



大循環—未來材料化學品產業 永續經營之鑰

技術主編：張光偉 G. W. Jang

現職：工研院(ITRI) 材料與化工研究所 化學工程技術組 正研究員/技術總監

學歷：University of Texas at Arlington 化學博士

專長：有機無機混成、生質材料

「認知」革命，使我們了解到共同合作得以離開非洲草原，開拓多元更好的生活，但是人類的活動卻開始為地球環境帶來前所未有的改變與破壞，以致造成大量物種滅絕，而且愈來愈嚴重。最近的100年，因塑膠發明而造成的廢棄物，更是掀起地球環境的大浩劫。發現石油後，我們大量開採這些埋於地底下數百萬年的物質，用來製造各類化學品及日常生活中常使用的塑膠材料，雖然易於生產使用且價格便宜，但也無形中賠上了環境成本。

我們以線性經濟的行銷手段與方式來使用塑膠，要數百年才分解，不斷累積廢棄量因之造成現今塑膠微粒無處不在的問題。以最近必需使用的口罩為例，其組成包括PP不織布的內外層及中間的過濾層，都是塑膠；多數我們穿的衣服也是塑膠，約占七成，通常是聚酯或尼龍；而其他包括吸水墊片、尿片甚至食品包裝的吸水、吸血墊片，也都是壓克力吸水性樹脂，包覆在PP或PE中間。各種不同型態及組成的塑膠用品，組成複雜，因此不易回收，易造成汙染。在現有工業循環體系中，除了提升機械循環效率外，亦可藉由化學及酵素回收技術，透過解聚程序製取小分子，再將單體及寡聚物衍生應用高值產品，以延續石化材料之生命週期，降低化石原料的使用。然而畢竟塑膠可回收再利用次數有限，且往往需要添加新料，因此，朝向循環經濟的大循環，為未來材料化學品產業永續經營的方向。如果能以循環經濟的生物循環作為產品設計製造的起點，以植物為料源，一開始就吸收二氧化碳，製成糖再形成纖維素，成熟採收或廢棄後，還可以應用生物精煉的化學及生物製程，解聚回各種醣類，再轉化成化學品與材料，包括生質塑膠。

我們將生質料源稱作「醣平台」，開發的生質塑膠，若能在180天分解，走生物循環；較難分解的則走工業循環，不堪使用後，再回到生物循環再生。不是所有的石化塑膠都不可分解，只是大部分常用的石化塑膠確實是無法分解的。這些由再生資源來的塑膠及生物可分解塑膠統稱為生物塑膠(Bioplastics)。面對塑膠汙染的問題，並無單一的解決方案，也沒有完美的替代材料，關鍵在珍惜資源，除了回收再利用，我們要開始使用再生資源如植物來替代原油生產塑膠，使用後讓塑膠可生分解回歸土地，重新讓植物生長再生。生物精煉也不應侷限於「醣平台」應用，除了使用有機廢棄物，精煉過程每階段副產物都可加以利用，以降低廢棄量，亦可分擔加工成本。如歐盟展望2020 No Agro-Waste (NoAW)計畫，以南法釀酒殘餘葡萄渣為例，先萃取出高值多酚、纖維素，剩餘物質再作發酵產生沼氣轉化能源，或精煉成化學品再聚合成生質塑膠；工研院團隊則將上游多酚、下游生質塑膠，組合成抗菌食品包材，延長食品保鮮期，降低食品浪費，最後剩餘的物質還可做肥料或飼料，這就是瀑布式(Cascade)應用技術。地球只有一個，現在我們需要另一次「認知」革命，共同合作減廢、減塑！