

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。

「巒大杉」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「巒大杉精油禮盒—晴天」，禮盒內含有巒大杉精油、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巒大杉邊角料製成，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）