



## 由國際生物炭產業趨勢 臺灣農業應用發展之新契機（下）

（本文接續上期）

李宜映<sup>1</sup> 陳韋辰<sup>1</sup> 邱祈榮<sup>2</sup> 林俊成<sup>3</sup>

### 五、生物炭產業的發展與 阻礙

事實上生物炭為減少廢棄資源，提高碳封存及土地生產力的有力工具，然而生物炭倡者

需要強化教育推廣活動的辦理，制定相關獎勵構想方案，以提升大眾對於生物炭的認可，並透過政府機構發起的計劃，開拓新的市場機會和提升消費者知能，促

進生物炭產業發展。如美國農業部的國家有機計劃（National Organic Program, NOP）修訂生物炭可作為有機農業資材之使用，將生物炭作為有機土壤修復的資材，因而

註 1：臺灣農業科技資源運籌管理學會。

註 2：臺灣大學森林環境暨資源學系。

註 3：行政院農業委員會林業試驗所。

打開美國 280 億美元有機食品市場的大門。歐盟等其他地區類似的推廣措施，亦提供生物炭產業必要的推力，如瑞士聯邦農業部於 2013 年 4 月核准生物炭可運用在農業的條例，成為第一個正式認可生物炭作為土壤修復資材的歐洲國家。

生物炭產業的發展與商業化其主要的驅動力，係源於市場的擴大與政策的獎勵措施，而生物炭的碳匯補償方法，是打開市場中最重要的獎勵措施之一。例如在 2013 年 Winrock International 開始推動美國碳登記計畫（American Carbon Registry, ACR），並公布生物炭相關的減碳補償規範，建立生物炭的減碳額度相關機制。未來如能把生物炭補償計畫納入貿易項目中，將對交易市場產生刺激，從而激勵更多的生物炭行動計畫，如芝加哥、紐約市和溫哥華等

城市，已將生物炭的使用列入公共土地上綠化修復的優先考量，並制定生物炭的使用指南供大眾運用，努力朝向減少碳足跡與維持綠色形象之目標。

由於生物炭近幾年來才有較顯著的成長，因此還有很大的發展空間。在產業的發展初期，企業群需要時間來建立知識庫、可行的商業模式與客戶網絡，但其中也存在著各式阻礙產業問題，綜整如下可分為 4 大面向：

#### （一）消費者缺乏對生物炭的認知

根據查結果顯示，1/3 的企業認為消費者缺乏對生物炭益處的認知，不如肥料為一般大眾所熟悉，為產業主要的障礙（圖 5）。因此，教育推廣在生物炭的市場開發尤為重要，從事農耕、園藝及牧場的作業人員皆為生物

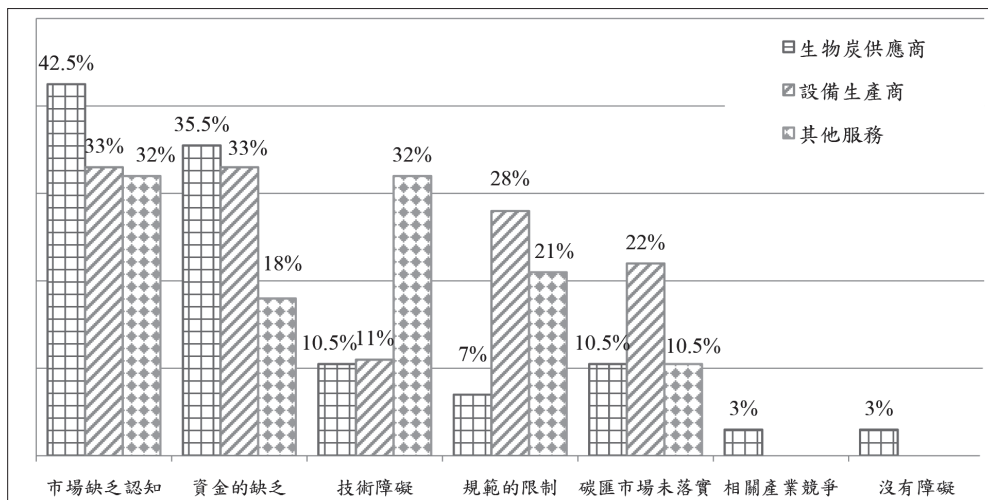


圖 5. 生物炭產業發展的障礙統計圖，供應商（方格）；設備商（斜紋）；其他服務（菱紋）  
（資料來源：IBI, 2013 State of the Biochar Industry, 2014）。

炭潛在用戶，將生物炭的教育與培訓機會直接推行到這些農牧場的規劃和管理人員，將其作為生產環節或農業廢棄資源的管理工具之一。在日漸成長的生物炭產業中，必須投入更多的研究與推廣資源，如同化肥、農藥及灌溉系統等領域，以科學佐證來建立讓消費者信服的生物炭產業。

#### (二) 技術障礙導致產能侷限農業使用

目前生物炭產業的規模和應用範圍非常有限，需要更深入的投資研發並降低產業的技術門檻。再者，精進生物炭製造設備是優先且必要的，產出具一致性的產品，並使每單位產品的製造成本最小化，成本將是影響生物炭發展的關鍵因素。除生產硬體設備外，還需釐清生物炭及其複合產品的物化、生化特性和應用技術。儘管過去已有相關的佐證研究報告，但由於原料、轉化技術與其他生產參數的特定組合，造成生物炭特性的差異化，其品質穩定性都會對農業生產造成影響。對於生物炭作為土壤管理與農業生產工具而言，脫離研發階段並進入產業實際應用是相當重要的一步。

#### (三) 資金投資機會之障礙

受訪企業普遍認為生物炭產業的發展，其資金是一大挑戰，

有 85% 的生物炭生產商和設備製造商表示，初期資金主要源自於個人或親友的投資，而僅 1/4 是透過銀行或企業投資者進行融資，由於沒有明確的產業發展紀錄來證明獲利能力和低風險性，因此生物炭仍被視為高風險的產業。因此，生物炭產品銷售情形還是以當地或網路販賣的小型市場為主，其商品產銷量能相對較低。

#### (四) 法規對產業各階段的限制

目前的產業形式多為小型且散狀分布，而製造生物炭過程中衍生的污染，需透過政府機關來管理與監測，並頒布相關規範，如排放廢氣及廢水之標準、潛在易燃材料的儲存和運輸、生產設施的選址、原料的採購等管理條例，產業發展的同時必須秉持環保與永續的原則。生物炭原料來源類型也是受到地方政府監管程度與否的重要因素，一般來說，農業和林業殘餘資源目前尚未有嚴格的規範，來限制生物炭作為管理土壤的應用。但如原料來自動物糞便或都市固體廢棄物（下水道淤泥）則另當別論，必須經過政府許可核准，包括土地應用詳細規劃、對土壤、水及其他自然資源的影響評估等。雖然廢棄資源經轉化為生物炭，其物理化學性質也完全改變，使得廢棄資

源相關的管理條例不再適用，希冀政府機構能針對生物炭特殊之特性修訂適合的管理規範，以助於生物炭產業之發展。

## 六、臺灣生物炭產業之發展

由國際趨勢探勘生物炭產業目前處於萌芽時期，不論是在消費者意識形態、技術開發及投資者信心等方面，皆呈現市場持續的成長，但產業確切的成長速度與型態，還是取決於消費者的教育與推廣、需求市場的變化、法規的調整、技術的創新及商業的投資等因素，最重要的是生物炭能帶來經濟上與永續環境上的正面效益。

國內方面，行政院農業委員會於106年度成立科技專案計畫，希冀透過應用生物炭，來處理臺灣農業剩餘資源的問題。截至目前計畫執行成果，已完成建立重點料源的回收通路機制，並研發改良出不同款式的炭化設備，供不同地區之不同需求來使用。此外，建置生物炭料源供應及應用管理平臺，結合農林地 GIS 圖資分布分析與料源調查資料，提供產業進行料源量的推估與利用，並分享生物炭相關知識，提升社會大眾對生物炭的認知。未來計畫的重點工作將持續落實「生物炭料源供應與回收體系」、「生物炭產製技術精進與整合」、「生物炭產品增值與創新應用」及「生物炭管理與終端利用效益」4項策略，完善生物炭炭化與檢驗程序，確

保炭品的安全性，建構生物炭應用體系，帶動循環農業產業增值與提升土壤碳吸存功能，落實土壤碳匯效益在地化。

## 七、結語與建議

生物炭迄今仍有很大的發展潛力，為了實現目標必須彌補目前產業的缺口，生物炭學者專家、生產業者、技術開發人員、計畫研發人員等相關利害關係者提出對於該產業發展與降低門檻的綜合建議：

### (一) 執行長期的田間試驗

生物炭與其他農用資材等相比，一般大眾對於其認識不如化學肥料或有機堆肥來的熟悉。生物炭對土壤長期正面效益如增加保水性、通氣性、微生物活性及養分有效利用性，也與市場主流肥料產品標榜的及時提高作物產量有所不同。何況上述之生物炭的效益必須在數個生長季後，才會慢慢地顯現與產生，因此需要長期的田間試驗，針對原料、生物炭、作物、土壤類型及地理位置進行試驗，以確切掌握生物炭累積使用的效應，結合生物炭追蹤監測調查，釐清生物炭在土壤中的作用與宿命。

### (二) 技術研發與設備的資金補償機制

生物炭產業大多並不受到商業投資者優先喜愛，但產業發展卻很仰賴生產設備與技術研發

資源的投入，相較於生質燃料或類似的研發計劃來說，在生物炭領域所獲得的資金投入是相對較低。此時就需要贈款或資金補貼等形式，得以支持設備與技術的投入，透過合作營運的模式，可大幅降低初期投入生物炭生產設備的成本，並推動產業設備與技術的創新，將可降低企業進入此產業的門檻。

### (三) 強化交流合作與教育

在產業的發展初期，透過商業案例的研究分享，瞭解各地生

物炭的運用模式，學習與客戶的溝通及擴展新市場的方法。企業間的資訊共享與攜手合作，有助於提高生物炭的形象，從而引起潛在消費者的注意，進而加速全球市場的成長。公私部門與研究單位應協力合作辦理推廣教育，提高社會對於生物炭的認知。甚者可與生質能源業者、循環農業等環保倡議組織，來共同決策出產業的關鍵策略目標、研究計畫項目及市場合作夥伴，以推動生物炭產業的發展與影響力。

(參考文獻請逕洽作者)

