

綠色產品第四章

可分解塑膠

文圖 / 楊紹榮

台南區農業改良場

綠色塑膠種類

可分解的綠色塑膠資材有數種，爲了讓農民及消費大眾易於了解，一般區分爲光分解與生物分解塑膠二大類。光分解塑膠（Photodegradable plastics）是傳統的塑膠材質添加光敏感性官能基或添加劑，吸收日光中的紫外線能量產生自由基促使塑膠裂化、分解。至於生物分解塑膠，則又依產品分解率的多寡而區分爲部份生物分解塑膠（Partially biodegradable plastics）或崩解塑膠（Disintegratable plastics），以及完全生物分解塑膠。

部份生物分解塑膠是將天然高分子與一般塑膠摻混而成，摻混的天然高分子（如澱粉、纖維素及碳水化合物的衍生物等）會被分解，一般塑膠仍殘存於土壤中不會被立即分解，其最終的分解情形視殘留塑膠中分子量大小而定。

完全生物分解塑膠是利用微生物及農作物（如玉米、馬鈴薯、樹薯、小麥、甜菜、水稻及大豆）等完全可重新獲取或可以分解的資



■ 塑膠廢棄物對農村生態環境污染影響至鉅。

材，做爲生物分解塑膠製造用原料。製造方法有4種。

(1)生物合成：以微生物做爲原料供給葡萄糖經發酵成聚酯。

(2)化學合成：大部分化學合成之高分子材料不會被微生物分解，惟脂肪族聚酯及水溶性高分子材料可被微生物分解，其優點是可用傳統化學方法合成，故量產時，成本易降低。

(3)採用天然高分子：纖維素、澱粉及其他高分子材料經化學改質後，製造生物分解塑膠，若使用澱粉則成本可望下降。

(4)摻合法：天然高分子與前述生物或化學合成之生物分解高分子材料進行摻合。

據Shukla報導(1997)：由於合成方式不同，生產成本也不一樣，以生物合成的最貴，每公斤爲15.3美元，化學合成爲7.3美元，採用天然高分子爲5.5美元。此外，也可利用遺傳工程製造生物分解塑膠，據Vijay Rao(1998)之報導：美國植物生物研究人員已發明利用特別基因植物製造生物分解塑膠。Somerville氏發現*Alcaligenes eutrophus*細菌在其DNA排列中含有三種特殊的基因，使其能產製塑膠。利用此法萃取的塑膠非常貴，每磅約4美元，而傳統石油產製的塑膠僅需0.5美元。根據孟山都公司的估計：此種產製塑膠的植物在2004年可供農民種植。

台灣之研發及利用概況

可分解綠色塑膠在台灣之研發機構，初期有工研院化工所和台灣聚合化學品公司（台聚公司）技術發展處，前者於1990年開始，所開發之分解性塑膠，包含光分解性聚乙烯、生物崩解性聚乙烯、光／生綜合分解性聚乙烯、生物崩解性聚苯乙烯等四種。化工所並將技術轉移給亞洲聚合股份有限公司，在1992年進行光分解濃縮母粒之量產作業，其商品名為“百利滿”（Polymer-M）。

台聚公司技術發展處於1989年開始研發，開發的分解性塑膠商品名為“保塑烯”（Ecolene），從1993年開始生產光分解母粒迄今約有15噸。

日森公司於1998年進行生物分解澱粉樹脂之生產，商品名為佳綠（Green choice）年產值為6,000公噸。

偉盟公司於1997年進行生物分解塑膠之研發，1999年與義大利 Novamont 公司合作，於2000年開始量產，商品名為 Mater-Bi。

可分解綠色塑膠在台灣農業利用之評估始於民國80年。台南區農業改良場自民國80年2月開始進行可分解綠色塑膠在園藝作物栽培之評估，初期以本省台聚及亞聚自行研發的分解膜為供試



■台聚研發的光／生物崩解膜，敷蓋2.5月後之裂解情形

材料，進行畦面敷蓋分解膜對當期作之影響，隨後也從國外先後引進 Polygrade，Plastor，Ecostarplus，Novon及 Mater-Bi 等材料進行評估，迄目前之調查分析顯示：可分解膜在農業之利用具正面之效果，目前長期性之影響評估及新材料之引進等試驗仍持續進行中。

除了做為畦面敷蓋外，綠色塑膠在農業上還可以應用在PP太空包栽培、園藝苗圃移植鉢、蔬果之捆紮帶／繩／套袋／種子帶、植物標示牌及夾子、水溶性農藥包裝袋、緩效性肥料或農藥之微膠囊、以及廚餘堆肥袋等。

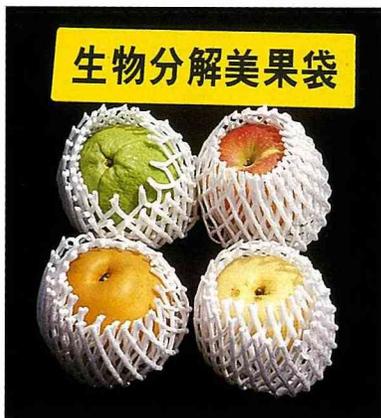
據台灣塑膠公會的統計（1990-1998）台灣地區每人每年塑膠的消費量為105.3-134.5公斤。因此每年所產生的塑膠廢棄物量也頗多。

在這些塑膠廢棄物中，有57%為塑膠袋及膜。另據調查台灣一般垃圾中塑膠類之比率為17.8-20%（1992-1999）。凡此均顯示塑膠過度的氾濫使用。為了減少日常生活中傳統塑膠的使用、採用生物可分解垃圾袋配合廚餘，庭院枯枝落葉等有機廢棄物的分類蒐集，進行資源再生對於廢棄物減量及現行的垃圾處理方式將有莫大的助益。

目前生物分解堆肥袋可配合利用於社區廚餘，公園、庭院枝葉及果菜批發市場等有機廢棄物分類蒐集。以社區廚餘及庭院枝葉而言，可由環保機關結合社區民眾做好垃圾分袋，由清潔車定時收集，再送至大型有機廢棄物處理場進行堆肥化處理。

台南區農業改良場在民

生物分解美果袋



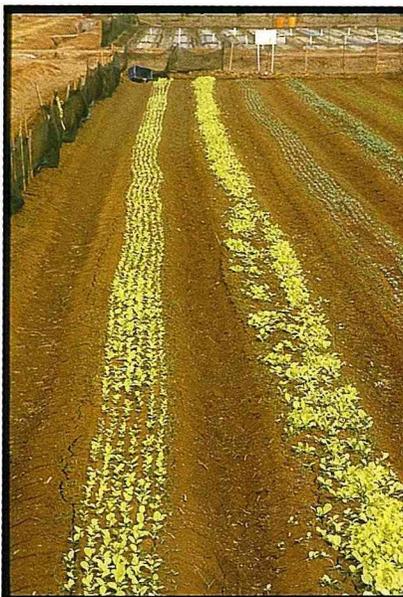
■日森公司產製的生物崩解果實保護套。

國88年10月曾經採用義大利 Novamont公司產製的Mater-Bi 生物分解堆肥袋進行堆肥化初步評估，在堆肥化處理後42天生物分解堆肥袋之失重率達82.9%。另外以 Mater-Bi生物分解堆肥袋裝填庭園落葉，於台南縣佳里農牧廢棄物資源處理中心經3個月餘之翻堆後所產製的有機質肥料品質甚佳。

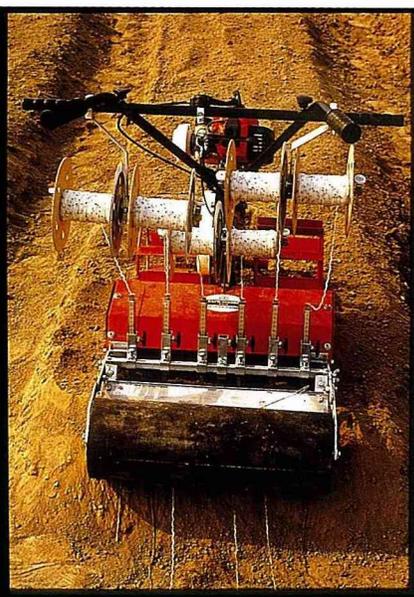
推廣階段所遭遇的問題

推廣綠色塑膠目前所面臨的問題有二，一為分解膜所累積的殘留碎片量，另一為分解膜成本仍偏高。前者經國內外的研究已初步證實碎片量對於當期作、後續作物之生育、產量，植體可食部份，重金屬含量及土壤物性等並無不利的影響。目前最主要的因素仍繫乎於成本。

就農業用分解敷蓋膜而言，本省台聚公司所研發的銀黑色生物崩解膜（每捲400m長、1.8m寬及0.035mm厚）約為新台幣1,260



■可分解種子帶應用在蔬菜直播栽培，省工且植株生育均勻（左圖），右圖為加掛種子帶的播種機。



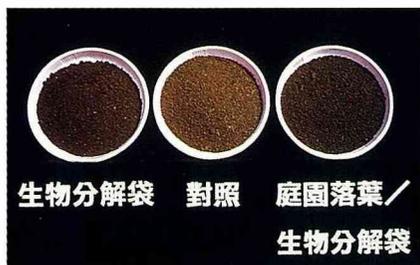
■德國 Biotec 公司產製的生物分解移植鉢。

元，較傳統PE膜842元每捲平均貴49.6%。至於完全生物分解膜之價格則更高，據日本小林五郎（1999）之報導得知，完全生物分解膜較傳統PE膜每捲約貴2.4-4.2倍，雖然目前光分解及生物崩解塑膠之生產及回收成本合計（新購材料及使用後PE膜之回收費用）較傳統PE膜還便宜，惟對分解膜在使用上及其後續影響仍存有疑慮；加上農民節儉習性，目前仍未能被農民所接受。

未來發展潛力

由於大家對於居住環境的珍惜，因此對於採用可分解塑膠之綠色產品也日益重

視及認同，未來政府如能制定相關法律及初期給予適度的補助，將有助於綠色塑膠之推廣。根據義大利 Novamont 公司 Bastioli 氏之報導：在2002年以澱粉做為基質之生物分解塑膠之歐洲市場年產能為40,000噸（無立法及農業機構支持），惟若有立法及農業機構之支持則年產能將大增到200,000噸。在日本生產 "Kie Maru" 生物分解膜的 Topy Green 公司認為，如果 Musashino 市不補助一半價錢，則目前每捲6,000日圓之 "Kie Maru" 生物分解敷蓋膜農民絕不可能購買。傳統的PE膜每捲僅售2,000日圓，在 Musashino 市，目前每捲回收處理費用為250日圓，因此如果採用生物分解膜，每位農民需多支出3,750日圓。因此農民一致希望 Musashino 市及 Topy Green 公司經由市場的擴增而降低敷蓋膜的成本。



■生物分解袋裝庭園落葉產生的有機質肥料品質佳。

據生產聚己內酯 (PCL) 生物分解材料之 Daicell 公司報導：由於 PCL 樹脂新技術之開發，因此，該公司樹脂年產能將從目前的 1,000 噸增加為 5,000 噸，在 2000 年之銷售目標為 3 兆日元。為了達到此目標 Daicell 公司將對於農業用生物分解畦面敷蓋膜之利用做為優先考量。

又根據美國飼料穀物協會日本辦事處顧問 Eiichi Takeshita 博士之資料(2000 年 2 月)：在過去的 4-5 年，日本生物分解樹脂及膜製造公司與一些農作團體已經合作進行若干試驗也蒐集了若干數據，惟資料仍嫌不足。

迄 1999 年底，生物分解敷蓋膜的市場成長率非常緩慢，最主要的原因是供應能量受限所致，惟由於卡吉爾—陶氏聚合物公司(Cargill-Dow Polymers LLC)產能增加，因此 2000 年將有突破性的進展。據卡吉爾—陶氏聚合物公司之報導：為了因應市場需求，2000 年該公司生物分解塑膠聚乳酸(PLA)之年產能將達 8,000 噸，西元 2002 年在美國內布拉



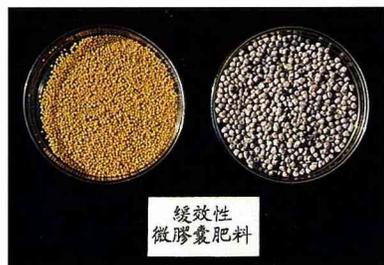
■分解性塑膠製成的各種生活用品。

斯加州布雷爾布 (Blair) 工廠正式運作後，年產能將達 140,000 噸，以迎合全球市場需求。

據美國飼料穀物協會日本辦事處代表 Dennis Kitch 報導：在西元 2010 年日本國內生物分解塑膠市場年需求量將達 100,000 噸，會取代現有傳統塑膠市場的 10%。而日本工業界也普遍認為經由生物分解敷蓋膜的量產，暨成本的下降生物分解敷蓋膜在日本市場至少將擴張 5-10 倍。



■利用 Mater-Bi 生物分解堆肥袋(右)蒐集廚餘。



■作物栽培用的緩效性微膠囊肥料。

環保標章規格標準

本省可分解塑膠之農業用資材之環保標章規格及標準，於民國 85 年 6 月首次訂定，為了因應國際標準組織 (International Standard Organization, ISO) 之新版檢測標準，於民國 88 年 6 月第二次修訂，89 年 4 月第三次修訂，其規格標準為：農業用資材係指數蓋膜、育苗鉢 (移植鉢)、套袋、堆肥袋及捆紮繩帶等；產品依 ISO 14851 及 ISO 14852 方法檢測時，生物分解度須達 50% (含) 以上；依 ISO 14855 方法檢測時，生物分解度須達 50% (含) 以上；產品中不得含有環保署公告之毒性化學物質；若產品只有尺寸大小、包裝量之差異時視為同一產品；標章使用者之名稱以及住址須清楚記載於產品或包裝上，標章使用者若非製造廠商者，製造者的名稱及住址須一併記載於產品或包裝上及產品或包裝上須標示『使用可分解之塑膠』。