

循環場域

與運作簡介 本場循環示範場域建置

文圖／曾有絃

一、前言

依綠色國民所得帳農業廢棄物排放量歷年表，每年國內生物性農業生產剩餘物質產量約 490 萬公噸。為資源永續循環應用及促進業界投入循環經濟，農業部推動設置循環示範場域政策，以擴大農業剩餘物質循環應用。為此，本場整合既有場域空間、新建建物、購置機械設備，串聯成為循環場域，處理場內果樹及路樹修剪枝條、試驗後之植物殘株、果實、稻草等，建置之營運模式除供農民團體、農企業等參考應用外，亦可與業界合作，試驗開發各種農資材，如有機質肥料、栽培介質、燃料棒、生物炭及醋液等，期望有助於農業剩餘資材於各產業之應用。

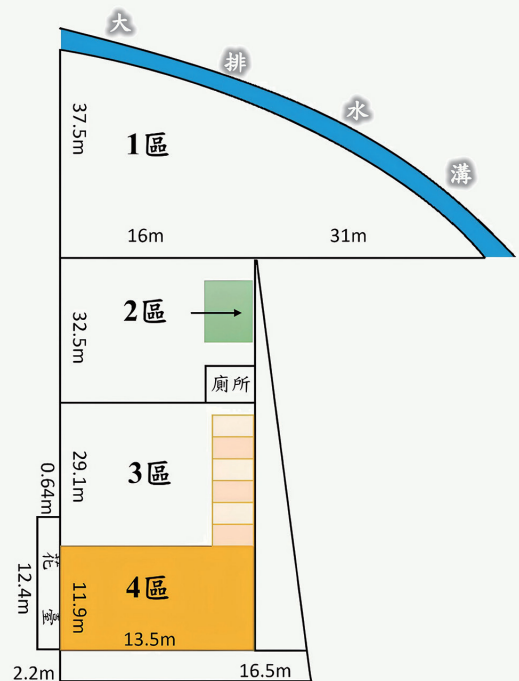
二、本場循環場域介紹

本場循環場域面積約 2,000m² 配置包含 4 區，第 1 區為露天堆肥原料堆置與製作區：本場農業剩餘資材堆放，包含果樹及路樹修剪枝條、試驗調查之植物殘株、稻草及各種果實等，其中果樹枝條載運至該區場域內，即進行破碎作業，破碎之枝條木屑粒徑小於 5 公分，將其與作物殘株等進行混合堆積，堆積高度約 3-5 公尺，並定期灑水，堆肥期間每半年以挖土機進行翻堆 1 次，經 2 年堆積腐熟後，應用滾筒篩選機篩除粒徑大於 3 公

分之物質後，即可應用為有機質肥料，回歸土壤使用，經分析其堆肥成品 pH7.3、EC(1:10)1.6 dS/m、有機質 35.8%、氮 1.1%、磷 0.4%、鉀 1.3%、鈣 1.2%、鎂 0.3%、銅 39 mg/kg、錳 379 mg/kg、鋅 393 mg/kg 而鐵為 13,585mg/kg，堆肥成品之有機質含量偏低，乃由於該場域之農業剩餘資材來源繁雜所致，部分植物殘株根系夾雜土壤或河砂等物質，另場域周邊鄰近農田，土壤微粒亦可能隨風飄散至露天堆肥中，另外堆肥成品鐵含量偏高，可能由於試驗後之植物殘株富含豐富鐵質，如葉菜、種子及穀物等含鐵量較高植物殘體。本場應用露天堆肥成品，每分地可替代外購堆肥量 1 公噸，節省約 1 萬 5,000 元購肥成本。露天面積約為 881.3m²。

第 2 區為循環機具放置暨木質燃料棒產製區：該區域建物於 113 年建置完工，面積 90 平方米，放置枝條粉碎機、輸送設備及滾筒篩選機，並設置木質材料環膜造粒機，該造粒機於 114 年完成購置，可進行果木修剪枝條造粒與評估不同農業剩餘資材燃料化應用效益。如本場試驗將葡萄修剪枝條經粗破碎及細粉碎 (0.6 公分粒徑) 後，以該環膜造粒機進行造粒，每小時可造粒 250 公斤，其熱值經委外分析為 4,112 千卡 / 公斤 (水分 12.5%)，乾基熱值為 4,701 千卡 / 公斤。建築面積 90.0m²。

第 3 區為堆肥配方試驗及枝條碳化



■ 本場循環場域配置圖

燒製區：進行不同堆肥配方之堆肥製作及後續試驗應用，如本場試驗開發之緩效供肥介質配方調製及製作，即在此區域進行試驗，碳化爐為本場於 112 年底購置，可精準控溫於 100-1,000 °C，將生物資材進行炭化，本場應用葡萄枝條於 500 °C 燒製 2 小時後，改以 700 °C 燒製 3 小時，成品 pH(1:5) 9.6、EC 0.7 dS/m、全氮 1.0%、全磷 0.5%、全鉀 1.7%、全鈣 1.7%、全鎂 0.4%；重金屬砷 0.8 mg/kg、鉻 21 mg/kg、銅 29 mg/kg、鎳 9.6 mg/kg、鋅 149 mg/kg，另汞、鎘及鉛 ND，可作為土壤改良及微生物載體等相

關試驗研究應用。建築面積 392.9m²。

第 4 區為資材區：放置有機資材 (羽毛、豆粉、豆粕、骨粉、牛糞、禽畜糞、油棕灰及磷礦粉等) 及化學肥料 (硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀、台肥複合肥料 1 號、39 號、43 號等)，有機資材為堆肥配方開發應用所需，化學肥料為田間試驗所需，建築面積 160.4m²。

三、本場循環機具介紹

本場循環應用之農機具包含 (一) 履帶式枝條粉碎機，可粉碎 18 公分樹徑之修剪枝條，每小時粉碎量約 500 公斤，粉碎量受枝條堆疊鬆緊程度及非生物性捆帶與果實套袋是否事先剔除影響，

若事先剔除，則每小時枝條粉碎量約 700 公斤，粉碎作業需兩人接替將枝條送入粉碎口，處理效率較佳；(二) 鏟裝機可將粉碎枝條及其它堆肥調整材進行混合與堆積作業；(三) 滾筒篩選機可將堆肥成品過篩，使其粒徑小於 3 公分，且作業過程可剔除露天堆肥夾雜之石塊與木塊，避免施用至田間，影響曳引機耕田作業；再以 (四) 輸送設備將過篩之堆肥成品輸送至 (五) 打包機，進行打包作業，打包機



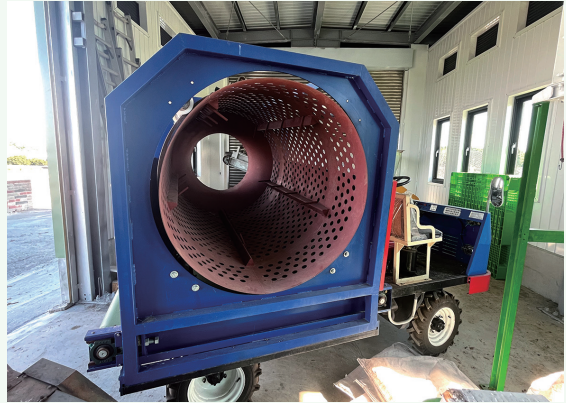
■ 堆肥配方開發、製作及製程溫室氣體偵測 (場域 2 區)



■ 本場新建廠房內放置循環機具及產製木質燃料棒 (場域 3 區)

包含漏斗部及混拌部，以油壓閥控制漏料量，並漏料至肥料袋中，密封後備用，另過篩堆肥亦可經由輸送設備直接輸送至田間搬運車，載運至農田施用；(六) 碳化設備之碳化爐內尺寸，直徑約 100 公分，高度約為 150 公分，進行木質材料無氧燃燒，氣體經由萃取管導入冷凝設備，收集木醋液，尾氣則經由冷凝設備至活性炭過濾箱體 (內含 3 層活性炭) 後，排至大氣中，日產量 80 公斤；(七) 高速粉碎

機，目前配有 0.2、0.6、1.0 及 1.2 公分篩網，可進行各種料源細粉碎，其中 0.6 公分粒徑之果木枝條木屑可應用於菇類栽培試驗，探討替代進口木屑之可行性，此外亦可應用於木質燃料棒生產，粉碎效能 50 公斤 / 小時；以 (八) 木質材料造粒機，包含進料螺旋機、環膜造粒機、布袋集塵設備、出料裙邊皮帶機及成品料倉，木屑原料粒徑需小於 0.8 公分，依據不同樹種木屑，人為調整機械電流，可調整至 40A(含) 以上，以成型製造木顆粒，每小時造粒效率約 200-300 公斤。



- 循環場域應用機械，包含粉碎機 (左上)、鏟裝機 (左下)、滾筒篩選機 (右上)、炭化爐 (右中) 及造粒機 (右下) 等

四、本場農業剩餘資材種類、再利用方式及應用

本場農業剩餘資材種類，可區分成試驗產品開發及循環回歸農田應用兩部分，試驗產品開發主要於場域第 2 區及第 3 區製作，第 2 區進行堆肥製作，堆肥材料包含菇類栽培後剩餘木屑、果木枝條、鴨毛、骨粉、米糠、油棕灰、糖蜜等，製作特定功能或適用於特定作物種類之堆肥成品開發，應用為作物栽培介質及有機質肥料，另該區域亦進行開發可降低堆肥製程之溫室氣體產生量之堆肥配方，經由移動式溫室氣體偵測儀器，實際偵測堆肥產生之甲烷、氧化亞氮及二氧化碳氣體濃度。另外於第 2 區製作之生物炭可試驗應用於（一）酸性土壤改良、（二）土壤碳匯，另可與功能微生物混合，應用為（三）微生物載體、應用於（四）淨化水質，降低水中有害物質，如重金屬，另（五）可應用為堆肥調整材。第 3 區產製之燃料棒除應用於鍋爐燃燒熱值外，亦可開發特殊香

味燃料棒，應用於登山或烤肉業應用。第 4 區域之農業剩餘物質，則為各實驗室試驗後之植物殘株、種子、果實、稻草及果木枝條與路樹枝條等，此區域之堆肥並無特定配方，主要為堆肥製作時，盡可能將綠色植體與褐色富含木質纖維素資材混合成堆，有助於堆肥發酵程序，堆肥經 2 年發酵腐熟，即可過篩應用為農田有機質肥料。

五、結語

本場近年來陸續興建建物、購置循環相關機具以建置循環場域，除內循環本場產生之各項作物殘株外，並將果木及路樹修剪枝條進行粗破碎、細粉碎、堆肥化、燃料棒造粒、炭化及菇類生產進口木屑替代等試驗研究，期有意投入果木枝條料源循環應用之農企業或業者，可以該場域為前期試驗場所，預先收集各項試驗數據，以利業者後續投入循環場域營運及大規模產品量產之參考應用。



■ 本場露天循環場域 (4 區) 循環處理試驗剩餘物質，包含果菜殘體 (左)、花卉殘株 (中) 及稻草 (右) 等