

前言

西元 1750 年工業革命 (Industrial revolution) 以來，人類在提昇生活便利性之同時，因為消耗大量能源，過度使用化石燃料之結果，已經讓「化石燃料用盡後，人類該如何尋找替代能源」議題提前浮出檯面。

經濟部能源局「能源政策白皮書」(經濟部，2005)指出，2004 年底世界原油蘊藏量尚有 1 兆 1,886 億桶，預估還可開採 41 年，天然氣蘊藏量尚有 179.5 兆立方公尺，預估還可開採 67 年，煤炭蘊藏量尚有 9,091 億公噸，預估還可開採 333 年。換言之，化石燃料中最重要之石油與天然氣等兩項資源，都被預估將在廿一世紀期間被開採完畢，屆時若無法找到合適之替代能源，將面臨另一波之能源危機。

除了能源危機之外，另一個疑慮則攸關地球之環境保護。由於過度使用化石燃料，大量排放溫室氣體所引發之溫室效應，已導致全球氣候逐漸溫暖化。依據美國 Energy Information Administration (2004) 統計，全球因化石燃料消費所排放之 CO₂ 當量已自 1994 年之 217 億噸，提升到 2004 年之 270 億噸，平均年成長率為 2.2%。

在頻傳之氣候變遷現象中，管制溫室氣體排放之問題逐漸受到重視並被廣泛地討論；其中，又以 1997 年 12 月於日本京都召開之「氣候變化綱要公約 (UNFCCC) 第三次締約國大會 (COP3)」所簽署用以規範全球 38 個主要工業化國家及歐盟溫室氣體減量責任之「京都議定書」最受矚目。該議定書在 2004 年 11 月 18 日俄羅斯正式交出該國普廷總統簽署之「京都議定書」後，由聯合國氣候變化綱要公約宣布「京都議定書」自 2005 年 2 月 16 日起正式生效，使得溫室氣體之減量成為當前各國重要之政經與社會議題。

在環保問題與能源危機之雙重壓力下，許多國家都紛紛開始尋找替代能源；其中，再生能源 (Renewable energy) 是十分重要之一項。再生能源包括太陽能 (Solar energy)、生質能 (Biomass energy)、地熱能 (Geothermal energy)、海洋能 (Marine energy)、風力 (Wind energy)、非抽蓄式水力 (Hydropower) 或其他經認定可永續利用之能源。當前各國之再生能源消費中，以生質能 (Biomass energy) 所佔比例最高。所謂「生質 (Biomass)」或稱為「生物質」是指透過光合作用 (Photosynthesis) 所形成之各種有機體，包括動、植物與微生物 (Microorganisms)，而「生質能」則是以化學能形式貯存在生物質，並以生物質為載體之能量。由於貯存於生物質之原始能量係來自太陽能，因此從廣義之角度來看，生質能也是太陽能之一種表現形式，加上生質能具有取之不盡、用之不竭，且隨處都有等特色，因此開發生質能源除了可紓緩能源危機，減少對石化燃料之依賴外，尚有增加自產能源、提高能源自給率及減少廢棄物污染等優點。

在眾多生質能源中又以生質乙醇 (Bioethanol) 最受矚目，由於生質乙醇具有高純度、方便儲存與低危險性等優點，可將汽油與生質乙醇混合用於車輛之引擎。依據 Brazilian Automotive Industry Association 之報告 (2005)，現有車輛可在不需修改之情形下，直接使

用混入 5% 或以下生質乙醇之汽油（稱為 E5），且即便加入 5% 以上生質乙醇之汽油，也只需視情況修改或調整化油器、點火系統等零件即可。由於巴西是目前推廣生質乙醇最成功之國家，該國以大面積種植之甘蔗作為原料，並以提煉之糖蜜來生產生質乙醇，以 2005 年為例，其生質乙醇之產量已高達 1,680 萬公秉，其中之 1,430 萬公秉用來供應巴西國內燃料需求。除了巴西以外，其他國家也開始立法強制添加或者透過免稅措施等方式，推廣生質乙醇。台灣政府也在發展再生能源之政策目標下，宣布於 2007 年起試辦汽油添加生質乙醇之計畫，並擬於 2008 年強制在汽油中添加 1% 之生質乙醇，2011 年全面強制加油站供給添加 3% 生質乙醇之汽油。因此從國內外之發展趨勢來看，生質乙醇確實具有相當之未來性。

所謂生質乙醇，係指運用微生物，如酵母菌、細菌等，將可醱酵糖（Fermentable sugars），如葡萄糖（Glucose）、甘露糖（Mannose）等轉換而成之乙醇。常見產製生質乙醇之方法與原料，包括（1）使用澱粉水解酶（Amylase）將澱粉類作物（Starch plants），例如甘藷、玉米、稻米等之澱粉轉換為葡萄糖，再予以醱酵成乙醇；（2）由含糖作物（Sugar plants），例如甘蔗、甜菜等直接提煉糖份，再予以醱酵成乙醇；（3）使用生物化學方法將含有木質纖維素（Lignocellulose）多醣體（Polysaccharides）之原料分解成單醣體（Monosaccharides），再予以醱酵成乙醇等，即為俗稱之纖維酒精（Cellulosic alcohol）或纖維乙醇（Cellulosic ethanol）。

由於含糖作物與澱粉類作物常屬於重要之糧食作物（Food crops），若移作生質乙醇之原料，勢必影響到糧食供應平衡，衝擊糧食市場與糧食安全（Food security），因此以含有木質纖維素之非食用草本植物、木本植物或農業廢棄物作為生產乙醇之原料，不僅可避免衝擊糧食市場，更可連帶解決農業廢棄物問題，是爭議最少之選擇，但相對於以甘蔗或與玉米提煉乙醇之成本與技術，要從木質纖維素原料轉換出乙醇，確實存在成本偏高與轉換技術成熟度不足等問題。未來究竟是採取那一條途徑，成本會是其中一項重要之考量因素，但絕對不應該是唯一之考量因素。

基於「環境永續」之一貫理念，我們選擇不與糧食市場競爭之木質纖維素料源，投入纖維乙醇之研製，同時將收集之相關技術與文獻，分享給大家，我們相信透過分享可以跨越門檻與障礙，讓經驗快速累積與傳遞。

參考資料

經濟部能源局。2005。能源政策白皮書。台北：經濟部能源局。

Brazilian Automotive Industry Association. 2005. Alcohol Fueled Vehicles & Flex Fuel Vehicles – The Ethanol application as vehicular fuel in Brazil.

EIA. 2004. International Energy Annual. US: Energy Information Administration.