

農業生態材料—綠產品開發利用

◎國立屏東科技大學生物資源研究所博士班研究生·林德財

◎國立屏東科技大學木材科學與設計系教授·藍浩繁

前言

根據經濟部工業局工業污染防治技術服務團隊研究報告指出，預計2010年世界木材消費量會達到51億 m^3 ，可知道人類倚賴木材需求量頗劇，由陳啟雄與李岱樺(2006)研究木質家具個案得知國內木料回收現況方面依國內業者及相關公會調查，國內原木利用率約45%，製材利用率約80%，而木業廢棄物進而將其資源化部分只佔全體使用之木質資源的4.38~5.13%，又依陳合進與陳載永(2002)調查台中地區公民營廢棄物清理機構結果指出，木質廢棄物量平均約佔所清運垃圾之10.92%，其中以廢棄木質家具最大量，其次為棧板、建築木質廢料。且黃榮堯與陳瑞玲(2001)建築廢棄物回收系統制度之研究指出，混合廢棄物中，廢木材約佔20%，其中5~10%再利用於模板舊料再生，而其最終處置方式75~85%衛生掩埋，10~15%為焚化(何明錦等，2001)，因此在減輕環境污染、再生資源利用與永續經營下，提倡生質農林廢棄物再生利用是必然之趨勢。

台灣農業生產逐漸式微，農業不再扮演經濟上的重要角色，農業結構逐漸轉型為生產、生活與生態之「三生」並重的產業(劉健哲，2007)，國內每年所產生的農業生質廢棄物總量2,300萬公噸(楊紹榮，2007)，其在利用上多用於施肥或是最終以焚燒處理，其再利用性不足，且因農業生質廢棄物材料因具有可再生、再利用、再回收、以及廢棄時對生態環境衝擊最小等優點，被認為非常值得深入研究開發為綠產品。

農林廢棄物來源及分類

根據調查，每年產生的農產廢棄物總量約為2,300萬公噸(楊紹榮，2007)，大致有下列幾種：穀類廢棄物、特用作物廢棄物、蔬果廢棄物、食品工廠廢棄物、菇類栽培介質廢棄物、禽畜及養殖廢棄物，茲分述如下：

1. 穀類廢棄物

穀類廢棄物包括稻草、稻殼及雜糧作物等，穀類廢棄物直接利用之用途為撒布於耕地並供給養分，或作為禽畜之粗飼料，亦可經由化學藥劑，酵素及生化方法處理將穀類中所含木質素、纖維素及半纖維素分離做進一步利用或者是作為熱能利用如直接燃燒等(楊盛行等，2003)。

2. 特用作物廢棄物

特用作物廢棄物中以甘蔗為最大宗，甘蔗廢棄物係原料甘蔗採收及製糖過程中產生，通常可產生蔗葉、蔗渣、濾泥及煙灰等廢棄物。蔗葉為原料甘蔗採收前或調製時剝葉所留下；蔗渣為經壓搾機壓後所餘甘蔗渣；濾泥則為製糖清淨過程中過濾所得之產物。

3. 蔬果廢棄物

蔬果廢棄物包括果菜市場廢棄物及酸菜廢棄物等，茲分述之：

(1) 果菜市場廢棄物

蔬菜廢棄物含水量可高達90%以上，因此掩埋不僅占空間，而且掩埋場會造成滲漏水

問題，引起二次污染。若採焚化處理也因水分過高，熱值不高，徒增處理費用。若要減少果菜市場廢棄物，可徹底做好產地分級包裝。

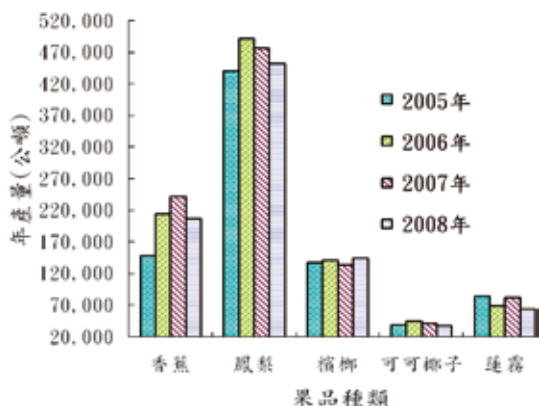


圖1. 台灣重要果品年產量

(2) 椰殼/椰纖維及油棕櫚

此類屬於食品與纖維加工廢棄物之一種，椰子果實結構組織可分外果皮、中果皮(纖維)及內果皮(硬殼部分)三部分，由於椰子為經濟果樹，主要是取用椰子水與椰肉，剩下之空殼若不加以利用，會容易孳生蚊蠅或其他病源體，又因其纖維組織保濕能力佳，可做為農作物之保濕層，並可將椰纖維多元化利用製成地毯、床墊、花盆及椰纖維板等產品(劉昌妮，1987；紀志臻、李貴琪，2000；李貴琪，2000；蘇立凱、張志鵬，2000；杜書蕙、張志鵬，2000)，較堅硬的果殼可作為工藝品用、生質水泥複合材(Renato et al. 2002)及碳化材料等(李砥中，2003；張容蓉，2005)。

4. 食品工廠廢棄物

此類多為農產加工廠加工後所殘留的部份，包含有鳳梨皮渣、蘆筍皮渣、竹筍殼、

檳榔、香蕉及蓮霧等。也有大量之水產加工廢棄物，目前國內大宗之水產廢棄物的實際利用情形除了做成飼料添加用，亦有製作成較高附加價值者，可做為發展工業及醫藥級利用(如製造疫苗安定劑、乳化劑和接著劑、抗凝血劑和胰島素及做為鈣質添加物等)。

5. 菇類栽培介質廢棄物

大多數的菇農對於廢棄太空包木屑的處理方式為直接傾倒或焚燒；也有整包廢棄太空包木屑直接放置於果園表面做為敷蓋材用。陳永龍(2008)利用栽植香菇後之太空包木材粒片混合高密度聚乙烯，以平壓方式製備木材粒片塑膠複合材，更利用殺菌劑混合抗氧化劑、金屬螯合劑或太空包甲醇粗萃物進行防腐處理，並以土壤-木塊腐朽試驗評估其抗腐朽菌之能力。林曉洪(2008)以台灣相思樹木材及栽培香菇後之太空包廢料為原料，探討固態木炭磚對台灣相思樹木材及太空包廢料木炭磚熱值之效應，結果指出太空包廢料回收製造生質燃料可行性極高。



圖2. 從農地採收回來之鳳梨葉處理後可研製各項生態材料產品(林德財 攝)

6. 禽畜及養殖廢棄物

通常禽畜的排泄物經堆肥化處理後，可製作為良好之有機肥料。而在雞隻方面，產生大量之雞毛廢棄物，由於這些廢棄物每含有豐富角蛋白(α -Keratin)，易發臭且不能久放，亦有研究學者將雞羽毛研磨成粉應用於膠合劑與木材防腐劑中，皆有非常良好之成效(李瑞玲，2003；范揚錦，2003)。李瑞玲(2003)利用雞毛廢棄物研磨成粉研製為膠合劑，應用於合板之黏著劑，其成板之效能可與酚甲醛樹脂膠合劑比擬。

生質農林廢棄物應用於木材科學相關研究

生質廢棄物性質可概分物理組成與化學分析兩大類，其性質因國情、地理環境、居民生活型態等而有差異，生質廢棄物性質對於其處理方法的選擇有深切之關係，特別將農林廢棄物依其組成、大小及特性做分類敘述其用途。

1. 膠合劑

由於製材廠或家具廠等之樹皮、鋸屑等木質廢棄物處理也是產量之大宗，此等廢棄物除了小部份做為燃料利用外，也有諸多學者將其提煉為膠合劑(李文昭、劉正字，1995；李文昭、劉正字，1996；李文昭、劉正字，1998，李文昭、劉正字，2004；Lee and Lan, 2006)。李文昭(2007)研究指出，現今所採用之膠合劑雖以合成樹脂膠合劑為主，然基於資源永續利用之觀點，具備再生性質之天然資源仍為未來極需積極開發之膠合劑原料來源。

2. 紙漿化

目前國內紙漿來源包括木漿、蔗漿及其他回收紙漿等，且近年來廢紙回收率皆有良好成效，使用廢紙可減少二氧化碳之排放，對減緩溫室效應是有幫助的。且回收紙袋與報紙製作相關紙品，主要可降低成本與減少環境污染。也有研究為了提高植物樹皮採收率及節省工資前提而研製高級紙品，利用剝皮機，探討枝條與樹皮組成分重量分析，可將枝條善加利用，提高枝條之再利用率。

3. 複合板材

藍浩繁等(2005)以牡蠣殼粉取代水泥、以二氧化碳噴壓技術研製木材粒片水泥複合板性質探討得知，木材粒片牡蠣殼粉水泥複合板為尺寸安定性佳之板材，也有學者使用木竹材、回收廢紙纖維、木材加工廠廢木料、稻草、稻殼、蔗渣、椰子殼、亞麻、西波爾麻(Sisal)、黃麻(Jute)、香蕉、花生殼、蘆葦、玉米穗軸等纖維原料製作生質水泥複合材(顏聰，1978；陳載永、薛秀輝，1980；黃耀富、藍浩繁，1989；Shubert et al. 1991；陳載永、黃速汝，1993；Eusebio et al. 1995；Nagadomi et al.1996；鄒哲宗等，1998；Savastano et al. 1999；Rim et al. 1999；尹華文等，2000；尹華文等，2001；Renato et al. 2002；Bilba et al. 2003；Savastano et al. 2003；Sorounshian et al. 2004)，應用於天花板、耐燃板、隔音板、屋頂及地板等之用材。

4. 木材保存

木材極易受到腐朽菌分解劣化，微量的銅元素是真菌類酵素活化生長所必需，而高濃



圖3. 碳材料產品(木竹炭、椰殼炭)(林德財 攝)

度的銅元素對真菌類的細胞代謝卻具有極大的毒性，真菌類的生長會因高濃度的銅元素存在而受到抑制，因此，以含銅成分之防腐藥劑處理木材，可以有效地抑制真菌類的生長，達到延長木材使用年限的目的(Garraway and Evans 1984；Jellison et al. 1997)。藍浩繁等(2007)採用硫酸銅及硼酸作為耐腐朽抗蟲害之主成分，並添加植物性蛋白(大豆蛋白質)作為固著劑研製之P/ACB藥劑，使用回收之木質纖維材料浸泡藥劑實驗木材對於耐腐朽研究結果得知，經過蛋白質固著之P/ACB藥劑其耐久性不亞於鉻化硼酸銅(CCA)，亦為新環保型低毒性木材防腐藥劑之一，並以成本低廉、操作簡易又可達到良好木材保存效果著稱。

5. 炭(碳)材料

近年來，由於木材纖維材料備受矚目，且資源化又是對環保是有所幫助的，而炭(碳)材料有許多之機能性，如具有優良之加工

性、溫濕度調節、吸附、除臭、水質改良及隔阻電磁波等。

結論

木質纖維素材料及其利用皆廣受大眾好評及廣泛應用之，但隨造林速度較緩慢、各種形式之應用普及的情況下，森林資源非常匱乏，在保護資源及尋求新資源的需求下，農業生質廢棄物之回收、再利用與資源化之重要性隨即愈趨重要，而在農業生產(包括農作物生產、林業生產、漁業生產、畜牧生產、農產品加工等)過程中，所產生之廢棄物質種類甚多，具有無限供應潛力，而在化石資源和能源逐漸匱乏的今日，由於農業廢棄物有緊密之纖維組織、原料儲存壽命長、取材方便且供應量充足等特性，全球再度重視生質能源，不僅運用得宜，更解決環境污染問題。♻️

◎ 參考文獻請逕洽作者