

# 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，分佈於大湍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<sup>(註1)</sup>。

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<sup>(註 2)</sup>。

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更佳的設備導入，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。🌱