

台灣林業

農業部林業及自然保育署

Taiwan Forestry Journal

06 雙月刊

Jun 2024



林業剩餘資材 循環再利用

專輯企劃

國產材全材利用
華麗轉身現曙光

攜手南庄賽夏共管山林
實踐永續林業與循環經濟

從森林到能源
宜蘭柳杉循環再利用

灰燼中重生
梨山二葉松林相改良及運用

疏伐木全材利用
賦予枝葉嶄新生命

林廢成金
木質纖維及衍生物多元應用

專題

國產材自給率
提升至10%的可能作法

連結綠意與人心
臺灣原生樹木推廣及媒合平臺

專欄

森羅萬象
一棵樹到一片林
一個人到一群人的跨域永續林業

林故事
重回大自然
直擊野生動物救傷最前線

與林同行
實踐里山哲學
扎根貢寮生態守護環境

封面故事

文／張志仁



苗栗南庄國有林疏伐現場，積極推動人工林永續利用。
(攝影／林冠良)

全世界目前最夯
走到哪裡都可以聽到兩個響亮名詞
就是「淨零碳排」與「循環經濟」
其實樹木貢獻的無遠弗屆
看過西爾弗斯坦繪本「愛心樹」的人皆知
但是目下再套入那兩個響亮名詞底
一棵樹的價值就遠遠高過它只是一棵樹
饗以豐衣足食、提供永續資源
乃至保護整個地球環境
樹木都是可量化及可體現的經濟
即使是殘材利用
這樣最終末的華麗轉身
也有讓人瞠目結舌的驚艷

06 ²⁰²⁴
J u n

50 卷 3 期
雙月刊

創刊日期 1974年12月
出版日期 2024年6月
出版機關 農業部林業及自然保育署
地址 臺北市中正區杭州南路一段2號
電話 (02) 2351-5441

發行人 林華慶
總編輯 林滌貞
編輯委員 王昭堡、李允中、李志珉、
沈怡伶、邱立文、林如森、
林宜羣、范家翔、孫宗志、
高宗賢、陳連晃、張偉顛、
黃綉娟、羅尤娟
(依姓名筆劃排序)

主編 鐘立偉
編輯 張雅玲
編輯部信箱 tfj@forest.gov.tw

定價 NT\$160元
G P N 2011200018
I S S N 02555816
設計印刷 財團法人豐年社
臺北市大安區溫州街14號
(02) 2362-8148

執行編輯 張雅茹
美術編輯 徐榕淳



台灣林業雙月刊
線上免費電子版



本書使用FSC認證環保紙張

編者的話

01/ 全材利用打造林業新典範

專輯企劃 林業剩餘資材循環再利用

05/ 國產材全材利用 華麗轉身現曙光
許賢斌

13/ 攜手南庄賽夏共管山林 實踐永續林業與循環經濟
謝立忻

21/ 從森林到能源 宜蘭柳杉循環再利用
陳冠璋

27/ 灰燼中重生 梨山二葉松林相改良及運用
游智偉、陳建璋、吳耿東

37/ 疏伐木全材利用 賦予枝葉嶄新生命
鄭婷文、吳昌祐、林秋綿、李佳峰

43/ 林廢成金 木質纖維及衍生物多元應用
何振隆、徐光平、徐健國、簡子超



專題

- 49/ 國產材自給率
提升至 10% 的可能作法
王松永、卓志隆
- 59/ 連結綠意與人心
臺灣原生樹木推廣及媒合平臺
林香囍

專欄

- 65/ **森羅萬象**
一棵樹到一片林
一個人到一群人的跨域永續林業
林媛玉
- 69/ **林故事**
重回大自然
直擊野生動物救傷最前線
吳珈瑩
- 73/ **與林同行**
實踐里山哲學
扎根貢寮生態守護環境
游昇俯
- 77/ **林業通訊**

編者
的話

全材利用打造林業新典範

本期以「林業剩餘資材循環再利用」為主軸，首篇文章〈國產材全材利用 華麗轉身現曙光〉深入探討林業保育署近年來推動林業循環經濟的核心政策。文中不僅介紹各地區的示範場域，還分享 112 年度各地區分署運用林業剩餘資源研發精油產品等案例，期望在友善環境與永續人工林經營的前提下，實現森林資源保育與社區共榮的美好願景。

透過〈攜手南庄賽夏共管山林 實踐永續林業與循環經濟〉一文說明林業保育署新竹分署攜手賽夏族部落與周邊社區，共同實踐林業剩餘資材循環利用，透過將林業經營過程中產生的殘材、枯枝、腐朽段木及樹葉等，從以往僅在林地自然腐朽，轉變為透過技術和高效能的環保設備進行活化處理，讓林業永續循環的生產體系更加穩固扎實。

為配合國家淨零碳排政策及提升國產材自給率目標，〈從森林到能源 宜蘭柳杉循環再利用〉講述於翠峰林道所收穫的人工林木材除供應國內木材市場使用外，預估每年尚有 500 公噸的剩餘枝葉及殘材，經規劃後提煉精油與純露、產製生質燃料，並於太平山國家森林遊樂區翠峰湖山屋建置木質生質物氣化發電系統，改善山屋供電問題。

梨山地區大甲溪事業區早期為供應紙漿用材所栽植的臺灣二葉松，如今卻是燃料累積林火好發的熱區，〈灰燼中重生 梨山二葉松林相改良及運用〉一文介紹此地進行林相改良，並在過程中進行松脂採取、針葉純露萃取及小徑材文創商品開發，並結合生質物氣化發電系統，形成微電網，實現全材利用與防火效益。



過去，栽培人工林主要目的是生產通直圓滿的幹材，〈疏伐木全材利用 賦予枝葉嶄新生命〉一文指出，透過跨領域結合，攜手在地部落、租地林農、伐木業者，開發並推廣一系列產品，善用林木資源並促進山村綠色經濟的活絡。

竹木剩餘資材在過往的利用上，往往被視為不具經濟效益而棄置林地或直接燒毀。〈林廢成金 木質纖維及衍生物的多元應用〉一文中，依照竹木適材適性的原則，對於木竹剩餘資材，進行化學、物理及纖維利用等方式，開發多元化產品，而這些產品在工業、醫藥、食品包裝等領域，擁有廣泛應用的潛勢。

〈國產材自給率提升至 10% 的可能作法〉一文提出建言，分階段提供木竹收穫的規劃構想，並就當前伐採收穫作業上面臨的困境，提出機械設備、人力培訓的相關對應措施，以及產銷成本的分析與建議，供相關政策擬訂時參考。〈連結綠意與人心 臺灣原生樹木推廣與媒合平臺〉說明架設資訊網站的目的與目標，並詳細介紹系統的主視覺、訊息專區及媒合流程，為有興趣的民眾提供相關資訊，激發更多人參與原生樹木的栽培、保育與推廣。

政策推行之餘，民間也一同攜手為林業剩餘資材利用及生態保育盡一份心力。〈一棵樹到一片林 一個人到一群人的跨域永續林業〉探訪新竹湖口木炭製作廠，協助政府及企業將多個場域剩餘木創新利用、打造零廢棄多元應用，開創森林永續的循環經濟鏈。

〈重回大自然 直擊野生動物救傷最前線〉野生動物獸醫師分享救援現場的親身經歷，並帶領讀者理解野生動物救援工作所面臨的實務與挑戰。〈實踐里山哲學 扎根貢寮生態守護環境〉來到東北角的貢寮水梯田，看當地狸和禾小穀倉工作室如何在實踐「里山倡議」，結合在地居民、老農，透過環境學習與消費支持，一起友善利用土地、維護生物多樣性。🌱

更正啟事：49 卷第 6 期第 75 頁中「313 個計畫中有 15 個（約占 21%）」更正為「313 個計畫中有 15 個（約占 4.79%）」，特此說明。



林業剩餘資材 循環再利用

臺灣的林地是座寶庫，
除了生產木竹材，
林木的附加價值也相當豐厚。

淋漓盡致的運用一枝一葉，
林業剩餘資材得以點廢成金，
轉化為森林精油、生質顆粒、熱電能供應等多元用途。

不浪費任何一點來自大自然的惠益，
便是永續林業的經營之道。

國產材全材利用 華麗轉身現曙光

文／許賢斌（林業及自然保育署森林產業組科長）

政策綱要回顧 邁向「資源循環零廢棄」

為呼應國際間淨零排放趨勢，減緩氣候變遷的衝擊，國家發展委員會正式公布 2022 年 3 月公布「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」中 12 項關鍵戰略。運用現行研究報告所

顯示循環經濟與減碳的關聯，環境部透過「資源循環零廢棄」戰略，進行跨部會分工，推動相關策略與措施，其策略目標如下：

永續消費與生產

我國自然資源不足，達 7 成物料需仰賴國外進口，以四大物料分



■ 合理並多元利用森林資源，可發展兼顧生產、生活及生態的永續林業及循環經濟。（桃園市復興桂竹產業發展協會提供）

類來看，金屬礦 100%、化石燃料 99.9%、生物質 60.4% 及非金屬礦 25.3% 來自進口，顯示我國四大物料由國內自給的比率相當有限。因此，在資源有限的條件下，應實現自然資源永續管理與高效使用、減少浪費從源頭減少廢棄物產生、妥善管理資源與廢棄物，並促進產品相關資訊的揭露與提升民眾意識，以達永續消費與生產的目標。

提升資源使用效率

為使資源使用效益極大化，可透過提高物料利用效率，減少原生物料供應需求，達到提升資源生產力目標，並由生產者與再利用者參與資源整合與廢棄物管理，落實增加資源循環與二次料經濟效益，以提高資源有效永續循環利用及國家整體綠色競爭力。

加值化處理廢棄物

掌握我國整體物質流向，針對仍具利用價值的廢棄資源，引導其採用品料化、能源化或粒料化等途徑，以降低資源走向焚化或掩埋，並持續創新研發技術，提升廢棄物循環價值，逐步邁向零廢棄目標。

此外，環境部於行動計畫內亦匡列「生物質」為關鍵發展項目，並制定短期推動工作（2023—2030 年），其中與農業部相關分工措施，摘錄如下：

- 提升廢料價值，以飼料化、肥料化、能源化及材料化分類分級推動：提

升有機質肥料施用（農業部、環境部）及生物質投入作為生質能料源使用（農業部、經濟部、環境部及內政部），以公私協力推動農業減碳循環產業。

- 建置料源地圖，培植區域型能資源中心，強化產業鏈循環：建置生物質料源供需與再利用產品利用資訊平臺—農業循環減碳產業場域輔導示範。
- 剩餘料源研發高值化應用，精進能資源化處理技術強化效能：食品及農業剩餘料開發為保健食品、動物飼料、包裝材、纖維料源及寵物用品—減碳技術研發與產業整合應用，研發能資源化處理技術，生物炭及沼渣沼液多元應用途徑。

2040 邁向農業淨零排放

農業部 2022 年 2 月 9 日舉辦「邁向農業淨零排放策略大會」宣示，農業部門 2040 年將完成淨零排放目標，並在「減量」、「增匯」、「循環」及「綠趨勢」等四大主軸下，具體提出 19 項策略與對應的 59 項措施來推動跨單位合作具體落實。針對上揭「循環」主軸，摘述其策略及措施如下：

農業剩餘資源材料化與加值再利用

- 推動農業副產物與剩餘資材利用，擴大循環經濟產業發展。
- 推動沼液沼渣再利用價值。

- 提升沼氣及生質能利用效率，提升綠能生產效率。
- 推動可分解農業資材，減少資材浪費。
- 推動剩餘資源產業化，強化循環產業鏈。
- 推動生物炭產製與利用。

推動農業跨域循環場域

- 建立農業跨域循環低碳場域，加強活化可分解及不可分解的農業剩餘資源。
- 建立農業剩餘資源營運模式，提高剩餘資源產業規模。
- 透過跨國、跨企業與跨部會進行農業循環合作。

推動農業循環技術科技研發

- 計算農業跨域循環經濟產出及淨零效益，以促進低碳循環產業發展。
- 精進沼氣再利用技術，增進沼氣發電產熱效能。

- 研發永續低碳農漁畜設施與水質處理模式，減輕環境污染。

林業剩餘資材及物質流循環

森林乃臺灣命脈，占有全島土地面積近 6 成比例，除森林本身所扮演公益功能的重要角色外，在經濟效益部分，從木、竹材及非木質林產品生產，提升到林業循環生產，可結合原留存林地內的枝梢、殘材等資源回收再利用，使最終物質循環回歸森林養分。因此，該等資源本屬可利用資材，並非屬農業廢棄物範疇，應稱為林業剩餘資材。

林業剩餘資材的定義

按現行「林產物伐採查驗規則」第 2 條規定，所稱林產物是指下列供營林為目的的國、公或私有林的主產物及副產物：



■ 人工林疏伐作業林地內的枝梢、殘材等資源可回收再利用。（豐年社提供）

- 主產物：指生立、枯損、倒伏的竹木及餘留的根株、殘材。
- 副產物：樹皮、樹脂、種實、落枝、樹葉、灌藤、竹筍、草類、菌類及其他主產物以外的林產物。

將上述林產物定義套用於森林區域的造林、刈草、切蔓、修枝、疏伐（含下層、上層、機械、選擇、孔隙等形式）及收穫伐等經營管理作業過程，在林業初級加工過程所可能產生木、竹材以外的枯損竹木及餘留根株、殘材或遺留現場的樹皮、枝條、樹葉、頂（側）梢等主（副）產物，均屬於林業剩餘資材範疇。

林業剩餘資材的加值應用

過去傳統林業經營方式，枝梢、殘材等林業剩餘資材於疏伐或收穫經營作業過程常遭棄置於林地，後續除作為薪材燃料使用外，尚無其他用途。然而，在全材利用原則下，林業剩餘資材於初級農產品加工應用上，市場上已開發下列用途：

- 提煉森林精油或純露，並轉化為高單價森林精油產品（如環境香氛或香水等）。
- 碳化為生物炭或精製炭，並於乾餾過程產生木竹醋液。
- 破（粉）碎化，可製成木竹生質顆粒或木竹絲板料。
- 生質能源：透過木竹材高溫裂解轉化為電（熱）能，提供區域能源（微

電網）使用，鍋爐剩餘生物炭或灰分，經妥適處理後，可回歸循環為林地養分。

林業剩餘資材的產量概算

林木撫育或最終收穫伐所生產木竹材產物，約占林分蓄積量 70%，而其餘留存林地的枝、梢、葉及殘材等林業剩餘資材，倘作為薪材或工業原料，可占林分蓄積量 30%。但由於枝梢殘材等林業剩餘資材，部分有留存林地作為森林土壤養分循環的必要，其容許搬出量以林分蓄積量 15% 估算。

依照 2023 年統計數據指出，國產木材年度生產量約 6.15 萬立方公尺估算，其生產過程可搬出剩餘資材約 3,600—5,000 公噸，未來隨著國產材生產量提升，預估剩餘資材將逐年提高。而國產竹材部分，2022—2025 年以荒廢竹林整理為主，預估前 4 年每年可產出竹剩餘資材約 7,000 公噸；惟自 2026 年起，竹林應可回復正常經營，剩餘資材將大幅減少。

林業循環示範場域營運建置情形

林業及自然保育署（下稱林業保育署）推動林業剩餘資材循環示範場域及其加值利用，已列為 2023—2025 年農業部「疫後強化農業韌性及農漁民協助措施」—「推動淨零智慧循環永續設（施）備」計畫，預計至 2025 年底至少完成公辦及民間自辦至少 6

處示範場域，年度處理林業剩餘資材達 1 萬公噸以上。

以下就新竹、臺中及宜蘭分署建置情形，簡要說明如下：

南庄苗圃循環示範案場

- 地點：新竹分署南庄苗圃。
- 料源：國有林的柳杉及臺灣杉人工林生產區（面積計 100 公頃），預計每年可產出林業剩餘資材 864 公噸。
- 特色：新竹分署已與南庄蓬萊部落建立原住民共管平臺，在森林產業部分，除輔導該部落成立林下經濟香菇班及養蜂班外，亦輔導成立伐木及造林工班。南庄苗圃建置的林業剩餘資材循環利用系統，未來將可進一步提供在地山村部落的林產品初級加工（如柳杉精油萃取及香菇乾燥等）所需熱能供應，共享共榮。
- 辦理情形：目前由新竹分署委託團隊辦理生物炭多膛爐、精油萃取機及香菇乾燥機與鋼棚等設備建置中，待 2024 年下半年機組試運轉順利後，即可於 2025 年間展開試營運並有條件提供周遭山村部落進行林產品加工使用。

梨山循環示範案場

- 地點：臺中分署梨山工作站。
- 料源：國有林的二葉松人工林（面積計 6.71 公頃），預計每年可產出林業剩餘資材 750 公噸；梨山地區環山部落及周遭果園，預計每年可

產出果樹枝條等農糧剩餘資材至少 100 公噸。

- 特色：梨山地區的果樹廢棄枝條遭不當引火焚燒，除引發在地小型火災外，倘延燒至周邊二葉松純林，所造成森林火災災害，恐一發不可收拾。因此為防範森林火災發生，小面積伐採二葉松純林更新防火樹種及集中部分廢棄果樹枝條，統一回收作為生質能源發電機組的燃料來源，除可提供辦公室用電，亦可作為省工農機電力的可能來源，更因此協助減省在地山村果農處理廢棄枝條的成本。
- 辦理情形：目前由臺中分署委託團隊完成生質能發電機組建置，將待 2024 年下半年料源供應及機組運轉順利後，於 2025 年間投入梨山工作站及相關省工機具組電力供應來源之一。

翠峰山屋循環示範案場

- 地點：宜蘭分署太平山森林遊樂區翠峰山屋。
- 料源：國有林的柳杉及紅檜人工林生產區（面積計 128 公頃），預計每年可產出林業剩餘資材 800 公噸。
- 特色：翠峰山屋位於翠峰景觀道路 16.8K 處（距羅東約 80 公里），海拔高約 1,900 公尺，提供旅遊服務。惟因台電輸電線路無法到達，供電受限，目前以柴油發電機分時段供電（每日約 8 小時）。藉由建置生質能源發電機組取代現行燃油供電

系統，以生質能源提供山屋全時電力及熱水需求，自給自足。

- 辦理情形：目前由宜蘭分署委託團隊辦理生質能發電機組建置中，並待 2024 年底料源供應及機組運轉順利後，即可於 2025 年投入翠峰山屋電力供應來源之一。

林業剩餘資材加值新探索： 112 年度成果分享

「見晴之森」精油香水： 來自太平山的森林香氛

林業保育署宜蘭分署與國立宜蘭大學及森產者工坊透過產官學三方合作模式，成功推出以太平山為主題的首款精油香水「見晴之森」，是由國立宜蘭大學森林暨自然資源學系技術指導，及其培植的在地青農「森產者

工坊」共同研發，運用太平山「見晴懷古步道」周邊的柳杉林枝葉萃取的精油為主調，結合不同的原生香料植物，調和出 10 多款不同氣味組合，最終以柳杉葉搭配臺灣原生香料植物—馬告（山胡椒）調和出最優質的香氣；香水前調由具有檸檬香氣的馬告帶出，清新爽朗，尾韻則是柳杉沉穩的木質甜味，整體氣味呈現出溫質清新且餘韻久留，如同走進太平山雲霧森林中，時而有穿透山林陽光灑落身上的氛圍，帶來愜意與放鬆的感受。

枯危木再利用 化身木藝精品

林業保育署臺中分署為了提供安全的遊憩空間，每年都會針對轄區內熱點區域，進行枯危木預防性移除，部分木材因生長勢不佳或生長位置有安全疑慮而予以移除，看似無利用價值的木材，經過初步加工製材後，可供木創業者、古蹟修復業者或民眾再製為茶几、桌子、木架等生活家具或其他木藝品，發揮無限創意。

「戀大杉」精油 體驗南投山林魅力

林業保育署南投分署與南投鹿谷在地青年創品牌「森林邦」合作開發，首次推出限量的「戀大杉精油禮盒—晴天」，禮盒內含有戀大杉精油、調和精油、純露噴霧及擴香木，外盒更以永續循環為理念運用戀大杉邊角料製成，精油使用完畢後外盒可以繼續當成收納盒使用，讓喜歡臺灣森林味



■ 農業部 2023 年新增「森林精油」為林產品初級加工項目（豐年社提供）

道的民眾在家就可以從視、嗅及觸覺體驗來自於南投巒大事業區巒大杉森林的獨特香味魅力。

專屬土匪山「森林系」香水

林業保育署嘉義分署與國立嘉義大學攜手協助阿里山林業合作社的林農，盤點當地植物資源後，分析臺灣肖楠全株可利用價值，其木材是優良家具材料及可製作高級線香，殘材與枝葉可萃取精油最具特色，精油氣味溫潤甘甜，厚實持久，讓人有沉穩安定感，搭配森林中常見草本與花果，開發專屬於土匪山—阿里山林業合作社的3款木質、草本及花果香調森林香水，是送禮自用最佳選擇。

「黃荊」多元應用：從護髮到空間香氛

黃荊又稱聖潔樹，盛產於林業保育署屏東分署所在地區的高雄六龜、屏東潮州及屏東恆春等3個地方，民間常用於綠籬使用。該分署與轄內文創業者及國立中興大學合作開發黃荊系列商品—國產材無患子駱駝梳，除了能使秀髮柔順，還有按摩穴道舒緩筋骨的功能，且每個駱駝梳均具有獨一無二的天然木紋；黃荊舒緩按摩油可藉由無患子駱駝梳或直接推壓使用達舒緩功效，黃荊精油溫熱眼罩熱敷眼睛同時散發溫暖香氣，黃荊香露則是以黃荊純露搭配複方天然香料調配成具多層次韻味的香氣噴霧，可讓生活空間保持清香。



■ 巒大杉因木材香氣濃郁故又稱「香杉」（南投分署丹大工作站提供）



■ 嘉義分署「土匪山系列森林香水」主打肖楠香氣（豐年社提供）

「解碼柳杉」&「解碼山林」系列商品

林業保育署臺東分署歷經一年多來與在地社會企業及林農夥伴攜手合作，以森林自然原生的五感概念為基礎，運用植物精萃成分研發身體清潔及環境香氛系列商品。透過疏伐柳杉

剩餘資材的轉化應用，研發柳杉「身體潔淨露」、「精油滾珠瓶」及「精油香氛噴霧」等系列商品；並結合臺東卑南美農地區及錦屏人工林疏伐林地的林業剩餘資材，推出「解碼山林—紅檜、臺灣杉及臺灣肖楠」系列商品（如洗沐用品、單方精油、複方精油、擴香瓶及精油蠟燭），透過創意增加其經濟價值，達成全材利用的重要效益。

深入社區開發「柳杉精油」商品

柳杉是花蓮瑞穗林道的主要造林樹種，富含精油成分，具天然抗氧化、抗菌等多重特性，可廣泛應用。為了充分發揮柳杉的潛力，林業保育署花蓮分署與紅葉社區合作啟動柳杉精油產業發展計畫，由該分署輔導紅葉社區規劃精油知識基礎課程，從柳杉枝葉到精油萃取及精油產品產製過程完整教學，實務操作精油蒸餾機及製作精油產品，掌握產業專業知識，初期

嘗試應用在肥皂及防蚊液等產品中。紅葉社區居民也期望能持續和花蓮分署合作，朝規模經濟發展，將精油產業融入社區部落，促進在地永續經濟。

全方位利用 永續經營林業資源

聯合國 2015 年所通過 17 項永續發展目標（SDGs），除提及農業永續發展並納入能源再生利用及自然資源永續利用等，期望確保永續發展的生產系統，改善土地及土壤品質，以加強氣候變遷的適應性。林業保育署配合 2017 年「國產材元年」啟動以來的國產材生產策略，導入人工林資源全材利用概念，盤點林業剩餘資源及開發增值應用商品，期望於友善環境且永續人工林經營前提下，替森林周遭山村部落帶來綠色紅利，活絡山村社區或原住民部落的特色循環產業，並兼顧森林資源保育的多贏局面。🌿



■ 屏東分署與廠商、國立中興大學合作研發黃荊精油溫熱眼罩、黃荊香露、黃荊舒緩按摩油等產品。（豐年社提供）

攜手南庄賽夏共管山林 實踐永續林業與循環經濟

文、圖／謝立忻（林業及自然保育署新竹分署經營企劃科科長）

林業及自然保育署新竹分署（下稱新竹分署）經管的國有林地範圍，東至中央山脈分水嶺與宜蘭縣為界，西與公私有地毗連，南至苗栗縣卓蘭鎮至苑裡鎮一帶，北起淡水河南界與臺北市相接，橫跨新北市、桃園市、新竹縣與苗栗縣，與原住民族的傳統生活區域高度重疊。因此新竹分署於2018年2月，與轄內賽夏族簽訂「夥

伴關係」，並透過和解儀式消弭過往的恩怨，雙方承諾攜手守護山林、建立部落永續發展的基礎，並達到自然資源永續利用的核心價值。

自然資源種類包羅萬象，以林業為出發的核心資源當屬人工林內的木材資源。依據新竹分署2017年進行人工林資源調查，所轄南庄事業區國有林的林木經營區面積約為5,149.45



■ 南庄地區林業剩餘資材循環利用系統示範區整體外觀

公頃，以栽植柳杉、臺灣杉及香杉等針葉樹種為主，平均每公頃蓄積量約550立方公尺，木材資源豐沛，且因林道系統完善，為新竹分署重點經營的國產木材生產區之一。此區經編入木材生產計畫面積共計100公頃，分佈於大湳林道及大坪林道支線沿線，分年分期進行伐採收穫、新植、撫育及中後期撫育等林業永續經營作業。

組成賽夏「森」力軍 創造部落新經濟

除了資源條件外，穩定且具專業技術的生產力也是林木資源得以永續經營的關鍵。新竹分署自2021年10月起，在與賽夏族簽訂夥伴關係承諾共榮共好的基礎下，著手規劃紮實的林業專業技術課程，將本職專業結合學界產業資源，帶領國有林周邊賽夏族部落族人們實際在林班地實習操作。2022年1月起，族人們憑藉著過往承作林務工作的紮實經驗及新興學習導入的觀念技術，也開始在南庄事業區10林班進行國產材伐採收穫工作，不僅實質創造部落里山經濟，也為國產材生產增加了一支穩健的生力軍。

自2022年起，為實踐「臺灣2050淨零排放」，及達成國產材自給率於2028年提升至5%的目標，新竹分署活化運用南庄苗圃內空地建置「南庄地區林業剩餘資材循環利用系統示範區」，利用林業經營過程中產生的剩

餘資材，搭配機械設備與操作技術導入，持續轉化與加值林業剩餘資材，含括木質材料及非木質材料的多元開發應用，不僅降低林地燃料量與新植造林整地成本，也節省林下經濟產業所需能源成本與產品碳足跡，更形成一個與在地原住民族部落惠益共享、貼近當地產業需求的多元利用循環模式。

示範區建置目標與現況情形

本示範區設置營運的主要目標，是實現林業資源永續循環利用，妥善利用過往林業經營過程中未予關注、視為「廢材」的剩餘資材，並將效益與周邊社區部落共營共享。以下將針對示範區的各主要組成分項說明：

材料來源及種類

剩餘資材的材料來源，包含國有林主伐生產過程中產生的枝梢材、根張材、製材剩餘的短徑材等，以南庄事業區人工林生產面積6公頃（分區合計）為例，約可產出剩餘資材759立方公尺；此外，尚有人工林修枝、疏伐撫育、危木、周邊部落社區農業剩餘（例如種植段木香菇剩餘菇木、修剪果樹枝條）等來源。

主要設備及加值利用產品

■ 精油萃取系統

剩餘資材種類包含植物枝條、木材及葉片等，其組織中富含芳香氣味



規格材



枝梢材



缺陷木、短徑材



根張材、頭徑材



枝梢材現場粉碎作業



■ 生產木屑收集裝袋

分子，透過精油萃取系統導入水蒸氣，將植物組織裡的揮發性成分從中萃取出來，隨水蒸氣循著管線流入冷卻槽，經過冷卻後，還原成液態流入收集桶中產出植物精油及純露。本區用以萃取植物精油及純露的原料，是取自於

森林天然生長的植物，不僅無農藥疑慮，且擁有各自獨特的芳香與療癒特性，深具研發芳香療法、美容保養、清潔與環境等不同面向產品的潛力。

■ 生物炭多腔爐（建置中）

將林業剩餘資材破碎後，經造粒機高壓製成生質顆粒，再將生質顆粒投入生物炭多腔爐內，以無氧或極少氧氣的方式高溫加熱產製生物炭。林業剩餘資材所產製的生物炭，因成分純淨、來源明確，可用於林業苗圃育苗資材添加；產製過程中的副產品木酢液，具有抗菌驅蟲等效用，亦可作為植栽病蟲害預防使用，減少化學或農藥用量。



■ 精油萃取系統

■ 多功能乾燥機

搭接南庄地區林下經濟產業段木香菇種植，傳統以材燒方式烘乾段木香菇，需耗費大量人力及薪材；在本示範區中配備 1 座蒸汽與柴燒、油、電混合熱源的多功能乾燥機，具備自動化定時定溫及分段變溫功能，不僅能節省傳統烘乾段木香菇所需人力及能源外，也可以延伸運用到其他農產品乾燥。

■ 生質物汽化爐

鑒於上述剩餘資材利用設備、林下經濟產業設備均需熱能導入驅動，本示範區建置生質物汽化爐 1 座，將剩餘資材破碎後的木屑，透過高溫（約

700—1,200°C）氧化反應產生熱能，加熱鍋爐產出熱蒸氣，以取代瓦斯、燃油或電力，同時不會產生焦油或廢水，實踐資源循環與減少碳排，兼具環保與節約能源的雙重效益。

■ 木工教室

剩餘資材中的木質材料，例如根張材、短徑材等，運用示範區中成立的木工教室，可做進一步木材加工開發木藝文創商品，也可結合異材質或原生植物植株提升其附加價值，讓剩餘資材的運用不僅作為能源燃料，也可以「碳罐頭」的概念將碳貯存於木藝品之中，實現永續利用林木的減碳效益。



■ 生質物汽化爐

營運管理

示範區自 2022 年開始規劃籌建，並已於 2024 年 7 月取得農業用地作為林業設施容許使用及相關簡易水土保持申報核定，預計至 2025 年初得完成原規劃的各項設施設備；籌建期的同時，已分階段導入設施設備的專業操作技術與知能，並由新竹分署同仁與賽夏部落族人共同參與學習與試驗操作，且邀在地周邊社區與機關團體參與觀摩。並預計將於 2025 年中正式啟動營運（依實際公告為準）。

預期效益

經濟面

運用剩餘資材發展循環經濟，以長遠及宏觀的角度來看，是對自然環境與社會經濟都有正面助益的模式，但經濟上能否達到收支平衡，甚至收益大於支出，是循環經濟模式得以永續經營與擴散的關鍵因子。

以下就本示範區的試驗操作經驗為例，提出預期剩餘資材活化再製產品的成本收益。

■ 精油生產

本示範區的材料來源，現階段以國有人工林伐採收穫的剩餘資材為主，可作為精油生產原料使用者，樹種及部位包含臺灣杉、香杉及柳杉的木材與枝葉。又因精油是具有揮發性的植物成分，因此在生產過程中，大



■ 賽夏族根誌優長老介紹人工林疏伐作業（豐年社提供）

多需要配合伐採作業時程，於林木伐採後一定期間內進行材料收集，收集後接續分類揀選及進行初步處理（例如木質材料需進行破碎），處理完成的資材再分別裝袋與運送。

依據新竹分署試驗操作的實際經驗，估列本示範區精油生產所需成本如下：

另每立方公尺枝葉所能生產精油量，依樹種及取用部位不同而有差異，且不同種類精油或衍生相關產品的收益也不相同；以柳杉葉精油為例，試驗結果，每立方公尺的柳杉葉約可萃取精油 40 毫升，再依上述生產成本換算每毫升單位成本約 76.875 元。訪查目前市售柳杉精油的單位價格平均約 140—175 元，足以顯示剩餘資材作為精油萃取原料具有相當發展潛力^(註1)。

註 1：前述生產成本尚未含括產品研發與包裝銷售支出，仍需依實際計入。

示範區精油生產所需成本

成本項目	費用 (元/立方公尺)	備註
材料收集與處理	200	含集材、分類及粉碎裝袋作業
運費	200	自人工林伐區載運至南庄苗圃
精油萃取作業工資	1,200	每日需 1 組 (2 人操作)，每日作業量 3 立方公尺；以每人每日工資 1,800 元計，每立方公尺作業工資為 $1,800 \times 2/3 = 1,200$ 元
熱源	615	由氣化爐供熱，依試驗操作經驗估算方式汽化爐運作 3 小時並分配 1/3 熱能供應精油機作為熱源成本
合計	3,075	—

柳杉葉精油生產成本與效益

項目	費用 (元/毫升)	備註
柳杉葉精油生產成本	76.875	以目前試驗結果，每立方公尺柳杉葉約可萃取精油 40 毫升，換算每毫升單位成本 76.875 元
柳杉葉精油收益	約 140—175	暫以市售精油售價為依據

■ 生質燃料／生產熱能

剩餘資材透過破碎、造粒等機械設備加工後，可製成生質燃料產品，除生質燃料產品本身具有市場銷售價值外，亦作為生質物汽化爐設備的燃料來源驅動其他生產設備。說明試驗操作生質物汽化爐的運作成本計算如下表：

依據上述操作經驗值，本示範區的生質物氣化爐每日運作 8 小時可產出合成氣熱值約 48,000,000 大卡 (kcal)，相當於 20 公斤裝桶裝瓦斯約 224 桶；又以每桶 20 公斤裝桶裝瓦斯費用 660

元計，換算可節省 147,840 元能源費用 (估算值)。

環境面

林業經營作業朝全材利用模式，將適量的剩餘資材搬出利用，可降低造林地內燃料量及新植造林整地成本；搭配南庄示範區機械設備將剩餘資材產製為生物炭，可作為造林地及苗圃育苗的土壤基質添加、減少肥料使用，增加土壤的保水力、通氣性及中和酸性土壤，達到土壤改良的效用；且生

操作生質物汽化爐運作成本

成本項目	費用 (元/立方公尺)	備註
材料收集與處理	1,060	含集材及粉碎裝袋
運費	200	自人工林伐區載運至南庄苗圃
作業工資	2,790	以 2 人一組同步協力操作計算
水費	76	—
電費	—	氣化爐機轉需微量電費，礙難獨立計算，故暫不計
合計	4,126	—

物炭具有固碳效果，符合「減排」策略，適量施用於土壤中，增加土壤碳蓄積，符合「增匯」策略，可同時實踐淨零排放的政策目標。

社會面

本系統試驗操作結果，除了具備上述經濟及環境效益外，所增加的勞務工作或專業技能培訓，亦對提升在地工作機會有實質幫助，達到惠益共享、回饋在地的社會效益。而剩餘資材進入循環系統驅動精油萃取設備、香菇乾燥機等機械設備，大幅減少既有燃料或電能消耗，助益部落居民減輕林下經濟產業的生產成本^(註 2)。

註 2：本文說明相關數據資料，是基於 2022 年以來實際試驗操作的經驗數值，全案持續滾動調整作業方式與優化作業流程中。

穩健發展林業循環經濟模式

《書·大禹謨》：「正德，利用，厚生，惟和。」是自古以來對於政治治理的名句，其中「利用」2 字闡述了應充分利用自然資源，發展經濟，滿足人民生活需求的理念；時至今日也恰好呼應了資源永續利用的理念。本案例由新竹分署攜手在地賽夏族部落與周邊社區，共同實踐林業剩餘資材循環利用，將過去林業經營過程中產生的殘材、枯枝、腐朽段木或樹葉等剩餘資材，從僅留存在林地自然腐朽，透過近代科技技術與環保及能源效能最佳的設備導入，活化資源以獲取最大化利用；落實循環經濟模式，不僅是讓剩餘資材獲得更好的利用，也讓林業永續循環的生產體系更加穩健與踏實。♻️

從森林到能源 宜蘭柳杉循環再利用

文、圖／陳冠璋（林業及自然保育署宜蘭分署經營企劃科技正）

振興國產材的林業循環經濟

森林及其收穫木材是二氧化碳的吸收源及貯藏場所，因此增加森林面積、加強現有人工林的永續經營，提升林木蓄積量，增加林地碳匯，增加林木收穫量及利用，均為森林碳匯策略的重要措施。

林業及自然保育署為結合國家淨零政策，提出振興國產材相關計畫，鼓勵國人使用國產木竹材，期能提高國產材自給率。以往人工林的撫育，多將樹勢不佳的下層木、枯木與修枝放置現場或運棄，隨著科技進步及循環經濟觀念的興起，木材開始朝向全材利用，殘枝廢材經過加工或萃取，



■ 翠峰湖是臺灣最大的高山湖泊（豐年社提供）

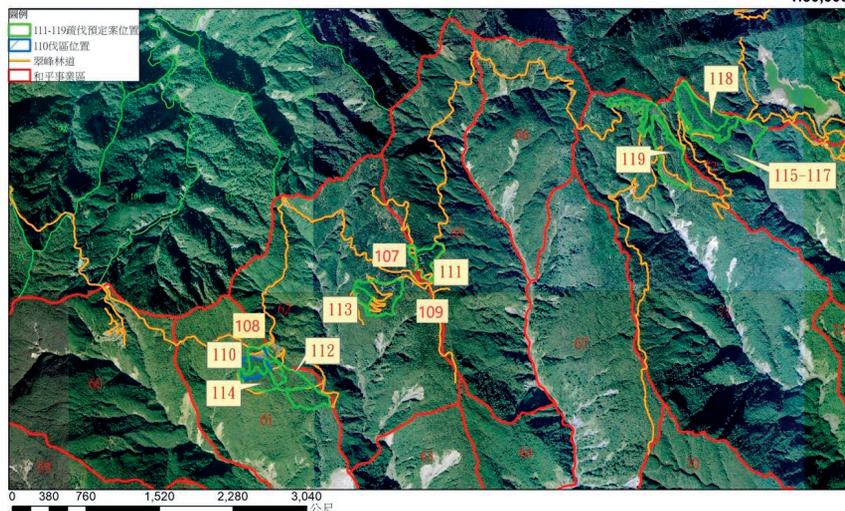
均可變為受歡迎的商品與功能產品。為永續分享森林生態系服務價值循環利用系統，積極推動林業剩餘資材以蒸餾萃取，製成植物精油，或利用機

器加工、乾燥破碎為生物炭、生質顆粒，透過氣化爐作用產出熱能或轉化為電能利用，讓廢柴華麗轉身化為綠金，建立可行的循環產業鏈。

翠峰林道沿線中長程疏伐計畫基本資料

年度	地點	臺帳面積 (ha)	主要樹種	預估收穫量 (立方公尺)
2021	和平事業區 61、62 林班	9.30	柳杉	1,800
2022	和平事業區 62、65 林班	8.42	柳杉	1,400
2023	和平事業區 61 林班	9.30	柳杉	2,000
2024	和平事業區 62 林班	40.12	柳杉	2,200
2025	和平事業區 61 林班	11.00	柳杉	2,420
2026	和平事業區 72 林班	10.00	柳杉	2,662
2027	和平事業區 72 林班	10.00	柳杉	2,928
2028	和平事業區 72 林班	10.00	柳杉	3,221
2029	和平事業區 72 林班	10.00	柳杉	3,543
2030	和平事業區 71 林班	20.00	柳杉	3,897

地點:和平事業區第61、62、65、71、72林班(翠峰林道2K、6K、13K、14K)
樹種:柳杉、紅檜



翠峰林道沿線中長程疏伐預定位置圖

在提高國產材自給率的目標下，林業及自然保育署宜蘭分署（下稱宜蘭分署）擬定疏伐中長程經營計畫，於翠峰林道（或稱翠峰景觀道路）沿線連年執行造林撫育工作，預計每年疏伐約 2,500 立方公尺木材，經伐木造材提供國內木材市場使用後，尚有約有 500 公噸的剩餘枝葉及殘材。為提升資源使用率，因此規劃以林業剩餘資材循環再利用，運用太平山地區疏伐剩餘枝條提煉精油或純露與剩餘資材做生質能燃料，疏伐後的林木枝葉，可與社區、學校、小型文創工作者合作開發精油、防蚊膏等香氛產品。

翠峰山屋的綠能轉型

太平山國家森林遊樂區位於宜蘭縣境大同鄉及南澳鄉，幅員廣大，面積廣達 12,930 公頃，包括土場、鳩之澤、中間、白嶺、太平山、茂興、翠峰湖等據點。其中翠峰山屋位於翠峰

林道 16.8K 處、全國最大高山湖泊「翠峰湖」旁，海拔高度約 1,900 公尺，為遊客提供住宿、餐飲、販賣部及旅遊諮詢等服務。但因地處偏遠，台電輸電線路無法到達，且山區經常雲霧繚繞，氣候條件亦難以實現太陽能發電，因此目前採時段供電，提供基礎旅遊服務所需用電。

木質生質物氣化發電系統，是指將固體木質燃料經高溫氧化反應轉化為可燃的氣態燃料（合成燃氣），再送至發電機組產生電力加以利用，所需空氣較直接燃燒少，氮氧化物及二



■ 太平山國家森林遊樂區幅員遼闊（豐年社提供）



■ 太平山翠峰山屋（宜蘭分署提供）

氧化碳、廢水、焦油等產生量少，兼具能源與環保雙重效益。因此，若能透過建置木質生質物氣化發電系統，並以翠峰林道林業經營的剩餘資材作為材料來源，除可建置綠能發電系統、減低排碳，也提高資源循環利用率，同時改善山屋電力供給情形，提升翠峰山屋的旅遊服務品質。



■ 太平山山區經常雲霧繚繞（豐年社提供）

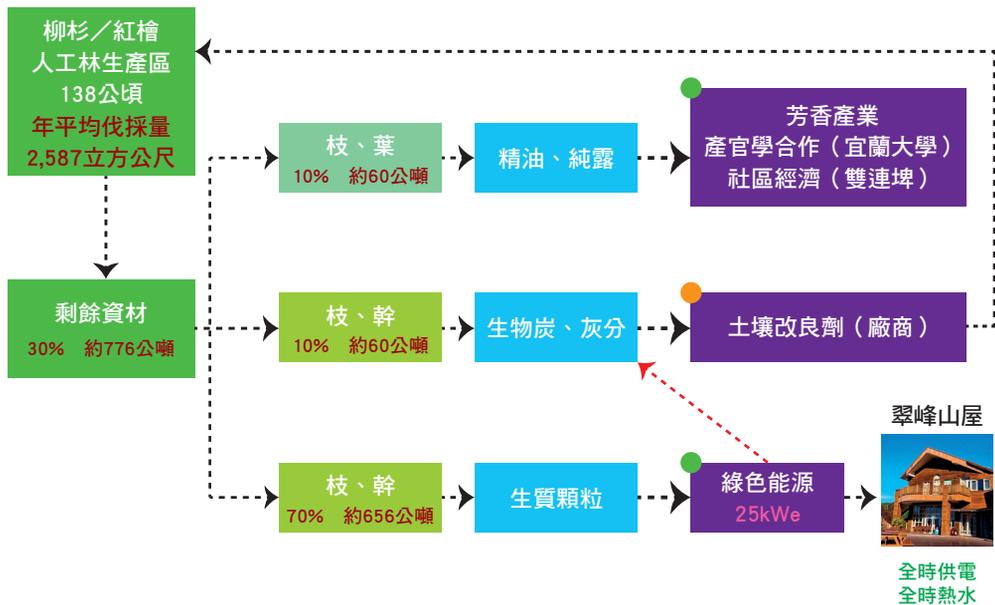
發展木質生質物氣化發電系統

宜蘭分署自 2022 年起陸續盤點現場資源與翠峰山屋旅遊服務需求，考量林地疏伐後枝葉來源及數量、可循環再利用方式、翠峰山屋用電需求情形、萃取精油或發電的專業技術及機械設備、需用場地空間、現場管理等諸多面向，進行多次工作籌備會議及專家學者現場勘查，盤點下列重點：

1. 柳杉枝梢材可再利用作為生質能源材料、枝葉可供萃取精油、純露。
2. 電力、熱水、暖氣，都是翠峰山屋需求能源，需核算實際需求量，評估山屋周邊可用空間並需考量周邊景觀。
3. 初估翠峰山屋離電時段用電需求預估，約需 50—100 千瓦設備，並可搭配貯電系統，提高使用便利性，設備需求如下：



■ 翠峰林道實施柳杉人工林疏伐作業



■ 林業剩餘資材利用規劃：翠峰山屋林業剩餘資材循環利用場域。

- 每小時運作所需材料約 400—500 公斤。
 - 設備需要有 3 公尺 × 3 公尺場地 2 處（萃取爐及氣化爐各 1 處），距離山屋約在 30 公尺以內，減緩電力因距離衰減問題。
 - 需有備料及預乾場地，及氣化後殘渣灰分需規劃去處（殘渣為鹼性，可用於改良酸性土壤）。
4. 枝葉可與學校、周邊部落社區、小型文創工作室等單位合作開發文創商品、柳杉精油香水、防蚊膏、止癢膏等香氛產品，以提高資源循環利用率，並可幫助發展山村部落經濟。
 5. 翠峰林道沿線已有中長期疏伐作業規劃，應持續辦理以提供穩定木材供給及提供林道周邊可供作為臨時作業區域的地點。

打造能源與香氛創新成果

翠峰山屋林業剩餘資材氣化發電系統建置情形

透過公開招標適用最有利標方式委由國立中興大學執行，計畫預定設置 1 套 25kWe 以上木顆粒 OTWG 氣化發電系統，並搭配微電網貯電系統，目前已初步完成機具設置，持續進行機組測試中，惟現地位處海拔約 2,000 公尺，有冬季低溫、潮濕、多雨，影響貯能電池及發電效能、亦影響相關電氣設備之穩定性，宜蘭分署將持續辦理機具測試，並邀集學界、台電等專家協助調整修正，期克服及改善氣化發電系統效能，並進一步改善翠峰山屋供電問題，提升旅遊品質。

「見晴之森」精油香水發表

透過與國立宜蘭大學及森產者工坊的產官學三方合作模式，經過近一年的研發，將採集於太平山國家森林遊樂區的柳杉林枝葉進行萃取精油，佐以生長在蘭陽山林泰雅部落向陽處的馬告（山胡椒）精油進行搭配，在國立宜蘭大學的實驗室進行樹種、比例及香味的測試後，成功調出獨特的「見晴之森」精油香水，其氣味呈現出彷彿置身在太平山氤氳森林的感覺外，又帶出有蘭陽山林的陽光之感。

以循環經濟、全材利用之概念，宜蘭地區所疏伐柳杉原木可供應國產材產業使用、殘枝廢材經乾燥破碎可供氣化發電之能量來源、枝葉經蒸餾

萃取，可製成植物精油及香氛商品，提升經濟價值，並可作為推廣林業剩餘資材循環再利用示範場域。🌿



■ 見晴之森精油香水



■ 翠峰山屋林業剩餘資材氣化發電系統

灰燼中重生

梨山二葉松林相改良及運用

文、圖／游智偉（林業及自然保育署臺中分署經營企劃科技正）

陳建璋（國立屏東科技大學森林系教授）

吳耿東（國立中興大學森林學系副教授）

氣候變遷下的森林火災

近年來，溫室效應影響導致的聖嬰現象使極端氣候事件發生頻率提高，各種自然災害風險加劇，其中森林火災發生次數近年亦有上升趨勢。據估計，目前全球每年發生森林火災次數近 22 萬次，其燒毀森林和其它林地面積約為 646 萬公頃，占世界森林面積 0.13%。森林火災對於森林所造成的危害不單單是使森林內林木遭受焚毀，一旦森林遇火延燒，如未能即

時迅速撲滅將會順勢蔓延，短時間造成森林內能量釋放，使森林生態系統失衡，更甚者影響到整體生態環境及人類生活與生命財產安全，顯見森林火災影響極為深遠。

高山林火的彈藥庫：二葉松林

大甲溪事業區隸屬林業及自然保育署臺中分署（下稱臺中分署）轄管事業區之一，長期以來一直是森林火災發生頻率較高的敏感區域，主要原因除了人為活動較為頻繁外，由於大甲溪事業區自 1976 年為供應國內紙漿用材而實施林相變更，主要造林樹種以臺灣二葉松（*Pinus taiwanensis* Hayata）為主，其可燃燒性相對於其它樹種高外，加上鄰近德基水庫集水區，在森林保護措施下，使得該地區每公頃臺灣二葉松株數與造林之初相似而產生燃料累積的問題。林火事件頻繁，除因易燃樹種外，也可能是地表燃料量過多所致。



■ 異常高溫和乾旱使全球森林大火發生次數有上升趨勢（豐年社提供）



■ 密度過高的二葉松純林



■ 2020 年大甲溪事業區 38 林班二葉松林下起火燃燒



■ 梨山是臺中山區重要的溫帶水果、高冷蔬菜、茶葉產地。(豐年社提供)

來自社會開發的火災隱憂

不過追究原因，引發森林大火の起火點，可能不在森林裡，而是緊鄰著森林的農場。根據過去發生林地火災現場的跡象判斷，有高達 98.1% 都是人為導致，只有 1.9% 是雷擊引發，梨山為臺中山區重要的溫帶水果、高冷蔬菜、茶葉產地，高產值溫帶水果（如梨子及蘋果）常因採收水果而產生諸多廢棄枝條無法處理，農民多選擇於乾旱季節以方便、快速及節省成本方式，私下將農業廢棄物及廢棄枝條焚燒，且果農覺得向消防隊提出引火申請程序規範太多，未經申請即逕行焚燒或將農業廢棄物丟於山溝中，依據國有林地火災研判成因，農地燒

壟及燒垃圾不慎是引發森林火災的主因，又梨山地區農壟區域鄰近國有森林臺灣二葉松燃料庫，更提升森林火災發生的危險度，成為歷年來引發梨山森林大火的可能原因。



■ 國有林地旁農園露天燃燒

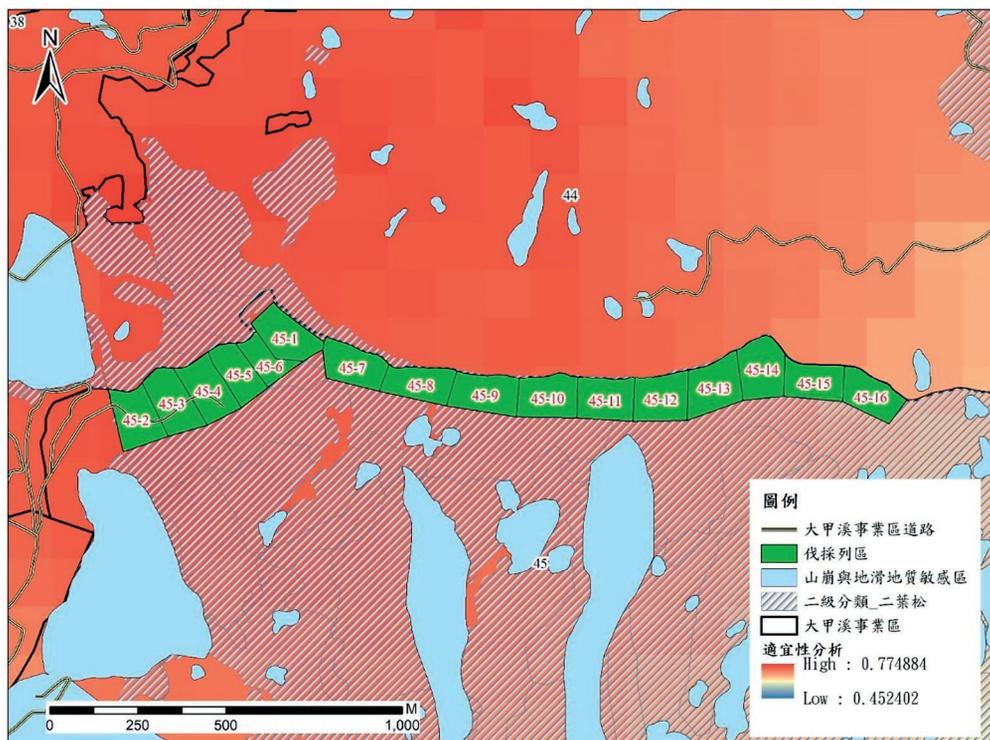
改變、預防與挑戰

因此要預防森林火災，可讓森林裡的樹種多樣化，簡單地說，就是淡化二葉松的影響，種植含水量高的闊葉樹木，讓環境變得不容易起火或是延燒速度慢，爭取救災的時間；要讓森林裡的樹種變得多樣化，可以嘗試進行「林相改良」。大甲溪事業區原為收穫臺灣二葉松為目的的林相，在1974年德基水庫完工後，大甲溪事業區列為水源涵養的保安林，進行水土保持及涵養水源集水區經營政策，因此主要森林事業除加強造林外，強調森林保護，因缺乏經營性撫育，造成

臺灣二葉松林密度與造林初期差異不大，且多年來於林下持續累積松針堆積燃料，近年來森林火燒頻繁已被懷疑是燃料量過高所致。

防火林帶阻火機制可分3個層次：防火的樹種、結構與配置合理的林帶，及其形成的火熱環境。樹葉茂盛的樹冠能有效阻擋火焰的蔓延，而結構良好的林帶則能形成不利於可燃物火燒的環境，從而達到阻止森林火災蔓延、林分與森林多樣化與物種的維護、森林害蟲與疾病擴展防制，及有利於國土保安、水資源保存保護。

而所謂的林相更新，可以想成一座森林的「重生」。簡單來說，原本



■ 二葉松更新防火林帶規劃圖（陳建璋提供）

已經形成的森林或植物群落，因為地形改變（如崩塌）、火災或開墾後留下的廢棄地，從光禿禿連草都沒有的狀態，到有植物發芽、生長茁壯的過程。原本的森林可能生長得很茂密、穩定，但這樣的狀態反而會讓新生的樹木沒有生長空間，若以人為操作，將原有的二葉松純林移除，反而是一個重新開始的機會。

因此，將臺灣二葉松進行林相更新，並進行防火樹種的造林建置防火林帶值得一試，臺中分署委託國立屏東科技大學辦理規劃，透過遙測技術、樣區調查及 UAV 拍攝進行分析，以森林類型、坡度、坡向、海拔高度、距水系遠近、距建地遠近及道路遠近等，並結合過去火災熱點位置及二葉松密度進行適宜性分析與建立更新優先度

分級（5 級），優先度最高區域應先進行林相更新。

因大甲溪右岸二葉松林多有闊葉樹種於孔隙內建立跡象，目前以交通因素為先決條件選擇左岸的大甲溪事業區 45 林班內作為起點，45 林班二葉松林無闊葉樹或其他樹種混雜，幾乎為純林狀態，又鄰近人為活動區域，亦是火災高風險區域，該區域經實際踏勘發現，許多林木因林分密度過高導致死亡，火災風險極高，經調查後二葉松每公頃株數約為 1,740 株，密度明顯高於正常撫育的林分，第一期計畫採塊狀疏伐方式進行 2023—2027 年的伐採區規劃，以人工栽植取代二葉松建立防火樹種林相，預計可完成寬度 50—100 公尺的防火林帶，面積達 6.81 公頃，並選擇種植木荷、森氏



■ 規劃區 45-1 新植造林完成（林業保育署臺中分署柯亮群提供）

櫟、楊梅、青剛櫟、銳葉高山櫟及三斗石櫟等適合該處海拔高 2,200 公尺的樹種，視林地內林木生長情況及當地原生樹種建構喬木層、亞喬木層，最終形成混交林結構，徹底改善林地立地條件，促進生物多樣性的恢復，降低火災風險進而預防。

二葉松剩餘資材思考運出、利用及去化

伐採作業所產生的剩餘木材、粗枝經截短後與細枝、葉散置於林地，可增加地表覆蓋度，也提供昆蟲及分解菌的棲息環境及食物來源。但是對這片久未撫育的臺灣二葉松林分而

言，為避免枝條留置林地增加地表燃料庫的情形發生，臺中分署採取全數搬出伐採後枝梢材的作法，並思考無害去化的可行方法。

林業主要產品為生產原木與製材，原木後續可用於建築、製作製材、人造板等，製材則進一步加工生產成家具、工具、器具、玩具、木材纖維、紙漿等各類生活用品。因木材具再生特質，符合「綠色循環利用」的基本應用概念。二葉松亦然，在林相更新過程中所伐除的二葉松，在全株利用的概念下，除了主要產品利用外，融合「循環經濟」概念，伐採後的林地枝葉與梢材可搬出，可開發作為能源利用及化學抽出產物等森林特色產品。



■ 二葉松剩餘資材利用



■ 松脂採取槽杯式採脂法

伐採後的二葉松剩餘資材首先嘗試供在地居民自由撿拾，以往伐木作業一般只會將品質較好的原木運離現場，剩餘形質較差的枝梢材及廢材多半會留置林地使其自然分解，然而這些被認為沒有價值的木材卻是很好的文創材料，如果加以利用，往往能夠產生意想不到的價值。公告撿拾即是讓這些看似沒有價值的木材多一次被利用的機會，讓在地民眾能獲得不一樣的創作資源。

另外，二葉松伐採前採取松脂可減低造材及製材工具的損耗，其枝葉也可利用蒸餾技術萃取出芳香精華，衍生的副產物如松脂、針葉純露、小徑料等，臺中分署開發成品並於 2024

森林市集首批曝光銷售，頗受好評，後續將於實體通路與電商平臺進行銷售。而最後不被利用或是最終剩餘材則以氣化技術轉換成氣態燃料（合成氣）再利用。

生質物氣化技術

氣化技術及其應用在 20 世紀初有相當不錯的發展，後因石油工業的興起而逐漸衰退，接著在兩次世界大戰中因石油短缺而再次蓬勃發展，尤其是在第二次世界大戰時，氣化技術十分熱門。但戰後氣化技術的應用再度因石油及天然氣的充裕而急遽下降，在 1950 年代裡是一項被遺忘的技術。

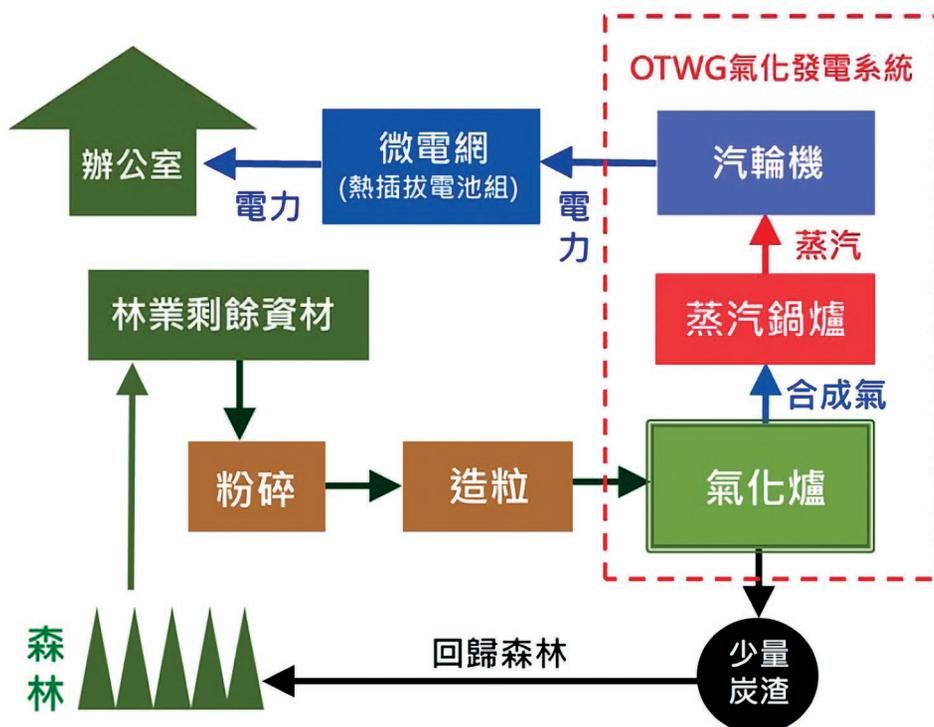
氣化技術的再次興起是在 1970 年代之後，肇因於能源危機，使得煤炭氣化再度受到重視；而於此同時，因歐洲伐木等事業帶來環境的問題，使得氣化技術開始利用木屑等農業廢棄物，即生質物 (biomass) 作為氣化原料，開啟了廢棄物氣化技術的發展，更大量地被應用於能源較缺乏的發展中國家。在歷經近 30 年的發展，現今廢棄物氣化技術已被認為是極具潛力的代替能源之一，可同時解決環境污染及能源短缺問題。

所謂「氣化」是指在限量供應氧氣及高溫的條件進行非催化性的部分氧化反應，將含碳物質（如生質物、

廢棄物或煤炭等）轉換成以氣態燃料為主，經氣化反應所產生的可燃氣體主要包括一氧化碳、氫氣、甲烷等，可使用在效率較高的燃氣鍋爐、內燃機或燃氣渦輪機以回收電力。

氣化系統建置

為解決梨山地區國有林事業區二葉松更新剩餘資材及枝梢材處理問題及降低林地燃料量，減少森林火災發生機率，臺中分署規劃於梨山工作站場域內建置一座 25 kWe (kilowatt electric) 的生質物氣化發電整合系統，所產生的電力可供機關使用，建立



■ 林業剩餘資材氣化發電流程圖 (吳耿東提供)

一完全使用再生能源（生質能）的分散式電力系統，達成淨零排放的目標，並防患森林火災的發生。

臺中分署建置的「林業剩餘資材氣化發電系統」採用國立中興大學農資學院生物能源研究核心實驗室所研發的 OTWG（Zero tar and waste water gasifier，零焦油及零廢水氣化爐）氣化發電系統的技術，屬新型的下吸式固定床型式氣化發電系統，並無傳統小型氣化爐會產生焦油及廢水的缺點，且可連續進料；並於後端整合一微電網（microgrid）系統，其所產生的電力經一充電區，進行可攜式熱插拔電池（hot swappable battery）的充電。

林業剩餘資材經破碎後進入新式 OTWG 小型下吸式氣化發電系統，將木質碎片於氣化爐內進行部分氧化反應，轉換為可燃的合成氣後，再進入蒸汽鍋爐中燃燒，並經汽輪機組進行發電，無焦油及廢水問題；其所產生的電力再經微電網系統儲存，供應梨山工作站電力的使用，形成一分散式電力系統，依照國立中興大學計算，以 1 噸的剩餘資材進行氣化處理，最終氣化過程中產生的固體殘渣（生物炭）僅剩 50 公斤，環保效益較高。

但因為梨山地區海拔高約 2,000 公尺，含氧量由平地每立方米 260 公克降至 224 公克，剩餘資材的含水率



■ 梨山生質能氣化爐入料燃燒中



梨山工作站無償協助果農去化果樹枝條

也較高，供氧不足及水分過高降低合成氣熱值，如不經過預先處理，氣化爐需要較長熱爐時間（約 6 小時）才能達到高溫負壓的可發電狀態，目前工作日 1 天約可提供 30 千瓦電量，去化約 1—2 噸剩餘資材，並依大甲溪事業區 45 林班 2024 年首次進行更新工作結果，每公頃二葉松依 CNS442 主要樹種用材及枝梢材容積重量表換算可產生約 200 噸枝梢材，除去再利用部份，即約為氣化系統 1 年的去化量，未來完成預先處理的優化後，去化量可達現在的 2—3 倍。

森林防火新策略

1980 年代以來，隨著林業的發展，各國利用生物措施進行防火的研究與應用已得到相當成果與經驗累積，篩選出最適耐火性或抗火性強的樹種林帶，並與相關防火線作結合，在大面積林地上分隔成適當防火區

塊，採取這些綜合措施必可大幅提升森林本身的防護水準。

事實上，防火林帶充分發揮自然力作用，其利用森林植物間的阻火性差異，以抗火或耐燃樹種所組成林帶，達到不同層次上防止森林火災的蔓延與擴展，具有降低火災強度、減少風速與火旋風、捕捉飛火與餘燼及遮開輻射熱能等種種防火效益性。而臺灣處於低緯度亞熱帶海島型國家，氣候濕度高有利於防火林帶效果的發揮，這或許是今後以天然方式來控制森林火災的發展考量方向。

而預防勝於治療，雖然氣化技術在高海拔地區的利用面臨諸多挑戰，但隨著技術的進步和經驗的積累，這些問題是可以克服的，臺中分署梨山工作站也向在地果農伸出橄欖枝，無償協助氣化處理果樹剪枝枝條，儘管目前響應的農友不多，但相比於露天亂燒，這種方式對山林安全更具保障。🌱

疏伐木全材利用 賦予枝葉嶄新生命

文、圖／鄭婷文（通訊作者 | 林業及自然保育署臺東分署經營企劃科技士）

吳昌祐（林業及自然保育署臺東分署長）

林秋綿（林業及自然保育署臺東分署經營企劃科科長）

李佳峰（林業及自然保育署臺東分署經營企劃科專員）

國產材全材利用

根據林業及自然保育署（下稱林業保育署）第四次森林資源調查數據，臺灣擁有 268 座逾 3,000 公尺的山岳，森林覆蓋率 60%，是世界平均值的 2 倍，惟木材生產量不及國內木材需求量的 1%。2017 年為臺灣「國產材元

年」，目標在 2027 年將國內木材自給率提升至 5%。

臺灣森林中約 1/4 為人工林，透過適當經營及管理工作的，可促進林分健康度、提升林木材積以及林分單位面積的碳密度。為使木材通直、提高經濟價值，常需進行修枝、疏伐等撫育方式，然而，以往進行林木伐採作業時，考量



■ 臺灣山林資源豐富，林業保育署積極推動全材利用，賦予枝葉新生。（豐年社提供）

利用價值與搬運成本，只會將樹木主幹搬出，無法作為建築或家具使用的枝梢材或枝葉這些剩餘資材，就直接堆置現場，任其自然分解，養分回歸大地。

從臺灣林業經營、產業發展及分享森林惠益的角度來看，如何讓人工林經營及多元利用將會是重要的策略思維，尤其在「木材」利用上，如何發揮全材利用，提升木材以外，即「剩餘資材」的利用，讓其揮發經濟及環境上的多元價值，是未來要持續努力突破的方向。2021年林業保育署開始推動「全材利用，循環經濟」，以循環利用角度思考，創造剩餘資材的多元價值，實現森林永續經營利用的目標。

開創剩餘資材的多元價值

林業及自然保育署臺東分署（下稱臺東分署）為促進國產材產業振興及全材利用，積極開發木材以外具發

展潛力的森林資源多元產品，提升臺灣林產物利用價值。臺東分署在2022年導入「全材利用」的概念，在規劃及發展森林永續利用價值的期待下，結合臺東在地璞草園農創有限公司，共同開發臺東植萃精油相關產品，期盼能透過善用剩餘資材，讓消費者有更多的本土森林香氛產品的選項，同時也藉開發相關產品，進而讓民眾以五感體驗的方式親近森林。

璞草園最初創建於臺灣中部小鎮的品牌，5年前將生產種植基地轉到臺東，採自然農法，與在地部落農場合作，種植無藥物殘留的香藥草原料，生產最單純自然的植物香氛產品。創辦人許仁和在與臺東分署接觸洽談後，雙方因理念相近，期盼能共同投入發展臺灣在地香氛，2022年，臺東分署與璞草園正式簽署合作意向書，攜手開發運用人工林疏伐木的剩餘資材及林下多元植物的精油產品。

璞草園創辦人許仁和投入發展臺灣在地香氛（豐年社提供）





■ 解碼山林系列精油產品使用疏伐後紅檜、臺灣杉及臺灣肖楠剩餘的枝葉作為原料。

臺東植萃 解碼山林系列精油

「雙木成林，三木為森，五木森林」，森林成就一座山，山林裡有著豐富的動植物資源，臺東分署攜手與在地部落、租地林農、伐木業者、璞草園，多方合作，一同解開山林氣味密碼。

「解碼柳杉」是臺東分署第一款以疏伐木全材利用角度開發的精油產品，臺東分署提供柳杉枝葉原料進行商品研發，同時也將開發產品商品化上架銷售，經過持續觀察市場銷售成績及消費者回饋滿意程度，雙方對持續開發相關精油產品更具信心；2023年更拓展合作對象，由臺東分署媒合璞草園收購轄內伐木業者及租地林農疏伐及修枝下來的枝條及枝葉作為提

煉精油原料，並開發出解碼山林系列精油。

解碼柳杉系列

2022年12月臺東分署與璞草園合作發表第一款精油產品，主要原料來自紅石林道林班內的柳杉疏伐木枝葉。

因應後疫情時代，民眾對旅遊模式有了新的需求，更加注重身體保健，臺東分署與璞草園看準市場需求，針對外出旅行、運動健身及氣味轉譯3大方向，開發「解碼柳杉」系列產品，結合柳杉枝葉萃取的精油成分，利用其抗菌、抗蟲，安定中樞神經系統的特性，推出「身體清潔用品」、「精油滾珠瓶」及「精油噴霧」3類產品，同步推出旅行組，易於攜帶的特性順



■ 臺東分署與璞草園所開發解碼柳杉系列精油（豐年社提供）

利打入旅遊、健身產業的市場，也讓造林多年的柳杉在除了家具以外，還有更多元的出路。

解碼紅檜、臺灣杉、臺灣肖楠系列

2024年4月推出第二波解碼系列產品，材料來源由臺東分署媒合璞草

園分別向轄內林班地伐木業者採購疏伐木的剩餘資材（枝葉），向租地林農採購修枝撫育的枝條，補貼林農疏伐所需花費的人力與油錢，開啟了另外一種合作模式。

該系列產品涵蓋洗沐用品、單方精油、複方精油、擴香瓶及精油蠟燭。資料分析顯示，紅檜具有舒緩緊繃壓力、淨化空氣品質特性；臺灣杉及臺灣肖楠則有安撫心靈、穩定情緒與調和空間氣味的優點。透過氣味的催化，重現森林樣貌，讓民眾在家也能身歷其境，有如置身神秘的森林中。

產官學合作模式 重塑森林地景氣味

臺東分署與璞草園為讓森林非木質的氣味材料發展出多元面貌，更從單一樹種「解碼系列」延伸出地景氣



■ 解碼山林系列新推出紅檜、臺灣杉及臺灣肖楠的精油洗沐用品。

味概念，讓精油及香氛產業不只是一棵樹的氣味，而是延伸出一條步道、一座山、一座森林的氣味，不只「見樹」，還要讓民眾也體驗到「見林」之感。

為了找尋各地地景獨特氣味，臺東分署與璞草園團隊合作，邀請國立屏東科技大學王志強老師加入，產官學三方合作建置森林氣味資料庫。地景氣味團隊也在達魯瑪克部落族人協助下，深入山林尋香，他們深信森林芬多精並非樹木的獨奏，而是由草木、花果、苔蘚、昆蟲、動物共生的協奏曲，以「全材利用」的概念，透過解構山林樹皮、枝葉、苔蘚、植被的氣味，嘗試以氣味的角度解碼山林、重新勾勒樹與山林的完整輪廓。

要將森林氣味如實記錄，再轉換成一瓶精油並非易事，透過產官學三方合作，探索森林生態系中的植物相及其環境特性的交互作用，記錄屬於臺灣獨特的「森林地景氣味」。

活絡山村綠色經濟

解碼山林系列精油原料採用臺東植萃，從森林取材、萃取精油到產品製造，全程在地生產，有效地縮短碳足跡。除此之外，臺東分署合作精油業者璞草園也與臺東在地生態農場合作（達魯瑪克、太麻里、東河、長濱），製作種植香藥草原料，來確保原料的友善栽植，並將萃取精油後之餘料回歸農場成為栽培資材，達到資材循環再利用及環保效益。



林業保育署臺東分署媒合璞草園及達魯瑪克部落，啟動活絡山村綠色經濟的齒輪。

精油產業鏈串聯到在地，不僅可取得穩定原料，也對有意願投入精油產業的租地林農、在地社區或部落夥伴，提供技術諮詢輔導，未來更會朝向「衛星工廠合作模式」，吸引更多在地夥伴加入、增加在地就業機會及收入，活絡山村綠色經濟。

展望林業永續未來

運用國產材全材利用理念，臺東分署以開放思維，學習老子哲學，不僅重視木材的實用價值，更積極利用枝葉、加入苔蘚、林下植被，邀請在地精油業者、伐木業者、租地林農、在地生態農場共同參與，攜手用氣味勾勒森林地景的樣貌，創造出剩餘資材的多元價值，期盼能讓全民共享森林資源。

未來將從解碼山林系列精油產品延伸，以精油為載體、化氣味為語言，在柔軟的嗅覺對話中，再現森川里海的多元生態所形成的繽紛感受，開發具臺灣特色的森林精油與地景氣味，創建「森林氣味資料庫」。並秉持里山倡議精神，啟動循環經濟，實踐森林永續經營，確保以永續的消費和生產模式管理森林，朝向聯合國 SDGs 永續發展目標邁進。



產官學三方合作，在掌握關鍵氣味資訊後，運用並重現每個人腦海中專屬的森林氣味記憶場景。



林業保育署臺東分署持續結合林農、山村部落、社區組織及民眾參與產業，符合「里山倡議」精神，朝向森林永續經營目標邁進。

林廢成金

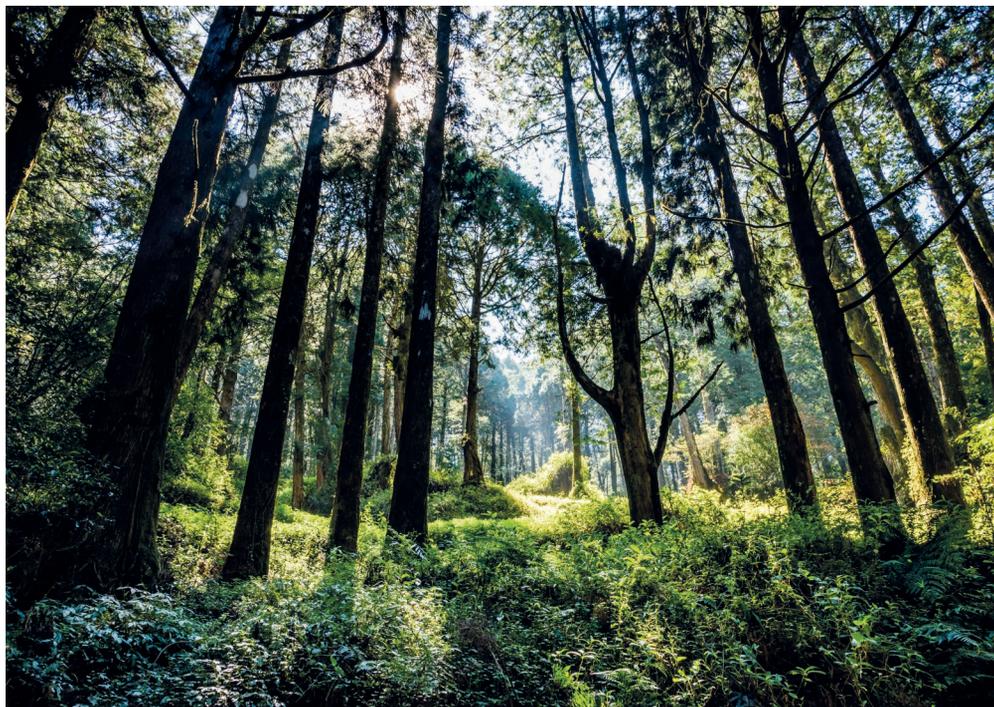
木質纖維及衍生物多元應用

文、圖／何振隆（林業試驗所林產利用組研究員兼組長）
徐光平（林業試驗所林產利用組聘用助理研究員）
徐健國（林業試驗所林產利用組副研究員）
簡子超（林業試驗所嘉義研究中心助理研究員）

林業資源永續利用

在木質纖維植物中，植物體內的水與二氧化碳透過光合作用等反應，形成細胞壁等物質。因此，一般的木

質纖維材料具有三大主成分及少量副成分。其中，主成分包括纖維素、半纖維素和木質素等高分子聚合物，這些組成形成了植物的細胞壁，且具有保護細胞的作用。少量的副成分中，



■ 森林是可再生的天然資源（豐年社提供）



■ 原木加工製成成品過程中會產生大量木質剩餘資材（豐年社提供）

包括：單寧、果膠質、樹脂、脂肪、蠟、配糖體及不可皂化物等抽出成分。這些組成以纖維素的含量最高，且最為重要。因為，纖維素扮演著取之不盡、用之不竭的可再生資源角色，在化工歷史，纖維素對高分子科學發展做出了極大的貢獻。此外，纖維素因其優異的可加工性和衍生性，不僅在傳統的造紙、塑料和紡織工業中應用廣泛，還在食品化工、日用化工、醫藥、建築、油田化學和生物化學等領域得到廣泛開發和應用。

林業是建立在可恢復和可再生資源之上的自然資源產業系統，符合循環經濟的原則，其核心包括天然資源、資源循環和經濟發展。在實現永續發展方面，林業扮演著關鍵的角色，透過合理管理和充分利用林業資源，不

僅能夠保護環境，還能夠促進經濟的可持續增長。因此，林業循環是一種以實現林業資源的可持續利用為目標的管理模式，此種模式遵循再利用、再循環及減量化的三大原則，採用低消耗、低排放、高效率的技術和製程，確保資源不被耗盡，且同時保護環境，並提高資源利用率，以創造經濟效益，使林業資源永續利用。

原木加工製成成品過程中，會產生大量木質剩餘資材。這些剩餘資材可應用相關技術，將其轉化為纖維或纖維衍生物的多元化產品，以提高產值、促進資源再利用及減少廢棄物，從而促進經濟發展。本篇文章介紹林業剩餘資材如何進行纖維及其衍生物的多元化利用，供從事林業的專業人士參考。

林業剩餘資材的多元化利用

林業剩餘資材的多元化利用方面，可依適材適性原則，進行化學利用、纖維利用及物理利用等處理。纖維利用方面，除可將木質剩餘資材加工成多種纖維產品外，現今亦可應用纖維生質精煉分離方法，將纖維素、半纖維素、木質素及廢液分離純化，進一步開發多元化產品。

纖維漿料的利用

■ 工業用紙及包裝紙盒等應用

近年來，隨著木材資源日益枯竭及價格逐漸高漲的現象不斷重演，應用林業剩餘資材作為紙漿原料，為解

決原料短缺問題的可行方案。因此，利用現代化的製漿技術，可將林業剩餘資材轉化為紙漿，製造各類紙製品，如：工業用紙及包裝紙盒等應用，而林業試驗所實驗室即以林業剩餘資材製作龍年手工月曆紙盒包裝。

■ 纖維發泡材料

現今，包裝材料領域積極研發新型環保材料以替代塑膠，減塑已成為重要課題。

植物纖維發泡材料近年來成為研究焦點，旨在以此類材料取代廣泛使用的塑膠材料，以提高包裝材料的緩衝及環保性能，如：以纖維發泡手法，製作具有清潔功能的纖淨產品。



■ 龍年手工月曆紙盒包裝



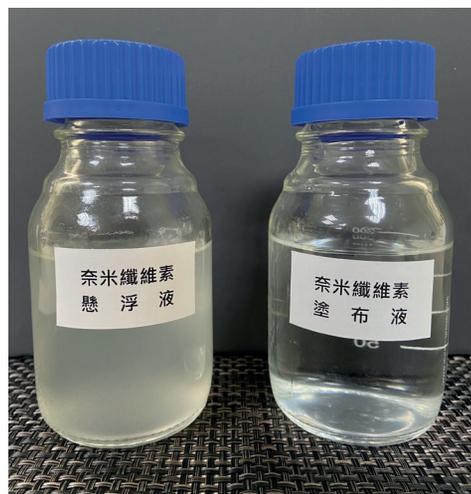
■ 木漿纖維發泡材料—織淨

■ 奈米纖維素

近年來，許多研究人員聚焦於奈米纖維素的製備、種類及其應用開發。奈米纖維素可通過 TEMPO 氧化法或物理機械法製備，物理機械法包括高壓均質化處理、精磨、冷凍粉碎和超聲波處理等。奈米纖維素具備多種優良性能，如高比表面積、高楊氏係數、高抗拉強度、高純度、高聚合度、高結晶度、高親水性、高透明性、低熱膨脹係數、廣泛化學修飾能力和超精細結構，因此應用非常廣泛：

• 提高紙漿的物理強度

將奈米纖維素加入紙漿後，纖維間排列更緊密，結合作用增強，顯著提高紙漿的物理強度。



■ 實驗室以 TEMPO 氧化法製備奈米纖維素懸浮液及奈米纖維素塗布液

• 食品包裝紙的應用

將奈米纖維素塗布於紙上，可增強其對空氣、氧氣的阻隔性能，及抗

油和阻隔水氣性能，非常適用於食品包裝紙。

- 醫藥工業的運用

由於奈米纖維素具有較大的比表面積和穩定的懸浮液特性，可製作奈米藥物載體，具有緩釋藥物等功能。

- 複合材料

奈米纖維素可用於製備水凝膠材料，這些材料具有較高的孔隙率和吸水性，在生物醫學等領域具有重要的應用價值。

纖維素衍生物的利用

纖維素衍生物是從天然纖維素分離出來的化合物，經過化學修飾或加工而形成的產物。這些衍生物具有各種不同的特性和應用，廣泛用於各個領域，包括食品、藥品、化妝品、材料科學等。以下是一些常見的纖維素衍生物及其特點：

- 纖維素醚

將纖維素與氫氧化鈉反應生成鹼性纖維素，鹼性纖維素再經過醚化反應的各步驟，最終生成纖維素醚。常見的纖維素醚包括乙基纖維素、甲基纖維素及羧甲基纖維素等。此等衍生物溶解性及成膜性佳，常用於塗料、膠囊及藥片包衣等。於羧甲基纖維素是纖維素中部分或全部羥基的氫被羧甲基取代後形成的產物，因其特性可應用於石油、食品、醫藥、紡織和造紙等行業，是最重要的纖維素醚之一。

- 纖維素酯

纖維素中所含羥基部分或全部為酸所酯化的衍生物，如：醋酸纖維素和硝化纖維素。這些衍生物具有良好的可塑性和可溶性，廣泛應用於塗料、漆料及薄膜等產品中。

纖維素及半纖維素水解產物的利用

以酵素法將纖維素及半纖維素水解成低聚糖或單糖，形成酵素水解產物。這些衍生物具有較小的分子量和良好的生物相容性，可用於生物材料和生物醫學領域。

- 乳酸

將纖維素水解成葡萄糖，再以乳酸菌發酵製備乳酸。乳酸可應用於食品、醫藥和化妝品等產業，是重要的工業原料。

- 木糖醇

將半纖維素水解並純化成木糖，可以發酵方法或者進行催化加氫反應，進行木糖醇製備。木糖醇常用於天然甜味劑，廣泛應用於食品工業、牙齒護理產品和藥物製劑中，因其低熱量和對牙齒友好的特性。故木糖醇可應用於食品及醫藥等產業。

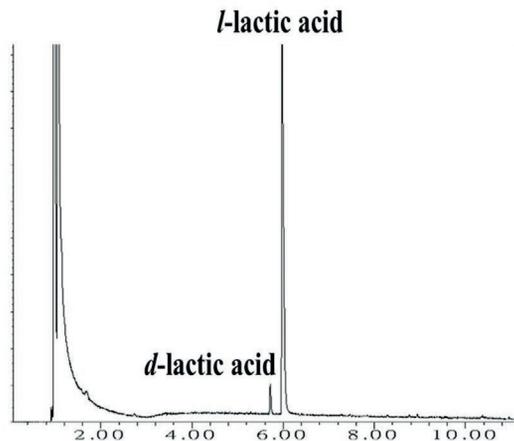
- 糠醛

亦為將半纖維素水解並生成五碳糖，如木糖，進一步脫水反應即可生成糠醛。糠醛廣泛應用於樹脂、溶劑、

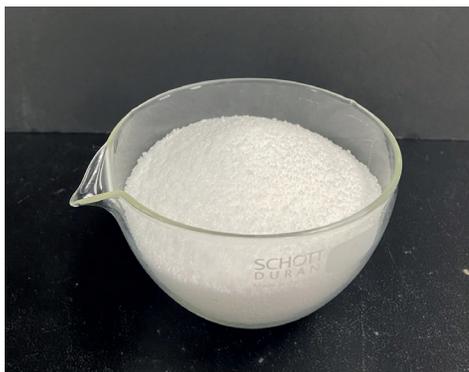


乳酸

GC-MS分析



以乳酸菌發酵製備乳酸，其 L-form 乳酸純度達 95.3%。



實驗室以發酵方法製備木醱醇

農藥、塑料等工業領域，並且在香料和藥物的合成中也具有重要的作用。

木質素及廢液分離純化產物的利用

此為由製漿廢液中，純化木質素並通過化學轉化製備香草精。即為木質素經過降解和轉化反應，可以生成香草醛，進一步加工即可得到香草精。香草精廣泛應用於食品和飲料行業，特別是在烘焙和甜點製作中，同時在香水和化妝品中也有重要的用途。

林業剩餘資材利用展望與未來

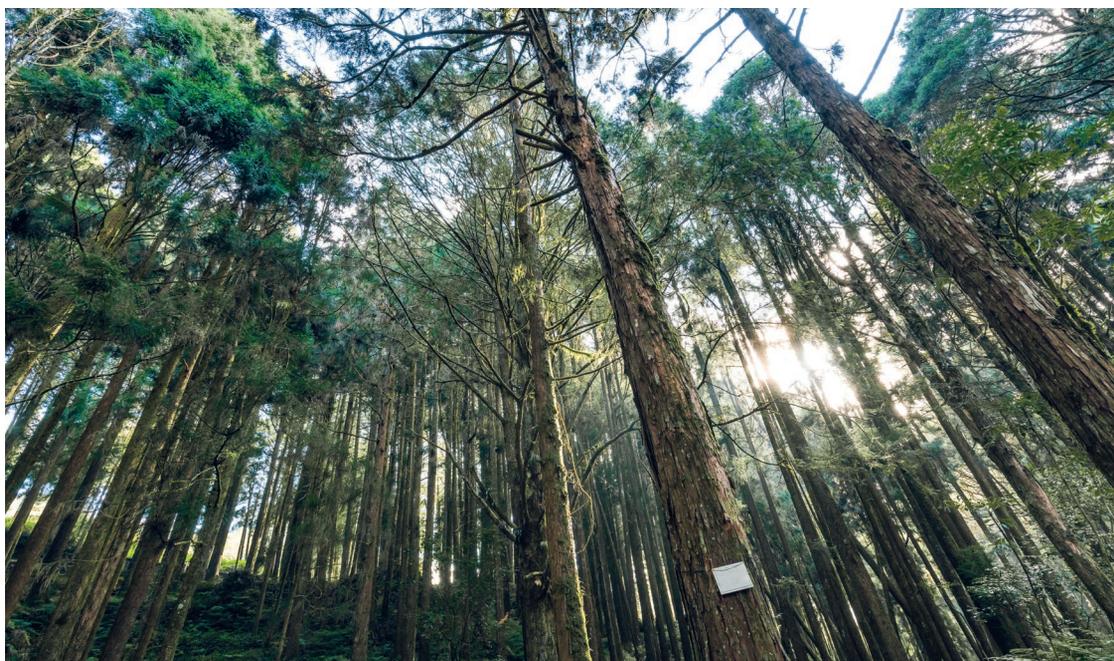
總結來說，林業剩餘資材的多元化利用，不僅能有效解決資源短缺的問題，還能大幅提升經濟效益和環境保護的效果。而纖維及其衍生物的開發與應用，可將林業剩餘資材轉化為高附加值的產品，如：紙漿、纖維發泡材料、奈米纖維素及纖維素衍生物等，這些產品在工業、醫藥、食品包裝等領域擁有廣泛的應用前景。

未來隨著技術的不斷進步和創新，預期將會有更多節能、高效率及環保的技術和製程被開發和應用，更能實現林業剩餘資材的高效利用。這不僅有助於推動林業產業的永續發展，還將對整體生態環境保護和綠色經濟發展做出重要貢獻。因此，深入研究和應用林業剩餘資材的多元化利用技術，是實現資源永續利用和促進經濟可持續發展的關鍵。♾️

國產材自給率提升至10% 的可能作法

文、圖／王松永（國立臺灣大學森林環境暨資源學系名譽教授）

卓志隆（通訊作者 | 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系教授）



■ 森林就像一個存放二氧化碳的天然倉庫（豐年社提供）

國產材的減碳潛力

森林是陸域生態系的重要基礎，在2007—2016年的10年期間，每年推估自大氣中吸收約30億噸碳，相當於全球化石燃料燃燒與工業製程所產生碳排量的32%。而伐採木材製品（Harvest wood product, HWP）的儲碳量，相當於陸域生態系每年所吸收碳量的10%，約0.3—3億

噸（須鎗秋櫻子等，2020）。2020年後，「巴黎協定」締約國將接續京都議定書，在1990年後新植林的森林碳匯及伐採木材製品的碳儲存量，均會被政府間氣候變遷專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）所認可。

森林領域的減緩地球暖化策略，主要包括降低森林減少與劣化、擴大森林面積、增加森林生長量、加強木材利用，及增加

替代化石燃料能源等。要在國內擴大森林面積似乎已沒有多餘的空間，惟有加強永續經營現有人工林，增加林地面積的林木蓄積量，不但可增加林地碳匯，並可增加林木收穫量，打造健康永續的林業。

HWP 的碳儲存量評定方法採用京都議定書第二約束期（2013—2020 年）的生產量法（Production approach for Kyoto protocol, PAKP），是指將其產業用原木之中，為其他國家 HWP 生產而被輸出的產品，是不計算在任何國家的碳儲存量，而國產木竹材製品，在國內使用消費，其碳儲藏量可計算在我國減碳額度，此可說明推動國產木竹材應用的重要意義。林業及自然保育署（下稱林業保育署）於 2017 年宣告重啟林業，鼓勵國人使用國產木竹材，期能提高國產林自給率，並建造成健康、永續的人工林使木材資源能生生不息，取之不盡，用之不竭。另為配合農業部訂定

於 2040 年達到「淨零碳排」政策，國產材自給率將達到 10%，國產原木生產量需達 50—60 萬 m^3 ，本文就如何達成國產材自給率 10% 目標，提出規劃建議。

林木（竹）收穫量與自給率規劃建議

林木資源

根據林業保育署資料，國內森林覆蓋率約 60%，為達成 2040 年「淨零碳排」，國產材自給率達到 10% 的目標。可考慮收穫的林木資源如下：

1. 國有林林木經營區內的生產性人工林面積有 116,000 公頃（蓄積量約 1,558 萬 m^3 ），平均單位公頃林木蓄積量為 134 m^3/ha ，但由於國內欠缺人工林各樹種、各齡級確實的面積與生長數據，因此對各項人工林經營與收穫決策，如估算碳吸存、訂定自給率、收穫作業與規劃更



■ 生生不息的林業產業鏈

新造林等，均造成困難。因此本文規劃可由蓄積量較高的林地先進行林木收穫，預估可收穫的每公頃林木材積量為 250 m³/ha。此部分林地可作為第一階段（2025 年）開始進行林木收穫對象。

2. 1997 年起參與獎勵造林政策面積共 39,606 公頃，包含私有林與租地造林、公有林等，其中將屆滿 20 年的獎勵造林地有 11,683 公頃，都是未來可發展國產材生產的潛力地區。林業保育署為避免獎勵造林於 20 年獎勵期滿後無後續產銷輔導措施，以致造林成果無法銜接產業，降低其經濟效益，進而減低林農收益，因此於 2019 年 4 月推出「林業永續多元輔導方案」，增添補助，並能增進林木形質，與產業界銜接，增加林農經濟效益。因此這些透過獎勵造林的林木等期

望經過撫育、疏伐後，產生品質較佳且有規模的林木收穫量，因此規劃於第二階段（2035 年）針對獎勵造林的林木開始進行收穫與更新造林作業。

3. 竹林資源中純竹林面積共 112,549 公頃（竹類占 80% 以上），竹類占 20% 以上的竹木混淆林 114,900 公頃，合計 227,449 公頃。以竹類占林分 50% 以上者均視為竹林，如此臺灣全島竹林面積計有 183,330 公頃，推估竹材的蘊藏量約有 15.8 億支，若每支竹稈的平均鮮重與生材密度分別為 10 kg 與 800 kg/m³，則整體竹材資源利用價值相當於 1,975 萬 m³ 的蓄積量。因近 20 餘年來，許多竹林將屆生命週期，如能適度的採伐可促使竹林活化，且竹林生長快速，約 4 年即可成熟利用，可補充林木的不足。



■ 柳杉小面積皆伐後的更新狀況

林木收穫如何達到自給率 10%的規劃構想

■ 第一階段（2025 年開始）

依現存人工林的林木生長狀況，第一階段林木收穫對象建議可從國有林生產性人工林，林木蓄積量較高區域進行，每公頃林木收穫量預估為 250 m³/ha，第一年收穫林木材積規劃為 11.25 萬 m³，轉換的原木材積為 7.875 萬 m³（立木搬出利用率以 0.7 計），木材自給率為 1.31%（國內木材消費量以 600 萬 m³ 計），林木伐

採後可供再造林地面積為 450 公頃，其後每年收穫林木材積以 3.75 萬 m³ 逐年增加，至第 10 年（2034 年），林木收穫量可達 45 萬 m³，木材自給率為 5.25%，伐材後，可供再造林地面積 1,800 公頃。依此方式進行，於第 16 年（2040 年），林木收穫量可達 67.5 萬 m³，木材自給率為 7.88%，伐採後可供再造林地面積 2,700 公頃，累計 16 年再造林地面積已達 2.52 萬公頃。

收穫林木材積與需更新造林地面積及國產材自給率

年度	收穫林木材積 (m ³)		需更新造林面積 (ha)		原木材積 (m ³)	木材自給率 (%)
	8 個分署	1 個分署	8 個分署	1 個分署		
2025	112,500	14,063	450	56.25	78,750	1.31
2026	150,000	18,750	600	75.00	105,000	1.75
2027	187,500	23,438	750	93.75	131,250	2.19
2028	225,000	28,125	900	112.50	157,500	2.63
2029	262,500	32,813	1,050	131.25	183,750	3.06
2030	300,000	37,500	1,200	150.00	210,000	3.50
2031	333,500	42,188	1,350	168.75	236,250	3.94
2032	375,000	46,875	1,500	187.50	262,500	4.38
2033	412,500	51,563	1,650	206.25	288,750	4.81
2034	450,000	56,250	1,800	225.00	315,000	5.25
2035	487,500	60,938	1,950	243.75	341,250	5.69
2036	525,000	65,625	2,100	262.50	367,500	6.13
2037	562,500	70,313	2,250	281.25	393,750	6.56
2038	600,000	75,000	2,400	300.00	420,000	7.00
2039	637,500	79,688	2,550	318.75	446,250	7.44
2040	675,000	84,375	2,700	337.50	472,500	7.88
總計			25,200	3,150		

■ 第二階段（2035 年開始）

林木收穫對象建議為 1997 年參與獎勵造林面積的 3.9 萬公頃林地，包含私有林、租地造林及公有林。自 2025 年經過 10 年期間的林木撫育作業，應已有用材可供伐採，因此從 2035 年即可進行林木收穫。部分經營良好的公有林、租地造林，從第一階段已可進行林木伐採作業，此部分可增加林木收穫材積及再造林地面積，依實際作業，可分別累加在林木收穫材積及更新造林面積中。

■ 竹林收穫規劃（2025—2040 年）

依林業保育署林業統計資料，近 10 年桂竹、孟宗竹、荊竹、長枝竹、麻竹、綠竹與其他竹種的生產支數比例分別為

91.5%、5.8%、0.8%、0.7%、0.2%、0.04%、1.0%，依現存的竹林資源狀況與生產量比率，竹材收穫即第 1 年（2025 年），竹材收穫量規劃為 150 萬支，對象以生產稈材的桂竹、孟宗竹與荊竹為主，生產量比例規劃為 92%、6% 與 2%，即桂竹、孟宗竹與荊竹生產量分別為 138 萬支、9 萬支與 3 萬支，桂竹、孟宗竹與荊竹每支稈材分別以 10 kg、30 kg、25 kg 計；竹材平均密度以 800 kg/m³ 計，則桂竹、孟宗竹與荊竹轉換的實材積量分別為 17,250 m³、3,375 m³ 與 937.5 m³，合計為 21,562.5 m³，竹材自給率為 0.36%（國內木材需求量以 600 萬 m³ 計）。依第四次森林資源調查結果，桂竹、孟宗竹與荊竹單位面積支數分別為 16,148 支 / ha、8,864 支 / ha 與



■ 竹東林業產創育成基地林業人才培訓戶外場域

10,344 支 / ha，即伐採後更新面積分別為 85.5 ha、10.2 ha 與 2.9 ha，合計為 98.6 ha，此部分面積應可納入新植造林面積計算。其後每年收穫竹材支數以 50 萬支逐年增加，至第 10 年（2034 年），竹材收穫量可達 600 萬支，實材積量為 86,250 m³，竹材自給率為 1.44%，伐竹後，伐採後更新面積 394 公頃。依此方式進行，於第 16 年（2040 年），竹材收穫量可達 900 萬

支，實材積量為 129,375 m³，竹材自給率為 2.16%，伐採後更新面積 591 公頃。而累計 16 年更新的竹林面積達 5,516.9 公頃。

透過本文的收穫生產規劃，尚不考慮 3.9 萬公頃的獎勵造林的收穫生產，依國有林中生產性人工林與竹材收穫規劃，於 2040 年國產木竹材自給率可提升至 10.04% (7.88%+2.16%=10.04%)，達到 10% 的政策目標。

收穫竹材材積與更新面積及國產竹材自給率

年度	生產支數 (萬支)	實材積 (m ³)	更新面積 (ha)	竹材自給率 (%)
2025	150	21,562.5	98.6	0.36
2026	200	28,750	131.4	0.48
2027	250	35,937.5	164.2	0.60
2028	300	43,125	197.0	0.72
2029	350	50,312.5	229.9	0.84
2030	400	57,500	262.7	0.96
2031	450	64,687.5	295.5	1.08
2032	500	71,875	328.4	1.20
2033	550	79,062.5	361.2	1.32
2034	600	86,250	394.1	1.44
2035	650	93,437.5	426.9	1.56
2036	700	100,625	459.7	1.68
2037	750	107,812.5	492.6	1.80
2038	800	115,000	525.4	1.92
2039	850	122,187.5	558.2	2.04
2040	900	129,375	591.1	2.16
總計			5,516.9	

林木收穫所需機械設備與人力規劃

林木收穫作業機械規劃

臺灣目前林木收穫作業瓶頸主要是集材作業、造材作業與狹窄作業道運材作業，若能順利導入塔式集材機集材技術、造材加工機自動化造材、附裝材機械臂的裝運材車，將可明顯提升臺灣林木收穫作業效率，降低原木生產成本，提高國產材與進口材的競爭力。另林木收穫作業過程所產生的剩餘資材亦須透過破碎機將其轉換為生質能源、林地養分等利用，確保林木資源可被充分利用。林木收穫作業所需機具如下：

- 伐木造材所需機具為鏈鋸，預估 1 人每日作業量約 15 m³，1 部經費以 35,000 元計。造材加工機適用全木集材作業的立木造材，其液壓配管、自動化控制與造材機械設施約 500 萬元／部，每日最大作業量約 150 m³。
- 集材所需機具包含怪手（配合絞盤），固定式集材機，塔式集材機。
- 原木整堆及裝材，所需機具為挖掘機配合旋轉式原木抓鉤。
- 森林作業道的裝運材作業，需要輪胎式或履帶式裝運材車。
- 殘材處理作業需要破碎機。

林木收穫作業機具作業量與經費評估

作業種類	機械種類	每日預估作業量	機械預估經費	說明
1. 伐木造材	鏈鋸	15 m ³ /人	3.5 萬元/部	適用 18 吋導板
	造材加工機	150 m ³ /部	500 萬元/部	不含挖掘機
2. 集材	怪手（配合絞盤）	18 m ³ /人 (3 人/組)	480 萬元/部	馬力 120 HP（含絞盤裝配），集材距離 50 m 內
	固定式集材機	4 m ³ /人 (6 人/組)	300 萬元/部	馬力 120 HP，集材距離 200 m
	塔式集材機	15 m ³ /人 (3 人/組)	900 萬元/部	載重 3 噸，含 130 HP 曳引機（300 萬元），集材距離 200 m
3. 原木整堆及裝材	旋轉式原木抓鉤	裝車 30 m ³ /人 (2 人/組) 整堆 25 m ³ /人	80 萬元/部	須配合怪手作業
4. 裝運材作業	輪胎式裝運材車	60 m ³ /人	180 萬元/部 (含曳引機)	5 km 範圍的小搬運，須配合曳引機作業，載重量為 3.0 噸。
	履帶式裝運材車	80 m ³ /人	250 萬元/部	5 km 範圍的小搬運，最大載重量為 3.8 噸。
5. 殘材處理作業	破碎機		400 萬元/部	馬力 202 HP



■ TST Junior 3T 塔式集材機下坡集材教育訓練



■ Koller K301-2H 塔式集材機應用於桂竹上坡集材作業

林木收穫作業所需人力與經費

國內林業產業鏈的形成，需上游林木生產銜接中游林產業，再與下游的建築、

營建、環保、民生、家具、文創等產業相結合。產業上游不僅扮演著原料供給，立木收穫（伐採）的角色，更需在伐採地進行第二

代造林，再進行撫育，疏伐以至於最終的林木收穫，形成一個永續循環的人工林。

林業保育署已不再採直營作業方式，即林木收穫與再造林撫育等業務均需委外執行，為使這些業務能由林業相關人員執行，林業保育署已積極輔導成立各地「林業產銷合作社」，最主要的工作，即是執行永續經營人工林上游的林木收穫，與再造林、撫育、疏伐等工作。如此，林業產業鏈才不致於斷鏈，原料（原木）可持續穩定供應至中游製材廠等。為使工作順利

的進行，合作社應配置林木的收穫團隊（即伐木、集材、造材、運材等），與造林、撫育、疏伐團隊，其所需人員，機械設備應配合每年預定進行收穫林木材積數量相對應的需求。但合作社成員大多為經濟弱勢團體，無法採購所需相關機械，建議透過林業保育署購入，再租借給這些合作社應用，或以補助租金方式，以減輕合作社的經濟負擔。

依國內目前包含伐木造材、集材、裝材、運材、卸材至原木整堆整理的木材收穫

1 家林業生產合作社生產原木材積與作業人力及費用需求

年度	生產原木材積 (m ³ /年)	作業人力需求 (人)	生產費用 (萬元)
2025	7,500	25	2,700
2026	10,000	34	3,600
2027	12,500	42	4,500
2028	15,000	50	5,400
2029	17,500	59	6,300
2030	20,000	67	7,200
2031	22,500	75	8,100
2032	25,000	84	9,000
2033	27,500	92	9,900
2034	30,000	100	10,800
2035	32,500	109	11,700
2036	35,000	117	12,600
2037	37,500	125	13,500
2038	40,000	134	14,400
2039	42,500	142	15,300
2040	45,000	150	16,200

作業平均每人日作業量約 1.5 m³ 計，若每年可作業時間為 200 日，則生產 7,500 m³ 原木需要人力估計為 25 人。包含直接作業費用及間接管理費用的每 m³ 原木生產費用以 3,600 元計。以 1 家合作社每年執行林木收穫作業生產原木材積所需作業人力與費用的預估，人力為直接生產人力，間接人力不包括在內。從 2025—2040 年止，每年逐年增加 2,500 m³/年進行估計，全國需有 10 家合作社或團隊共同參與作業，林木收穫材積量才能達到所規劃約 45 萬 m³ 原木材積，約占自給率的 7.5%。因此整體作業人力需求為表格所示的 10 倍，即第一年為 250 人、第二年 340 人，至 2040 年需要作業人力需求達 1,500 人。因應林木收穫人力需求，林業主管機關應積極培育人

力，並確保人力可在國產材產業鏈上持續工作。

從政策到行動 振興國產材產業鏈

為活化森林、林業及木材產業並達成減碳目標，須有系統地透過政策擬定、獎勵林業與木材合作社組織成立、林業與木材人才培育、引進高性能林業機械及健全路網設施等方案。本文期望作為林業機關推動活絡林業經濟與木材產業發展政策的參考，逐步擴大與實現國產材產業鏈的振興及永續發展，達到 2040 年國產材 10% 自給率的目標。🌱

(參考文獻請逕洽作者)



■ 製材工廠整理木材 (豐年社提供)

連結綠意與人心 臺灣原生樹木推廣及媒合平臺

文、圖／林香囍（林業及自然保育署森林產業組簡任技正）

林業及自然保育署（下稱林業保育署）架構「臺灣原生植物推廣及媒合平臺」資訊網站，打破資訊不對稱的障礙，讓種苗供應者和需求者之間可以相互交流對話，能夠以更便捷、更透明的方式溝通合作，不僅僅是滿足供需兩端的需求，它更像是一個紐帶，一個讓人們重新認識並珍惜臺灣原生植物的紐帶。在這樣的平臺上，我們期待的不僅是一株株植物的交易，更多的是滿足人們對原生植物的認識和正確應用的需求。

原生植物媒合平臺的重要性

臺灣面積不大，但氣候涵蓋了亞熱帶與熱帶，且因地勢起伏大，高山林立，擁有多樣化的生態系，孕育出各式各樣的生物，以植物資源為例，維管束植物就超過4,000種；這些原生灌、喬木對維持地方性的生物多樣性至關重要，支持著昆蟲、鳥類、哺乳動物等眾多生物棲息地和食物來源。

內政部建築研究所（2020）曾提及綠建築評估系統 EEWB 在生物多樣性及綠化量二指標中，特別強調使用誘鳥、誘蝶的原生植物的重要性，除了景觀綠美化可符

合當地特色外，更可建立趨近於當地自然生態的環境，創造穩定的生態系統，減少外來種植物對環境生態造成破壞；在現今高度開發的都會環境中，運用植栽創造景觀美學，來調整及改善人的身、心、靈，讓綠的自然元素走入人們的生命，可說是最佳的「自然解方」。景觀建築師吳書原、花藝師凌宗勇、蕨類教父郭城孟等人，無不以生態永續的本土植物為倡議，強調景觀規劃之前必先梳理當地人文、土地植被等數百年演進狀態，包含生物多樣性、內在和生命支持等生態及文化價值，最終才能成就屬於這片土地的設計。

然而，有更多的景觀植栽設計者在進行建築或公園生態植栽設計之初，對於各種植物的特性、適合植栽的種類等，常面臨選擇困難及相關資訊缺乏等問題，造成植物沒有適地適種，雖能存活但生長情形不佳、景觀不優美之外，也影響了生物多樣性及固碳效果。

林業保育署為推廣國內具園藝及景觀用途特色的原生樹木，篩選出適合在室內、庭園、公園及街道適合種植的106種原生樹種名錄，同時進行種苗培育，首先在官網「臺灣原生樹木種苗網」開放育苗業者採購；接續擬定策略，辦理設計競賽及攝

影展，期望透過上游的苗木栽培苗商，生產規格化的原生苗木，滿足公共工程、校園綠化及景觀建築的需求，並提升產業曝光度。

瞭解了市場的需求，我們設定的工作重點是健全原生樹木供需之間的產業鏈，提升大眾對原生樹木的認知，「原生樹木推廣及媒合平臺」作為資訊揭露及溝通管道，逐步整合上、中及下游產業鏈，強化景觀原生樹木政策的推廣力度，同時建立原生樹木基礎資料庫，整理樹種名單及特性介紹，供園藝與景觀業者栽植設計參考；協助媒合產業供需端，以掌握市場實際狀況，調整政策方向。設定目標如下：

1. 建立原生樹木基礎資料，提供樹種特性介紹、養護知識，作為栽植參考。
2. 透過環境教育故事，推展原生樹木景觀園藝觀念，使民眾認識周遭土地。孕育原生樹木，共同營造臺灣生態景觀。

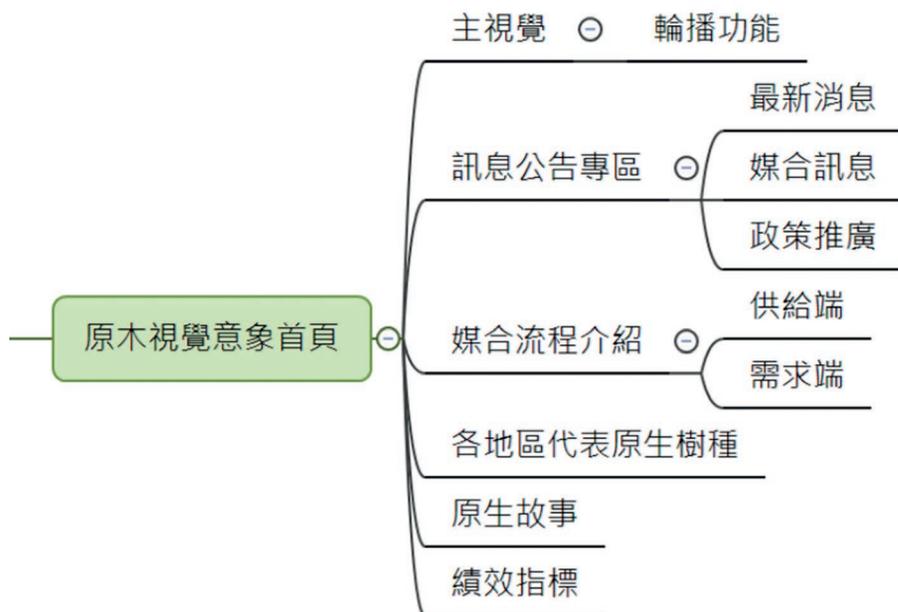
3. 建立原生樹木需求媒合機制，提供線上販售及需求申請，協助媒合符合需求端與生產端，完備國內原生樹木產業鏈。
4. 建立資料統計分析功能，以供評析原生樹木媒合量化與質性的成果效益，透過視覺化統計數據輔以空間資訊，作為政策資源投入的判斷依據。

「臺灣原生樹木推廣及媒合平臺」系統架構

利用一頁式網站，進行資訊編排及瀏覽體驗的歷程設計。透過目標性地設計資訊呈現的內容，能強化資訊吸收效率，有效行銷本站的核心價值。

主視覺

提供原生植物意象圖作為首頁背景，並於後臺設計圖像輪播及抽換功能。為使



■ 原生樹木首頁功能意象圖



原生樹木意象首頁主視覺

大眾能瞭解本系統的核心建置目的，於首頁利用簡易文字，推廣原生樹木政策的價值。

訊息公告專區

分為「最新消息」、「媒合消息」及「政策推廣」3種公告資訊，提供原生樹木政策及產業相關訊息。

媒合流程介紹

平臺架設的主要目的，即提供需要購買苗木的消費者和能夠供苗的生產者一個通暢便利的橋梁，本站利用 Onboarding 手

法，使產業權益關係人瞭解本系統提供的服務及其流程。平臺設計「需求方」，及「供給方」2種角色，並根據不同角色提供相關問答內容。

原生樹木互動地圖

利用自身相關的居住地為話題，以吸引民眾的好奇心，引導民眾瀏覽地區性的代表原生樹木。透過點選臺灣地區（北、中、南、東）的互動地圖，呈現該縣市的代表性原生樹木，最後透過頁面串聯的方式，提供更詳細的相關資訊。



原生樹木首頁公告區



媒合流程



原生樹木互動地圖

基礎欄位制定則以國立中興大學邱清安老師優先篩選出具景觀應用潛力的原生樹木，制定景觀原生樹木應用屬性資料欄位，項目包括：

■ 特性資料

- 生態環境：海拔、分布狀況及環境類型。
- 性狀及生活周期：生長型、葉（葉序、葉候、葉色及質地）、花（花型、花序、花候及花期）、果（果型、大小、熟果色及果期）等特性描述。

■ 栽培資料

- 環境適性：日照（全日照、半日照或耐蔭）及水分需求（水生、潮濕或耐旱）。
- 培育管理：繁殖方法（播種、扦插或其他方式）及生長速度（快速、中等或緩慢）。

- 養護資料：適植類型、觀賞部位及生態應用。

另外，邀請相關公務機關和公協會等說明平臺制定方向並請其提供需求後確認欄位，產出景觀原生樹木應用屬性表。

原生故事

完成 6 種原生樹木推廣，樹種為：小西氏石櫟、金新木薑子、臺灣梭羅木、櫟、黃連木及臺灣肖楠。

績效指標

提供多個指標的量化績效指標，彰顯政策推動的成果。

臺灣原生樹木推廣及媒合平臺網站自 2023 年 12 月起，至今已邀請園采景觀綠化有限公司、臺灣青埔園藝、柏松行、臺灣糖業公司等 10 家業商，上架 109 筆資料、樹種 75 種、苗木 21 萬餘株，販售樹

有趣的原生故事

< 1/6 >



小西氏石櫟 *Lithocarpus konishii* (Hayata) Hayata

“殼斗科”這名字或許對民眾可能聽起來有點陌生，但這類植物卻經常出現在我們的日常生活中，例如，殼斗科的木材可用於製作傢俱與地板、鋤頭的木柄、儲存酒類的橡木桶，香甜可口的糖炒栗子也是殼斗科板栗屬植物的果實；《冰原歷險記》中松鼠追逐的堅果、《龍貓》送給妹妹的種子，這些都是殼斗科植物。

繼續閱讀 →



種有山香圓、山黃梔、小花鼠刺、天料木、內芩子、大葉楠、濱柃木、臺灣金絲桃、方莖金絲、小葉赤楠、樟葉槭、刺葉桂櫻、唐杜鵑、降真香、臭辣樹、黃心柿、蓮葉桐、枯里珍、蘭嶼山馬茶、蘭嶼赤楠、穗花棋盤腳、蘭嶼黃楊、子彈石櫟、栓皮櫟、三斗石櫟、錐果櫟、浸水營石櫟、後大埔石櫟、光蠟樹、毛柿、臺灣櫟、楓香、水黃皮、竹柏、棟樹、烏心石、臺東龍眼、山刈葉、

茄苳等各大小苗木，賣出苗木的收入超過200萬元。

資訊平臺助攻 實踐原生樹苗保育與推廣

臺灣的原生樹木是鄉土環境的寶藏，不僅對恢復當地生態系統、增加生物多樣性，並為野生動物提供理想的棲息地等功



■ 小西氏石櫟手繪圖



■ 原生樹木意象首頁—績效指標



■ 夏枯草



■ 臺東龍眼



■ 三星果藤



■ 山川葉



■ 山川葉花期盛開

能，對生活在淺山到都會地區的我們來說，更能提升住宅景觀美學和生態效益。在應用原生植物進行生態設計有助於獲得可持續 SITES Initiative™ (SITES®) ^(註1) 土壤和植被保全。透過原生樹苗和建立資訊平臺，可以提供民眾實踐造園理念的初期素材和最新資訊，期能激發更多人參與原生樹苗保育和栽種推廣的行動，促進生態保護和永續發展。🌱

(參考文獻請逕洽作者)

註 1：永續基地指標 (SITES) 在景觀設計實務主要評估方法，是美國景觀建築師協會 (ASLA) 在 2009 年由建立的一套系統性評估工具。SITES 的特色是可與現有的綠建築與景觀準則、評估制度相結合，此指導方針奠基在永續土地的發展與管理上，並以生態系服務的脈絡設計，來保存或恢復基地永續一健全的生態系統，提供產品或是服務給予人類與其他生物。專業範圍涉及設計、建設、土地、水文學和公共健康等多位領域專家，系統共有 9 大指標，51 個評級，總共 250 分，SITES 採用開發前預先評估的方式，希望保存或增進基地原有生態系統服務的能力。

從木頭開始 跨域創新吸引共創共好

全臺灣每年都有幾百萬棵樹需要修剪，而修剪下來的枝材大多送去焚燒，還可以怎麼做？「我的創業過程，就是從木頭開始，因此我不斷思考還有哪些跨界、跨域的可能，讓木頭能與化妝品、農業、寵物等領域結合，甚至拓展到日常生活用品的開發。」陳偉誠分享道。

回想起 2008 年時創業，陳偉誠延續父親曾投資的木酢液萃取技術及設備，將回收的廢木材分類，選擇質地良好的木材用來打磨家具，邊角淘汰的木材再送進炭窯製成木炭供應餐廳使用，或製成盆栽；而過程中產生的水煙能經導流管回流成木酢粗液，在高溫蒸餾後，製作成天然且對環境友善的洗浴及清潔用品，透過社群電商行銷，收穫了不少消費者的好口碑，從廢木前端處理到後端銷售，成功打造一條永續的綠色循環經濟鏈。

專注做好一件事之外，透過跨域整合吸引更多人投入共創、一起擴大影響力同樣重要。於是陳偉誠不斷思考如何透過廢木再生創造更多可能性，除打造零廢



■ 臺中分署將山區的枯危木再利用製成板材（REWOOD 木酢達人提供）



■ 木材可延伸製成盆栽或文創小物



■ 廢棄木材中挑選適合的板材，邀請在地藝術創作者引導有心投入木作的青年共同創作作品。

棄之外，還協助政府及企業等推動剩餘木材創新利用，開創森林永續的循環經濟鏈，提供技術、設備及教育課程推廣，進而創造出許多返鄉就業的工作機會。

把綠癌變綠金 創造林業新價值

2022年起，REWOOD 木酢達人團隊與林業保育署各地區分署展開一連串公私協力的合作，持續創造林業剩餘資材的新價值。首先是與林業保育署花蓮分署一起將回收的外來入侵種植物小花蔓澤蘭，加入木酢液成分製作成一系列防蚊液、護手霜等商品，大受好評，成功再創造廢棄資材的新價值。



■ 開發小花蔓澤蘭系列產品，將綠癌變綠金。

來自中南美洲的小花蔓澤蘭，由於在臺灣沒有天敵，彷彿癌細胞迅速擴散至荒廢的農墾地與低海拔近郊，甚至讓農田果園等地光照不足，危害生態又造成農業損失，被稱為「綠癌」。林業保育署與地方政府大多採取收購的方式，來鼓勵民眾除蔓，而收購的小花蔓澤蘭則送到焚化爐或找地方掩埋。

陳偉誠指出，「這次的合作深具意義，從木材料源就具備公益性，能減少垃圾、讓綠癌成為綠金，還能發展地方創生，創造無數綠色工作機會。」透過剩餘資材再利用能產生環境價值、社會性就業價值、企業採購價值等三大價值，而獲利所得的6%，REWOOD 木酢達人也回捐給花蓮分署，持續投入環境永續。

瞄準零售板材市場 賦予廢材新生命

在剩餘資材再利用之外，2023年開始，REWOOD 木酢達人也開始逐步踏入板材市場。談起切入這塊市場的原因，陳偉誠表示，傳統板材販售的模式，都是大量提供給工廠或家具業者使用，然而隨著現今社會需求多元，他認為一般消費者的零售需求或許是板材市場的新機會。

為了讓森林資源循環再利用，林業保育署臺中分署將大雪山林道沿線的枯危木，包括二葉松、長尾桫、紅檜、鐵杉等，加工鋸切製作成木板材或規格材後，從2023年起委由陳偉誠團隊協助於國產材零售中心上架販售，將6噸的木材修

整成 80 多片板材上架，讓民眾能合法選購國產木材。利用這些木材打造成的板材，意外獲得許多消費者的青睞，連里仁、無印良品等店家也加入購買的行列，再製成桌椅、飾品、櫃子等生活家具，賦予廢材新生命的同時，也拉近林業保育署與消費者的距離。



一般消費者也能在國產材零售中心購買優質國產板材（REWOOD 木酢達人提供）

新思維切入 創造獨特未來林業樣貌

「這些原本看似無利用價值的木材，有些變為商店使用的桌椅，有些成為個人創作家的作品，最後都進入你我的生活，這就是我想像中的森林循環。」陳偉誠笑說。他一手打造的 REWOOD 森林循環湖口創生，有協力的企業社區與果農修枝的料源、有熱血澎湃的木作師傅群，也有完整的木材全材利用的生態與生產永續解方。

而由林業延伸的生物炭商機及產值也持續成長，尤其近幾年農業部已投入 2 億元以上經費研發生物炭製程技術與應用領域，每年還有機會帶動 20 億元市場商機，協助傳統產業轉型提升至少 10 倍產值，未來甚至可鎖定東南亞等利基市場整場輸出。

高山是森林保育的基地，而城鄉都會地區的林木也可以在日常生活中加以應用，成為推動木材教育與經濟循環的素材，從一個人到一群人，持續為森林及永續環境而努力，成就林業的未來樣貌。

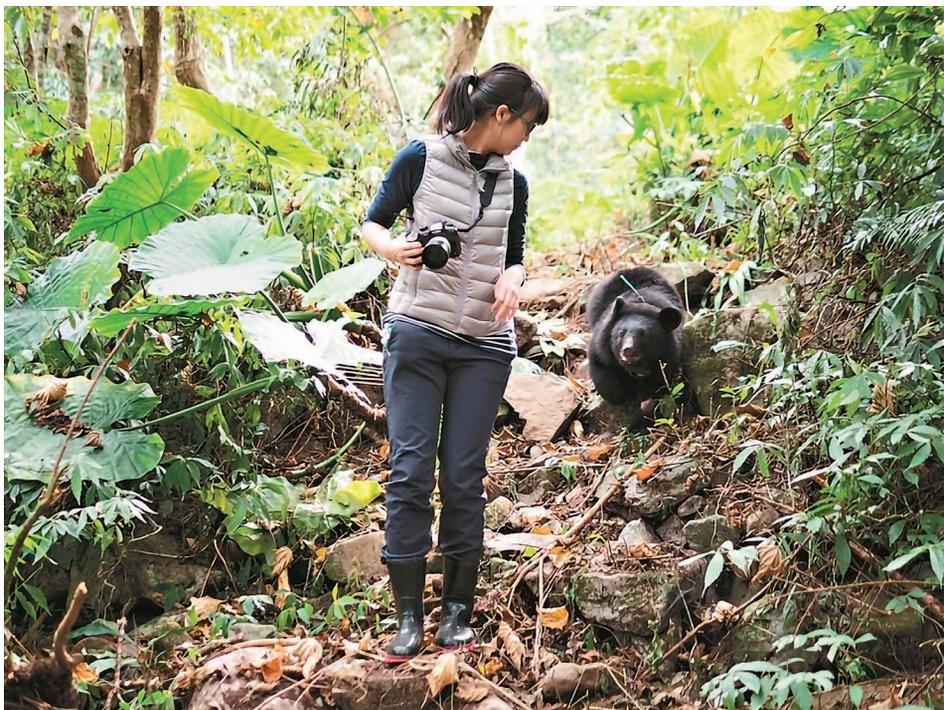


「REWOOD 木酢達人」團隊攜手社區開展林業新風貌

重回大自然 直擊野生動物救傷最前線

文、圖／吳珈瑩（野生動物獸醫師）

野放對我們來說，雖然是再日常不過的工作，但卻也是獨一無二的任務。不同於其他犬貓、經濟動物獸醫師，當野生動物從入院起，我們唯一的目標就是希望這隻動物能夠恢復健康並返回野外，回到自然的環境中。



■ 南安小熊是臺灣黑熊幼熊人工養大順利野放的首例（台灣黑熊保育協會提供）

在桃園市野鳥學會附設非營利野生動物診所工作的3年間，我和工作團隊治療了大約5,000隻的野生動物。這些沒有飼主，生活在野外的臺灣原生野生動物，包括都市常見的野鳥：白頭翁、麻雀、珠頸斑鳩；也有哺乳動物：白鼻心、穿山甲；而被稱為「千埤之鄉」的桃園，自然少不了大量的水龜：斑龜、柴棺龜等。這些動物有保育類，也有一般類野生動物，不論是否瀕臨絕種，牠們之所以被送來野生動物診所，大多和人類脫不了關係。



■ 替保育類八色鳥進行理學檢查



■ 桃園市野鳥學會附設非營利野生動物診所

撞擊窗戶的褐鷹鴉

褐鷹鴉是二級保育類野生動物，有著圓圓的頭部和大大的眼睛。部分褐鷹鴉族群在秋冬遷徙時，會過境臺灣，或許是因為遠到而來，對於環境不熟悉，成為撞擊窗戶的常客。有一年，甚至連續三週，每週都收到一隻褐鷹鴉。印象最深的，是在高鐵青埔特區的新建住宅落地窗外被拾獲的褐鷹鴉。由於新建公寓習慣留有大片玻璃窗的大廳，很容易成為鳥類窗殺的撞擊熱點。前往現場接運的鳥會志工，也在現場觀察到窗戶上留有褐鷹鴉撞擊的痕跡，確認這是一場鳥類撞擊窗戶的事件。

鳥類撞擊窗戶，是救傷診所前六大受傷原因之一。這些撞擊窗戶的鳥，幸運的受點小輕傷，當場可以飛走，但也有撞擊嚴重、當場死亡的案例。經過檢查發現，這隻來到野動診所的褐鷹鴉，眼睛內有出血以及輕微的腦震盪。給予相應治療的同時，看著褐鷹鴉因為腦震盪的關係，在氧氣加護病房裡歪歪斜斜的站立，雖然模樣可愛，但也覺得心疼與不忍。好在牠恢復得很快，很快就離開氧氣房，後續也順利野放了。

像褐鷹鴉這樣因人為因素受傷入院的鳥兒，我們不僅基於人道關懷精神去幫助牠，更重要的是彌補人類對野生動物造成的傷害。藉由野生動物診所的努力，



■ 新建公寓大廳外頭的大片玻璃窗容易成為鳥類窗殺的撞擊熱點。



■ 現場可觀察到窗戶上留有褐鷹鴉撞擊的痕跡



■ 在野生動物診所等待康復的褐鷹鴉

讓褐鷹鴉免於在野外因為人類原因而死亡，可以順利地回到野外。「傷害補償」正是野生動物救傷重要的功能之一。此外，這隻褐鷹鴉的治療過程也都有被完整記錄下來，使用在教育宣導的教案中，希望能夠藉由告訴大眾這隻鳥兒的故事，喚起大家對鳥類窗殺的議題的重視，並且鼓勵民眾親自動手改造窗戶，面積不大的窗戶，可在窗外懸掛垂墜物，或遵循長寬 5x10 cm 的間距原則黏貼圓形貼紙，就能有效改善窗殺。期待可以藉由大眾的行動，來減少後續鳥類因為撞擊窗戶入院的機會。



■ 入院等待檢查的穿山甲

每隻傷病野生動物，都是我們的老師

作為野生動物獸醫師，在對動物付出的同時，總因此學習到許多。每一隻來到野生動物診所的動物，牠們都有自己的故事。有被捕獸夾夾到的鼬獾、被黏鼠板黏到的綠繡眼、被流浪狗攻擊的中白鷺、被車撞的斑龜……這些動物有些能幸運返回野外，有些則沒這麼幸運，即使經過治療，仍無法擺脫死亡的命運。然而這些動物在救治過程中所留下的寶貴資料，一筆一筆累積下來，就足以讓我們拼湊出野生動物在野外所面臨的危機，期望在不久的未來，這些資料能用於野

生動物保育管理規劃，為健全整體生態系統盡一份心力。此外，救傷單位也是疾病監控的最前線。2022 年我曾前往美國明尼蘇達州的野生動物救傷中心（Wildlife Rehabilitation Center of Minnesota）參訪。當時北美野鳥族群中正流行高病原性禽流感。每一隻被送來救傷中心的鳥類都會被獸醫師採樣送驗，可以掌握禽流感在野生動物族群中的狀況，為預防疾病提前進行規劃。禽流感是一種同時會感染野鳥、家禽及人類的傳染病，藉由針對野生動物的疾病監控，獸醫師們不只守護著野生動物的健康，也同時守護著人類的健康。

野生動物救傷的專業與挑戰

野生動物醫療不同於寵物及家畜，救助的動物大小不一、種別繁多，並且相關文獻通常非常稀少，對於獸醫師而言往往是巨大的挑戰。另一方面，為了讓這些動物能夠順利返回野外，需要搭配專業的野放訓練師、照養員，以及瞭解野生動物的習性，才能將動物野放回適當的棲地。野生動物救傷與保育是一項充滿挑戰且意義重大的工作。在醫療過程中，獸醫師們不僅學習到各種動物的救治技巧，提升醫療技術，還能瞭解野生動物們所面臨的環境威脅。野生動物救傷不僅僅是為了個別動物的健康，更是為了整體生態系統的平衡與人類的福祉。透過不斷完善救傷系統和宣導教育，希望能喚起更多人對野生動物的關注與保護，共同創造更安全的生存環境。🌱



■ 臺灣斑龜被車子壓破殼，正在進行補殼手術後的術後照顧。（蕭惟任提供）

野生動物救傷在臺灣

野生動物救傷在臺灣起源於 1980—1990 年代，最初由一群熱心的志工和獸醫師們在業餘之際救助需要幫助的野生動物。發展至今，北中南東皆有專業的救傷單位，透過公私合作，逐漸發展出一套捕捉、檢傷、醫療、照養、野放訓練的流程。

實踐里山哲學 扎根貢寮生態守護環境

圖／吳尚鴻、狸和禾小穀倉
文／游昇俯

6月下旬，
節氣剛過夏至，天氣正熱，
在新北市貢寮區吉林里、枋腳溪上游的坡地梯田上，
一期水稻稻穗隨風搖盪，
但大約還需要1個月才能收成，
這裡是全臺稻作收成最晚的地區之一。



■ 貢寮水梯田的耕作已有百年歷史（攝影／李偉傑）

梯田蓄水，水稻正努力吸收陽光充實稻穗，但一般水稻田裡只看得見水稻，這裡的梯田邊坡、田埂上，以及田中稻株間、水面下，卻明顯多了許多「雜草」。

仔細瞧，田埂邊坡上可見白花紫蘇、紫萁等蕨類；水田裡有開著迷你小黃花，《臺灣維管束植物紅皮書名錄》登錄為「瀕危」（EN）的挖耳草，水面下有包括日本簕藻等3種瀕危等級為「近危」（NT）的簕藻，田壁邊還有白色帶抹紫紅色花朵，隨風搖曳宛如蝴蝶飛舞，列為「極危」（CR）的葦草蘭等。



■ 貢寮水梯田稻株之間充斥生長著各類珍稀的臺灣原生植物



■ 針尾細蟴棲息於低、中海拔山區的水田、池塘。

這些珍稀「雜草」，原來是珍貴的臺灣原生植物，其間穿梭著隱紋絲蟴、針尾細蟴，以及全臺只剩貢寮可見的黃腹細蟴等蜻蜓目昆蟲，生物多樣性極其豐富。貢寮的水梯田也成為這些珍稀動植物物種的庇護所。

貢寮梯田傳統農耕護生態

貢寮水梯田位於臺灣東北角，冬季直面東北季風，不利作物生長，因此水稻全年只種一期作，二期作即使休耕不種稻，田間終年蓄水，營造出人工濕地環境，有利多元物種繁殖利用。

在地稻作多年種植植株較矮、耐寒的水稻品種「平林種」，稻農自行育秧、不用外地種原；梯田面積小，田土終年蓄水地質軟，不便大型農機進入，多使用割草機、中耕機等小型機械，水稻維持傳統耕作方式，無論插秧、挈草、割稻均仰賴人力，至今仍有3、4戶稻農仍飼養水牛耕犁，也因不與外地共用大型農機，使得貢寮成為國內罕見不受福壽螺危害的水稻田。

貢寮水梯田的耕作有百年以上歷史，但近年因老農凋零、耕作不符經濟效益，水田陸續棄耕，林業及自然保育署（下稱林業保育署）呼應聯合國第10屆生物多樣性公約大會通過的「里山倡議」，早於2011年即以「水梯田暨濕地生態系統復育及保育工作」示範計畫，參考貢寮在地傳統耕作，透過提供「生態勞務給付」，



■ 開小黃花的食蟲植物挖耳草

輔導稻農成立「和禾生產班」，以完全不用農藥、田間終年蓄水等友善環境耕作方式，維繫濕地生態系棲地及物種。

透過林業保育署推動「瀕危物種及重要棲地生態服務給付推動方案」，給付「生態薪水」給友善生產者與在地居民，作為維護生態公益價值的報酬，藉此保育瀕危物種與重要棲地，貢寮水梯田生態勞務給付即是重要棲地守護方案的原型。

狸和禾小穀倉 助農民參與保育計畫

「這裡的生物多樣性其實跟農民的耕種節奏有關。」專為和禾生產班銷售稻穀的「狸和禾小穀倉」工作室負責人林紋翠表示，他們發現，某些田區因農民年事已高而休耕，田中很快會被芒草等禾本科強勢物種占滿，葦草蘭等盡遭覆蓋，生物多樣性反而較低，農民固定翻耕的傳統農業作息，才讓貢寮水梯田得以保留豐富的生態。

林紋翠畢業於臺灣大學農藝學系，30年前因相繼於貢寮吉林國小、貢寮國小任教而遷居貢寮。因為教書，林紋翠成為貢寮街坊口中的「紋翠老師」，當地稻農中不乏她的學生家長或祖父輩，因此成為與當地人溝通不可或缺的橋梁。林業保育署2011年委託人禾環境倫理發展基金會執行貢寮水梯田保育計畫，便請她從中協助聯繫。

守護棲地、物種 讓老農贏得社會敬重

水梯田保育計畫要求稻作栽培不用農藥，狸和禾小穀倉進而以稻穀收購價格引導農民減少化學肥料使用，使用化肥的乾穀收購價每臺斤35元、使用有機質肥



■ 貢寮至今仍有3、4戶稻農飼養水牛協助水田耕犁（狸和禾小穀倉提供）



■ 農友合作收割稻作後直接脫穀（狸和禾小穀倉提供）

的收購價為 40 元，可以使用自行堆肥、完全不用市售肥料的 55 元，以降低肥料對環境的衝擊。

狸和禾小穀倉長期協助人禾環境倫理發展基金會、臺灣蜻蜓學會調查追蹤黃腹細螽，推動農民田間生物紀錄，提高農民對田間具指標意義生物的關注，近年並在林業保育署支持下，與農業部生物多樣性研究所合作復育野外棲地剩不到 200 株的葦草蘭，並種回貢寮原棲地保種。

林紋翠說，在地稻農生產稻作本以自用為主，生態勞務給付收購稻穀讓農民有額外收入；貢寮水梯田因保全里山地景聲名大噪，也讓一輩子默默耕耘的老農受到社會尊敬，其青壯的下一代對家中稻作產業感到認同。



■ 狸和禾小穀倉與農業部生物多樣性研究所合作復育葦草蘭

串聯生態保育的人際網絡 守護環境意志在地扎根

在林業保育署生態服務給付方案制度化以前，擔憂計畫經費無法持續支持和禾生產班運作，狸和禾小穀倉即建立「和夥人」制度，邀請支持友善環境農產品的消費者，以預購稻穀支持水梯田永續栽培；2018 年並在貢寮老街內、貢寮郵局隔壁建立實體店面，工作室每週三、六開放，讓來到貢寮的遊客及線下民眾有機會認識貢寮水梯田。

因貢寮有守護水梯田重要棲地的經驗，狸和禾小穀倉也與龍門社區居民攜手海米等稀有植物保種復育。狸和禾小穀倉串聯生態保育的人際網絡，不僅藉由農

產品銷售將保育觀念傳遞給消費者，更讓維護生態環境的意志，在地生根茁壯。🌱



■ 林紋翠成立「狸和禾小穀倉」幫和禾生產班銷售稻穀，而有「狸老闆」的稱號。

林業通訊



04/03

林業保育署宜蘭分署為保育赤腹游蛇，在陽明山國家公園管理處召開「北海岸淺山保育軸帶暨其關注物種—赤腹游蛇平臺會議」。邀請專家學者、公部門及當地社區團體等單位，聚焦討論赤腹游蛇棲地營造維護、巡護、監測、生態服務給付、友善農作輔導及防範核心棲地夜間遭人為騷擾赤腹游蛇行為等工作。與會者分享各單位推動現況及經驗交流，並搭配現行保育政策工具，結合在地需求，尋求生物棲地維護與地方發展需求的平衡，達成多贏的目標。

—— 林業保育署宜蘭分署 張詠嫻



「北海岸淺山保育軸帶暨其關注物種—赤腹游蛇保育行動跨域平臺」會議（攝影／林業保育署宜蘭分署 陳美貞）

04/09

2023年12月底，臺中市和平區松茂部落居民在松茂林道旁山城發現有臺灣黑熊受困套索。林業保育署臺中分署與生物多樣性研究所歷經17小時寒夜踏險救援，再經4個月醫療照養後，恢復情形良好，獸醫師評估健康無虞，由松茂部落耆老蔡長管、理事長胡第耀及族人，以溫柔婉約的女性名Sayung，結合松茂山溪源頭Li，命名生命泉源之母Lisayung（驪薩韻）。2024年4月9日，在泰雅族人吟唱祝禱聲中重返山林，希望牠如山泉涵養黑熊族群、繁衍不息。

—— 林業保育署臺中分署 范家鉅



Lisayung 朝熊籠外奔去、重返山林。（林業保育署臺中分署提供）

04/10 - 04/11

林業保育署新竹分署辦理臺灣黑熊救傷應變演練活動，參與人員包含新竹分署護管員、桃園市政府、新竹市政府及新竹縣養老yulu文化生態協會、新竹縣五峰鄉桃山社區發展協會族人等。透過專業人員說明野外辨識臺灣黑熊爪痕、不同季節食物資源所形成的排遺判讀，並分享救傷應變流程的案例。於戶外實地演練中，首次採用山難救援利器SKED，不僅能克服各種困難地形，還可以避免搬運過程中對臺灣黑熊造成2次傷害。

—— 林業保育署新竹分署 梁竣傑



新竹分署利用山難救援利器SKED於黑熊救傷，可大幅提升救援效率。（攝影／林業保育署新竹分署 梁竣傑）



大雪山遊客中心主題展—重返林業現場的山林守護者區
(林業保育署臺中分署提供)

04 / 12

林業保育署臺中分署為推广大雪山國家森林遊樂區的資源特色，於大雪山遊客中心策劃《重返林業現場》主題展，並於2024年4月12日開幕，嶄新的遊客中心規劃五大展區，包含「林業歷史」、「森林守護」、「賞鳥」、「有熊森林」、「植物世界」，將成為遊客探索山林的起點。遊客中心中庭處，以國產材疊砌而成的小木屋櫃臺及文創賣店，展售大雪山各式森林系文創商品，呈現多樣的森林特色。
—— 林業保育署臺中分署 張文馨

04 / 12

林業保育署花蓮分署辦理「卓溪，友熊之鄉」公私協力—花蓮卓溪黑熊監測成果記者會，發表自2021年起於卓溪地區與部落攜手監測臺灣黑熊族群，透過同仁及專業團隊蹲點與居民長期互動，貼近並瞭解居民遭遇黑熊的經驗與對黑熊的觀感，並應用於人熊衝突的防範；更在逐漸獲得部落信任後，由族人協力架設自動相機進行黑熊生態監測。盼後續展開「卓溪鄉狩獵自主管理計畫」，與部落共同營造人熊和平共處的友善山林。
—— 林業保育署花蓮分署 徐仲禹



公私協力保育臺灣黑熊 (林業保育署提供)



花蓮卓溪監測多次拍攝到母熊攜帶2隻小熊
(林業保育署花蓮分署提供)

04 / 13

為迎接2024竹博覽會暨世界竹論壇，林業保育署南投分署於2024年4月13—14日、4月20—21日在草鞋墩雅舍舉辦「竹好市」市集活動，邀請臺大實驗林、南投縣政府、欣林竹藝社、璞園藝術坊、竹賴文創有限公司、日月新竹藝社、竹生活文化促進會、竹貓、武岫竹炭、元泰竹藝社等不同的竹藝商和竹材商，提供各式各樣的竹藝品與竹材展售。現場同步設置2座竹裝置作品，分別為竹亂編牆及榮獲2023建材展第35屆優良企業形象獎的竹構涼亭，為參觀者提供豐富的吃喝玩樂體驗。
—— 林業保育署南投分署 簡盈宜



市集現場設置竹亂編牆，以及榮獲得2023建材展第35屆優良企業形象獎的竹構涼亭。
(攝影/林業保育署南投分署 郭瓊玲)



林業保育署長林華慶向各企業代表說明平臺設立的目的與期待（攝影／林業保育署 葉奕辰）

04 / 15

為呼應企業追求永續發展目標的需求，且配合國際淨零及生物多樣性保育趨勢，林業保育署規劃建置「公司團體參與自然碳匯與生物多樣性保育專案媒合平臺」（簡稱 ESG 專案媒合平臺），於 2024 年 4 月 15 日正式營運，並同步推出 41 項涵蓋「自然碳匯」、「生物多樣性保育」及「林業文化」類型的 ESG 專案，提供企業依自身需求選擇參與及投入，當日座談會共計吸引 206 人、187 間企業代表與會，希冀透過 ESG 專案推動，鼓勵企業以公私協力方式參與，對於自然環境、生物多樣性保育或山村社會有所貢獻。

—— 林業保育署 林韋利

04 / 15

為強化及擴大東部野生動物救援網絡，林業保育署臺東分署與國軍退除役官兵輔導委員會臺東農場及臺灣野灣野生動物保育協會簽署合作協議書。透過租用臺東農場場域空間，建置具明確動線、適當分區及友善野生動物的救傷照養環境，未來東部野生動物救傷中心新址，將具備隱蔽性和獨立性，確保野生動物在救治和康復期間的安全與隱私。此外，園區內將設立野生動物保育環境教育及專業訓練場地，提供解說服務、環境教育及專業培訓課程，以滿足民眾、專業人員及企業的需求。

—— 林業保育署臺東分署 徐惠君



臺東分署分署長吳昌祐、國軍退除役官兵輔導委員會臺東農場場長高國書及社團法人臺灣野灣野生動物保育協會秘書長蔡孟柔三方簽署合作備忘錄前合影。（攝影／周福安）

04 / 17

林業保育署首次以「打開對森林的感知，重新定位森林與我們日常的距離」概念，打造的「山林製造」森林消費品牌概念店，2024 年 4 月 17 日在屏東分署林後四林平地森林園區開幕，全店使用國產柳杉作為內裝材料，展售周邊山村部落產品、品牌選物、國產竹木育文創、林下經濟商品和餐飲服務，同時介紹臺灣 26 處森林育樂場域，作為從平地探索臺灣山林的起點。

—— 林業保育署 莊哲璋



山林製造品牌概念店（攝影／林業保育署 莊哲璋）

04 / 18

「2024 世界竹論壇」World Bamboo Congress 在行政院支持下，由林業保育署、文化部工藝中心與臺灣竹會共同策辦，活動於 4 月 18 日在新竹陽明交大光復校區揭開序幕，並連續於 4 月 21—22 日在南投工藝中心展開竹文化與永續發展系列活動。此次論壇集結 30 個國家，超過 200 位國際竹業領域關鍵人士與國內專家學者齊聚一堂，以 Next Generation Bamboo 為題，共同探討竹的多元應用及永續發展將如何影響下一個世代。
—— 林業保育署 許賢斌



開幕典禮林業保育署長林華慶致詞（臺灣竹會提供）



開幕典禮國內外代表合影（臺灣竹會提供）

04 / 19

林業保育署臺東分署於臺東市美術館舉辦《都歷山本事》新書發表會，30 多位都歷部落耆老與族人盛裝出席，林業保育署處長汪昭華、臺東縣政府縣長饒慶鈴等貴賓也到場祝賀。活動中，臺東分署贈書予都歷部落及當地國小，並與都歷部落簽署 MOU 共享書籍著作權，發表會上還推出首款生態友善的清酒「dita（力大）吟釀」。為感謝部落族人長期付出與支持，臺東分署將新書致贈予部落及信義國小師生，並期望《都歷山本事》和《都歷的海事》成為當地學校的核心鄉土教材。

—— 林業保育署臺東分署 徐惠君



《都歷山本事》與「dita（力大）吟釀」記者會大合影（攝影／洪君綾）

04 / 20

林業保育署嘉義分署於阿里山貴賓館發表「阿里山國家森林遊樂區品牌及視覺系統」，阿里山全新 LOGO 以鄒族聖山—大塔山的山稜線為主脈絡，結合日出、火車及大塔山等知名元素，並搭配象徵神木的褐色，設計出簡約中性並富有當地特色的新品牌形象，期待未來新視覺系統陸續導入園區內牌誌、各類文宣、行銷宣傳等，帶給民眾全新的感官體驗。

—— 林業保育署嘉義分署 劉宗軒



視覺形象應用於阿里山電動遊園車外觀，以神木褐色牌色與園區結合。(攝影／林業保育署嘉義分署 郭玗鈞)

04 / 23

林業保育署、阿里山林業鐵路及文化資產管理處與雄獅旅遊召開記者會，宣傳阿里山林鐵首輛以「生態」主軸，阿里山迎賓鳥—栗背林鴿為代表意象的改裝列車栩悅號，打造大面窗及座位可自由旋轉的瞭望座席。經公開標租委由雄獅旅行社營運，借重其整合能力及專業旅遊服務，推出分段式遊程，深入阿里山林鐵沿線各社區，五感體驗認識林鐵沿線自然、人文、生態與文化，帶給遊客有別以往的乘車體驗；相關資訊皆已於阿里山林業鐵路及文化資產管理處及雄獅旅行社官網公告。

—— 林業保育署 黃詩豪



阿里山林鐵列車栩悅號啟動記者會 (攝影／林業保育署 黃詩豪)



阿里山林鐵列車栩悅號 (阿里山林業鐵路及文化資產管理處提供)



黑部峽谷鐵道美景 (黑部峽谷鐵道株式會社授權阿里山林業鐵路及文化資產管理處使用)

04 / 24

阿里山林鐵與日本黑部峽谷鐵道交換車票活動，自4月25日—11月30日，臺灣旅客持使用過的阿里山林業鐵路「遊樂區內支線周遊二日券」及護照，即可兌換黑部峽谷鐵道「宇奈月—貓又」或「宇奈月—樺平」來回車票。

—— 阿里山林業鐵路及文化資產管理處 李宜僑

04/26 - 04/28

林業保育署舉辦第7屆「2024 森林市集」活動，為讓國人認識森林生態、生物多樣性及森林環境對人類的多元服務價值，號召來自臺灣各地的國產木竹材廠商、林產品開發應用具產業規模的社區、團體等齊聚一堂。今年以「森森不息美術館」為策展主題，傳達森林就是一座自然美術館，帶領民眾認識國產木竹材、林下經濟等森林特色產品，讓民眾以五感體驗森林對我們的飲食、建築、家居、育樂、心靈陶冶所能帶來的全方位惠益。

—— 林業保育署 林佳儒



開幕記者會大合照（林業保育署提供）

05/04

阿里山林鐵 DL-34 於威爾斯高地正式首航，將出借予威爾普蘭菲爾鐵路營運 3 年。經典紅色火車頭搭載國旗，在當地無垠綠野中迎風飄揚。雙方志工與技術人員克服距離、語言差異，以及 DL-34 車軀連結器及剎車系統與英方既有系統不合的困難，成功整合並出發。DL-34 化身為臺灣的生態文化觀光大使，將阿里山林鐵作為行銷臺灣有溫度的名片。

—— 林業保育署 劉芸嘉



臺英共同見證 DL-34 英國威爾斯首航
（攝影／阿里山林業鐵路及文化資產管理處 吳明翰）



DL-34 佩國旗英倫首航
（攝影／阿里山林業鐵路及文化資產管理處 吳明翰）

05 / 07 - 05 / 08

國際組織 IUCN 及 ICOMOS 專家 Jessica Brown 女士和 Masahito Yoshida 教授受邀來臺參訪，提升臺灣在國際組織的能見度並拓展夥伴關係。此次參訪由林業保育署花蓮分署及國立東華大學共同接待，2 位專家在花蓮分署參加小型圓桌會議，分享國土生態綠網推動及花蓮 SEPLS 的案例；實地至豐濱鄉新社村及港口村、富里鄉羅山村及豐南村等 4 個韌性社區踏查，瞭解花蓮里山地景海景及社區傳統知識如何保全及活用。

—— 林業保育署花蓮分署 陳美音



國際學者於花蓮分署召開小圓桌會議
(攝影／林業保育署花蓮分署 陳美音)

05 / 08

阿里山林鐵將於 7 月全線通車，為提供沿線鐵道歷史、林業文化等導覽服務，特別籌組導覽解說隊，經過 3 階段培訓及考核，遴選出 16 位優秀導覽解說員，為林鐵旅遊服務再加分。

—— 阿里山林業鐵路及文化資產管理處 葉雅俐

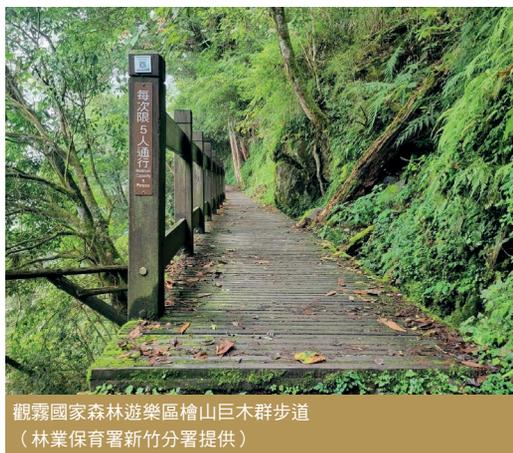


16 位導覽員將以專業及親切的服務為大家進行導覽解說
(阿里山林業鐵路及文化資產管理處提供)

05 / 15

「國家森林遊樂區重點設施與經營管理系統」網站正式上線，提供民眾於林業保育署轄管國家森林遊樂區、自然步道、平地森林園區及林業文化園區場域發現棧道、平臺、公廁、解說牌誌設施故障或損害，可即時掃碼通報，加快設施修繕效率，通報者亦可即時查詢案件處理進度，公私協力打造安全森林遊憩環境。

—— 林業保育署 洪志忠



觀霧國家森林遊樂區檜山巨木群步道
(林業保育署新竹分署提供)

05 / 16

日本宮城縣議會、地方首長與觀光單位組成的宮城偶來訪問團一行 25 人來到臺灣，展開與淡蘭古道互設友誼步道的活動。適逢 4 月 3 日花蓮地震，訪問團熱心募集 50 萬日幣，透過台灣千里步道協會的牽線，將這筆款項捐贈給林業保育署花蓮分署。花蓮分署將善用這筆款項，推動步道振興地方經濟，並促進人與自然的和諧關係；同時，花蓮分署回贈由臺灣紅檜製作的感謝狀，以紅檜芬芳的氣味及耐久的特性，象徵臺日之間美好而長存的友誼。

—— 林業保育署花蓮分署 陳孟莉



花蓮分署長黃群策致贈感謝狀予宮城偶來訪問團
(攝影／台灣千里步道協會 黃思維)

05 / 16

2023 年 10 月苗栗縣泰安鄉大安部落族人巡視水源途中，在海拔 851 公尺私有地旁桂竹林內，發現有小黑熊受困，立即通報林業保育署臺中分署，並與 3 名部落族人在場熱心協助，經臺中分署及生物多樣性研究所救援後，歷經 7 個多月專業醫療照護，體重由 29 公斤增加為 40 公斤，恢復情形良好，由通報族人以發現地 Ziman (日曼) 為牠命名，意喻靠近溪流水源的平坦地方，2024 年 5 月 16 日在大安溪沿線部落泰雅族人陪伴祝福下，帶著這個名字重返山林、展開新生活。

—— 林業保育署臺中分署 范家銑



桃山部落陳榮爵頭目帶領臺中分署長張弘毅及其他族人，以泰雅傳統儀式用小米酒祈求祖靈祝福 Ziman。
(林業保育署臺中分署提供)

05 / 17

林業保育署新竹分署辦理 1019 水源涵養保安林命名活動，邀集臺北水源特定區管理分署、新北市政府原住民行政局、烏來區公所、福山里辦公處、德拉楠民族實驗小學及烏來區總頭目王軍二帶領部落主席、耆老、里長、鄰長及族人總計約 120 人共同見證並發表命名成果，正式將 1019 號保安林定新名為「Lahuy·Tranan 保安林」。

—— 林業保育署新竹分署 陳坤助



新竹分署長夏榮生核發保安林身分證，由烏來區王軍二總頭目代表領收，象徵為 Lahuy Tranan 保安林正式命名。
(攝影／林業保育署新竹分署 陳坤助)

05 / 17

阿里山林業鐵路於 2015 年將莫拉克颱風造成 421 處災害復建完成，當年 9 月又因杜鵑颱風強力侵襲，十字路至屏遮那站間的 42 號隧道發生 2 處共達 55 公尺的大型崩塌而停駛。經綜合評估決定新建 1,106 公尺的隧道，2021 年 1 月 8 日動工，歷經 3 年終於完成全線通車最後一哩路，並於 2024 年 5 月 17 日辦理 42 號隧道竣工典禮。

—— 阿里山林業鐵路及文化資產管理處 連祥益



42 號隧道西洞口
(攝影／阿里山林業鐵路及文化資產管理處 吳明翰)



時任行政院長陳建仁、嘉義縣長翁章梁、農業部次長杜文珍、林業保育署長林華慶等人於竣工典禮見證全線通車的最後一哩路。(阿里山林業鐵路及文化資產管理處提供)

05 / 18

為復育高雄市左營區半屏山原生植物生態，林業保育署屏東分署與國家公園署國家自然公園管理處、高雄市政府農業局及臺灣山林復育協會等 4 個單位，共同簽訂四方合作備忘錄，齊力推動半屏山復育造林工作。

—— 林業保育署屏東分署 黃淑清



共同簽訂四方合作備忘錄
(攝影／林業保育署屏東分署 黃淑清)

05 / 18

林業保育署宜蘭分署在跑馬古道與日本宮城大崎・鳴子溫泉步道簽訂友誼步道暨揭牌儀式和健行活動。日本宮城縣組團共計 25 人來臺，雙方分別由林業保育署副署長林滌貞與大崎市長代表致詞，來臺設置代表宮城偶來的紅色小馬意象，共同揭開了臺日友誼步道的序幕，為雙方持續進行更有深度的山林旅遊交流，拓展國際觀光的能見度，同時也象徵臺日步道友好。

—— 林業保育署宜蘭分署 陳建忠



林業保育署副署長林滌貞與大崎市長，一起在南入口口比出雙弱手勢合影。(攝影／林業保育署宜蘭分署 陳建忠)

05 / 22

林業保育署新竹分署在新竹市將軍村舉辦「在風城撒野—跨域推展受威脅植物復育行動」記者會，展示自 2020 年起與林業試驗所等單位合作推動竹苗淺山受威脅植物保育復育成果。此次活動響應 2024 國際生物多樣性日主題「Be part of the Plan」，在將軍村種植臺灣維管束植物紅皮書中「極危」等級的漏盧 (*Echinops grijsii*)，共同打造全臺首座以受脅植物與原生植物為主題的都市地景美學復育基地。

—— 林業保育署新竹分署 黃婉如



新竹分署攜手林業試驗所邀請新竹市政府、新竹縣政府及苗栗縣政府等在地機關、學校共同參與啟動儀式大合照。
(攝影/林業保育署新竹分署 黃婉如)



《誰陪我長大》新書發表會 (攝影/林業保育署屏東分署 陳誼)

05 / 22

林業保育署屏東分署出版全臺首本關於保安林的繪本《誰陪我長大》，並在高雄市立圖書館總館辦理新書發表會與親子活動，吸引超過 200 位家長和小朋友參加。活動中，大家一起聆聽繪本導讀與延伸分享，共同探索保安林的重要性，瞭解保安林是陪伴我們一起成長的重要夥伴。

—— 林業保育署屏東分署 陳誼



宜蘭分署向宜蘭五十蘭愛樂合唱團代表致意，感謝合唱團的精彩演出。(攝影/林業保育署宜蘭分署 陳建忠)

05 / 25

為紀念羅東林場 100 週年，林業保育署宜蘭分署在竹林車站前廣場舉辦「羅東林場音樂會」，邀請宜蘭縣縣史館、中華國中、員山國小、黎明國小蒞臨參加。上午由國內外及宜蘭各級中小學等團體輪番演出；晚間則由宜蘭縣五十蘭愛樂合唱團演唱「太平詩路」組曲，並透過現場投影將太平山的美景帶給每一位觀眾，共同見證羅東林場百年的歷史變遷。

—— 林業保育署宜蘭分署 陳建忠

05 / 30

為推動國土綠網軸帶保育，林業保育署新竹分署舉辦「大桃園地區綠網軸帶保育工作推動跨域平臺會議」，邀請在地公部門，及龍潭、楊梅、觀音、新屋等社區團體共同討論合作模式及區域。會議初步盤點「桃園地區受威脅生物保育」、「里山里海社區守護自然棲地」、「生態友善農業推廣」等保育議題，特別關注赤腹游蛇、臺北赤蛙、臺灣萍蓬草、異蕊草、秋飄拂草、長葉茅膏菜等物種，為桃園地區生物多樣性保育奠定基礎。

—— 林業保育署新竹分署 林葭瑀



首次召開「大桃園地區綠網軸帶保育工作推動跨域平臺會議」
(攝影/觀察家生態顧問有限公司 陳志豪)

05 / 31

林業保育署臺東分署於延平鄉永康村社區活動中心，表揚熱心通報及協助臺灣黑熊救傷工作的永康社區棲地巡守隊，並頒發獎勵金給參與臺灣黑熊生態給付計畫的武陵部落夥伴，並在野灣野生動物保育協會介紹「臺灣黑熊保育、野生動物救援及生態給付計畫」，及武陵部落理事長古建明分享使用改良式獵具的經驗，讓族人們對使用改良式獵更具信心，當天也回收了近 70 組傳統獵具。臺東分署期盼透過創新嘗試，與部落族人攜手推動自然保育工作，共同建立「友熊」的永續目標。

—— 林業保育署臺東分署 張憲一



臺東分署辦理延平鄉永康、武陵部落黑熊保育有功表揚會大合照。
(攝影/周福安)

05 / 31

為讓慣行農法的林地果園回歸造林使用，林業保育署臺中分署與觀樹教育基金會及義美食品合作成立永續森林共生平臺，輔導林農以草生栽培方式管理林地，將違規種植的果樹逐步種植土肉桂；另以出雲山苗圃的土肉桂葉作為原料，推出在地風味、無人工添加物的「土肉桂夾心酥」，開發土肉桂產品的市場，協助林農建立土肉桂產品的銷售通路，讓林農有多元產業收入，亦可讓林地永續利用，創造森林生態與林農經濟雙贏。

—— 林業保育署臺中分署 周名倩



臺中分署與觀樹基金會及義美食品輔導林農種植土肉桂並開發「土肉桂夾心酥」產品(義美食品提供)



台灣林業

Taiwan Forestry Journal



約稿說明

- 一、《台灣林業》雙月刊（以下簡稱本刊），每年雙月出版，計發行一卷六期，以報導國內外林業，範疇包含林業政策、森林經營、育林、林產、水土保持、森林遊樂及自然生態保育等研究領域，並傳播中外有關林業之新知識、新技術，以發展林業為宗旨。凡與本刊宗旨有關之論著、譯述、報導、商業機會或與林業經營相關，且能展現森林之美的封面、封底及幻燈片等稿件，均歡迎賜稿。
- 二、稿件務請書明標題、各作者之姓名、服務機關及職銜、聯絡電話及地址或電子郵件帳號等，並請註明通訊作者；如為譯文，請註明原出處並附原文影本及著編輯部作人授權翻譯書，以利審查。
- 三、惠稿文字請務求清晰明瞭，文字以 4,500 字為原則；常見單位、符號寫法請一致性；動植物學名請用斜體字或正楷拉丁文下加橫線標示；圖表、照片請盡量使用原件以求製版清晰，並應加註圖表說明及作者或出處來源。
- 四、來稿文件如係電腦打字，請檢附電子檔案一併投稿（或以電子郵件方式傳送至本刊編輯部，專屬帳號為 tfj@forest.gov.tw）。文章如有電子圖片，解析度需在 300dpi (1,280×960pixel) 以上，圖片大小請大於 10cm 見方，並請勿將圖片附在 word 文件以及 PowerPoint 檔案格式裡。來稿（含電子檔、照片、幻燈片等）經本刊接受後恕不退還，請作者自行留底。
- 五、本刊有刪改權，發表時如用筆名或不願刪改者，請於稿內註明，文責自負。稿件經本刊接受並排版後，將送請通訊作者親校一次。稿件一經刊載，本刊將致贈稿酬及當期刊 1 冊。
- 六、本刊不接受一稿數投。來稿如獲審查通過，本刊將請作者簽署「著作授權同意書」，作者須同意非專屬授權本刊以紙本或數位方式出版，並授權本刊得再授權國家圖書館『遠距圖書服務系統』或其他資料庫業者納入資料庫中提供服務。
- 七、本刊稿酬支給標準：撰稿費每千字 1,000 元；譯稿每千字 800 元，表格依大、中、小分 180、120、80 元，文章內之照片每張 300 元，圖每張 60 元；封面照片每張 800 元、封底照片每張 500 元、封面故事每則 800 元。

投稿方式

台灣林業編輯部 e-mail：tfj@forest.gov.tw





圖片提供 財團法人慈濟傳播人文志業基金會

《淨零時代新竹金—竹子大未來》

日本嵐山優美的竹林每年吸引大批觀光客，其實臺灣竹林資源完全不輸日本。60、70年代竹製品輸出日韓賺進大量外匯，至今日本劍道竹劍原料還是指定使用臺灣桂竹。

可惜不敵社會變遷臺灣竹產業逐漸沒落，2016年「原住民保留地禁伐補償條例」一度讓竹產業難以為繼，直到淨零減碳迫在眉睫，竹子因為生長快、碳吸存的能力比木材強，在實現聯合國永續發展目標過程可以扮演重要角色，重新受到重視。



影片連結

台灣林業
臺灣林業及自然保育
Taiwan
Forestry
Journal



9770255581005

ISSN 02555816
GPN 2011200018
定價 NT\$160元