

農業剩餘資材



燃料灰燼肥料化應用

文・圖/張耀聰

前言

我國邁向2050年淨零碳排目標的進程中，農業部門積極推動農林生物質剩餘資材的循環利用，並期盼減少石化燃料使用以及發展綠能產業。依據近10年農業統計年報顯示，臺灣每年產出的農業廢棄物約有500萬公噸，其中農產廢棄物約占47.5%，而生物質材料約230萬公噸，主要包含稻殼、稻蒿、廢棄菇包、果樹枝條及竹筍園剩餘殘體等。此外，尚有林業疏伐邊角料或外來種銀合歡移除及行道樹修剪枝條等，未列入統計資料，均具有再利用潛力，若能通過適當的回收與處理，這些資源不僅能循環利用，轉化為固態生質燃料，減少傳統石化能源的使用，其灰燼具有再製為肥料的潛力，若能妥善開發利用將能建立良好循環產業鏈。本文介紹農業剩餘資材燃燒後的灰燼之肥料化應用，以推動循環產業發展。



農林剩餘資材為替代能源循環產業重要材料之一

生質燃料顆粒推動發展

生質燃料顆粒(biomass pellets)作為再生能源的應用日益廣泛。我國為推動替代能源發展，近5年來不斷調整修正生質能發電設備分類及電能躉購費率，以鼓勵民間業者投入。生質能除沼氣發電外，其他主要料源均來自植物行光合作用，固定大氣中的CO₂形成碳水化合物而獲得，為可循環再生的料源。以國外替代能源市場研究推估，2025年全球生質能發展潛力，可能達到二億瓩，約占全球發電裝置容量的6%以上。

以農林剩餘資材製成的生質燃料顆粒，其熱值約可介於3,500~4,500kcal/kg，略低於煤炭4,700~5,500kcal/kg。木質燃料顆粒的國際市場價格約為100~150 USD/ton，其單位能量價格比天然氣、燃料油、煤炭分別降低56%、72%、8%。目前已有許多國家和企業陸續採用生質燃料顆粒作為替代能源，且其比生物質原料具有更高密度(1.1~1.3 ton/m³)、含水率低、熱值高及提供穩定熱能特性，且燃燒時產生的SO₂和NO_x含量比傳統化石燃料低，能有效減少空氣污染。

此外，燃燒所排放的CO₂與植物生長時吸收的量相當，可視為碳中和，有助溫室氣體減量。但其燃燒後將遺留大量灰燼，若未加以適當利用，可能會造成環境污染與廢棄物處理問題。因此，如何有效將生質燃料顆粒灰燼轉化為有價值的肥料原料，成為提升資源循環利用的重要課題。



生質燃料顆粒生產流程



生質燃料顆粒成品產出樣態

燃料顆粒灰燼肥料化應用

國內農政單位在積極推動2040年農業淨零政策下，鼓勵開發農業剩餘資材再利用技術，並推動農業剩餘資材發展材料化、飼料化、燃料化及肥料化，而農業生質剩餘材料燃料化應用所產生的灰燼，除生質物原含有大量的氮與硫成分會在燃燒過程中流失，其他養分多數會被濃縮，因此灰燼往往富含鉀、鈣、鎂及部分磷與微量元素，因此具備一定的農業應用潛力。此外，灰燼因濃縮原生質物的鹽基離子為鹼性(pH>9)物質，極適合作為土壤改良資材，提升酸性土壤的pH值。此外，因其含有大量鉀元素對於作物生長具有重要作用，能促進根系發展，提高抗病能力，並提升農產品品質，減少化學肥料使用，降低農業成本，同時促進環境永續發展。國內常見的資材如進口棕櫚灰及稻殼灰等，均為農業使用有機鉀肥重要來源。



棕櫚生質燃料顆粒灰燼(棕櫚灰)為國內常用有機鉀肥料源之一



稻殼灰於酸性土壤直接施用後翻耕混合可提高土壤pH值



稻殼生質燃料灰燼富含鉀和矽元素利於禾本科植物生長

此類資材施用方式可分為：

1. 田間直接施用：經過適當篩選和處理的生質燃料灰燼，若無重金屬疑慮，可直接撒施於農田，再經翻耕與土壤混合，適合酸性土壤的改良。但灰燼鹼性較高需適量使用，以免影響作物生長，此外不宜與銨氮類肥料一同施用，以免銨氮揮失。

2. 製成有機質肥料：灰燼可與其他有機材料混合，藉以調整有機質肥料鉀元素濃度，提升肥料效能。
3. 製成葉面肥施用：藉由水解處理提取灰燼中可溶性養分，再稀釋噴施於作物葉面，更有利於養分吸收及作物健壯生長。

結 語

生質燃料顆粒為目前國內綠能轉型亟待發展項目之一，其灰燼肥料化的開發應用，也成為產業鏈結的重要基石。然而當生質燃料顆粒製成料源不同，其熱值、灰燼產出量與成分亦有極大差異，且燃燒後植體內多數養分具濃縮效應，部分灰燼可能含有重金屬，若未經妥善處理，可能導致土壤污染。因此建議選擇專爐專燒產出的灰燼，可避免被混燒料源有害物質汙染，並經詳細分析與適當調配，以符合肥料品目規格相關規範，及確保農業應用安全與效果最佳化。生質燃料顆粒及灰燼的有效利用，未來透過政府政策引導與技術突破及市場推廣後，灰燼肥料化開發應用將成為循環經濟的重要一環，協助生態環境改善與農業生產優化，更能提供農業與環境永續發展。

無人化自動割草機

功 能 簡 介



文・圖/林宜緯

前 言

傳統割草機必須依賴人工輔助操作才能完成工作，且過程中易產生油氣污染、尾氣排放、粉塵和機械傷害等風險，對農民與勞工的安全構成嚴重威脅。若能透過遙控或程式自走方式可減少人員與設備的直接接觸，則有助於提升操作者安全，並降低人員勞動。

因此，本場採用國產零組件進行系統整合，研發「無人化自動割草機」，此技術可在坡地地形下作業，透過遠端控制進行操作，以避免人員在高風險環境下從事割草工作，確保勞工作業安全性。此機臺採用錘刀割草機構，搭配升降電動缸調整割草高度，同時整合電控系統遙控行走或規劃行進路徑，並搭配履帶輪以適應田中軟硬不均的地形。