. The results show that soil pH, organic matter, total nitrogen, available phosphorus, Ca<sup>2+</sup> and bacterial community composition of both healthy and unhealthy Atemoya from two sites were significantly differed (P< 0.05). A total of 2,361,245 high-quality bacterial sequences were obtained and assigned in 52 phyla, 171 classes, 353 orders, 603 families, 1,257 genera, and 17,717 species, among which 7,726 species were specifically associated with healthy Atemoya. In further, arbuscular mycorrhizal fungi and indicator bacteria were isolated from rhizosphere soil of healthy Atemoya, bacteria including *Pseudomonas nitroreducens*、*Enterobacter ludwigii*、*Lysinibacillus boronitolerans*、*Bacillus cereus*. The study indicated that seedlings inoculated with beneficial bacteria and AMF grew better than uninoculated and more effective in improving the survival rate of Atemoya.

口頭發表-森林經營與育林組（研究生）

## 不同程度天然遮蔭下阿拉比卡咖啡 (*Coffea arabica*)

### 葉片生化物質含量變化

陳凱琳<sup>1</sup>、劉瓊霖<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> 國立中興大學森林學系。402 台中市南區興大路 145 號。

\* 通訊作者，[cpliu@nchu.edu.tw](mailto:cpliu@nchu.edu.tw)。

#### 摘要

近年政府推動林下經濟，其中咖啡是重要的潛力作物之一，過去研究多以人工遮蔭方式進行光度試驗，較少研究透過天然遮蔭探討光度對咖啡葉生化物質之影響。有鑑於此，本研究以中興大學惠蓀林場咖啡園為試驗地，比較三種天然遮蔭強度，全光 (NS) 相對光度 100%、中度遮蔭 (HS) 相對光度 64% 及高度遮蔭 (SS) 相對光度 16%，與三個不同月分 4 月、6 月及 8 月間，阿拉比卡咖啡 (*Coffea arabica*) 葉片中蛋白質、總游離胺基酸、醣類及酚類化合物含量變化。結果顯示在不同遮蔭程度下，咖啡葉片蛋白質仍維持一定含量，但醣類包含非還原醣、還原醣及可溶醣含量以 SS 處理顯著低於其他處理，可能因高度遮蔭導致葉片光合作用所產生的醣類減少；苯丙胺酸裂解酶活性與總酚、類黃酮及綠原酸含量，則隨著遮蔭程度的增加顯著下降，推測葉片中酚類化合物含量受光度強弱影響。此外，不同月分間發現還原醣、可溶醣及澱粉含量顯著減少，而酚類化合物則在 8 月分含量最低，可能為光度強弱與果實發育所造成。總游離胺基酸和非結構性碳水化合物含量在遮蔭強度及月分間存在交互關係，其原因需進一步探討。本研究證實遮蔭會降低葉片內生化物質含量，而未來仍需瞭解遮蔭下咖啡葉片與生豆生化物質含量關係，以作為咖啡樹栽植於林下參考依據之一。

口頭發表-森林經營與育林組（研究生）

## 毛果楊 SP1L1\_8 蛋白抗體測試及後續分析

劉昭君<sup>1</sup>、孫英玄<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> 國立中興大學森林學系碩士班研究生。402 台中市南區興大路 145 號。

<sup>2</sup> 國立中興大學森林學系副教授。402 台中市南區興大路 145 號。

\* 通訊作者，[yhsun@nchu.edu.tw](mailto:yhsun@nchu.edu.tw)。

### 摘要

許多木本被子植物受到機械應力的作用，會造成枝幹彎曲而形成引張材。引張材具有纖維素含量增高與纖維微管角排列角度減小的特性，是研究纖維素生合成與纖維微角排列調控的適當材料。前人針對毛果楊 (*Populus trichocarpa*) 正常材與引張材的轉錄體分析，發現纖維素生成酶並沒有表達上的差異，但部分基因之轉錄異構體，如調控微管之 SP1L1\_8 微管相關蛋白出現轉錄異構體差異表達的現象。為了了解 SP1L1\_8 蛋白與微管及其他微管相關蛋白如何調控微管，以影響引張材纖維微角的排列方向，我們利用兩株客製化 Anti-SP1L1\_8 抗體 (A/B)，以分析毛果楊中與 SP1L1\_8 具有交互作用的蛋白或微管相關蛋白，以免疫沉澱搭配質譜儀分析的方法了解毛果楊 SP1L1\_8 於引張材形成所扮演之角色。兩株 Anti-SP1L1\_8 抗體經過西方墨點測試專一性，結果顯示 Anti-SP1L1\_8 抗體 A 會與 SP1L1\_8 蛋白序列相似度極高之 SP1L1\_10 蛋白反應；Anti-SP1L1\_8 抗體 B 則對 SP1L1\_8 蛋白專一性較高。現正利用 Anti-SP1L1\_8 抗體在毛果楊木質部組織所萃取之蛋白進行共免疫沉澱搭配質譜儀分析，分析與 SP1L1\_8 具有交互作用之蛋白。初步免疫沉澱搭配質譜儀分析實驗結果將呈現於報告中。

口頭發表-森林經營與育林組（研究生）

## 利用綠球體建立筆筒樹之懸浮培養系統

賴巧欣<sup>1</sup>、廖宇賡<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> 國立嘉義大學森林暨自然資源學系。600 嘉義市鹿寮里學府路 300 號。

\* 通訊作者，[ykliao@mail.ncyu.edu.tw](mailto:ykliao@mail.ncyu.edu.tw)。

### 摘要

桫欏科之植物，因其在生物地理學上的重要地位以及分布範圍有限等因素，具有相當高的學術及保育價值，筆筒樹(*Cyathea lepifera* (J. Sm. ex Hooker.) Copel.)為一利用價值極高的大型樹蕨，於民生、藥用、學術及保育等方面受到眾多人所關注，近年來，因遭受萎凋病影響及園林造景需求使得台灣野外族群大量減少，亟需繁殖及保育，然而現行之蕨類傳統繁殖方法仍有諸多限制，通常較為耗時且汙染率高。本研究透過組織培養建立一快速繁殖之體系，利用筆筒樹之綠球體進行懸浮培養，針對不同接種量及容器體積大小對其增殖效益進行評估，並測試不同介質對其芽體存活率之影響，試驗結果顯示，容器較大、接種密度較低的處理，有利於綠球體組織的分化。長時間之液態培養，雖使其葉片有輕微玻璃質化之問題，透過改善透氣之處理，可降低其影響，利用懸浮培養配合最佳化之增殖途徑，可大量繁殖提供市場需求，以減少野外採集之壓力。

口頭發表-森林經營與育林組（研究生）

## 應用 Allometric 模式推估惠蓀林場香杉人工林

### 林分地上部生物量及碳貯存量

顏竹均<sup>1</sup>、林政融<sup>1</sup>、林志銓<sup>2</sup>、顏添明<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> 國立中興大學森林學系。402 台中市南區興大路 145 號。

<sup>2</sup> 國立中興大學實驗林管理處。402 台中市南區興大路 145 號。

\* 通訊作者，[tmyen@nchu.edu.tw](mailto:tmyen@nchu.edu.tw)。

#### 摘要

香杉(*Cunninghamia konishii*)為臺灣人工林之重要針葉樹種，此樹種名列臺灣針葉五木之一，其生長快速、栽植容易，且適合於臺灣中低海拔山區造林，因此在人工林中佔有一定面積。本研究旨在探討惠蓀林場 50 年生香杉人工林，建立香杉之生長收穫模式，以作為林分材積收穫量及碳貯存量推估之基礎。林分之平均胸徑為 37.3 cm，本研究利用林分疏伐作業時所選取之疏伐木為研究材料，共伐採 8 株樣木進行樹幹解析，建立樹高曲線式及材積式，再以生物量法計算林木生物量，其中以樹高曲線式以： $H = -0.017DBH^2 + 1.316DBH + 1.3$ ，而材積式以： $V = 0.000735DBH^{1.984}$  之配置效果最佳，生物量則採用 Allometric 模式建立關係式，以： $B = 0.000071DBH^{5.337} e^{-0.095DBH}$  配置效果最好，經計算單株林木平均生物量為 501.8 kg，葉部、枝部、幹部占地上部生物量比例分別為 1.8、10.6、87.6%，平均單株葉部、枝部及幹部生物量分別為 9.0、53.2、439.6 kg，採用此模式推估林分地上部生物量為 270.9 Mg ha<sup>-1</sup>，換算成碳貯存量為 130.9 Mg ha<sup>-1</sup>，此外也發現部份林木已呈現生長遲緩問題，此應為林分老化現象，本研究所得之結果將可提供惠蓀林場香杉人工林經營之參考。

## 口頭發表-森林經營與育林組（研究生）

### 應用 P2P 技術測繪森林調查樣區林木位置圖

廖竑愷<sup>1</sup>、林沛霆<sup>1</sup>、鄭合翔<sup>1</sup>、楊智凱<sup>1</sup>、林冠廷<sup>1</sup>、林金樹<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> 嘉義大學森林暨自然資源學系研究生。600 嘉義市東區學府路 300 號。

<sup>2</sup> 嘉義大學森林暨自然資源學系教授。600 嘉義市東區學府路 300 號。

\* 通訊作者，[chinsu@mail.ncyu.edu.tw](mailto:chinsu@mail.ncyu.edu.tw)。

#### 摘要

自京都議定書(Kyoto Protocols)以來，森林資源質量及碳匯的監測漸趨重要，森林調查作業包含取樣、林木及林地資訊調查等，主要以導線測量傳統技術為之，由利用羅盤儀配合皮尺等工具時期，發展到全站儀導線測量法，測量效率大為提升，但導線測量於林地作業中易因林地環境複雜影響，造成導線誤差累積現象，對樣區設置及林木位置屬性之決定產生重大影響。相對地，當代新發展的即時動態定位系統(e-GNSS)測量技術，可以利用多源 GPS 衛星訊號，有效地定位測點座標，高效精度提供森林資源調查可能替代方案。依據實地驗證測量經驗，e-GNSS 林地測量仍易因林分冠層密度而降低衛星訊號品質，造成無法及時解算測點高精度座標，使森林調查樣區設置作業及林木位置測繪等作業受到嚴重限制。本研究結合 e-GNSS 及電子測距儀點到點(Point-to-Point, P2P)技術，發展新式作業方法，可以有效地決定樣區位置及林木位置圖，提升整體作業精度及效率。

## 口頭發表-森林經營與育林組（教師及研究人員）

### 特有瀕危蕨類臺灣觀音座蓮托葉營養繁殖

李沛軒<sup>1</sup>、黃曜謀<sup>2,\*</sup>、邱文良<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 農業委員會林業試驗所蓮華池研究中心。555 南投縣魚池鄉華龍巷 43 號。

<sup>2</sup> 農業委員會林業試驗所育林組。100 台北市中正區三元街 67 號。

<sup>3</sup> 農業委員會林業試驗所標本館。100 台北市中正區南海路 67 號。

\* 通訊作者，[huangym@tfri.gov.tw](mailto:huangym@tfri.gov.tw)。

#### 摘要

臺灣觀音座蓮為臺灣特有瀕危蕨類，可用孢子或托葉進行繁殖。然而利用孢子進行有性繁殖，需選擇已達成熟階段的植株，孢子發芽率低，配子體生成孢子體小苗所需時間長且比率也低；反之利用托葉進行營養繁殖之成功率相對穩定且需時較短，因此是進行區外保育時值得使用的材料與方法。儘管臺灣觀音座蓮植株擁有十數個至數十個托葉，然植株托葉生產速度甚緩(約 2 個/年)的限制下，因此當進行區外保育，熟知托葉品質優劣，擇優培養，不僅可降低對母株的傷害，亦可確保幼苗的生成。本研究從蓮華池研究中心選取臺灣觀音座蓮 20 株，逐一拔取其莖幹上所有托葉，共計 512 個，標示在根莖上相對位置(分成 5 段，前 20%的托葉屬於頂端，最後 20%屬於基部)，測量其寬度大小及重量後隨即放置在濕潤水苔中培養，每隔 2 週時間紀錄生長情形，再由托葉發芽率、幼苗出現數及發芽所需時間等要素來評估托葉品質好壞。結果顯示培養 8 週後幼芽從托葉近軸面基部兩側生長出來，培養 10~16 週後托葉發芽率快速增加，隨後漸趨緩，培養 22 週後的托葉發芽率 73.6%，共有 597 株幼苗出現，越靠近莖幹先端的托葉發芽率越高，從基部的 42%至頂端的 95%。莖幹基部托葉略較其他部位的托葉輕且小，幼苗數較其他部位少(1.3 株/托葉 vs. 1.6~1.7 株/托葉)，並具較高的死亡率，培養過程中 20 個(3.9%)托葉腐爛，其中 16 個托葉即位於莖幹基部。顯示以往慣用基部托葉作為繁殖體的模式需加以調整，改以較近莖幹先端的托葉為材料來源，反而較利於幼苗生成。



口頭發表-森林經營與育林組（教師及研究人員）

## 臺灣杉人工林單木生長與競爭關係之研究

李隆恩<sup>1,\*</sup>、陳滄婷<sup>1</sup>、王韻皓<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 行政院農業委員會林業試驗所。100060 臺北市中正區南海路 53 號。

\* 通訊作者，[taiwan.lof@gmail.com](mailto:taiwan.lof@gmail.com)。

### 摘要

人工林經營成效為森林永續經營與提升國產材自給率之主要關鍵，其中，森林蓄積為實現森林生產與服務等各項價值之基礎，而蓄積可視為生長之累積，因此，林木生長一直是森林經營者與研究者關心的課題。本研究旨在探討臺灣杉人工林單木生長與競爭間的關係，研究區域位於本所六龜與太麻里試驗林，研究對象為 41 至 42 年生之臺灣杉人工林。本研究利用距離獨立競爭指數量化競爭作用，並探討該指數與單木胸徑平均生長量間的關係。此外，本研究運用六龜試驗林樣木伐採後取得之胸徑、樹高及立木材積等性態值，建立樹高曲線式及立木材積式等區域性統計模式。研究結果顯示，利用多元線性回歸模型，以競爭指數與林分蓄積量作為解釋變數將可有效解釋臺灣杉單木胸徑平均生長量之變異，其模式判定係數( $R^2$ )值為 0.85，均方根誤差(Root Mean Square Error, RMSE)值小於 0.1 公分。區域性統計模式部分，本研究整理過去文獻中常用之模型，據以建立六龜地區臺灣杉樹高曲線式及立木材積式，其 RMSE 值分別為 2.35 至 2.43 公尺(樹高)及 0.045 至 0.054 立方公尺(立木材積)間。此外，為因應航遙測技術的日漸成熟，本研究亦嘗試僅以樹高作為解釋變數建立立木材積式，其 RMSE 值為 0.329 立方公尺。本研究所得之結果可作為未來人工林經營與研究之參考。

## 口頭發表-森林經營與育林組（教師及研究人員）

### 東方莢果蕨孢子成熟度對於活力之影響

陳筠<sup>1</sup>、黃曜謀<sup>2,\*</sup>、李佩純<sup>3</sup>、邱文良<sup>2</sup>、汪春美<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系。260 宜蘭市神農路1段1號。

<sup>2</sup> 農業委員會林業試驗所。100 台北市中正區三元街67號。

<sup>3</sup> 新北市石碇區和平國民小學。223 新北市石碇區靜安路1段5號。

\* 通訊作者，[huangym@tfri.gov.tw](mailto:huangym@tfri.gov.tw)。

#### 摘要

東方莢果蕨是少數被列為國家極危保育等級的蕨類之一，估計現有野外天然植株低於20株，且族群數量還在持續下降之中，為避免發生野外滅絕，尋求活力佳的孢子進行種源保存或有性繁殖，成為解決之道。東方莢果蕨孢子葉初夏抽芽，秋季轉褐色，孢子囊宿存在反捲的羽片中渡冬，直至隔年春季始釋出孢子。我們採集不同成熟階段的東方莢果蕨孢子，儲存於不同溫度，再定期取出檢測發芽率，比較孢子葉成熟初期與後期孢子活力差異，探索孢子採集合適季節及最佳保存方式。結果顯示在冬季初期(11月)所採的孢子在4種不同溫度-80°C、-20°C、4°C、25°C儲存下，維持活力平均時間均短於1週。隔年春季末期(5月)所採的孢子，維持活力時間均顯著高於冬季初期孢子，25°C儲存的孢子10週後迅速喪失活力，然儲存14週後發芽率仍保有12%，其餘3種低溫儲存的孢子，即使經過14週儲存後，孢子發芽率都超過85%。東方莢果蕨隔年春季釋出孢子的因素，除了以往多數學者所認為的春天適合配子體生長發育外，本研究證實孢子葉成熟後期的孢子可維持更久的活力，大幅增加配子體繁衍下一後代機會。因此當收集種源時，建議蒐集東方莢果蕨春季孢子，採低溫儲藏，將可有效延長這種被廣泛認為短命型的綠色孢子壽命。

## 口頭發表-森林經營與育林組（教師及研究人員）

### 花蓮大農大富地區楓香人工林胸高形數與形率之關係探討

彭炳勳<sup>1</sup>、郭家和<sup>2</sup>、陳建璋<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup> 國立屏東科技大學農學院生物資源博士班。91201 屏東縣內埔鄉學府路 1 號。

<sup>2</sup> 龍岩學院經濟管理學院講師。福建省龍岩市新羅區東肖北路 1 號。

<sup>3</sup> 國立屏東科技大學森林系副教授。91201 屏東縣內埔鄉學府路 1 號。

\* 通訊作者，[zzzjohn@g4e.npust.edu.tw](mailto:zzzjohn@g4e.npust.edu.tw)。

#### 摘要

一般傳統伐倒木測計上形數是材積計算的一項重要因子，然而形數的取得需透過大量伐倒木累積數據並且無法直接測量，因此，易受到人為誤差及估算方式而造成材積估算上的差異。近年來如何透過智慧化、非破壞性的評估方式來進行森林經營管理並改善測計誤差而造成的林木損害為從事林業產業人員所追求目標。本研究主要目的主要透過地面光達影像取得單木資訊，探討胸高形數( $F_{1.3}$ )與胸高形率( $Q_{1.3}$ )兩者間的關連性並建立推估模式。

研究地區位於花蓮大農大富平地森林園區 17 年生楓香人工林，透過地面光達取得 2 種林分密度(1,160 株/ha、640 株/ha)共合計 93 株光達影像資料，並透過模擬區分求積方式測得胸徑、樹高、材積、分段直徑等資料；將所獲取資料以 10 種由相關文獻回顧及 SPSS 統計軟體提供的非線性方式進行胸高形數( $F_{1.3}$ )與胸高形率( $Q_{1.3}$ )最適推估模式的建立。

比較推估結果得知，10 種推估模式中，以 Schiffel(1899)建議之胸高形率、樹高為應變數的胸高形數關係式，及 SPSS 軟體中以胸高形率為應變數之二次曲線模型、三次曲線模型等 3 式有較佳的擬合結果( $R^2 > 0.6$ )；當林分密度為 1,160 株/ha，推估模式可為： $F_{1.3} = 0.03 + 0.70 * Q_{1.3}^2 + 1.08 / (Q_{1.3} * H)$ 、 $F_{1.3} = 0.83 - 2.07 * Q_{1.3} + 2.26 * Q_{1.3}^2$ 、或  $F_{1.3} = 0.55 - 0.69 * Q_{1.3} + 0.0 * Q_{1.3}^2 + 1.20 * Q_{1.3}^3$  等式，當林分密度為 640 株/ha，推估模式可為： $F_{1.3} = 0.12 + 0.71 * Q_{1.3}^2 + 0.31 / (Q_{1.3} * H)$ 、 $F_{1.3} = 0.59 - 1.28 * Q_{1.3} + 1.64 * Q_{1.3}^2$  或  $F_{1.3} = 0.33 - 0.14 * Q_{1.3} + 0.0 * Q_{1.3}^2 + 0.78 * Q_{1.3}^3$  等式，前述 6 式經檢驗樣本測試，均方根誤差(RMSE)≐0.002，平均絕對誤差(MAE)<0.02，平均絕對百分比誤差(MAPE)<5%，顯示地面光達影像能有效用於形數/形率的推估，未來可以根據調查內容挑選適合推估式，為推估楓香人工林胸高形數提供快速簡便的方法。

## 楓香葉變色花青素生合成基因調控

文起祥<sup>1</sup>、曲芳華<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> 國立臺灣大學森林環境暨資源學系。10617 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號。

\* 通訊作者，[fhchu@ntu.edu.tw](mailto:fhchu@ntu.edu.tw)。

### 摘要

楓香(*Liquidambar formosana*)是臺灣原生落葉樹種，在春季嫩葉時期葉片常呈現紅色至紫紅色，而秋冬季葉老化時期葉片則可能出現紫色、紫紅色、紅色至橘紅色，葉片特殊的顏色使其常用於都市行道樹及景觀造林。萃取葉部花青素並進行脫糖處理，經液相層析質譜儀分析確認楓香葉顏色受到 delphinidin 及 cyanidin 兩種花青素影響。春季嫩葉 delphinidin 相對含量較高使葉片顏色偏紫，而秋冬老化葉 cyanidin 含量較高使葉片顏色偏紅。為探討楓香葉變色過程中花青素生合成之基因調控，本研究由楓香葉轉錄體資料庫獲得楓香基因序列資料，配合前人研究使用微陣實驗觀察 2011 年至 2013 年葉部基因表現量，篩選參與生合成及調控的候選基因。以農桿菌(*Agrobacterium tumefaciens*)經暫時性過表現試驗鑑定，發現兩個花青素生合成限制酵素 dihydroflavonol 4-reductase (DFR)均有正常功能且沒有前驅物選擇性，而修飾前驅物影響花青素種類之 flavonoid 3'-hydroxylase (F3'H)及 flavonoid 3',5'-hydroxylase (F3'5'H)也均有正常功能。由於所獲得之生合成相關基因均有正常功能，故深入探討其基因調控過程。以花青素生合成專一調控轉錄因子 *LfMYB113*、原花青素相關轉錄因子 *LfMYB5* 及 *LfMYB123* 進行啟動子實驗測試，說明 *LfMYB5* 於春季促進 *LfF3'5'H* 表現，是春季嫩葉累積 delphinidin 使顏色偏紫的主要原因。此外 *LfMYB123* 於春季促進 *LfDFR1* 及 *LfF3'H* 表現，為 cyanidin 的來源。秋冬季 *LfMYB113* 促進 *LfF3'H*、*LfDFR1* 及 *LfDFR2* 表現，是秋冬季老化葉累積 cyanidin 使顏色偏紅的主要原因。