



運用地理資訊系統盤查潛力 生質料源——以嘉義縣義竹鄉為例

◎陳翰輝／中華經濟研究院綠色經濟研究中心 輔佐研究員

◎林宗昱／中華經濟研究院綠色經濟研究中心 分析師

生質物循環為國內發展低碳、綠色製程等特徵新興產業值得開拓之市場，而盤點潛力生質料源為推動生質精煉產業發展之首要課題，本文聚焦嘉義縣義竹鄉，透過田野調查及搭配地理資訊系統分析潛力生質料源可能供應之數量與價格，以作為廠商未來投資與設廠的重要評估依據。

關鍵詞：地理資訊系統、生質廢棄物、玉米

Keywords: Geographical Information System, Biomass Waste, Corn

近年來在極端氣候與溫室效應的衝擊下，化石燃料與石化產品的使用雙雙受到了限制，由於生質物與石化原料扮演相似的角色，且可大規模而持續地栽植與利用，無疑成為後石化世代提供工業及能源所需原料供給來源中相當重要的選項。因此如何在更多產品中融入生質物循環材料，實可為國內發展符合低碳、綠色製程等特徵之新興產業值得開拓之市場。根據BCC研究，全球生質精煉市場到2021年將從2016年的4,666億美元產值增加至7,146億美元，年增長率約為8.9%。

在分析生質物循環產業，需掌握當地人文、產業、地理背景方能從事正確且具有效力的商業可行性評估，本文聚焦在嘉義縣

義竹鄉，探討該區地理位置、產業現況及農業條件等，配合實地調查，瞭解當地料源作物之種植時序、數量、價格及成本等資訊，結合田野調查所獲之初級資料及政府公開資訊，以地理資訊系統進行潛力生質料源分佈區位資料庫建置，做為料源供應方案。

潛力生質料源概況

臺灣生質能政策除進口雜糧作物外，早期以栽植生質作物視為補充能源料源，並擴大其生產面積為目標。隨著國際糧食安全及人權、糧食供應等問題提升，生質物料的來源已從生質作物生產，逐漸轉型為追求農業廢棄物之有效利用。試圖在糧食安全及生質



料源需求間獲得平衡，使農業廢棄物亦可獲得去化之處，最終發展為結合土地、人力、產業發展等多種政策目標考量的完整配套。

我國現有種植之雜糧作物，如甘藷、大豆、落花生、玉米、紅豆、綠豆、小麥等，由於種植門檻較低且年潛在數次收穫量，為國內具潛力生質料源。其中又以玉米為價量最為穩定，且種植技術成熟，為國內大宗種植之雜糧。我國玉米品種主要分為硬質玉米、食用玉米、青割玉米，在料源可應用部分，除青割玉米因其產品形式係整株碾碎成為料源外，硬

質玉米及食用玉米由於其玉米粒、玉米穗軸本身係供畜牧業及食品加工、生鮮蔬果銷售等用途，故能運用作為生質料源為上述以外之農業廢棄物部分（如玉米稈、玉米葉），現階段處理方式大多在採集玉米階段，以農機碾碎回放至田間任其自然腐化成為纖維綠肥，並未進一步加值利用。在料源分布方面，國內玉米栽植地區以彰化以南至臺南以北為主要種植縣市，如下表1，其中嘉義縣義竹鄉更為全臺玉米產量最多之鄉鎮，種植面積近境內面積1/3以上，可視為極具發展潛力之重點區塊。

表1 彰投雲嘉南近五年玉米種植面積

單位：公頃

項目別	彰化縣		南投縣		雲林縣		嘉義縣		臺南市	
	硬質玉米	食用玉米	硬質玉米	食用玉米	硬質玉米	食用玉米	硬質玉米	食用玉米	硬質玉米	食用玉米
2012年	3	263	-	225	50	4,752	3,690	1,141	2,472	1,137
2013年	13	516	0	256	83	5,508	4,082	1,526	3,586	1,664
2014年	14	434	-	244	303	5,797	5,406	1,563	7,199	1,916
2015年	74	486	-	209	754	5,430	6,230	1,489	7,808	1,716
2016年	73	734	2	243	935	5,552	5,384	1,840	8,149	2,104

資料來源：行政院農委會農糧署（2017）

義竹鄉潛力生質料源栽植時序、價格與產量調查

近年來義竹鄉在積極農業政策鼓勵下以玉米為當地種植大宗，歷年栽種面積及產收皆為其他鄉鎮數倍，為我國玉米作物重點鄉鎮，2017年硬質玉米種植面積達2,153公頃、食用玉米約36公頃、青割玉米約84公頃。此外，仍有些許零星農地生產稻米，但並非農民主力作物，與境內玉米作物所種植面積、

產量明顯具有落差，2017年一期及二期作合計約354公頃。為分析義竹鄉潛力生質料源可能供應之數量與價格，本文透過田野調查及搭配地理資訊系統盤點，以下茲就義竹鄉境內青割玉米農作物、硬質玉米農業廢棄物、食用玉米農業廢棄物及稻稈農業廢棄物等，說明栽植時序、價格與產量之調查結果。

（一）青割玉米農作物

青割玉米多作為供畜牧業芻料食用，其

營養價值高，享有芻料之王美名，極少部分被應用於牧草汁飲用。相較於硬質玉米與食用玉米其採收期較短，義竹鄉多集中於3月春作與9月秋作，約3個月即可從播種至收穫完成，且肥料費用低及管理便利，供應價格約每公斤1.85元，平均每甲地可產收38.8公噸青割玉米，約每公頃40公噸產量。以2017年義竹鄉青割玉米年種植面積84公頃且一年兩獲計算，青割玉米農作物年產量為6,720公噸。

（二）硬質玉米農業廢棄物

硬質玉米又稱飼料玉米，其主要經濟價值來自於玉米粒，多應用於畜牧業之飼料、食品加工、玉米澱粉之製作。栽植其間從播種到收穫約需5個月，播種時間多集中於3月春作與9月秋作，義竹鄉硬質玉米以秋作主要種植季節，農民一般會於9月初播種，而收成受品種及育成期間氣候等相關變數影響，以明豐三號品種為例，義竹鄉平均每公頃可產收7.21公噸硬質玉米農作物，而所衍生之農業廢棄物約為11.43公噸。以2017年義竹鄉硬質玉米年種植面積2,153公頃且一年兩獲計算，硬質玉米農業廢棄物年產量為49,208公噸。

硬質玉米雖為種植數量最多之作物，但因採集正產品（玉米粒）過程係以機具收割整株分離出所需之玉米粒後，其於不需要的農業廢棄物皆碾碎覆土回田裡，根據當地農民及農會經驗，如欲收集農業廢棄物則需改良農機採集之前端進口處，並且後端需再以小貨車及堆貨機集貨整理方式蒐集廢棄玉米稈，若在現況未改良農機下以人力方式蒐集

玉米稈廢棄物，極不符農民耕作效益。

（三）食用玉米農業廢棄物

食用玉米為俗稱之甜玉米，多銷售於零售市場、通路時消費者可購買之柱狀玉米（如糯米玉米、白玉米、水果玉米），在未經加工前玉米銷售的樣態，主要用途為供食用，作為糧食作物，另可應用加工製成鮮食、罐頭、冷凍玉米粒等產品，為玉米種植中最具經濟價值的種類。種植時序與硬質玉米相仿，但種植時間較短，以現行農民種植大宗品種台農9號而言，約70天即可收成，播種時間以國曆九月為主，部分考量消費者消費習慣（如中秋節需求），會搶於農曆6月初播種，義竹鄉種植食用玉米品種方面無特定或優勢品種，平均每公頃可產收8公噸食用玉米，而所衍生之農業廢棄物約為9.4公噸。以2017年義竹鄉食用玉米年種植面積36公頃且一年兩獲計算，食用玉米農業廢棄物年產量為676公噸。

相較於硬質玉米採用機具自動化採集，食用玉米採集方式多以人工為主，因此正產品採集完後，剩餘農業廢棄物（玉米稈）仍完整，雖然現行農民同樣多以機具碾碎覆土回田裡，但經與當地農民及農會討論，如欲收集食用玉米之農業廢棄物可於正產品人工採集完後，以類同青割玉米機具採集方式，收集食用玉米剩餘之農業廢棄物，此方案評估食用玉米稈保守價格約在每公斤3.5元內。

（四）稻稈農業廢棄物

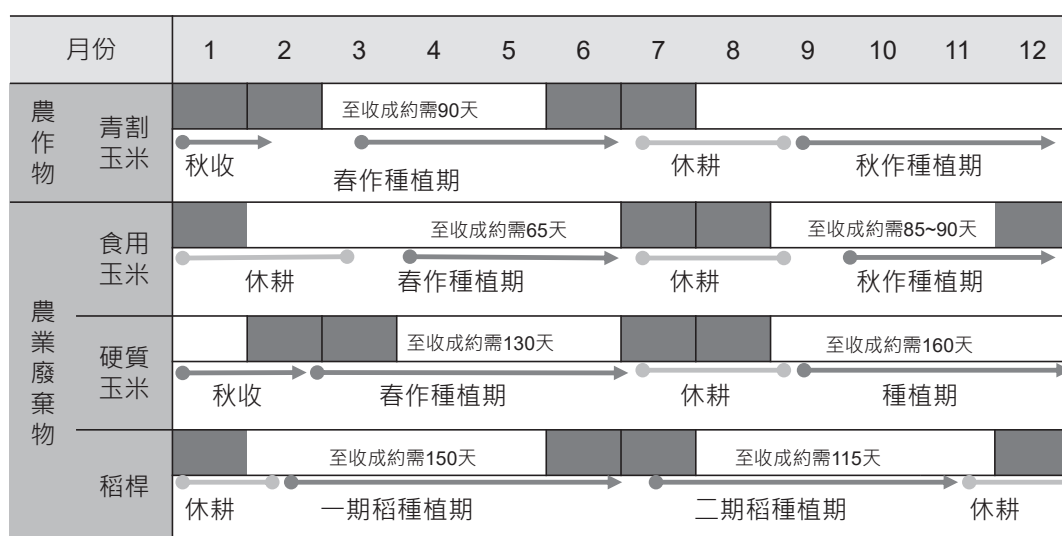
義竹鄉境內主要以一期稻作為主、二期為輔，平均產收量也不盡相同，一期稻作可產出稻稈每甲地約5.41公噸、二期稻作約4.04



公噸（相當於一期為5.57公頃/公噸、二期為4.16公頃/公噸）。現行稻米採集後所剩的稻稈，多數採自然放在田間任其腐化，少部分農戶會將其整理堆積成捆，販售給需要對象，因此稻稈交易行情為浮動價格，取決於

銷售端（農民）與需求者間議價情況，就近年交易情況而言，歷史價格高點位於每公斤3.5元，若採統包價方式向農戶收購，則每公頃價格約4,000元。彙整一期與二期稻作面積計算，稻稈農業廢棄物年產量為1,974公噸。

表2 作物種植及生質料源產出時序

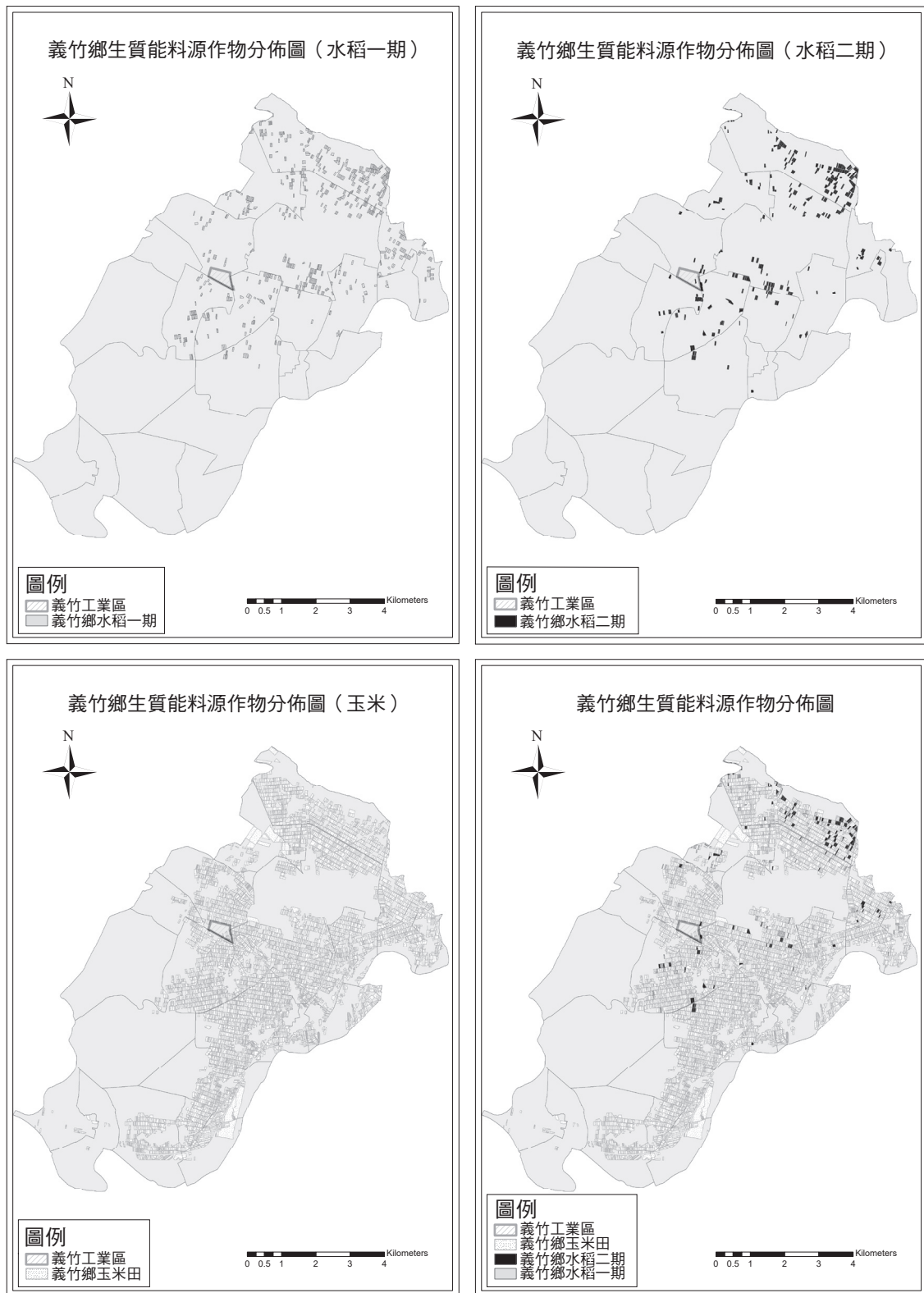


資料來源：本文整理

分析潛力生質料源供應方案

綜整前述各項料源種植時序資料，義竹鄉可供作為生質料源之月份如表2，深色部分為可供應料源之月份，多集中夏冬兩季節，而播種及作物育成階段之春秋兩季，則可能面臨料源短缺，此時無法僅靠義竹鄉境內的農業廢棄物做為生質物料來源，需另尋他鄉鎮農業廢棄物或其替代農業廢棄物之作物以供生質精煉工廠每日運作所需料源數量，潛力生質料源分布如圖1所示。

本文從循環經濟之精神出發，料源取得以農業廢棄物為首要考量，同時為降低運輸時碳足跡及配合既有農業政策，以在地作物為優先考量，希冀確保料源供給穩定，並協助解決農業廢棄物問題，以雙贏方式獲得生質能物料。分析義竹鄉潛力生質料源結果如表3所示，嘉義縣義竹鄉青割玉米可大規模種植，並現有設備及技術可配合，且所需支出成本較小，若考量原料成本極小化，青割玉米為最適方案選擇，但較缺乏循環經濟精神。而食用玉米其農業廢棄物透過機具適當



資料來源：本文繪製

圖1 義竹鄉生質料源作物分佈圖



調整，應有機會採集，但需注意勞動成本，目前義竹地區境內主要產量為特定代耕業者從事生產，並具有相當之規模，建議可採與農民共同合作，除得以減少進入市場門檻，

亦可降低交易成本，獲得穩定農業廢棄物來源。硬質玉米於採集部分需花費大量人力及機具設備改裝成本，取得農業廢棄物空間有限，故現階段暫不建議作為選擇對象。

表3 各項生質料源優缺點分析

項目	農作物	農業廢棄物		
	青割玉米	食用玉米	稻稈	硬質玉米
價格（元/公斤）	1.85	3.5	3.5	N/A
數量（公噸/年）	6,720	676	1,974	49,208
優點	種植容易，成長期短，且無採集處理問題	可蒐集已採收完之玉米株廢棄物，符合循環經濟	已有現行銷售市場，且收集技術具可行性	境內優勢作物，種植數量最多
缺點	非農業廢棄物，較不符合循環經濟精神	目前無該項勞工事，實際運用及農民意願尚待確認	市場總量難以確實掌握	現行採集困難需改良機具並增加諸多勞力成本支出

資料來源：本文整理

結語

「全民永續能源」（SEforAll）倡議在2015年通過新的永續發展目標，納入生物煉製技術，為全球生物經濟發展設立顯著里程碑。至此之後美國、歐盟等通過消除市場障礙和引入新的機制，促進市場投資，降低單位生產成本，創造更高的投資回報，來推動生物煉製產業發展。嘉義縣義竹鄉盛產玉米，無論就玉米粒（正產品）及其衍生的農業廢棄物（副產品）皆為提煉生質酒精或其他高附加價值之生質精煉產品能源轉化效率相當優異的料源，且具有單位面積高產量及較低種植條件、氣候抗受性高等優點，為發展生質物循環相當普及種植的潛力作物。

本文汲取相關過去研究經驗，以建立在

「解決農業廢棄物」與「供給端與需求端雙贏」的基礎上分析潛力生質料源供應方案，根據實地調查，義竹鄉境內目前可供作為生質精煉工廠料源的項目為青割玉米農作物、食用玉米廢棄物及稻稈廢棄物。而硬質玉米廢棄物雖然目前數量最多，但囿於現行採集需額外改良機具，就現況而言可行性甚低。此外，潛力生質料源可供應月份集中於1、2、6、7、8、12月，其餘無料源供應之月份，則需要另闢料源管道。在為符合循環經濟精神下，食用玉米其農業廢棄物透過機具適當調整，應有機會採集，極具潛力，但需注意其勞動成本支出變化，建議未來在生質料源需求供應，可透過與農民及代耕業者共同合作，獲得穩定生質料源，創造發展生質精煉產業與解決農業廢棄物雙贏局面。