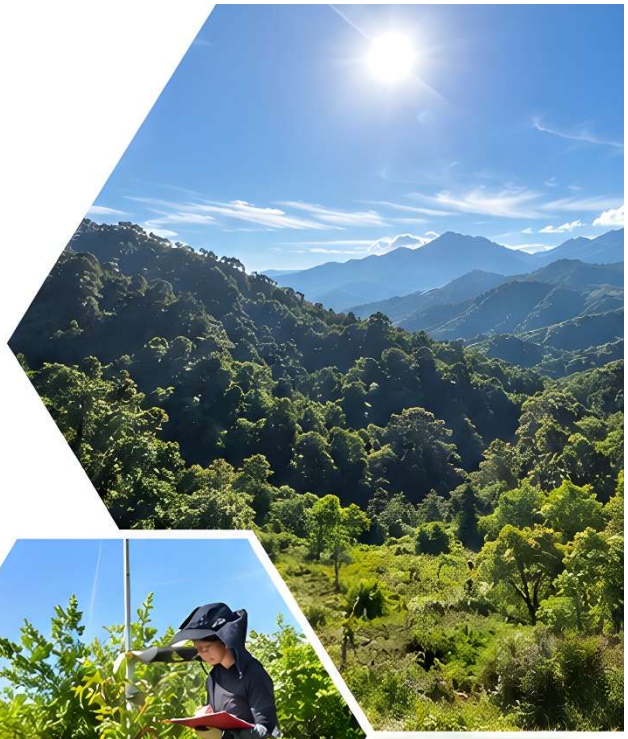
115年森林資源永續發展研討會

2026 Conference on Sustainable Development of Forest Resources

韌性森林，永續共生









115年

論文摘要集

Abstracts Collection



論文摘要集

（口頭與海報發表）

Abstracts Collection
(Oral & Poster Presentations)

林業及自然保育署
Forestry and Nature Conservation Agency

國立中興大學
NATIONAL CHUNG HSING UNIVERSITY

指導單位：農業部林業及自然保育署
主辦單位：中華林學會　協辦單位：國立中興大學森林學系

Supported by Forestry and Nature Conservation Agency, Ministry of Agriculture
Organized by Society of Chinese Forestry,
Co-organized by Department of Forestry, National Chung Hsing University

中華民國 115 年 10 月 22 - 23 日

115 年森林資源永續發展研討會

論文摘要集

指導單位：農業部林業及自然保育署

主辦單位：中華林學會

協辦單位：國立中興大學森林學系

中華民國 115 年 10 月 22、23 日

「115 年森林資源永續發展研討會」學術論文發表會議議程

時間:115 年 10 月 22 日、23 日(星期四、五)

地點:國立中興大學農環大樓十樓國際會議廳、森林系館

日期	時間	議程	地點	主持人
10 月 22 日 (星期四)	**報到及開幕**			
	09:10- 09:30	大會報到 領取會議資料	農環大樓十樓 國際會議廳	
	09:30- 09:50	開幕式、貴賓致詞	農環大樓十樓 國際會議廳	**曾喜育** 國立中興大學 森林學系主任
	專題演講			
	09:50- 10:20	演講題目: 公私協力打造臺灣森林 生態系服務價值鏈-以推動 FSC 全區驗證為例 **演講人:林華慶署長** 農業部林業及自然保育署	農環大樓十樓 國際會議廳	**曾彥學** 中華林學會 理事長
	10:20- 10:40	**休息及茶敘**	**國際會議廳外**	
	10:40- 11:10	演講題目: 薪「木」相傳與數位「AI」學習 **演講人: 林翰謙校長** 國立嘉義大學	農環大樓十樓 國際會議廳	**王升陽** 特聘教授兼 循環經濟研究 學院院長
	11:10- 11:40	演講題目: 淺談臺 灣木材供需現況及國產材的市場機會 **演講人: 陳豐熙榮譽理事長** 中華民國木材商業同業公會全國聯合會	農環大樓十樓 國際會議廳	**柳婉郁** 特聘教授兼 環境保育暨防災科技研究中心主任
	11:40- 13:00	**午餐及午休**	**森林系館**	
	海報論文發表			
	12:00- 14:00	林產組論文海報發表	森林 1 館 1 樓 V101 教室	
		林學組論文海報發表	森林 1 館 1 樓 V111 教室	
	口頭論文發表			
	13:40- 15:11 Session 1	林產組論文宣讀	森林 2 館 201 教室	
		森林生態組論文宣讀	森林 2 館 303 教室	
		森林經營組論文宣讀	森林 2 館 202 教室	
		育林組論文宣讀	森林 2 館 301 教室	
		大學組論文宣讀	森林 2 館 302 教室	

	15:11- 15:30	休息及茶敘	森林系館	
	15:30- 17:01 Session 2	林產組論文宣讀	森林 2 館 201 教室	
		森林生態組論文宣讀	森林 2 館 303 教室	
		森林經營組論文宣讀	森林 2 館 202 教室	
		育林組論文宣讀	森林 2 館 301 教室	
		大學組論文宣讀	森林 2 館 302 教室	

日期	時間	議程	地點	
10 月 23 日 (星期五)	09:00- 09:50	大會報到	森林系館	
	口頭論文發表			
	10:00- 11:57 Session 3	林產組論文宣讀	森林 2 館 201 教室	
		森林生態組論文宣讀	森林 2 館 303 教室	
		森林經營組論文宣讀	森林 2 館 202 教室	
		大學組論文宣讀	森林 2 館 302 教室	
	12:00-	**賦歸**		

章節目錄

I .口頭發表-大學組

II .口頭發表-育林組

III .口頭發表-林產組

IV .口頭發表-森林生態組

V .口頭發表-森林經營組

VI .海報發表-林產組

VII .海報發表-林學組

詳細目錄

I .口頭發表-大學組 I-0

O200-1 臺灣原生殼斗科樹種共生外生菌根菌之分離培養及野外來源根域土之接種試驗 I-1

O200-2 慣行與有機栽種模式對文旦果樹根域細菌群落結構與土壤酵素的影響 I-2

O200-3 雙溪熱帶樹木園林分結構與珍貴樹種長期更新動態研究 I-3

O200-4 不同光波長對台灣梭羅木生長之影響 I-4

O200-5 花蓮光復地區台灣矢竹生物量研究 I-5

O200-6 空投種子包覆技術之研究 I-6

O200-7 應用無人機進行宜蘭地區小燕鷗繁殖棲地監測及族群數量調查 I-7

O200-8 以家庭農園地方知識轉譯之食農教育桌遊建構之研究 I-8

O200-9 森林土壤含石面積百分比與石礫體積百分比之關聯性及其於碳儲量估算之應用 I-9

O200-10 以酚液化技術轉化萃取後餘料製備高耐久性木質材料 I-10

O200-11 臺灣具葉部蟲室植物之物種組成與蟲室形態多樣性研究 I-11

O200-12 碳足跡激低-溪頭柳杉人工老木製產品估計 ISO14067 產品碳足跡 ... I-12

O200-13 參與基於結果森林碳補償政策之研究-選擇試驗法之應用 I-13

O200-14 AR-TMS0002 加強森林經營碳匯專案活動務實執行的困難與利用報表改進流程-以溪頭柳杉人工老齡林為例 I-14

O200-15 種子豐歉年與衛星遙測及氣候因子之關係：以美國貝克山-斯諾夸爾米國家森林太平洋銀冷杉 (Abies amabilis) 為例 I-15

O200-16 楓香(Liquidambar formosana)組織培養之研究 I-16

O200-17 溪頭孟宗竹林地下部器官分配與碳庫之初探 I-17

O200-18 黑水虻蛹殼幾丁聚醣衍生物改質尿素甲醛樹脂之製備與性質 I-18

O200-19 地面光達結合破壞性取樣估算孟宗竹地上部生物量 I-19

II .口頭發表-育林組 II-0

O142-1 香杉單萜合成酶之功能鑑定 II-1

O142-2 臺灣肉桂野外個體葉片揮發性成分及無性繁殖初探 II-2

O142-3 檳榔園林下轉作造林：不同光照與施肥處理對土肉桂苗木初期生長之影響 II-3

O142-4 利用胸高直徑進行海岸林樹種樹高預測與碳儲存量評估 II-4

O142-5 牛樟炭疽病菌之分離、初步鑑定及離葉接種方法建立.....II-5
O142-6 臺灣杉 MYC2 調控倍半萜合成酶機制之探討 II-6
O142-7 臺灣檫樹 (Sassafras randaiense) 叢枝菌根共生特性及不同接種來源對苗木生長之影響.....II-7
O141-1 覆網與層積處理對臺灣冷杉(Abies kawakamii)種子發芽與小苗存活之影響—以雪霸國家公園三六九軌道復育為例.....II-8
O142-8 臺灣山茶 24 號氣味初探.....II-9
O142-9 微生物應用於銀合歡入侵地之復育造林.....II-10
O142-10 Effects of Different Light Conditions on Leaf Morphological Traits and Photosynthetic Physiology of Phyllostachys makinoi II-11
III .口頭發表-林產組..... III-0
O112-1 臺灣與日本之木育政策推動之比較初探..... III-1
O111-1 運用質性訪談分析法探討我國木材自給率之影響因素..... III-2
O111-2 雪松醇透過調節粒線體功能和代謝平衡進而修復皮膚屏障來緩解 UVB 誘導之光老化..... III-3
O111-3 Opuntia ficus-indica Powder as a Non-Timber Biomass Bio-Coagulant for Wastewater Reclamation and Water Reuse in Dryland Afforestation... III-4
O112-2 木竹材及農業剩餘物生物精煉之生命週期評估與高值化策略..... III-5
O111-4 Effects of Woody Biochar on the Stability of Sweet Potato Plant Microbial Fuel Cells Amended with Sintered Sludge..... III-6
O112-3 植物微生物燃料電池結合燒結污泥粒料之長期產電評估：基於人工智慧技術解析土壤替代基質潛力..... III-7
O111-5 Sulfur-Engineered Biochar from Forestry and Agricultural Residues: A Circular Pathway to Cadmium-Contaminated Water Remediation..... III-8
O112-4 嗅聞台灣本土森林複方精油對人體生理與心理之影響..... III-10
O112-5 應用光譜技術與機器學習建構柳杉耐候性質之預測模型..... III-11
O112-6 多元醇液化茶葉渣試製水性聚胺酯樹脂及其性質..... III-12
O112-7 立木目視評估及應力波非破壞檢測施作探討-以台中市行道樹為例 III-13
O112-8 台灣杉精油透過調節粒線體能量代謝與修復腸道屏障緩解發炎性腸道疾病..... III-14
O112-9 以國產兩種竹材研製結構用竹集成材及其蘊含碳分析..... III-15
O112-10 以生物炭與聚磷酸銨開發具阻燃功能之永續 PLA 複合線材及其 FFF 型 3D 列印應用..... III-16

O112-11 香草醛製備生質基陰/陽離子型水性聚胺基甲酸酯及其性質 III-17
O112-12 添加封閉型二異氰酸酯對幾丁聚醣-PVAc-竹炭粉複合材料之熱成型材料性質探討..... III-18
O112-13 鹼催化液化木質素製備水溶性酚醛樹脂及其應用於浸漬層壓材料.. III-19
O112-14 不同粒徑刺竹粒片複合月桂酸相變材料之製備及熱儲能性能評估.. III-20
O112-15 牛樟芝來源細胞外囊泡作為保護角質形成細胞免受 UVB 誘導光老化之潛力化粧品活性成分..... III-21
O112-16 回收瓦楞紙無膠高密度纖維板之製備與性能..... III-22
IV .口頭發表-森林生態組.....IV-0
O122-1 雪山玉山圓柏矮盤灌叢火災跡地之族群更新與空間分布..... IV-1
O122-2 揭示地下共生網絡-臺灣 44 種殼斗科樹種野外共生外生菌根菌群落結構分析..... IV-2
O122-3 蘇鐵蕨伴生植群研究..... IV-3
O121-1 蓮華池森林動態樣區木質藤本組成及地形分布特性..... IV-4
O121-2 利用 3 種不同生長度日模型預測臺灣高山杜鵑 (Rhododendron rubropilosum var. taiwanalpinum) 花期..... IV-5
O121-3 棋盤腳開花生物學探究..... IV-6
O122-4 影響歸化植物的入侵因子及入侵性分析..... IV-7
O121-4 應用公民科學於蜜源植物監測之成果分析與物種推廣..... IV-8
O121-5 馬太林池之濕地植群分類與動態變化..... IV-9
O121-6 蓮華池研究中心大型真菌族群調查..... IV-10
O121-7 稜果榕於亞熱帶臺灣中部都市公園的榕果生產表現..... IV-11
O122-5 阻隔採食能否促進森林底層更新？阿里山石引水道草本層與木本小苗動態之初期試驗..... IV-12
O121-8 恆春地區銀合歡(Leucaena leucocephala)林下土壤種子庫組成初探.. IV-13
O121-9 森林火災與火後經營重塑鳥類群聚與生物聲景動態..... IV-14
O122-6 鹿角坑生態保護區及周邊森林植物社會組成..... IV-15
O122-7 新竹縣寶山森林園區微氣候調節效益之評估..... IV-16
O122-8 物種名錄是如何形成的？分類變遷對臺灣森林苔蘚多樣性認知的影響——以錦苔科為例..... IV-17

O122-9 Spatial Variation in Bird Community Composition in an Urban Landscape: A Case Study of National Chung Hsing University IV-18
O122-10 應用氣象與遙測資料探討惠蓀林場臺灣杉人工林枯立因子..... IV-19
O121-10 國立自然科學博物館植物園苗圃苗木與展示分區植物組成之關聯及種原備援評估..... IV-20
O122-11 基於葉片性狀與燃燒特性篩選臺灣中部淺山地區低可燃性樹種.. IV-21
O121-12 Vegetation differentiation and stand structure in relation to fine-scale topographic heterogeneity in a temperate forest of central Taiwan..... IV-22
V .口頭發表-森林經營組..... V-0
O132-1 結合 Sentinel-2 影像與破壞性取樣推估澎湖地區銀合歡分布及地上部生物量..... V-1
O132-2 生態旅遊碳足跡評估指標之建構與實證研究-以高屏生態旅遊遊程為例..... V-2
O132-3 Calibration and Applicability of Thermal Dissipation Sap Flux Measurements on Makino Bamboo V-3
O131-1 屏東縣瑪家鄉家庭農園之社會-生態系統與韌性研究 V-4
O132-4 以 Strahler 拓樸結構深化 TLS-QSM 之木質化結構與生物量階層量化 V-5
O132-5 生態旅遊目的地行銷組織從形成至行銷經營運作機制建立之行動研究－以高雄市六龜生態旅遊 DMO 為例 V-6
O131-2 應用地理資訊系統與階層式決策樹於平地造林地功能分區及經營規劃之研究..... V-7
O132-6 臺灣白花蝴蝶蘭保育與社區參與復育模式研究-大學社會責任(USR)的實踐路徑..... V-8
O131-3 傳統狩獵禁忌的當代實踐-以高雄那瑪夏區之穿山甲為例 V-9
O131-4 比較多納崩塌地次生林與其鄰近成熟林木質藤本群聚的組成及結構差異..... V-10
O131-5 阿里山林業鐵路沿線生態護坡工法之研究..... V-11
O131-6 快速量化林分竹稈碳儲量的評估方法..... V-12
O131-7 3D U-Net 模型應用於三維模型萃取樹幹骨架之跨林分適用性：以無人機林下環景影像為例..... V-13
O131-8 以地面光達評估不同模型複雜度對於樹幹解析的效益..... V-14
O131-9 應用空載光達點雲與樹冠高度模型於蓮華池試驗林人工林單木分割之比較..... V-15

O131-10 近自然林政策工具與實務推動之探討.....V-16
O132-7 綠色保育農民採行生態友善農法之動機形塑脈絡與有效推廣策略V-17
O132-8 臺灣高等林學教育發展挑戰.....V-18
O132-9 都市林生態系統損害潛在風險之量化與空間辨識—以臺北市大安森林公園為例.....V-19
O132-10 蕨類葉型形態偏好在都市環境設計之應用.....V-20
O132-11 都市林與國際機制之探討.....V-21
O131-11 利用無人機光達鄰域結構探討亞高山玉山箭竹地上部碳儲量的空間變異.....V-22
O131-12 國內大型企業森林相關活動與碳匯參與現況：2023 年永續報告書內容分析.....V-23
VI .海報發表-林產組..... VI-0
P101-1 Effects of Kaolin Additive on the Gasification of Miscanthus in a Fluidized Bed..... VI-1
P101-2 Research on Carbon Footprint Verification (CFV) for Domestic Bamboo Building Materials: A Case Study of the Moso Bamboo Laminated Flooring..... VI-2
P101-3 不同地區臺灣山茶兒茶素組成與化學多態性之研究..... VI-3
P101-4 Optimization of CO_2 Laser Engraving Process Parameters for Taiwania cryptomerioides..... VI-4
P101-5 Evaluation of Mechanical Properties of Kandelia obovata Wood Using Drilling Resistance..... VI-5
P101-6 Investigation of Risk Perception Discrepancies among Visual Tree Assessors..... VI-6
P101-7 月桃葉來源之細胞外囊泡可透過增強粒線體生合成和皮膚屏障功能，來緩解 UVB 誘導的光老化..... VI-7
P101-8 臺灣東北部月桃屬植物葉部萃取物之成分及生物活性初評..... VI-8
P101-9 大葉桃花心木各部位抽出物抗氧化活性之評估..... VI-9
P101-10 木質與天然纖維生物複合材料應用於太空碎片減緩之證據基礎、限制與規模化可行性..... VI-10
P101-11 國產臺灣杉等級區分材之耐候特性..... VI-11
P102-1 桂竹竹稈徑向維管束分布及基本性質之研究..... VI-12
P102-2 行道樹修枝材之化學組成與造紙應用潛力研究..... VI-13
P102-3 樟樹萃取物製備環保抑制劑之研究..... VI-14

P102-4 蒸爆木質素於貓砂及木材防腐藥劑配方之初探討..... VI-15
P102-5 桂竹合板製備及基礎性質探討..... VI-16
P102-6 黃連木葉部精油對阿茲海默症相關生物活性探討..... VI-17
P102-7 龍柏葉部精油之四季化學成分、揮發性成分組成探討..... VI-18
P102-8 臺灣國產材精油薰蒸抑制褐根病菌效果之初探..... VI-19
P102-9 竹材作為太空包培養基質對菇類生長的影響..... VI-20
P102-10 香蕉假莖纖維手抄紙培育菌絲皮革之研究..... VI-21
P102-11 臺灣真柏葉部萃取物之防曬效能初探..... VI-22
P102-12 桂竹剩餘資材之防曬利用潛力初探..... VI-23
P102-13 竹齡和竹桿高度對三種叢生竹之密度與抗彎性質之影響..... VI-24
P102-14 熱蒸氣處理對臺灣櫸木彎曲成形性能之影響..... VI-25
P102-15 不同交聯程度聚醋酸乙烯酯對臺灣櫸木膠合板之彎曲性能影響.. VI-26
P102-16 當代生活產品之國產材設計應用研究以療癒系薰香座為例..... VI-27
P102-17 透明木材阻擋藍光對眼球細胞之影響..... VI-28
P102-18 不同前處理與熱壓條件對緻密化孟宗竹物理性質、微觀結構及力學性能之影響..... VI-29
VII .海報發表-林學組..... VII-0
P201-1 從基礎生態資料預測樹高：利用演替階段、功能性狀與生活型提升估算臺灣森林樹高的準確度..... VII-1
P201-2 基於決策樹家族演算法預測白雞油之棲地適宜性..... VII-3
P201-3 結合機器學習與電路理論建構授粉服務之空間網路..... VII-4
P201-4 以物種分布模式評估氣候變遷對中高海拔植群帶組成樹種分布範圍之影響..... VII-5
P201-5 不同栽植密度對大雪山伐採跡地香杉幼齡木初期生長與土壤碳庫短期變化之影響..... VII-6
P201-6 臺大實驗林對高岳紅檜生態保育區甲蟲相調查..... VII-7
P201-7 從專業監測到公民科學：經訓練志工參與兩棲長期監測之效能與應用潛力..... VII-8
P201-8 日本《森林・林業基本計畫》之政策演進(2001–2026)：碳中和、生物多樣性與制衡工具的探索性文本分析..... VII-9
P201-9 芬蘭 METSO 計畫之生態服務給付機制研究..... VII-10
P201-10 高士佛紫金牛、疣柄魔芋及鳳尾蕨作為新興林下經濟作物之潛力評估..... VII-11

P201-11 從植群分類與大徑木調查評估對高岳紅檜生態保育區之植物資源.VII-12
P201-12 基於 MODIS 熱應力與植被反應評估台灣森林氣候敏感度.....VII-13
P201-13 Landsat 8 多光譜與地表溫度指標應用於山區物種分布預測之可行性.....VII-14
P201-14 不同森林中環境梯度與耐陰植物功能群間關聯路徑之初探.....VII-15
P201-15 太麻里光蠟樹人工林自然演替後林分組成與環境之關係.....VII-16
P201-16 《臺灣野生食用植物圖譜》的植物名錄與文化脈絡.....VII-17
P201-17 河川水環境巡守隊志工學習動機與持續參與意向.....VII-18
P201-18 扇平森林生態園區願付價值之研析-以扇平志工團隊為例 VII-19
P201-19 災後多源資料整合與地形風模擬於森林火災火勢轉變判讀：以埔里事業區 112 林班火災為例.....VII-20
P201-20 貓纜 T16 塔柱地錨邊坡長期維護管理之棲地恢復與生物多樣性評估.....VII-21
P201-21 近二十年來雲嘉地區歸化植物在不同生育地中的組成變化.....VII-22
P201-22 瓊崖海棠內生植物促生細菌 Pantoea ananatis TY9-3SA-1 發酵條件最適化與菌劑載體評估.....VII-23
P201-23 臺南高雄地區原生及歸化物種近 20 年間之時間與空間變化.....VII-24
P201-24 強勢入侵種與外來植物中長期變化趨勢研究之推動情形.....VII-25
P201-25 以無人載具調查下坪自然教育園區樹木滯塵量之研究.....VII-26
P202-1 Landscape Genomics Reveals Local Adaptation and Future Climate Vulnerability in Phalaenopsis aphrodite Across Taiwan and the Philippines.....VII-27
P202-2 探討列當在台灣與歐亞大陸間之分群關係.....VII-28
P202-3 綠島民族植物利用之初步調查.....VII-29
P202-4 民眾對綠鬣蜥處置看法之初探.....VII-30
P202-5 探析放線菌 Actinosynnema mirum DSM 43827 類蕈孢素胺基酸的生合成酵素.....VII-31
P202-6 臺灣特有圓果青剛櫟與青剛櫟之種化模式及基因漸滲機制探討.VII-32
P202-7 氣候變遷下臺灣高山草原植群之贏家與輸家物種分析.....VII-33
P202-8 應用熱消散法研發測量樹液流徑向變化之探針.....VII-34
P202-9 Meta 全球樹冠高度模型於林分冠層高度估測之適用性與誤差分析VII-35
P202-10 南港地區三處不同時期公園栽植樹種之比較.....VII-36

P202-11 利用沼澤紅假單胞菌轉化污水及農業廢水與林木生長碳管理發展之探討.....VII-37
P202-12 校園植物在森林療癒應用成效評估.....VII-38
P202-13 宜蘭縣新城溪出海口北岸小燕鷗棲地假鳥誘引試驗.....VII-39
P202-14 社區協助結合花台改善與健檢導入之老樹復育：阿勒勃行道樹案例.....VII-40
P202-15 台灣竹產業振興發展之評估與策略研究.....VII-41
P202-16 森林讓人療癒或感到不安？森林環境對人的情緒反應調查.....VII-42
P202-17 臺灣肖楠造林地之碳儲量與碳通量監測.....VII-43
P202-18 透過環境教育提升國小高年級學童支持雲豹(Neofelis nebulosa)再引入行動之成效評估.....VII-44
P202-19 迷群與一般群眾綠色消費觀異同之探討.....VII-45
P202-20 Preliminary Investigation of Variation in Litterfall Production and Composition among Moso Bamboo Stands in Xitou VII-46
P202-21 應用衛星遙測熱紅外線與緩衝區分析評估都市公園冷島效應降溫效能.....VII-47
P202-22 雨量差異對臺灣中大型哺乳動物占據與活動模式之影響.....VII-48
P202-23 全基因組關聯分析揭示青剛櫟葉片元素含量之遺傳基礎.....VII-49
P202-24 萬年松 (卷柏科) 生長與物候初探.....VII-50
P202-25 利用 SSR 及 SNP 標誌物探討臺灣特有種濱當歸之族群遺傳結構與分化.....VII-51
P202-26 欖仁溪森林動態樣區長期動態變化.....VII-52
P202-27 台灣木材自給率的歷史變動分析.....VII-53
P202-28 以 SSR 和 SNP 分子標誌建構牛樟核心種原收集群之研究 VII-54
P202-29 南仁山溪谷樣區第六次複查：物種組成與森林結構長期變化.....VII-55
P202-30 竹產業衰退下之竹林經營：經營對策與民眾支持機制之評估.....VII-56
P202-31 A discussion on the bryoflora of Radulaceae (Jungermanniopsida, Marchantiophyta) in Taiwan and several noteworthy taxa.....VII-57
P202-32 以高斯潑濺技術重建 3D 林分模型與單木測計之研究.....VII-58

Ⅰ.口頭發表-大學組

「115 年森林資源永續發展研討會」學術論文發表

組別：大學組

發表地點：**森林 2 館 302 教室**

場次	序號	發表編號	報告時間	題目	作者
10 月 22 日 (星期四) Session 1	1	O200-1	13:40-13:53	臺灣原生殼斗科樹種共生外生菌根菌之分離培養及野外來源根域土之接種試驗	許博皓、謝孟哲、楊智凱、吳羽婷
	2	O200-2	13:53-14:06	慣行與有機栽種模式對文旦果樹根域細菌群落結構與土壤酵素的影響	謝昌鴻、吳羽婷
	3	O200-3	14:06-14:19	雙溪熱帶樹木園林分結構與珍貴樹種長期更新動態研究	蘇恆慧、楊智凱
	4	O200-4	14:19-14:32	不同光波長對台灣梭羅木生長之影響	闕廷軒、江禹萱、吳惠芳、鍾智昕
	5	O200-5	14:32-14:45	花蓮光復地區台灣矢竹生物量研究	張凱翔、古柏薰、陳柏語、何書戎、黃瑞晞、謝依達
	6	O200-6	14:45-14:58	空投種子包覆技術之研究	何書戎、陳柏語、古柏薰、黃瑞晞、張凱翔、江昕恩、張敏玲、鍾智昕、謝依達、鄭家淙
	7	O200-7	14:58-15:11	應用無人機進行宜蘭地區小燕鷗繁殖棲地監測及族群數量調查	陳韻竹、涂慧萍、柯玫如、許宇軒、鍾智昕
休息與茶敘					
Session 2	1	O200-8	15:30-15:43	以家庭農園地方知識轉譯之食農教育桌遊建構之研究	林峻任、陳美惠、黃雅莉
	2	O200-9	15:43-15:56	森林土壤含石面積百分比與石礫體積百分比之關聯性及其於碳儲量估算之應用	吳佳芸、陳洪宇、黃冠澤、賴昱瑋、高莉雯、邱品潔、蔡呈奇
	3	O200-10	15:56-16:09	以酚液化技術轉化萃取後餘料製備高耐久性木質材料	鄧搖光、郭佩鈺
	4	O200-11	16:09-16:22	臺灣具葉部蟲室植物之物種組成與蟲室形態多樣性研究	范宸昕、吳紘瑞、楊智凱
	5	O200-12	16:22-16:35	碳足跡激低-溪頭柳杉人工老木製產品估計 ISO14067 產品碳足跡	王靖雯、王璿理、林微芸、趙紫婷、林藝珈、邱仁頤、高偉誠、王仁、張庭維、江博能
	6	O200-16	16:35-16:48	楓香(Liquidambar formosana)組織培養之研究	高潔茜、陳筱蓉、吳家禎
	7	O200-14	16:48-17:01	AR-TMS0002 加強森林經營碳匯專案活動務實執行的困難與利用報表改進流程-以溪頭柳杉人工老齡林為例	林微芸、王璿理、王靖雯、趙紫婷、林藝珈、邱仁頤、高偉誠、王 仁、林政道、張庭維、江博能

備註：每位報告人所使用之時間為 13 分鐘，其中口頭報告 10 分鐘，問題詢答 3 分鐘。

「115 年森林資源永續發展研討會」學術論文發表

組別：大學組

發表地點：**森林 2 館 302 教室**

場次	序號	發表編號	報告時間	題目	作者
10 月 23 日 (星期五) Session 3	1	O200-15	10:00-10:13	種子豐歉年與衛星遙測及氣候因子之關係：以美國貝克山-斯諾夸爾米國家森林太平洋銀冷杉 (*Abies amabilis*) 為例	洪筠淇、許鈺群
	2	O200-13	10:13-10:26	參與基於結果森林碳補償政策之研究-選擇試驗法之應用	吳家儀、柳婉郁
	3	O200-17	10:26-10:39	溪頭孟宗竹林地下部器官分配與碳庫之初探	陳承新、魏逸翔、李一平、曾于家、吳哲漢、林岳翰、徐崧瑋、郭懿萱、高偉誠、鄭森松、江博能、張庭維、王仁
	4	O200-18	10:39-10:52	黑水虻蛹殼幾丁聚醣衍生物改質尿素甲醛樹脂之製備與性質	葉柏陞、余奕承、張家偉
	5	O200-19	10:52-11:05	地面光達結合破壞性取樣估算孟宗竹地上部生物量	林子恒、沈啟安、張子游、陳雲起、王暉翔、黃柏諺、張瑋宸、蘇昱安、曾羽晟、劉佺、賴彥任、鄭森松、鄭舒婷

備註：每位報告人所使用之時間為 13 分鐘，其中口頭報告 10 分鐘，問題詢答 3 分鐘。

臺灣原生殼斗科樹種共生外生菌根菌之分離培養及野外來源根域土之接種試驗

許博皓[1]、謝孟哲[1]、楊智凱[1]、吳羽婷[1*]

[1] 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，yutingwu@mail.npust.edu.tw

摘要

殼斗科(Fagaceae)樹種與外生菌根菌形成緊密共生關係，在養分貧瘠環境中高度依賴菌根提供水分、養分並增強抗逆境能力。臺灣現有 44 種原生殼斗科樹種，但其苗木於造林地常面臨存活率不佳之瓶頸，故本研究嘗試分離共生外生菌根菌以及透過根域土接種試驗，探討有效之外生菌根菌接種方法，盼能應用於造林與生態復育。本研究採集臺灣各地 31 種原生殼斗科樹種根系，共分離 901 株真菌分離株，經形態特徵篩選出 88 株候選菌株，並以 ITS1F/ITS4 引子進行內轉錄間隔區序列分子鑑定，鑑定出 7 種與殼斗科植物可能具正向交互作用之真菌，包括 *Clavulina*、*Leptodophora*、*Pezicula*、*Oidiodendron* 等屬，其中 *Clavulina* sp. 為典型外生菌根菌。結果顯示臺灣殼斗科樹種根系孕育多樣性菌種資源，未來將透過接種試驗驗證其交互作用，以應用於殼斗科樹種造林與生態系復育。接種試驗部分，採集野外殼斗科樹種根系周圍根域土，對 12 種殼斗科幼苗進行接種與對照組試驗，經三年生長後測量樹高、地徑差異，並以第三代長片段定序結果分析根內真菌功能群組成，探討根域土接種之可行性。接種結果顯示對多數樹種生長具顯著促進效果，接種苗木皆可觀察到外生菌根菌之出現，但群落結構與野外樣本有些不同。整體上根域土接種仍可作為提升人工造林與森林生態復育成功率之有效策略。

慣行與有機栽種模式對文旦果樹根域細菌群落結構與土壤酵素的影響

謝昌鴻[1]、吳羽婷[1]

[1] 國立屏東科技大學森林系。屏東縣內埔鄉學府路一號。

* 謝昌鴻 hsiehschool0203@gmail.com

摘要

本研究旨在探討慣行栽培與有機栽培對於文旦果樹根域土壤環境、土壤酵素活性及細菌群落結構之影響。研究以台南市麻豆區文旦果園為對象，進行田間採樣與實驗室分析，進一步分析不同處理組之土壤性質、糖苷酶與磷酸酶活性，並利用 16S rRNA 基因定序解析細菌群落組成與多樣性。透過整合土壤性質、酵素活性與細菌群落資料，用以比較慣行與有機栽種方式對土壤菌相的影響，以評估不同管理模式下的微生物多樣性變化。預期研究結果可釐清不同栽培管理方式及植株健康狀態對文旦根域土壤微生物生態之影響，以提升土壤健康與作物品質，並促進永續農業發展。

雙溪熱帶樹木園林分結構與珍貴樹種長期更新動態研究

蘇恆慧[1]、楊智凱[1*]

[1] 國立屏東科技大學森林系。912301 屏東縣內埔鄉老埤村學府路 1 號

[*] 通訊作者，電子信箱/[*] eflora.yang@gmail.com

摘要

本研究探討高雄市美濃區雙溪熱帶樹木園木本植物之長期動態及林分結構變化，藉由長期每木調查資料，分析物種組成、林分密度、胸高斷面積、徑級結構及天然更新情況。研究於 2008 年及 2025 年針對園區 7.56 ha 進行每木複查，調查胸高直徑(DBH) ≥1 cm 之木本植物，比較 17 年間之物種組成與林分結構之變遷。2025 年調查共記錄 40 科 103 屬 146 種木本植物。全林總株數達 17,353 株，較 2008 年淨增率 130%，總胸高斷面積為 76,004.03 m²，淨增率 68%，顯示物種數、株數與胸高斷面積均明顯增加。徑級結構以小徑級為主，DBH < 10 cm 之植株佔總株數 81.5%，顯示林分具有大量幼樹及小徑木，並持續進行更新與結構調整。物種組成方面，重新尋獲前人記錄之珍貴樹種紅花櫚(*Pterocarpus dalbergioides*) 3 株與黃酸棗(*Spondias mombin*) 1 株；17 年間另有 16 種次生樹種進入樣區，顯示周邊散殖體的遷入及對於植物組成的影響；其中，引進樹種登吉紅柳桉(*Rubroshorea polysperma*)株數自 21 株增至 114 株，已成為局部歸化種植物。雙溪熱帶樹木園在過去 17 年間物種豐富度、林分密度及結構持續發育之趨勢增長，結構組成從原有樹種受到天然更新、次生演替及外來種定殖影響。本研究可作為熱帶樹木園之長期生態監測、森林演替研究、珍貴樹種保存及經營管理之重要參考。

不同光波長對台灣梭羅木生長之影響

闕廷軒[1]、江禹萱[1]、吳惠芳[1]、鍾智昕[1*]

[1] 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系。260007 宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。
[*] 通訊作者，chchung@ems.niu.edu.tw

摘要

臺灣梭羅木(*Reevesia formosana*)屬梧桐科(Sterculiaceae)，為臺灣特有且稀有樹種，分佈臺灣中、南部低海拔山區地區。野外族群較少天然下種小苗稚樹，導致在原生林下自然更新困難且資料稀少，目前相關的研究資料也較為缺乏。本研究結果期待提供臺灣梭羅木後續人工育苗、復育及相關保育工作之科學參據。光波長為影響植物生長發育之重要環境因子之一，不同波長之光線可透過光受體(如光敏素、隱花色素等)調控植物體內多項生理反應，包括莖部伸長與葉綠素合成，進而影響其光合作用效率、養分代謝及形態。為瞭解光波長對臺灣梭羅木苗木生長表現之影響，本研究採人工控制光照條件之方式，設計藍光、綠光與紅光三種處理組別，觀察約 4 個月的幼苗在不同光質下對苗木生長的影響。本研究結果顯示在紅光的反應下，台灣梭羅木的平均基徑生長最大為 2.49 mm (sd=3.85)，在藍光下之處理平均基徑生長最小為 1.67 mm (sd=0.61)；在綠光的反映下，台灣梭羅木的平均苗高生長最大為 6.26 cm (sd=2.27)，在紅光下之處理平均苗高生長最小為 5.00 cm (sd=1.76)。顯示不同光波長對莖部橫向與縱向生長之促進效果並不一致。本研究結果可補充臺灣梭羅木於不同光波長條件下生長反應之基礎資料外，亦期望能提供未來進行臺灣梭羅木人工繁殖育苗、族群復育及相關保育經營管理工作之科學依據，並為臺灣特有稀有植物之保種研究累積參考價值。

花蓮光復地區台灣矢竹生物量研究

張凱翔[1]、古柏薰[1]、陳柏語[1]、何書戎[1]、黃瑞晞[1]、謝依達[1]

[1] 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系。260007 宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。
[*] 通訊作者，ythsieh@niu.edu.tw

摘要

本研究以花蓮光復鄉太巴塱地區的台灣矢竹 (*Sinobambusa kunishii* (Hayata) Nakai) 林分爲研究對象，主要目的為蒐集地上部及地下部的調查資料，建立生物量推估模型，並估算當地的生物量，以作為未來相關研究與生物量推估的參考依據；首先進行樣區調查，並量測竹高、地徑及胸高直徑等，針對地上部進行伐採，挖掘地下部組織，取樣秤量鮮重後帶回實驗室烘乾至恆重，計算含水率及乾鮮比等；本研究使用四種異速生長模型 (General (I)、General (II)、WBE 及 Ruank 模型) 進行地上部生物量建模與配適，並推估光復地區台灣矢竹的單位生物量。結果指出，調查區域的台灣矢竹平均地徑為 1.06±0.45 cm，平均竹高 3.67±0.37，平均林分密度約每公頃 378,000±233,354 稈，枯死率 7.52±4.87%；最佳推估模型以納入地徑與竹高因子的 General (II) 模型適配度最好 (RMSE=0.0700, MAPE=23.34%)，未為最適合用於推估台灣矢竹的地上部生物量，若僅納入地徑因子，可採用 General (I) 模型 (RMSE=0.0790, MAPE=29.13%)，亦有良好的推估能力;本研究光復地區台灣矢竹的地上部生物量為 43.86 ± 22.45 ton/ha，地下部生物量為 11.90±10.30 ton/ha。來將持續深入鑽研本研究，並進一步針對碳匯、地下部生物量建模等相關議題進行分析與探討，以期望有更完整評估台灣矢竹的碳儲存能力以及在森林碳管理上的應用價值。

關鍵詞:地上部生物量、地下部生物量、相對關係式、碳匯

空投種子包覆技術之研究

何書戎[1]、陳柏語[1]、古柏薰[1]、黃瑞晞[1]、張凱翔[1]、江昕恩[1]、張敏玲[1]、
鍾智昕[1]、謝依達[1]、鄭家淙[2*]

[1] 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系。260007 宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。
[2] 國立宜蘭大學生物技術與動物科學系。260007 宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。
[*] 通訊作者，ythsieh@niu.edu.tw

摘要

林木種子為森林建造、保種育種與環境綠美化的重要材料之一，常因為保存與育苗的需要將其原有的構造去除，僅留下純粹的種子部分。近年來，由於無人機的快速發展，使得傳統以靠人力或噴植機械的撒播作業，可以多一種新的造林途徑。然而，將單純的種子直接投遞至造林的環境中，種子在萌芽與幼苗建立過程中必須面臨多重環境挑戰，包括遭受動物或昆蟲取食、乾燥失水、或與土壤接觸不良等問題。因此，運用自然解方概念，將種子重新設計包覆，開發適用於空投作業之種子包覆技術，以提升種子的保護、保水及定著能力，對提高空投造林與植生復育成效具有重要意義。本研究以赤楊為材料，運用膠囊與海藻酸鈉，分別開發乾式與濕式空投種子包覆技術，並進行發芽試驗。結果顯示，以膠囊與細水苔包覆種子的處理，膠囊平均發芽成功率為 70.0% (sd=6.3)，最高發芽成功率可達 80.0%；以海藻酸鈉包覆種子的處理，平均發芽成功率為 54.0% (sd=10.7)，最高發芽成功率可達 70.0%。包覆後種子的功能主要包括：(1) 將不同尺寸與形態之種子進行規格化成型；(2) 於種子外部形成保護層，降低動物取食、物理碰撞及外界環境所造成的損害；(3) 藉由包覆材料之吸水與保水特性，提供種子萌芽初期所需之水分環境；以及 (4) 建立尺寸與外型相對一致人造種子，以提升空投設備之操作穩定性與投遞效率。

應用無人機進行宜蘭地區小燕鷗繁殖棲地監測及族群數量調查

陳韻竹[1]、涂慧萍[1]、柯玫如[2]、許宇軒[3]、鍾智昕[1*]

[1] 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系。260007 宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。
[2] 國立宜蘭大學生物資源學院碩士在職專班。260007 宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。
[3] 國立宜蘭大學無人機應用研究中心。260007 宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。
[*] 通訊作者，chchung@ems.niu.edu.tw

摘要

小燕鷗(*Sternula albifrons*)為每年四月下旬至七月間短暫棲息於臺灣並孵育雛鳥之夏候鳥，於宜蘭地區主要在蘭陽溪、新城溪、南澳溪及和平溪出海口沙灘、礫石地與沙洲進行群聚性繁殖。傳統鳥類族群數量調查以人力逐區普查巢位，不僅耗時費力，亦可能對族群繁殖成效造成干擾。有鑑於此，本研究結合無人機遙測與深度學習影像分析，建立小燕鷗繁殖棲地監測方法。無人機調查作業於距小燕鷗繁殖管制區百公尺外起飛，以 75%重疊率拍攝棲地正射影像與下降至 30m 蒐集錄影檔。飛行時段選定上午七至九時或下午四至六時，與每周一次的地面調查資料比對，以利相互驗證。本研究以深度學習物件偵測方法，針對小燕鷗進行樣本標記(共標記 161 個樣本)並以 Yolov26 進行物件偵測模型訓練，訓練完成之模型精度為 0.766，召回率為 0.760，$mAP_{0.5}$ 為 0.778。將訓練完成之偵測模型應用於先前蒐集之無人機空拍影像，進行小燕鷗個體偵測與數量統計。結果顯示，模型對小燕鷗具有良好的偵測能力，可有效辨識影像中的小燕鷗個體。然而，受限於本研究訓練樣本數量較少，模型仍存在部分誤判情形，將非小燕鷗目標錯誤辨識為小燕鷗，顯示模型之辨識精度與泛化能力仍有進一步提升的空間。本研究顯示，以深度學習物件偵測模型可快速掌握小燕鷗族群數量，作為棲地保護、警示標誌設置及巡護路線規劃之依據。

以家庭農園地方知識轉譯之食農教育桌遊建構之研究

林峻任[1]、陳美惠[2]、黃雅莉[3]*

[1] 國立屏東科技大學森林系。91201 屏東縣內埔鄉學府路 1 號。
[2] 國立屏東科技大學森林系。91201 屏東縣內埔鄉學府路 1 號。
[3] 國立屏東科技大學研究總中心。91201 屏東縣內埔鄉學府路 1 號。
*通訊作者 goodrinoa93@gmail.com

摘要

家庭農園(Homegardens)不僅是兼具生計、生物多樣性保育與社區認同的核心場域，更透過食物自給與文化傳遞形塑了獨特的人地關係。當代食農教育強調從土地到餐桌的體驗學習，而家庭農園正是將抽象生態與族群智慧具象化、連結學習者與在地農耕生活的關鍵媒介。本研究旨在以屏東縣瑪家鄉伊甸喜樂園之魯凱族家庭農園為場域，透過知識轉譯將在地永續農耕智慧轉化為食農教育桌遊，作為推動原住民文化與環境教育的教學工具。本研究採用質性研究方法，透過文獻分析與針對伊甸喜樂園 3 位實務經驗成員之半結構式訪談，系統性蒐集魯凱族傳統作物(小米、芋頭、地瓜、樹豆、紅藜)之生態特性、混作與輪耕等永續農耕制度，以及四季農事分工邏輯。研究依據上述田野資料進行設計思考(Design Thinking)，經受訪者及場域研究人員試遊調整後，開發出一套以家庭農園為遊戲舞台、以魯凱族一年四季循環為核心機制的教育桌遊。本桌遊透過具象化的作物原型與真實農事節奏操作，將抽象的食農與文化知識轉化為可體驗的遊戲互動情境，有助於深化玩家對原住民傳統農業智慧的理解。研究成果除作為伊甸喜樂園之補充教材外，亦可提供未來原住民文化教育與食農課程設計之參考。

關鍵詞：魯凱族、食農教育、家庭農園、桌遊設計、文化永續

森林土壤含石面積百分比與石礫體積百分比之關聯性及其於碳儲量估算之應用

吳佳芸[1]、陳洪宇[1]、黃冠澤[1]、賴昱瑋[1]、高莉雯[1]、邱品潔[1]、蔡呈奇[2*]

[1] 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系學生。宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。
[2] 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系教授。宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。
[*]通訊作者，E-mail:cctsai@niu.edu.tw

摘要

土壤有機碳儲量為評估森林碳匯功能及編製國家溫室氣體清冊的重要依據。於森林土壤碳儲量估算中，除土壤有機碳含量、容積密度及土層厚度外，石礫(>2 mm)含量亦為關鍵影響因子，其體積將直接影響細土比例，進而影響單位面積土壤有機碳儲量之推估；若未適當扣除石礫體積，尤其在高含石量土壤中，可能造成碳儲量系統性高估，並增加區域乃至國家尺度土壤碳庫評估之不確定性。然而，目前國際上對土壤石礫含量百分比之準確估計仍具高度挑戰，現地量測耗時且成本高昂，而大面積土壤調查多仰賴剖面判讀或經驗推估，致使石礫含量資訊不足，成為碳儲量估算誤差的重要來源之一。本研究以國立宜蘭大學大礁溪實驗林場為研究地，探討土壤剖面含石面積百分比與土坑實測石礫體積百分比之關係。研究設置 20 處樣點，於不同土層進行剖面觀測與土坑採樣，並以排水法測定石礫體積百分比。初步結果顯示，土壤剖面含石面積百分比與實測石礫體積百分比可能具有正向關係。惟目前樣本數及研究場域仍有限，其適用性尚待進一步驗證。未來將擴增不同環境條件之樣本，建立含石面積百分比與石礫體積百分比之量化轉換模式，以作為森林土壤碳儲量估算之校正依據，提升大尺度土壤碳庫調查與評估之準確性。

以酚液化技術轉化萃取後餘料製備高耐久性木質材料

鄧搖光[1]、郭佩鈺[1*]

[1] 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系。260007 宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。
[*] 通訊作者：郭佩鈺，pykuo@niu.edu.tw

摘要

在淨零碳排與永續發展趨勢下，木質建材因具備固碳、低碳與可再生特性，逐漸成為各國推動綠色建築的重要材料。然而，臺灣國產材在實際應用上仍面臨兩項限制：其一為高溫、高濕、鹽害與生物劣化等複合環境下之長期耐久性資料不足；其二為國產材材質均質度與尺寸穩定性不足，導致其在結構材料與戶外建材應用上仍受限制。因應生質資源循環利用與木質材料高值化之需求，本研究以紅檜(*Chamaecyparis formosensis*)精油產業之木質餘料為原料，探討萃取前處理對木粉化學組成與後續液化利用潛力，製備生物質酚甲醛樹脂(bio-based phenol-formaldehyde resin, BPF)應用於國產柳杉之滲透改質，於國立宜蘭大學實驗林場進行三年無土壤接觸戶外曝曬試驗，評估不同酚醛樹脂處理柳杉(*Cryptomeria japonica*)之色彩、重量、吸濕與力學性質變化。本研究結果顯示，紅檜精油產業木質餘料經乙醇及熱水萃取後，其化學組成產生變化，具進一步液化及製備生質酚醛樹脂之潛力。樹脂改質試驗則證實，BPF 與 LPF 含浸可有效降低柳杉木材初期吸濕性，並改善部分力學性質及材質均質性；然而，經戶外曝曬後，部分改質效果呈現衰減，顯示長期耐候性能除受樹脂種類影響外，亦與樹脂注入、固化及木材－樹脂界面穩定性有關。整體而言，本研究初步建立紅檜精油產業餘料由前處理、液化至生質樹脂應用於國產柳杉改質之技術鏈結，具木質產業餘料高值化及生質材料循環利用之應用潛力。

臺灣具葉部蟲室植物之物種組成與蟲室形態多樣性研究

范宸昕[1]、吳紘瑞[1]、楊智凱[1*]

[1] 國立屏東科技大學森林系。912301 屏東縣內埔鄉老埤村學府路 1 號

[*] 通訊作者，電子信箱: eflora.yang@gmail.com

摘要

葉部蟲室(leaf domatia)為植物葉片形成之微小構造，常位於葉背葉脈交會處，可提供蟎類等小型節肢動物棲息，並可能參與植物與節肢動物間之互利關係。本研究整合全球葉部蟲室資料庫、臺灣植物名錄及既有研究紀錄，篩選臺灣已知或可能具有葉部蟲室之植物，共調查 141 種，其中 110 種完成蟲室形態判定，另選取 77 種以掃描式電子顯微鏡觀察其微細構造。依既有分類架構，葉部蟲室主要區分為 tuft、pocket 及 pit 三型，另保留 variable 及 unknown 類別。結果顯示，110 種植物中以 tuft 型最多，共 89 種(80.9%)，其次為 pocket 型 11 種(10.0%)及 pit 型 8 種(7.3%)，variable 與 unknown 各 1 種(0.9%)。具葉部蟲室植物以茜草科 17 種最多，其次為殼斗科、薔薇科及葡萄科各 6 種。相較臺灣既有調查，本研究增加具蟲室植物之調查物種數，且部分物種之蟲室形態與既有紀錄不一致，顯示臺灣葉部蟲室之物種及形態資料仍有重新檢視之必要。此外，臺灣植物之蟲室以 tuft 型為主，其比例亦高於全球資料之整體比例。本研究建立臺灣植物葉部蟲室之物種與形態資料，提供探討蟲室形態與植物分類群、海拔梯度及生態地理分布關係之基礎，並可進一步釐清葉部蟲室形態與蟎類群聚及植物與蟎類互利作用之關聯。

碳足跡激低-溪頭柳杉人工老木製產品估計 ISO14067 產品碳足跡

王靖雯[1,†,*]、王璿珵[1,†]、林微芸[1,†]、趙紫婷[1,†]、林藝珈[1,†]、邱仁頤[1,†]

高偉誠[1,†]、王仁[1]、張庭維[1]、江博能[2]

[1] 國立臺灣大學生物資源暨農學院森林環境暨資源學系。106319 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號。

[2] 國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處。557004 南投縣竹山鎮前山路一段 12 號。

[*] 通訊作者，電子信箱：jasminewang1688@gmail.com

[†] 這些作者對本篇論文的貢獻均等

摘要

臺灣木材自給率長年維持 5%以下，國產材就地取材之減碳效益常被引述，惟少見本土標準化量化實證案例。本研究參照 ISO14067：2018 之部分碳足跡 (partial CFP) 原則，以宣告單位 1 m^3 原木、系統邊界設為伐採地至加工廠之運輸階段 (A2 模組)，比較國產材與同樹種進口材之排放差異。以溪頭第三林班 166 號柳杉 (*Cryptomeria japonica*) 人工老林實際伐採材積 861.626 m^3 為基準，運用農業部林業及自然保育署林產品碳匯試算平台，模擬同材積、同樹種柳杉自日本橫濱以貨櫃船進口至臺中之情境，並與溪頭原木以柴油大貨車運送 30.4 公里之在地運輸排放比較，藉以量化國產材與進口材於運輸階段之碳足跡差異。溪頭原木運輸排放依運材重量、距離及排放係數 0.131 公斤二氧化碳當量/噸-公里 ($kgCO_2e/t\text{-}km$) 計算，合計 2 tCO_2e；進口材情境則採平台試算結果，該批柳杉木材碳匯量為 521 tCO_2e，惟橫濱至臺中貨櫃船運輸碳排量高達 22 tCO_2e。結果顯示，同材積、同樹種柳杉，進口運輸階段碳排放為溪頭在地運輸排放之約 10 倍，顯示產地至加工端之運輸里程為林產品碳足跡之關鍵因素。結論指出，以官方公開平台實測相同材積比較顯示，溪頭柳杉人工老林就地取材加工，碳足跡低於同樹種進口材，具體驗證國產材碳足跡極低優勢，可作為推動國產材替代進口材之量化依據。

參與基於結果森林碳補償政策之研究-選擇試驗法之應用

吳家儀[1]、柳婉郁[2*]

[1] 國立中興大學森林系學生。42757 臺中市潭子區興華一路 311 巷 3 號。
[2] 國立中興大學森林學系教授。40249 台中市南區興大路 145 號。
[*] 通訊作者，wyliu@nchu.edu.tw

摘要

隨著全球氣候變遷加劇，森林除木材生產外，亦具碳吸存、生物多樣性保育及水源涵養等重要功能，其中森林碳匯已成為各國推動淨零排放的重要策略。臺灣森林覆蓋率達 60.71%，惟以國有林為主，民眾對森林碳補償政策之偏好與參與意願仍缺乏實證研究。本研究以基於結果之森林碳補償政策為核心，採用選擇試驗法(Choice Experiment, CE)，探討我國民眾對不同計畫屬性之偏好及其異質性。研究以計畫制定部門、計畫資金來源、是否將受損木材納入碳補償計算及碳補償金額等屬性建構政策情境，並運用多項羅吉特模型(Multinomial Logit Model, MNL)、隨機參數羅吉特模型(Random Parameter Logit Model, RPL)及潛在類別模型(Latent Class Model, LCM)進行分析，同時估計願意接受補償(Willingness-To-Accept, WTA)。研究結果顯示，民眾對森林碳補償政策具有顯著偏好異質性。多數受訪者較偏好由政府機關主導之制度，相較於民間或環保團體推動，更重視制度公信力與政策信任。此外，碳補償金額為影響參與意願的重要因素，但制度透明、公共利益及森林經營自主性亦為關鍵考量。RPL 驗證偏好存在異質性，LCM 則進一步辨識出不同偏好群體之政策選擇差異，可作為未來臺灣森林碳補償制度設計與推動之參考。

AR-TMS0002 加強森林經營碳匯專案活動務實執行的困難與利用報表改進流程-以溪頭柳杉人工老齡林為例

林微芸[1,†,*]、王璿珵[1,†]、王靖雯[1,†]、趙紫婷[1,†]、林藝珈[1,†]、邱仁頤[1,†]、高偉誠[1,†]、王 仁[1]、林政道[1]、張庭維[1]、江博能[2]

[1] 國立臺灣大學生物資源暨農學院森林環境暨資源學系。106319 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號。

[2] 國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處。557004 南投縣竹山鎮前山路一段 12 號。

[*] 通訊作者，電子信箱：weiyun0514@gmail.com

摘要

本研究以國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處溪頭營林區第三林班 166 號柳杉(*Cryptomeria japonica*)人工造林地為例，探討自願減量方法學「加強森林經營碳匯專案活動(AR-TMS0002)」於專案計畫書撰寫與碳匯量化作業之實務應用。現行方法學需以大量文字說明專案描述、適用條件、基線情境、外加性論證及監測計畫，對微型規模專案而言耗時且格式不易一致。本研究建置結構化 Excel 試算表，將資料依功能分為場域基本資料、方法學適用條件檢核、土地合格性判定、樣區資訊登錄、逐木調查資料、碳匯量化計算及計畫書輸出等工作表，並以固定欄位輸入林班位置、樣區面積、樹種、胸高直徑、樹高及歷次監測紀錄。系統透過預設公式串接生物量擴展係數法，自動計算地上部生物量(aboveground biomass, AGB)、地下部生物量(belowground biomass, BGB)、碳儲存量及碳儲存變化量，並自動彙整為專案計畫書頁面與現地調查表。以溪頭 166 號造林地資料測試結果顯示，該工具可於單一檔案完成資料登錄、碳匯量化與申請文件產出，有效降低重複輸入及文件撰寫時間。然而，公式與參數仍須配合主管機關公告版本更新，且適用條件與外加性論證仍需人工審查。建議未來方法學提供標準化表單，以降低微型規模專案之申請門檻並提升作業一致性。

種子豐歉年與衛星遙測及氣候因子之關係：以美國貝克山-斯諾夸爾米國家森林太平洋銀冷杉 (*Abies amabilis*) 為例

洪筠淇[1]、許鈺群[1*]

[1] 國立中興大學森林學系。402202 臺中市南區興大路 145 號。

[*] 通訊作者，電子信箱：bigq@dragon.nchu.edu.tw

摘要

樹木種子生產具有年際變異，豐歉程度與森林更新及生態系統食物資源密切相關。傳統種子監測仰賴長期現地調查，於時間與空間擴展上有所限制。衛星遙測可提供長期且大範圍的植被資訊，為種子生產變化的監測提供輔助。本研究以美國華盛頓州北部貝克山－斯諾夸爾米國家森林之太平洋銀冷杉 (*Abies amabilis*) 為研究對象，利用 Landsat 5 TM、Landsat 7 ETM+ 及 Landsat 8 OLI 衛星影像取得之光譜指標，結合溫度與降水資料，探討其與種子豐歉年之關係。本研究整合兩樣點長期種子生產資料、Landsat 衛星影像所取得之光譜指標及氣候資料，依年度種子產量區分豐年、一般年與歉年，並建構兩階段羅吉斯迴歸 (Logistic regression) 模型，將結實動態區分為結實啟動與產量規模兩個階段。第一階段主要評估前一年結實量及溫度、降水等氣候因子對當年度是否結實之影響；第二階段則進一步探討光譜指標與氣候因子對高產量年份之關聯。結果顯示，第一階段模型具有良好區辨能力 (AUC = 0.8643)，前一年結實量呈顯著負向影響 ($p = 0.0015$)，冬季均溫則呈正向影響趨勢 ($p = 0.0624$)。第二階段模型之區辨能力較有限 (AUC = 0.6958)，顯示產量規模可能受到光譜特徵、氣候條件及其他環境因素共同影響。本研究顯示，結實啟動與極端豐年形成可能具有不同的控制機制，衛星遙測結合氣候資料可作為森林種子生產監測之輔助工具。

楓香(*Liquidambar formosana*)組織培養之研究

高潔茜[1]、陳筱蓉[1]、吳家禎[1*]

[1]國立臺灣大學森林環境暨資源學系 [*]通訊作者 chiachenwu@ntu.edu.tw

摘要

楓香(*Liquidambar formosana*)為臺灣原生重要闊葉樹種，兼具造林、景觀與生態價值，然其實生苗變異大、種子繁殖受成熟度與休眠影響，組織培養為建立無性繁殖系統的可行途徑，亦有助於建立特定遺傳品系供後續研究應用。本研究以楓香無菌播種苗為材料，含特定母樹的種子苗(包含黃葉型與紅葉型)，於 2026 年 2 月至 8 月間進行繼代與瓶外馴化，觀察芽體增殖、生根與馴化存活之表現。培養基以 WPM 為基礎，添加蔗糖 30 g/L、洋菜 7.5 g/L、BA 2 mg/L、PVP 0.8 g/L 及 PPM 0.10%；第二次繼代起加入活性炭 1.5 g/L 以抑制褐化，並同時加入 NAA 0.1 mg/L 以誘導生根。培養期間發生細菌污染，並進行表面消毒與觀察記錄。芽體增殖研究之結果顯示：143 個培殖體共產生 379 個芽體，平均每培殖體 2.82 ± 1.30 個芽；同期在同一培養基上亦形成 732 條根，平均每培殖體 5.54 ± 4.22 條，52 瓶中 49 瓶(94.2%，Wilson 95% 信賴區間 84.4–98.0%)成功生根，顯示 BA 與低濃度 NAA 併用可於單一培養基中同時完成芽體增殖與生根，省去獨立之發根階段。株系間之增殖能力自 1.00 至 4.17 芽／培殖體不等，惟 Kruskal–Wallis 檢定未達顯著(H = 17.10，df = 10，p = 0.072)。出瓶馴化的結果顯示：出瓶後 9 周，從最初 62 株，最終存活 57 株，存活率 91.9%(Wilson 95% 信賴區間 82.5–96.5%)。本研究確立楓香瓶苗可於 WPM＋BA＋NAA 系統下穩定增殖、生根並完成馴化，雖然有細菌感染的發根植株，仍可成功馴化成苗，推測應為內生細菌，因此本研究成功建立楓香組織培養的過程。

關鍵詞：楓香、組織培養、微體繁殖、芽體增殖、馴化、內生細菌、活性炭

溪頭孟宗竹林地下部器官分配與碳庫之初探

陳承新[1,†,*]、魏逸翔[1,†]、李一平[1,†]、曾于家[1,†]、吳哲漢[1,†]、林岳翰[1,†]、徐崧瑋[1,†]、郭懿萱[1,†]、高偉誠[1,†]、鄭森松[2]、江博能[2]、張庭維[1]、王仁[1]

[1] 國立臺灣大學森林環境暨資源學系。106319 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號。

[2] 國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處。557004 南投縣竹山鎮前山路一段 12 號。

[*] 通訊作者，chenshin1213@gmail.com

[†] 共同第一作者。

摘要

森林經營在增加碳匯與調節氣候扮演關鍵角色，惟現有研究針對竹林地下部生物量與碳庫動態之研究較少。本研究選用國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處溪頭孟宗竹林為對象，探討其地下莖與根系之分配。本研究採用分層取樣法，設置 5 個樣點，劃分 4 個象限，並以 0-10、10-20 及 20-40 cm 採集土層分層樣本共 60 筆，清洗根與地下莖，並以乾鮮比換算乾重；竹頭依地上部測量之胸徑套用異速生長方程推估；碳儲量依碳轉換係數計算得。結果顯示，根與地下莖有 77.6%集中於深度 0-20 cm，在深度 20-40 cm 幾乎沒有地下莖；地下部生物量(belowground biomass)為 28.11 Mg ha^{-1}，碳儲存量(carbon stocks)為 13.27Mg C ha^{-1}。本研究成功建立地下部碳庫與器官分布基準，可供後續森林經營評估參考，並建議未來評估森林碳匯時，納入地下部動態監測。

黑水虻蛹殼幾丁聚醣衍生物改質尿素甲醛樹脂之製備與性質

葉柏陞[1]、余奕承[1]、張家偉[2*]

[1]國立中興大學森林學系。402202 臺中市南區興大路 145 號。

[2]國立中興大學森林學系助理教授。

[*]通訊作者，changcw@dragon.nchu.edu.tw

摘要

為促進林木資源永續利用，廢木料常以尿素甲醛(Urea–formaldehyde, UF)樹脂作為膠合劑製備複合板材，具有低成本、易加工及高強度等優點，惟其游離甲醛釋放(Formaldehyde emission, FE)嚴重影響人體健康。團隊曾經以市售水溶性幾丁聚醣(Water-soluble chitosan)摻合 UF 膠，結果發現可維持複合板機械強度並降低 FE。近年黑水虻(*Hermetia illucens*)廣泛應用於有機資源循環利用，其養殖過程產生之蛹殼富含幾丁質，可進一步轉化製成幾丁聚醣及其衍生物，因此本研究即將黑水虻蛹殼粉(Pupal exuviae powder, PEP)製成水分散型幾丁聚醣衍生物(Water-dispersible, WCS)，並與自行合成之 UF 膠摻合。先將蛹殼粉(PEP)經脫蛋白及脫乙醯等反應製成幾丁聚醣(CS)，再經酸水解及三聚磷酸鈉(Sodium tripolyphosphate, STPP)反應得到 WCS，以前次研究之最佳添加量 5 wt%與 UF 膠摻合並測定其性質，並以 PEP 及 CS 作為對照組。結果顯示，WCS 由於分子量低、分散顆粒小，於水中有極佳分散性，能與 UF 膠良好摻合。並藉由交聯結構與離子基團之導入提高膠合性能。各組中，WCS 摻合 UF 膠具有最高之膠合剪斷強度為 10.2 ± 0.86 MPa、木破率(Wood failure)及 90 ±5%及膠體含量(Gel content)為 82.0 ± 3.4%。此外，在甲醛釋放(FE)試驗中，相較於 PEP 及 CS，WCS 能均勻分散於 UF 膠中，且具更多胺基可與甲醛反應，具有最低之 FE 值為 2.4 ppm，與 PEP 及 CS 摻合者比較，分別降低了 36 及 21%。

關鍵字：黑水虻蛹殼、幾丁聚醣、尿素甲醛樹脂、三聚磷酸鈉

地面光達結合破壞性取樣估算孟宗竹地上部生物量

林子恒[1]、沈啟安[1]、張子游[1]、陳雲起[1]、王暉翔[1]、黃柏諺[1]、張瑋宸[1]、蘇昱安[1]、曾羽晟[1]、劉佺[1]、賴彥任[2]、鄭森松[2]、鄭舒婷[1*]

[1] 國立臺灣大學生物資源暨農學院森林環境暨資源學系。106319 臺北市大安區羅斯福路四段一號。

[2] 國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處。557004 南投縣竹山鎮前山路一段 12 號。

[*] 通訊作者，電子信箱 chengsuting@ntu.edu.tw

摘要

竹林生長快速與具高生產力，有良好的碳吸存潛力，但傳統竹林生物量估算多依賴耗時費力的破壞性取樣，亦限制大尺度與重複性調查之應用。本研究以溪頭孟宗竹林為對象，評估地面光達(terrestrial laser scanning, TLS)應用於竹林地上部生物量估算之可行性，並分析其量測誤差與校正需求。研究設置 10 m × 10 m 樣區，結合 RIEGLVZ-600i 地面光達掃描與破壞性取樣，量測竹桿與枝葉乾重、竹環體積與基本密度。TLS 點雲經前處理後，分別利用 CloudCompare 及 TreeQSM 萃取樣竹之胸高直徑(DBH)、竹高與竹桿體積，並以破壞性取樣結果評估 TLS 量測精度、建立竹桿生物量修正係數及異速生長方程式。結果顯示，CloudCompare 與 TreeQSM 估算 DBH 之均方根誤差分別為 0.94 cm 與 0.49 cm，竹高則為 2.45 m 與 2.01 m；顯示 TreeQSM 對竹體結構參數具有較佳之估算精度。實測竹材基本密度平均為 631.9 ± 61.3 kg m-³。排除離群值後，TLS 竹桿生物量修正係數為 0.50 ± 0.06。依實測資料建立之成熟竹 DBH-生物量異速成長方程式為 Biomass = 0.048 × DBH2.530，納入枯死竹後則調整為 Biomass = 0.041 × DBH2.597。研究指出，TLS 雖受竹桿上端徑級細小、枝葉與竹桿交錯遮蔽及風吹造成點雲位移等因素影響，易發生竹桿上部點雲分離或重建誤差，但經破壞性取樣校正後，仍具有發展為非破壞性竹林生物量調查工具之潛力，可作為未來竹林碳儲量監測與生物量估算方法發展之基礎。

II.口頭發表-育林組

「115 年森林資源永續發展研討會」學術論文發表

組別：育林組 (研究生，教師、研究人員)

發表地點：**森林 2 館 301 教室**

場次	序號	發表編號	報告時間	題目	作者
10 月 22 日 (星期四) Session 1	1	O142-1	13:40-13:53	香杉單萜合成酶之功能鑑定	王常馨、曲芳華
	2	O142-2	13:53-14:06	臺灣肉桂野外個體葉片揮發性成分及無性繁殖初探	李育、陳盈如、吳家禎
	3	O142-3	14:06-14:19	檳榔園林下轉作造林：不同光照與施肥處理對土肉桂苗木初期生長之影響	李宜儒、何坤益
	4	O142-4	14:19-14:32	利用胸高直徑進行海岸林樹種樹高預測與碳儲存量評估	林嘉言、曾喜育
	5	O142-5	14:32-14:45	牛樟炭疽病菌之分離、初步鑑定及離葉接種方法建立	張芳瑜、劉則言、吳家禎
	6	O142-6	14:45-14:58	臺灣杉 MYC2 調控倍半萜合成酶機制之探討	莊喆硯、曲芳華
	7	O142-7	14:58-15:11	臺灣櫸樹(*Sassafras randaiense*)叢枝菌根共生特性及不同接種來源對苗木生長之影響	陳德諭、邱清安
休息與茶敘					
Session 2	1	O141-1	15:30-15:43	覆網與層積處理對臺灣冷杉(*Abies kawakamii*)種子發芽與小苗存活之影響—以雪霸國家公園三六九軌道復育為例	吳頌恩、張芷寧、曾喜育
	2	O142-8	15:43-15:56	臺灣山茶 24 號氣味初探	程胤瑜、曲芳華
	3	O142-9	15:56-16:09	微生物應用於銀合歡入侵地之復育造林	賴奕廷、吳羽婷
	4	O142-10	16:09-16:22	Effects of Different Light Conditions on Leaf Morphological Traits and Photosynthetic Physiology of Phyllostachys makinoi	Yu-Ting Tseng, Ting-Wei Chang

備註：1.每位報告人所使用之時間為 13 分鐘，其中口頭報告 10 分鐘，問題詢答 3 分鐘。

2.編號 O141 為教師、研究人員組；O142 研究生組。

香杉單萜合成酶之功能鑑定

王常馨[1]、曲芳華[1*]

[1] 國立臺灣大學森林環境暨資源學系。106319 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號。

[*] 通訊作者，fhchu@ntu.edu.tw

摘要

香杉（*Cunninghamia konishii*）又名巒大杉，為台灣固有樹種，亦為臺灣貴重針葉五木之一。香杉木材可供建築、枕木等用，且其香氣濃郁，精油具有抗白蟻、木材腐朽菌危害、除滅蚊蟲等功效。香杉精油以萜類化合物為主，為瞭解香杉揮發性萜類生合成機制，本研究進行單萜合成酶基因的選殖與功能鑑定。香杉試材取自農業部林業試驗所南投縣魚池鄉五城村蓮華池研究中心後裔試驗地（北緯 23.925050°，東經 120.890210°），從枝條抽取 RNA，經次世代定序（Next generation sequencing, NGS）建立轉錄體資料庫，再使用 CLC Genomics Workbench 程式篩選，透過聚合酶連鎖反應（Polymerase chain reaction, PCR）與 cDNA 末端快速增幅（Rapid-amplification of cDNA ends, RACE）技術，選殖出編號 *Ck*2755_c0_g1_i18 基因的全長。將其構築至蛋白質表現載體 pET-21a(+)，以西方墨點法（Western blot）確認蛋白質有活性後，經大腸桿菌（*Escherichia coli*）共表現試驗，氣相層析質譜儀（Gas Chromatography Mass Spectrometry, GC-MS）初步鑑定產物為 Linalool。因香杉形態上與杉木相似，且其演化上的親緣關係極為相近，故本研究進一步尋找基因體，期望不僅能瞭解其生合成途徑，也探究香杉的演化進程。

關鍵字：香杉、單萜合成酶、Linalool

臺灣肉桂野外個體葉片揮發性成分及無性繁殖初探

李育[1]、陳盈如[2]、吳家禎[1*]

[1] 國立臺灣大學森林環境暨資源學系

[2] 農業部林業試驗所林產利用組

[*] 通訊作者，chiachenwu@ntu.edu.tw

摘要

臺灣肉桂 (*Cinnamomum insularimontanum*) 為臺灣特有之樟科 (Lauraceae) 肉桂屬 (*Cinnamomum*)樹種，葉片富含多種揮發性成分。本研究調查臺灣不同地區之野外母樹，包含新北金山、新竹尖石、南投霧社等地，並以固相微萃取結合氣相層析質譜儀 (SPME-GC/MS) 分析 76 株母樹於 2025 年夏季及 2026 年冬季之葉片揮發性成分，以探討個體間化學組成及其季節變異。同時也採集穗條並以 IBA、NAA 及 IBA 與 NAA 混合處理進行扦插試驗，評估不同生長素處理對無性繁殖之影響。結果顯示，不同個體間揮發性成分組成差異明顯，可觀察到以 Citral+Neral、Camphor、Linalool、Caryophyllene 及 Methyl eugenol 等成分為主，並將臺灣肉桂葉片分為 5 個化學型之個體。兩季(2025 年 8 月、2026 年 1 月初)比較顯示，部分個體之主要成分具有跨季節一致性，其中以 Camphor 及 Citral+Neral 為主要成分之個體較為穩定，部分個體於不同季節出現主要成分轉變，尚待進一步累積資料與後續探討。扦插試驗中，以南投霧社採集的 15 株母樹混合的穗條，共 450 支穗條，整體發根率為 22.0%，成苗率 21.2%，並且結果顯示，以 IBA 8,000ppm 相較其他處理有較好的發根率表現，可達 40%，且統計上具顯著差異，依此可作為後續篩選適宜無性繁殖條件之依據。

檳榔園林下轉作造林：不同光照與施肥處理對土肉桂苗木初期生長之影響

李宜儒[1]、何坤益[2*]

[1] 國立嘉義大學農學院農學碩士在職專班。600355 嘉義市東區鹿寮里學府路 300 號。

[2] 國立嘉義大學森林暨自然資源學系。600355 嘉義市東區鹿寮里學府路 300 號。

[*] 通訊作者， kyho@mail.ncyu.edu.tw

摘要

近年政府持續推動檳榔廢園及轉作政策，以促進產業轉型與土地永續利用；於既有檳榔園林下導入原生樹種，可作為階段性轉作造林之可能方式。本試驗以土肉桂（*Cinnamomum osmophloeum*）苗木為材料，探討不同光照與施肥處理對其初期生長之影響。試驗以嘉義縣中埔鄉檳榔園為主要場域，並於國立嘉義大學苗圃設置控制試驗，採裂區設計，比較光照、施肥及二者交互作用對基徑、樹高及冠幅淨生長量之影響。結果顯示，光照處理對兩試驗體系之基徑、樹高及冠幅淨生長量均有顯著影響，且基徑淨生長量與相對光度及光合作用光子通量密度均呈顯著正相關。苗圃中，施肥處理及光照與施肥交互作用對基徑、樹高及冠幅淨生長量均達顯著差異；檳榔園中，施肥主效應未達顯著差異，但基徑與樹高之光照與施肥交互作用達顯著差異。綜合結果顯示，檳榔園林下轉作土肉桂應優先評估光環境與栽植區位，施肥則須依受光條件及苗木反應調整。試驗結果支持土肉桂作為檳榔園林下階段性轉作造林樹種之可行性，本研究結果可作為栽植區位選擇、光環境管理及初期撫育之參考。

利用胸高直徑進行海岸林樹種樹高預測與碳儲存量評估

林嘉言[1]、曾喜育[1*]

[1] 國立中興大學森林學系。402 臺中市南區興大路 145 號。

[*] 通訊作者，erecta@nchu.edu.tw

摘要

本研究旨在評估海岸林的碳儲存能力，並探討海岸林碳儲存調查簡化之可行性。海岸林作為陸域與海洋生態的交界，具備防風定砂等功能，在應對全球氣候變遷的自然碳匯中亦扮演重要角色。由於海岸林受強烈海風與鹽害影響，樹木生長型態多變，且林相鬱閉導致傳統野外調查樹高（H）耗時且具挑戰性。為此，評估是否能以較易量測的胸高直徑（DBH），透過迴歸模型有效預測樹高與現場碳儲存量，進而降低調查成本至關重要。本研究使用竹北海岸林長期監測樣區資料，篩選出本區域 4 個樹種，黃槿、木麻黃、林投與朴樹等建立一元線性迴歸模型及二次多項式迴歸模型；碳儲存的評估則是依據 Chave 等人（2014）的地上部生物量公式，整合 IPCC（2006）方法學與臺灣闊葉林參數（趙國容等 2022）計算碳儲量。結果在單一線性迴歸模型胸徑樹高決定係數 R^2 介於 4.14%至 61.18%之間，黃槿的預測配適度最佳，而林投最差；利用二次多項式迴歸模型胸徑樹高決定係數 R^2 介於 4.42%至 69.28%，配適度上升。碳儲存方面，以二次多項式迴歸模型推估黃槿、木麻黃、朴樹碳儲存量之驗證均方根誤差（RMSE）分別為 1.06、78.79、0.78/kg C，平均絕對百分比誤差（MAPE）分別為 23.9、34.1、16.3%。雖個體誤差大但林分尺度下樣區預測值與真值差異為 6.5-8.0%，仍具參考價值。

牛樟炭疽病菌之分離、初步鑑定及離葉接種方法建立

張芳瑜[1]、劉則言[2]、吳家禎[1*]

[1] 國立臺灣大學森林環境暨資源學系，106319 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號。

[2] 農業部林業試驗所森林保護組，100051 臺北市中正區南海路 53 號。

[*] 通訊作者，chiachenwu@ntu.edu.tw

摘要

牛樟 (*Cinnamomum kanehirae*) 為臺灣特有原生闊葉樹種，具重要經濟與保育價值，栽培過程中易受炭疽病危害。本研究調查不同牛樟品系之炭疽病自然發生情形，並進行病原菌分離、初步鑑定及離葉接種試驗，以作為後續病原菌株及抗病品系篩選之基礎。於日月潭苗圃牛樟採穗園調查 13 個品系，各選取 10 株，每株隨機調查 10 片葉片。結果顯示，各品系間炭疽病自然發病程度無顯著差異，顯示僅依田間自然發病情形尚難判定不同品系之抗感病性。另自具炭疽病病徵之葉片進行組織分離及純化，共獲得 15 株分離菌株並完成保存；經核糖體內轉錄間隔區 (internal transcribed spacer, *ITS*) 序列分析，並與 NCBI GenBank 資料庫進行序列比對，結果皆支持其歸屬於 *Colletotrichum*。離葉接種分別採用菌絲塊及孢子懸浮液進行試驗，結果顯示兩種接種方式皆可於牛樟離葉上成功誘發病徵，初步建立牛樟炭疽病之離葉人工接種方法。未來將進一步完成病原菌之物種鑑定，並利用扦插繁殖之不同牛樟品系進行離葉及活體接種，建立適合的活體接種條件，以評估不同品系之炭疽病抗感病性差異，作為牛樟抗病品系篩選之參考。

臺灣杉 MYC2 調控倍半萜合成酶機制之探討

莊喆硯[1]、曲芳華[1*]

[1] 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

摘要

植物需要產生多樣化的次級代謝物適應環境，其中，異戊二烯為單元所構成的萜類化合物 (terpenoid) 最多元。茉莉酸 (jasmonic acid, JA) 是一種防禦賀爾蒙，在逆境下會大量產生，當轉錄因子接受訊號後會啟動調控，bHLH 家族的 MYC2 轉錄因子被認為是 JA 互動的主要因子。臺灣杉 (*Taiwania cryptomerioides*) 為柏科 (Cupressaceae) 演化早期的物種，產生防禦功能的倍半萜類化合物 (sesquiterpenoids) 以 cadinene 為主，本實驗室先前已闡明其倍半萜合成酶 (sesquiterpene synthase) 的生合成途徑，但對上游轉錄因子調控機制尚需釐清。研究指出，臺灣杉經 MeJA 處理後 *Tc*TPS9 與 *Tc*TPS12 表現量顯著上升，因此推測兩種合成酶會受到 MYC2 調控。本次研究鑑定出 3 個臺灣杉 MYC2 轉錄因子分別命名為 *Tc*MYC2A、*Tc*MYC2B、*Tc*MYC2C，透過演化樹分析顯示三者皆屬於具有 JA 正向調控功能的 bHLH IIIe 子群，除了上述合成酶外，也分析 cadinene 合成路徑有關的 *Tc*TPS3。為了了解調控關係，透過圓葉菸草 (*Nicotiana benthamiana*) 暫時表現與酵母單雜交技術 (Yeast one-Hybrid, Y1H) 證實 3 個 *Tc*MYC2 對 *Tc*TPS 啟動子具有不同程度的結合能力。由於轉錄因子的結合能力高度依賴啟動子上的 E-box 順式作用元件，後續藉由截短 *Tc*TPS12 啟動子分析關鍵的 E-box 結合位點與 E-box 數量造成的結合強度差異，希望能揭示 MYC2 在裸子植物中對於調控萜類防禦網絡所扮的角色。

關鍵詞：臺灣杉、倍半萜合成酶、MYC2、轉錄因子、啟動子

臺灣檫樹 (*Sassafras randaiense*) 叢枝菌根共生特性及不同接種來源對苗木生長之影響

陳德諭[1] 邱清安[2*]

[1] 國立中興大學森林學系研究生。

[2] 國立中興大學森林學系教授。

[*] 通訊作者， cachiu@nchu.edu.tw

摘要

臺灣檫樹 (*Sassafras randaiense*) 為臺灣特有且具保育價值之樹種，目前尚缺乏其菌根共生相關研究。本研究探討臺灣檫樹是否形成叢枝菌根共生，並評估不同菌根接種來源對苗木生長之影響。本研究採集臺灣檫樹母樹根圈土壤進行叢枝菌根菌 (arbuscular mycorrhizal fungi, AMF) 分離及孢子鑑定，並以天然更新小苗進行根系染色及顯微觀察，以確認其菌根共生情形；另以天然森林土 (Forest soil, FT)、市售菌根菌 *Funneliformis mosseae* (Commercial mycorrhiza, CM) 及未接種處理 (CK) 進行育苗試驗，比較不同接種來源對苗木生長之影響。結果顯示，自觀霧地區臺灣檫樹母樹根圈土壤共分離鑑定出 *Acaulospora excavata*、*A. morrowiae* 及 *Scutellospora calospora* 等 3 種 AMF，天然更新小苗根系亦觀察到菌絲及囊泡等典型叢枝菌根構造，證實臺灣檫樹可於自然環境中形成叢枝菌根共生。接種 AMF 可顯著促進臺灣檫樹苗木之苗高及基徑生長，其中 FT、CM 及 CK 處理之苗高淨生長量分別為 21.63 ± 0.50、18.77 ± 0.66 及 11.05 ± 0.65 cm，且 FT 與 CM 均顯著高於 CK；雖然各處理間總生物量未達顯著差異，但天然森林土處理之 T/R ratio 顯著較低，顯示不同接種來源可能影響苗木之生物量分配。本研究首次證實臺灣檫樹可於自然環境中與叢枝菌根形成共生，並確認 AMF 接種可促進苗木生長，其中天然森林土作為接種源較單一商業菌根菌具有更佳之生長促進效果，顯示其具有應用於臺灣檫樹菌根育苗及復育之潛力。

【關鍵字】臺灣檫樹、叢枝菌根菌、菌根共生、天然森林土、育苗、復育

覆網與層積處理對臺灣冷杉(*Abies kawakamii*)種子發芽與小苗存活之影響—以雪霸國家公園三六九軌道復育為例

吳頌恩[1]、張芷寧[1]、曾喜育[1*]

[1] 國立中興大學森林學系

[*] 通訊作者，電子信箱/[*] erecta@dragon.nchu.edu.tw

摘要

臺灣冷杉(*Abies kawakamii*)為臺灣高海拔指標性針葉樹種，天然更新因結實不穩定、箭竹優勢化及獸害壓力於雪霸國家公園三六九軌道改建沿線受限。物候調查顯示 2022 至 2025 年連續四年結實欠年，2026 年 4 月雄毬花數量明顯增多，初現豐年跡象，惟天然更新機會仍有限，人工更新技術之建立為復育關鍵。本研究於軌道干擾復育區進行種子撒播與小苗移植試驗。撒播試驗設覆網／未覆網與層積／未層積四種處理，至 2026 年 3 月覆網未層積組發芽率 3.20%最高，組間差異顯著(H=9.04, p=0.03)，且顯著高於未覆網未層積組(p=0.03)，覆網效果趨近顯著(p=0.0625)，層積效果均不顯著，顯示覆網為關鍵措施。小苗移植試驗覆網組存活率 81.3%，未覆網組僅 41.3%，差距近 1 倍且隨時間擴大，顯示覆網對於存活率提高具持續性。野生動物監測部分，臺灣野山羊(*Capricornis swinhoei*)冬季出現指數(OI)最高達 22.42，且自動相機顯示復育區會有動物取食與踩踏行為，顯示冬季低溫等嚴苛環境與野生動物活動為小苗存活主要壓力來源，覆網維持為本次復育有效工具。綜合以上，建議三六九軌道沿線臺灣冷杉人工更新以覆網保護為核心措施，並依現地環境調整覆網與遮蔭程度，以提升長期存活率與族群建立成效。

關鍵字:冷杉植群帶、人為復育、層積處理、種子發芽

臺灣山茶 24 號氣味初探

程胤瑜[1]、曲芳華[1*]

[1] 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。

摘要

臺茶 24 號 (TTES No. 24)，又名「山蘊」，為臺灣原生山茶永康變種後，經茶及飲料作物改良場選拔所育成之特色茶樹品種，具有低咖啡因、抗病性佳及耐旱性強等特性。其茶葉與茶湯呈現獨特的苔蘚、杏仁及菇蕈香氣，其中以菇蕈香氣最具代表性與辨識度；然而，目前其關鍵香氣成分及相關形成來源仍有待釐清。本研究旨在探討臺茶 24 號特殊菇蕈香氣之可能來源，並以德化社山茶與六龜山茶作為對照材料。首先，利用甲醇 (methanol) 與正己烷 (hexane) 進行揮發性成分萃取，並結合氣相層析質譜儀 (gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS) 進行化合物鑑定，以比較不同山茶樣本間揮發性化合物之組成差異，進一步篩選可能與臺茶 24 號菇蕈香氣相關之關鍵化合物。此外，利用次世代定序 (next-generation sequencing, NGS) 進行轉錄體分析，比較臺茶 24 號與對照材料間之差異表現基因，並初步篩選可能參與關鍵香氣化合物生合成之候選基因及相關轉錄因子。本研究初步整合揮發性化合物與轉錄體分析結果，建立關鍵香氣成分與其相關生合成基因之關聯，藉以了解臺茶 24 號特殊香氣來源與機制，並為臺灣特色茶之品種選育、香氣品質提升及後續育種應用提供潛在應用價值。

關鍵詞：臺茶 24 號、香氣探討、揮發性化合物、轉錄體分析

微生物應用於銀合歡入侵地之復育造林

賴奕廷[1]、吳羽婷[1*]

[1] 國立屏東科技大學森林系。通訊地址。912 屏東縣內埔鄉老埤村學府路 1 號。

[*] 通訊作者，yutingwu@mail.npust.edu.tw

摘要

銀合歡(*Leucaena leucocephala*)已在台灣造成嚴重的生態入侵問題，其族群已廣泛遍佈恆春半島。除結實量大以外，銀合歡亦會釋放含羞草素(mimosine)，抑制原生植物的發芽與生長。為嘗試優化銀合歡入侵地的復育造林成效，本研究有兩個目標：1.於試驗地中挑選生長良好的原生樹種與銀合歡，以高通量定序技術分析其根域與根尖內細菌群落組成，並從根域與根尖內分離出可代謝含羞草素的菌株。2.將目標菌株擴大培養，於伐除銀合歡的造林試驗地施灑菌液，監測是否能提升造林苗木的生長。本研究採集樣區內銀合歡、相思樹(*Acacia confusa*)、血桐(*Macaranga tanarius*)及五節芒(*Miscanthus floridulus*)，54 個含土壤與根樣本，經定序後共得到 4,671,447 條高品質細菌序列，分析後共有 670 個 ASV(Amplicon Sequence Variant)， 可歸為 83 綱、188 目、293 科、539 屬、670 種。初步的研究結果中，以「屬」的層級進行分析，顯示土壤細菌群落組成結構中，相對豐度最高的三個屬分別為 *Gaiellales* : NA、Subgroup_6 : NA 及 *Xanthobacteraceae* : NA；根尖分別為 *Amycolatopsis*、*Bradyrhizobium* 及 *Streptomyces*。各樹種根尖與根域土壤具顯著性差異的細菌群落組成(PERMANOVA $P < 0.001$)，其中各樣區的根域土壤及根系細菌群落皆呈顯著差異，然銀合歡、相思樹與血桐之間部分根系樣本有相似的細菌群落組成。此外，本研究分離出含羞草素代謝菌株 DL12 及 DL1A2，將透過定序了解其分類地位，並於造林試驗中檢測其成效。

Effects of Different Light Conditions on Leaf Morphological Traits and Photosynthetic Physiology of *Phyllostachys makinoi*

Yu-Ting Tseng[1], Ting-Wei Chang[1*]

[1] School of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University, No. 1, Sec. 4, Roosevelt Rd., Da'an Dist., Taipei City 10617, Taiwan.

[*] Corresponding Author, tingweichang@ntu.edu.tw

Abstract

This study investigated whether *Phyllostachys makinoi* adapts to different light conditions over time through coordinated adjustments in leaf morphology and photosynthetic physiology, including chlorophyll allocation, net photosynthesis (*A*), and photosystem II (PSII) photochemical efficiency. The experiment was conducted at the National Taiwan University Agricultural Experimental Farm with four light treatments: full sunlight, 50% shade, 70% shade, and 90% shade initiated in early May. Measurements of *A*, SPAD, chlorophyll fluorescence, leaf area, leaf thickness, and leaf mass per area (LMA) were taken once before the treatment; and then, the measurements were taken monthly from late May this year after the treatment started in order to evaluate temporal changes. From May to August, SPAD values differed significantly among the shading treatments (all $p < 0.001$), with lower values generally observed under full sunlight and higher values under stronger shading. Significant differences in Fv/Fm were also detected at each sampling time from May to August (all $p < 0.001$), with full-sun plants generally exhibiting lower values than shaded plants. *A* and leaf thickness showed significant differences among shading treatments only in August ($p = 0.0065$ and $p = 0.0374$). LMA differed significantly among treatments in June ($p = 0.0049$) and early July ($p < 0.001$), and among sampling times ($p < 0.001$). Leaf area showed significant treatment differences only at specific sampling times. Overall, the results suggest that physiological and morphological traits of *P. makinoi* leaf showed physiological and morphological responses to different light environments within a few months.

III .口頭發表-林產組

「115 年森林資源永續發展研討會」學術論文發表

組別：林產組(教師、研究人員，研究生)

發表地點：**森林 2 館 201 教室**

場次	序號	發表編號	報告時間	題目	作者
10 月 22 日 (星期四) Session 1	1	O112-1	13:40-13:53	臺灣與日本之木育政策推動之比較初探	楊淳婷、羅盛峰
	2	O111-1	13:53-14:06	運用質性訪談分析法探討我國木材自給率之影響因素	李天裕、柳婉郁
	3	O111-2	14:06-14:19	雪松醇透過調節粒線體功能和代謝平衡進而修復皮膚屏障來緩解 UVB 誘導之光老化	徐蕙蓉、王升陽
	4	O111-3	14:19-14:32	Opuntia ficus-indica Powder as a Non-Timber Biomass Bio-Coagulant for Wastewater Reclamation and Water Reuse in Dryland Afforestation	Ahmed M. M. Ahmed, Ahmed Y. A. Mohammed, Zeyad A. M. Bady, Ahmed M. Fahmy
	5	O112-2	14:32-14:45	木竹材及農業剩餘物生物精煉之生命週期評估與高值化策略	莊凱翔、官崇煜
	6	O111-4	14:45-14:58	Effects of Woody Biochar on the Stability of Sweet Potato Plant Microbial Fuel Cells Amended with Sintered Sludge	Saravana Pandi Sivaji, Bo-Chen Shen, Chia-Ling Kuo, Chung-Yu Guan
	7	O112-3	14:58-15:11	植物微生物燃料電池結合燒結污泥粒料之長期產電評估：基於人工智慧技術解析土壤替代基質潛力	林威翰、官崇煜
休息與茶敘					
Session 2	1	O111-5	15:30-15:43	Sulfur-Engineered Biochar from Forestry and Agricultural Residues: A Circular Pathway to Cadmium-Contaminated Water Remediation	M.M.M. Ahmed, Chih-Hao Liao, Yu-Ting Liu, S. Venkatesan, Yu-Min Tzou
	2	O112-4	15:43-15:56	嗅聞台灣本土森林複方精油對人體生理與心理之影響	王崇瑄、徐蕙蓉、王升陽
	3	O112-5	15:56-16:09	應用光譜技術與機器學習建構柳杉耐候性質之預測模型	許芳瑜、吳志鴻
	4	O112-6	16:09-16:22	多元醇液化茶葉渣試製水性聚胺酯樹脂及其性質	許雅媛、陳奕君
	5	O112-7	16:22-16:35	立木目視評估及應力波非破壞檢測施作探討-以台中市行道樹為例	黃楷淯、楊德新
	6	O112-8	16:35-16:48	台灣杉精油透過調節粒線體能量代謝與修復腸道屏障緩解發炎性腸道疾病	陳怡穎、王升陽
	7	O112-9	16:48-17:01	以國產兩種竹材研製結構用竹集成材及其蘊含碳分析	楊佩璇、趙偉成、楊德新

備註：1.每位報告人所使用之時間為 13 分鐘，其中口頭報告 10 分鐘，問題詢答 3 分鐘。

2.編號 O111 為教師、研究人員組；O112 研究生組。

「115 年森林資源永續發展研討會」學術論文發表

組別：林產組(教師、研究人員，研究生)

發表地點：**森林 2 館 201 教室**

場次	序號	發表編號	報告時間	題目	作者
10 月 23 日 (星期五) Session 3	1	O112-10	10:00-10:13	以生物炭與聚磷酸銨開發具阻燃功能之永續 PLA 複合線材及其 FFF 型 3D 列印應用	羅鎔瑱、楊登鈞
	2	O112-11	10:13-10:26	香草醛製備生質基陰/陽離子型水性聚胺基甲酸酯及其性質	董浩悅、陳奕君
	3	O112-12	10:26-10:39	添加封閉型二異氰酸酯對幾丁聚醣-PVAc-竹炭粉複合材料之熱成型材料性質探討	蔡惠心、劉素玲、張家偉
	4	O112-13	10:39-10:52	鹼催化液化木質素製備水溶性酚醛樹脂及其應用於浸漬層壓材料	薛雅文、謝欣頴、陳奕君
	5	O112-14	10:52-11:05	不同粒徑刺竹粒片複合月桂酸相變材料之製備及熱儲能性能評估	黃兆賢、楊登鈞
	6	O112-15	11:05-11:18	牛樟芝來源細胞外囊泡作為保護角質形成細胞免受 UVB 誘導光老化之潛力化粧品活性成分	謝翰文、徐蕎蓉、王升陽
	7	O112-16	11:18-11:31	回收瓦楞紙無膠高密度纖維板之製備與性能	鄭捷安、張豐丞

備註：1.每位報告人所使用之時間為 13 分鐘，其中口頭報告 10 分鐘，問題詢答 3 分鐘。

2.編號 O111 為教師、研究人員組；O112 研究生組。

臺灣與日本之木育政策推動之比較初探

楊淳婷[1*]、羅盛峰[1]

[1]國立宜蘭大學森林暨自然資源學系。260007 宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。

[*] 通訊作者：r1334202@ms.niu.edu.tw

摘要

「木育」運動之緣起於日本北海道，其初衷是透過接觸木材與親近自然的體驗，建立人與森林、自然環境的連結，進而促進森林永續經營與木文化傳承；歷經二十餘年由地方倡議逐步發展到由中央推動政策，相繼立法來推動木育活動。並結合教育與民間 NGO 組織或美術館合作，建立木育運動的推廣體系。臺灣的木育推廣上，近年來政府積極推動國產材、木製遊具、教學場域等，但仍面臨木育概念範疇模糊、體系分散與制度化不足等挑戰。本研究以臺灣與日本在木育活動的政策、推廣及師資培訓等進行探討，日本木育透過文獻與政策的資料整理以及日本木育指導員培訓課程的實地考察；臺灣木育則是與不同領域的推廣單位，進行深入採訪。分析兩國在政策上、推廣機制、師資上、民間協力推動等。其結果初步顯示，日本木育已有公部門立法推動，在社會參與上，企業、NGO、教育單位等皆有制度化的推動模式；臺灣木育則以國產材推廣、體驗課程教育等方式為推廣主軸，而跨部門整合、師資培訓等機制，仍有待政府、教育單位、民間產業的強化整合。

運用質性訪談分析法探討我國木材自給率之影響因素

李天裕[1]、柳婉郁[2*]

[1] 國立中興大學森林學系。402 臺中市南區興大路 145 號。

[2] 國立中興大學森林學系。402 臺中市南區興大路 145 號。

[*] 通訊作者，電子信箱 wyliu@nchu.edu.tw

摘要

在森林環境保育及禁伐政策下，臺灣林業生產規模逐年縮減，造成不到 1% 的木材自給率。振興臺灣林業並提高國產材自給率，已成為臺灣林業部門的重要政策。提升國產材自給率具備多項效益：不僅能最適化利用本國森林資源、減少溫室氣體排放，亦可作為進口木材的有效替代方案，確保臺灣木材供應穩定。然而，提高國產材自給率深具挑戰，並面臨諸多問題與限制。本研究透過質性訪談，與臺灣木材供應鏈之利害關係人進行深度座談，以了解其對國產材採購的需求與見解，並對訪談數據進行分析。研究發現，臺灣多數國產原木適用於實木建材與家具，亦可用於木座物、生質能源與椴木香菇，但並不適合合板生產。然而，受限於勞動因素，實木建材與家具產業多數已外移。受限於缺乏鋸木廠與木材乾燥設施，原木無法有效加工，間接導致國產材利用率偏低。為提升國產材自給率，臺灣木材供應鏈業者建議，在維護臺灣森林環境的前提下，積極發展集成材之加工與應用。此一作法不僅能提振國產木材需求、妥善利用在地森林資源，亦可減少木材資源之浪費。

雪松醇透過調節粒線體功能和代謝平衡

進而修復皮膚屏障來緩解 UVB 誘導之光老化

徐蕙蓉[1]、王升陽[2,3*]

[1] 國立中興大學森林學系博士後研究員。40227 台中市南區興大路 145 號。

[2] 國立中興大學森林學系終身特聘教授兼循環經濟研究學院院長。40227 台中市南區興大路 145 號。

[3] 中央研究院生物農業科技研究中心研究員。115201 台北市南港區研究院路二段 128 號

[*] 通訊作者，taiwanfir@dragon.nchu.edu.tw

摘要

紫外線 B(ultraviolet B，UVB)可透過促進氧化壓力、粒線體功能障礙、緊密連結蛋白表現下降與代謝失衡等多重機制，加速皮膚光老化。台灣特有樹種香杉(*Cunninghamia lanceolata* var. *konishii*)為極具代表性的森林資源，不僅在生態與文化上具保育與利用價值，其木材精油的主要成分雪松醇(cedrol)具有抗氧化和抗發炎等多種生物活性，凸顯森林資源於醫藥開發與人類健康中的潛在價值，惟其對 UVB 誘導皮膚損傷之修復作用仍缺乏研究。本研究旨在探討 cedrol 對 UVB 誘導的 HaCaT 人類角質形成細胞光老化的保護作用。首先以 UVB 誘導之皮膚光老化模型，探討 cedrol 處理對細胞損傷之改善作用，分析細胞存活率、活性氧(reactive oxygen species，ROS)、粒線體膜電位、三磷酸腺苷(adenosine triphosphate，ATP)含量，以及粒線體生合成和緊密連結相關蛋白之表達，並以 ^{1}H 核磁共振(^{1}H-NMR)代謝體學分析細胞代謝變化。結果顯示，cedrol 可顯著提升 UVB 誘導的細胞存活率，降低細胞內 ROS 生成，並恢復粒線體膜電位及 ATP 含量；同時上調 SIRT-1、PGC-1α、Nrf2 與 TFAM 等粒線體生合成相關蛋白，並恢復緊密連結蛋白(ZO-1、occludin、claudin-3)之表達，維持上皮屏障完整性。此外，基於 ^{1}H-NMR 代謝體學分析顯示，cedrol 可改善 UVB 所造成之代謝失衡，主要涉及胺基酸及能量代謝途徑。綜上所述，cedrol 可藉由調節粒線體及皮膚屏障功能，減緩 UVB 所造成之皮膚細胞損傷，顯示其具有作為天然皮膚修復、抗光老化及森林資源活性成分之潛力。

關鍵詞：雪松醇、紫外線 B (UVB)、粒線體生合成、三磷酸腺苷、緊密連接蛋白、代謝體學

Opuntia ficus-indica Powder as a Non-Timber Biomass Bio-Coagulant for Wastewater Reclamation and Water Reuse in Dryland Afforestation

Ahmed M. M. Ahmed[1,2,*], Ahmed Y. A. Mohammed[2,3], Zeyad A. M. Bady[2], Ahmed M. Fahmy[2]

[1] Department of Mechanical Engineering, National Chung Hsing University, Taichung 402, Taiwan

[2] Assiut STEM School, Assiut 71511, Egypt

[3] School of Sciences and Engineering, The American University in Cairo, Cairo 11835, Egypt

[*] Corresponding author. E-mail: ahmed.mahmoud@ejust.edu.eg

Abstract

Water scarcity constrains afforestation and nursery production across arid and semi-arid regions, yet the chemical coagulants used to reclaim wastewater for irrigation are imported, energy-dependent, and leave residues that acidify soils and impair seedling establishment. This study evaluates milled cladodes of *Opuntia Ficus-Indica* (OFI) as a plant-derived alternative. OFI is planted widely for land rehabilitation, shelterbelts, and erosion control on degraded slopes, and because cladodes regenerate after cutting it functions as a renewable non-timber biomass product. Cladodes were peeled, oven-dried, and grinded with a low-technology chain requiring no imported reagents and no electrical input at the point of treatment. Coagulation was assessed on municipal sewage by standard jar tests. At 1.5 g/L, OFI removed 97% of turbidity, 92.8% of suspended solids, 99.4% of BOD, 99.6% of COD, and 99.92% of total coliforms, together with 69–92% of heavy metals, while holding effluent pH at 7.25–8.0, a range compatible with nursery substrates and forest soils. Performance is attributed to galacturonic-acid-rich mucilage polysaccharides bearing carboxyl, hydroxyl, and amine groups, which remove solids, metals, and pathogens in one step through interparticle bridging and adsorption. Treatment cost was about 97% below chemical coagulation. These results place OFI alongside tannin- and *Moringa oleifera*-derived coagulants and suggest a route to closing water loops in dryland forestry: reclaimed effluent for nursery irrigation and establishment watering, produced from biomass grown on the same degraded land that restoration programmes aim to recover.

Keywords: non-timber forest products; bio-coagulation; *Opuntia Ficus-indica*; dryland afforestation; water reuse

木竹材及農業剩餘物生物精煉之生命週期評估與高值化策略

莊凱翔[1]、官崇煜[1、2*]

[1] 國立臺灣大學森林環境暨資源學系。106319 臺北市羅斯福路四段 1 號。

[2] 國立臺灣大學農業零碳技術與管理創新研究中心。106319 臺北市羅斯福路四段 1 號。

[*] 通訊作者，cyguan@ntu.edu.tw

摘要

隨著化石資源枯竭與淨零碳排趨勢，利用木材、竹材及農業剩餘物等木質纖維素進行生物精煉，已成為實現高值化與永續發展之關鍵方向。本研究以木材、竹材及農業剩餘物為原料，探討經微波輔助酸催化轉換為 5-羥甲基糠醛 (5-Hydroxymethylfurfural, HMF)與乙醯丙酸 (Levulinic Acid, LA)等高附加價值平台化合物之可行性與製程優化。實驗結果顯示，前處理與微波消化條件顯著影響目標產物生成效率：延長微波消化時間與提升反應溫度可有效促進反應產率，但過高溫度反而導致中間產物熱降解或聚合副反應，致使產率下降。此外，生質原料之結構特性為另一關鍵因素，結構較鬆散之農廢剩餘物易於酸滲透與水解，顯著提升糖類轉化率；反之，木質素含量高且結構緊密之材料則具較強抗分解性；如在加熱溫度 210 度，持溫時間 10 分鐘，木質素含量最高的木材，乙醯丙酸產率為 52.46%；其次為竹材，乙醯丙酸產率為 54.49%；而木質素含量最低結構較鬆散的稻稈，乙醯丙酸產率高達 70.05%。本研究釐清不同木質纖維素之轉換特性與熱反應閾值，可作為生物精煉製程優化之依據，有助於提升碳利用效率並降低副產物生成，為木竹材與農廢資源循環高值化利用提供實務參考。

關鍵字：淨零碳排、乙醯丙酸、平台化合物、碳利用效率、資源循環

Effects of Woody Biochar on the Stability of Sweet Potato Plant Microbial Fuel Cells Amended with Sintered Sludge

Saravana Pandi Sivaji[1], Bo-Chen Shen[1], Chia-Ling Kuo[1], Chung-Yu Guan[1,2*]

[1] School of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University, No. 1, Sec. 4, Roosevelt Road, Taipei 106319, Taiwan.

[2] Agricultural Net-Zero Carbon Technology and Management Innovation Research Center, National Taiwan University, No. 5, Ln. 42, Sec. 4, Keelung Rd., Da'an Dist., Taipei 106032, Taiwan.

[*] Corresponding author: cyguan@ntu.edu.tw

Abstract

Woody biochar is a renewable carbon material with potential to improve electrochemical stability in plant microbial fuel cells (PMFCs). This study evaluated the influence of woody biochar on sweet potato (*Ipomoea batatas*) PMFCs using soil and waste-derived sintered sludge substrates, with emphasis on resource recovery and operational stability. Eight treatments with four replicates were established, giving 32 experimental units, including soil microbial fuel cell (MFC), soil PMFC, soil–sintered sludge mixed PMFC, sintered sludge PMFC, and corresponding biochar-amended treatments. Cylindrical acrylic reactors equipped with graphite felt electrodes were connected through a 1,000 Ω external resistor. Voltage was continuously monitored, while substrate pH and electrical conductivity were measured periodically. The soil PMFC produced an average voltage of 138.03 ± 12.22 mV, the sintered sludge PMFC reached 162.29 ± 20.20 mV, and the soil–sintered sludge mixed PMFC showed the highest performance at 392.01 ± 45.23 mV, with a maximum average voltage of 793.16 ± 59.45 mV. Biochar did not consistently increase voltage output, but reduced voltage fluctuations and contributed to operational stability. These findings suggest that woody biochar may function primarily as a stabilizing amendment rather than a direct enhancer of electricity generation. Integrating woody biochar with waste-derived sintered sludge provides a potential pathway for sustainable resource utilization and low-carbon bioenergy applications.

植物微生物燃料電池結合燒結污泥粒料之長期產電評估：基於人工智慧技術解析土壤替代基質潛力

林威翰[1]、官崇煜[1,2*]

[1] 國立臺灣大學森林環境暨資源學系。106319 臺北市羅斯福路四段 1 號。

[2] 國立臺灣大學農業零碳技術與管理創新研究中心。106319 臺北市羅斯福路四段 1 號。

[*] 通訊作者，cyguan@ntu.edu.tw

摘要

森林永續除仰賴林木與植被，也需兼顧土壤資源的合理利用。環境綠化經常需要使用土壤基質，因此使用燒結污泥粒料作為替代基質，可兼顧資源再利用與天然土壤使用減量。植物微生物燃料電池 (Plant Microbial Fuel Cells, PMFCs)可結合植物、微生物代謝與生物電化學進行產電，但系統長期表現同時受到多項因子影響，僅比較基質材料不易完整判斷系統效能。本研究以燒結污泥粒料與台灣油芒 (*Spodiopogon formosanus*)建立 PMFCs 系統，組別包含不同燒結污泥比例及有、無植物配置，整合電壓、土壤 pH 與 EC、植物高度及環境因子資料。結果顯示，40-70%燒結污泥組別產電表現未隨比例增加而逐漸升高。整體所有組別電壓於第三階段 (Age 3)達較高狀態，第四階段 (Age 4)略降，反映系統成熟後仍有狀態轉換。高電壓常出現於陽極土壤 pH 7.0-7.5，陽極與陰極土壤 EC 則呈現隨時間逐漸下降之長期趨勢。最後採 80%資料訓練、20%測試建立機器學習迴歸，實測與預測之電壓高度一致 (Pearson r = 0.9259，R^2 = 0.8573)。SHAP 分析顯示在預測電壓時，主要參考組別配置、運轉階段、陽極土壤 pH、有無植物及陰極土壤 EC。整體結果顯示，土壤替代基質的長期表現並非由單一因子決定，機器學習可將複雜的長期產電與土壤環境資料轉化為預測訊號，作為土壤資源結合植物微生物燃料電池使用替代基質時的評估輔助工具。

Sulfur-Engineered Biochar from Forestry and Agricultural Residues: A Circular Pathway to Cadmium-Contaminated Water Remediation

M.M.M. Ahmed[1,2*], Chih-Hao Liao[1,2], Yu-Ting Liu[1,2], S. Venkatesan[3], Yu-Min Tzou[1,2]

[1] Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan

[2] Innovation and Development Center of Sustainable Agriculture, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan

[3] Department of Chemistry, Vignan's Foundation for Science, Technology and Research, Guntur, India

Corresponding Author: Prof. Yu-Min Tzou; Email: ymtzou@dragon.nchu.edu.tw

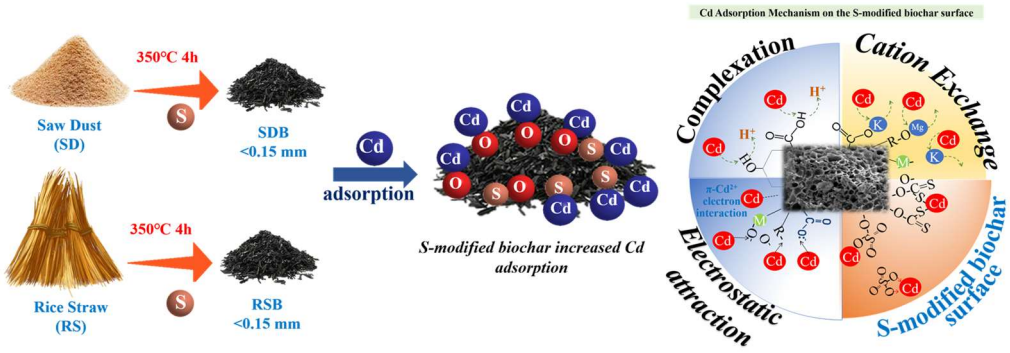
ABSTRACT

Valorizing forestry and agricultural residues is central to circular bioeconomy strategies for sustainable resource management. Here, a scalable sulfur-functionalization strategy converts sawdust—a direct forestry byproduct—and rice straw into biochar adsorbents for aqueous Cd(II) removal. Biochars generated by slow pyrolysis at 350 °C were modified with 96% H_2SO_4, 2 M Na_2S, or 2 M $Na_2S_2O_3$, raising sulfur content to 13.27% while enriching oxygen-containing surface groups. Elemental analysis, SEM-EDS, FTIR, and XPS verified diverse sulfur moieties (C=S, C–S, S–S, S^{2-}, SO_3^{2-}, and SO_4^{2-}) together with carbonyl, carboxyl, and hydroxyl functionalities. Functionalization increased Cd(II) adsorption capacity by 4.8–9.0-fold for sawdust biochar (maximum 39.38 mg g^{-1}) and 17.3-fold for rice-straw biochar (34.40 mg g^{-1}), while reducing equilibrium time from 4–8 h to 5–10 min. Pseudo-second-order kinetics and Langmuir isotherms were consistent with predominantly surface-controlled monolayer uptake. Density functional theory indicated that sulfur incorporation narrowed the band gap of Cd-bound biochar systems, reinforced Cd–O interactions, and provided additional Cd–S stabilization, supporting a cooperative oxygen–sulfur mechanism consistent with Pearson's Hard and Soft Acids and Bases principle. The consistent performance gains across two feedstocks demonstrate that streamlined sulfur engineering can transform forestry and agricultural residues into rapid, high-capacity

adsorbents for heavy-metal remediation. This approach links wood-waste valorization and clean-water technology with sustainable forest-resource management and circular bioeconomy goals

Keywords: *sulfur-engineered biochar; sawdust; rice straw; cadmium remediation; circular bioeconomy*

Graphical Abstract



Sulfur-modified sawdust and rice straw biochar enhance Cd(II) adsorption via complexation, cation exchange, electrostatic attraction, and π–Cd^{2+} interactions

嗅聞台灣本土森林複方精油對人體生理與心理之影響

王崇瑄[1]、徐蕙蓉[2]、王升陽[3,4*]

[1] 國立中興大學特用作物及代謝體學位學程博士班研究生。40227 台中市南區興大路 145 號。

[2] 國立中興大學森林學系博士後研究員。40227 台中市南區興大路 145 號。

[3] 國立中興大學森林學系終身特聘教授兼循環經濟研究學院院長。40227 台中市南區興大路 145 號。

[4] 中央研究院生物農業科技研究中心研究員。115201 台北市南港區研究院路二段 128 號。

[*] 通訊作者，taiwanfir@dragon.nchu.edu.tw

摘要

森林療癒(forest therapy)被視為促進身心健康的自然介入方式之一，但是其詳細的生理作用機制仍有待進一步釐清。本研究以森林複方精油作為嗅覺刺激來源，首先透過氣相層析串聯質譜儀分析(GC-MS)鑑定其中揮發性成分組成，並評估其對自主神經活動、生理壓力指標、腦波及情緒的影響。經 GC-MS 分析結果顯示，精油的主要成分為 linalool(26.7%)、cedrol(17.3%)與 α-cedrene(13.8%)，整體以單萜類與倍半萜類的化合物為主。在生理反應方面，心率變異度(heart rate variability；HRV)分析顯示，先吸入空氣後再吸入精油的受試者中，低頻功率(LF)及 LF/HF 比值顯著上升，而高頻功率(HF)顯著下降，顯示交感神經活動增加。唾液 α-澱粉酶(sAA)活性亦在精油吸入後顯著增加，進一步支持交感神經活動提升與生理警覺性增加的現象。同時，皮質醇(cortisol)濃度在嗅聞精油後呈下降趨勢，顯示森林精油吸入可有效降低壓力反應與促進放鬆。此外，腦波分析顯示精油吸入並未顯著改變各頻段的相對功率，顯示精油吸入並未改變大腦整體電生理節律。在心理層面上，POMS 量表結果顯示，精油吸入後受試者的負面情緒顯著降低，而活力(vigor)的正面情緒顯著提升。綜上所述，吸入森林療癒精油可促進生理活化並改善情緒狀態，為森林療癒的生理作用機制提供實驗性證據。

關鍵詞：森林療癒、精油、自律神經、α-澱粉酶、皮質醇。

應用光譜技術與機器學習建構柳杉耐候性質之預測模型

許芳瑜[1]、吳志鴻[2*]

[1] 國立中興大學森林學系研究生。402 台中市南區興大路 145 號。

[2] 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 eric@nchu.edu.tw

摘要

木材為常用戶外建築材料，惟長期曝露於自然環境易受光照、水分及溫度影響而劣化。傳統耐候性評估仰賴自然戶外或人工加速耐候試驗，但前者耗時且易受氣候條件與材料尺寸影響，後者則與真實環境存有非線性差異。因此，運用機器學習(Machine learning)整合非破壞檢測技術以建立兩者間之等效轉換機制即為當前重要課題。本研究以國產柳杉(*Cryptomeria japonica*)作為材料，利用物理機械性質、傅立葉轉換紅外線光譜(Fourier-transform infrared spectroscopy，FTIR)、近紅外線光譜(Near-infrared spectroscopy，NIR)及耐候資料建立整合性預測模型。首先，結合質量損失與抗彎彈性模數損失建立健康指標(Health indicator，HI)，將木材劣化量化為未劣化(HI＝0)、輕度劣化(HI＜0.3)、中度劣化(HI＝0.3−0.7)與失能(HI ≥ 0.8)四個等級。HI 預測以材料物理與機械特徵搭配極限梯度提升(XGBoost)模型表現最佳，GroupKFold 驗證之 R^2 為 0.99；留一條件法(LCO)驗證之 R^2 為 0.79，顯示模型對未納入訓練之劣化條件仍具外推能力。FTIR 與 NIR 經適當前處理後可有效預測人工劣化時間，最佳模型之 R^2 達 0.93，並據以推估自然戶外耐候試材之人工等效劣化時間。進一步整合自然戶外耐候 HI 劣化曲線、等效劣化時間及氣象資訊，初步建立耐候條件間之對應與加速因子關係。綜合上述，本研究應用光譜技術與機器學習建構柳杉耐候性質評估流程，可作為木材劣化監測與耐久性評估之基礎。

多元醇液化茶葉渣試製水性聚胺酯樹脂及其性質

許雅媛[1]、陳奕君[1,2,3*]

[1]國立中興大學森林學系。402202 臺中市南區興大路 145 號。
[2]國立中興大學生物與永續科技學位學程。402202 臺中市南區興大路 145 號。
[3]國立中興大學永續農業創新發展中心。402202 臺中市南區興大路 145 號。
[*] 通訊作者，電子信箱：chenyc@nchu.edu.tw

摘要

茶葉廢棄物主要來自茶葉沖泡之剩餘物，富含纖維素、半纖維素及木質素等天然高分子，具有作為生質材料之潛力。本研究以聚乙二醇 (Polyethylene glycol； PEG 400)及甘油為液化溶劑，於酸催化條件下進行茶葉渣液化反應，製備生質多元醇，並進一步與異佛爾酮二異氰酸酯 (Isophorone diisocyanate；IPDI)合成水性聚胺基甲酸酯(Waterborne polyurethane；WPU)。液化產物分析包括黏度、殘渣率、酸價、羥價、膠體滲透層析(Gel permeation chromatography；GPC)及傅立葉轉換紅外線光譜(Fourier transform infrared spectroscopy；FTIR)等，以評估液化產物之效率、官能基組成及分子量分布等性質；液化茶葉渣合成 WPU 樹脂進一步分析粒徑、Zeta 電位、固形分、黏度、結構、熱性質及機械等分散液和薄膜等性質，以探討液化茶葉渣生質多元醇對 WPU 性質之影響。結果顯示液化產物之殘渣率約於 15%。液化茶葉渣之 WPU 之 Zeta 電位約介於- 40 至- 60 mV，固形分約為 29%。隨液化茶葉渣添加比例增加，拉伸強度降低。部分 WPU 樣品可觀察到液化茶葉渣殘渣填料，本研究成功應用茶葉廢棄物多元醇取代化石原料，未來可作為農林剩餘資材應用於生質高分子研究參考。

立木目視評估及應力波非破壞檢測施作探討-以台中市行道樹為例

黃楷淯[1]、楊德新[1,*]

[1] 國立中興大學森林系。402202 臺中市南區興大路 145 號。

[*] 通訊作者，電子信箱/ tehsinyang@dragon.nchu.edu.tw

摘要

在當今氣候變遷的背景下，植樹造林因具備顯著的氣候調節功能而日益受到重視，都市地區的綠蔭覆蓋率亦成為關注焦點，其中行道樹更扮演著至關重要的角色。然而，在致力於增加都市綠蔭的同時，既有行道樹的維護與管理同樣不容忽視。本研究以台中市為試驗區域，結合「目視樹木評估法(VTA)」與「應力波非破壞檢測技術」，針對都市行道樹進行立木健全度調查。研究流程首先透過目視評估，篩選出具外部缺陷或結構安全疑慮之植株；隨後運用八點應力波檢測儀進行橫斷面聲波圖譜建構，在不破壞樹木結構的前提下，精準剖析樹幹內部的腐朽與空洞分佈。初步結果顯示，外觀具局部爆裂或開放式腐朽之植株，可藉由應力波檢測與圖譜有效推估其腐朽延伸範圍，並評估受腐朽菌侵害之立木內部殘餘木質結構是否仍具備足夠的支撐力。此外，研究亦發現，部分植株縱使應力波圖譜顯示主幹內部健全，但依據目視評估之外部缺陷表現仍歸類為高風險個體，顯示後續持續監測之必要性。未來研究將進一步整合歸納每株立木的多面向調查結果，期盼本研究成果能作為地方執行機關完善行道樹安全檢測作業規範、優化管理決策之參考，以共同推動具備氣候韌性的都市森林。

台灣杉精油透過調節粒線體能量代謝與修復腸道屏障緩解發炎性腸道疾病

陳怡穎[1]、王升陽[2,3*]

[1] 國立中興大學森林學系碩士班研究生。40227 台中市南區興大路 145 號。

[2] 國立中興大學森林學系終身特聘教授兼循環經濟研究學院院長。40227 台中市南區興大路 145 號。

[3] 中央研究院生物農業科技研究中心研究員。115201 台北市南港區研究院路二段 128 號

[*] 通訊作者，taiwanfir@dragon.nchu.edu.tw

摘要

台灣杉(*Taiwania cryptomerioides*)為台灣原生之珍貴針葉樹種，精油富含多種抗發炎及抗氧化之揮發性成分，具有高度開發潛力。發炎性腸道疾病(inflammatory bowel disease, IBD)為常見之腸胃道的慢性發炎性疾病，其主要之病理特徵為腸道屏障功能受損與能量代謝失衡(energy metabolic dysfunction)。近年研究證實促進粒線體的三磷酸腺苷(ATP)生合成並維持能量代謝平衡，是修復腸道屏障之關鍵途徑。因此本研究旨在探討台灣杉精油，如何透過增強腸道能量代謝來維護腸道上皮屏障之完整性，並深入解析其機制。研究首先利用人類結腸腺癌細胞(Caco-2)建立體外 IBD 模型，評估精油對腸道粒線體功能和屏障的保護作用，並且透過氣相層析質譜儀來分析台灣杉精油之主成分。研究結果顯示，以台灣杉精油 200 μg/mL 能夠顯著提升 Caco-2 細胞中 ATP 含量約 50%。另外，精油亦能恢復因發炎性因子(inflammatory cocktail, IC)誘導所受損的跨上皮電阻(transepithelial electrical resistance, TEER)值，使其 TEER 值回升約 15%，並顯著提升緊密連接蛋白之基因表達，以保護腸道上皮屏障。同時，GC-MS 分析結果進一步證實，台灣杉精油主要由倍半萜類化合物組成，其中以 *α*-cadinol、cedrol、T-muurolol 及 T-cadinol 為主要成分。綜上所述，台灣杉精油能有效改善粒線體能量代謝並修復腸上皮屏障完整性，具備開發為緩解 IBD 及相關腸道疾病之天然藥物的潛力。本研究成果不僅為台灣杉精油之生物活性提供了新穎的科學實證，更彰顯出台灣珍貴森林特產物在醫藥利用與永續發展上的深遠價值。

關鍵詞：發炎性腸道疾病、台灣杉、精油、能量代謝、三磷酸腺苷、Caco-2

以國產兩種竹材研製結構用竹集成材及其蘊含碳分析

楊佩璇[1]、趙偉成[2]、楊德新[3*]

[1] 國立中興大學森林學系博士班研究生。402 臺中市南區興大路 145 號。
[2] 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系助理教授。260 宜蘭市神農路一段一號。
[3] 國立中興大學森林學系教授。402 臺中市南區興大路 145 號。
[*] 通訊作者，電子信箱 thyang@email.nchu.edu.tw

摘要

氣候變遷與全球溫室氣體排放問題已成為國際重視的焦點，建築與營建活動作為高碳排放產業，尋找永續且具碳儲存效益的生態材料成為當務之急。竹材因具備高生長速度、短採收週期及優異的碳吸存能力，在臺灣《氣候變遷因應法》頒布與 2050 淨零排放目標下，被視為極具潛力的低碳替代建材。本研究配合政府推動之《新興竹產業發展綱要計畫》，以國產孟宗竹與刺竹為原料，探討竹集成材產品之研製及其綠色建材與輕型結構上的應用可行性。評估不同竹種、膠合劑與配置型態對竹集成板基礎單元性質之影響，篩選最適層積配置單元；並參照 CNS 11031 國家標準進行樹種群分類與機械等級區分，進而設計製備五層結構用竹集成材，同時評估其膠合剪斷強度、耐候性(浸水與煮沸剝離率)及甲醛釋出量。此外，引用 EN 15804 生命週期系統邊界架構，建立產品製造階段(A1-A3)碳足跡評估模型，監測工廠製程電耗以計算碳排放量。本研究預期建立國產竹材在強度設計、結構分級與低碳論證之基準，提供產業申請綠建材標章之技術依據，促進低碳竹建材導入建築市場並帶動竹產業升級。

以生物炭與聚磷酸銨開發具阻燃功能之永續 PLA 複合線材及其 FFF 型 3D 列印應用

羅鎔瑱[1]、楊登鈞[1*]

[1]國立中興大學森林學系。402202 台中市南區興大路 145 號。

[*] 通訊作者，tcyang.04@nchu.edu.tw

摘要

聚乳酸(Polylactic acid, PLA)因具良好的列印穩定性、加工性及可生物降解性，已成為熔融線材製造(Fused filament fabrication, FFF)技術中最廣泛使用的 3D 列印材料之一。然而，PLA 於實際應用上仍存在脆性高、耐熱性不足及易燃性等限制。PLA 於 UL-94 燃燒試驗中，易發生熔融滴落，熔融滴落物可能引燃下方棉花，顯示其阻燃性能仍有改善空間。本研究以 PLA 為高分子基質，添加不同裂解溫度製備之生物炭(Biochar)作為填料，並加入 1 phr 聚磷酸銨(Ammonium polyphosphate, APP)作為阻燃劑，以製備 FFF 用 Biochar–PLA–APP 複合材(BPAC)之線材，並利用 FFF 技術列印 3D 物件後，藉以探討不同裂解溫度生物炭及 APP 添加對 BPAC 線材與 3D 列印物件之熱性質、機械性質及燃燒行為的影響。熱重分析結果顯示，添加生物炭及 APP 後，BPAC 線材之最大熱裂解溫度向高溫區域移動，顯示其熱穩定性獲得提升。線材拉伸試驗結果指出，生物炭的添加整體上會降低列印物件之拉伸強度；然而，使用裂解溫度為 450 °C 之生物炭所製備的複合材料，相對具有較佳拉伸強度。對 3D 列印物件而言，添加 450 °C 生物炭之列印物件展現較佳的衝擊強度。燃燒試驗結果顯示，生物炭與 APP 的複合添加可有效縮短物件之餘焰時間，且物件於燃燒過程中可形成較完整的碳化保護層，抑制火焰向材料內部延伸。此外，BPAC 列印物件之熔融滴落物未引燃下方棉花，顯示其滴落行為及燃燒危害均獲得改善。

香草醛製備生質基陰/陽離子型水性聚胺基甲酸酯及其性質

董浩悅[1]、陳奕君[1,2,3*]

[1] 國立中興大學森林學系。402202 臺中市南區興大路 145 號。
[2] 國立中興大學生物與永續科技學位學程。402202 臺中市南區興大路 145 號。
[3] 國立中興大學永續農業創新發展中心。402202 臺中市南區興大路 145 號。
[*] 通訊作者，電子信箱：chenyc@nchu.edu.tw

摘要

高分子為高設計性且可工業化生產材料，如聚胺基甲酸酯(Polyurethane；PU)已廣泛應用於日常生活乃至於尖端產業，具耐磨與高彈性等特點，常用於皮革、紡織、填縫劑與作為多種基材之塗料，且可導入內部或外部乳化劑製備水性聚胺基甲酸酯(Waterborne polyurethane；WPU)，降低揮發性有機溶劑(Volatile organic compounds；VOC)對環境及人體之影響，然導入親水基團影響其耐水、耐化學與尺寸安定性等性質，目前 WPU 之合成單體以石化原料為主，因此導入生質基材料降低對石化原料需求、提升性質為研究之目的。香草醛(Vanillin)作為可工業化生產木質素衍生物，其結構包含可供反應之醛基和酚羥基，具高分子合成原料潛力，芳香環結構亦可提升材料剛性與特定波長之吸光值，賦予材料功能性。本研究使用六亞甲基二異氰酸酯三聚體(Hexamethylene diisocyanate trimer；HDT)與香草醛反應之產物，結合陰/陽離子型內部乳化劑製備兩種醛基封端預聚物，經鏈延長反應後產生生質基 WPU 分散液，以不含香草醛之 WPU 為對照組。實驗顯示不同內部乳化劑合成陰/陽離子型 WPU 之界達電位(Zeta potential)約在-35 mV 和+50 mV；粒徑 32.6 至 110.1 nm 並呈單峰分布，所有組別皆穩定為奈米水分散系統，本研究以生質基單體增加 WPU 之性質，延伸探討材料之回收性與物化性質，邁向循環經濟與碳中和目標。

添加封閉型二異氰酸酯對幾丁聚醣-PVAc-竹炭粉複合材料之熱成型材料性質探討

蔡惠心[1]、劉素玲[2]、張家偉[3*]

[1]國立中興大學森林學系。402202 臺中市南區興大路 145 號。
[2]臺大實驗林副研究員。557004 南投縣竹山鎮前山路一段 12 號。
[3]國立中興大學森林學系助理教授。402202 臺中市南區興大路 145 號。
[*]通訊作者，changcw@dragon.nchu.edu.tw

摘要

台灣具豐沛竹林資源，竹材經高溫碳化與活化後之竹炭，具多孔隙結構及高比表面積，常應用於氣體及水體淨化。然而在甲醛吸附達飽和或溫度改變時，會再次釋出甲醛。再生性之水溶性幾丁聚醣(Water-soluble chitosan, WCS)，可與甲醛反應形成共價鍵而永久固定甲醛，但其應用易受材料比表面積之限制。因此本研究室曾將 WCS 改質聚醋酸乙烯酯(Polyvinyl acetate, PVAc)與 WCS 浸漬竹炭製備複合材料，發現具有良好甲醛清除能力，但隨著竹炭粉添加量增加，其抗彎及耐衝擊性下降。為提高材料機械性質並保留甲醛清除能力，本研究以甲醛清除率最佳之 WCS 改質 PVAc/改質竹炭粉質量比 0.6 為基礎，於製備過程中添加封閉型六亞甲基二異氰酸酯三聚物(Blocked trimer of hexamethylene-1,6-diisocyanate, BHDI)，藉由高溫解封之異氰酸酯基(-NCO)與 WCS 胺基(-NH_2)及聚乙烯醇(Polyvinyl alcohol, PVA)羥基(-OH)行交聯反應，探討不同 BHDI 添加量對複合材料之機械及甲醛清除性能之影響。結果顯示，添加 BHDI 可提升材料之抗彎強度，而甲醛吸收率介於 19.0-32.8%，隨 BHDI 增加而減少，推測 BHDI 與 WCS 胺基行交聯反應，因而減少 WCS 之可反應胺基；及較多交聯結構使甲醛不易擴散進入複合材料孔隙，綜合而言，以添加 5% BHDI 之複合材料最佳。適量添加 BHDI 可提升 WCS 改質 PVAc／竹炭粉複合材料機械性能，並維持甲醛清除能力，具室內甲醛污染控制之應用潛力。

關鍵字：竹炭、水溶性幾丁聚醣、聚醋酸乙烯酯、封閉型二異氰酸酯、甲醛清除

鹼催化液化木質素製備水溶性酚醛樹脂及其應用於浸漬層壓材料

薛雅文[1]、謝欣穎[2]、陳奕君[1,2,3*]

[1] 國立中興大學生物與永續科技學位學程。402202 台中市南區興大路 145 號。
[2] 國立中興大學森林學系。402202 台中市南區興大路 145 號。
[3] 國立中興大學永續農業發展中心。402202 台中市南區興大路 145 號。
[*] 通訊作者，電子信箱：chenyc@nchu.edu.tw

摘要

本研究以硫酸鹽木質素為再生原料，經鹼催化酚液化處理後製備水溶性酚醛樹脂，探討木質素液化條件、樹脂合成條件及其於合板與浸漬層壓材料之應用。木質素以酚/木質素重量比 2/1 及 3/1 進行液化，結果顯示酚液化可使木質素降解為液態芳香族衍生物，降低分子量並增加反應活性位點。液化木質素進一步與甲醛合成酚醛樹脂(Lignin-phenol-formaldehyde resin；LPF)，提高木質素比例可加速樹脂黏度上升並縮短合成時間，提高甲醛/酚莫耳比及木質素比例可縮短膠化時間。LPF 樹脂具有較低之最高放熱峰溫度及反應熱焓，顯示其硬化速率較快。添加 15%木質素製備之合板，其膠合剪斷強度達 1.4 MPa，溫水及反覆浸水後皆達 0.7 MPa 以上，甲醛釋放量低於 0.3 mg/L，符合 CNS1349 標準。添加 20%木質素填料使樹脂生質基含量提升至 25%，並提升浸漬層壓材之抗彎強度及疏水性；所有層壓材皆達 UL-94 V-1 等級，極限氧指數高於 42%，顯示木質素基酚醛樹脂具應用於膠合劑、建築材料及電氣絕緣材料之潛力。

不同粒徑刺竹粒片複合月桂酸相變材料之製備及熱儲能性能評估

黃兆賢[1]、楊登鈞[*]

[1] 國立中興大學森林學系。402202 台中市南區興大路 145 號。

[*] 通訊作者，tcyang.04@nchu.edu.tw

摘要

在永續發展日益受到重視的趨勢下，建築節能與熱能管理已成為重要研究議題。相變材料(Phase change materials, PCMs)可利用相變過程中的潛熱吸收與釋放，調節室內溫度變化、降低空調尖峰負載，並進一步減少建築能耗。因此，若能將 PCM 整合至建築構件或儲能系統中，將有助於提升建築物的能源使用效率。然而，傳統大尺寸板材在進行改質或與 PCM 複合時，往往需耗費較長處理時間與較高能量。基於提高材料比表面積及增進浸漬效率的考量，本研究選用刺竹粒片作為多孔支撐材料，並透過真空加壓浸漬法將不同粒徑之刺竹粒片(-6+16、-16+24、-30+60 mesh)與月桂酸(Lauric Acid，LA)進行複合，以製備具潛熱儲能能力之竹質複合相變材料，並評估其相關性能。試驗結果顯示，桌上型掃描式電子顯微鏡觀察可確認月桂酸於刺竹粒片孔隙結構中的分布與填充。傅立葉轉換紅外光譜分析結果指出，刺竹粒片與月桂酸之複合主要屬於物理吸附，未發現明顯化學鍵結形成或官能基之改變。熱重分析結果可用以驗證材料浸漬後的質量變化，並顯示複合材料具一定之熱穩定性。差示掃描量熱儀分析結果顯示，-6+16 mesh 竹纖維所製備複合相變材料之熔融熱焓值可達 52.7 J/g(浸漬率為 33.6%)，熔融起始溫度約為 42 °C，與臺灣夏季建築外牆可能遭受之溫度範圍相符，顯示其具應用於建築熱管理之潛力。

牛樟芝來源細胞外囊泡作為保護角質形成細胞免受 UVB 誘導光老化之潛力化粧品活性成分

謝翰文[1]、徐蕙蓉[2]、王升陽[3,4*]

[1] 國立中興大學特用作物及代謝體學位學程博士班研究生。40227 台中市南區興大路 145 號。

[2] 國立中興大學森林學系博士後研究員。40227 台中市南區興大路 145 號。

[3] 國立中興大學森林學系終身特聘教授兼循環經濟研究學院院長。40227 台中市南區興大路 145 號。

[4] 中央研究院生物農業科技研究中心研究員。115201 台北市南港區研究院路二段 128 號。

[*] 通訊作者，taiwanfir@dragon.nchu.edu.tw

摘要

紫外線 B(ultraviolet B, UVB)是造成皮膚光老化的重要外在因子，因其會誘導細胞產生活性氧(reactive oxygen species, ROS)，造成氧化壓力累積、粒線體功能失調，並影響皮膚屏障相關蛋白表現，進而導致皮膚老化與修復能力下降。近年來，細胞外囊泡(extracellular vesicles, EVs；俗稱外泌體)因具有奈米級結構、生物相容性佳，且可作為細胞間訊息傳遞載體，逐漸受到功能性保養品與皮膚修復研究的重視。然而，目前有關真菌來源細胞外囊泡在抗光老化領域的應用仍相當有限。本研究自液態發酵培養之牛樟芝(*Taiwanofungus camphoratus*)菌絲體中分離細胞外囊泡，稱為牛樟芝來源細胞外囊泡(*Taiwanofungus camphoratus*-derived extracellular vesicles, TCEVs)，並以 HaCaT 人類角質形成細胞建立 UVB 誘導光老化模式，評估其保護效果。結果顯示，TCEV 具有典型奈米級細胞外囊泡特徵，平均粒徑為 134.6 ± 4.6 nm，並具有穩定的負表面電荷。在功能分析中，TCEVs 於測試濃度下未產生明顯細胞毒性，且可促進 HaCaT 細胞遷移。於 UVB 損傷模式中，TCEVs 可提升細胞存活率與 ATP 生成，降低 ROS 累積，並恢復粒線體膜電位，顯示其有助於改善粒線體功能與細胞能量狀態。此外，TCEVs 亦可增加 ZO-1、occludin 與 Claudin-3 等皮膚屏障相關蛋白表現，並調節 SIRT1、p-AMPK、PGC-1α、Nrf2 與 TFAM 等粒線體相關訊號。綜合以上結果，本研究顯示 TCEVs 可透過改善粒線體功能、降低氧化壓力並維持皮膚屏障相關蛋白表現，減緩 UVB 對 HaCaT 細胞造成的光老化損傷。由於牛樟芝菌絲體可藉由液態發酵穩定生產，TCEVs 具有作為天然抗光老化與皮膚修復功能性材料的發展潛力。

回收瓦楞紙無膠高密度纖維板之製備與性能

鄭捷安[1*]、張豐丞[1]

[1] 國立臺灣大學森林環境暨資源學系。10617 臺北市大安區學府里羅斯福路四段 1 號。

[*] 通訊作者，電子信箱：r14625001@ntu.edu.tw

摘要

由於回收紙纖維經多次循環利用後造紙適性逐漸降低，且傳統高密度纖維板(High Density Fiberboard, HDF)仍高度依賴合成樹脂膠合劑，本研究以回收瓦楞紙箱(Old Corrugated Container, OCC)纖維搭配造紙黑液，開發無黏合劑纖維板(Binderless Fiberboard, BLF)，以提升回收纖維與造紙副產物之再利用價值。經一系列纖維處理、黑液混拌與熱壓製程調控後，可成功製得高密度 BLF，並進一步進行密度、抗彎強度(Modulus of Rupture, MOR)、彈性模數(Modulus of Elasticity, MOE)、內結合強度(Internal Bond Strength, IB)及 24 hr 厚度膨脹率(Thickness Swelling, TS)等性能測試，並與市售 HDF 進行比較。結果顯示，BLF 密度為 1.23 ± 0.05 g/cm³，高於市售 HDF 之 0.89 ± 0.03 g/cm³；MOR 由 28.7 ± 3.1 MPa 提升至 34.5 ± 2.8 MPa，增加約 20.2%；MOE 值則與市售產品相當；IB 由 0.82 ± 0.09 MPa 提升至 0.93 ± 0.11 MPa，增加約 13.4%。惟 BLF 之 24 hr TS 為 **39.6 ± 4.7%**，高於市售 HDF 之 **24.8 ± 2.9%**，顯示所製無膠纖維板雖具有較佳之力學性能，但其吸水後尺寸安定性仍有改善空間。結果顯示，經製程調控後之 OCC－黑液系統可形成具高密度、良好力學性能之無膠高密度纖維板，顯示回收紙纖維與造紙黑液具有作為高值化人造板原料之應用潛力。

關鍵字： 回收瓦楞紙箱、無黏合劑纖維板、造紙黑液、高密度纖維板、自膠合

IV .口頭發表-森林生態組

「115 年森林資源永續發展研討會」學術論文發表

組別：森林生態組(研究生，教師、研究人員)

發表地點：**森林 2 館 303 教室**

場次	序號	發表編號	報告時間	題目	作者
10 月 22 日 (星期四) Session 1	1	O122-1	13:40-13:53	雪山玉山圓柏矮盤灌叢火災跡地之族群更新與空間分布	李晨加、林奐宇
	2	O122-2	13:53-14:06	揭示地下共生網絡-臺灣 44 種殼斗科樹種野外共生外生菌根菌群落結構分析	謝孟哲、楊智凱、吳羽婷
	3	O122-3	14:06-14:19	蘇鐵蕨伴生植群研究	許暐仲、曾喜育
	4	O121-1	14:19-14:32	蓮華池森林動態樣區木質藤本組成及地形分布特性	鍾安晴、陳柏豪
	5	O121-2	14:32-14:45	利用 3 種不同生長度日模型預測臺灣高山杜鵑 (*Rhododendron rubropilosum* var. *taiwanalpinum*) 花期	吳頌恩、曾喜育
	6	O121-3	14:45-14:58	棋盤腳開花生物學探究	范義彬、洪州玄、楊慶雲
	7	O122-4	14:58-15:11	影響歸化植物的入侵因子及入侵性分析	賴采妍、曾喜育
休息與茶敘					
Session 2	1	O121-4	15:30-15:43	應用公民科學於蜜源植物監測之成果分析與物種推廣	唐光佑、李芮語、陳美惠
	2	O121-5	15:43-15:56	馬太林池之濕地植群分類與動態變化	洪宗泰、曾彥學、曾喜育
	3	O121-6	15:56-16:09	蓮華池研究中心大型真菌族群調查	張詠怡、施欣慧、傅春旭、林文薇、陳致麗、林芳瑜
	4	O121-7	16:09-16:22	稜果榕於亞熱帶臺灣中部都市公園的榕果生產表現	陳玟璇、何伊喬、曾彥學、曾喜育
	5	O122-5	16:22-16:35	阻隔採食能否促進森林底層更新？阿里山石引水道草本層與木本小苗動態之初期試驗	廖倢妤、沈玟伶、安德生、翁國精、趙偉村
	6	O121-8	16:35-16:48	恆春地區銀合歡(*Leucaena leucocephala*)林下土壤種子庫組成初探	黃立彥、黃俊元、洪聖峰、朱恩良、張芷寧、曾喜育
	7	O121-9	16:48-17:01	森林火災與火後經營重塑鳥類群聚與生物聲景動態	蕭明堂、陸聲山、張俊文

備註：1.每位報告人所使用之時間為 13 分鐘，其中口頭報告 10 分鐘，問題詢答 3 分鐘。

2.編號 O121 為教師、研究人員組；O122 研究生組。

「115 年森林資源永續發展研討會」學術論文發表

組別：森林生態組(研究生，教師、研究人員)

發表地點：**森林 2 館 303 教室**

場次	序號	發表編號	報告時間	題目	作者
10 月 23 日 (星期五) Session 3	1	O122-6	10:00-10:13	鹿角坑生態保護區及周邊森林植物社會組成	王鼎棋、曾喜育
	2	O122-7	10:13-10:26	新竹縣寶山森林園區微氣候調節效益之評估	吳珮綺、謝子宣、林政融、柳婉郁
	3	O122-8	10:26-10:39	物種名錄是如何形成的？分類變遷對臺灣森林苔蘚多樣性認知的影響——以錦苔科為例	孫承翰、曾彥學、楊嘉棟
	4	O122-9	10:39-10:52	Spatial Variation in Bird Community Composition in an Urban Landscape: A Case Study of National Chung Hsing University	Yi-Ting Liao, Hsy-Yu Tzeng
	5	O122-10	10:52-11:05	應用氣象與遙測資料探討惠蓀林場臺灣杉人工林枯立因子	蕭宇樂、曾喜育、許鈺群
	6	O121-10	11:05-11:18	國立自然科學博物館植物園苗圃苗木與展示分區植物組成之關聯及種原備援評估	錢易炘、陳盈君
	7	O122-11	11:18-11:31	基於葉片性狀與燃燒特性篩選臺灣中部淺山地區低可燃性樹種	賴孟萱、曾喜育
	8	O121-12	11:31-11:44	Vegetation differentiation and stand structure in relation to fine-scale topographic heterogeneity in a temperate forest of central Taiwan	Gaung-Pu Hsieh, Yen-Hsueh Tseng, Hsy-Yu Tzeng, Chun-Kai Hsu, Sheng-Zehn Yang

備註：1.每位報告人所使用之時間為 13 分鐘，其中口頭報告 10 分鐘，問題詢答 3 分鐘。

2.編號 O121 為教師、研究人員組；O122 研究生組。

雪山玉山圓柏矮盤灌叢火災跡地之族群更新與空間分布

李晨加[1*]、林奐宇[1]

[1] 國立宜蘭大學森林暨自然資學系。260007 宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。

[*] 通訊作者，cytokinin2002@gmail.com

摘要

雪山主峰東南側於 1991 年發生野火，燒毀約 11 ha 矮盤灌叢，火災後玉山圓柏(Juniperus morrisonicola)近乎全數死亡。火災 7 年後調查仍未發現玉山圓柏(陳明義，1998)。本團隊 2025 年於火災跡地調查時發現玉山圓柏已重新建立族群，並涵蓋不同生活史階段，為現況主要優勢植物。本研究旨在瞭解火災後 35 年玉山圓柏如何重新建立族群，以及不同生活史階段在火災跡地中的空間分布與相互關聯。本研究於火災跡地海拔 3,700 m 設置 40x50 m 調查樣區，記錄玉山圓柏每木位置、基徑、樹高、冠幅、繁殖能力及性別，並將枯木位置數化，利用 Ripley's K 函數及最近鄰分析探討族群結構與空間關聯。結果顯示，玉山圓柏族群基徑呈單峰分布，個體主要集中於 3–6 cm，占全體 51%；若將稚樹與成樹分開觀察徑級結構，兩者皆為單峰分布；稚樹多數個體基徑小於 4 cm，而後漸轉為具繁殖力的成樹個體數。另以 Logistic regression 分析玉山圓柏基徑與成熟狀態之關係，求得成熟機率轉換最顯著區間對應之基徑約 4.29 cm。不同生活史階段個體之空間分布呈現差異，幼苗在距離尺度 5 m 內皆呈現聚集分布；稚樹於 1 m 前為隨機分布，1m 後為聚集分布；成樹於 1 m 前為規則分布，1 m 後為隨機分布。此結果可能反映個體發育過程中的密度制約或資源競爭。進一步分析生活史階段彼此之空間關聯，僅成樹與稚樹於 20–60 cm 尺度呈顯著規則分布，其餘皆為隨機分布。另一方面，玉山圓柏各生活史階段皆顯著聚集於枯木周邊，幼苗、稚樹及成樹之聚集尺度分別為 0–60、0–40 及 0–20 cm，顯示隨著生活史階段推移，個體間的聚集程度隨之下降，甚至短距離內有轉為規則分布之趨勢。整體而言，火災後約 35 年玉山圓柏已重新建立完整生活史，且枯木與不同生活史階段之間具有密切空間關聯，後續將比較枯木周圍 20 cm 內與裸露地的土壤溫度及水分等微環境條件，判斷枯木周圍是否存在微環境差異，進一步探討枯木是否具有庇護體之功能。

揭示地下共生網絡-臺灣 44 種殼斗科樹種野外共生外生菌根菌群落結構分析

謝孟哲[1]、楊智凱[2]、吳羽婷[12]*

1. 國立屏東科技大學農學院生物資源博士班。91201 屏東縣內埔鄉老埤村學府路 1 號。
2. 國立屏東科技大學森林學系。91201 屏東縣內埔鄉老埤村學府路 1 號。

* 通訊作者，yutingwu@mail.npust.edu.tw

摘要

臺灣原生殼斗科有 46-49 種，為第二大木本植物科，其組成的櫟林是維護生物多樣性的重要棲地。殼斗科樹種極度依賴外生菌根菌共生提供水與養分，以抵禦環境逆境。本研究採集自然環境中 44 種殼斗科林木菌根，應用第三代長片段定序技術分析共生外生菌根菌的群落結構及其與生育地土壤因子的關係。研究獲得 2,355,111 條高品質序列，經比對 UNITE 資料庫得到 10 個門、43 個綱、125 個目、308 個科、565 個屬及 734 個種；比對 FungalTraits 資料庫獲得 17 個功能群，最優勢的前五群為外生菌根菌、枯落物腐生菌、植物病原菌、木材腐生菌與土壤腐生菌。鑑定的真菌中包含 95 種外生菌根菌，並以革菌科(Thelephoraceae sp.)、紅菇屬(*Russula* sp.)與乳菇屬(*Lactarius* sp.)之未命名物種為最優勢群。非度量多維度分析顯示，不同殼斗科樹種間共生的優勢外生菌根菌組成具顯著差異(ANOSIM, $P < 0.001$)。土壤物化性質(黏粒、砂粒、全氮及電導度)對外生菌根菌組成亦有顯著影響。然而，探討群落結構變異時，宿主植物種類的解釋能力高達 16%，遠高於土壤因子的 3%，證實宿主親緣關係才是影響菌根群落組成的最主要因子，此結果可作為未來殼斗科樹種保育、造林與育苗的重要基礎資料。

蘇鐵蕨伴生植群研究

許暐仲[1]、曾喜育[1*]

[1]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 erecta@nchu.edu.tw

摘要

蘇鐵蕨 (*Brainea insignis* (Hook.) J. Sm.) 主要分佈於中部中低海拔山區，其中惠蓀林場為其重要棲地，屬易危 (VU) 等級。由於其天然更新受限於林分結構與人為干擾，瞭解其伴生植群與環境因子特性，對其族群保育至關重要。本研究於東卯山、惠蓀林場、西關刀山設置 33 個 10m×10m 樣區，調查蘇鐵蕨族群狀態、伴生植群組成及相關環境因子。結果共記錄 74 科 209 種維管束植物，其中包含蘇鐵蕨共發現 7 種受脅物種。根據地被植群分析結果可分為蘇鐵蕨-白背木薑子型、芒萁-天臺烏藥型、蘇鐵蕨-蕨型、蘇鐵蕨-芒萁型四種。族群狀態比較顯示東卯山、惠蓀林場松風山及西關刀山之蘇鐵蕨族群，可能有更新困難的問題。蘇鐵蕨在幼苗時期之伴生植群以陽性植物為主，喬木層以山胡椒、白匏子等樹種構成，地被層以蕨、芒為主；當蘇鐵蕨生長至較大型之植株後，喬木層則以山漆、埔里杜鵑等為主，灌木以白背木薑子、埔里杜鵑為主，地被層則以芒、芒萁等植物為主。環境因子分析結果顯示海拔、全天光空域、相對光度與土壤酸鹼值為影響蘇鐵蕨族群狀態的重要因子。

蓮華池森林動態樣區木質藤本組成及地形分布特性

鍾安晴[1, 2*]、陳柏豪[1, 2]

[1] 農業部林業試驗所六龜研究中心。844005 高雄市六龜區中興里 198 號。

[2] 國立屏東科技大學農學院生物資源博士班。912301 屏東縣內埔鄉學府路 1 號。

[*]通訊作者，cac335@tfri.gov.tw

摘要

木質藤本為森林生態系重要組成，但過去臺灣大型森林動態樣區多以樹木為主要調查對象，木質藤本之組成與分布資訊相對缺乏。本研究旨在探討蓮華池森林動態樣區木質藤本之物種組成及不同地形環境之分布差異。於 2025 年 5-9 月間，在 25 ha 樣區內依山脊、坡面及溪谷三類地形，分別選取 16、31 及 14 個 20 × 20 m 樣方，共 61 個樣方(2.44 ha)，調查胸徑≧1 cm 之木質藤本。結果共記錄 46 種 1,413 株，胸高斷面積(BA)總和 10,112 cm²；推算樣區內木質藤本數量及 BA 總和約分別為樹木的 6.7%及 1.1%。重要值最高之前三種依序為羊角藤(*Morinda umbellata*，13.1%)、毛瓜馥木(*Fissistigma maclurei*，8.0%)及乳藤(*Urceola micrantha*，7.6%)。物種數以溪谷及坡面顯著高於山脊；植株密度以坡面最高(28.4 株/樣方)，溪谷次之(25.4 株/樣方)，山脊最低(11.2 株/樣方)；溪谷及坡面之 BA 總和亦顯著高於山脊，而三類地形之平均胸徑無顯著差異。部分物種呈現明顯地形偏好，如野山椒(*Embelia rudis*)偏向山脊，疏花魚藤(*Derris laxiflora*)及光葉魚藤(*Callerya nitida* var. *nitida*)偏向坡面，翼莖粉藤(*Cissus pteroclada*)及南投涼喉茶(*Dimetia hedyotidea*)則偏向溪谷。結果顯示，蓮華池木質藤本之組成與數量具有明顯地形分化，坡面及溪谷的木質藤本物種數及植株密度皆顯著高於乾燥的山脊。本研究補充蓮華池森林動態樣區過去缺乏之木質藤本資料，可作為後續森林生物多樣性及長期動態監測之基礎。

利用 3 種不同生長度日模型預測臺灣高山杜鵑 (*Rhododendron rubropilosum* var. *taiwanalpinum*) 花期

吳頌恩[1]、曾喜育[1*]

[1] 國立中興大學森林學系

[*] 通訊作者， erecta@dragon.nchu.edu.tw

摘要

臺灣高山杜鵑(*Rhododendron rubropilosum* var. *taiwanalpinum*)為臺灣特有變種，主要分布於北部海拔 2,800–3,000 m 之亞高山開闊草生地，其開花物候對溫度高度敏感。本研究於太魯閣國家公園合歡北峰沿線(海拔 2,945–3,215 m)設置 8 個樣區，針對 40 株個體進行 2023 年 8 月至 2024 年 12 月之物候觀測，採空間替代時間(space-for-time substitution)方式提升樣本之環境變異代表性。以始花期(initial flowering date)作為預測目標，比較生長度日(growing degree days, GDD)模型、區間加權 GDD 模型及 Beta 函數加權 GDD 模型之預測準確度，並探討海拔、坡向及植株性狀對花期之影響。結果顯示，各樣區始花期介於儒略日(julian day)132–150 日(5 月 11 日至 5 月 29 日)，海拔與所有開花階段呈顯著正相關($p<0.05$)。每上升 100 m 始花期約延後 3–4 天。最適基礎溫度為 2–3℃，GDD 模型驗模均方根誤差(RMSE)為 3.96–8.27 天；區間加權模型的 RMSE 為 2.55–4.14 天；Beta 函數加權模型(T_{opt}=11.0℃, T_{ml}=15.5℃，門檻值 410–420degree-days)驗模 RMSE 介於 2.55–3.24 天，兩種改良模型均優於生長度日模型，可作為高山生態旅遊規劃與氣候變遷監測之實用工具。

關鍵字: 物候模型、生長度日、海拔梯度、杜鵑花屬、亞高山植物

棋盤腳開花生物學探究

范義彬[1*]、洪州玄[2]、楊慶雲

[1] 林業試驗所森林保護組。100051 臺北市中正區南海路 53 號。

[2] 林業試驗所恆春研究中心。946004 屏東縣恆春鎮墾丁里公園路 203 號。

[*] 通訊作者，電子信箱/ ybfan@tfri.gov.tw

摘要

棋盤腳(*Barringtonia asiatica*)屬於玉蕊科(Barringtoniaceae)又稱又稱濱玉蕊、墾丁之花、魔鬼樹，分布在恆春半島、蘭嶼等地。本研究為 2024-26 於恆春半島恆春熱帶植物園、港口、里德、墾丁等地調查 20 株棋盤腳開花物候、訪花昆蟲、天然結實等之研究結果。開花生物學：花於下午 5 點左右開始開裂綻放，開花時散放香氣，約 1 個半小時左右完全盛開，高峰時間約在晚上 8、9 點左右，清晨 4 點即有雄蕊陸續掉落，早上 5 點以後脫落 90%，8 點時所有的雄蕊幾已全數掉落。棋盤腳的雄蕊長 8.5-11.5cm、雌蕊長 13.5-14.5cm，每朵花有雌蕊 1 個、雄蕊 240-320 個。3 月開始開花，到 12 月皆有花朵綻放，7 月份為開花盛期。訪花昆蟲：記錄鱗翅目 2 種、膜翅目 4 種、鞘翅目 3 種、蜚蠊目 1 種，共計 4 目 10 種。日間訪花的是膜翅目的蜜蜂、虎頭蜂、長腳蜂；夜間訪花的是鱗翅目蛾類 2 種、蜚蠊目蜚蠊、鞘翅目金龜子。取食花蜜的是鱗翅目螟蛾、天蛾、膜翅目虎頭蜂、長腳蜂、東方蜂等，取食花粉的是膜翅目東方蜂、蜚蠊目蜚蠊，取食花粉和蜜是東方蜂，金龜子取食花瓣和雄蕊。天然結實率：每月調查樣株 20 株，花序上的花朵和著果數，6-11 月的結實率 4.1%-14.5%，最高的是 6 月 14.5%，平均 6.6%。其中鱗翅目天蛾科蛾類在夜晚訪花，但僅紀錄 1 種，而東方蜂數量最多，訪花頻率最高，訪花時間在 05:20-06:30、17:20-18:30，應該是棋盤腳授粉的主角。

影響歸化植物的入侵因子及入侵性分析

賴采妍[1]、曾喜育[1*]

[1] 國立中興大學森林學系。402 臺中市南區興大路 145 號。

[*]通訊作者，Email: erecta@nchu.edu.tw

摘要

隨著人類全世界頻繁的交流，外來植物對當地的影響也日漸加劇，入侵植物亦造成生態、經濟、健康等方面的問題。如何辨別出可能造成環境及原生生態威脅的潛在入侵植物，以提早預防擴散及阻止輸入是一項重要的問題。本研究根據 2022 年歸化植物名錄進行抽樣分析，隨機抽樣出涵蓋 40 科共 100 種歸化植物，透過風險評估法針對影響植物入侵性的重要因素，其中包含 19 項生物因子及非生物因子對其進行入侵性評估，並將結果與實際分布情況對應。結果顯示在這 100 種歸化植物中，繁殖體及授粉的媒介仰賴自然傳播(如風、水)的物種往往在實際分布及評估分數上皆表現出較強的入侵性；植物本身的防禦機制、毒他機制及自花授粉能力會使入侵評估分數上升，但在實際分布上則不一定會出現較強的入侵性；而物種的原產地氣候帶也將顯著影響其在臺灣分布的狀況。在這 100 種歸化植物中，也可發現大多為多年生植物，且全部皆有其他地區的入侵史，這也顯示出達成歸化的物種往往並非偶然，而是物種本身便具有能夠成功定植的能力。未來將依據歸化植物入侵因子的重要性，進一步擴大評估臺灣其他外來植物，以完善外來物種之入侵性評估機制。

應用公民科學於蜜源植物監測之成果分析與物種推廣

唐光佑[1]、李芮語[2]、陳美惠[3*]

[1] 壤嚷生態顧問有限公司。551008 南投縣名間鄉新街村華山街 77 巷 11 號

[2] 國立中興大學昆蟲學系。402202 臺中市南區興大路 145 號

[3] 國立屏東科技大學森林系。912301 屏東縣內埔鄉學府路 1 號

[*] 通訊作者，電子信箱/ [*] meihui106@gmail.com

摘要

本研究旨在透過公民科學機制，建立林下養蜂蜜源植物與蜜蜂訪花行為之長期監測網絡及成果分析運用。研究自 2018 年起於屏東縣霧臺鄉與牡丹鄉等六個部落展開在地監測，逐步掌握區域性不同季節蜜源植物之花期及蜜蜂訪花情形。為擴大監測範圍並持續累積長期資料，於 2020 年成立「臺灣蜜源植物物候與蜜蜂訪花監測資料庫」線上社群，透過公民科學方式，由民眾共同記錄，彌補傳統調查在人力與空間上的限制。截至 2026 年 6 月，已累積 1,000 餘筆有效監測資料，涵蓋 103 科 338 屬 440 種蜜源植物，其中包含 141 種喬木、101 種灌木、44 種藤本及 154 種草本，除建立物種名錄、花期、分布地點、原生別及植物型態等基礎資訊，本研究進一步運用上述資料進行知識轉譯，出版《蜜源植物監測方法及選介手冊》、建立花粉影像外，亦透過科普文章與文創商品進行知識轉譯與推廣。另研究以原生別、蜜蜂偏好度與花期長度為指標，從 440 種物種中，挑選出 49 種喬木、15 種灌木、10 種藤本及 21 種草本，共 95 種具推廣潛力之物種，並透過訪談公部門造林人員、蜂農及專家學者，凝聚多元觀點以篩選出最適蜜源植物清單。本研究成果不僅能作為生態環境營造與造林樹種選擇之實務參考，未來更期能透過持續監測，建構臺灣本島與離島之四季蜜源植物物候與蜜蜂訪花整體樣貌，深化公民科學於生態保育與環境教育之政策應用價值，形成科學研究與民眾參與之互惠循環。

馬太林池之濕地植群分類與動態變化

洪宗泰[1]、曾彥學[1]、曾喜育[1*]

[1] 國立中興大學森林學系(所)。通訊地址 402 臺中市南區興大路 145 號。

[*] 通訊作者 erecta@nchu.edu.tw

摘要

馬太林池坐落於海岸山脈南段的北邊，位在花蓮縣玉里鎮及台東縣長濱鄉交界處附近政區屬於花蓮縣玉里鎮，國有林區劃分為玉里事業區；臺灣 290 處森林濕地中僅有 6 處位於海岸山脈，馬太林池為其中海拔分布最高者(1,054 m)，面積為 1.13 ha，於地理位置上具有代表性。因人煙罕至，池中仍保留原始的草澤濕地植群，植物社會類型主要由沉水、挺水、低草到高草濕地植物組成。為了解臺灣少有的草澤植群與其季節性變化，本研究共設置 41 個草本監測樣區，並完成一年四季之調查，累積共完成 160 個草本樣區。維管束植物共調查到 66 科 164 種，共有 3 種稀有植物：絲葉狸藻(VU)、卵葉水丁香(VU)及布朗氏莞(VU)；26 種特有種與兩種外來種。植群分類參考矩陣群團分析(cluster analysis)結果分為 6 型與 2 個亞型：1. 芒型、2. 腎蕨型、3. 柳葉箬型，底下可再分兩亞型：3A. 縮羽金星蕨-柳葉箬亞型與 3B. 水紅骨蛇-柳葉箬亞型、4. 布朗氏莞型、5. 水毛花型、6. 絲葉狸藻型。典型對應分析(CCA)結果顯示顯著的環境因子為地被平均高、樹冠平均高、空隙率、水深及濁度，其中水深、透明度及地被平均高呈現極顯著。季節變化於第一季與第四季有冬枯現象而使得整體覆蓋降低，李氏禾於第三季分布有擴散的情形，與過去 110 年植群狀況相比，絲葉狸藻族群有明顯的拓展。

蓮華池研究中心大型真菌族群調查

張詠怡[1*]、施欣慧[2]、傅春旭[1]、林文薇[1]、陳致麗[1]、林芳瑜[1]

[1] 農業部林業試驗所森林保護組。100060 台北市中正區三元街 67 號。

[2] 農業部林業試驗所蓮華池研究中心。555002 南投縣魚池鄉五城村華龍巷 43 號。

[*] 通訊作者，luplupcheung@gmail.com

摘要

農業部林業試驗所蓮華池研究中心的試驗林為中臺灣地區存有最完整的低海拔天然闊葉林，並以樟科及殼斗科植物為優勢樹種，氣候溫暖多雨，使其具有豐富的生物多樣性。本研究於蓮華池規劃穿越線，調查林中的大型真菌族群，調查時間為 2022 年 1 月至 2024 年 12 月，每月走訪穿越線，並拍照記錄、採樣、進行宏觀及微觀觀察，作形態鑑定，有需要則進行分子生物分析作進一步鑑定，同時將資料作統計分析。3 年間共錄得 2146 筆真菌記錄(2022 年 786 筆；2023 年 837 筆；2024 年 523 筆)。每年以 5、6 月真菌出現頻率最高，平均錄得 127 筆及 119 筆資料；其次為 8、9 月，平均錄得 77 筆及 87 筆資料；最少為 1 至 3 月及 12 月，平均只錄得 31、33、26 及 32 筆資料。已完成鑑定的真菌物種共計 48 科 120 屬 180 種，其中黏菌綱 4 科 4 屬 5 種、子囊菌綱 7 科 12 屬 20 種、擔子菌綱 37 科 104 屬 155 種。以森林生態角色分類，與樹木形成外生菌根的真菌有鵝膏科 1 屬 4 種、牛肝菌科 10 屬 11 種、紅菇科 2 屬 8 種、齒菌科 2 屬 2 種、硬皮馬勃科 1 屬 2 種、軸腹菌科 1 屬 1 種；蟲生真菌有 4 屬 4 種；與白蟻共生真菌有 1 屬 2 種。另外，台灣新紀錄共 15 種。本調查結果有利於森林保育、生態教育、氣候變遷監察及真菌資源開發的研究依據。

稜果榕於亞熱帶臺灣中部都市公園的榕果生產表現

陳玟璇[1,2]、何伊喬[3]、曾彥學[1,4]、曾喜育[2]

[1]農業部林業試驗所嘉義研究中心。600 嘉義市西區文化路 432 巷 65 號。

[2]國立中興大學森林學系。402 臺中市南區興大路 145 號。

[3]農業部林業及自然保育署新竹分署。300191 新竹市北區中山路 2 號。

[4]農業部林業試驗所。100 臺北市中正區南海路 53 號。

*通訊作者，erecta@nchu.edu.tw

摘要

本研究探討亞熱帶臺灣中部都市公園中功能性雌雄異株稜果榕(*Ficus septica* Burm. f.)之葉候、榕果生產及果季的性別差異。於臺中市樹德公園選取雌、雄株各 7 株，自 2007 年 11 月至 2012 年 2 月進行每週調查，共調查 214 次，紀錄樣枝各發育期葉量及榕果量，分析與氣溫、累積雨量及榕果成熟葉量比(fig/leaf ratio)之關係。結果顯示，稜果榕全年均可維持一定數量成熟葉並持續展葉，春、夏季葉量較高，冬季降低；雌、雄株葉候趨勢大致相似。成熟葉量與雌、雄株前雌期至花間期榕果量多呈正相關；幼葉量則與前雌期榕果量呈正相關、與花間期榕果量呈負相關，顯示新葉萌發與榕果開始萌發有關，而成熟葉可能與後續榕果發育之資源需求相關。調查期間雌株共記錄 78 個果季，平均每株每年 2.62±0.58 個果季；雄株共記錄 149 個果季，平均每株每年 5.01±0.57 個果季，雄株果季數顯著高於雌株。雌株果季主要集中於春、秋兩季；雄株則較不具明顯季節集中性，多數時期較雌株具較高榕果葉量比。雌、雄株雌花期榕果量呈顯著正相關，雄株雄花期榕果亦近乎全年可見，顯示雄株可藉較頻繁且持續的榕果生產，提供授粉蜂產卵繁殖後代所需之榕果。氣溫與雌株雌花期至成熟期、雄株花間期至雄花期榕果量呈正相關；累積雨量則主要與兩性別花間期榕果量呈正相關。稜果榕雌、雄株在葉候相似基礎上，可能透過果季頻率、榕果生產量，以調節互利共生之授粉蜂產卵及其寄主植物生產種子。研究結果可作為都市綠地中原生榕屬植物保育、授粉互利共生系統維持及都市森林樹種管理之參考。

關鍵詞：稜果榕、雌雄異株、榕果物候、葉候、授粉蜂、都市公園、資源配置

阻隔採食能否促進森林底層更新？阿里山石引水道草本層與木本小苗動態之初期試驗

廖倢妤[1)]、沈玟伶[2)]、安德生[3)]、翁國精[4)]、趙偉村[1,2)*]

[1)] 國立嘉義大學農業科學博士學位學程。600355 嘉義市鹿寮里學府路 300 號。

[2)] 國立嘉義大學森林暨自然資源學系。600355 嘉義市鹿寮里學府路 300 號。

[3)] 國立中興大學森林學系。402 台中市南區興大路 145 號。

[4)] 國立屏東科技大學野生動物保育研究所。912301 屏東縣內埔鄉老埤村學府路 1 號。

[*] 通訊作者: wcchao@mail.ncyu.edu.tw

摘要

近年臺灣山區大型草食動物族群量持續攀升，其採食與踐踏行為可能深刻改變森林底層植被並阻礙植群更新。本研究為於石引水道設置樣區試驗，共劃分成三種樣方類別:加蓋圍欄組、一般圍欄組及未受保護之空白對照組，每組共有九個樣方，探討以探討草食動物對地被草本覆蓋度與木本小苗動態之短期影響。經 2025 年 6 月至 2026 年 6 月之一年期追蹤調查，結果顯示草本層整體覆蓋度隨時間呈現極顯著增長；其中加蓋圍欄組有顯著增加，而空白組與一般圍欄組則未有顯著變化，這一年間皆以求米草(*Oplismenus undulatifolius*)為優勢物種。而木本小苗方面，全區共記錄 17 種木本小苗，總發現小苗數量約為 300 株，主要以松屬小苗(*Pinus* spp.)與木質藤本(臺灣長春藤 *Hedera rhombea* var. *formosana*)變化最大；各組間之小苗株數與物種豐富度變化均未達顯著差異。綜上所述，一年的隔離試驗初步顯示加蓋圍欄有助於草本層快速恢復，但木本小苗存活與更新主要仍受微生育地環境及種間或種內競爭影響。本研究發現仍有草食動物的持續干擾，建議持續進行監測，以進一步釐清草食動物長期壓力對高山森林更新瓶頸之實質機制。

恆春地區銀合歡(*Leucaena leucocephala*)林下土壤種子庫組成初探

黃立彥[1]、黃俊元[1]、洪聖峰[2]、朱恩良[3]、張芷寧[4]、曾喜育[4*]

[1]農業部林業試驗所恆春研究中心。946 屏東縣恆春鎮公園路 203 號。

[2]農業部林業試驗所森林經營組。100 臺北市中正區南海路 53 號。

[3]農業部生物多樣性研究所。552 南投縣集集鎮民生東路 1 號。

[4]國立中興大學森林學系。402 臺中市南區興大路 145 號。

[*]通訊作者，erecta@nchu.edu.tw

摘要

土壤種子庫為植群受干擾後自然更新及演替的重要潛在繁殖來源，記錄過去植群歷程、反映現況，並提供預測後續植被恢復之資訊，在植物群落演替機制與受干擾後的植被復育扮演關鍵角色。本研究旨在探討恆春半島外來入侵種銀合歡(*Leucaena leucocephala*)林土壤種子庫之物種組成特性，以系統取樣方式設置 35 處 10 m × 10 m 樣區，每樣區設 3 個採樣點，分層採集枯落物層(L0)、0–5 cm(L1)及 5–10 cm(L2)之土壤樣本，並以種子萌發法進行種子庫組成調查。研究結果顯示，土壤種子庫共記錄 42 科 80 屬 126 種，推估種子密度為 21,064 粒/m^3；其中，草本植物 88 種，是優勢生活型，佔總種子儲量 80.3%；原生木本植物佔總種子儲量 5.7%。外來種 47 種，佔總種子儲量 46.1%。物種組成優勢的科為菊科(18 種)、禾本科(15 種)與莎草科(13 種)。種子儲量前 3 名為弓果黍、香澤蘭、金腰箭，佔總儲量 33.5%。垂直分布分析顯示，L1 土層之種子數量顯著高於 L0 及 L2 層($p < 0.05$)。地上部植群與土壤種子庫間之平均 Sørensen 相似性指數 16.4%，顯示兩者物種組成重疊程度不高。本研究建立恆春半島銀合歡林土壤種子庫基礎資料，提供後續銀合歡移除及植群復育評估之基礎資料。

森林火災與火後經營重塑鳥類群聚與生物聲景動態

蕭明堂[1*]、陸聲山[1]、張俊文[2]

[1] 林業試驗所森林保護組。100051 臺北市中正區南海路 53 號。

[2] 林業試驗所福山研究中心。264013 宜蘭縣員山鄉湖西村雙埤路福山 1 號。

[*] 通訊作者，mtshiao@tfri.gov.tw

摘要

森林火災與火後經營策略改變植群結構，並重塑生物群聚動態。本研究以 2023 年發生近 80 公頃火災的觀霧地區為研究區域，運用被動聲學監測與機器學習技術，分別從物種與聲景層級分析日行性鳥類群聚及不同生物聲景成分(蟬、直翅目鳴蟲、鴞、蝙蝠及低頻哺乳類)之時空動態。在空間上，我們比較未火燒人工林、火燒後自然恢復林與皆伐再造林三種林分，發現鳥類與生物聲景皆具明顯的季節變化，但對火燒及火後經營的反應並不一致。鳥類群聚組成在不同林分間具顯著差異，其季節軌跡差異主要反映林分間群聚組成的分化；相較之下，整體生物聲景組成在不同林分間的分化較弱，但個別聲景成分仍呈現季節性的林分差異，其中以蟬與蝙蝠的差異最為明顯。在時間上，我們比較一處長期錄音站於火燒前 3 年與火燒後 4 年之鳥類群聚，結果顯示火災後鳥類物種的變化具異質性，部分物種，如黃胸藪眉(*Liocichla steerii*)和臺灣山鷸鴴(*Arborophila crudigularis*)等隨火後而時間增加，另一些物種，如繡眼畫眉(*Alcippe morrisonia*)、煤山雀(*Periparus ater*)等則持續下降，顯示出火後物種群聚的分化過程。整體而言，本研究顯示火燒與後續經營的干擾效應具有季節依賴性，且在不同物種與生物類群間呈現差異，凸顯長期、多層級聲學監測在解析火後群聚重組與演替過程上的價值。

鹿角坑生態保護區及周邊森林植物社會組成

王鼎棋[1]、曾喜育[1*]

[1] 國立中興大學森林學系。402 臺中市南區興大路 145 號

[*] 通訊作者，erecta@nchu.edu.tw

摘要

保護區是為了保存生物多樣性或供研究生態而應嚴格保護之天然生物社會及其生育環境之地區，現今隨著人們對生態與環境意識的抬頭，保護區逐漸被視為保育生物多樣性的主要工具及方法之一。本研究於鹿角坑生態保護區內外設置樣區，利用群團分析(CA)、降趨對應分析(DCA)及典型對應分析(CCA)以了解其森林植物社會組成，同時利用 Shannon-Wiener 多樣性指數及 Pielou 均勻度指數進行探討。結果顯示，本研究目前共記錄到 112 科 236 屬 403 種維管束植物，其中包含 5 種接近受脅(NT)，1 種易危(VU)及 2 種瀕危(EN)植物，研究區域共可分為 7 種植群類型，分別為 1.江某－九芎型 2.大葉楠－樹杞型 3.樹杞－九節木型 4.紅楠－墨點櫻桃型 5.包籜矢竹型 6.昆欄樹型 7.柳杉型，且以海拔為主要影響植物社會分化因子。此外發現昆欄樹(*Trochodendron aralioides)*於研究區域中之更新狀況不佳，在氣候變遷日漸加劇的影響下，昆欄樹將會面臨更大困境。另也針對竹柏(*Nageia nagi*)、八角蓮(*Dysosma pleiantha*)、臺灣鷗蔓(*Tylophora taiwanensis*)、竹子山十大功勞(*Mahonia tikushiensis*)等四種珍稀植物進行分析，發現其對研究區域中的 7 種植群型不具有顯著性偏好；針對大葉楠－樹杞型、樹杞－九節木型、紅楠－墨點櫻桃型保護區內外樣區差異分析中顯示，雖紅楠－墨點櫻桃型樣區有較大之差異，但均未達顯著。未來將持續新增樣區並探討鹿角坑生態保護區及周邊森林植物社會組成狀況，以期作為後續保護區經營管理及評估之基線資料。

新竹縣寶山森林園區微氣候調節效益之評估

吳珮綺[1]、謝子宣[1]、林政融[2]、柳婉郁[3*]

[1] 國立中興大學循環經濟研究學院生物與永續科技碩士學位學程。540 南投縣南投市光明路 15 號。

[2] 農業部林業試驗所。100 臺北市中正區南海路 53 號。

[3] 國立中興大學森林學系。402 臺中市南區興大路 145 號。

[*] 通訊作者，wyliu@nchu.edu.tw

摘要

都市化高密度開發，導致綠地減少、建築鋪面持續蓄熱，形成熱循環造成都市熱島效應。森林提供遮蔭與蒸散作用，使周邊高溫區域形成對比的低溫地帶，緩解氣候變遷帶來的極端熱壓力。森林透過降低環境溫度減少建築空調能源需求，具生態系服務效益外，微氣候調節服務形成具經濟價值之調節服務。然而臺灣生態系服務效益評估多著重於木材、碳匯、生物多樣性與水土保持等服務，缺乏貨幣化對森林微氣候調節效益之評估。本研究以新竹縣寶山森林園區作為研究區域，探討森林降溫效應及其微氣候調節之經濟效益。寶山森林園區(10.95ha)及其周邊區域涵蓋新竹市東區、新竹縣寶山鄉及竹東鎮為研究範圍，結合氣象資料，採用替代成本法與趨避成本法進行量化評估。替代成本法，以物理供給潛力量化降溫服務，評估冷卻效應之等值經濟效益；趨避本法以森林降溫所減少之空調能源需求與製冷設備成本轉換其效益。研究結果顯示，寶山森林園區微氣候調節效益，以替代成本法效益為 105,668,025NTD/yr；趨避成本法估算，影響周遭區域之校正後降溫幅度約為 1.33-1.64℃，新竹市東區效益為 271,857,088NTD/yr；新竹縣竹東鎮與寶山鄉則約為 378,425,322NTD/yr。研究顯示，微氣候調節效益不僅存在於森林園區本身，透過降溫效應影響周邊人為活動密集區域，研究結果作為森林生態系服務價值評估、都市熱環境調適及森林經營決策參考，提供森林保育與氣候韌性政策量化之依據。

物種名錄是如何形成的？分類變遷對臺灣森林苔蘚多樣性認知的影響——以錦苔科為例

孫承翰[1]、曾彥學[2]、楊嘉棟[3*]

[1] 國立中興大學森林學系 402 台中市南區國光路 250 號

[2] 農業部林業試驗所 100 台北市中正區南海路 53 號

[3] 農業部生物多樣性研究所 552 南投縣集集鎮民生東路 1 號

[*] 通訊作者 jdyang@tbri.gov.tw

摘要

物種名錄是森林生物多樣性評估與保育決策的重要基礎，然而名錄中的名稱並不等同於經確認的生物實體，其組成亦會隨分類系統、物種界定與歷史紀錄的重新解釋而改變。本研究以臺灣森林常見的錦苔科為例，依循 Han & Jia (2021) 的 6 亞科分類架構，追溯 1905 年以來正式期刊論文、分類專著及植物誌中的臺灣紀錄，並以 Chiang et al. (2001) 的台灣苔 (蘚) 類植物新目錄為主要基準，區分新增分布紀錄、異名處理、屬級轉移、物種概念改變及標本重新鑑定，並依可追溯的標本憑證、後續分類修訂及標本重檢評估紀錄的證據強度。更新名錄共接受 25 屬、63 種及 5 變種；若以最低分類階級計算，共 66 個分類群。六亞科均有代表，其中錦苔亞科 (Sematophylloideae) 的已知多樣性最高，包含 14 屬、34 種及 5 變種。分析顯示，名錄的增減並非單純反映物種的發現或消失，而有相當部分來自名稱與分類概念的改變；若干長期沿用的紀錄仍缺乏現代分類研究或標本證據支持，錦苔亞科的標本重檢亦揭示歷史錯誤鑑定與未被充分辨識的多樣性。本研究說明，區域名錄應被視為可檢驗且具有不同證據層級的分類假說；建立可追溯的證據分級名錄，有助於提升森林苔蘚多樣性評估、監測及保育優先排序的可靠性。

Spatial Variation in Bird Community Composition in an Urban Landscape: A Case Study of National Chung Hsing University

Yi-Ting Liao[1], Hsy-Yu Tzeng [1*]

[1] Department of Forestry, National Chung Hsing University, No. 145, Xingda Rd., South Dist., Taichung City 402, Taiwan

[*] Corresponding author. E-mail: erecta@nchu.edu.tw

Abstract

Urban green spaces provide important habitats for birds; however, bird communities may exhibit spatial variation among local environments within heterogeneous urban landscapes. This study was conducted on and around the campus of National Chung Hsing University, Taiwan. Bird surveys were conducted biweekly using point counts at 36 fixed sampling sites, with plant phenology recorded concurrently, to investigate spatial variation in bird species richness and community composition. From November 2025 to July 2026, 51 bird species belonging to 42 genera and 26 families were recorded. A site-by-species community matrix was constructed using observed bird counts, Hellinger-transformed, and analyzed using principal component analysis (PCA). PC1 and PC2 explained 41.0% and 14.8% of the variation in community composition, respectively, accounting for 55.8% cumulatively. PC1 was positively associated primarily with *Zosterops simplex*, *Hypsipetes leucocephalus*, and *Psilopogon nuchalis*, whereas its negative direction was primarily associated with *Columba livia*, *Acridotheres javanicus*, and *Passer montanus*, indicating a compositional gradient in bird communities across the study area. Future analyses will integrate tree composition and plant phenology to further examine associations between urban vegetation characteristics and variation in bird community composition.

應用氣象與遙測資料探討惠蓀林場臺灣杉人工林枯立因子

蕭宇樂[1,2]、曾喜育[1]、許鈺群[1*]

[1] 國立中興大學森林系。402 臺中市南區興大路 145 號。

[2] 國立中興大學農業暨自然資源學院實驗林管理處。402 臺中市南區興大路 145 號。

[*] 通訊作者，bigq@dragon.nchu.edu.tw

摘要

國立中興大學所屬惠蓀林場遊樂區臺灣杉(*Taiwania cryptomerioides*)人工林自 2021 年起開始出現枯萎個體，而近年發現大量死亡現象。本研究將透過氣象資料與植生指標釐清與臺灣杉枯萎的關聯性，避免僅探討降水量不足以顯現林木受水分逆境之影響。本研究利用 3 個氣象指標，分別為臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台(TCCIP)網格資料(1960-2024)計算標準化降水指數(SPI)與最長連續無雨日(CDD)及中央氣象署日月潭站及仁愛站實測溫濕度計算日最大飽和水汽壓差(VPDmax)，植生指標則包括以 SPOT 6/7 影像(2013-2025，重取樣至 10 m)之常態化差值植生指數(NDVI)與綠光常態化差值植生指數(GNDVI)，並以季節性 Mann-Kendall 趨勢檢定與前後期 Welch t 檢定。結果顯示，研究範圍自 2020 年 11 月至 2021 年 4 月雨量僅 188.1 mm，SPI-12 最低達-2.07，CDD 為 31 d。2021 年 5 月 VPDmax 為 1.885 kPa，係 1960 年以來同期最高。2002-2004 年乾旱之 SPI-12 最低為-2.01，與 2021 年相近，惟其 5 月 VPDmax 僅 1.193 kPa，顯示兩次事件降水雖接近但大氣蒸發需求迥異，2021 年屬高溫乾旱(hotter drought)型態。植生指標在 2013 至 2025 年間 NDVI 趨勢顯著下降(年變化率-0.006，$p = 0.013$)，全場則無顯著趨勢，以乾旱前(2018-2020)與乾旱後(2021-2022)比較，乾旱後的生長季有 37.5%像素達雙指標一致顯著衰退。推測目前惠蓀林場的臺灣杉族群可能因處於非最適生育範圍，環境條件及偶發之極端氣候事件亦可能為造成枯立原因。

國立自然科學博物館植物園苗圃苗木與展示分區植物組成之關聯及種原備援評估

錢易炘[1*]、陳盈君[1]

[1] 國立自然科學博物館生物學組。404023 台中市北區館前路一號。

[*] 通訊作者，nmnsr902771@gmail.com.

摘要

植物園苗圃除提供園區補植苗木外，亦肩負活體蒐藏、種原保存及展示更新等功能。本研究以國立自然科學博物館植物園苗圃苗木清點與園區植物調查資料為基礎，排除本館庭園後，納入隆起珊瑚礁、台東蘇鐵、蘭嶼、海岸林、季風雨林及南、中、北部低海拔等 8 個展示分區，比較苗圃與各分區植物種類的對應程度，並評估特色植物之苗木備援現況。資料經植物名稱標準化及重複紀錄合併後，苗圃共記錄 172 種苗木，園區 8 個分區共記錄 271 種植物，其中 103 種同時出現於苗圃與園區，占苗圃物種 59.9%，占園區物種 38.0%。各分區以海岸林區及中部低海拔區的苗圃涵蓋率最高，均為 44.9%；其次為蘭嶼區 39.0%、北部低海拔區 38.2%、隆起珊瑚礁區 37.8%、台東蘇鐵區 37.0%、南部低海拔區 36.2%，季風雨林最低，為 30.2%。特色植物備援方面，海岸林區 3 種分區特有植物均可在苗圃找到；相較之下，季風雨林 27 種特有植物僅 3 種、北部低海拔區 38 種僅 10 種具有苗圃對應，台東蘇鐵區的台東蘇鐵與千年桐亦未見於本次苗圃清點資料。另有 69 種苗圃植物尚未出現在園區分區，顯示苗圃仍保存可供未來展示更新、補植或保育繁殖使用的潛在資源。研究結果顯示，現有苗圃已具一定的園區補植支援功能，但各展示分區的種原備援程度並不均衡。未來宜依展示代表性、取得難度及植株受損風險，優先建立核心物種的安全庫存，並整合苗木來源、繁殖方式、健康狀況與園區母樹資料，以強化植物園活體蒐藏、展示維護及災後復原能力。

基於葉片性狀與燃燒特性篩選臺灣中部淺山地區低可燃性樹種

賴孟萱[1]、曾喜育[1*]

[1] 國立中興大學森林學系。40227 臺中市南區興大路 145 號。

[*] 通訊作者，erecta@nchu.edu.tw

摘要

森林火災是森林生態系中重要之自然干擾因子，而植物葉片作為森林表層燃料的重要組成，其含水率、形態結構及燃燒特性皆可能影響植物的可點燃性與燃燒行為。因此本研究以大肚臺地及鄰近山區常見之 60 種樹種為研究材料，整合葉片結構性狀與燃燒特性，建立樹種可燃性之量化評估架構。葉片結構性狀包含含水率、葉面積、比葉面積及葉厚度，燃燒特性則包含葉片熱值、灰分含量、點燃時間以及熱重量分析取得之各項指標進行分析。統計分析以階層式聚類分析及主成分分析探討樹種間之可燃性差異，再將各指標加權整合，建立可燃性綜合評分。結果顯示 60 種樹種可依葉片結構性狀與燃燒特性區分為低可燃性、中可燃性及高可燃性三個主要類群。低可燃性類群多具有較高葉片含水率、較長點燃時間及較高點燃溫度等特徵，顯示水分狀態與熱分解起始條件為影響植物可燃性的重要因子。綜合評分結果顯示福木(*Garcinia subelliptica*)、茄苳(*Bischofia javanica*)、玉山紫金牛(*Ardisia cornudentata*)、鵝掌藤(*Schefflera arboricola*)及榕樹(*Ficus macrocarpa*)等，均呈現較低之可燃性潛力，可作為防火樹種之優先選擇。本研究透過多變量分析整合葉片性狀及燃燒特性，並建立樹種可燃性之量化篩選方法。研究結果可作為臺灣中部淺山地區低可燃性樹種選擇、防火林帶配置及森林火災風險管理之科學參考依據。

Vegetation differentiation and stand structure in relation to fine-scale topographic heterogeneity in a temperate forest of central Taiwan

Gaung-Pu Hsieh[1, 2], Yen-Hsueh Tseng[3, 2*], Hsy-Yu Tzeng[2], Chun-Kai Hsu[1]

Sheng-Zehn Yang[4]

[1] Lienhuachih Research Center, Taiwan Forestry Research Institute, No. 43, Hualong Ln., Yuchi Township, Nantou County 555002, Taiwan.

[2] Department of Forestry, National Chung-Hsing University, No. 145, Hsing-Ta Rd., South Dist., Taichung City, 40227, Taiwan.

[3] Taiwan Forestry Research Institute, No. 53, Nanhai Rd., Zhongzheng Dist., Taipei City, 10066, Taiwan.

[4] Department of Forestry, National Pingtung University of Science and Technology. No. 1, Shuefu Rd., Neipu, Pingtung County. 912301 Taiwan.

[*] Corresponding Author, tsengyh2014@tfri.gov.tw

Abstract

Fine-scale topographic heterogeneity is widely recognized as an important factor influencing vegetation differentiation, stand structure, and community assembly in forest ecosystems. However, its effects within small permanent forest dynamics plots remain insufficiently understood. This study investigated vegetation differentiation, stand structure, and their relationships with environmental factors in the Biluxi Forest Dynamics Plot (BFDP), a 1-ha permanent forest dynamics plot located in a temperate montane forest of central Taiwan. The plot was divided into 100 quadrats (10 × 10 m), and all woody stems with a diameter at breast height (DBH) ≥ 1 cm were surveyed, and twelve environmental variables were measured. A total of 2,379 woody individuals were recorded, and *Quercus stenophylloides* and *Pinus taiwanensis* were identified as the dominant species. Three distinct vegetation types were identified despite the plot spanning an elevational range of only 71 m. These vegetation types differed significantly in species composition, basal area, stem density, mean DBH, and species richness. Among the environmental factors, elevation and convexity emerged as the primary environmental gradients related to vegetation differentiation. The results demonstrate that even subtle topographic variation within a small permanent forest dynamics plot can contribute to vegetation differentiation and stand structural variation. These findings provide new insights into the ecological importance of fine-scale topographic heterogeneity in temperate montane forests and serve as a valuable reference for long-term forest dynamics monitoring in central Taiwan.

V.口頭發表-森林經營組

「115 年森林資源永續發展研討會」學術論文發表

組別：森林經營組 (研究生，教師、研究人員)

發表地點：**森林 2 館 202 教室**

場次	序號	發表編號	報告時間	題目	作者
10 月 22 日 (星期四) Session 1	1	O132-1	13:40-13:53	結合 Sentinel-2 影像與破壞性取樣推估澎湖地區銀合歡分布及地上部生物量	張永濬、詹于萱、郭家和、魏浚紘
	2	O132-2	13:53-14:06	生態旅遊碳足跡評估指標之建構與實證研究-以高屏生態旅遊遊程為例	吳晨瑄、陳美惠、黃雅莉
	3	O132-3	14:06-14:19	Calibration and Applicability of Thermal Dissipation Sap Flux Measurements on Makino Bamboo	Hon-Sing Kong, Ting-Wei Chang
	4	O131-1	14:19-14:32	屏東縣瑪家鄉家庭農園之社會-生態系統與韌性研究	黃雅莉、陳雨柔、陳美惠
	5	O132-4	14:32-14:45	以 Strahler 拓樸結構深化 TLS-QSM 之木質化結構與生物量階層量化	曾羽晟、劉佺、賴彥任、王介鼎、鄭舒婷
	6	O132-5	14:45-14:58	生態旅遊目的地行銷組織從形成至行銷經營運作機制建立之行動研究－以高雄市六龜生態旅遊 DMO 為例	林宜蒨、陳美惠、黃雅莉
	7	O131-2	14:58-15:11	應用地理資訊系統與階層式決策樹於平地造林地功能分區及經營規劃之研究	林柏儀、詹于萱、羅凱安、魏浚紘
休息與茶敘					
Session 2	1	O132-6	15:30-15:43	臺灣白花蝴蝶蘭保育與社區參與復育模式研究-大學社會責任(USR)的實踐路徑	謝孟哲、李勇毅、陳美惠、吳羽婷
	2	O131-3	15:43-15:56	傳統狩獵禁忌的當代實踐-以高雄那瑪夏區之穿山甲為例	施亦耘、蔡運福、吳幸如
	3	O131-4	15:56-16:09	比較多納崩塌地次生林與其鄰近成熟林木質藤本群聚的組成及結構差異	陳柏豪、鍾安晴、周富三
	4	O131-5	16:09-16:22	阿里山林業鐵路沿線生態護坡工法之研究	李嶸泰、楊婷雁
	5	O131-6	16:22-16:35	快速量化林分竹稈碳儲量的評估方法	林鴻志、蘇德忠、吳濟琛、張芷熒
	6	O131-7	16:35-16:48	3D U-Net 模型應用於三維模型萃取樹幹骨架之跨林分適用性：以無人機林下環景影像為例	黃瀚輝、許鈺群
	7	O131-9	16:48-17:01	應用空載光達點雲與樹冠高度模型於蓮華池試驗林人工林單木分割之比較	王韻皓、林玨、林政融、李隆恩

備註：1.每位報告人所使用之時間為 13 分鐘，其中口頭報告 10 分鐘，問題詢答 3 分鐘。

2.編號 O131 為教師、研究人員組；O132 研究生組。

「115 年森林資源永續發展研討會」學術論文發表

組別：森林經營組(研究生，教師、研究人員)

發表地點：**森林 2 館 202 教室**

場次	序號	發表編號	報告時間	題目	作者
10 月 23 日 (星期五) Session 3	1	O131-8	10:00-10:13	以地面光達評估不同模型複雜度對於樹幹解析的效益	楊承穎、賴彥任
	2	O131-10	10:13-10:26	近自然林政策工具與實務推動之探討	王培蓉、呂文馨
	3	O132-7	10:26-10:39	綠色保育農民採行生態友善農法之動機形塑脈絡與有效推廣策略	郭淑娟、劉奇璋
	4	O132-8	10:39-10:52	臺灣高等林學教育發展挑戰	榮翊傑、黃名媛
	5	O132-9	10:52-11:05	都市林生態系統損害潛在風險之量化與空間辨識—以臺北市大安森林公園為例	李竹涪、柳婉郁
	6	O132-10	11:05-11:18	蕨類葉型形態偏好在都市環境設計之應用	傅玲、陳振誠、黃志弘、黃曜謀
	7	O132-11	11:18-11:31	都市林與國際機制之探討	劉思妤、廖訓弘、李天裕、吳珮綺、柳婉郁
	8	O131-11	11:31-11:44	利用無人機光達鄰域結構探討亞高山玉山箭竹地上部碳儲量的空間變異	潘孝隆、黃倬英
	9	O131-12	11:44-11:57	國內大型企業森林相關活動與碳匯參與現況： 2023 年永續報告書內容分析	王培蓉、呂文馨

備註：1.每位報告人所使用之時間為 13 分鐘，其中口頭報告 10 分鐘，問題詢答 3 分鐘。

2.編號 O131 為教師、研究人員組；O132 研究生組。

結合 Sentinel-2 影像與破壞性取樣推估澎湖地區銀合歡分布及地上部生物量

張永濬[1]、詹于萱[2]、郭家和[3]、魏浚紘[4*]

[1] 國立屏東科技大學森林系。912301 屏東縣內埔鄉老埤村學府路 1 號。

[2] 國立屏東科技大學研究總中心。912301 屏東縣內埔鄉老埤村學府路 1 號。

[3] 和森生態有限公司。92051 屏東縣潮州鎮蓬萊里江山路 34 號。

[4] 國立屏東科技大學森林系。912301 屏東縣內埔鄉老埤村學府路 1 號。

[*] 通訊作者，[*]aw711212@gmail.com

摘要

銀合歡(*Leucaena leucocephala*)於澎湖地區廣泛擴張，掌握其初步分布與生物量，可作為移除及資源利用規劃之基礎。本研究結合衛星影像與破壞性取樣，估算澎湖銀合歡初步分布面積及全區地上部生物量。首先取得乾、濕季 2 期 Sentinel-2 衛星影像，計算常態化差異植生指數(Normalized Difference Vegetation Index，NDVI)，利用 NDVI 差值呈現銀合歡季節性光譜變化，配合影像判釋與監督式分類建立初步分布範圍。另於銀合歡分布區域設置 30 處 10 m × 10 m 樣區，採破壞性取樣量測地上部總鮮重；各樣區選取 2 株目標銀合歡，記錄枝幹與葉片鮮重，葉片全量烘乾，枝幹截取代表性樣本烘乾至恆重，再依鮮重與絕乾重計算以鮮重為基準之含水率，換算樣區地上部絕乾生物量(Mg/ha)。結果顯示，30 處樣區生物量介於 4.96～38.86 Mg/ha，平均為 16.62 ± 10.19 Mg/ha；銀合歡初步分布面積為 5,366.84 ha。以平均單位面積生物量乘以分布面積，初步推估全區地上部生物量約為 89,194 Mg。本研究建立由分布判釋、現地調查至區域總量估算之流程，可作為銀合歡防治與資源化利用之依據。

關鍵詞：銀合歡、Sentinel-2、常態化差異植生指數、破壞性取樣、地上部生物量

生態旅遊碳足跡評估指標之建構與實證研究
-以高屏生態旅遊遊程為例

吳晨瑄[1]、陳美惠[2]、黃雅莉[3*]

[1]國立屏東科技大學森林系。91201 屏東縣內埔鄉學府路 1 號。

[2]國立屏東科技大學森林系。91201 屏東縣內埔鄉學府路 1 號。

[3]國立屏東科技大學研究總中心。91201 屏東縣內埔鄉學府路 1 號。

[*]通訊作者，goodrinoa93@gmail.com

摘要

本研究旨在建構適用於生態旅遊之碳足跡評估指標，並透過實證案例進行碳排放量化分析。首先，透過文獻回顧梳理生態旅遊理論基礎、碳足跡計算構面與指標，並分析國內外旅遊減碳案例，依據文獻分析成果，初步擬定涵蓋交通、住宿、飲食與活動等碳足跡評估之架構雛形。研究邀請 16 名跨領域專家進行三回合德爾菲法(Delphi Method)專家問卷以收斂意見，第一、二回合以平均數達 4 分以上且標準差小於 1 作為共識判定標準，第三回合則以四分位距(Interquartile Range, IQR)≦1.0 判定專家意見共識度，最終確立包含 6 個構面、39 個指標及 145 個細項之生態旅遊碳足跡評估指標。在實證研究方面，選取三個生態旅遊樣區之遊程服務，依據生命週期評估法界定計算邊界，涵蓋原物料、服務及廢棄等階段，並蒐集實際活動數據進行碳排放量化。結果顯示，高雄市六龜目的地行銷組織(Destination Marketing Organization, DMO)、屏東縣恆春鎮龍水社區發展協會及屏東縣車城鄉永在林業之碳足跡分別為 48.166 $kgCO_2e$、7.894 $kgCO_2e$ 及 9.109 $kgCO_2e$，不同遊程之排放結構具有差異，其中能源使用及部分活動材料為主要排放來源。本研究建立生態旅遊之碳足跡評估方法，有效彌補現行旅遊碳足跡偏重一般旅遊之問題，不僅能協助業者精準辨識碳排放熱點並規劃減碳措施，亦具備推動觀光產業低碳轉型與永續發展的實務應用價值。

關鍵詞：生命週期評估、德爾菲法、排放熱點、永續旅遊

Calibration and Applicability of Thermal Dissipation Sap Flux Measurements on Makino Bamboo

Hon-Sing Kong[1], Ting-Wei Chang[2*]

[1] School of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University. No. 1, Sec. 4, Roosevelt Road, Taipei, 106319.

[2] School of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University. No. 1, Sec. 4, Roosevelt Road, Taipei, 106319.

[*] Corresponding author, tingweichang@ntu.edu.tw

Abstract

Thermal dissipation probes (TDPs; Granier-type sap flow sensors) are widely used to estimate sap flux density (F_d, μm s^{-1}), but their use in bamboo remains very limited. This study aimed to calibrate and apply thermal dissipation sap flow sensors to measure water use in Makino bamboo (*Phyllostachys makinoi*) in Taiwan. Each sensor heated an upper probe at constant power, while an unheated lower probe served as the reference. F_d was calculated from the temperature difference between the two probes. To validate the method, we installed probes on three bamboo culms on 18 June 2026 and on another three culms on 22 July 2026 in Fuxing District, Taoyuan. Cut-culm experiments were conducted on 7 July and 4 August 2026, respectively, to calibrate F_d. During the periods, sensor signals and water uptake were recorded simultaneously, water uptake was then converted into F_d. As the result, the best-fitted calibration line for the Makino bamboo culms was $F_d = 1068.302K^{1.8217}$ ($R^2 = 0.7172$, RMSE = 4.7666 μm s^{-1}). This result implies that the calibrated 5-mm probes can capture temporal variation in sap flow in Makino bamboo. In next, we will use the calibration curve and culm sectional area of Makino bamboo forest plot to estimate temporal variation of stand-scale transpiration. Future studies should increase the sample size and incorporate additional environmental measurements to improve the reliability of stand-scale transpiration estimates.

Keywords: Granier-type sensor; bamboo; Cut bamboo experiment; transpiration; sap flux

屏東縣瑪家鄉家庭農園之社會-生態系統與韌性研究

黃雅莉[1]、陳雨柔[2]、陳美惠[2*]

[1]國立屏東科技大學研究總中心。91201 屏東縣內埔鄉學府路 1 號。

[2]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，meihui106@gmail.com

摘要

面對全球氣候變遷加劇與極端環境不確定性，環境治理與林業研究逐漸著重於地方社群之微觀生態保育的實踐。本研究立基於社會-生態系統(Social-Ecological System, SES)之動態回饋觀點，探討臺灣屏東縣瑪家鄉家庭農園(Homegardens)在應對環境變遷與維持地景韌性中所扮演的關鍵角色。本研究採用質性研究方法，針對 8 名具豐富實踐經驗之家庭農園主進行半結構式深度的訪談，並透過紮根理論之開放、軸心與選擇性編碼程序，系統性萃取出 97 個核心概念編碼，並進一步歸納為　個核心主題，建構出家庭農園主實踐經驗之整體理論觀點。研究結果證實，家庭農園不僅是單純的小型生產空間，更是兼具生態庇護與社會記憶的生物文化系統。在知識與資源利用上，農園透過民族植物多樣性保育、祭儀植物在地馴化及代間知識傳遞，延續了原住民傳統生態知識；在治理與社會資本面向上，非正式的種子交換、勞動互助與自主規範，建構了地方層級的社群自我組織與資源治理網絡。更重要的是，農園主透過多層次林相結構經營、微氣候調節(如遮蔭管理)與微型生態復育等在地實踐，實質減緩氣候變異對土地與生計造成的震盪。綜上所述，家庭農園實為連結微觀地方知識、生物多樣性與總體環境治理的跨尺度韌性。本研究成果可為後續推動原鄉家庭農園經營、社區生物多樣性保育及氣候變遷調適政策提供具關鍵參考價值的科學基礎。

關鍵詞：家庭農園、社會-生態系統、傳統生態知識、社會韌性

以 Strahler 拓樸結構深化 TLS-QSM 之木質化結構與生物量階層量化

曾羽晟[1]、劉佺[1]、賴彥任[2]、王介鼎[2]、鄭舒婷[1*]

[1] 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。

[2] 國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處。557004 南投縣竹山鎮前山路一段 12 號。

[*] 通訊作者，chengsuting@ntu.edu.tw

摘要

地面光達(terrestrial laser scanning, TLS)結合定量結構模型(quantitative structure model, QSM)雖能非破壞性地重建樹木三維幾何結構，但現有應用多將其簡化為全樹材積或總生物量。本研究以南投縣信義鄉成熟樟樹(*Camphora officinarum*)為對象，建立具拓樸結構概念的 TLS-QSM 分析框架，以階層化方式量化木質化結構與生物量。研究使用 RIEGL VZ-600i 進行 28 個測站掃描；經葉木分離取得 312,768 個木質點雲，並利用深度學習式 SmartQSM 進行重建，再依據 SmartQSM 拓樸結構建立 Strahler 階序(Strahler Order)，將 16,237 個模擬圓柱體劃分至六個階層。結果顯示，相較於傳統分枝階序(Branch Order)，Strahler 階序對枝條直徑(Kruskal-Wallis $\eta^2 = 0.790$ vs. 0.342)及材積($\eta^2 = 0.739$ vs. 0.373)具有更佳的階層區辨能力，且最高階主幹占全樹木質化材積達 70.2%。此外，本研究指出 QSM 全樹木質化材積與傳統生物量擴展係數在定義上的不相容性性；以 QSM 主幹材積(0.4678 m^3)比較臺灣一般闊葉樹材積式、形數式及樟樹專屬式，其差異分別為 −0.9%、−10.4% 及 −31.6%。本研究將 TLS-QSM 由巨觀幾何重建進一步拓展至拓樸結構解析的木質化生物量量化，建立連結樹木三維結構及生物量分配之分析框架。未來仍需透過多株樣木及破壞性取樣進行驗證，以提升本方法之普適性與絕對估算準確度。

生態旅遊目的地行銷組織從形成至行銷經營運作機制建立之行動研究－以高雄市六龜生態旅遊 DMO 為例

林宜蒨[1]、陳美惠[2]、黃雅莉[3*]

[1] 國立屏東科技大學森林系。91201 屏東縣內埔鄉學府路 1 號。

[2] 國立屏東科技大學森林系。91201 屏東縣內埔鄉學府路 1 號。

[3] 國立屏東科技大學研究總中心。91201 屏東縣內埔鄉學府路 1 號。

[*]通訊作者 goodrinoa93@gmail.com

摘要

本研究探討高雄市六龜生態旅遊目的地行銷組織(Destination Management Organization, DMO)如何藉由行動研究，將服務行銷理論轉化為地方協作治理之營運機制，以建立自給自足之商業運作模式。本研究採行動研究法，以服務行銷 7P 包含產品、價格、通路、推廣、人員、流程、實體表徵為核心理論架構，針對六龜生態旅遊 DMO「南方金鑽」核心人員，進行 6 場焦點團體會議，並輔以半結構式訪談與參與觀察。研究歷程依序聚焦於品牌核心價值凝聚、產品定位、價格受眾、銷售通路、行銷推廣方式、內部人員與組織流程整合等，並將共識結果套用至實體遊程踩線之現場協作與動態驗證。結果顯示，本研究成功將 7P 架構系統性地轉化為地方型 DMO 的實務運作機制，包含南方金鑽品牌共識凝聚、受眾定位與通路價格、整合派單流程建立共同窗口、以訂購憑證作為 DMO 串聯機制，並依據市場數據動態調整推廣影片，建構涵蓋行銷、管理至成本控制之商業閉環，解決跨社區協作與利益分配之實務盲點。本研究學術貢獻在於建構地方型 DMO 之 7P 協力治理模式，經實務證實由下而上的行動實踐可促進 DMO 制度建立，為生態旅遊永續運轉提供具實作價值之協力經營模式。

關鍵詞：生態旅遊、目的地行銷組織、行動研究、服務行銷 7P、共識建構

應用地理資訊系統與階層式決策樹於平地造林地功能分區及經營規劃之研究

林柏儀[1]、詹于萱[2]、羅凱安[1]、魏浚紘[1*]

[1] 國立屏東科技大學森林系。912301 屏東縣內埔鄉老埤村學府路 1 號。

[2] 國立屏東科技大學研究總中心。912301 屏東縣內埔鄉老埤村學府路 1 號。

[*] 通訊作者，aw711212@gmail.com

摘要

平地造林政策陸續屆滿 20 年，為指認具生物棲地及景觀價值區位，本研究以屏東區域 909.93 ha 平地造林地為對象，建立空間決策與多功能分區評估機制。研究整備地籍圖與歷年造林圖資，套疊國土生態綠網保育軸帶及生物多樣性空間資料庫，並導入景觀生態學之面積、距離與連通性三大效應，輔以實地踏勘量化林分微棲地結構與人為干擾指標。考量保育與遊憩具權衡性，本研究建構由上而下之「階層式決策樹模型」，以閾值階層依序篩選：第一層為剔除無木本植被之「彈性利用區」；第二層優先篩選核心棲地，針對已避開道路、聚落之邊緣效應干擾深度之地塊，配合實體管制設施紀錄、及森林棲地高鑲嵌度特質，具大面積連續規模、林分垂直結構豐富且生長潮濕指標植物(姑婆芋、蕨類)之「森林棲地區」，以及具繁盛禾本草生地被之「草生棲地區」，此類高生態價值區具生態維護潛力，或是根據物種保育需求進行生態轉型，如營造適宜一級保育類草鴞復育區；未達生態門檻者，第三層則依步行舒適半徑、相連面積、既有遊憩設施指標分流為「景觀連結區」；其餘地塊則歸為以基礎林木覆蓋與生態廊道緩衝為主之「一般維護區」。分類結果顯示，全區 909.93 ha 劃分為一般維護區 399.07 ha (43.86%)、森林棲地區 319.85 ha (35.15%)、草生棲地區 102.47 ha (11.26%)、景觀連結區 87.77 ha (9.65%)及彈性利用區 0.77 ha (0.08%)。本研究應用地理資訊系統空間分析與階層決策模型能客觀反映林地現況進行分類，有效避免生態與景觀指標相互抵銷，為平地造林地適地適性經營提供科學依據。

臺灣白花蝴蝶蘭保育與社區參與復育模式研究-大學社會責任(USR)的實踐路徑

謝孟哲[1]、李勇毅[2,3]、陳美惠[4*]、吳羽婷[14*]

[1] 國立屏東科技大學農學院生物資源博士班。912301 屏東縣內埔鄉學府路 1 號。

[2] 國立臺灣大學生命科學系。10617 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號。

[3] 國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所。10617 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號。

[4] 國立屏東科技大學森林系。912301 屏東縣內埔鄉學府路 1 號。

[*]通訊作者，陳美惠 meihui106@gmail.com 吳羽婷 yutingwu@mail.npust.edu.tw

摘要

臺灣白花蝴蝶蘭(*Phalaenopsis aphrodite* subsp. *formosana*)為原生於恆春半島與蘭嶼之瀕危植物，因人為過度採集使其野外族群近乎消失。本研究自 113 年 11 月至 115 年 7 月期間，結合大學社會責任(USR)計畫，以屏東科技大學學生及屏東縣牡丹鄉高士部落的人才培育為目標，設計臺灣白花蝴蝶蘭保育為主題之微型課程，包含自然資源保育與組織培養繁殖技術，教學試驗無菌播種繁殖體系，培育具遺傳多樣性之種苗，並將繁殖之幼苗送回原生地進行復育。課程以社區林業思維引導學生與高士部落等在地社區合作，促成大學專業結合在地知識與部落守護，將臺灣白花蝴蝶蘭種苗種植在高士部落森林及達仁鄉安朔國小校園老樹中，並設計社區參與監測制度，過程以專業陪伴部落居民執行監測及資料分析與應用，落實就地保種與社區參與撫育監測。結果顯示，經由學習評量發現理論與實務兼具的微型課程設計，使修課學生具備臺灣白花蝴蝶蘭保育復育的基本技能，有效提升實務操作能力與生態問題解決思維；而社區參與能顯著提高野外復育之存活率達 86%，並引發社區參與瀕危物種的保育行動。本研究成功展現 USR 計畫如何透過專業學科結合在地力量，建立瀕危蘭花就地保育與永續利用之可行模式，促進生態保育與人文發展之結合。

傳統狩獵禁忌的當代實踐-以高雄那瑪夏區之穿山甲為例

施亦耘[1]、蔡運福[2]、吳幸如[3*]

[1] 國立屏東科技大學森林系 研究助理。屏東縣內埔鄉學府路 1 號

[2] 高雄市那瑪夏區原住民社區合作社 理事主席。屏東縣內埔鄉學府路 1 號

[3] 國立屏東科技大學 助理教授。屏東縣內埔鄉學府路 1 號

[*] 通訊作者， wildboar.wu@gmail.com

摘要

臺灣穿山甲(*Manis pentadactyla pentadactyla*)被 IUCN 列為極危(CR)等級物種，在臺灣則為珍貴稀有之二級保育類野生動物，過去常因食用或藥用而被獵捕。卡那卡那富族(Kanakanvu)為臺灣目前被正名之原住民族中人口數最少的一族，主要居住在高雄市那瑪夏區，傳統上曾有禁止獵捕穿山甲的狩獵禁忌。林業及自然保育署自 2017 年開始於全臺啟動「狩獵自主管理計畫」，此計畫重點在於嘗試以復振傳統文化慣習方式維繫野生動物資源之永續利用。本研究團隊則自 2020 年起執行其中以高雄市那瑪夏全區為範圍之計畫，除進行該區野生動物族群相對豐度長期監測外，也陪伴該區立案之狩獵組織進行狩獵所得紀錄。經過迄今滿 6 年之努力。從逐月之狩獵所得紀錄與訪談結果得知，穿山甲被放生的個體數已逐年俱增。有趣的是，不僅卡那卡那富族族人，當地之布農族、拉阿魯哇族等族群可能因多年文化融合緣故，也同樣遵循禁獵穿山甲之禁忌。此舉不僅證實原住民族的傳統狩獵文化之實踐能與現代保育法規並不違和外，同時也體現在地部落參與保育政策之重要性。

關鍵字：臺灣穿山甲、狩獵禁忌、卡那卡那富族、原住民族狩獵自主管理計畫

比較多納崩塌地次生林與其鄰近成熟林木質藤本群聚的組成及結構差異

陳柏豪[1*]、鍾安晴[1]、周富三[1]

[1]農業部林業試驗所六龜研究中心。844005 高雄市六龜區中興里 198 號。

[*]通訊作者，phchen@tfri.gov.tw

摘要

木質藤本是熱帶與亞熱帶森林的重要組成，其群聚結構會隨林分演替階段有所變化。本研究於 2023 年調查 4 個 0.25 ha (50 m x 50 m)位於多納林道(8.7 K)崩塌地演替早期的次生林樣區(S1–S4)，及 1 個 0.25 ha (50 m x 50 m)與其鄰近演替後期的成熟林樣區(S5)內，胸徑≥1 cm 之木質藤本，旨在比較演替早期與後期林分之間木質藤本群聚組成與結構的差異。統計物種數、株數、Shannon 多樣性指數、總胸高斷面積及攀爬機制；另分析樹木結構與木質藤本群聚之關聯。結果顯示，S5 樣區的物種數(16 種)、株數(173 株)、Shannon 多樣性指數(2.133)、總胸高斷面積(1,858 cm^2)皆高於演替早期的 S1–S4 樣區，且具有胸徑≥10 cm 的木質藤本。攀爬機制為主莖纏繞(57.8%)、卷鬚纏繞(23.1%)、不定根吸附(9.8%)、吸盤吸附(4.6%)及簡單攀附(4.6%)，優勢種為羊角藤(24.3%)。S1–S4 樣區分別記錄 2、6、2 及 9 種，5、21、17 及 45 株，Shannon 指數為 0.500、1.259、0.224 及 1.726，總胸高斷面積為 43、193、388 及 220 cm^2。攀爬機制皆以主莖纏繞為主(占 76.2%–100%)，S1–S3 樣區優勢種為歐氏血藤(61.9–94.1%)，S4 樣區優勢種為山葛(37.8%)。木質藤本的株數及總胸高斷面積與樹木的總胸高斷面積及大徑木株數皆呈正相關，顯示較複雜的樹木結構有利於木質藤本的建立及生物量累積。因此，本研究支持演替後期林分比演替早期林分的木質藤本群聚具有較高多樣性及生物量。

阿里山林業鐵路沿線生態護坡工法之研究

李嶸泰[1*]、楊婷雁[2]

[1] 國立嘉義大學。600355 嘉義市東區學府路 300 號。

[2] 國立中興大學。402202 臺中市南區積善里興大路 145 號。

[*] 通訊作者，jtlee@mail.ncyu.edu.tw

摘要

阿里山林業鐵路沿線因地形陡峭、降雨豐沛，邊坡長期受到崩塌與土石災害威脅。本研究以阿里山林鐵奮起湖路段及竹崎路段之砂質壤土邊坡為研究對象，利用既有木本與草本植物根系剪力試驗資料，取得植生土壤之有效凝聚力及內摩擦角，並利用 SoilWorks 數值模擬軟體建立分析邊坡模型，以探討不同坡度、根系深度、地下水位條件及植生配置對整體邊坡穩定性之影響。由研究結果顯示，木本與草本植物均能提升邊坡安全係數，但其中木本植物因土壤有效凝聚力較高，對於土壤補強效果優於草本植物；而草本植物則可提升表層土壤穩定性，當根系深度由 1 m 增加至 2 m 後，植生之補強效果均有所提升，且於較陡邊坡更為明顯。另探討坡地上採用不同植生配置，則以平台種植草本植物、坡面種植木本植物之組合最具穩定效益，其 25°與 55°坡度之安全係數分別增加 106 %與 48 %。於淺層崩塌類型常發生之山坡地，本研究結果可作為坡地植生護坡配置與邊坡治理規劃之參考。

快速量化林分竹稈碳儲量的評估方法

林鴻志[1*]、蘇德忠[1]、吳濟琛[1]、張芷熒[2]

[1]農業部林業試驗所育林組。100051 臺北市中正區南海路 53 號。

[2]農業部林業試驗所森林生態組。同上。

[*]通訊作者，hclin@tfri.gov.tw

摘要

因應竹材生產、淨零增匯及竹林經營碳匯專案等需要，常需要調查與評估竹林之生物量或碳儲量。傳統調查竹林地上部生物量蓄積及碳儲量的方法，必須設置多個代表性樣區，逐株調查稈徑、稈高，並現場採樣竹稈，依部位分別秤重後，攜回實驗室測定含水率、碳濃度，續依據既有或自行建立生物量回歸式，進一步計算出單桿及林分總合之稈、枝、葉部碳儲量，過程繁瑣費時且耗費人力與成本。然而，同一竹種依據不同前人研究成果所得之含水率、碳濃度、稈枝葉比例等變化並不大，但在不同地點、經營型態，或相鄰地點不同發展階段之林分間，其生物量卻可高達 2~3 倍的差異，可見林分的取樣評估方式與代表性更顯重要，均勻、快速、有效率的廣為抽樣，有助於精確評估竹林的林分生物量蓄積及碳儲量。本研究以桂竹林(*Phyllostachys makinoi*)為例，分析林分密度(D)、平均胸徑(d)這兩個與林分總合生物量蓄積有關的介量，用以評估快速量化林分竹稈碳儲量(S)之可行性。結果顯示，林分密度、平均均徑與竹稈碳儲量均呈現正相關，相關係數 r 分別為 0.64、0.75，如以平均胸徑乘上林分密度後，與林分竹稈碳儲量所建立的簡單線性回歸式 S=0.0222 d*D，相關係數則可高達+0.96。其模型建立方法，可用以快速估算桂竹林分之稈部碳儲量，作為未來實務應用之參考。

3D U-Net 模型應用於三維模型萃取樹幹骨架之跨林分適用性：以無人機林下環景影像為例

黃瀚輝[1]、許鈺群[1*]

[1] 國立中興大學森林系。402 臺中市南區興大路 145 號。

[*] 通訊作者，bigq@dragon.nchu.edu.tw

摘要

森林資源調查以每木調查為基礎，如何以三維模型測繪輔助外業調查為近年之重要議題。空載光達難以描繪林冠下樹幹，地面光達雖精確卻須逐樣區架設也易受樹葉遮蔽影響。無人機搭載環景相機於林冠下環繞拍攝，則可兼顧冠層上下涵蓋與樹幹可見性。本研究旨在建立以此類影像三維模型進行每木測量之方法，使建模後即可取得樹木位置 (tree position) 與樹幹骨架 (tree skeleton)，作為調查之輔助評估資料。本研究以三維高斯潑濺 (3D Gaussian Splatting) 模型為肉眼判識依據，人工標註樹幹骨架，作為模型訓練資料。訓練共分為兩階段，先以 3D U-Net 模型逐一預測各 0.1 m 體素 (voxel) 是否位於樹軸及其至樹軸的方向與距離，再以 DBSCAN 密度聚類與最小生成樹 (Minimum Spanning Tree) 轉換為樹木位置與樹幹骨架。研究場域位於興大黑森林與惠蓀林場，一共 5 樣區標註 473 株樹，為確認模型可用於測試樣區，各以單一樣區訓練後推論其他樣區。結果顯示，以黑森林 334 株訓練者於 4 個測試樣區的平均樹木位置 F1 值 (F1-score) 為 0.776、骨架 F1 值為 0.814，較訓練樣區自身的 0.892 減少 0.078，顯示所學習之樹幹幾何特徵具跨林分適用性。F1 值降幅推測與標註株數及林分型態相關，本研究可透過三維模型標記搭配深度學習模型推估樹木位置與樹幹骨架，有助於森林測繪應用與提升每木調查效率。

以地面光達評估不同模型複雜度對於樹幹解析的效益

楊承穎[1]、賴彥任[1*]

[1] 國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處。557004 南投縣竹山鎮前山路一段 12 號。

[*] 通訊作者，alanlai@ntu.edu.tw

摘要

以地面光達點雲重建單木結構常見以 TreeQSM (Quantitative Structure Model) 作為主要方法，其以逐段圓柱擬合估算直徑剖面，並以非破壞性方法建立樹幹解析以及全樹結構模型。此研究使用 ITSMe (Individual Tree Structural Metrics) 進行快速結構資訊抽取後以廣義相加模型(GAM)模擬材積式，並與 TreeQSM 模型各自對獨立樹木點雲進行形數、DBH、樹高與材積計算，並且比較兩模型在臺灣杉、紅檜以及柳杉單木的可用性以及計算效率。研究於三樣區共取得三十六組樹木，兩模型估算的樹高一致性極高(r = 0.9997，平均值差異約 0.05 m)；DBH 一致性中等(r = 0.67)，ITSMe 相較 TreeQSM 平均高估約 0.07 公尺，三個樹種樣區個別 r 介於 0.63–0.74；形數一致性則偏弱(整體 r=0.27，平均值偏差 0.046)，三樣區個別 r 介於 -0.26 至 0.74，顯示在材積估算上兩方法的歧異極大。效能方面，在相同單執行緒、逐棵依序運算條件下，TreeQSM 每棵樹平均耗時(30s-51s)為 ITSMe (2.2s-3.2s) 的 9.6 至 23 倍，幾乎全部耗費在 QSM 圓柱擬合本身。本研究尚無樹木破壞性樹幹解析實測數據作為對照，無法建立傳統樹幹解析做為參照，仍待後續以實測資料驗證。TreeQSM 可提供完整的三維樹形結構資訊，但運算成本顯著高於 ITSMe。何時值得以較高運算成本換取這項結構資訊，以及兩方法在缺乏實測基準下的相對可信度如何進一步釐清，值得後續以更大樣本、並納入實測驗證深入探討。

應用空載光達點雲與樹冠高度模型於蓮華池試驗林人工林單木分割之比較

王韻皓[1*]、林玨[2]、林政融[1]、李隆恩[1]

[1] 農業部林業試驗所森林經營組。100051 臺北市中正區南海路 53 號。

[2] 農部林業及自然保育署森林育樂組。100024 臺北市中正區杭州南路一段 2 號。

[*] 通訊作者，annywang@tfri.gov.tw.

摘要

本研究旨在評估不同單木分割演算法於針葉人工林之適用性。研究利用臺灣中部蓮華池試驗林點密度達 77 points / m^2 之空載光達資料，對比分析二維 CHM Watershed、三維 Li2012 及引入現地調查種子點之 Seed-Constrained Li2012 三種演算法。研究對象包含臺灣杉、臺灣肖楠及香杉。結果顯示，Seed-Constrained Li2012 具最佳分割精度，於三種林分之 F-score 達 0.82 至 0.88，能有效辨識單木邊界。然而，樹種形態會顯著影響分割偏誤，臺灣肖楠屬廣卵形且分枝複雜，於二維集水區法易因樹冠形態影響產生過度分割(177 株對實測 163 株)；塔形的臺灣杉在空間中重疊交錯，於缺乏空間約束的 Li2012 法易產生欠分割(123 株對實測 166 株)。在樹高推估方面，雖 Seed-Constrained Li2012 偵測株數表現優異，但因空間約束導致樹冠幾何過度碎裂，樹高估算誤差較高。相反地，CHM Watershed 具空間平滑效果，能減少樹冠表面噪訊，其樹高推估更為穩定(如臺灣杉 RMSE 為 1.36 m)。本研究總結提出一套結合三維空間約束進行邊界劃定，並利用二維 CHM 萃取樹高之混合方法，可作為針葉人工林單木尺度調查提供之參考。

近自然林政策工具與實務推動之探討

王培蓉[1*]、呂文馨[2]

[1] 農業部林業試驗所技術服務組。100051 台北市中正區南海路 60 號。

[2] 農業部林業試驗所技術服務組。100051 台北市中正區南海路 60 號。

[*] 通訊作者，pjwang@tfri.gov.tw

摘要

面對極端天候與生物多樣性保育需求，傳統單一樹種、同齡人工林的韌性與多功能性受到挑戰，亟需尋找可供國內參考的近自然林轉型方案。本研究以蒐集過往相關研究及歐洲各國政府機構公開資訊，分析德國、丹麥、英國與法國的近自然林政策、經營指南及實務操作模式。研究結果發現，丹麥建立了永續森林經營操作指南，提供從選種到撫育過程的各項參考準則；德國則在近年的造林補助條款中，限縮了針葉林的申請資格，鼓勵營造闊葉或針闊葉混合林，並要求足夠比例的本土樹種。近幾年來，英國林業部門也提出近自然林概念的林地經營指引，而法國林業局則推行多樹種、非均質的森林經營模式。為使林業參與者共享近自然林的樣態與操作選項，丹麥、德國、英國皆建構了名為森林發展類型(forest development types, FDT)的工具，以圖像化方式描述森林組成與外觀，並結合階段性施作指南，以協助溝通、培訓及經營決策。從歐洲各國推動近自然林的經驗顯示，政策引導搭配具體經營指南與 FDT 工具，有助於推動韌性、多樣且近自然的森林型態，可作為我國人工林轉型及林業政策規劃之參考。

綠色保育農民採行生態友善農法之動機形塑脈絡與有效推廣策略

郭淑娟[1]、劉奇璋[2*]

[1] 國立臺灣大學森林環境暨資源學系研究生。10617 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號。

[2] 國立臺灣大學森林環境暨資源學系研究生。10617 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號。

[*] 通訊作者，chichangliu@ntu.edu.tw

摘要

現代化農業為生物多樣性流失主因之一。透過政策與環境教育促使農民採行生態友善農法為重要解方。然臺灣目前仍缺乏針對此類農民行為動機與實務困境的系統性實證研究，致使現行保育策略效益受限。本研究以取得綠色保育標章農民為研究對象，採取半結構式訪談與參與式觀察，並收集農民的生態觀察紀錄等相關文本資料。研究使用計畫行為理論(TPB)與技術接受模型(TAM)進行分析，由個人態度、主觀規範與行為控制知覺三面向，深入探討農民採行特定農法的決策過程、助力與困境。研究結果顯示，經濟誘因與成本考量雖屬必要考量，但並非充分條件。正向個人主觀態度、重要他人的影響、具支持性的人際網絡、具體的操作指引及確認生態保育措施有所成效，對農民初始與持續投入至關重要。因此，建議現行保育政策除了提供補助金，亦應重視輔導團隊長期陪伴的功能並建立農民經驗交流平臺，並規劃棲地營造實務操作與生態觀察課程以提升自我效能，另協助穩定行銷通路或建立生態品牌，讓生態成為產品優勢進而提升農民重視生態的意圖。而農民投入過程中，先進行棲地營造後才開始學習觀察生態、修正進而產生成就感的過程，符合體驗式教育的學習模式，為後續相關環境教育課程規劃提供重要參考。

臺灣高等林學教育發展挑戰

榮翊傑[1]、黃名媛[1*]

[1] 國立嘉義大學森林暨自然資源學系。600355 嘉義市東區學府路 300 號。

[*] 通訊作者，myhuang@mail.ncyu.edu.tw

摘要

森林資源的妥善經營仰賴專業林業人才，「林學教育」即為培育人才之核心。林業的教育最早始於 18 世紀，經歷時代演進，其內容已產生重大變化；國際自 20 世紀中葉便展開相關研究，相較之下，我國在此領域的討論仍相對有限。為了解我國林學教育現所面臨之發展挑戰，本研究採深度訪談法，以高等林學教育現場教師為對象，並應用主題分析法了解其對林學教育規劃之看法。研究歸納出挑戰主要涵蓋「系所經營」、「教與學」、「政經」、「社會」及「交流與其他」五大主題，其中以「系所經營」和「教與學」的討論最或聚焦。綜合訪談結果，本研究提出五項改善方向：1. 評估跨校森林系所資源整合之可能性；2. 師資聘任考量將非研究成果納入；3. 將學生觀點與意見納入招生策略；4. 以更新課程方式因應社會變遷，並重視人文社會領域課程；以及，5. 在教育目標中納入「培育具有林業認知之大學生」。我國林學教育研究雖少，但面對時代變遷已展開應對，可於各校現行課程規劃中可見呼應國際趨勢與社會脈動之內容。由於林學教育涉及範疇廣泛，本研究認為各個次主題皆具備獨立延伸與深化討論之價值，期許能為促進林業蓬勃發展提供動能。

都市林生態系統損害潛在風險之量化與空間辨識—以臺北市大安森林公園為例

李竹涪[1]、柳婉郁[1*]

[1]國立中興大學森林學系。402 臺中市南區興大路 145 號。

[*]通訊作者，wyliu@nchu.edu.tw

摘要

隨著都市化與氣候變遷加劇，都市林在提供降溫、空氣淨化、碳匯及遊憩等生態系統服務(Ecosystem Services, ES)的同時，亦可能衍生根系與基礎設施衝突、病媒孳生及植栽維護等生態系統損害(Ecosystem Disservices, EDS)。然而，現行都市林管理多依賴人工巡檢與災後處置，缺乏具空間差異且可量化之 EDS 評估工具。本研究以臺北市大安森林公園為示範樣區，整合高解析度航空影像與臺北市政府官方樹木清冊，針對 5,005 株樹木建立 EDS 潛在風險量化架構。依據 139 種喬灌木之植物學特徵建立係數矩陣，並以相對胸徑(DBHnorm)進行尺度標準化，建構根系衝突風險指數(Rconflict)、病媒風險等級(Rmos)及都市髒亂感指數(Mburden)，分別評估樹木對硬鋪面與都市設施之潛在衝突、病媒蚊孳生環境形成潛力，以及果實與季節性落葉造成之維護負擔。結果顯示，Rconflict 平均值為 0.39，高值主要分布於公園邊界及主要硬鋪面步道兩側；Rmos 平均值為 0.36，部分區域呈現群聚分布；Mburden 高值則集中於具高果實髒亂度及大量季節性落葉特徵之樹種。綜合 EDS 潛在負擔第 95 百分位數為 0.525，且高值個體多為大型榕樹。另根系衝突風險與病媒風險呈高度正相關。本研究進一步以 Python 進行批次空間運算，並建置 Web-GIS 漸進式網頁應用程式(PWA)，提供風險圖層切換、單株資訊查詢、GPS 定位及離線空間檢索功能。研究成果將樹木植物學特徵轉化為具空間屬性之 EDS 潛在風險資訊，建立由個體評估、空間辨識至管理決策支援之流程，可作為都市林差異化巡檢與維護資源配置之參考。

蕨類葉型形態偏好在都市環境設計之應用

傅玲[1]、陳振誠[2]、黃志弘[2]、黃曜謀[3*]

[1] 國立臺北科技大學設計學院博士候選人。106461 台北市大安區仁愛路 3 段 28 號 7 樓之 7。

[2] 國立臺北科技大學建築系教授。106344 台北市大安區忠孝東路三段 1 號

[3*] 農業部林業試驗所特聘研究員。100060 台北市中正區三元街 67 號

[*] 通訊作者，huangym@tfri.gov.tw

摘要

隨著快速都市化與都市熱島效應產生的風險加劇，生物多樣性與健康環境品質已成為都市設計的重要議題。親生命設計強調自然元素與人類感知的連結，但目前建築綠化植物選擇仍多依賴經驗，卻忽略了使用者對植物形態特徵的偏好差異。本研究以親生命理論與環境心理學為基礎，選定臺北市中心之學校作為蕨類示範場域，探討臺灣原生蕨類葉型於都市景觀與建築綠化設計中的應用潛力。研究採橫斷式問卷調查，取得 138 份有效樣本，評估使用者對 20 種由單葉至多回羽狀分裂之臺灣原生蕨類葉型的視覺偏好與環境感知。結果顯示，受試者對原生蕨類整體接受度高，平均滿意度為 3.63 分 (滿分 5 分)；其中，田字草(*Marsilea minuta*，4.23 分)、杯狀蓋骨碎補(*Davallia griffithiana*，4.01 分)及鐵線蕨(*Adiantum capillus-veneris*，4.00 分)獲得最高偏好，而水韭(*Isoëtes taiwanensis*，3.18 分)偏好最低。年齡分析顯示不同世代存在明顯偏好差異，31–40 歲族群整體接受度較高；而占樣本 55.3% 的 20 歲以下年輕族群，對非典型葉型的評分顯著偏低，而偏好具幾何秩序與高細緻度之形態。**可辨識性與適度複雜性可能是影響蕨類葉型視覺偏好的重要形態特徵。**本研究成果可直接應用於都市型建築場域導入生態蕨類葉形型態設計選擇之參考。

都市林與國際機制之探討

劉思妤[1]、廖訓弘[1]、李天裕[2]、吳珮綺[3]、柳婉郁[1*]

[1] 國立中興大學森林學系。402 臺中市南區興大路 145 號。

[2] 國立中興大學森林學系博士後研究員。402 臺中市南區興大路 145 號。

[3] 國立中興大學循環經濟研究學院生物與永續科技碩士學程。540 南投縣南投市光明路 15 號。

[*] 通訊作者，wyliu@nchu.edu.tw

摘要

在全球氣候變遷與都市化擴張的衝擊下，都市綠地已由單純的休閒遊憩空間，轉化為維持都市韌性(Urban Resilience, UR)與提供生態系統服務(Ecosystem Services, ES)的重要自然資本。引導民間企業資源投入都市公園之生態保育，已成為公私協力的重要主軸。本研究旨在探討高雄市都市公園之生物多樣性保育與企業認養機制，並評估企業資源導入自然資本管理之成效與發展潛力。研究以高雄果嶺自然公園與凹子底森林公園為實證場域，運用聯合國政府間氣候變遷專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)之碳儲量轉換公式及生態基線調查，針對現存碳匯、新植造林潛力與多層次棲地營造效益進行評估。結果顯示，高雄果嶺自然公園現有林木累積二氧化碳儲量達 6,455.46 公噸，每年可吸存 239.54 至 482.08 公噸二氧化碳；若於草生地補植原生樹種將能進一步提升碳吸存量，在生物多樣性方面單純增加樹木或人工設施助益有限，必須藉由適地適木之複層林配置、保留枯立木微棲地及營造無光害水域(如黃緣螢棲地)，方能建立穩固的生態食物網。傳統捐款植樹模式已難以滿足長期保育需求，必須轉型為結合生態調查、長期監測與生態教育的自然資本共同治理模式。未來政策應建立標準化的生態與碳匯盤點制度，依據環境特性引導資源精準投入，確保企業參與能產生長期且可量化之生態效益，進而強化都市氣候調適能力與永續發展。

利用無人機光達鄰域結構探討亞高山玉山箭竹地上部碳儲量的空間變異

潘孝隆[1]、黃倬英[2*]

[1] 農業部林業試驗所森林保護組。100 台北市中正區三元街 67 號。

[2] 國立臺灣大學地理環境資源學系。106 台北市大安區羅斯福路四段 1 號。

[*] 通訊作者，choying@ntu.edu.tw

摘要

玉山箭竹（Yushania niitakayamensis）於臺灣中高海拔地區形成大面積且連續的優勢植被，其地上部碳儲量除受地形與環境暴露影響外，也可能與植被鄰域的空間結構有關。本研究利用無人機光達資料建立局部結構連續性（local structural coherence, LSC），描述各位置垂直植被剖面與鄰近植被的相似程度，並結合地上部碳儲量、太陽輻射及風量資料，評估太陽與風等環境暴露與植被鄰域結構對碳儲量空間變異的相對貢獻。空間模型結果顯示，僅考慮環境暴露時可解釋 4.1%的變異，加入 LSC 後提高至 7.7%，且高 LSC 區域具有較高的預測碳儲量。進一步納入太陽輻射與 LSC 的交互作用後，模型解釋率為 8.6%；太陽輻射與碳儲量的正向關聯主要出現在高 LSC 區域，而低 LSC 區域未呈現明確趨勢，但空間區塊交叉驗證的預測能力未進一步提升。結果顯示，除地形衍生的環境暴露外，鄰域三維結構可提供傳統高度或覆蓋度指標以外的植被資訊，並有助於描述連續無性繁殖之植物地景的碳儲量空間異質性。

國內大型企業森林相關活動與碳匯參與現況：2023 年永續報告書內容分析

王培蓉[1*]、呂文馨[2]

[1] 農業部林業試驗所技術服務組。100051 台北市中正區南海路 60 號。

[2] 農業部林業試驗所技術服務組。100051 台北市中正區南海路 60 號。

[*] 通訊作者，pjwang@tfri.gov.tw

摘要

在淨零排放、碳權及企業 ESG 趨勢下，企業投入造林與森林碳匯等減碳行動日益增加。本研究旨在掌握國內大型企業參與森林相關活動之現況，並評估其未來發展潛力。故以國內前 500 大公司為研究對象，蒐集 2023 年永續報告書、實收資本額及產業類別等資料，最終取得 287 家公司之相關資訊，據以分析企業森林活動之參與情形及投入特徵。研究結果發現共有 115 家公司(40%)曾參與森林相關活動，其中 91 家(79%)投入植樹造林，林地撫育及都市樹木養護各 23 家(20%)，參與森林碳匯事務者僅 8 家(7%)。在投入造林之企業中，造林面積超過 10 公頃者有 18 家(20%)、2 至 10 公頃者 18 家(20%)、2 公頃以下者 32 家(35%)，另有 23 家(25%)未揭露造林面積。進一步分析，實收資本額較高之企業，其森林活動參與率相對較高；參與企業則以金融保險業及電子業最多，各 36 家(31%)。由此可見，國內大型企業已具一定森林事務參與基礎，部分企業亦展現大規模造林之投入意願。然而，企業參與森林碳匯事務之比例仍低，整體尚處於發展階段。未來宜透過政策誘因、資訊揭露及碳匯標準化等機制，促進企業投入森林碳匯及相關產業，擴大森林減碳與環境永續效益。

VI .海報發表-林產組

「115 年森林資源永續發展研討會」學術論文發表-海報

組別：林產組

發表地點：**森林 1 館 1 樓 V101 教室**

評審日期	序號	發表編號	題目	作者
10 月 22 日 (星期四) 12:40-14:00	1	P101-1	Effects of Kaolin Additive on the Gasification of Miscanthus in a Fluidized Bed	Keng-Tung Wu, Hsin Chen, Chia-Ju Tsai, Chao-Huang Chen
	2	P101-2	Research on Carbon Footprint Verification (CFV) for Domestic Bamboo Building Materials: A Case Study of the Moso Bamboo Laminated Flooring	Chia-Ju Lee, Ming-Jer Tsai, Min-Jie Chuang
	3	P101-3	不同地區臺灣山茶兒茶素組成與化學多態性之研究	周宏祈、王介鼎、張芳志、陳勇至、吳志鴻
	4	P101-4	Optimization of CO_2 Laser Engraving Process Parameters for Taiwania cryptomerioides	Kuang-Ping Hsu, Cheng-Jung Lin, Ping-Hsun Peng, Po-Heng Lin
	5	P101-5	Evaluation of Mechanical Properties of Kandelia obovata Wood Using Drilling Resistance	Cheng-Jung Lin, Ping-Hsun Peng, Po-Heng Lin
	6	P101-6	Investigation of Risk Perception Discrepancies among Visual Tree Assessors	Cheng-Jung Lin, Ping-Hsun Peng, Po-Heng Lin
	7	P101-7	月桃葉來源之細胞外囊泡可透過增強粒線體生合成和皮膚屏障功能，來緩解 UVB 誘導的光老化	徐蓁蓉、王升陽
	8	P101-8	臺灣東北部月桃屬植物葉部萃取物之成分及生物活性初評	董孟翾、許富蘭、陳芬蕙、張伶、莊凱稀、張資正
	9	P101-9	大葉桃花心木各部位抽出物抗氧化活性之評估	鄭森松、陳盈如、林群雅、莊閔傑
	10	P101-10	木質與天然纖維生物複合材料應用於太空碎片減緩之證據基礎、限制與規模化可行性	陶宏宇、魏銘延
	11	P101-11	國產臺灣杉等級區分材之耐候特性	李志璇、孫銘源、朱榮三、林志憲、楊德新
	12	P102-1	桂竹竹稈徑向維管束分布及基本性質之研究	吳玉婷、陳宥慈、羅盛峰
	13	P102-2	行道樹修枝材之化學組成與造紙應用潛力研究	李芷玲、劉姿廷、楊宣庭、蘇昱甄、鄭雪玲、吳東霖
	14	P102-3	樟樹萃取物製備環保抑制劑之研究	邱玟綺、吳東霖、林建宗
	15	P102-4	蒸爆木質素於貓砂及木材防腐藥劑配方之初探討	李禹陞、郭佩鈺

備註： 1. 請發表人於 10 月 22 日 12:00 前依分組及編號，張貼於會場指定之展示板，每篇以 A0 一幅能容納為限。

2. 海報發表之評審時間為 10 月 22 日 12:40-14:00，請各海報發表人於此時間接受評審委員之評審。

3. 海報展至 10 月 22 日下午 5 時，請發表人於 10 月 22 日下午 5 時前撤展，若超過撤展時間未撤除，將由主辦單位逕行處理。

4. 編號 P101 為教師、研究人員組；P102 研究生組。

「115 年森林資源永續發展研討會」學術論文發表-海報

組別：林產組

發表地點：**森林 1 館 1 樓 V101 教室**

評審日期	序號	發表編號	題目	作者
10 月 22 日 (星期四) 12:40-14:00	16	P102-5	桂竹合板製備及基礎性質探討	李紀緯、羅盛峰
	17	P102-6	黃連木葉部精油對阿茲海默症相關生物活性探討	林佳蓁、黃琪雅、周儒筠、廖永豐、張惠婷
	18	P102-7	龍柏葉部精油之四季化學成分、揮發性成分組成探討	林冠廷、黃孮瑄、林佳蓁、張惠婷
	19	P102-8	臺灣國產材精油薰蒸抑制褐根病菌效果之初探	錢俊熙、鄭森松、林群雅
	20	P102-9	竹材作為太空包培養基質對菇類生長的影響	胡皓鈞、羅盛峰
	21	P102-10	香蕉假莖纖維手抄紙培育菌絲皮革之研究	葉玲瑜、涂庭瑋、林宜萱、李汶蔚、夏滄琪
	22	P102-11	臺灣真柏葉部萃取物之防曬效能初探	張伶、張資正
	23	P102-12	桂竹剩餘資材之防曬利用潛力初探	莊凱稀、張資正
	24	P102-13	竹齡和竹桿高度對三種叢生竹之密度與抗彎性質之影響	李益全、李佳如、楊登鈞、莊閔傑
	25	P102-14	熱蒸氣處理對臺灣櫸木彎曲成形性能之影響	郭怡均、張家偉、劉素玲
	26	P102-15	不同交聯程度聚醋酸乙烯酯對臺灣櫸木膠合板之彎曲性能影響	陸沛安、劉素玲、張家偉
	27	P102-16	當代生活產品之國產材設計應用研究以療癒系薰香座為例	黃松智、楊德新
	28	P102-17	透明木材阻擋藍光對眼球細胞之影響	葉厚辰、郭佩鈺
	29	P102-18	不同前處理與熱壓條件對緻密化孟宗竹物理性質、微觀結構及力學性能之影響	甄彥菁、張豐丞

備註： 1. 請發表人於 10 月 22 日 12:00 前依分組及編號，張貼於會場指定之展示板，每篇以 A0 一幅能容納為限。

2. 海報發表之評審時間為 10 月 22 日 12:40-14:00，請各海報發表人於此時間接受評審委員之評審。

3. 海報展至 10 月 22 日下午 5 時，請發表人於 10 月 22 日下午 5 時前撤展，若超過撤展時間未撤除，將由主辦單位逕行處理。

4. 編號 P101 為教師、研究人員組；P102 研究生組。

Effects of Kaolin Additive on the Gasification of Miscanthus in a Fluidized Bed

Keng-Tung Wu[1,*], Hsin Chen[1], Chia-Ju Tsai[1], and Chao-Huang Chen[2]

[1] Department of Forestry, National Chung Hsing University, Taichung 402, Taiwan

[2] Materials and Chemical Research Laboratories, Industrial Technology Research Institute, Hsinchu 310, Taiwan

[*] Corresponding Author, wukt@nchu.edu.tw

Abstract

This study investigated air gasification of miscanthus in a 30 kWth bubbling fluidized-bed gasifier to determine the effects of air equivalence ratio (ER) and gasification temperature on syngas characteristics and bed-material agglomeration, and to identify suitable operating conditions. Gasification experiments were conducted at 700, 800, and 900°C with ER values of 0.2, 0.3, and 0.4. In addition, under the conditions of 800°C and ER = 0.3, calcined kaolin was used to replace 10% of the bed sand, and the extent of agglomeration was compared with that of the control group. The results showed that increasing gasification temperature increased the concentrations of hydrogen and carbon monoxide while decreasing carbon dioxide. Lower ER values enhanced the yields of hydrogen, carbon monoxide, and methane, whereas ethane and ethylene tended to decrease as temperature and ER increased. Replacing 10% of the bed sand with kaolin alleviated bed agglomeration and improved gasification performance. These results demonstrate that controlling temperature and ER, together with the use of kaolin as a bed additive, can improve syngas quality and operational stability during fluidized-bed gasification of miscanthus.

Research on Carbon Footprint Verification (CFV) for Domestic Bamboo Building Materials: A Case Study of the Moso Bamboo Laminated Flooring

Chia-Ju Lee[1], Ming-Jer Tsai[2], Min-Jie Chuang[1*]

[1] : Experimental Forest, National Taiwan University

[2] : School of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University

[*] Corresponding author; r90625001@ntu.edu.tw

Abstract:

This study aims to establish a carbon footprint verification (CFV) methodology for bamboo building materials and quantify the primary material carbon emission data of domestic bamboo. It further evaluates the carbon reduction benefits of bamboo by comparing it with other building materials. First, following the quantification principles of ISO 14067 (2018) for product carbon footprints, a "cradle-to-site" carbon footprint inventory method for domestic bamboo building materials was established. Taking the processing of moso bamboo (*Phyllostachys edulis*) culms as the target of the CFV. Results indicated that laminated bamboo flooring generates 2,386 kg CO_2e/100 M^2 of carbon emissions, which is 937 kg CO_2e (or 28.2%) less than polished porcelain tile at 3,323 kg CO_2e/100 M^2. These findings highlight the potential of bamboo as a low-carbon alternative to conventional flooring materials.

不同地區臺灣山茶兒茶素組成與化學多態性之研究

周宏祈[1,2]、王介鼎[2]、張芳志[2]、陳勇至[2]、吳志鴻[1*]

[1] 國立中興大學森林學系。402202 臺中市南區興大路 145 號。

[2] 國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處。557004 南投縣竹山鎮前山路一段 12 號。

[*] 通訊作者，電子信箱: eric@nchu.edu.tw

摘要

臺灣山茶(*Camellia formosensis*)為臺灣特有原生茶樹，具有種原保存及林下經濟利用潛力。本研究旨在探討不同地區臺灣山茶兒茶素組成及化學多態性，於南投田底、雙龍、眉原山、嘉義巃頭山、高雄桃源及臺東永康山等 6 個地區，各選定 5 株樣木，採一芽二葉新梢，以高效能液相層析儀(high-performance liquid chromatography, HPLC)分析 8 種主要兒茶素及咖啡因，並以單因子變異數分析、兩階段集群分析(two-step cluster analysis)及主成分分析(principal component analysis, PCA)探討不同地區間化學組成差異。結果顯示，各地區兒茶素組成及含量存在明顯差異，總兒茶素含量以巃頭山、田底及永康山較高，桃源最低；酯型兒茶素比例以眉原山最高、田底最低，永康山沒食子兒茶素(gallocatechin, GC)含量則顯著高於其他地區。兩階段集群分析將樣株分為高總兒茶素型、低總兒茶素型及高 GC 型 3 類，其中高總兒茶素型主要分布於田底與巃頭山，低總兒茶素型主要集中於桃源，而高 GC 型僅見於永康山。主成分分析結果顯示，不同地區樣株之兒茶素與咖啡因組成具有差異，且地區內個體間亦呈現化學多態性。綜合分群與主成分分析結果，臺灣山茶不同地區樣株具有特定的化學組成特徵，可作為臺灣山茶種原保存、優良單株選拔及功能性產品開發之參考。

Optimization of CO_2 Laser Engraving Process Parameters for *Taiwania cryptomerioides*

Kuang-Ping Hsu [1], Cheng-Jung Lin [2, *], Ping-Hsun Peng [3], and Po-Heng Lin [4]

[1] Forest Products Utilization Division, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei 10066, Taiwan; serpjhsu@tfri.gov.tw

[2] Forest Products Utilization Division, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei 10066, Taiwan; zzlin@tfri.gov.tw

[3] Chiayi Research Center, Taiwan Forestry Research Institute, Chiayi 60081, Taiwan; bspeng@tfri.gov.tw

[4] Forest Products Utilization Division, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei 10066, Taiwan; afarmer@ tfri.gov.tw

[*] [*] Corresponding Author, zzlin@tfri.gov.tw; Tel.: +886-0223039978 (ext. 2604)

Abstract

This study investigated the effects of feed speed (V10–V100) and laser power (P10–P100) on the engraving depth of Taiwania cryptomerioides using a CO2 laser. Based on 300 test samples, two-way ANOVA confirmed that feed speed, laser power, and their interaction were all highly significant ($p < 0.001$), with speed being the dominant factor ($F = 516.22$, carrying 2.33 times the weight of power). Response Surface Methodology (RSM) showed that a quadratic polynomial model provided the best fit (Adj-$R^2 = 0.806$), successfully capturing nonlinear behaviors such as optical shielding and thermal decomposition saturation. Additionally, the composite energy density index (P/V) demonstrated a strong linear correlation with depth ($R^2 = 0.925$). These insights led to the establishment of three process zones—"Precision Machining," "General Production," and "High-Efficiency Deep Engraving"—creating a standardized parameter map for industrial application.

Evaluation of Mechanical Properties of *Kandelia obovata* Wood Using Drilling Resistance

Cheng-Jung Lin [1, *], Ping-Hsun Peng [2], and Po-Heng Lin [3]

[1] Forest Products Utilization Division, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei 10066, Taiwan; zzlin@tfri.gov.tw

[2] Chiayi Research Center, Taiwan Forestry Research Institute, Chiayi 60081, Taiwan; bspeng@tfri.gov.tw

[3] Forest Products Utilization Division, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei 10066, Taiwan; afarmer@ tfri.gov.tw

[*] Corresponding Author, zzlin@tfri.gov.tw; Tel.: +886-0223039978 (ext. 2604)

Abstract

This study applied drilling resistance technology to evaluate the wood properties and decode the growth history of *Kandelia obovata*. The results showed that the mean drilling resistance was extremely significantly and positively correlated with wood density and modulus of rupture (MOR), with the predictive power decreasing in the order of wood density > MOR > modulus of elasticity (MOE). This study first discovered that the resistance profile exhibited a "trough control dominance," in which the minimum drilling resistance (Rmin) comprehensively outperformed the maximum resistance (Rmax) in predicting wood properties, confirming that the structural soundness of the wood is substantially governed by the low-density matrix. Although the radial correlations generally weakened in full discs due to the spatial heterogeneity of natural tissues, the cross-scale law of utilizing Rmin to predict Rmean resistance remains valid. The radial fluctuations of the disc profiles can be scientifically classified into three major categories: high-low variation, gentle fluctuation, and localized variation types, digitally decoding the dynamic evolutionary resilience of *Kandelia obovata* in balancing mechanical safety and physiological stress tolerance.

Investigation of Risk Perception Discrepancies among Visual Tree Assessors

Cheng-Jung Lin [1, *], Ping-Hsun Peng [2], and Po-Heng Lin [3]

[1] Forest Products Utilization Division, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei 10066, Taiwan; zzlin@tfri.gov.tw

[2] Chiayi Research Center, Taiwan Forestry Research Institute, Chiayi 60081, Taiwan; bspeng@tfri.gov.tw

[3] Forest Products Utilization Division, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei 10066, Taiwan; afarmer@ tfri.gov.tw

[*] * Corresponding Author, zzlin@tfri.gov.tw; Tel.: +886-0223039978 (ext. 2604)

Abstract

This study evaluated the 22 indicators of the Visual Tree Assessment (VTA) method through field evaluations of 30 *Formosan sweetgum* trees by five independent groups. Results showed that all single-measure Intraclass Correlation Coefficient (ICC) values fell below 0.50, indicating poor reliability, with half of the indicators exhibiting significant systematic bias. The findings revealed a paradox: macro-level consensus on relative risk rankings coexisted with micro-level divergence in individual tree evaluations. Assessors polarized into high, moderate, and low risk-perception groups, showing extreme binary outcomes—complete detection versus total omission—for hidden and environmental indicators. This confirms that ambiguous textual descriptions allow individual subjective risk tolerance to distort reality, undermining reproducibility. Consequently, this study proposed transforming assessment indicators into de-textualized, geometrically quantified metrics and mandating pre-deployment dynamic field calibrations to enhance safety management precision in urban forestry.

月桃葉來源之細胞外囊泡可透過增強粒線體生合成和皮膚屏障功能，來緩解 UVB 誘導的光老化

徐蕙蓉[1]、王升陽[2,3*]

[1] 國立中興大學森林學系博士後研究員。40227 台中市南區興大路 145 號。

[2] 國立中興大學森林學系終身特聘教授兼循環經濟研究學院院長。40227 台中市南區興大路 145 號。

[3] 中央研究院生物農業科技研究中心研究員。115201 台北市南港區研究院路二段 128 號

[*] 通訊作者，taiwanfir@dragon.nchu.edu.tw

摘要

紫外線 B (UVB) 輻射是導致皮膚光老化的主要原因之一，其作用機制包括氧化壓力、粒線體功能障礙和皮膚屏障破壞。植物來源細胞外囊泡(plant-derived extracellular vesicles，PDEVs)為生物活性的奈米載體，具有傳遞生物活性物質之潛力。月桃(*Alpinia zerumbet*)為薑科植物，在臺灣及沖繩等地具有傳統食用與民族植物學利用價值，其中月桃葉富含黃酮類、萜類及多酚類化合物，具有抗氧化、抗發炎及抗老化活性，惟其葉片來源胞外囊泡之生物活性及應用仍缺乏研究。本研究旨在探討月桃葉來源之細胞外囊泡(AZEVs)對 UVB 誘導的 HaCaT 人類角質形成細胞光老化的保護作用。首先分析 AZEVs 之基本特性，並以 UVB 建立細胞光老化模型，評估細胞存活率、活性氧(reactive oxygen species，ROS)、粒線體膜電位及三磷酸腺苷(adenosine triphosphate，ATP)含量，同時分析粒線體生合成及緊密連結相關蛋白之表現，並進行 miRNA 分析。結果顯示，AZEVs 平均粒徑約 150 nm，具有典型細胞外囊泡特徵，可提升 UVB 照射後細胞存活率、降低 ROS 生成，並恢復粒線體膜電位及 ATP 含量；同時上調 SIRT1、PGC-1α、Nrf2 及 *p*-AMPK/AMPK 等粒線體生合成相關蛋白，並增加 ZO-1、occludin 及 claudin-3 之緊密連接蛋白表達，改善皮膚屏障功能。此外，AZEVs 富含 miR166、miR159、miR156 及 novel_1 等 miRNA，其預測標的與氧化還原及能量代謝相關。綜上所述，AZEVs 可藉由改善粒線體功能、降低氧化壓力及維持皮膚屏障，減緩 UVB 所造成之細胞損傷，顯示其於天然植物資源抗光老化及皮膚修復應用之潛力。

關鍵詞：月桃、細胞外囊泡、紫外線 B (UVB)、粒線體生合成、三磷酸腺苷、緊密連接蛋白

臺灣東北部月桃屬植物葉部萃取物之成分及生物活性初評

董孟翾[1]、許富蘭[2]、陳芬蕙[3]、張伶[1]、莊凱稀[1]、張資正[1,*]

[1] 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系。260 宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。
[2] 農業部林業試驗所太麻里研究中心。963 臺東縣太麻里鄉大王村橋頭 6 號。
[3] 農業部林業試驗所育林組。100 臺北市中正區南海路 53 號。
[*] 通訊作者，tcchang@ems.niu.edu.tw

摘要

月桃屬(*Alpinia*)植物具有編織、包裹食物之傳統用途，兼具生活應用及文化傳承價值，近年來更是往保養品、清潔用品、食藥用及飲料作物應用方面拓展其經濟價值。然而，臺灣的月桃種類繁多，各類月桃間的成分及功效差異尚待釐清；因此，本研究初步探討宜蘭地區可見月桃之成分與生物活性，評估其作為特用林產物之潛力。本研究以甲醇/丙酮混合溶液萃取臺灣東北部可見月桃之葉部，分析總酚類與總黃酮類化合物含量，並評估抗氧化能力、醣質代謝調控能力及防曬能力。研究結果顯示，除烏來月桃(*A. uraiensis*)外，其他月桃葉部皆具有較高之總酚類化合物含量，其自由基清除能力亦較佳，各月桃的黃酮類含量則有較大差異。進一步分析發現，宜蘭月桃(*A. ×ilanensis*)、普萊氏月桃(*A. pricei*)及角板山月桃(*A. ×mesanthera*)具有較佳的抑制澱粉酶活性能力，而防曬能力則以角板山月桃、普萊氏月桃及烏來月桃較佳。由上述結果得知，不同月桃材料之成分與生物活性表現差異甚大，可依其成分或活性特徵進一步探討其在保健或妝品應用之可行性，期能拓展月桃屬植物之多元利用，提升其作為特用林產物之價值。

關鍵字：月桃、抗氧化、醣質代謝、防曬、特用植物

大葉桃花心木各部位抽出物抗氧化活性之評估

鄭森松[1,2*]、陳盈如[3]、林群雅[4]、莊閔傑[1]

[1] 國立臺灣大學實驗林管理處。55750 南投縣竹山鎮前山路一段 12 號。
[2] 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。
[3] 農業部林業試驗所林產利用組。10067 臺北市中正區南海路 53 號。
[4] 國立嘉義大學木質材料與設計學系。60004 嘉義市東區鹿寮里學府路 300 號。
[*] 通訊作者，sscheng@ntu.edu.tw

摘要

大葉桃花心木 (*Swietenia macrophylla*) 在分類隸屬楝科 (Meliaceae) 桃花心木屬 (*Swietenia* spp.)，為多年生落葉喬木，原產於中南美洲，因其生長迅速且形質優，已廣泛引進至臺灣中南部低海拔地區進行造林與綠美化。其心材具質地堅硬，紅棕色澤與絲綢般光澤等優良木材性質，為世界著名之高級用材，廣泛應用於家具、造船、建築及車輛裝飾材料等。文獻指出，大葉桃花心木之果實、種子、花、葉子及樹皮具有抗菌、抗發炎、抗氧化、抗誘變、抗癌、抗腫瘤和抗糖尿病等多元化生物活性。然而，過去針對其材部 (心材和邊材) 及樹皮抽出物之生物活性則較少被探討，為了全面提升林產副產物的附加價值，本研究團隊深入探討過去較少被注意的心材、邊材與樹皮，利用不同極性溶劑(正己烷與甲醇)萃取其活性成分，並進行全面的抗氧化能力評估，包含 DPPH 自由基清除試驗和總抗氧化能力試驗，並測定其總酚類和總黃酮類化合物含量。試驗結果顯示，大葉桃花心木各部位甲醇抽出物在 DPPH 自由基清除能力和總抗氧化能力上，均顯著優於正己烷抽出物。其中，以心材和樹皮甲醇抽出物抗氧化活性最佳，其清除 DPPH 自由基之 IC_{50} 值分別為 3.89 μg/mL 和 3.76 μg/mL；在濃度 0.5 mg/mL 下，兩者之總抗氧化能力分別為 4.68 mM of trolox 和 3.25 mM of trolox。至於總酚類和總黃酮類化合物含量方面，心材甲醇抽出物之總酚類化合物含量最高，其含量為 379.30 mg GAE/g；邊材甲醇抽出物之總黃酮類化合物含量最高，其含量分別為 11.42 mg QE/g 和 13.51 mg RE/g。相較之下，正己烷抽出物於各項含量皆無法測得。本研究證實，大葉桃花心木心材和樹皮甲醇抽出物富含抗氧化活性物質，具備極高潛力開發為天然抗氧化產品。

木質與天然纖維生物複合材料應用於太空碎片減緩之證據基礎、限制與規模化可行性

陶宏宇[1]、魏銘延[2*]

[1.] 台中市私立弘文高級中學。427 臺中市潭子區弘文街 100 號

[2.] 國家太空中心。300091 新竹市東區展業一路 9 號 8 樓

[*] 魏銘延，mingyenwei@tasa.org.tw

摘要

隨著低軌衛星數量激增，金屬衛星除役再入燃燒生成的氧化鋁微粒，存在有催化平流層臭氧分解之疑慮。2025 年 2 月，德國以共振螢光光達高空偵測到失控再入之獵鷹 9 號火箭鋰蒸氣雲，直接證實再入污染的議題存在；同年 1 月，更有 120 顆星鏈衛星發生再入燃燒，凸顯了傳統鋁合金結構於太空碎片治理上之局限性。本研究審視並提出了以木質生物複合材料做為替代方案的可行性。一般木質材料主要成分為碳、氫、氧，再入時能較完全燃燒為水與二氧化碳。京都大學「LignoSat」於地面真空與 2024 年在軌部署約 116 天展現熱穩定性；國際太空站曝露實驗證實硬木於太空劣化極微；質子輻射測試的結果，則顯示出高密度木種屏蔽效能媲美鋁材，可減輕 14%~34%質量。應用於大型衛星時，木質基材的天然多孔結構與細胞壁黏彈性，賦予其遠高於金屬之固有阻尼比，能有效吸收發射過程之過載振動與高頻分離衝擊(Pyroshock)，保護內部精密科學酬載。惟現行環氧樹脂仍屬石化來源，複合材料現階段貢獻主要在於減重、輻射衰減與動態減震，全材料潔淨燃燒仍待生物基樹脂開發。本研究嘗試系統性評估木質複合材料應用於大型衛星之可行性。此外，我們也彙整了原木、竹材和生物複合材料的抗彎彈性模數(modulus of elasticity, MOE)，可用於大型衛星結構設計時的物理特性參考。

國產臺灣杉等級區分材之耐候特性

李志璇[1]、孫銘源[1]、朱榮三[1]、林志憲[1]、楊德新[2*]

[1] 林業試驗所六龜研究中心。844005 高雄市六龜區中庄 198 號。

[2] 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，電子信箱 tehsinyang@dragon.nchu.edu.tw

摘要

因應全球淨零碳排與低碳材料發展趨勢，提升國產材利用率與建立工程木材基礎資料已成為國內林產利用重要課題。臺灣杉(*Taiwania cryptomerioides*)具生長快速、材積大與加工性佳等特性，具備作為國產工程木材之潛力，然而目前國內仍缺乏其戶外耐候與長期使用性能之基礎資料，亦為限制國產材工程化與戶外應用推廣之重要因素。本研究使用六龜地區不同林班約 45 年生臺灣杉國產材，利用電腦數位控制機台進行表面加工，透過機械等級區分與 CNC 加工降低木材天然變異性，比較不同林班與不同厚度試材於戶外耐候與加速耐候環境下之力學與表面性質變化，建立國產臺灣杉工程木材之耐候劣化基礎資料，作為後續工程應用與耐久性評估之參考。試材以機械等級區分，透過表面性質如色差、粗糙度及硬度為指標，比較戶外耐候試驗時間為 28、48、120 及 240 天；QUV 加速耐候試驗則為 200、400、600、800 及 1,000 hr 之劣化結果。臺灣杉經機械等級區分與 CNC 加工後，有效提升試材均勻性與耐候試驗穩定性。耐候劣化主要集中於木材表層，其中 4 mm 試材受影響最為明顯，而 8 mm 以上試材仍保有相對穩定之力學性質，顯示臺灣杉具備作為國產工程木材與戶外應用材料之潛力。加速耐候試驗與戶外耐候結果具有相似趨勢，可作為國產材耐候評估之有效方法。

桂竹竹稈徑向維管束分布及基本性質之研究

吳玉婷[1]、陳宥慈[1]、羅盛峰[1*]

[1] 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系。260 宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。

[*] 通訊作者，sflo@niu.edu.tw

摘要

竹材因生長快速、無性繁殖與可再生等優點，廣泛應用於日用品及建築用材，為臺灣重要之天然資源。為了解維管束(Vascular bundle)分布如何影響竹材性質，因此本研究以桂竹(*Phyllostachys makinoi*)為材料，探討竹稈不同徑向分層間維管束分布與密度之關係。材料取自桃園市復興區 3 年生以上桂竹，將竹材沿徑向由竹青至竹黃平均分為外層、中層及內層三等分。透過顯微鏡影像拍攝及 ImageJ 影像分析軟體，量化橫斷面維管束面積占比。結果顯示，竹稈外徑與厚度皆隨高度增加而下降。各層平均維管束面積占比為，外層 52.18%、中層 45.83%、內層 34.49%，具有明顯梯度變化，且單因子變異數分析(ANOVA)具顯著差異。各層平均絕乾密度亦呈相同趨勢，外層 0.96g/cm³，中層 0.65g/cm³，內層 0.58g/cm³。顯示桂竹在徑向方向具有明顯外密內疏之結構。

行道樹修枝材之化學組成與造紙應用潛力研究

李芷玲[1]、劉姿廷[2]、楊宣庭[2]、蘇昱甄[2]、鄭雪玲[3]、吳東霖[2*]

[1] 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。

[2] 國立屏東科技大學木材科學與設計系。91201 屏東縣內埔鄉學府路 1 號。

[3] 國立屏東科技大學生物科技系。91201 屏東縣內埔鄉學府路 1 號。

[*] 通訊作者，tony.npust@gmail.com

摘要

都市行道樹於例行修剪過程中會產生大量修枝材，若缺乏適當去化與再利用，將增加廢棄物處理負擔。為拓展行道樹修枝材循環利用，本研究以未經樹種分選之混合行道樹修枝材為原料，試材經粉碎並篩選至 40～60 mesh 後，依 CNS 相關標準分析其化學組成，並評估造紙應用潛力。結果顯示，含水率為 8.9% ± 0.6%；灰分為 2.47% ± 0.35%；冷水萃取物為 2.8% ± 0.4%；熱水萃取物為 4.6% ± 1.6%；1%氫氧化鈉萃取物為 19.2%± 2.1%；全纖維素含量為 75.7%± 2.9%；酸不溶性木質素含量為 31.2% ± 3.2%。1%氫氧化鈉萃取結果顯示部分易溶性成分可能於鹼處理時溶出，進而影響紙漿收率。全纖維素含量顯示其具造紙纖維原料潛力，惟木質素含量可能影響脫木質素效率，製漿時需適當調整鹼處理條件。後續將以鹼處理結合機械解纖製備紙漿，經平篩後測定加拿大標準游離度，以評估紙漿排水性，並抄製紙張，測定基重、抗張強度、頂破裂強度、耐折度及吸水性；另以回收辦公用紙漿(Old Office paper pulp，OOP)、回收瓦楞紙箱漿(Old corrugated container pulp，OCC)所製紙張及市售 A4 紙張為比較材料，探討紙漿來源與游離度對紙張性質之影響，並評估其應用於再生包裝紙、紙袋用紙及紙板之潛力，以提升行道樹修枝材循環利用價值。

樟樹萃取物製備環保抑制劑之研究

邱玟綺[1]、吳東霖[1*]、林建宗[1]

[1] 國立屏東科技大學木材科學與設計系。91201 屏東縣內埔鄉學府路 1 號。

[*] 通訊作者，tony.npust@gmail.com

摘要

化學除草劑長期使用可能造成環境污染、農藥殘留及雜草抗藥性等問題，因此本研究以臺灣本土樟樹精油作為天然植物抑制劑，探討本樟(*Cinnamomum camphora* subsp. *formosana* var. *oxidentalis* subvar. *eucamphor*)與芳樟(*Cinnamomum camphora* subsp. *formosana* var. *oxidentalis* subvar. *linaloola*)精油對植物種子萌發之抑制效果。以樟樹枝葉萃取精油，利用氣相層析質譜儀(GC-MS)分析化學成分，並以不同濃度精油處理菊苣(*Cichorium intybus*)、牛筋草(*Eleusine indica*)及鼠尾草(*Salvia japonica*)種子，測定發芽率、發芽勢及澱粉酶活性。結果顯示，本樟精油主要成分為樟腦(Camphor)，芳樟精油主要成分為芳樟醇(Linalool)。兩種精油皆具有種子萌發抑制效果；本樟精油對牛筋草及鼠尾草於 0.1 μL/mL 可完全抑制發芽，對菊苣則於 1.5～2.0 μL/mL 抑制效果較為明顯；芳樟精油則於 3.0 μL/mL 以上可完全抑制三種植物發芽。澱粉酶活性分析顯示，本樟精油處理下各物種之酵素活性變動幅度較小，呈現相對平穩的反應；芳樟精油對不同植物則展現出較顯著的濃度區間差異，在 2.0～2.5 μL/mL 處理鼠尾草時，其澱粉酶活性出現明顯下降趨勢(0.017～0.010 Unit/mg)。綜合結果顯示，本樟與芳樟精油皆具有植物萌發抑制能力，且不同植物對精油濃度呈現差異性反應。

蒸爆木質素於貓砂及木材防腐藥劑配方之初探討

李禹陞[1]、郭佩鈺[1*]

[1] 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系。260007 宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。

[*] 通訊作者：郭佩鈺，pykuo@niu.edu.tw

摘要

木質素富含芳香族結構，具抗菌、黏著及氣味吸附潛力，是推動生質經濟與取代石化原料的關鍵。然而，傳統工業常將其視為低價副產物，造成資源浪費。本研究旨在將木質素進行高值化，開發兩項綠色功能性材料：一是作為天然黏結與除臭劑之貓砂；二是作為替代傳統石化酚的木質素酚醛樹脂(Lignin Phenol Formaldehyde Resin, LPF)。首先在貓砂方面，利用木質素的除臭特性，氨氣除臭率隨添加量從未處理的 43.30%、1.3%處理組的 62.57%一路躍升至 2.6%處理組的 82.43%，並兼顧吸水與成型硬度；高效且獨特的除臭機制，不僅突破傳統貓砂範疇，未來更具備應用於各類環境異味控制的龐大潛力。其次在 LPF 樹脂方面，透過 GPC 分子量分析與 DSC 熱學檢測確立最佳配方，成功克服黏度與固化完全度困境，確保機械強度與耐候性能。然而，當前產業面臨缺乏明確規範之困境，更突顯出具體 CNS 標準建議的關鍵重要性。針對貓砂部分，建議增設生質環保寵物用品的「氣味去除率」與「耐久成型硬度」規範，明訂氨氣去除門檻；針對國內當前尚無完善規章的 PF 樹脂，本研究首度提出具體的物理化學指標(包含 pH 值、黏度、固形分與分子量分布)以及 DSC 固化完全度指標，填補了法規空白。藉由建立完善的 CNS 國家標準，不僅能有效引導品質管控與商業化推廣，更能實踐副產物循環利用，大幅降低對石化原料的依賴。

桂竹合板製備及基礎性質探討

李紀緯[1]、羅盛峰[1*]

[1] 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系。260007 宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號

[*] 通訊作者，sflo@niu.edu.tw

摘要

近年因竹產業沒落與竹林缺乏撫育，導致竹林老化與竹材在市場占比竹日漸降低；而竹材具備生長快速、固碳能力強及良好物理強度等特性，是具發展潛力之永續綠建材。本研究希望透過竹材製備裝潢用板材，提高桂竹利用價值及材產業活化。以台灣疏伐桂竹(*Phyllostachys makinoi*)為材料，以製備竹合板(plywood)之可行性及其物理與機械性質探討。試驗材料採用桃園復興區疏伐桂竹，裁切為長度 40 cm 之竹桿後剖製為 8 片，輾壓成細長條，竹材分別進行未處理、水煮 30min 及氫氧化鈉(NaOH)浸泡 30 min 等三種前處理，並在絕乾狀態下浸泡 PF (水膠比 1:1)3 分鐘，之後以 150℃、70 kgf/cm^2 熱壓 20min 製備密度 1.0 g/cm^{3}之合板，並進行基礎性質、機械性質、內聚強度、吸水厚度膨脹率及甲醛釋出量等試驗。後續研究將進一步探討竹材前處理、組合及熱壓等製板條件對竹合板性能之影響，藉由試驗結果建立製板流程並篩選最佳製程條件，以提升桂竹材料產品附加價值，拓展其於室內裝潢板材及永續綠建材領域之應用潛力。

黃連木葉部精油對阿茲海默症相關生物活性探討

林佳蓁[1]、黃琪雅[1]、周儒筠[2]、廖永豐[2,3]、張惠婷[1*]

[1]國立臺灣大學森林環境暨資源學系。106 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號。

[2]中央研究院細胞與個體生物學研究所。115 臺北市南港區中研里研究院路二段 128 號。

[3]國立臺灣大學生命科學系兼任教授。106 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號。

[*]通訊作者，chtchang@ntu.edu.tw

摘要

阿茲海默症 (Alzheimer's disease, AD) 是目前最常見的神經退化性疾病，隨著人口老化速度持續加劇，其患者人數急遽增加，並為造成失智症的重要原因之一。AD 的病理機制和膽鹼性神經傳導 (Cholinergic signaling) 異常及 β 類澱粉蛋白 (Amyloid-β, Aβ) 代謝失衡相關。乙醯膽鹼酯酶(acetylcholinesterase, AChE)負責分解乙醯膽鹼 (Acetylcholine, ACh)，其抑制有助於維持膽鹼性神經傳導，與記憶和認知功能相關；而 γ-secretase 則參與類澱粉前驅蛋白 (Amyloid precursor protein, APP) 的 C-99 片段 (C-terminal fragment) 之切割及 Aβ 生成。因此本研究利用黃連木 (*Pistacia chinensis* Bunge) 葉部精油，分析其對於乙醯膽鹼酯酶抑制活性，及利用 γ-secretase receptor 的細胞模型系統，分別以 C99-Gal4/VP16 reporter (CG) 及 NΔE-Gal4/VP16 reporter (NG) 評估其對 APP 與 Notch 相關之 γ-secretase 活性影響，用以判斷黃連木葉部精油成分 AD 相關生物活性。在 AChE 的試驗中發現，黃連木葉部精油具有 AChE 抑制活性，IC_{50} 為 205.62 ± 2.70 μg/mL，正對照組 Eserine 之 IC_{50} 為 13.74 ± 0.99 μg/mL。細胞試驗顯示，黃連木葉部精油在 400 ppm 和 200 ppm 濃度下，對 APP-C99 相關 γ-secretase 活性具有影響；在相同濃度下，不影響細胞分化及發育相關之 Notch 途徑，且未影響 CG 與 NG 細胞之細胞存活率。綜合上述結果，黃連木葉部精油具有多面向 AD 相關生物活性之潛力，並可作為提升黃連木葉部資源利用之研究方向。

龍柏葉部精油之四季化學成分、揮發性成分組成探討

林冠廷[1]、黃孮瑄[2]、林佳蓁[3]、張惠婷[4*]

[1] 國立臺灣大學森林環境暨資源學系。106319 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號

[2] 國立臺灣大學森林環境暨資源學系。106319 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號

[3] 國立臺灣大學森林環境暨資源學系。106319 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號

[4] 國立臺灣大學森林環境暨資源學系。106319 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號

[*] 通訊作者，chtchang@ntu.edu.tw

摘要

龍柏(*Juniperus chinensis* var. *kaizuka*)為臺灣常見之園藝樹種，其葉部精油在天然物開發與林木資源加值利用上具潛在應用價值。本研究旨在探討龍柏葉部精油之四季化學成分、不同溫度下葉片與精油揮發性有機化合物 (volatile organic compounds, VOCs) 之揮發特性。精油以水蒸餾法萃取，透過氣相層析—質譜法 (gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)分析精油化學成分；龍柏葉片與精油所揮發之 VOCs 以頂空氣相層析—質譜法 (headspace GC-MS, HS-GC-MS) 分析。GC-MS 結果顯示，龍柏葉部精油共鑑定 19 種成分，以 limonene、sabinene、β-myrcene、bornyl acetate、β-elemol、γ-eudesmol 與 α-eudesmol 為主要成分。精油組成具顯著季節差異，單萜類及含氧單萜類於春季最高，倍半萜類及含氧倍半萜類則於冬季較高；精油收率亦以春季最高 (1.05 ± 0.13%)，秋季最低 (0.70 ± 0.01%)。HS-GC-MS 結果顯示葉片與精油 VOCs 組成相近，皆以 limonene、sabinene 與 β-myrcene 為主，在 50°C 條件下，葉片 VOCs 之揮發量與種類皆高於 30°C；精油 VOCs 的種類變化不大，但其揮發量於 50°C 明顯增加，顯示溫度為調控 VOCs 揮發之重要因子。綜上所述，龍柏葉部精油呈現季節性組成差異，溫度亦顯著影響 VOCs 的揮發，掌握季節性氣象條件不僅有助於判斷最佳採收期，亦為精油之標準化管理及品質控管提供重要科學依據。

臺灣國產材精油薰蒸抑制褐根病菌效果之初探

錢俊熙[1]、鄭森松[2,3]、林群雅[1*]

[1] 國立嘉義大學木質材料與設計學系。60004 嘉義市東區鹿寮里學府路 300 號。

[2] 國立臺灣大學實驗林管理處。55750 南投縣竹山鎮前山路一段 12 號。

[3] 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， keocylin@mail.ncyu.edu.tw

摘要

褐根病菌 (*Phellinus noxius*) 為造成樹木褐根病的重要病原菌，對臺灣森林、經濟樹種及都市行道樹健康具有潛在危害，過去研究多以直接接觸式抑菌試驗—瓊脂稀釋 (Agar dilution, AD) 法—評估精油之抑菌效果，前人研究已證實紅檜 (*Chamaecyparis formosensis*)、臺灣肖楠 (*Calocedrus macrolepis* var. *formosana*)、臺灣杉 (*Taiwania cryptomerioides*) 與臺灣扁柏 (*Ch. obtusa* var. *formosana*) 精油對褐根病菌有接觸抑制生長之效果，然而實際應用時，可能無法直接將藥劑噴灑至病菌感染處。相較於 AD 法，紙片倒置 (Inverted paper disc, IPD) 法可評估精油揮發出的成分，對病原菌之抑制效果，有效者將具有潛力以薰蒸 (Fumigation) 方式實際應用於病菌防治，故本研究旨在以 IPD 法評估七種臺灣國產木材精油對褐根病菌之薰蒸抑菌效果。試驗所用試材包括紅檜、臺灣扁柏、臺灣肖楠 (來源代號 Hh)、臺灣肖楠 (來源代號 Qw)、臺灣櫸 (*Zelkova serrata*)、杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 及臺灣杉，以水蒸餾法萃取精油，再以乙醇稀釋後滴於濾紙並置於培養皿上蓋內，使其最終劑量為 2 mg/dish，待菌長滿培養皿後測定抑菌指數。兩次獨立抑菌試驗結果顯示，七種精油中，紅檜與臺灣肖楠 Hh 抑菌效果最佳，其抑菌指數皆 100%，其次為臺灣肖楠 Qw，抑菌指數 81 ± 14% (n = 8)。由此得知，紅檜與臺灣肖楠 (Hh) 均展現穩定且顯著之抑菌效果，有進一步探討薰蒸防治褐根病之潛力。

竹材作為太空包培養基質對菇類生長的影響

胡皓鈞[1]、羅盛峰[1*]

[1] 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系學系。260007 宜蘭市神農路一段 1 號。

[*] 通訊作者，sflo@niu.edu.tw

摘要

本研究旨在評估以竹材取代傳統雜木屑作為食用菌太空包基質之可行性，探討其對香菇(*Lentinula edodes*)與猴頭菇(*Hericium erinaceus*)生長及基質特性之影響。試驗選用臺灣常見之孟宗竹(*Phyllostachys edulis*)、桂竹(*Phyllostachys makinoi*)、麻竹(*Dendrocalamus latiflorus*)及刺竹(*Bambusa blumeana*)等 3 年生以上竹材製備基質，與傳統雜木屑(W)對比，分析菌絲走菌長度、基質重量損失、碳氮比(C/N)及纖維素殘重等理化性質。結果顯示，基質類型顯著影響分解與走菌表現。基質重量損失以桂竹(BPM)最高(平均 2.69g)，顯著高於雜木屑；菌絲走菌長度以孟宗竹(BPE)最佳(平均 5.5g)，顯著高於桂竹與雜木屑。C/N 以雜木屑最高(72.9)、桂竹最低(39.7)，顯示基質分解程度與菌絲延伸能力非呈單純正相關。平均纖維素以麻竹(69.08%)與刺竹(67.37%)最高，孟宗竹(61.17%)與雜木屑(61.54%)較低。綜合可知，不同竹材之碳氮比與纖維素組成差異共同影響菇類生長，其中孟宗竹展現最佳走菌潛力，具替代或部分替代傳統木屑之可行性，可作為農林剩餘資材高值化循環利用之參考。

香蕉假莖纖維手抄紙培育菌絲皮革之研究

葉玲瑜[1]、涂庭瑋[1]、林宜萱[1]、李汶蔚[1]、夏滄琪[1*]

[1] 國立嘉義大學木質材料與設計學系。600355 嘉義市東區鹿寮里學府路 300 號。

[*] 通訊作者，**tcshiah@mail.ncyu.edu.tw**

摘要

香蕉 (*Musa spp.*) 假莖為香蕉生產過程產生之大量農業剩餘資材，具良好利用潛力。本研究以蘇打法製漿 15%將香蕉假莖纖維製成手抄紙，作為菌絲皮革之天然基材，探討不同菌種、基材及培養方式對菌絲生長與皮革形成之影響。試驗選用雲芝 (*Trametes versicolor*, Tv) 及靈芝 (*Ganoderma lucidum*, Gl) 兩種木材白腐真菌，以未漂白及漂白香蕉假莖纖維手抄紙為基材進行單面培養，並設計四種菌絲培養方法，比較菌絲生長、覆蓋能力及與基材結合情形。試驗結果得知，Tv 整體生長速度、覆蓋能力及基材結合性均優於 Gl；未漂白香蕉假莖纖維紙之菌絲生長表現優於漂白基材。四種培養方法中，以培養方法一 (PDA+紙張＋菌種) 及方法二 (PDA＋菌種＋紙張)之菌絲生長及基材結合效果較佳，而方法三 (PDA+長滿之菌種＋紙張)及方法四 (PDA+紙張＋長滿之菌種) 之菌絲主要生長於 PDA 培養基表面，與紙張結合程度較低。將單面培養方式改良為雙面，可形成較完整之菌絲層與纖維交織結構，提升材料之完整性，並以 CNS 1278 進行抗拉強度及伸長率測試評估，成為皮革之可行性。綜合研究顯示，香蕉假莖纖維手抄紙具有菌絲皮革天然基材之發展潛力，其中以未漂白基材搭配 Tv 菌種具較佳之培養及成型表現，可作為農業剩餘資材高值化利用及永續皮革材料開發應用之參考。

臺灣真柏葉部萃取物之防曬效能初探

張伶[1]、張資正[2,*]

[1] 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系大專生。260007 宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。

[2] 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系教授。260007 宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。* 通訊作者，電子信箱：tcchang@ems.niu.edu.tw

摘要

臺灣真柏(*Juniperus chinensis* var. *sargentii*)為柏科(Cupressaceae)刺柏屬植物，廣泛應用於園藝造景與景觀栽植。然而，在日常撫育與管理過程中，常產生大量修剪枝葉並多被視為廢棄物棄置；若能導入資源回收利用之概念，將可大幅提升此類農林副產物之附加價值。臺灣真柏葉部散發獨特香氣，其精油成分雖已被證實具備延緩皮膚老化之功效，但針對其葉部萃取物之多元活性研究仍相當匱乏。因此，本研究旨在分析臺灣真柏葉部萃取物之多酚類化合物組成。臺灣真柏葉部經乾燥處理後，分別用 100%甲醇及甲醇/丙酮各 50%之混合溶劑進行萃取，所得萃取液經減壓濃縮至乾後，重新溶解並配製適當濃度，進行試驗分析，望期能開發作為皮膚多元防護之天然活性添加劑。試驗結果顯示，臺灣真柏葉部萃取物富含黃酮類化合物，雖然抗氧化效果有限，但具備良好之紫外線吸收能力，尤以 50%甲醇/丙酮萃取物最佳。由目前結果可知，臺灣真柏葉部萃取物具開發為紫外線吸收劑之潛力，未來將持續探討其黃酮類化合物的其他生物活性，以增進其多元利用效益，落實農林副產物加值與永續利用精神。

桂竹剩餘資材之防曬利用潛力初探

莊凱稀[1]、張資正[2,*]

[1] 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系大專生。260007 宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。

[2] 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系教授。260007 宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。

[*]通訊作者。tchang@ems.niu.edu.tw。

摘要

桂竹(*Phyllostachys makinoi* Hayata)為臺灣重要經濟竹種，分布廣泛且具良好的再生與碳匯潛力。然採收與加工過程產生之竹葉、竹稈及竹枝條等剩餘資材，長期以來多未被充分利用。前人研究顯示，桂竹不同部位富含多酚類與黃酮類類化合物，具抗氧化、抗發炎及細胞修復等活性，具有開發為天然機能性材料之潛力。另一方面，紫外線(UVA 與 UVB)是造成皮膚光老化及損傷的重要環境因子，因此兼具紫外線防護與抗氧化能力之天然物，逐漸受到重視。本研究探討桂竹竹葉、竹稈及竹枝條丙酮、乙醇及 50%乙醇/丙酮萃取物之抗氧化和防曬能力差異，以供未來加值利用參考。研究結果顯示，竹稈不同溶劑萃取物具有較多的總酚類含量，且整體抗氧化能力亦較佳；竹葉之丙酮萃取物則有較多之總黃酮類含量，但其抗氧化能力並非最好，而以竹葉 50%乙醇/丙酮萃取物表現較佳；竹枝條之總酚類與黃酮類含量雖非最多，但仍具不錯之抗氧化能力。此外，竹稈不同溶劑萃取物及竹葉 50%乙醇/丙酮萃取物有較佳的 UVA 與 UVB 吸收能力；竹葉乙醇萃取物及丙酮萃取物則有較佳的 UVA 吸收能力。綜合結果顯示，桂竹剩餘資材各具有作為天然防曬與皮膚光保護添加物之潛力。未來可進一步探討其在皮膚相關應用之潛力，促進桂竹剩餘資材之永續利用價值。

竹齡和竹桿高度對三種叢生竹之密度與抗彎性質之影響

李益全[1]、李佳如[2]、楊登鈞[1]、莊閔傑[2*]

[1]國立中興大學農業暨自然資源學院森林學系。402 臺中市南區興大路 145 號國立中興大學森林學系。

[2]國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處。557004 南投縣竹山鎮前山路一段 12 號。

[*]通訊作者: r90625001@ntu.edu.tw

摘要

由於竹材的解剖結構主要由提供強度的維管束及負責填充的薄壁細胞組成，隨着竹齡與生長高度的變化，此二者的比例與細胞壁木質化程度將產生顯著改變，進而直接影響竹材性質。本試驗即評估竹齡和竹桿高度對於馬來麻竹(*Dendrocalamus asper*)、麻竹(*D. latiflorus*)及刺竹(*Bambusa stenostachya*)等三種叢生竹之密度與抗彎性質之影響。由試驗結果顯示：由全株密度而言，三種竹材 4~5 年生成熟時可達到最大的密度值，且馬來麻竹＞麻竹≒刺竹。再者，由竹桿高度的密度分佈可得知，不同年生的馬來麻竹及刺竹均以基部>中段>末端；麻竹則大致中段≒末端＞基部的密度分佈情形。此外，於 MOE 值方面，當竹桿達到 4 年以上生成熟時，馬來麻竹＞麻竹＞刺竹。當三種竹材達到 4 年生時，由 MOR 值分析結果顯示刺竹＞麻竹＞馬來麻竹。由此可知，竹桿密度隨竹齡增加而漸增，通常在 3~5 年時達到最大值。抗彎性質則隨竹齡增加而顯著提升，同樣以成熟竹(3~5 年)抗彎表現最佳。

熱蒸氣處理對臺灣櫸木彎曲成形性能之影響

郭怡均[1]、張家偉[2]、劉素玲[3*]

[1]國立中興大學森林學系。402202 臺中市南區興大路 145 號。

[2]國立中興大學森林學系助理教授。

[3]臺大實驗林副研究員。

[*]通訊作者，sulingliu@ntu.edu.tw

摘要

櫸木(*Zelkova serrata* Makino)為高價值木材，具良好加工及結構利用潛力。然而臺灣櫸於林木撫育過程中易分岔，修枝及疏伐產生之枝條材因尺寸短小、未成熟材比例高，且常具節、扭曲木理及乾燥變形等缺陷，難以作為結構或家具用材。若粉碎製成粒片，亦需額外能源，且其堅硬及吸濕膨脹特性不利於複合板製造。因此，本研究擬將枝條材應用於曲木製造，以提升資源利用價值。木材經熱蒸氣處理可降低彈性模數，使其易於彎曲成形；因此本研究探討浸水及熱蒸氣處理時間對臺灣櫸木彎曲及成形之影響。試材採市售 5 mm 厚台灣櫸板材，裁切為寬 2.9 cm 長 30 cm 之試片，調濕後浸泡於蒸餾水中，再瀝乾放入蒸氣箱中熱處理，取出後立即測試抗彎強度及夾持於模具測量其彎曲品等。結果顯示，未處理試材之抗彎強度為 111 MPa，浸水 30 min 後含水率達 19.4%時降低為 80 MPa，同時達最大抗彎強度時之彎曲量由 3.6 增加為 10.8%。再經過 40 min 熱蒸氣處理後，強度下降至 72 MPa，彎曲量則相似為 10.9%。不同熱蒸氣處理時間中，5-40 min 處理者之抗彎強度相似約 72-77 MPa，但達最大抗彎強度之彎曲量則由 5.7%略為下降至 4.4%。60^{o} 角之彎曲品等試驗中，泡水 30 min 及不同蒸氣處理時間下，以蒸氣處理 40 min 之試材最佳，有 83%達到最佳 10 等級，而蒸氣處理 0 及 10 min 者僅分別為 0 及 42%。

關鍵字：台灣櫸、熱蒸氣處理、木材彎曲、抗彎強度、彎曲品等

不同交聯程度聚醋酸乙烯酯對臺灣櫸木膠合板之彎曲性能影響

陸沛安[1]、劉素玲[2]、張家偉[3*]

[1]國立中興大學森林學系。402202 臺中市南區興大路 145 號。

[2]臺大實驗林副研究員。

[3]國立中興大學森林學系助理教授。

[*]通訊作者，changcw@nchu.edu.tw

摘要

台灣櫸木 (*Zelkova serrata*)，又稱為雞油、光葉櫸，為重點育種改良之高價值木材。因其撫育需修枝疏伐，產生之枝條材直徑小、材質不均，難以作為結構家具製材。若製成粒片則因其堅硬易損耗刀具。因此本研究利用其吸濕膨脹特性，製成膠合板應用於曲木製造，以提升台灣櫸附加價值。木材熱蒸氣彎曲時，熱量和水分軟化纖維並降低彈性模數，再以外力使其永久變形。因此，膠合劑須兼具熱可塑性、耐水、耐蒸氣性，並能保持彎曲所需之較低外力。及木材彎曲成形後，膠合層需能釋放收縮產生之內部應力及抵抗木材回彈之外力。因此，將市售熱塑型聚醋酸乙烯酯 (Polyvinyl acetate, PVAc, Nanpao) 與交聯型 PVAc (Crosslinking PVAc, Titebond III) 依重量比 7/3、6/4、5/5、4/6 混合得到不同交聯程度之 PVAc，測定膠膜性質。並將 2.5 mm 厚之台灣櫸板材膠合成 2 層膠合板，評估其抗彎強度與彎曲性能。結果顯示，隨熱塑型 PVAc 比例增加，膠膜浸水質量損失由 7/3 之 6.6%增加為 4/6 之 10.3%。混合膠之拉伸強度介於交聯型 (7.0 MPa)與熱塑型 (5.3 MPa) 之間。動態機械分析中，交聯型 PVAc 比例較高時，玻璃轉移波峰較寬。膠合材抗彎強度以 6/4 者最高為 62.3 MPa。彎曲成形試驗中，隨著熱塑型 PVAc 比例上升，彎曲品質增加，7/3 及 5/5 配方達 10 等級彎曲品等者分別為僅 27.8 及 44.4%，但增加至 4/6 後則無明顯提升。

關鍵字：台灣櫸、熱蒸氣處理、聚醋酸乙烯酯、太棒膠、彎曲品等

當代生活產品之國產材設計應用研究以療癒系薰香座為例

黃松智 [1,2]、楊德新 [1*]

[1] 國立中興大學森林學系，402202 臺中市南區興大路 145 號

[2] 嶺東科技大學設計時尚學院創意產品設計系，408284 臺中市南屯區嶺東路 1 號

[*] 通訊作者：Email: tehsinyang@nchu.edu.tw

摘要

本研究旨在探討國產木材在當代生活產品中的設計應用，並以「薰香座」作為具體實踐對象。隨著永續發展與療癒經濟的興起，具有在地生產、低碳足跡以及天然感官特性(如香氣、紋理)的國產材，展現高度市場潛力。以個案研究並透過文獻分析，發現阿里山沿山麓而上，隨著海拔高度爬升改變森林植被，從亞熱帶闊葉林(海拔高度 500 公尺以下，榕楠林帶：山黃麻、樟樹)，進入溫暖闊葉林(海拔高度 500~1,500 公尺，楠櫧林帶：青剛櫟、肖楠、竹林-多為孟宗竹或桂竹次生林)，接續為涼溫帶針闊葉混合林(海拔高度 1,500~2,500 公尺，櫟木帶或霧林帶：紅檜、台灣杉、台灣扁柏、香杉)，最後來到冷溫帶山地針葉林(海拔高度 2,500~3,000 公尺，鐵杉林帶：鐵杉、雲杉)，因此能夠嗅得各林帶樹種所釋放出的獨特香氣，享受進入森林之神清氣爽。其次在於材質實驗，梳理各林帶之代表樹種如：樟樹、肖楠、台灣杉以及雲杉等，其物理性質與加工限制；接著，針對薰香座安全性、機能性與美學形式進行設計發展。研究結果顯示，1.透過異材質(如金屬、陶瓷)的結合，有效解決木材受熱穩定性問題，提升產品附加價值。2.透過薰香座之開發，不僅能推廣國產材的多元應用，亦能深化消費者對台灣在地材料與永續工藝的認同感。

透明木材阻擋藍光對眼球細胞之影響

葉厚辰[1]、郭佩鈺[1*]

[1] 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系。260007 宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。

[*] 通訊作者：郭佩鈺，pykuo@niu.edu.tw

摘要

本研究旨在探討台灣泡桐(*Paulownia taiwaniana*)材料本身在紫外-可見光譜(UV-Vis)下的光學行為，利用木質素天然藍光吸收與微結構光散射特性，開發具光學機能之生物基材料。實驗採用亞硫酸鈉化學處理，評估反應溫度(165–175°C)、藥劑濃度(0.2–0.4 N)與反應時長(12–36 h)對材料全穿透光譜、總透光率(TT)、霧度(Haze)與顏色參數(L*, a*, b*)之調控效應單因子變異數分析顯示，在藍光阻隔波段(380–450 nm)，由於殘留木質素芳香環與發色基團之強烈本徵吸收，三項製程因子對藍光相對阻隔率之主效應均未達顯著差異($p > 0.05$)，展現穩定之藍光防護能力。在全光譜穿透表現上，總透光率(50.0–81.4%)隨反應溫度降低(165°C, 170°C > 175°C, $p < 0.001$)與時間延長(36 h > 24 h > 12 h, $p < 0.001$)顯著提升；霧度(88.7–98.2%)則主要受藥劑濃度(0.4 N > 0.2 N, 0.3 N, $p < 0.001$)顯著調控。研究證實，去除木質素條件(165°C / 36 h)能在消除吸光發色團的同時，避免微觀孔隙結構坍塌與過度散射，達成最佳之寬波段透光與高霧度漫射效能。

不同前處理與熱壓條件對緻密化孟宗竹物理性質、微觀結構及力學性能之影響

甄彥菁[1*]、張豐丞[1]

[1] 國立臺灣大學森林環境暨資源學系。10617 臺北市大安區學府里羅斯福路四段 1 號。

[*] 通訊作者，電子信箱：r14625021@ntu.edu.tw

摘要

竹材具快速生長特性，透過前處理及熱壓緻密化可提升永續建材應用潛力。本研究探討去木質素前處理、蒸煮時間及熱壓溫度對孟宗竹(*Phyllostachys edulis*)緻密化、尺寸安定性、微觀結構及力學性能之影響。試材藉由調控前處理方式、蒸煮與熱壓等製程條件進行緻密化處理，並量測厚度壓縮率、比重、含水率、吸水率、尺寸膨脹率及三點抗彎性能，另以掃描式電子顯微鏡(SEM)與傅立葉轉換紅外線光譜(FTIR)分析。結果顯示，未去木質素、蒸煮 30 min 並於 160°C 熱壓之試材抗彎強度最高，為 153.89 MPa，較未處理組提升 45.2%；同樣未去木質素且蒸煮 30 min 之 180°C 熱壓試材彈性模數最高，為 10.72 GPa。160°C 熱壓有利於提高比重及降低吸水率，180°C 則可降低浸水後尺寸膨脹率。SEM 顯示熱壓可促進孔隙縮小與組織壓密，但部分高溫處理伴隨局部裂縫；FTIR 顯示 $NaClO_2$ 處理後木質素相關吸收峰降低。整體而言，壓密程度與尺寸安定性及力學性能並非同步提升，製程優化應綜合考量緻密化、水分穩定性與力學表現，以作為製程優化及永續建材應用之依據。

VII.海報發表-林學組

「115 年森林資源永續發展研討會」學術論文發表-海報

組別：林學組

發表地點：**森林 1 館 1 樓 V111 教室**

評審日期	序號	發表編號	題目	作者
10 月 22 日 (星期四) 12:40-14:00	1	P201-1	從基礎生態資料預測樹高：利用演替階段、功能性狀與生活型提升估算臺灣森林樹高的準確度	古鎮嘉、莊嘉雯、宋國彰、趙偉村、張楊家豪、蘇聲欣、張勵婉、江智民、郭玉麟、楊家豪、許秋容、謝長富、Oliver L. Phillips、趙國容
	2	P201-2	基於決策樹家族演算法預測白雞油之棲地適宜性	呂明倫、黃靜宜
	3	P201-3	結合機器學習與電路理論建構授粉服務之空間網路	呂明倫、黃靜宜
	4	P201-4	以物種分布模式評估氣候變遷對中高海拔植群帶組成樹種分布範圍之影響	李先祐、陳宛均、張安瑜、陳婉眞
	5	P201-5	不同栽植密度對大雪山伐採跡地香杉幼齡木初期生長與土壤碳庫短期變化之影響	李俊佑、黃菊美、林冠穎、杜清澤、黃得恩、蘇德忠、蔡惠婷、葉芝妘
	6	P201-6	臺大實驗林對高岳紅檜生態保育區甲蟲相調查	李春霖、江博能
	7	P201-7	從專業監測到公民科學：經訓練志工參與兩棲長期監測之效能與應用潛力	林庭安、龔峰榆、江博能
	8	P201-8	日本《森林・林業基本計畫》之政策演進(2001–2026)：碳中和、生物多樣性與制衡工具的探索性文本分析	徐中芃
	9	P201-9	芬蘭 METSO 計畫之生態服務給付機制研究	婁安琪、廖紬君
	10	P201-10	高士佛紫金牛、疣柄魔芋及鳳尾蕨作為新興林下經濟作物之潛力評估	許文馨、謝孟哲、黃啟瑞、李鎮宇、吳羽婷
	11	P201-11	從植群分類與大徑木調查評估對高岳紅檜生態保育區之植物資源	陳盈安、曾喜育、何育霖、劉威廷、江博能
	12	P201-12	基於 MODIS 熱應力與植被反應評估台灣森林氣候敏感度	黃靜宜、呂明倫
	13	P201-13	Landsat 8 多光譜與地表溫度指標應用於山區物種分布預測之可行性	黃靜宜、呂明倫
	14	P201-14	不同森林中環境梯度與耐陰植物功能群間關聯路徑之初探	楊建宏、張勵婉、王巧萍、吳家慈、伍淑惠、陳可芳
	15	P201-15	太麻里光蠟樹人工林自然演替後林分組成與環境之關係	孫義方、陳毓昀、張楊家豪、楊蒼叡
	16	P201-16	《臺灣野生食用植物圖譜》的植物名錄與文化脈絡	林建融、葉若鋆、陳建文
	17	P201-17	河川水環境巡守隊志工學習動機與持續參與意向	廖紬君、林嘉恩、婁安琪、劉奇璋
	18	P201-18	扇平森林生態園區願付價值之研析-以扇平志工團隊為例	劉冠廷、朱榮三、劉昀岑

備註： 1. 請發表人於 10 月 22 日 12:00 前依分組及編號，張貼於會場指定之展示板，每篇以 A0 一幅能容納為限。

2. 海報發表之評審時間為 10 月 22 日 12:40-14:00，請各海報發表人於此時間接受評審委員之評審。

3. 海報展至 10 月 22 日下午 5 時，請發表人於 10 月 22 日下午 5 時前撤展，若超過撤展時間未撤除，將由主辦單位逕行處理。

4. 編號 P201 為教師、研究人員組；P202 研究生組。

「115 年森林資源永續發展研討會」學術論文發表-海報

組別：林學組

發表地點：**森林 1 館 1 樓 V111 教室**

評審日期	序號	發表編號	題目	作者
10 月 22 日 (星期四) 12:40-14:00	19	P201-19	災後多源資料整合與地形風模擬於森林火災火勢轉變判讀：以埔里事業區 112 林班火災為例	潘孝隆、孫宗志、王聰瑞
	20	P201-20	貓纜 T16 塔柱地錨邊坡長期維護管理之棲地恢復與生物多樣性評估	謝佳宏、林敏宜、吳承哲、李俊麒、陳郁蕙、蔡榮鈞
	21	P201-21	近二十年來雲嘉地區歸化植物在不同生育地中的組成變化	沈玟伶、廖倢妤、林奐宇、趙偉村
	22	P201-22	瓊崖海棠內生植物促生細菌 *Pantoea ananatis* TY9-3SA-1 發酵條件最適化與菌劑載體評估	陳玉安、林冠穎、李俊佑
	23	P201-23	臺南高雄地區原生及歸化物種近 20 年間之時間與空間變化	羅珮蓁、蔡佳秀、沈玟伶、林奐宇、張楊家豪
	24	P201-24	強勢入侵種與外來植物中長期變化趨勢研究之推動情形	羅敏瑄、曾喜育、王志強、趙偉村、林政道、張楊家豪、林奐宇
	25	P201-25	以無人載具調查下坪自然教育園區樹木滯塵量之研究	柯淳涵、王介鼎、余瑞珠、張芳志
	26	P202-1	Landscape Genomics Reveals Local Adaptation and Future Climate Vulnerability in Phalaenopsis aphrodite Across Taiwan and the Philippines	Tran Bach Nguyen, Pei Chun Liao
	27	P202-2	探討列當在台灣與歐亞大陸間之分群關係	王崇綸、Alexey P. Seregin、Young-Dong Kim、Renata Piwowarczyk、Koji Takayama、Akihiro Nishimura、Purevdorj Erdenetsogt、黃盟元、蔡佩倩、曾妤馨
	28	P202-3	綠島民族植物利用之初步調查	吳采青、江佳恩、吳紘瑞、楊智凱
	29	P202-4	民眾對綠鬣蜥處置看法之初探	李紘緯、黃靖惠、林若妍、黃讚美、許立達
	30	P202-5	探析放線菌 *Actinosynnema mirum* DSM 43827 類蕈孢素胺基酸的生合成酵素	李翊誠、林敬智、馬莉婷
	31	P202-6	臺灣特有圓果青剛櫟與青剛櫟之種化模式及基因漸滲機制探討	何紹瑋、廖培鈞
	32	P202-7	氣候變遷下臺灣高山草原植群之贏家與輸家物種分析	易采潔、郭礎嘉、劉和義、林政道
	33	P202-8	應用熱消散法研發測量樹液流徑向變化之探針	林安祤、中井太郎、久米朋宣
	34	P202-9	Meta 全球樹冠高度模型於林分冠層高度估測之適用性與誤差分析	林泓志、柯菀庭、陳廷安、王天佑、鍾智昕
	35	P202-10	南港地區三處不同時期公園栽植樹種之比較	林芷藍、林若妍、黃讚美、黃靖惠、許立達

備註：
1. **請發表人於 10 月 22 日 12:00 前依分組及編號，張貼於會場指定之展示板，每篇以 A0 一幅能容納為限。**
2. **海報發表之評審時間為 10 月 22 日 12:40-14:00，請各海報發表人於此時間接受評審委員之評審。**
3. **海報展至 10 月 22 日下午 5 時，請發表人於 10 月 22 日下午 5 時前撤展，若超過撤展時間未撤除，將由主辦單位逕行處理。**
4. **編號 P201 為教師、研究人員組；P202 研究生組。**

「115 年森林資源永續發展研討會」學術論文發表-海報

組別：林學組

發表地點：**森林 1 館 1 樓 V111 教室**

評審日期	序號	發表編號	題目	作者
10 月 22 日 (星期四) 12:40-14:00	36	P202-11	利用沼澤紅假單胞菌轉化污水及農業廢水與林木生長碳管理發展之探討	鄭祐鈞、劉泓陞、林柏均、林俊宏
	37	P202-12	校園植物在森林療癒應用成效評估	黃靜芊、林敏宜、官振源、李欣曄
	38	P202-13	宜蘭縣新城溪出海口北岸小燕鷗棲地假鳥誘引試驗	柯玫如、莊浩然、卓盟翔、許宇軒、陳廷安、鍾智昕
	39	P202-14	社區協助結合花台改善與健檢導入之老樹復育：阿勒勃行道樹案例	高偉誠、李慈穎、詹為巽、許嘉軒、翟磊
	40	P202-15	台灣竹產業振興發展之評估與策略研究	莊乃玟、黃名媛
	41	P202-16	森林讓人療癒或感到不安？森林環境對人的情緒反應調查	莊晉如、柳婉郁
	42	P202-17	臺灣肖楠造林地之碳儲量與碳通量監測	許世凡、王經文、黃盟元、楊智凱、廖禎茹、吳宜穗、陳忠義
	43	P202-18	透過環境教育提升國小高年級學童支持雲豹(*Neofelis nebulosa*)再引入行動之成效評估	許珮甄、吳幸如
	44	P202-19	迷群與一般群眾綠色消費觀異同之探討	陳芊羽、黃讚美、黃靖惠、林若妍、許立達
	45	P202-20	Preliminary Investigation of Variation in Litterfall Production and Composition among Moso Bamboo Stands in Xitou	You-An Chen, Ting-Wei Chang
	46	P202-21	應用衛星遙測熱紅外線與緩衝區分析評估都市公園冷島效應降溫效能	陳彥穎、柳婉郁
	47	P202-22	雨量差異對臺灣中大型哺乳動物占據與活動模式之影響	陳柏志、賴澤恩、劉建男
	48	P202-23	全基因組關聯分析揭示青剛櫟葉片元素含量之遺傳基礎	陳柏翰、廖培鈞
	49	P202-24	萬年松 (卷柏科) 生長與物候初探	陳柏諺、許秋容
	50	P202-25	利用 SSR 及 SNP 標誌物探討臺灣特有種濱當歸之族群遺傳結構與分化	陳榆涵、石秉弘、黃啟俊、洪國翔
	51	P202-26	欖仁溪森林動態樣區長期動態變化	黃子綸、廖倢妤、蔣題帆、邱子芸、趙偉村
	52	P202-27	台灣木材自給率的歷史變動分析	劉哲源、黃名媛
	53	P202-28	以 SSR 和 SNP 分子標誌建構牛樟核心種原收集群之研究	練禹辰、吳家禎
	54	P202-29	南仁山溪谷樣區第六次複查：物種組成與森林結構長期變化	蔣題帆、廖倢妤、黃子綸、邱子芸、趙偉村
	55	P202-30	竹產業衰退下之竹林經營：經營對策與民眾支持機制之評估	陳景盛、池相哲、林嘉妤、張君佑、林秉辰、林羿睿、雲若瑋、陳品蓁、鄭舒婷
	56	P202-31	A discussion on the bryoflora of Radulaceae (*Jungermanniopsida, Marchantiophyta*) in Taiwan and several noteworthy taxa	Shih-Hua Li, Hsy-Yu Tzeng, Jia-Dong Yang
	57	P202-32	以高斯潑濺技術重建 3D 林分模型與單木測計之研究	蕭富駿、柯菀庭、陳廷安、鍾智昕

備註： 1. 請發表人於 10 月 22 日 12:00 前依分組及編號，張貼於會場指定之展示板，每篇以 A0 一幅能容納為限。

2. 海報發表之評審時間為 10 月 22 日 12:40-14:00，請各海報發表人於此時間接受評審委員之評審。

3. 海報展至 10 月 22 日下午 5 時，請發表人於 10 月 22 日下午 5 時前撤展，若超過撤展時間未撤除，將由主辦單位逕行處理。

4. 編號 P201 為教師、研究人員組；P202 研究生組。

從基礎生態資料預測樹高：利用演替階段、功能性狀與生活型提升估算臺灣森林樹高的準確度

古鎮嘉[1,2,13]、莊嘉雯[3]、宋國彰[3]、趙偉村[4]、張楊家豪[5]、蘇聲欣[6]、張勵婉[6]、江智民[7]、郭玉麟[8]、楊家豪[9]、許秋容[10]、謝長富[11]、Oliver L. Phillips[12]、趙國容[2,13*]

[1] Department of Wildland Resources, Utah State University, Logan, UT, USA.

[2] 國立中興大學國際農學碩士學位學程，臺中市南區興大路 145 號

[3] 國立中興大學水土保持系，臺中市南區興大路 145 號

[4] 國立嘉義大學森林暨自然資源學系，嘉義市學府路 300 號

[5] 國立中山大學生物科學學系，高雄市鼓山區蓮海路 70 號

[6] 農業部林業試驗所森林生態組，臺北市中正區南海路 53 號

[7] 東海大學生命科學系，臺中市西屯區臺灣大道四段 1727 號

[8] 國立屏東科技大學水土保持學系，屏東縣內埔鄉老埤村學府路 1 號

[9] 自然谷環境信託基地，新竹縣芎林鄉華龍村鹿寮坑 3 鄰 207 號

[10] 國立中興大學生命科學系，臺中市南區興大路 145 號

[11] 國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所，臺北市大安區羅斯福路四段一號

[12] School of Geography, University of Leeds, UK

[13] 國立中興大學永續農業創新發展中心，臺中市南區興大路 145 號

[*] 通訊作者，電子信箱：kjungchao@dragon.nchu.edu.tw

摘要

樹高是估算森林碳儲量與森林經營的重要參數，但在森林中進行準確且有效率的量測仍具挑戰。雖然目前已有多種全球與區域尺度的樹高模型，但樹高與胸徑間的關係仍受到本土環境、森林演替與物種特性影響。本研究為了探討森林類型及生物功能性狀資料結構對樹高預測的重要性，匯整全臺十個原始林與次生林樣區資料，利用胸徑、樹高與物種資料，以非線性混合模型發展臺灣本土樹高預測模型，並與全球與區域尺度的樹高模型進行比較。模型除了胸徑以外，也納入森林演替階段、耐陰性及生活型作為固定效應，考量空間自相關，模型並將物種巢狀設定於樣區區塊之內作為隨機效應，最後資料將分成模型建立組與驗證組，並以 AIC 與 RMSE 篩選最適模型。研究結果顯示，從 23,745 株的植株中，最大樹高為 44 m；且全球或區域模型皆會高估臺灣本土樹高，臺灣本土模型的樹高預測估較佳。另一方面，納入森林演替、耐陰性以及生活型後的完整模型具有最

佳的樹高估算表現。次生林的樹高參數高於原始林，非耐陰性樹種的參數高於耐陰性物種，而喬木參數則如預期的高於灌木生活型。總結來說，結合演替時期、光合作用功能性狀與不同樹冠階層結構的模型，能有效地反應樹木的樹高，提升估算森林碳儲量的準確度。

基於決策樹家族演算法預測白雞油之棲地適宜性

呂明倫[1*]、黃靜宜[1]

[1]農業部生物多樣性研究所。55244 南投縣集集鎮民生東路 1 號。

[*]通訊作者，電子信箱/alan@tbri.gov.tw。

摘要

精確掌握造林樹種的棲地分布，是達成森林資源永續經營與氣候變遷調適的關鍵基礎。本研究以具高碳吸存潛力之白雞油(*Fraxinus griffithii*)為對象，系統性評估多種決策樹演算法於棲地適宜性建模中的預測效能。首先整合物種分布紀錄與高解析度地理環境因子，採用隨機森林(random forest, RF)、梯度提升機(gradient boosting machine)、極端梯度提升(extreme gradient boosting)、輕量級梯度提升機(light gradient boosting machine)及類別特徵提升(Categorical Boosting)等五種具代表性演算法，並透過 100 次重複之空間分群交叉驗證(spatial block cross-validation)進行穩健性評估。研究結果顯示，各模型於重複驗證間之變異皆低，預測表現穩定；經 Wilcoxon 符號等級檢定(Holm 校正)比較，RF 之 AUC 與 TSS 均顯著優於其餘四種模型。進一步以各模型於重複交叉驗證之平均 TSS 加權，整合五模型建立集成預測，以降低單一模型偏誤並提升整體穩健性。變數重要性分析指出，高程為主導白雞油地理分布之首要因子，NDVI 時序相關特徵亦具高度貢獻。本研究成功產製高解析度分布潛力圖，展現決策樹家族演算法於物種棲地適宜性建模中的應用潛力，可為白雞油等高碳吸存樹種之造林選址與森林碳匯經營提供參考。

結合機器學習與電路理論建構授粉服務之空間網路

呂明倫[1*]、黃靜宜[1]

[1]農業部生物多樣性研究所。55244 南投縣集集鎮民生東路 1 號。

[*]通訊作者，電子信箱/alan@tbri.gov.tw。

摘要

隨著氣候變遷與土地利用轉變，授粉昆蟲的棲地品質與食物資源供給穩定性面臨挑戰。本研究旨在探討地景中的蜜源資源分布及其對授粉昆蟲，西洋蜜蜂(*Apis mellifera*)之交集度，並建構授粉服務空間網路。研究方法首先整合物種調查資料與遙測、地形、土地覆蓋等環境變數，運用機器學習演算技術，針對布骨消(*Sambucus javanica*)、月橘(*Murraya exotica*)、相思樹(*Acacia confusa*)、苦楝(*Melia azedarach*)、羅氏鹽膚木(*Rhus javanica*)…等 20 種蜜源植物進行棲地適宜性建模與疊加，產製高解析度之蜜源植物物種多樣性圖。同時，導入地景生態學中的電路理論，以西洋蜜蜂為移動模型，模擬地景中的電流密度分佈，藉此量化授粉昆蟲的空間連結性與覓食偏好路徑。透過將資源多樣性與移動電流密度進行空間交互分析，本研究成功識別出授粉服務交集熱點。研究結果顯示，這些高交集區不僅具備高蜜源供給能力，更是維持授粉共生網路運行之關鍵廊道。本研究建立之授粉服務空間網路模型，能有效辨識高生態價值熱點，為棲地保育規劃與生物多樣性管理提供具科學依據的空間決策支援。

以物種分布模式評估氣候變遷對中高海拔植群帶組成樹種分布範圍之影響

李先祐[1*]、陳宛均[1]、張安瑜[1]、陳婉眞[1]

[1] 農業部生物多樣性研究所。552南投縣集集鎮永昌里民生東路1號。

[*] 李先祐，hylee@tbri.gov.tw

摘要

本研究試圖整合生物分布資料及氣候變遷情境模擬資料，以模式推估方法評估氣候變遷對於中高海拔樹種分布之影響。本年度已透過臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台 (Taiwan Climate Change Projection Information Platform, TCCIP) 申請取得網格化觀測資料以及 AR6 版本臺灣氣候變遷情境之逐日資料，並使用 R 的 dismo 套件計算出 19 項生物氣候變數，作為物種分布模式的解釋變數。此外依據 Li *et al*. (2013) 的植群分類架構，針對位於高海拔及霧林帶的植群型，包含圓柏灌叢、冷杉鐵杉林及檜木霧林等，將各植群型忠誠度高於 0.4 的物種列為目標物種，透過台灣生物多樣性網絡 (Taiwan Biodiversity Network, TBN) 及臺灣生物多樣性資訊聯盟 (Taiwan Biodiversity Information Alliance, TBIA) 資料平臺彙整其觀測紀錄。經資料篩選及空間次取樣後，使用 R 的 maxnet 套件建立最大熵模型 (Maximum Entropy, Maxent)，並推估各物種在當代以及 SSP 3-7.0 情境下 2050 年時的分布範圍。初步研究成果顯示，完成建模的 10 個樹種在 2050 年的適生範圍皆小於當代 (面積變化界於-4.8%至-63.2%之間)，且多數物種的海拔下界明顯向上移動，使整體海拔跨距縮小 (變化界於-1.1%至-18.2%之間)。其中適生範圍縮小幅度最大的物種為臺灣冷杉 (*Abies kawakamii*) 及玉山圓柏 (*Juniperus squamata*)，而原本海拔跨距就較大的物種如玉山杜鵑 (*Rhododendron pseudochrysanthum*) 受到的影響則相對較小。本研究成果可用於篩選受氣候變遷影響較劇烈之樹種，並即時規劃保育行動。

不同栽植密度對大雪山伐採跡地香杉幼齡木初期生長與土壤碳庫短期變化之影響

李俊佑[1*]、黃菊美[1]、林冠穎[1]、杜清澤[1]、黃得恩[1]、蘇德忠[1]、蔡惠婷[1]、葉芝妘[1]

[1] 農業部林業試驗所。10060 臺北市中正區三元街67號。

[*] 通訊作者，myco2324@tfri.gov.tw

摘要

面對氣候變遷與淨零排放需求，提升森林碳匯已成為重要的森林經營課題。提高初始栽植密度可能增加單位面積林分生物量並加速林冠鬱閉，進而降低地表裸露與土壤碳損失，但較高密度亦可能因林木競爭影響個體生長，其整體效應仍待釐清。本研究於大雪山伐採跡地設置香杉(*Cunninghamia konishii*)栽植密度試驗，比較低、中、高栽植密度(2,500、5,000、10,000 株 ha^{-1})之幼齡木生長、地上部碳累積及表層土壤碳庫變化。結果顯示，中、高密度處理之苗高、地徑及平均單株地上部生物量增量均高於低密度，但端點分析之整體處理效應均未達顯著；栽植密度亦未顯著影響林木存活率。三期重複測量分析顯示，單位面積地上部生物量的時間軌跡隨栽植密度而異；地徑與單株地上部生物量則尚無穩健證據顯示其時間軌跡因密度而異。2025 年 1 月至 2026 年 4 月之地上部碳庫淨增量隨密度增加，由 0.18、0.64 增至 1.32 Mg C ha^{-1}；整體密度效果接近但未達顯著水準，($p=0.054$)，但惟效應量較大 (partial $\omega^2=0.55$)，且線性密度趨勢對比達顯著。0–5 cm 礦質土壤總碳庫變化未呈現顯著密度差異；O 層碳庫變化則呈隨密度增加的正向梯度訊號，其中低密度處理平均下降 13.46 Mg C ha^{-1}。整體而言，提高初始栽植密度可能有利於造林早期單位面積地上部碳累積，目前亦未見高密度造成明確的單株生長劣勢；土壤碳庫的密度相關訊號較主要出現在 O 層，但仍需持續監測以確認其長期趨勢。

關鍵字：淨零碳排、碳匯、栽植密度、香杉、土壤碳庫

臺大實驗林對高岳紅檜生態保育區甲蟲相調查

李春霖[1*]、江博能[1]

[1] 國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處。557南投縣竹山鎮前山路1段12號。

[*] 通訊作者*chunlinli@gmail.com

摘要

「對高岳紅檜生態保育區」為依臺大實驗林管理處經營計畫所劃設，位於對高岳營林區第 29 及 31 林班面積約 291 公頃，海拔介於 1,900 至 2,800 公尺間，地處玉山國家公園西北園區與阿里山國家森林遊樂區間，南與鹿林山野生動物重要棲息環境毗鄰，境內保有此區未遭砍伐之珍貴原始紅檜與闊葉樹混合林相。本調查始於 2025 年 4 月，在冬季外月份以境內中大型鞘翅目昆蟲為對象進行採集與鑑定，除隨機掃網或架設臨時燈光誘集，也以攔截式收集裝置定點長時間累積掉落甲蟲個體；據此至 2026 年 7 月共紀錄有 38 科 214 種甲蟲，其中有 2 種金龜子科絨毛金龜亞科的世界新種，除因本調查所得而於本(2026)年新命名發表的實驗林擬肋翅絨毛金龜(*Pseudosericania exfocola*)外，另有 1 種腳絨毛金龜屬(*Eumaladera* sp.)新種待定名發表。此外區內尚有 2 種被我國「野生動物保育法」列為等級 III-其他應予保育之野生動物的甲蟲，分別是：臺灣大鍬形蟲 (*Dorcus curvidens formosanus*)與臺灣長臂金龜(*Cheirotonus formosanus*)；另外本調查亦記錄了少見的臺灣特有種曹德氏蟬寄甲(*Sandalus sauteri sauteri*)的最高海拔分布。

從專業監測到公民科學：經訓練志工參與兩棲長期監測之效能與應用潛力

林庭安[1]、龔峰榆[2*]、江博能[1]

[1] 國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處。557南投縣竹山鎮前山路一段12號。

[2] 農業部生物多樣性研究所。552南投縣集集鎮民生東路1號。

[*] 通訊作者，jackyjackyjacky9830@gmail.com

摘要

公民科學已成為生物多樣性監測的重要工具，經訓練之志工所產生的調查資料，與專業監測結果之相近程度及其應用潛力，仍有待量化評估。本研究整合臺大實驗林鳳凰及下坪自然教育園區之夜間兩棲類調查資料，比較專業監測(2023–2024 年)與公民科學志工調查(2025–2026 年)結果。為降低物候與人力差異影響，兩組資料均自每年 2 月起納入分析，另計算單次調查事件實際動員人數，研究採用廣義線性模型(Generalized Linear Model, GLM)比較單次物種豐富度與個體紀錄總量，並以 iNEXT 稀釋外推分析(q=0)不同採樣努力量下之物種累積效率。本研究結果顯示，控制季節、樣區與動員人數後，兩團隊在單次物種豐富度(Poisson GLM, p=0.339)與個體總數(Negative Binomial GLM, p=0.960)均未檢出顯著差異。兩團隊之物種累積曲線及其 95%信賴區間高度重疊，在鳳凰樣區，志工團隊藉由多組分流調查，在 5 場調查內即累積記錄 14 種兩棲類，達預估物種豐富度之 93%，顯示於新樣區監測初期集中投入較高調查人力，可有效提升物種名錄建置效率。綜合而論，志工團隊可作為既有專業監測的重要補充，依不同監測階段與目的調整人力及頻率，有助於提升森林生物多樣性監測的人力運用效率與長期監測持續性。

日本《森林・林業基本計畫》之政策演進(2001–2026)：碳中和、生物多樣性與制衡工具的探索性文本分析

徐中芃[1*]

[1] 農業部林業試驗所森林經營組。10066臺北市南海路53號。

[*] 通訊作者，peng@tfri.gov.tw.

摘要

本研究以 2001 至 2026 年間六期日本《森林・林業基本計畫》為對象，初步探討林業政策在產業發展、碳中和與生物多樣性目標間的政策演進。分析手法運用 KH Coder 文字探勘工具，將六期計畫文本依完整句子重建為 2,284 個分析單位，並建立「碳中和」、「生物多樣性」、「生產利用」及「制衡工具」四類編碼，透過跨期交叉分析、卡方檢定與政策內容判讀，比較各期政策論述的配置及變化。結果顯示，「生產利用」在各期占 22.18%至 29.50%，始終為政策主軸，跨期差異未達顯著；「碳中和」占 2.95%至 4.60%，雖於 2026 年提高，但整體變化亦不顯著。相較之下，「生物多樣性」呈顯著跨期差異($\chi^2=14.68$，$p<0.05$)，由 2001 年的 5.97%升至 2026 年的 10.31%；「制衡工具」的變化則最為明顯($\chi^2=21.74$，$p<0.01$)，2026 年增至 5.71%。整體政策脈絡顯示，2001 至 2006 年著重多元功能與產業結構調整，2011 至 2016 年轉向林業再生、成長產業化與技術現代化，2021 至 2026 年則逐步整合淨零、生物多樣性、地方發展及民間投資。特別是 2026 年計畫，透過分區治理、順應性管理及森林認證等工具，嘗試將木材生產納入淨零與自然正向的共同治理框架。綜觀整體政策演進，日本林業政策並未以環境目標取代生產利用，而是呈現由問題因應與調適走向跨域整合的趨勢。

芬蘭 METSO 計畫之生態服務給付機制研究

婁安琪[1*]、廖紬君[1]

[1] 農業部林業試驗所森林經營組。100051臺北市中正區南海路53號。

[*] 通訊作者，aclou@tfri.gov.tw。

摘要

芬蘭南部森林以私有小規模林地為主，為強化該地區的保護區網絡，環境部與農林部於 2008 年啟動「南芬蘭森林生物多樣性計畫」(Forest Biodiversity Programme for Southern Finland, METSO)，係以自願性保育協議為核心。因 METSO 與臺灣現行生態服務給付(Payments for Ecosystem Services, PES)相關政策相似，皆為自願參與、由政府財政支出、以私有土地為標的，並補償因保育所產生之機會成本；且既有研究曾以 PES 架構分析此制度，本研究亦依循此視角討論其制度設計。本研究採文獻分析法，蒐集芬蘭政府官方文件、法規及學術文獻，整理分析 METSO 之設計邏輯與運作機制，並探討其對臺灣相關制度之政策啟示。初步研究結果顯示，METSO 依森林棲地類型及林分結構特徵建立選定標準，就棲地的自然狀態(natural state)、復育可行性、物種價值與空間連結性等面向，評估該地點的保育價值。執行上由林主自願提出，經主管機關依生態條件評估後簽訂契約，提供永久性及 10 年、20 年定期性等不同保育形式，或透過自然管理專案，由政府出資支持棲地維護與復育。該制度之多面向選定標準與多元契約選項，可提高私有林經營之彈性，兼顧生態保育成效與林主權益。此設計或可供臺灣相關政策之參考，並作為後續探討私有資金引入與生態系統服務市場建立之基礎。

關鍵詞：生物多樣性、生態服務給付、自願型保育、METSO

高士佛紫金牛、疣柄魔芋及鳳尾蕨作為新興林下經濟作物之潛力評估

許文馨[1]、謝孟哲[1]、黃啟瑞[2]、李鎮宇[2]、吳羽婷[1*]

[1]國立屏東科技大學森林系。912屏東縣內埔鄉老埤村學府路 1 號。

[2]財團法人醫藥工業技術發展中心天然藥物研發處。248新北市五股區五權路9號7樓。

[*] 通訊作者yutingwu@mail.npust.edu.tw

摘要

近年來，森林管理因應氣候變遷與生物多樣性保育議題逐漸轉型以永續經營為理念，讓森林產業不再僅於木材的生產，而是結合原鄉特色植物適地栽培，廣泛的發展冠層下森林副產物。本研究以 (1)高士佛紫金牛(*Ardisia kusukusensi*)、(2)疣柄魔芋(*Amorphophallus paeoniifolius)*及(3)鳳尾蕨(*Pteris multifida*)為作物，探討其繁殖策略、林下栽培及產品開發之可行性。(1)高士佛紫金牛原生於恆春半島高士部落的常綠小灌木，是林木下層少見的草本類植物，四季常綠，夏秋季開花冬季著果，漿果紅潤且結實繁多，除了實生播種外，亦嘗試開發組織培養系統，穩定繁殖後以觀賞型盆栽為目標。(2)疣柄魔芋為屏東新埤鄉特有的珍稀植物，曾因土地開發及林木維護造成數量銳減，在地方社區投入保育後逐步恢復，疣柄魔芋於冬季地上部枯萎並蓄積養分於塊莖，富含澱粉，將以工業澱粉製品作為商品化評估，亦建立組織培養系統，馴化後移植回原生地。(3)鳳尾蕨為臺灣中低海拔常見蕨類，以分株或孢子進行繁殖，在藥理上具清熱涼血及消炎等效用，台灣中草藥典記載有效成分為野漆樹苷(Rhoifolin)，林下栽種植株全株乾燥處理後經成分分析證實其含有 0.015%野漆樹苷，將以此開發森林機能性麵食。透過繁殖技術建立、林下栽培評估及產品開發，期望建立森林永續與多元的經營模式。

從植群分類與大徑木調查評估對高岳紅檜生態保育區之植物資源

陳盈安[1*]、曾喜育[2]、何育霖[3]、劉威廷[1]、江博能[1]

[1] 國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處。557南投縣竹山鎮前山路一段12號。

[2] 國立中興大學森林學系。402臺中市南區興大路145號。

[3] 野聲環境生態有限公司。350苗栗縣竹南鎮仁愛路645巷23號。

[*] 通訊作者，電子信箱：yinganchen@ntu.edu.tw

摘要

對高岳紅檜生態保育區位於南投縣信義鄉，面積約 423 ha，海拔介於 1,900 m 至 2,682 m，為國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處設立長期生態監測區域。本保育區具有天然林相與豐沛蓄積量之針闊葉混合林，區內以紅檜(*Chamaecyparis formosensis*)為主要保育對象，惟過去未曾較全面性調查區內植物組成。本研究透過植群調查、沿線植物名錄盤點、大徑木胸高直徑、樹高量測及點位記錄，建立維管束植物組成及重要樣木資料。本研究共記錄 95 科 217 屬 382 種維管束植物，矩陣群團分析結果顯示，本保育區內植物社會共可分為 5 種植群型，分別為長尾栲-昆欄樹型(*Castanopsis cuspidata* var. *carlesii* - *Trochodendron aralioides* type)、紅檜-厚葉柃木型(*Chamaecyparis formosensis* - *Eurya glaberrima* type)、柳杉型(*Cryptomeria japonica* type)、臺灣紅榨槭-臺灣雲杉型(*Acer morrisonense* - *Picea morrisonicola* type)與臺灣華山松型(*Pinus armandii* var. *mastersiana* type)。大徑木調查記錄 25 棵胸高直徑>100 cm 之樣木(101.7 cm - 290.6 cm)，共計 4 科 7 種，以森氏櫟(*Quercus morii*)數量最多，胸徑最大樹種為紅檜(290.6 cm)，樹高則以臺灣雲杉最高(45.3 m)。胸高直徑>30 cm 紅檜共調查到 77 棵(31.2 cm - 290.6 cm)，多生長於中坡至小稜脊地形，保育區內族群數量穩定。本研究建置了對高岳紅檜生態保育區完整之植物社會資料，未來可作為長期植群動態監測、保育區經營管理及保育措施擬定之重要參考。

基於 MODIS 熱應力與植被反應評估台灣森林氣候敏感度

黃靜宜[1*]、呂明倫[1]

[1]農業部生物多樣性研究所。55244南投縣集集鎮民生東路1號。

[*] 通訊作者，電子信箱/lily@tbri.gov.tw

摘要

隨著全球暖化加劇，夏季熱應力與溫度變異正對森林生態系穩定性構成嚴峻威脅，有效掌握森林氣候敏感度，實為推進林業氣候調適與精準經營之首要任務。本研究基於 Google Earth Engine (GEE)平台蒐集並整合 2000~2025 年 MODIS 影像資料(MOD11A2 與 MOD13A2)，建構熱應力軸(thermal stress axis, TSA)與植被反應軸(vegetation response axis, VRA)二維評估架構。TSA 結合夏季地表溫度(land surface temperature)年際變異係數(coefficient of variation, CV)與長期增溫趨勢，用以反映外在熱壓力強度；VRA 則結合秋季增強型植生指標(enhanced vegetation index, EVI)年際 CV 與 EVI 年振幅之年際 CV，用以反映森林植被穩定性，接續透過 Getis-Ord G_i^*進行兩軸之空間熱點分析，並採雙軸百分位數(前 20%、10%、5%)交集法，劃定 4 個森林氣候敏感度等級分區。研究結果顯示，全臺約有 91.78%(約 197.3 萬 ha) 之森林屬氣候穩定區，展現一定程度之氣候韌性基礎；另有 4.99%、1.91%、1.32% 分別被劃入低、中、高度敏感等級，主要分布於東部山脈、宜蘭及屏東等中低海拔山麓，該些森林同時遭受高溫脅迫且生長波動劇烈，屬氣候敏感核心區帶，建議優先納入氣候調適管理與監測計畫，以促進森林資源永續經營。

Landsat 8 多光譜與地表溫度指標應用於山區物種分布預測之可行性

黃靜宜[1*]、呂明倫[1]

[1]農業部生物多樣性研究所。55244南投縣集集鎮民生東路1號。

[*] 通訊作者，電子信箱/lily@tbri.gov.tw

摘要

傳統物種分布模型多依賴粗空間解析力、低時間變異的環境資料，難以反映因地形與植被造成的局部熱環境及季節性物候差異，進而限制山區物種分布預測的準確性。本研究於 Google Earth Engine 平台處理 2013~2025 年 Landsat 8 影像，首先，參考 WorldClim 生物氣候變項定義，以地表溫度(land surface temperature, LST) 結合 CHIRPS 降水資料，推導 11 項 LST 衍生生物氣候變項 (BIO1~BIO11)；同時萃取增強型植生指標(enhanced vegetation index, EVI)、常態化差異濕度指數(normalized difference moisture index)、常態化建物與裸土指標(normalized difference built-up and soil Index)等光譜指標，以描述地表季節性物候動態。隨後，利用最大熵模型(MaxEnt)分別對淺山蝶種大鳳蝶(*Papilio memnon*)與高山蝶種雙環翠鳳蝶(*Papilio hopponis*)進行分布預測，並以地形與土地利用/覆蓋(land use/ land cover)建構基礎模型，逐步納入季節性光譜指標與 LST 衍生生物氣候變項後，比較不同變項組合之預測性能。研究結果顯示，僅包含地形/LULC 變項之基礎模型預測能力相對有限，逐步整合遙測指標有助提升模型性能。EVI 等季節性光譜指標對兩物種模型均有貢獻，且對淺山蝶種的增益較為明顯，反映淺山物種分布與地表物候動態具較強的連結。相較之下，LST 衍生生物氣候指標對高山蝶種模型增益較大，顯示地表溫度梯度為影響高山蝶種分布之重要變項。本研究支持將高空間解析力遙測指標納入山區物種分布建模，作為空間保育評估與規劃之參考。

不同森林中環境梯度與耐陰植物功能群間關聯路徑之初探

楊建宏[1*]、張勵婉[2]、王巧萍[3]、吳家慈[2]、伍淑惠[2]、陳可芳[4]

[1] 林業試驗所蓮華池研究中心。555002南投縣魚池鄉五城村華龍巷43號。
[2] 林業試驗所森林生態組。100060臺北市三元街67號。
[3] 林業試驗所育林組。100060臺北市三元街67號。
[4] 林業試驗所恆春研究中心。946005屏東縣恆春鎮墾丁里公園路203號。
[*] 通訊作者，jhyang@tfri.gov.tw

摘要

地形及土壤是影響植物功能群分布的重要因子，然而目前有關環境因子在不同森林中對於耐陰功能群的關聯路徑仍缺乏瞭解。本研究使用 2008 年蓮華池森林動態樣區及 2013 年墾丁高位珊瑚礁森林動態樣區的每木調查資料，並依樹種光合作用能力歸類出極不耐陰、不耐陰、中等耐陰、耐陰和極耐陰等五個耐陰功能群。搭配現地測量之地形參數(包含坡度、南北值、東西值、平面曲率、剖面曲率和地形濕度指數)與表土化學性質(包含 pH 值、全碳、全氮、碳氮比、磷、鉀、鈣、鎂、鐵、銅、錳和鋅)等共 18 個環境變數，透過 CCA 搭配置換檢定篩選出在各樣區中有顯著關聯之變數，再以結構方程模型(Structural Equation Modeling, SEM)及多群組結構方程模型(Multiple-group SEM)進行分析，找出對於不同耐陰功能群有所關聯之路徑。初步結果顯示，(1)蓮華池和墾丁高位珊瑚礁森林動態樣區的主要中介土壤性質不同，前者主要是透過 pH 值，後者則是以鐵為主；(2)跨樣區比較下，極不耐陰功能群幾乎沒有共通路徑；而耐陰和極耐陰功能群則有多條反向路徑，這些變數主要包含南北值、地形濕度指數、土壤 pH 值等。本研究結果可提供森林經營中不同耐陰功能群適生環境判別之參考，作為未來樹種選擇與森林管理之依據。

太麻里光蠟樹人工林自然演替後林分組成與環境之關係

孫義方[1]、陳毓昀[1]、張楊家豪[2]、楊蒼叡[1,3*]

[1] 國立東華大學自然資源與環境學系。花蓮縣壽豐鄉大學路2段1號。
[2] 國立中山大學生物科學系。高雄市鼓山區蓮海路70號。
[3] 農業部林業試驗所太麻里研究中心。台東縣太麻里鄉大王村橋頭6號。
[*] 通訊作者，pkray@tfri.gov.tw

摘要

光蠟樹人工林經自然演替後林分組成與環境因子間之關係研究較少，為探討不同的林地環境因子對於經自然演替後光蠟樹人工林組成的影響，本研究於太麻里試驗林 40 年生光蠟樹人工林內設置 30 個人工林樣區(plot)，樣區中所有木本植物胸徑(diameter of breast height)大於 1 公分之個體紀錄其物種、胸徑作為林分組成資料。每個人工林樣區均測量地形因子(topographic factors)包括坡度、坡向與海拔高；土壤因子(soil factor)包括土壤的有機質(organic matter, O.M)、土壤酸鹼值(pH)、土壤氮(N)與土壤電導度(electrical conductivity, EC)作為林分組成的解釋因子。林分組成的分析使用主成分分析區分不同樣區的組成差異，並就地型及土壤因子使用冗餘分析、向前選取法及方差分解去找出林分組成與環境因子之間的關係及不同類別的環境因子對於林分組成的單獨及合併解釋力。30 個人工林樣區中紀錄 90 種共 6457 株胸徑大於 1 公分的木本植物，樣區間的林分組成有差異，部份樣區內有除光蠟樹造林木外，天然林樹種也逐漸出現在森林的中下層，其組成與天然林較為相近；其他樣區林分中下層組成甚少出現天然林分樹種，整體林分組成仍維持以光蠟樹為主要樹種。冗餘分析結果顯示地形因子中對於光蠟樹人工林林分組成影響較大為坡向及海拔高，土壤因子影響林分組成主要為土壤酸鹼度及土壤電導度。方差分解結果地形因子與土壤因子共同解釋更林分組成變異達 37.3%，其中由地形因子及土壤因子單獨解釋的變異分別為 9.1%及 9.6%，兩因子共同解釋的變異為 18.5%。本研究發現光蠟樹人工林經自然演替後，其林分組成已逐漸改變，而環境因子對演替後的林分組成變異解釋率為 37.3%，顯示除所蒐集的環境因子外，尚需加入其他影響森林組成的生物因子如種子傳播或是物種間的相互關係等，此有賴長期且更完整的監測資料以釐清影響森林更新組成的因子及作用機制。

《臺灣野生食用植物圖譜》的植物名錄與文化脈絡

林建融[1]、葉若鋆[2*]、陳建文[3]

[1] 農業部林業試驗所福山研究中心。264013宜蘭縣員山鄉湖西村雙埤路福山1號。

[2] 農業部林業試驗所林產利用組。100051台北市中正區南海路60號。

[3] 農業部林業試驗所技術服務組。100051台北市中正區南海路60號。

[*] 通訊作者，zoeyeh@tfri.gov.tw

摘要

1945 年臺灣植物同好會編纂《臺灣野生食用植物圖譜》，收錄 100 種野生或逸生植物，並記載學名、方言名、食用部位、調理方式及品質評等。此書出版於日治末期糧食管制日益強化，所呈現的不只是植物可食性的紀錄，也反映戰時環境中植物資源如何被重新辨識與利用。100 種植物中，以葉、嫩梢或全草為食用部位者達 70 種，果實 20 種；調理方式則有 71 種涉及汆燙或煮食，65 種記載為浸物、和物或湯食，生食僅 23 種。這些植物多具有容易取得、可反覆採收，且可經加熱、浸泡、去澀或調味後食用等特性，顯示此書所重視的並不只是「能不能吃」，而是植物能否在物資不足的情況下迅速轉化為可利用為佐餐的副食。書中大量使用浸物、味噌和、胡麻和、醋和、天婦羅等日本料理語彙，將不同分類群與不同生育環境的植物納入較為一致的料理方式；另一方面，愛玉、筆筒樹、過溝菜蕨、山蘇、構樹、龍葵及野薑花等利用，則可見臺灣既有地方植物知識與採集經驗的影響，日本原有植物則主要集中於少數山菜種類的持續使用。與當代野菜紀錄比對後，臺灣仍可見多種植物利用的延續。100 種植物並非臺灣野生食用植物的完整清冊，而是在戰時糧食需求下，從既有植物資源與地方利用經驗中，挑選較容易取得、辨識與處理的種類，再以日本植物分類與料理方式重新整理而成。

河川水環境巡守隊志工學習動機與持續參與意向

廖紬君[1]、林嘉恩[2]、婁安琪[1]、劉奇璋[2*]

[1]農業部林業試驗所。100051 台北市中正區南海路53號。
[2]國立臺灣大學森林環境暨資源學系。106319臺北市大安區羅斯福路四段一號
[*] 通訊作者，chichangliu@ntu.edu.tw

摘要

本研究以宜蘭縣白米溪水環境巡守隊為例，整合自我決定理論(Self-Determination Theory)、學習情境模型與公民科學學習產出架構，透過半結構式訪談、長期參與觀察，並於 2026 年追蹤訪談，探討志工之學習動機與持續參與意向。研究結果顯示，初始動機部分與過往回憶產生共鳴，符合學習情境模型之個人情境與社會文化情境，和溪流相關的兒時記憶與同儕網絡邀約，轉化為在地認同與組織歸屬感，並在退休生涯調適中，有效滿足自我決定理論的自主感、關係感與勝任感。持續動力為滿足自我決定理論的心理需求，組織規範彈性使巡守任務融入日常物理性情境，去利益衝突的社群氛圍深化關係感，而專業生態培力持續滿足勝任感，促使志工由被動的勞動者轉為具備專業知能的公民參與者。在追蹤訪談與觀察紀錄中，發現志工內化專業知識，並展開環境行動，依據公民科學學習產出架構，從概念知識與技能跨越至行為改變，面對地方民代決定剷除濱溪植被時，志工主動表達訴求；並在活動中，擔任講師帶領參加者進行水質與生態監測，落實環境教育與社會貢獻。研究證實維繫志工長期承諾的核心是滿足基本心理需求、專業知能的持續賦能。建議應保障志工行動自主權並建立多方溝通平台，以兼顧河川生態永續治理，並實踐活躍老化。

關鍵字：水環境巡守隊、自我決定理論、公民參與、持續參與意向、環境行動

扇平森林生態園區願付價值之研析-以扇平志工團隊為例

劉冠廷[1*]、朱榮三[1]、劉昀岑[2]

[1]農業部林業試驗所六龜研究中心。844高雄市六龜區中興里中庄 198 號。

[2]高雄醫學大學附設中和紀念醫院小兒神經科。807高雄市三民區自由一路100號。

[*]通訊作者，電子信箱：asdfg7838370@tfri.gov.tw

摘要

扇平森林生態科學園區過去為熱門的森林遊憩場域，然八八風災後，扇平的地貌和景觀改變劇烈，知名景觀因崩塌而消失，對園區的經營帶來極大的衝擊，也對森林生態系及其提供的生態系服務產生強烈的影響，其效益有待重新評估。相較於遊客，扇平的志工團隊自民國 86 年成立，長時間參與園區解說教育，在封園期間仍有協助值勤及生態調查，故調查志工的看法，對未來扇平的管理及規劃極為重要。本研究以扇平森林生態科學園區為例，採用問卷調查法與條件評估法，主要目的為：(1) 分析受訪者對園區的滿意度及偏好 (2) 評估在不同情境設定下扇平之願付價值 (3) 分析影響願付價值的因素。本研究的結果顯示，多數受訪者對園區的體驗感到滿意，偏好多樹種組成的林分，擔憂扇平受氣候變遷影響，願意為維持遊憩體驗而付費，維持體驗的平均願付價值為 180 元，考量氣候變遷下維持體驗的平均願付價值為 204 元，統計分析的結果顯示，不同背景屬性(教育程度等)之志工對枯木數量、幼苗密度的偏好及步道維護的滿意度具差異，而女性及過去訪問次數較多者，其願付價格較高，本研究發現，願付價格在不同評估情境下具顯著差異，故建議若未來要進行收費，應著重於氣候變遷下維持園區營運的成本上升，較可獲得認同。

災後多源資料整合與地形風模擬於森林火災火勢轉變判讀：以埔里事業區 112 林班火災為例

潘孝隆[1*]、孫宗志[2]、王聰瑞[2]

[1] 農業部林業試驗所森林保護組。100台北市中正區三元街67號。

[2] 林業及自然保育署南投分署。542南投縣草屯鎮新庄里史館路456號。

[*] 通訊作者，hlpan@tfri.gov.tw

摘要

森林火災之擴展與復燃常受地形、燃料及午後微氣象共同影響，僅依鄰近測站資料不易掌握火場局部風場變化。本研究以 2026 年 2 月 15 日至 28 日埔里事業區 112 林班森林火災為案例，整合火災快報、現場圖資、照片紀錄、中央氣象署 CODiS 逐時測站資料及內政部 20 m 數值地形模型，建立火場事件時間軸與氣象對照資料，並以 WindNinja 進行地形風場模擬及火場點抽樣校驗。初步結果顯示，火場溫度與相對濕度可由鄰近測站提供相對穩定推估，跨日驗證平均絕對誤差約為 1.3°C 及 5 至 6 個百分點；風速則較受地形與谷風影響，如以單一測站直接代表火場之不確定性較高。多數助燃遽變事件發生於相對濕度約 40%至 45%、平均風速約 2.5 至 3.0 m/s 以上或陣風達 6 m/s 以上之條件下，且事件前 2 至 3 小時若相對濕度快速下降並伴隨風速增強，較常對應火勢復燃、飛火越過防火線或煙點悶燃轉為明火。研究結果顯示，多源災後資料整合結合地形風模擬，可作為森林火災火勢轉變判讀、火線巡查及後續預警模式精進之基礎。

貓纜 T16 塔柱地錨邊坡長期維護管理之棲地恢復與生物多樣性評估

謝佳宏[1*]、林敏宜[1]、吳承哲[1]、李俊麒[1]、陳郁蕙[1]、蔡榮鈞[1]

[1]中國文化大學森林暨自然保育系。1114臺北市士林區華岡路55號。

[*] 通訊作者，xjh4@ulive.pccu.edu.tw.

摘要

貓纜 T16 塔柱地錨邊坡位於臺北市文山區貓空低海拔丘陵地區，周邊以常綠闊葉次生林為主要植被類型。本邊坡自民國 99 年竣工後持續進行維護管理，迄今已歷經約 16 年之植被恢復與自然演替。本研究透過既有生態資料蒐集、棲地環境評估及季節性動植物調查，探討長期維護管理下之棲地恢復情形與生物多樣性現況。調查結果顯示，基地現已形成森林植群、林緣灌叢、人工草生地、排水系統及陰濕微棲地等多樣棲地類型，整體植被覆蓋與森林連續性良好，呈現高度棲地異質性，顯示工程邊坡經長期維護及自然演替後，已逐漸恢復森林生態系之棲地功能。 動物調查記錄II級保育類麝香貓、III級保育類食蟹獴及II級保育類藍腹鷴等重要野生動物，顯示基地及周邊森林可提供野生動物棲息與活動空間，具有生物多樣性保育價值。T16 地錨邊坡歷經長期維護管理後，工程設施與自然環境已形成相對穩定之共存狀態。後續維護宜以維持森林連續性、植被覆蓋及陰濕微棲地為原則，採分區適度打草、原生植物補植及多層次植群營造，並持續進行季節性生態監測，以掌握物種與棲地變化。本研究顯示，公共設施邊坡長期維護除確保工程安全外，若兼顧自然演替與棲地管理，可維持並提升工程環境之生態功能，作為都市近郊坡地設施兼顧安全維護與生物多樣性保育之參考。

關鍵字: 生態檢核、生物多樣性、棲地恢復、自然演替、生態保育

近二十年來雲嘉地區歸化植物在不同生育地中的組成變化

沈玟伶[1]、廖倢妤[2]、林奐宇[3]、趙偉村[1,2)*]

[1] 國立嘉義大學森林暨自然資源學系。600355嘉義市東區鹿寮里學府路 300 號。

[2] 國立嘉義大學農業科學博士學位學程。60004嘉義市鹿寮里學府路300號。

[3] 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系。260007宜蘭市神農路一段1號。

[*] 通訊作者，wcchao@mail.ncyu.edu.tw

摘要

歸化植物可能排擠原生植物、降低生物多樣性及影響農林生產。台灣於民國 98 至 101 年完成「外來入侵植物全國現況調查」計劃。然而二十年來的土地利用變化，可能改變各地的植物組成。因此，本研究依循前次的調查資料及規範，於相同的 1× 1 km^2 樣區執行複查，樣區內各生育地類型調查 5 個小樣方，記錄植物種類及覆蓋度。分析以重要值指數(importance value index, IVI)比較歸化植物的優勢度及排序變化，並以 Jaccard 及 Bray-Curtis 距離量化各生育地兩期的轉變程度；另以利用 Bray-Curtis 距離矩陣進行 PCoA 分析計算各樣區由前次調查至本次調查的變動方向，並以圓形統計及 Rayleigh 檢定分析方向一致性。本團隊於 114 年度共完成 20 個樣區、417 個小樣方，取得 3,472 筆植物紀錄，包含 79 科 235 屬 338 種，其中歸化植物 123 種，占 36.4%。與前次調查相比，優勢物種排序並無明顯變動。各生育地的 Jaccard 轉變度均大於 0.5；Bray-Curtis 轉變度亦顯示多數生育地的物種覆蓋度發生變化，僅濱水地的變動程度最小，因其兩次資料皆以巴拉草(*Brachiaria mutica*)為主。最後在 PCoA 分析方面，僅道路邊的植物組成變動方向達顯著一致(Rayleigh test, $p < 0.05$)，其他生育地之變動方向較為分散。結果顯示群落變動具有生育地差異，後續應優先監測重要值上升的歸化植物及道路邊生育地，並增加樣本數以完善防治管理依據。

關鍵詞：時間轉變度、重要值指數、群落變遷

瓊崖海棠內生植物促生細菌 *Pantoea ananatis* TY9-3SA-1 發酵條件最適化與菌劑載體評估

陳玉安[1] 林冠穎[1*] 李俊佑[1]

[1] 農業部林業試驗所育林組。台北市中正區三元街67號9樓。

[*] 通訊作者，louises@tfri.gov.tw

摘要

本研究以分離自臺灣原生海岸樹種瓊崖海棠(*Calophyllum inophyllum* L.)根部內生區域、具耐鹽及植物生長促進特性(IAA 分泌、ACC deaminase 活性、生物膜形成)之菌株 *Pantoea ananatis* TY9-3SA-1 為對象，該菌株經接種試驗證實可提升苦楝(*Melia azedarach* L.)幼苗於鹽逆境下之根系發育(根尖數提升 66%)、氣孔數量代償機制(氣孔密度提升 112%)及整株鮮重(提升 34%)等耐鹽表現。為建立可供田間資材化應用之標準化發酵與保存製程，本研究依序進行：(1)菌株於 LB 培養基中之生長曲線與 OD-CFU 換算基準建立；(2)以 Plackett-Burman 設計(PBD)篩選溫度、轉速、pH、鹽度、氮源及碳源等六項發酵因子；(3)以 Box-Behnken 反應曲面法(BBD)針對篩選出之關鍵因子進行精細最適化；(4)建立以黃豆粉、二號砂糖、食鹽等民生資材配製之 1L 低成本放大發酵製程；(5)評估發酵液於 4˚C 冷藏及蛭石＋泥炭土＋腐植酸複合固態資材中之活菌存活趨勢。PBD 結果顯示轉速(RPM)為唯一對菌體濃度(OD600)具顯著影響之因子(p=0.004)，鹽度與碳源濃度則未達顯著水準。BBD 反應曲面分析進一步證實 RPM 之線性效應顯著為正(p=0.035)，二次項達邊際顯著(p=0.065)，顯示最適轉速應落於試驗範圍中段(約 250 RPM)而非邊界；惟因模型整體未達顯著且 Lack-of-fit 檢定顯著(p=0.012)，鹽度與葡萄糖濃度之曲率與交互效應仍待更精確之後續試驗確認，故本階段建議採用實測平均 OD600 最高之 250 RPM、5M NaCl 2.8 mL、50%葡萄糖 2.4 mL 為操作參數。以此條件轉換為低成本民生資材放大之發酵液，於 4˚C 冷藏 14 天內活菌數可維持於 10^9 CFU/mL 等級；蛭石複合固態資材於 4˚C 冷藏 15 天之追蹤結果顯示，活菌數同樣穩定維持於 10^9 CFU/g 等級，且未接種對照組全程未測得可計數菌落，確認資材中活菌確實來自接種菌株而非環境雜菌污染。本研究建立之發酵與資材保存製程，可作為 *Pantoea ananatis* TY9-3SA-1 應用於海岸造林及劣化地復育微生物肥料生產之操作基礎。

臺南高雄地區原生及歸化物種近 20 年間之時間與空間變化

羅珮蓁[1*]、蔡佳秀[1]、沈玟伶[2]、林奐宇[3]、張楊家豪[1]

[1]國立中山大學生物科學系。804高雄市鼓山區蓮海路70號生物科學系。
[2]國立嘉義大學森林暨自然資源學系。60004嘉義市鹿寮里學府路300號。
[3]國立宜蘭大學森林暨自然資源學系。260007宜蘭市神農路一段1號。
[*]通訊作者：jane88306@gmail.com

摘要

歸化植物對現今社會具有重大的影響，除了為社會提供經濟效益與實用價值，也造成其競爭排擠原生種、改變棲地結構以及影響生物多樣性。農業部林業及自然保育署曾於 2009 至 2012 年進行「外來入侵植物全國現狀調查計畫」，收集全臺各生育地的物種分布資料，並規劃於 2025 至 2028 年進行複查，欲透過收集不同時間的資料，查看臺南及高雄地區各生育地植物分布的時空變化。本研究使用 Bray-Curtis 相異性分析及主座標分析(PCoA)比較物種覆蓋度在各生育地的時間變化，並透過 PERMANOVA 檢定顯著性，最後擬合 GLMM 解釋原生與歸化種在各生育地前後次調查的物種豐富度差異。目前兩地區各調查 28 個 1×1 km^2 的網格，共分析 17 種前後次共同出現的生育地。前後次調查皆以道路邊及人工設施的歸化物種數最高，有半數以上生育地之原生物種數增加。除了天然林木本外，其餘生育地前後次物種組成相異性皆大於 0.7，且各生育地的物種組成隨時間變化趨勢不一致。擬合 GLMM 的結果顯示，生育地、生育地和前後次調查、生育地和原生歸化種的交互作用有顯著影響，部分生育地前後次物種豐富度有顯著改變，且有半數以上生育地的原生種豐富度顯著增加。本研究目前僅分析部分網格資料，待未來收集更完整的數據，方能全面解釋臺南及高雄地區各生育地的物種變化趨勢。

關鍵詞：時空變化、生育地類型、物種豐富度、原生植物、歸化植物

強勢入侵種與外來植物中長期變化趨勢研究之推動情形

羅敏瑄[1]、曾喜育[2]、王志強[3]、趙偉村[4]、林政道[5]、張楊家豪[6]、林奐宇[1*]

[1]國立宜蘭大學森林暨自然資源學系。260宜蘭縣宜蘭市神農路一段1號。
[2]國立中興大學森林學系。402 臺中市南區興大路 145 號。
[3]國立屏東科技大學森林系。912屏東縣內埔鄉學府路1號。
[4]國立嘉義大學森林暨自然資源學系。355嘉義市鹿寮里學府路300號 (蘭潭校區)。
[5]國立臺灣大學森林環境暨資源學系。106臺北市大安區羅斯福路四段1號。
[6]國立中山大學生物科學系。804高雄市鼓山區蓮海路70號。
[*]通訊作者，E mail: huanyu@niu.edu.tw

摘要

農業部林業及自然保育署於 98 至 101 年辦理「外來入侵植物全國現況調查」，以系統性樣區完成全國不同生育地之外來植物普查。本計畫延續前次調查方法與成果，於 114 至 117 年間由 6 所大專院校分區分年進行調查，以縣市行政區及生育地類型為主要分析單位，探討外來植物之種類組成、覆蓋度及分布變化，並評估人為干擾與土地利用型態之影響。綜整本計畫第一、二年度已完成樣區之調查資料，各地歸化植物組成雖具區域差異，但整體呈現相似趨勢，大黍等物種於多個地區及生育地普遍出現；巴拉草則常見於濱水環境。生育地分析顯示，道路邊、人工設施、農地、荒廢地等受人為干擾或環境較開闊之生育地，歸化植物種類或比例普遍較高；天然林等較鬱閉環境則相對較低，顯示歸化植物分布與人為活動及棲地環境密切相關。目前進一步比較小花蔓澤蘭、大黍及銀膠菊等多種外來植物前後兩期水平分布，初步發現小花蔓澤蘭於宜蘭及高雄部分地區覆蓋度增加並出現新紀錄；大黍於多數樣區覆蓋度提高，並於宜蘭及部分山區出現新分布；銀膠菊目前則未呈現明顯擴張趨勢。整體而言，部分外來植物已呈現覆蓋度增加及分布擴張現象，後續將隨調查資料累積，進一步評估其全臺中長期變化趨勢。

關鍵詞：外來植物、長期監測、水平分布、擴散趨勢、生育地類型

以無人載具調查下坪自然教育園區樹木滯塵量之研究

柯淳涵[1]、王介鼎[2]、余瑞珠[2]、張芳志[2*]

[1] 國立臺灣大學森林環境暨資源學系。106臺北市大安區學府里羅斯福路四段1號。

[2] 國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處。557南投縣竹山鎮竹圍里前山路一段12號。

[*] 通訊作者，hfcchang@ntu.edu.tw

摘要

本研究以南投竹山下坪自然教育園區為樣區，探討目標樹種大葉桃花心木（*Swietenia macrophylla*）之滯塵效率，並觀測環境交通負荷。下坪樣本樹木利用植物冠層分析儀(Plant Canopy Analyer, LICOR, LAI-2000 型)得到葉面積指數乘上投影面積之後得到各樣本樹木的總葉面積，並使用無人機進行低空環繞拍攝，並建立高精度 3D 模型，進行樹冠投影及葉片面積數估算，搭配下坪附近車流量統計以評估目標樹種之總滯塵效率。於樣區採樣前 30 日進行車流量統計，期間總車流量達 1,439,001 輛次，折合日平均車流量為 1,998.6 輛次。經 UAV 影像解析與 LAI-2000 實地量測，樣區內大葉桃花心木之林冠結構呈現高度異質性。數據顯示，大葉桃花心木之葉面積指數（LAI）介於 0.70 至 2.88 之間，其樹冠投影面積落於 45.8 至 69.3 m^2，進而推算其單株總葉面積介於 48.5 至 138.2 m^2。在滯塵量表現上，大葉桃花心木之單位葉面積總滯塵量為 10.21 $\mu g/m^2$。結合前述交通量（日均約 2,000 輛次）觀之，顯示該樹種在承載移動污染源逸散微粒時，具備良好的截留屏障效益。

Landscape Genomics Reveals Local Adaptation and Future Climate Vulnerability in *Phalaenopsis aphrodite* Across Taiwan and the Philippines

Tran Bach Nguyen[1], Pei Chun Liao[1*]

[1] Department of Life Science, National Taiwan Normal University, No. 88, Sec. 4, Ting Chou Rd., Wenshan Dist., Taipei City 11677, Taiwan.

[*] Corresponding Author, email address. pcliao@ntnu.edu.tw

Abstract

Climate change may disrupt the match between climate-associated genomic variation and local environments, potentially increasing vulnerability in some populations. However, how such vulnerability varies across populations of *Phalaenopsis aphrodite* remains unclear. We investigated whether climatic variation contributes to climate-associated genomic differentiation across Taiwan and the Philippines and identified populations potentially vulnerable to future climate change. We hypothesized that temperature and precipitation gradients shape climate-associated genomic variation beyond neutral population structure, and that populations with greater future genomic mismatch and lower adaptive genetic diversity would show higher climate sensitivity. After SNP filtering and linkage-disequilibrium pruning, 5,177 SNPs from 78 individuals representing 17 populations were analyzed. Genome–environment associations were assessed using partial redundancy analysis and Gradient Forest. A conservative set of 103 climate-associated candidate SNPs identified by both methods was retained for downstream analyses. Climatic effects remained significant after controlling for neutral population structure, with temperature and precipitation jointly contributing to genomic differentiation, while Gradient Forest revealed nonlinear genomic turnover across climatic gradients. Future genomic offset was greatest under SSP585-2100, and population-level climate sensitivity identified Fuga and Batan as the most vulnerable populations due to high predicted genomic mismatch and low heterozygosity at candidate adaptive loci. These findings indicate substantial spatial variation in climate-associated genomic vulnerability and provide a basis for prioritizing populations for conservation monitoring under future climate change.

探討列當在台灣與歐亞大陸間之分群關係

王崇綸[1]、Alexey P. Seregin[2]、Young-Dong Kim[3]、
Renata Piwowarczyk[4]、Koji Takayama[5]、Akihiro Nishimura[6]、
Purevdorj Erdenetsogt[7]、黃盟元[1]、蔡佩倩[1]、曾妤馨[1*]

[1] 國立中興大學生命科學系。40227 台中市南區興大路 145 號。
[2] Faculty of Biology, M. V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
[3] Department of Life Science, Hallym University, Chuncheon, Gangwon 24252, Republic of Korea
[4] Center for Research and Conservation of Biodiversity, Department of Environmental Biology, Institute of Biology, Jan Kochanowski University, 25-406, Kielce, Poland
[5] Makino Herbarium, Department of Biological Science, Graduate School of Science, Tokyo Metropolitan University,192-0397, Tokyo, Japan
[6] Department of Biology, Graduate School of Science, Kobe University,657-850, Kobe, Japan
[7] Institute of Chemistry and Chemical Technology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar 13330, Mongolia
[*] 通訊作者，yuhsin.tseng@nchu.edu.tw

摘要

寄生植物之地理分布受到生物與非生物因子共同影響，物種可能呈現狹域至廣域不等的分布範圍。對廣布種而言，不同地區族群是否仍具有相似的遺傳組成，或已形成明顯的地理遺傳分化，仍有待釐清。全寄生植物列當(*Orobanche coerulescens*)廣布於歐亞大陸，臺灣為其分布南界，在島內呈高低海拔間斷分布的特殊形式。本研究透過歐亞大陸各分布地的取樣，以葉綠體基因組進行親緣關係、遺傳分群及單倍型網路分析，探討其遺傳分化及演化關係。初步結果顯示列當在遺傳上可分為四群：主要分布於台灣東部(C1)、臺灣西北部、高山及離島(C2)、日本、韓國、中國及俄羅斯(C3)與白俄羅斯及波蘭(C4)。其中，同為台灣分布的 C1 及 C2 並非單一起源；相較之下，C1 與 C3 親緣關係較密切。單倍型網路亦呈現與上述遺傳分群大致一致的遺傳結構。綜合結果顯示列當雖廣泛分布於歐亞大陸，其葉綠體遺傳分群呈現區域性分布特徵，且臺灣東西族群可能具有不同來源；此外，在哈薩克鄰近區域同時具有多種遺傳分群，顯示該區可能為不同遺傳分群的分布重疊區。然而，目前結果亦顯示在相同或鄰近地區的樣本，可能呈現不同的遺傳結構，後續將加入核基因組資料，比較核基因與葉綠體所呈現的遺傳結構，以進一步評估雜交或基因漸滲的可能性。

綠島民族植物利用之初步調查

吳采青[1]、江佳恩[1]、吳紘瑞[1]、楊智凱[1,*]

[1] 國立屏東科技大學森林系。912301 屏東縣內埔鄉老埤村學府路 1 號

[*] 通訊作者，電子信箱: eflora.yang@gmail.com

摘要

綠島位於臺灣東方外海，島上居民多為 19 世紀自小琉球移民而來。雖然其文化與生活習俗與臺灣本島閩南族群相近，但在島嶼地理、生態與氣候環境的影響下，居民於長期生活、生計與產業活動中，可能發展出具地方特色的植物資源利用知識。本研究採取半結構式訪談法，訪問兩名 70 歲以上的綠島居民，記錄曾經或目前仍在使用的植物 69 種及俗名 76 筆。植物利用方式歸納為漁具、飼料、薪柴、食用、藥用、建築、圍籬、生活器物、儀式與其他等 10 類；其中以食用植物 22 種、薪柴 18 種及飼料 17 種為最多。食用植物中有記錄到蕃薯(*Ipomoea batatas*)、芋(*Colocasia esculenta)*和落花生(*Arachis hypogaea*)等栽培作物。飼料植物反映綠島過去梅花鹿(*Cervus nippon taiouanus*)養殖產業對植物利用的影響，17 種中有 13 種(76.5%)曾用於餵養梅花鹿；記錄的 7 種榕屬(*Ficus spp.*)植物中，除大果藤榕(*F. aurantiaca* var. *parvifolia*)外，其餘皆為鹿隻飼料。居民亦利用植物作為農地圍籬，以降低東北季風與颱風對作物的影響，顯示植物利用與島嶼特殊氣候環境的適應密切相關。綠島居民的植物利用知識反映居民遷徙歷史、島嶼環境、生計活動與產業發展之間的互動關係。本研究為綠島民族植物之初步調查，未來將擴大訪談對象與調查範圍，建構綠島民族植物名錄，以記錄與保存逐漸消失的在地傳統知識。

民眾對綠鬣蜥處置看法之初探

李紘緯[1]、黃靖惠[1]、林若妍[1]、黃讚美[1]、許立達[1*]

[1] 中國文化大學森林暨自然保育學系。11114 臺北市陽明山華岡路 55 號。

[*] 通訊作者，lita@ulive.pccu.edu.tw

摘要

原產於中南美洲的綠鬣蜥(*Iguana iguana*)自開放輸入台灣寵物市場後，因其適應力強且繁殖力高，棄養個體目前已在南部平原地區形成嚴重的野化族群，不僅造成農作物損失，更威脅本土生態平衡。本研究採用 Google 表單製作問卷，透過網路傳播調查民眾對綠鬣蜥的認識及對於處置方式的看法。初步結果顯示，民眾對此議題的看法因居住地區而有所差異，南部民眾較多比率親眼見過且認識綠鬣蜥，也較支持移除綠鬣蜥。不過，男女對生態保育與動物福利何者為重則存有差異，女性比男性更關注動物福利，較認同移除綠鬣蜥時應避免有虐待行為。對於處置方法，除了「由專業人員射擊」認同度較低外，民眾對於以套索、陷阱捕捉，或人道處置認同度均高。民眾認為政府應加強禁止棄養宣導、生態教育及飼養管理，對於增加移除經費則認同度不高。

探析放線菌 *Actinosynnema mirum* DSM 43827 類蕈孢素胺基酸的生合成酵素

李翊誠[1]、林敬智[2]、馬莉婷[3]

[1] 國立嘉義大學森林暨自然資源學系，yichenglee1112@gmail.com，600 嘉義市東區學府路 300 號

[2] 國立中興大學循環經濟研究學院特用作物及代謝體學程，lccchimera@gmail.com，540 南投縣南投市光明路 15 號

[3] 國立嘉義大學森林暨自然資源學系，malt@mail.ncyu.edu.tw，600 嘉義市東區學府路 300 號

摘要

類蕈孢素胺基酸 (mycosporine-like amino acids, MAAs)具優異之紫外線吸收特性 (310-365 nm)，為具潛力之天然防曬原料。本研究旨在利用合成生物學策略，於微生物平台重建其生合成途徑。針對放線菌 *Actinosynnema mirum* DSM 43827 之 MAA 生合成基因叢 *mysA-mysD*，經密碼子最佳化後構築表現載體，轉形至 *Escherichia coli* BL21 (DE3) 並以異丙基 β-D-1-硫代半乳糖苷(isopropyl β-D-1-thiogalactopyranoside, IPTG) 進行誘導表達。西方墨點法檢驗顯示，*mysA* 與 *mysB* 順利表達，但 *mysC* 與 *mysD* 蛋白質表現訊號不佳。為克服異源表達障礙，本研究進一步以其胺基酸序列進行同源搜尋，納入功能已驗證蛋白建立系統發生樹，並依結果進行篩選，最終分別獲得 21 條與 25 條 *mys*C 及 *mysD* 之近緣候選蛋白。本研究篩選出具表達潛力之關鍵酵素替代候選序列，為後續完整重建 MAAs 生合成途徑提供重要基礎。

臺灣特有圓果青剛櫟與青剛櫟之種化模式及基因漸滲機制探討

何紹瑋[1,2*]、廖培鈞[1*]

[1] 國立臺灣師範大學生命科學系。116 臺北市文山區汀州路四段 88 號。
[2] 農業部生物多樣性研究所野生植物組。552 南投縣集集鎮民生東路 1 號。
[*]通訊作者：pcliao@ntnu.edu.tw (廖培鈞)、ho@tbri.gov.tw (何紹瑋)

摘要

臺灣森林植相中，殼斗科(Fagaceae)植物為重要之組成及優勢樹種，具有高度之物種多樣性與特有性，亦為探討物種分化與適應性演化之重要研究材料。圓果青剛櫟(*Quercus globosa*)為臺灣特有種，而其姐妹種青剛櫟(*Q. glauca*)則為東亞廣布種，兩者在地理分布與生態環境上具有明顯差異，為探討物種分化與基因交流之關係提供良好材料。先前研究發現兩物種具有明顯之遺傳分化，且於染色體尺度呈現染色體中心偏向性分化(Chromosome Center-Biased Differentiation, CCBD)，顯示染色體結構異質性可能參與物種分化。然而，兩物種於分化過程中是否仍存在基因交流，以及歷史基因漸滲對其基因體分化之影響，尚待釐清。本研究利用全基因體資料，結合 fastsimcoal2、ABBA-BABA、RFMix 及 DATES 等分析方法，探討兩物種之族群動態、基因交流及基因漸滲(introgression)對基因體差異之影響，並進一步估算物種分化時間，最終比較不同染色體區域之基因漸滲特徵。藉由整合族群歷史與染色體尺度之基因體資訊，本研究期望釐清兩物種之歷史基因交流模式，以及染色體結構異質性與遺傳分化對基因漸滲分布之可能影響，進而深化對圓果青剛櫟與青剛櫟種化歷程及基因體演化機制之理解。

氣候變遷下臺灣高山草原植群之贏家與輸家物種分析

易采潔[1]、郭礎嘉[1]、劉和義[2]、林政道[1*]

[1] 國立臺灣大學森林環境暨資源學系。106319 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號。

[2] 國立中山大學生物科學系。804201 高雄市鼓山區蓮海路 70 號。

[*] 通訊作者，chengtaolin@ntu.edu.tw

摘要

氣候變遷對全球生態系造成廣泛衝擊，其中高山 (alpine) 生態系因環境條件嚴苛、對氣候變化高度敏感，被視為受影響最為顯著的生態系之一。過往研究顯示，極端氣候事件可能改變高山植物的分布與群落組成。為了解氣候變遷對臺灣高山植群的影響，本研究自 2008 年起於海拔 3,000 公尺以上山峰設置長期監測樣區，持續調查高山植物的物種組成與覆蓋度變化，並分析各山峰樣區中植物物種覆蓋度隨時間的變化趨勢，將物種區分為「贏家」、「輸家」及「無顯著趨勢」等類群。初步結果顯示，在 12 座已完成 4 次植群調查的山峰樣區中，所有山峰皆呈現「輸家」物種數量多於「贏家」物種的趨勢，顯示臺灣高山草原植群可能正受到氣候環境變動的影響，然而各山峰的贏家與輸家物種仍存在區域性的差異。考量臺灣亞熱帶季風氣候及其高山生態系在全球高山環境中的特殊性，未來將進一步結合環境因子與植物功能性狀，探討贏家與輸家物種與臺灣近代極端氣候事件之間的關聯，並透過功能性狀分析不同植物對極端氣候的反應差異，以釐清臺灣高山植群在全球氣候變遷下的動態與變遷機制。

應用熱消散法研發測量樹液流徑向變化之探針

林安祤[1]、中井太郎[1*]、久米朋宣[2]

[1] 國立臺灣大學森林環境暨資源學系。106319 臺北市羅斯福路四段 1 號。

[2] 九州大學農學研究院(演習林)。811-2415 日本福岡縣糟屋郡篠栗町津波黒 394。

[*] 通訊作者，taronakai@ntu.edu.tw

摘要

Granier 的熱消散法探針 (Thermal Dissipation Probe, TDP) 被廣泛用於測量樹液流並推估樹木蒸散量，擁有可以手工製作且便宜的優點。在利用樹液流推估蒸散量的過程中，多數研究僅使用單一深度的資料做推估，然而樹液流的逕向變異可能會影響蒸散量的估算。過去針對樹液流逕向變異的研究中，使用 TDP 的大多為移動式或是利用多個探針放置於不同深度進行的測量，然而前者無法在同時間測量每個深度，若要進行長期量測可能會受到季節的影響；而後者因探針之間位置不能重疊，無法消除方位上可能出現的差異。本研究應用 TDP 研發 11cm 的探針，將傳統 2cm 探針縮短為 1cm，並使用同為 1cm 的塑膠熱縮管串接六組，測量深度由 0.5cm 至 10.5cm，間隔 2cm，以此達到在同點同時測量不同深度樹液流的目的。經過在台灣溪頭地區以及日本九州地區之柳杉林測試此探針，由結果顯示，此探針可以明確探測出樹液流通量由外向內減少之趨勢，並有明確的日夜變化，同時發現溪頭及九州同種的柳杉之間樹液流出現明顯下降的深度有所不同。整體而言，此探針有助於在同時間同位置的條件下，更加深入了解樹液流之逕向變異，並期望未來可讓蒸散量的推估更加準確。

Meta 全球樹冠高度模型於林分冠層高度估測之適用性與誤差分析

林泓志[1*]、柯菀庭[2]、陳廷安[1]、王天佑[1]、鍾智昕[1]

[1.]國立宜蘭大學森林暨自然資源學系。260007 宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。
[2.]國立臺灣大學地理環境資源學系。106319 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號。
[*] 通訊作者，debbie40510895@gmail.com

摘要

林木高度為森林特徵中重要關鍵參數，可反映林分中生長狀況與結構。傳統森林資源調查需要許多人力、時間與成本，其中樹高量測受林分地形及視線遮蔽等因素影響，更是一項耗時且具挑戰性的調查工作。隨著近年科技進步，遙測技術已逐漸適用於林業調查中，光達(LiDAR)資料能精準獲取樣區的三維點雲提供後續計算樹木高度圖，而 AI 巨擘 Meta 公司與世界資源研究所合作，透過衛星影像建立 1 公尺解析度的世界樹冠高度圖資料集(Global Canopy Height Maps dataset)，提供相關領域使用者運用。然而，這些資料集於不同森林環境中的適用性與可靠性仍存在不確定性，因此有必要進一步進行精度驗證與誤差評估。本研究以花蓮縣大農大富平地造林研究區系統抽樣 30 個樣區地作為研究範圍，並以地面手持式光達點雲資料與Meta 樹冠高度圖所計算出的平均林木高度、最大林木高度兩者差異性做比較。本研究樣區大小以 20×20 m 常見森林面積大小當作取樣大小進行比較與評估。結果顯示光達資料樹高平均值為 12.60 ± 1.48 m，Meta 資料平均值樹高為 4.70 ± 1.21m，兩者 RMSE 為 8.86。其可看出 Meta 樹冠高度地圖在與光達掃描呈現的資料上具有明顯低估的現象。於樹高最大值的比較結果顯示 20 × 20 m 樣區中，LiDAR 最大樹高平均為 16.27 ± 4.80 m，Meta 樹冠高度地圖為 6.93 ± 2.89 m，兩者平均差異 9.34 m。Meta 所提供的全球樹冠高度模型是以高解析度衛星與航照作為估算樹高的來源資料，可能在影像的時間、地真資料或解析度的限制影響，雖然有高達 1 公尺的像畫素但與手持式光達資料仍存在明顯的差距，若需要應用必須謹慎使用。關鍵字：樹冠高度模型、LiDAR、平地造林、深度學習、誤差分析

南港地區三處不同時期公園栽植樹種之比較

林芷藍[1]、林若妍[1]、黃讚美[1]、黃靖惠[1]、許立達[1*]

[1] 中國文化大學森林暨自然保育學系。11114 臺北市陽明山華岡路 55 號。

[*] 通訊作者，lita@ulive.pccu.edu.tw

摘要

因應氣候變遷，環境部目前正積極推動「國土綠蔭氣候調適計畫」，其中都市公園樹木植栽不僅能固定碳匯、緩解熱島效應調節氣候，同時也能創造多樣化生態環境，做為民眾休閒遊憩場所等，為城市韌性提供了多元服務效益。早期公園植栽選擇多以景觀為考量，而近年來則漸漸強調生態性，優先採用原生樹種。本研究以南港地區不同時期建置、面積規模相近的三處公園為例，比較各公園的原生樹種比率、樹種多樣性，以及樹種相似度。調查結果顯示相較於 1992 年建置的東明公園僅有 40%的原生種，2011 建置的三重世貿公園及 2020 年建置的新新公園分別有 77%及 69%的原生種，原生種所佔的種數、株數比率及多樣性指數也具有同樣的趨勢。1992 年建置的東明公園原生種以榕樹為大宗，三重世貿公園集中於山櫻花、光蠟樹，新新公園則以九芎、流蘇、茄苳、樟樹較多，且株數相近。早期的東明公園樹種與其他兩處的相似性甚低，近期的三重世貿公園及新新公園樹種則具有較高的相似性。

利用沼澤紅假單胞菌轉化污水及農業廢水與林木生長碳管理發展之探討

鄭祐鈞[1]、劉泓陞[1]、林柏均[1]、林俊宏[1,2*]

[1] 南華大學自然生物科技學系。622301 嘉義縣大林鎮南華路一段 55 號。
[2] 南華大學通識教育中心。622301 嘉義縣大林鎮南華路一段 55 號。
[*] 通訊作者，jhlin@nhu.edu.tw

摘要

光合微生物 *Rhodopseudomonas* sp.除具有農業資源循環潛力外，亦被證實具有木本植物生長促進特性。此外，與植物共同培養時，具有固碳潛力。而農業廢水、污水廠排水及優養化水池富含營養，若能透過光合微生物轉化再利用，則可兼顧污染減量與資源循環，亦可促進林木生長及固碳。本研究以沼澤紅假單胞菌(*R. palustris*)為菌種，探討植物工廠水耕廢水、優養化池水、污水廠曝氣池污水作為低成本培養基之可行性，並評估其於農業循環生物資源與自然碳管理之應用潛勢。試驗比較有光／無光、有氧／無氧條件，探討不同水樣在不同改良配方對菌體生長之影響，並定期監測生長曲線及計算比生長速率。結果顯示，光照為菌體增殖的重要條件。水耕廢水、污水廠曝氣池污水、優養化池水能使菌體稍微生長。但調整培養基後，改良配方並於無氧有光條件下之比生長速率分別達 0.0519 h^{-1}、0.2002 h^{-1}、0.1803 h^{-1}，高於文獻值 0.04 – 0.08 h^{-1}，顯示水耕廢液、污水廠曝氣池廢液及優養化廢液經適當改質後，具有替代部分傳統培養基之潛力。研究結果顯示，農業廢棄營養資源可經光合微生物轉化為可利用生物資源，提供循環農業與低投入生物生產之可行路徑。其對自然碳管理及黃碳增匯之實際效益，仍須透過後續碳質量平衡與土壤有機碳試驗驗證。

校園植物在森林療癒應用成效評估

黃靜芊[1]、林敏宜[2*]、官振源[3]、李欣曄[3]

[1] 中國文化大學森林暨自然保育學系畢業生。

[2] 中國文化大學森林暨自然保育學系副教授。11114 臺北市陽明山華岡路 55 號。

[*] 電子信箱:minyi@ulive.pccu.edu.tw

[3] 中國文化大學森林暨自然保育學系學生。

摘要

森林療癒主要透過植物氣味、環境氛圍與自然元素，協助人們放鬆身心與舒緩壓力。校園植物資源豐富，若能進一步開發其森林療癒應用，將有助於提升校園健康環境與學生身心福祉。本研究以校園植物土肉桂(*Cinnamomum osmophloeum*)與龍柏(*Juniperus chinensis*)為研究材料，利用水蒸氣蒸餾法萃取純露，並透過水氧機擴香方式進行森林療癒試驗。受試者於實驗前後測量血氧、收縮壓、舒張壓與心率等生理數據，並填寫主觀感受問卷，以探討植物純露對於身心放鬆與壓力調節之影響。結果顯示(滿分 5 分)，土肉桂純露之受試者平均味道喜愛程度為 3.9 分，身心影響程度平均為 3.9 分。土肉桂純露受試者回饋多以「放鬆」、「想睡覺」為主，顯示其氣味具有一定舒壓效果。部分受試者之心率下降，顯示植物氣味可能有助於穩定情緒與降低壓力感。龍柏純露之受試者平均味道喜愛程度為 3.6 分，身心影響程度平均為 4.0 分。龍柏純露具有較明顯木質氣味，多數受試者表示氣味令人放鬆與舒適。整體數據顯示心率與舒張壓下降，推測其可能對自律神經調節具有正向影響。在兩種植物比較方面，土肉桂因帶有較明顯的辛香氣味，部分受試者對其接受度較高，並認為具有較明顯之放鬆效果；龍柏則呈現較溫和的木質調香氣，受試者多認為氣味自然且舒適。本研究亦顯示校園植物不僅具有景觀與生態功能，若能進一步結合森林療癒、環境教育與健康促進等概念，將有助於提升校園健康環境品質，並增加學生與自然環境之連結。透過簡易的純露萃取與氣味體驗，即有機會達到舒壓與放鬆效果，顯示校園植物於未來推廣森林療癒活動上具有實際應用價值。

宜蘭縣新城溪出海口北岸小燕鷗棲地假鳥誘引試驗

柯玫如[1,4,*]、莊浩然[3]、卓盟翔[4]、許宇軒[2]、陳廷安[2]、鍾智昕[2,*]

[1] 國立宜蘭大學生物資源學院碩士在職專班。260007 宜蘭縣宜蘭市神農路 1 段 1 號。
[2] 國立宜蘭大學森林暨自然保育學系。260007 宜蘭縣宜蘭市神農路 1 段 1 號。
[3] 宜蘭縣野鳥學會。264012 宜蘭縣員山鄉石頭厝路 200 號。
[4] 宜蘭縣政府農業處。260011 宜蘭縣宜蘭市縣政北路一號。
[*] 通訊作者：chchung@niu.edu.tw,kemeiru1977@gmail.com

摘要

小燕鷗(*Sternula albifrons*)的棲地主要在開闊的河口沙洲與礫石灘，牠是目前唯一會在臺灣本島繁殖的海鳥，臺灣鳥類紅皮書名錄將其列入國家接近受脅類別。近年來面臨棲地人為干擾與退化，棲地復育與管理顯得更為重要；利用人工假鳥模型模擬群聚繁殖訊號，是國際上目前廣泛應用於海鳥的社群吸引技術。本研究於宜蘭縣新城溪北岸進行假鳥誘引試驗，研究期間自 2026 年 6 月 7 日至 7 月 13 日。採用拉丁方設計，建立 9 個試驗樣區(3x3 空間網格)，每個樣區為 450 m^2；在樣區內放置 84 隻小燕鷗假鳥，分成低(4 隻)、中(8 隻假鳥)、高密度(16 隻)擺放。在研究期間，小燕鷗在新城溪北岸共築有 35 個巢位，分析以巢位為中心，分別建立半徑 9 m、13.5 m 及 18 m 之緩衝區(Buffer)，統計各尺度緩衝區內鳥類與假鳥的數量。進一步依據緩衝區內是否包含假鳥，將樣本區分為「有假鳥組」與「無假鳥組」，以比較不同處理組別間鳥類數量之差異。結果顯示，本研究區的小燕鷗平均巢位最鄰近距離為 8.71 m (sd=1.361)。發現在緩衝區範圍較小的 9 m 和 13.5 m 有假鳥組的築巢數少於無假鳥組的築巢數，當緩衝區半徑擴至 18 m 時，有假鳥組(N=15)的範圍內巢數(7.67±3.85)大於無假鳥組(N=20)的巢數(6.20±1.64)。為了解緩衝區半徑為 18m 時，兩組築巢數是否有顯著性差異，採用無母數的曼-惠特尼 U 檢定(Mann-Whitney U Test)，結果顯示兩組間差異未達統計顯著水準($U = 208.0$, $p = 0.053$)，但其 p 值接近預設之顯著水準($\alpha=0.05$)。透過研究小燕鷗巢位與假鳥群在棲地空間的分布狀況，並對小燕鷗社會群聚效應進行分析，期為未來的棲地復育及營造提供精確的科學依據。

社區協助結合花台改善與健檢導入之老樹復育：阿勒勃行道樹案例

高偉誠[1]、李慈穎[2]、詹為巽[3]、許嘉軒[4]、翟磊[5]

[1] 國立臺灣大學生物資源暨農學院森林環境暨資源學系。106319 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號。

[2] 城鄉潮間帶有限公司。26050 宜蘭縣宜蘭市民權新路 37 號。

[3] 農業部林業試驗所森林經營組。100051 臺北市中正區南海路 53 號。

[4] 國立大學法人琉球大學理學部海洋自然科學科生物系。03-0213 沖繩県中頭郡西原町字千原 1 番地。

[5]University of Florida College of Education. Gainesville, FL 32611, USA。

[*] 通訊作者，電子信箱：d13228003@ntu.edu.tw

摘要

阿勒勃(*Cassia fistula* L.)為宜蘭縣宜蘭市篤行新村重要行道樹，樹齡至少 30 年、胸徑約 30–35 cm。惟部分樹木長期受場鑄混凝土磚砌花台包覆，造成根域受限與土壤通氣不良，開始出現樹勢衰弱、枯黃落葉，並連續 2 年未開花等異常徵兆。透過社區通報、樹木健檢與復育介入，改善篤行新村阿勒勃行道樹衰弱問題，並探討封閉式花台、樹穴設計與通報健檢制度對老樹維護之影響，建立可供社區參考的實務模式。社區發展協會通報後，先進行樹木健康檢查與土壤檢測，並於必要處開挖樹穴了解根域狀況。結果顯示土壤偏鹼、養分不足，且樹穴內混有大量工程廢棄物。後續將封閉式花台改建為鏤空透氣式，上覆防護板，補充培養土與施肥，並依健檢建議進行適當修剪與追蹤。復育約 1 年後，30 棵中 27 棵恢復良好，樹冠轉綠、明顯茂密並恢復正常開花，另 3 棵因基腐病死亡。後續健檢顯示，多數個體生長趨於穩定，僅少數仍需持續追蹤結構性風險。本案例證明：社區通報結合樹木健檢能及早發現老樹衰弱徵兆，透過根域土壤與花台結構改善合理施肥與修剪，可有效提升老樹復育成效。未來建議制度化通報健檢，並於行道樹花台與樹穴設計中納入透氣性、可維護性與樹木生長需求，以促進都市綠資產永續管理與增加都市韌性。

台灣竹產業振興發展之評估與策略研究

莊乃玟[1]、黃名媛[1*]

[1] 國立嘉義大學森林暨自然資源學系。600048 嘉義市東區學府路 300 號。
[*]通訊作者，myhuang@mail.ncyu.edu.tw

摘要

竹類具有生長快速且具良好的碳吸存能力，在全球減碳、淨零排放等議題的驅動下，台灣竹產業再次受到重視。然而，臺灣竹產業目前面臨竹材供給不穩定、從業人口高齡化、進口產品低價競爭等問題，導致整體產業發展受到限制。因此，本研究之目的在探討臺灣竹產業振興發展之內外部條件，並據此提出相關發展策略。首先，本研究透過文獻蒐集與整理，建立臺灣竹產業振興之初步 SWOT 架構，優勢包括竹類輪伐期短、碳吸存能力佳，及竹材複合材料具良好強度；劣勢包含業者多屬小規模經營、加工高度依賴人力、從業人口高齡化、病蟲害風險及竹材供給波動等。在外部環境方面，政府推動竹產業相關政策、生質能源技術發展為主要的機會，而低價進口竹產品競爭、禁伐補償造成竹農疏伐意願降低，則為產業所面臨的威脅。其次，根據此架構設計訪談大綱，並與 4-6 位專家進行深度訪談，彙整訪談結果進而修改為更貼近現況的 SWOT 架構，並據此研擬 SO、WO、ST、WT 的發展策略。最後將研究結果與林業及自然保育署之《新興竹產業發展計畫》進行比較，分析臺灣竹產業振興發展仍待改進之處，提供未來竹產業相關政策規劃之參考。

森林讓人療癒或感到不安？森林環境對人的情緒反應調查

莊晉如[1]、柳婉郁[2*]

[1] 國立中興大學森林學系學生。402202 臺中市南區興大路 145 號。
[2] 國立中興大學森林學系教授。402202 臺中市南區興大路 145 號。
[*] 通訊作者，wyliu@nchu.edu.tw

摘要

近年森林療癒與森林浴逐漸受到重視，多數研究指出森林環境具有降低壓力、改善情緒與促進心理恢復等正向效益。然而，森林體驗並非只受到自然環境本身影響，個體進入森林時所處的社會情境，例如獨自活動或與他人共同活動，也可能改變其安全感與心理感受。近年研究指出，森林中的社會情境與陪伴狀態會影響情緒福祉與恢復性體驗，而知覺安全感亦可能是自然環境產生正向效益的重要條件之一。本研究旨在探討同一森林環境中「團體活動」與「個人活動」兩種社會情境下，受試者知覺安全感、環境掌控感、恐懼與不安，以及森林療癒參與意願之差異。研究以惠蓀林場為主要實驗場域，預計招募 10 名成年受試者進行前導性研究，採重複量測設計，使每位受試者皆完成團體與個人兩種森林活動情境。團體情境由數名受試者共同依固定路線活動；個人情境則要求受試者依固定路線獨立完成體驗，研究人員於可提供安全協助但不主動互動之距離進行觀察。每一情境結束後立即填寫顯性自覺問卷。問卷以知覺安全感為核心，並納入環境可預測性、逃離或求助可行性、陪伴所帶來的安全支持、恐懼與不安、環境偏好及森林療癒參與意願等構面。研究主要比較同一受試者在兩種社會情境中的分數差異，以降低個體差異及場域差異的干擾。本研究預期可釐清「有人陪伴」是否提升森林活動中的知覺安全感，並作為未來森林療癒活動採團體或個人形式規劃、安全支持設計及後續正式研究之參考。

【關鍵字】森林療癒、知覺安全感、社會情境、團體活動、個人活動

臺灣肖楠造林地之碳儲量與碳通量監測

許世凡[1]、王經文[2]、黃盟元[3]、楊智凱[1]、廖禎茹[4]、吳宜穗[4]、陳忠義[1*]

[1] 國立屏東科技大學森林系。屏東縣內埔鄉學府路 1 號。
[2] 國立臺灣師範大學生命科學系。臺北市文山區萬年里汀州路四段 88 號。
[3] 國立中興大學生命科學系。臺中市南區興大路 145 號。
[4] 臺北市政府工務局大地工程處，臺北市信義區松德路 300 號 3 樓。
[*] 陳忠義，cichen@mail.npust.edu.tw

摘要

都市公有林具有碳吸存與氣候調節等生態系服務功能，長期監測有助於評估其自然碳匯效益。本研究以臺北市北投區貴子坑附近之臺灣肖楠林為對象，該林分於 2008 年 5 月栽植造林，主要栽植樹種為臺灣肖楠(*Calocedrus macrolepis* Kurz var. *formosana* (Florin) W.C.Cheng & L.K.Fu)，於試驗地設立樣區分析碳儲量及碳通量。林木碳儲量依胸高直徑、樹高、材積式及生物量轉換係數估算；土壤採 0-30 cm 深度土樣分析有機碳，枯落物以收集網定期採集；林木碳通量以光合作用光反應曲線及葉面積指數推估，地被土壤碳通量以罩蓋法量測。2025 年林木碳儲存量為 184.08 $tCO_2e\ ha^{-1}$，年增量為 26.13 $tCO_2e\ ha^{-1}$，枯落物及土壤碳儲存量分別為 22.18 及 174.26 $tCO_2e\ ha^{-1}$。在通量部分，2024 與 2025 年林木全年碳吸收量分別為 29.81 及 37.34 $tCO_2e\ ha^{-1}$，且夏、秋季較高；地被全年碳排放量分別為 32.10 及 14.12 $tCO_2e\ ha^{-1}$。結果顯示北投肖楠林仍持續累積林木碳儲存，且林木碳吸收具季節性變化，可作為都市林碳匯評估與經營管理之基礎。

透過環境教育提升國小高年級學童支持雲豹(*Neofelis nebulosa*)再引入行動之成效評估

許珮甄[1]、吳幸如[2*]

[1] 國立屏東科技大學野生動物保育研究所。

[2] 國立屏東科技大學森林系助理教授。912 屏東縣內埔鄉老埤村學府路 1 號。

[*] 通訊作者，電子信箱：wildboar.wu@gmail.com

摘要

在生物大滅絕的當代，生物多樣性保育為重要普世價值，維護生態系完整性，以及是否再引入食物階層中已消失之頂級掠食者，皆為備受重視之議題。在臺灣已宣告滅絕之雲豹(*Neofelis nebulosa*)，過去於臺灣森林生態系中即扮演頂級掠食者的角色。近年透過國際大型貓科保育組織之推動，使雲豹是否應重新引入森林成為討論焦點。此行動除需克服相關復育繁殖技術外，行動前獲得社會普遍認同更顯重要。環境教育被認為是提升社會對生物多樣性保育行動支持度之方式之一，因此本研究以「讓雲豹重返山林」為主題設計環境教育教案，以鄰近雲豹潛在棲息地之國小五、六年級學生為研究對象，分為「實驗組」與「對照組」。實驗組接受由研究團隊與相關專家共同設計之環境教育課程，並由研究者施教，每班共 80 分鐘；對照組則未接受該課程。兩組均填寫一份相同之問卷，以評估學生對雲豹知識、生態議題關注、保育行動熱忱及再引入計畫支持度。調查自 2026 年 1 月起，於臺東市 1 所國小四個班級進行，共回收 53 份(實驗組 n=32、對照組 n=21)有效問卷，初步發現，課程對學生認知及行為面向具有顯著提升效果。本研究結果可作為未來環境教育課程與推動雲豹再引入之參考，並為保育工作奠定基礎，有助於實現全球生物多樣性目標。

迷群與一般群眾綠色消費觀異同之探討

陳芊羽[1]、黃讚美[2]、黃靖惠[2]、林若妍[2]、許立達[2*]

[1] 國防醫學大學生物化學研究所。114201 臺北市內湖區民權東路六段 161 號。
[2] 中國文化大學森林暨自然保育學系。11114 臺北市陽明山華岡路 55 號。
[*] 通訊作者，lita@ulive.pccu.edu.tw

摘要

綠色消費能減少資源浪費與環境污染，促進節能減碳及資源循環。消費者若能減少非必要消費並選擇環保產品，可以低對自然環境的負擔，為下一代創造更健康、永續的生活環境。迷群(fandom)是指圍繞某個作品、人物或興趣形成的文化現象或群體，例如追星族、動漫迷等。近年來台灣演唱會、動漫展等舉辦日益頻繁，偶爾會見到媒體報導部分迷群對於相關周邊商品有搶購、重複購買、收集等非理性消費的現象。本研究旨在探討迷群與一般群眾的綠色消費觀是否具有顯著差異，以及重複購買、收集等非理性消費現象在追星族、動漫迷等群體中是否為普遍現象。在隨機發放並回收的 277 份問卷中，有 72 位自認為屬於追星、追動漫、收集愛好者，卡方檢定結果顯示雖然迷群們聽過「綠色消費」一詞的比率顯著低於一般群眾，但對於環保重要性的認知、消費態度(購買環保商品)與日常行為(垃圾分類)等並無顯著差異。72 位迷群答者中，11 位(15.3%)自認有「想要收集全套」的習慣，雖然有些人會以重複購買或購買全套商品來證明對追逐人/物的喜愛，但比率不到 10%。如果周邊商品出環保商品，會更願意購買的人多於不願意的人，不過，如果環保商品價錢較貴，有些人則表示購買一般商品已經很花錢了，因此購買意願會降低。

Preliminary Investigation of Variation in Litterfall Production and Composition among Moso Bamboo Stands in Xitou

You-An Chen[1]、Ting-Wei Chang[1*]

[1] School of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University. No. 1, Sec. 4, Roosevelt Rd., Taipei 106319.

[*] Corresponding Author, tingweichang@ntu.edu.tw.

Abstract

Litterfall is an important pathway for returning above the ground organic matter and nutrients to forest soils, and its production and composition reflect material inputs among forest stands. This study investigated spatial variation in litterfall production and composition among Moso bamboo (*Phyllostachys edulis*) stands in the Xitou Management District. Three 0.5 m^2 litter traps were installed approximately 0.8 m aboveground at each of three sites: South Fenghuang Mountain, Xitou Mountain, and Bamboo cottage. Litterfall was oven-dried at 65°C for approximately three days to constant weight and classified as Moso bamboo leaves, other tissues of Moso bamboo, leaves of other tree species, or other litter materials not further classified by source or organ. In July, total litterfall production at the three sites was 138.8 ± 46.9, 59.9 ± 30.5, and 39.9 ± 7.2 g m^{-2} $month^{-1}$, respectively, while identifiable Moso bamboo leaves accounted for 20.5 ± 6.6%, 36.6 ± 10.1%, and 42.0 ± 2.6%. South Fenghuang Mountain had the highest litterfall production but the lowest proportion of Moso bamboo leaves, with a relatively high proportion of broadleaf litter, whereas Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) litter was observed at Xitou Mountain. Field observations showed broadleaf trees and Japanese cedar taller than the bamboo canopy around South Fenghuang Mountain and Xitou Mountain, respectively, whereas Bamboo cottage was predominantly surrounded by Moso bamboo. These results suggest that surrounding overstory vegetation may contribute non-bamboo leaf litter and influence litterfall composition. Continued monitoring will clarify temporal variation in litterfall production and composition among stands.

應用衛星遙測熱紅外線與緩衝區分析評估都市公園冷島效應降溫效能

陳彥穎[1]、柳婉郁[2*]

[1] 國立中興大學森林系學生。40249 台中市南區興大路 145 號。

[2] 國立中興大學森林學系教授。40249 台中市南區興大路 145 號。

[*] 通訊作者，wyliu@nchu.edu.tw

摘要

都市公園是城市藍綠基礎設施的重要組成，其降溫效果已廣受肯定，然而現有降溫強度估算方法眾多，方法間之差異及其與地景特徵之關聯仍待釐清，準確且可應用之量化方法有助於改善都市公園之設計與管理。本研究採用等面積法(Equal Area Method, EAM)、等半徑法(Equal Radius Method, ERM)、固定半徑法(Fixed Radius Method, FRM)、轉折點法-最大值觀點(Turning Point Method - Maximum Perspective, TPM-M)及轉折點法-累積觀點(Turning Point Method - Accumulation Perspective, TPM-A)等 5 種方法估算公園降溫強度(park cooling intensity, PCI)，以台灣台中市區 51 座都市公園為案例，透過空間與統計分析檢視 PCI 之空間分布特徵及其與地景特徵之關聯。結果顯示：僅 11.5%公園落在冷點區，其平均面積為非冷點區公園之 6 倍以上，森林灌木覆蓋率亦顯著較高；五種方法估算之 PCI 兩兩間皆呈顯著正相關，緩衝區定義愈相近者相關性愈高；公園面積、水域比例及標準化植被指數 (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) 與 PCI 幾乎無顯著相關，森林灌木比例則為關鍵因子；夜間燈光與路燈密度等人為活動強度指標亦與 PCI 呈顯著正相關。研究結果顯示，在公園面積普遍偏小且水域資源稀少之情況下，森林覆蓋比例與周邊環境條件為決定公園降溫強度之關鍵因素，可作為都市公園規劃與微氣候調節設計之參考依據。

雨量差異對臺灣中大型哺乳動物占據與活動模式之影響

陳柏志[1*]、賴澤恩[2]、劉建男[3]

[1] 國立嘉義大學森林暨自然森林學系。嘉義市東區鹿寮里學府路 300 號。
[2] 國立嘉義大學森林暨自然森林學系。嘉義市東區鹿寮里學府路 300 號。
[3] 國立嘉義大學森林暨自然森林學系。嘉義市東區鹿寮里學府路 300 號。
[*] 陳柏志，chenb6461@gmail.com

摘要

全球氣候變遷正改變降雨的年間與季節分布，水分可利用性的改變可能影響野生動物的空間利用。本研究利用農業部林業及自然保育署 2016-2025 年自動相機監測資料，探討乾濕季及降雨與環境變化對臺灣 12 種中大型哺乳動物樣點使用動態之影響。研究將濕季定義為 6-8 月、乾季為 11 月至翌年 1 月，以動態占據模型估計樣點使用率、偵測率及樣點使用狀態轉換，並納入降雨、溫度、NDVI、NDWI、海拔、地形濕度指數及水源距離。2024 年結果顯示，臺灣山羌 (*Muntiacus reevesi micrurus*) 乾季樣點使用率明顯高於濕季，而白鼻心 (*Paguma larvata larvata*)則以濕季較高，其餘物種沒有呈現明確的乾濕季差異。2016-2025 長期監測結果顯示，不同物種的樣點使用具有不同時間變化型態；白鼻心多年間反覆呈現濕季較高、乾季較低的季節模式，而部分物種的乾濕季差異較小或隨年份改變。整體而言，臺灣中大型哺乳類對乾濕季變化的空間利用反應因物種而異，長期動態模型有助於區分真實空間使用改變與偵測率波動，可作為氣候變遷下野生動物監測與棲地管理之參考。

全基因組關聯分析揭示青剛櫟葉片元素含量之遺傳基礎

陳柏翰[1]、廖培鈞[1*]

[1] 國立臺灣師範大學生命科學系。116 台北市文山區汀州路四段 88 號。

[*] 通訊作者，電子信箱：pcliao@ntnu.edu.tw。

摘要

青剛櫟(*Quercus glauca*)分布於臺灣中低海拔闊葉林，兼具生態與綠化功能，然而其葉片礦質元素含量之遺傳機制仍缺乏系統性研究。解析遺傳基礎有助於分子育種、族群保育及植物修復潛力評估。期望透過搜尋與礦質元素關聯之候選點位，為建立分子標誌提供證據。本研究採集臺灣產青剛櫟 130 個個體之葉片，以 X 射線螢光光譜儀測定 16 種礦質元素濃度，並以混合線性模型(GEMMA)進行全基因組關聯分析。分析上先以顯著閾值($P<10^{-5}$)廣泛篩選各元素之候選單核苷酸多態性位點(SNP)，建構跨元素之候選位點清單。接著於曼哈頓圖中鎖定 SNP 聚集訊號區域，針對訊號型態明確者進行解析。族群結構分析顯示臺灣青剛櫟無明顯遺傳分群，且連鎖不平衡衰減極快，有利於將關聯訊號定位至較小的基因體區間。目前已於鈣(11 號染色體)、鈮(7 號染色體)、磷(6、11 號染色體)及硫(11 號染色體)鑑定出明顯之 SNP 聚集訊號區域，顯示各元素之候選關聯區域彼此獨立分布。後續將對該候選位點進行基因體註解，鑑定鄰近候選基因，並以蛋白質序列比對(BLASTp)搜尋模式植物之同源基因，以推測其可能功能。此外，將選擇 SNP 聚集訊號區域進行單倍型同質性(EHH)分析，評估該區域之潛在正向選擇訊號，藉此解析候選基因座之演化意義。

萬年松 (卷柏科) 生長與物候初探

陳柏諺[1]、許秋容[1*]

[1] 中興大學生命科學系。402202 台中市南區興大路 145 號生命科學大樓。

[*] 通訊作者: crsheue@gmail.com

摘要

植物物候學是指研究植物生長和繁殖等週期性事件與生物和非生物因子的關係，廣泛應用於保育以及氣候變遷監測。然而，多數的物候研究偏重開花植物及蕨類植物，對於石松類的物候探討仍十分缺乏。本研究以臺灣產長壽且復甦型的萬年松 (*Selaginella tamariscina*) 為模式，探討植株高度和枝條長度的生長量、枝條末端營養和繁殖狀態，以及枝條死亡率，並以降雨量、溫度與環境濕度做為主要影響的環境因子進行關聯探討。我們在台中的東卯山設樣區調查，於 2025 年 6 月至 2026 年 7 月間，每月中旬定期調查株高、外圈枝條生長量、枝條末端的狀態和枝條死亡率。初步調查結果顯示萬年松枝條的開展期間為雨季的 5 月至 9 月。個體平均年增高量為 2.48 ± 2.72 mm，但因其變化幅度極小，使誤差量極大。枝條平均月生長量為 2.55 ± 1.65 mm，並且雨季生長量 (2.93 ± 1.32 mm) 明顯高於乾季 (0.25 ± 0.10 mm)。外圈枝條平均年死亡率為 46% ± 21%，雨季的死亡率也明顯高於乾季 (各為 7% ± 2% 和 1% ± 1%)。枝條末端的孢子囊穗主要出現在最外兩圈的枝條，並於 2025 年 8 月記錄到較多成熟的孢子囊穗。綜合上述結果可推測生長量與枝條死亡率可能主要受降雨影響。未來將會接續進行第 2 年調查，並進一步分析和建立生長模型，以了解長壽復甦型卷柏的物候模式。

利用 SSR 及 SNP 標誌物探討臺灣特有種濱當歸之族群遺傳結構與分化

陳榆涵[1]、石秉弘[2]、黃啟俊[3]、洪國翔[4*]

[1] 國立屏東科技大學森林系。91201 屏東縣學府路 1 號。
[2] 國立屏東科技大學森林系。91201 屏東縣學府路 1 號。
[3] 農業部生物多樣性研究所。55244 南投縣集集鎮民生東路 1 號。
[4] 國立屏東科技大學生物資源博士班。91201 屏東縣學府路 1 號。
[*] 通訊作者，電子信箱: khhung424@npust.edu.tw

摘要

濱當歸(*Angelica hirsutiflora*)為臺灣特有草本，屬《臺灣維管束植物紅皮書》易危(VU)等級，局限分佈於臺灣北部、東部海岸及周邊離島。近年因人為開發與活動造成棲地破碎化與族群隔離；在棲地孤立與小族群的疊加效應下，可能阻礙物族群間基因流動，對其長期存續構成威脅。本研究結合微衛星(Simple sequence repeat, SSR)分子標記與單核苷酸多態性(Single nucleotide polymorphism, SNP)標記，分析 7 個族群共 79 個樣本之遺傳多樣性與族群結構，為未來保育與復育策略提供科學依據。結果顯示，其整體遺傳多樣性偏低，其中兩標誌物皆以麟山鼻(LSB)族群之遺傳多樣性最低(SSR：H*o* = 0.150; SNP：H*o* = 0.045)。在族群遺傳結構分析中，兩者皆呈高度族群遺傳分化(SSR：F_{ST} = 0.096–0.421；SNP：F_{ST} = 0.286–0.842)，AMOVA 分析顯示，SNP 標誌之變異主要存在族群間(63.48%)，呈強烈分化；SSR 標誌之變異主要分布於族群內個體間(50.45%)，族群間變異占 28.52%。SSR 的 PCoA 與 SNP 的 PCA 分析中各解釋 36.78% 與 55.07% 的變異，且呈現與地理族群相符的分群趨勢。另外 STRUCTURE 與 sNMF 分析顯示各族群具相對獨特的遺傳組成，與上述結果相似，皆支持族群具顯著族群遺傳結構。此，本研究建議將濱當歸劃分為 7 個獨立管理單元，包括瑞芳(RF)、東引(DI)、馬崗(MG)、金山(JS)、麟山鼻(LSB)、龜山島(GSI)及綠島(GI)，以建立區域化監測與種源保存策略，避免混雜種源，以保存其特有基因之多樣性。

欖仁溪森林動態樣區長期動態變化

黃子綸[1]、廖倢妤[2]、蔣題帆[1]、邱子芸[1]、趙偉村[1,2*]

[1] 國立嘉義大學森林暨自然資源學系。600355 嘉義市鹿寮里學府路 300 號。
[2] 國立嘉義大學農業科學博士學位學程。600355 嘉義市鹿寮里學府路 300 號。
[*] 通訊作者，電子信箱/ [*] wcchao@mail.ncyu.edu.tw

摘要

長期監測森林動態有助於了解長時間尺度下森林物種組成與結構之變化。南仁山森林動態樣區為臺灣最早設置之永久森林動態樣區，自 1991 年至 2026 年間共進行 6 次森林調查。本研究旨在完成南仁山欖仁溪森林動態樣區之第 5 次複查，並整合歷次調查資料，以探討長時間尺度下這座森林的變化。本次調查於欖仁溪森林動態樣區 5.88 ha 範圍內，共記錄木本植物 42 科 82 屬 123 種。樣區平均植株密度為 9,731 trees ha^{-1}，平均胸徑為 4.9 cm，平均胸高斷面積為 44.3 m^2 ha^{-1}，平均地上部生物量則為 129.82 Mg ha^{-1}。樣區內超過 70%的植株胸徑小於平均胸徑，顯示樣區之植株組成以小徑級植株為主。然而，胸高斷面積最大的前 4%植株即占樣區總胸高斷面積之 50%以上，顯示少數大徑級的植株對森林整體胸高斷面積具有更多貢獻。歷次調查結果比較顯示，樣區總地上部生物量呈逐次增加之趨勢，而植株密度則逐次下降，顯示長期森林動態過程中，樣區之植株數量與森林生物量呈現不同的變化趨勢。在物種組成方面，本次調查以紅花八角(*Illicium arborescens*)之植株密度最高，而長尾栲(*Castanopsis cuspidata* var. *carlesii*)具有最高之胸高斷面積。在優勢度的部分，紅花八角與長尾栲於歷次調查中皆維持前兩名。此外，本次調查優勢度排名前 10 名之物種中，革葉冬青(*Ilex cochinchinensis*)、九節木(*Psychotria rubra*)、烏來冬青(*Ilex uraiensis*)及港口木荷(*Schima superba* var. *kankaoensis*)之優勢度呈現顯著提升，反映出不同物種在長期森林動態過程中具有不同之族群變化趨勢。

關鍵字：熱帶森林、森林動態變化

台灣木材自給率的歷史變動分析

劉哲源[1]、黃名媛[1*]

[1] 國立嘉義大學森林暨自然資源學系。600048 嘉義市鹿寮里學府路 300 號

[*] 通訊作者，myhuang@mail.ncyu.edu.tw

摘要

台灣林業政策歷經不同階段的轉變，森林經營目標逐漸從木材生產轉向森林保育與永續經營。受到林業政策、市場需求及國際木材貿易發展等影響，臺灣木材供應長期依賴進口，近年木材自給率仍維持在 1%左右。過去木材自給率的相關文獻中，少有針對歷史趨勢的分析。本研究目的在於探討台灣木材自給率的歷史變動，並分析其與木材生產、進出口及林業政策變遷之關聯。研究材料蒐集自林業及自然保育署所出版的林業保育統計的國產材資料，以及財政部關務署之海關進出口數據。計算國內木材總需求量、總消費量、木材自給率等，分析台灣政策在木材生產比例及木材進出口量的影響。研究結果依台灣木材自給率趨勢圖劃分成前期、中期、後期三個階段，各階段之變動則與國內木材生產減少、進口木材增加及林業政策轉變具有不同程度之關聯。尤其在國內木材生產大幅縮減後，木材供應逐漸形成以進口供應為主的型態，即使近年政策重新重視國產材利用，木材自給率提升仍相對有限。顯示臺灣低木材自給率並非僅能由單一政策因素解釋，而是國內木材供給、市場需求、進口依賴及林業政策長期交互作用的結果。本研究透過長期歷史資料之整理與分析，釐清臺灣木材自給率變動之可能因素，作為未來國產材利用及相關林業政策研擬之參考。

以 SSR 和 SNP 分子標誌建構牛樟核心種原收集群之研究

練禹辰[1]、吳家禎[1*]

[1] 國立臺灣大學森林環境暨資源學系。106319 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號。

[*]通訊作者，chiachenwu@ntu.edu.tw

摘要

牛樟(*Cinnamomum kanehirae*)為臺灣特有珍稀闊葉樹種，因早期過度砍伐致族群驟減，且遺傳歧異度流失之風險，需擬定有效保育策略。本研究利用微衛星體(SSR)與單核苷酸多態性(SNP)兩種分子標誌進行遺傳評估，並比較兩者建置核心收集群上之效益，以最少樣本數保存最大遺傳歧異度為目標。遺傳結構分析顯示，牛樟族群可分為東、西兩大類群，且存在一定近交：SSR 評估之族群 *Fis* 平均 0.12(-0.05~0.28)，SNP 評估 0.05(-0.24~0.19)，顯示族群具近親交配與基因窄化情況；部分次族群 Fis 呈負值，顯示傾向異交，凸顯基因保育之重要性。核心收集建置結果顯示，SSR 與 SNP 分別以 40 株與 33 株為最適收集數，各佔整體樣本 25%與 30%，分別可保留約 72%與 100%等位基因數(*Na*)；兩者有 79 個樣本相互重複，顯示樣本相似度高。以此二標誌所建置之核心收集群，在有效等位基因數與雜合度等指標上均優於原始族群。因此，本研究整合兩項分子標誌評估結果，建議以 65 個樣本(占 191 株之 34%)作為核心收集，其中包含花蓮、臺東及太麻里東部種源 38 株、西部各分署 19 株及林試所 8 株種源。以分子標誌建置核心收集群，不僅能降低種原保存樣本數，亦能維持族群最大遺傳歧異度與地理代表性，避免收集偏誤所致評估偏差，為我國其他木本植物之保育與利用效率提供科學參考。

南仁山溪谷樣區第六次複查：物種組成與森林結構長期變化

蔣題帆[1]、廖倢妤[2]、黃子綸[1]、邱子芸[1]、趙偉村[1,2,*]

[1] 國立嘉義大學森林暨自然資源學系。600355 嘉義市鹿寮里學府路 300 號。
[2] 國立嘉義大學農業科學博士學位學程。600355 嘉義市鹿寮里學府路 300 號。
[*] 通訊作者: wcchao@mail.ncyu.edu.tw

摘要

森林動態樣區的長期監測可用以解析森林結構、物種組成與族群動態變化，並評估環境變遷對森林生態系之影響。本研究進行南仁山溪谷樣區第六次複查，依 ForestGEO 標準調查胸高直徑(DBH)≥ 1 cm 之木本植物，並比較歷次調查之森林結構與物種組成。截至目前已完成 2.1 ha 樣區中的 1.16 ha，六次調查共記錄 42 科 70 屬 95 種木本植物。歷次植株數介於 4,237–4,835 株，2026 年記錄 4,390 株，分屬 33 科 54 屬 74 種，植株密度為 3,785 trees ha^{-1}。胸高斷面積歷年介於 39.22–46.65 m^2 ha^{-1}，2026 年為 44.74 m^2 ha^{-1}。2026 年徑級結構呈明顯反 J 型，DBH < 5 cm 的幹及分枝占 71.0%，DBH ≥ 40 cm 者僅占 1.16%，卻貢獻 39.0%的總胸高斷面積。物種組成方面，2026 年以九節木植株數最多，茄苳胸高斷面積最高；前五優勢種為九節木(*Psychotria rubra*)、茄苳(*Bischofia javanica*)、紅果椌木(*Dysoxylum hongkongense*)、雞屎樹(*Lasianthus obliquinervis*)及三葉山香圓(*Turpinia ternata*)，重要值合計 39.3%。六次調查之前五優勢種重要值合計均維持於 38.7–39.6%，但優勢順位逐漸改變；1993–2020 年以紅果椌木最高，2026 年則由九節木取代，茄苳亦升至第二位。物種數由 1993 年的 85 種降至 2026 年的 74 種，兩期共有 72 種，顯示森林物種組成具有高度延續性，但部分低頻度物種及主要優勢種之相對優勢已逐漸改變。

竹產業衰退下之竹林經營：

經營對策與民眾支持機制之評估

陳景盛[1]、池相哲[1]、林嘉妤[1]、張君佑[1]、林秉辰[1]、林羿睿[1]、雲若瑋[1]、陳品蓁[1]、鄭舒婷[1*]

[1] 國立臺灣大學生物資源暨農學院森林環境暨資源學系。106319 臺北市大安區羅斯福路四段一號。

[*] 通訊作者，電子信箱 chengsuting@ntu.edu.tw

摘要

臺灣竹產業自 1980 年代起因市場萎縮與替代材料出現而逐漸衰退，導致竹林生態功能弱化與維護成本高昂等經營困境。為探討以景觀價值填補資金缺口之可行性，本研究以溪頭孟宗竹林為例，整合竹農與實驗林管理端之成本經驗，運用條件評估法與一又二分之一界二分選擇法，量化遊客之支付意願與志工服務意願。研究結果顯示，58.5%的受訪者具捐款或參與志工之意願，兩者皆願意者占 16.2%。經 Kaplan-Meier 估計，平均每人願付價格為新臺幣 1,275 元。對比南投地區竹林每公頃約 20 萬元之年度經營成本，以竹廬周邊約 2.2 ha 竹林每年約 44 萬元維護費推算，民眾之捐款潛力具有分擔開支之效益。儘管受限於問卷常見之假設性偏誤、樣本地點偏差及志工服務效率折減等因素，此模式尚不足以完全解決竹產業困境，但研究結果可作為建立竹林認養制度、固定捐款、志工訓練及公私協力管理體系之先導性評估，為永續竹林經營開創契機。

A discussion on the bryoflora of Radulaceae (Jungermanniopsida, Marchantiophyta) in Taiwan and several noteworthy taxa

Shih-Hua Li[1], Hsy-Yu Tzeng[1*], Jia-Dong Yang[2]

[1] Department of Forestry, National Chung Hsing University. 145 Xingda Rd., South Dist., Taichung City, 402202.

[2] Taiwan Biodiversity Research Institute. No. 1, Minsheng E. Rd., Jiji Town, Nantou County, 552005.

[*] Corresponding Author, erecta@nchu.edu.tw.

Abstract

Many spore-producing, wind-dispersed taxa—such as fungi, lichens, and bryophytes—rely on seasonal winds for long-distance dispersal (LDD), though environmental constraints vary across groups. This study focuses on the leafy liverwort family Radulaceae in Taiwan, a taxon renowned for producing unique secondary metabolites (e.g., perrottetinoids, structurally similar to cannabinoids) with significant pharmaceutical potential. As vertical epiphytes preferring moist, closed-canopy microhabitats, Radulaceae species experience reduced wind speeds in the understory, suggesting that their LDD capabilities are particularly restricted. By integrating nomenclatural history, specimen examinations, and regional checklists, we investigated spatial distribution patterns within Radulaceae to identify potential biogeographical boundaries and evolutionary hotspots. Our floristic findings show that most Taiwanese taxa are broadly distributed across East, South, and Southeast Asia, with some extending to Oceania or other continents. However, three noteworthy taxa—*Radula inouei* K. Yamada, *R. okamurana* Steph., and *R. tokiensis* Steph.—are restricted entirely to East Asia. Their narrow ranges likely reflect strict microhabitat sensitivities or unique evolutionary histories.

以高斯潑濺技術重建 3D 林分模型與單木測計之研究

蕭富駿[1]、柯菀庭[2]、陳廷安[1]、鍾智昕[1*]

[1] 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系。260007 宜蘭縣宜蘭市神農路一段 1 號。
[2] 國立臺灣大學地理環境資源學系。106319 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號。
[*] 通訊作者，a0960785130@gmail.com、chchung@ems.niu.edu.tw

摘要

近年來，透過影像重建 3D 模型的技術越來越進步，為森林測量提供一個新的途徑。其中 3D 高斯潑濺(3D Gaussian Splatting，3DGS)是一種透過從不同角度拍攝的多張影像，估算相機位置與資訊，重建三維場景與幾何合成技術，快速呈現接近真實照片的影像。本研究以國立宜蘭大學大礁溪林場 31 年生的木荷造林地為研究對象，於林地內設置樣區並進行每木調查，蒐集胸高直徑與樹高資料。3D 模型的重建，運用 Insta 360 x4 的環景相機，以錄影方式蒐集林地影像資料，並透過 3D 高斯潑濺技術進行林分樣區之三維環境重建，以建立可供林木特徵量測之 3D 模型。結果顯示，分析樣區每木調查資料，本林分的平均胸高直徑為 26.7 cm，標準差為 6.2；平均樹高為 10.6 m，標準差為 2.1，由 3D 高斯潑濺林分模型所萃取的胸高直徑為 25.1 cm，標準差為 9.4；平均樹高為 9.7 m，標準差為 1.1。比較兩者所測量的結果顯示胸高直徑平均誤差為 1.62cm；樹高平均誤差為 0.85 m。透過現地林分調查資料與數位化 3D 模型之量測結果進行比較，結果顯示，3D 高斯潑濺技術能良好呈現結構複雜的林分空間及林木個體特徵。在林木胸高直徑量測方面，3D 模型之量測結果因為重建模型具有較發散的點雲，使得誤差範圍超過 1cm 以上；在樹高量測方面，由於影像主要於林分內部進行蒐集，受到林冠遮蔽及拍攝視角限制，較難完整取得林木頂端影像，因而造成樹高量測也具有一定程度的誤差。綜合而言，運用 3D 高斯潑濺技術進行林分三維重建，可將實際林分環境轉化為具空間資訊與量測能力的數位化 3D 模型，形成林分之數位分身(Digital Twin)，除可保存林分於特定時間點之三維空間狀態外，亦可提供林木特徵參數之量測與分析，展現其應用於森林三維空間建模及數位化森林調查之潛力。

關鍵字：林分測量、高斯潑濺技術、數位孿生、木荷、點雲資料