



推動循環農業，引導資源再利用

林業循環創新意 社區部落強經濟

許賢斌¹

壹、前言

按聯合國 2015 年訂定永續發展目標（Sustainable Development Goals, SDGs），包含 17 項目標（Goals）及 169 項細項目標（Targets），其中目標 2 提及「促進永續農業」、目標 12 提及「責任消費及生產」及目標 15 提及「保育和永續利用陸域生態系統，永續管理森林」，共同揭示兼顧

| 註 1：農業部林業及自然保育署。

生物多樣性、森林覆蓋率、自然資源永續生產利用及經營管理等原則下，提振山村社區及原住民部落等倚賴森林生活族群之生計，期望實施增強山村農業生產力之措施時，亦兼顧維持在地森林原貌及其功能，以確保臺灣森林生態系面對氣候變遷之適應性。

森林是臺灣的命脈，占有全島土地面積近6成的比例，除森林本身對於國土保安、水源涵養、育樂遊憩及生物多樣性等所扮演重要角色外；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，結合原留存林地內之枝梢、殘材等林業剩餘資材回收再利用，使最終物質循環回歸森林養分。林產物資源與剩餘資材的價值翻轉，除了從搖籃到搖籃，永續且帶來正面影響的創新生產製造方式；更可替森林周遭山村部落帶來新綠金，進而發展在地特色商機，達成生產、生活及生態的三生共好。

貳、林業剩餘資材及物質流循環

二、林業剩餘資材之定義

依照農業部改制前行政院農業委員會（簡稱農業部）97年12月4日修正發布「林產物伐採查驗規則」第2條規定，所稱林產物係指下列供營林為目的之國、公或私有林之主產物及副產物：

（一）主產物：指生立、枯損、倒伏之竹木及餘留之根株、殘材。

（二）副產物：指樹皮、樹脂、種實、落枝、樹葉、灌藤、竹筍、草類、菌類及其他主產物以外之林產物。

將上揭林產物定義套用於森林區域之造林、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，所可能產生木、竹材以外之枯損竹木及餘留根株、殘材或遺留現場之樹皮、枝條、樹葉、頂（側）梢等主（副）產物，均屬於林業剩餘資材範疇。

二、林業剩餘資材之應用

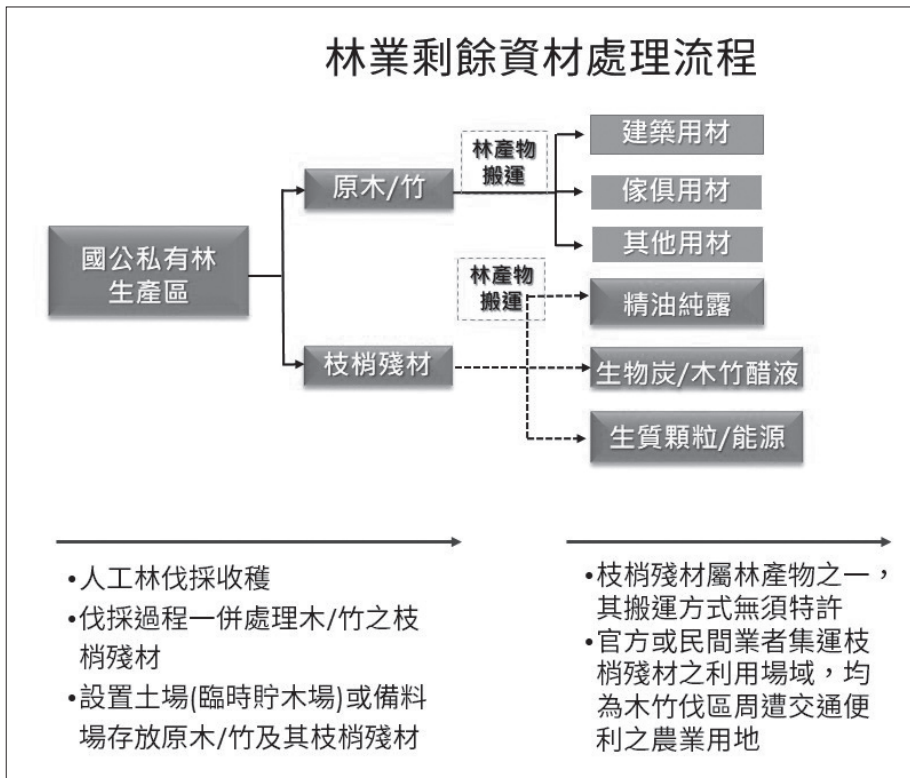
過去傳統林業經營方式，枝梢殘材等林業剩餘資材於疏伐或收穫經營作業過程常遭棄置於林地，後續用途除作為薪材燃料使用外，尚無其他用途。然而，在全材利用原則下，林業剩餘資材於初級農產品加工應用上，市場上已開發下列用途：

（一）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）。

（二）碳化為生物炭或精製炭，並於乾餾過程產生木竹醋液。

（三）破（粉）碎化，可製成木竹生質顆粒或木竹絲板料。

（四）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。



林業剩餘資材處理過程示意圖。

三、林業剩餘資材之產量概算

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%，而其餘留存林地之枝、梢、葉及殘材等林業剩餘資材，占林分蓄積量30%。但由於枝梢殘材等林業剩餘資材，有部分須留存林地作為森林土壤養分循環，其容許搬出量以林分蓄積量15%估算。

按農業部林業及自然保育署（簡稱林業保育署）統計，以國產木材112年生產量約6.15萬立方公尺估算，年度可搬出剩餘資材約9,225立方公尺，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，111~114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115年起，竹林應可回復正常經營，剩餘資材將大幅減少。

參、林業剩餘資材循環示範場域建置情形

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112~114年農業部「疫後強化農業韌性及農漁民協助措施」—「推動淨零



收穫伐等經營管理作業過程，所可能產生木、竹材以外之枯損竹木及餘留根株等林業剩餘資材，可回收再利用，重新成為森林的養分。

智慧循環永續設(施)備」計畫，預計至114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至少1萬公噸以上。

以下就林業保育署新竹、臺中及宜蘭分署建置情形，簡要說明如下：

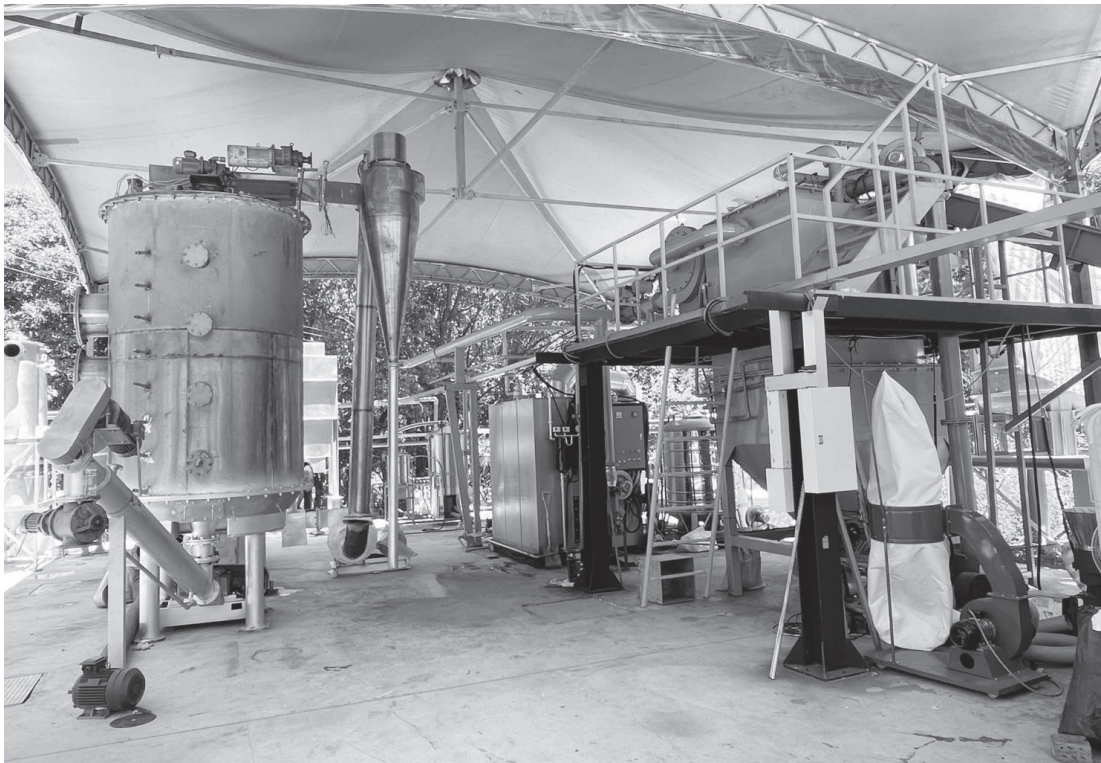
一、南庄苗圃循環示範案場

(一) 座落地點：林業保育署新竹分署南庄苗圃

(二) 料源：國有林之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。

(三) 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。南庄苗圃建置之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之林產品初級加工(如柳杉精油萃取及香菇乾燥等)所需熱能供應，共享共榮。

(四) 辦理情形：目前由林業保育署新竹分署委託團隊辦理生物炭多腔爐、精油萃取機及香菇乾燥機與鋼棚等設備建置中，將



林業及自然保育署新竹分署於南庄苗圃設置生物炭多腔爐設備。

俟 113 年下半年機組試運轉順利後，即可於 114 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。

二、梨山循環示範案場

- (一) 座落地點：林業保育署臺中分署梨山工作站。
- (二) 料源：國有林之二葉松人工林（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。

- (三) 特色：梨山地區之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。爰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之燃料來源，除可提供辦公室用電，亦可作為省工農機電力之可能來源，更因此協助減省在地山村果農處理廢棄枝條之成本。



林業及自然保育署臺中分署於梨山工作站設置氣化爐發電設備。

(四) 辦理情形：目前由林業保育署臺中分署委託團隊完成生質能發電機組建置，將俟113年下半年料源供應及機組運轉順利後，於114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。

三、翠峰山屋循環示範案場

(一) 座落地點：林業保育署宜蘭分署太平山森林遊樂區翠峰山屋。

(二) 料源：國有林之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。

(三) 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，目前係以柴油發電機分時段供電（每日約8小時）。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。

(四) 辦理情形：目前由林業保育署宜蘭分署委託團隊辦理生質能發電機組建置中，並俟113年底料源供應及機組運轉順利



林業加工在伐木造材後木材便會堆置、送往製材廠，森林精油有效將林木資源作全材利用，對於推動循環經濟將有莫大助益。

圖片來源：豐年社提供。

後，即可於114年投入翠峰山
屋電力供應來源之一。

肆、林業剩餘資材應用於森林精油產品

一、國產森林精油發展潛力

就全球精油市場而論，總產量於106年已超過15萬公噸，其市產價值約為60億美元，此為79年產量3倍之多（4萬5,000公噸），其中50%增加量為96年以後所產生。預估此產量成長持續至今，可能已超過37萬公噸，價值超過100億美元。

基於國人對於精油產品需求已日漸提升，根據經濟部國際貿易局所統

計本國進出口貿易資料，精油貿易總額呈現上漲趨勢，且在98年以後一直維持著入超現象，顯示國人精油使用需求大幅增加所致。依照112年全國精油進口總額約新臺幣（以下略）9億5,000萬元為基準，初步評估國產精油倘能增加1%市占率，預估國內將至少增加近千萬之產值。

若以本文所估算林業剩餘資材來源及年度產量，用以提煉精油並於提煉後再利用作為菇包、生質顆粒、生物炭及灰分等材料化商品，部分回歸林地土壤，未來此一循環經濟模式與商業模式建立，有效將林木資源作全材利用，對於推動循環經濟將有莫大助益。

林業保育署為建立國產森林植物精油產業體系，目前以本土特有種樹種為主要開發標的，特別於各地區具集中且大規模造林面積者為優，可結合森林撫育及收穫之國產材生產外，亦可妥善利用枝梢殘材等材料。透過林業保育署近年努力，國內精油市場已陸續出現本土特有植物所製成之商品，如紅檜、臺灣扁柏、臺灣杉、香杉、牛樟及臺灣肖楠等木材精油與臺灣肖楠、柳杉、龍柏及白千層等葉部精油。

以香杉殘材為例，香杉殘材市售價格為每公噸4,050元；每1公斤香杉殘材精油萃取量為15 mL，每公升

香杉木材精油原料售價可達1萬元。就全材利用的角度計算，1公噸香杉殘材可產出15公升精油，預估產值為15萬元，其淨利至少有10萬元，相當具有產業化潛力。

二、產官學共創本土森林精油新藍圖

經濟部標準檢驗局業訂定162種精油檢測相關標準（含精油樣品取樣方法、各類儀器檢測標準及流程），其中針對71種進口及6種本土精油（如樟腦油、香茅油、芳樟葉油、芳樟油、中國黃樟油、薄荷油）亦明定檢測標準。以CNS14901「精油－容器標籤與標示通則」為例，即要求精



森林副產物相當豐富多元，花蓮分署將柳杉枝梢殘材輔導周遭如紅葉部落蒸餾精油。另一款「熊炭吉」擴香石，內含25克竹炭。

圖片來源：豐年社提供。

油標籤(示)必須包含：精油之商品名、植物之學名及植物抽取之部位、精油具商業價值之主成分含量等。

臺灣森林因立地環境或天候條件多元，致所產製精油之特性成分差異甚大，在萃取過程易有摻配溶劑、添加人工香精或混和其他精油之不實添加情形。爰此，為釐清臺灣本土植物製成精油之主成分標準含量，建立精油檢測實驗室及完備精油品質檢驗標準程序，並充實本土森林植物精油的指紋圖譜資料庫，係當前產官學界須共同合作事項。



密大杉又稱「香杉」，木材香氣濃郁，是臺灣珍貴針葉樹材，枝葉極具開發本土森林精油的潛力。

林業保育署自107年與國立中興大學王升陽院長合作，開發產業化生產設備、建構精油檢測實驗室及本土森林植物精油指紋圖譜資料庫，其辦理情形說明如下：

- (一) 林業保育署補助國立中興大學建置「國產精油檢測中心」，已完備精油檢測所需7項儀器及標準作業流程，操作人員亦完成ISO17025之教育訓練課程。該檢測中心112年4月26日揭牌，正式為國內產業界、林業合作社以及林農服務。
- (二) 目前該檢測中心已送件申辦財團法人全國認證基金會(TAF)認證程序中，預計透過具有公信力的第三方以國家標準(CNS)流程檢測，為臺灣森林植物精油之品質把關，降低精油摻假與標示不實的疑慮，提高國人對於本土天然精油的信任度及消費意願。
- (三) 國立中興大學目前已建立100種精油GC-MS指紋圖譜，其中超過50種為本土森林植物，同時已建構20種本土植物之7項儀器檢測數據資料，可供後續建立本土森林植物精油之國家標準參考。
- (四) 在符合農業部112年6月30日修正發布「農產品初級加工場適用之特定品項加工產品及其加工方式」【林產類一副產物

(非食用)】之前提下，林業保育署後續將洽國立中興大學研商訂定國產森林精油之標準製程、生產紀錄及標章管理等驗證制度內容。

伍、結語

「資源循環零廢棄」係行政院推動臺灣2050淨零轉型之12項關鍵戰略之一，農業部門須掌握物料使用與

資源循環，推動循環農業經濟，以促進綠色經濟，確保永續消費及生產模式。林業保育署配合106年「國產材元年」啟動以來之國產材生產策略，導入人工林資源全材利用概念，盤點林業剩餘資材年產量、開發枝梢殘材之應用方式及商品化模式，俾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之特色循環產業，並兼顧森林資源保育之多贏局面。



配合106年「國產材元年」生產策略，林業保育署導入人工林資源全材利用概念，以期活絡山村部落。