

由於石油儲量漸竭，且多數產油國家地處政治敏感或戰爭地區，石油供給不穩，加以開發中國家對能源需求激增，在預期心理及投機炒作之下，國際油價節節攀升，使得開發替代性能源在經濟效益上的可行性大為提升，成為各國能源產業迫切的發展方向。

推廣能源作物栽種 永續發展再生能源

文 | 溫祖康 農委會企劃處

生質能源產業面臨之瓶頸

近年來，在高油價之推波助瀾下，生質能源產業之發展受到各國的重視，但就長遠發展而言，仍有若干隱憂值得探討。本文將探討我國推動生質能源之可行性及對我國生質能源政策之意涵。

(一) 其他替代性能源之競爭

目前生質能源主要用於運輸載具，用以替代石油及柴油等石化燃料的使用，但運輸用途僅為石化燃料之其一用途，主要用途為發電之用。然而，美國 2007 年通過新能源法案，未來擬興建 6 座核電廠；中國目前已有兩座核電廠正興建中，預期未來將加重核能發電的比重；印度目前正在興建 8 座核電廠以滿足該國對電力的需求，並與美國簽署協定，取得必要的技術支援，以尋求穩定的能源供給。由此顯示各國正積極尋求在發電方面的其他替代方案。

未來若核能或太陽能與其他可再生性能源，能夠有效替代石化燃料在發電方面的使用，則石化燃料可轉供交通運輸用途之數量將會增加，若屆時石化燃料價格向下調整，則必將衝擊生質能源產業之發展。

此外，就長遠來看，氫燃料電池於交通運輸載具用途之開發，亦將造成生質能源產業發展的潛在威脅。

(二) 生質能源生產成本偏高

生質能源之生產成本較高，使得售價偏高，因而必須透過政府以法令規定生質能源於石化燃料之混用比例，或是透過減免稅賦的方式來補貼消費者，以擴大對生質能源的需求。目前國際原油期貨價格走高，雖提高使用生質能源之誘因，惟國際油價係以美元計價，美元近期走勢疲軟，亦為造成油價上漲之間接因素，假使油價上漲之預期心理消失，預期將影響生質能源產業之發展。

在政策補貼方面，以德國 2006 年 8 月取消對其境內生質柴油的補貼及恢復課稅為例，對該國生質能源產業造成極大衝擊，部分業者甚至必須停工。因此，一個產業之發展若需要政府長期的補貼，則表示該產業必存在某些不適合當前時空背景之特殊條件。

(三) 糧食作物與能源作物競用耕地

能源作物本屬糧食作物之類，在生質能源未受重視前，其產品多為重要之民生物資，如可製糖的甘蔗、甜菜，可煉製食用油的大豆、油菜，可供食用的玉米、小麥等，假使大量糧食作物被移作能源之用，則必使糧食供給出現短缺，並在比價效果之下，原種植其他作物之耕地亦將轉而投入能源作物之生產，致使糧食供給短缺的現象擴散，波及其他糧食作物，進而使得糧食價格全面上漲。全球可耕地面積有限，在糧食作物與能源作物之競用，亦將造成糧食價格及能源價格的波動。

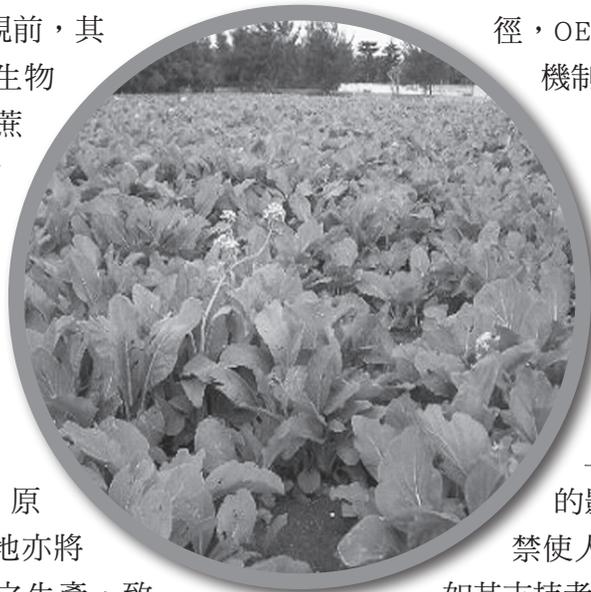
不論糧食作物或能源作物，其生長均受到天候的影響，倘若作物主要產地發生顯著天候變化，造成作物嚴重減產，則可能造成糧價與油價雙漲之情勢。假使因為生質能源的發展，致使糧食價格上漲，造成基本民生問題，則糧食與能源之間的選擇，將值得深思。

(四) 生質能源的效益仍存疑

經濟合作發展組織 (OECD) 於 2007 年 9 月針對生質能源發展趨勢表示關切，並建議各國應取消對能源作物的補貼，因為當今生質能源的發展已使得食品價格上漲，造成民生問題。此外，對自然環境的效益亦不如預期，且在高價格的趨勢下，能源作物將取代森林、溼地、草原等自然環境系統，進而加速對自然環境的破壞。

對於減少溫室氣體排放最有效率的途徑，OECD 建議仍應透過市場機制尋求解決。

生質能源之興起，主因其可替代石化燃料的使用，並有益於自然環境的存續，但石化燃料之替代及自然環境之保護顯非立竿見影，而糧食價格上漲對國民生計所帶來的影響卻已迫在眉睫。不禁使人質疑生質能源是否確如其支持者所言之可期。



台灣推動生質能源之可行性

(一) 我國推動生質能源之現況

生質能源之開發具有能源自主、農業發展、環境保護與經濟成長等綜效。生質能源的原料為醣類作物及油料作物，我國農業產業基礎雄厚，生產技術優越，絕對有能力種植能源作物，提供生質能源精煉廠必要的原料。此外，生質能源的精煉技術，亦不存在技術上的困難。

在生質柴油的生產方面，台灣新日化公司經由工研院的技術輔導在 2004 年

10 月正式啟用我國首座生質柴油示範工廠，年產量可達 3000 公秉。農糧署於 95 年規劃利用休耕田區種植大豆、向日葵及油菜等油料作物 2,000 公頃，估計可產製 480 公秉生質柴油；96 年增加種植面積至 8,000 公頃，估計可產製 3,200 公秉；自 97 年起，因料源將開放自由市場，擬優先利用國內廢食用油為料源，並依市場需求及價格，以契作方式調整能源作物種植面積，規劃種植 20,000 公頃，約產製 8,000 公秉生質柴油；至 99 年預估種植 80,000 公頃，產製 32,000 公秉。國內生質柴油預定 2010 年將強制推動 B2（含 2% 的生質柴油），推廣量估計為 10 萬公秉。

關於生質酒精的生產，國內台糖公司在台南新營所使用的蜜糖製造食用酒精加工廠，年產量可達 2 萬公秉，只需建立脫水純化成無水酒精的後段製程，即可取得生質酒精，具有技術上的可行性。

在煉製生質酒精用的澱粉作物之規劃種植方面，農糧署於 96 年種植澱粉用甘藷 30 公頃，產製 150 公秉酒精；並預計在 97 年種植 100 公頃，產製 500 公秉酒精；98 年種植 3,000 公頃，產製 1.5 萬公秉酒精；99 年種植 20,000 公頃，產

製 10 萬公秉酒精。並自 100 年起開放自由市場，預估種植 20,000 公頃，產製 10 萬公秉生質酒精。

(二) 我國生質能源發展面臨之問題

依國內學者之推估，我國若以自產甘蔗來生產生質酒精之成本，與國外學者評估其他生質酒精模式之生產成本進行比較，可發現原料成本為我國生質酒精生產成本的主要部分，約 84%，高於其他國家之比例。至於生產成本方面，我國顯著高於其他國家，且副產品收益亦不如其他國家，故總成本顯著偏高。詳如附表所示。

另依國內學者之研究，若直接進口澱粉來進行生質酒精的生產，每公升平均成本約為 22.4 元；若以進口蔗糖的方式來進行生產，則每公升平均成本約為 20.3 元；但假使直接進口生質酒精，則每公升成本估計僅 14.4 元。

在生質柴油方面，國內生質柴油業者，泰半以廢食用油回收以製成生質柴油，每公升價格估計約為新台幣 45 - 50 元，仍高於石化柴油的價格，目前產品主要售予公家單位，提供環保車輛使用。根據生質柴油業者於 2005 年前往德國考察的結果，德國生質柴油每公升市售價格約新台幣

附表. 不同地區生質酒精產製成本比較

(單位：元/公升)

產地	原料別	原料成本	其他成本	生產成本	副產品收益	總成本	資料來源
美國加州	玉米	9.92	5.79	15.71	2.14	13.57	Burnes <i>et al.</i> (2005)
美國夏威夷	甘蔗	11.17	6.52	17.69	3.49	14.20	Stillwater Associates (2003)
美國	玉米	9.76	4.74	14.50	-	14.50	Pimentel and Patzek (2005)
巴西	甘蔗	-	-	-	-	10.56	Pimentel (2003)
台灣	甘蔗	25.39	4.78	30.17	0.96	29.21	張智淵 (2006)

資料來源：「生質能之生命週期評估 - 以甘蔗之栽種與利用為例」，張智淵 (2006)。

(註) 生產成本 = 原料成本 + 其他成本

(註) 總成本 = 生產成本 - 副產品收益

幣 38 元，但出廠價格約每公升新台幣 34 元，若扣除利潤，估計成本應在每公升新台幣 30 元左右。

顯見我國生質能源的生產成本普遍高於其他主要生質能源生產國家之生產成本，欲使國產生質酒精在國內具有競爭力，則政府之補貼勢不可少。我國於 2005 年開始推動生質能源，鼓勵農民利用休耕農地種植能源作物，並於 2006 年規劃以環境給付補貼生產資材作業費，提高農民種植能源作物之誘因。惟能源作物本身即是農產品，對能源作物的補貼理應依照 WTO 境內支持規範辦理，對於相關補貼措施是否符合相關國際規範，實有討論之必要。

此外，若就市場的角度來探討我國推動生質能源產業之可行性。在生產成本上，不論是採用自產生質能源作物，或是自國外進口原料，來從事生質能源之煉製，我國均將面臨較國外其他主要生質能源生產國家更高的生產成本，因此我國產生質能源於外銷市場將難以與其他國家競爭；又若以滿足國內市場需求為目標，則依 94 年「能源政策白皮書」，自主能源比例僅期望能於 2025 年達到 4 - 6%，內銷市場容量甚小，使產業難以藉由擴大生產而享有規模經濟之利，實不利產業長遠發展；且由國內自行生產生質能源，若無政府相關政策之補貼與扶持，在成本上亦不如自國外直接進口生質能源，倘若開

放國外生質能源進口，則國產生質能源將面臨強大之競爭壓力。

因此，若純粹從成本面來看，國內生質能源產業之發展前景實為不利，雖推動生質能源產業有助於改善農民收入，增加農業就業，並兼具提高我國能源自給率及減少碳排放等效益，但生質能源是否為達到此目的之唯一方案，則仍有待商榷。

(三) 我國生質能源作物政策之方向探討

依各國實際生產經驗可知，原料成本向為生質酒精生產成本之大宗，因此欲提升我國生質酒精之競爭力，應採用最適合我國國情之生質能源作物，以降低原料成本。以其他國家之經驗，巴西及美國因其地理環境及氣候等因素，分別選擇甘蔗及玉米做為生質酒精之原料，但玉米並非適合我國

生產之作物，甘蔗雖適合於我國種植，且曾是重要經濟作物，但依國內學者之研究結果顯示，若我國以甘蔗來煉製生質酒精，並不如其他國家來得有效率。然而，澱粉類作物中的甘藷，富含澱粉質，且具有生長快速、對環境適應力強等優勢，為我國早期農村重要副食作物及飼料來源，年產量最高曾達 300 餘萬公噸，應可成為我國有別於其他國家之特有生質能源作物。

國內學者推估，若以國內自行種植甘藷做為原料，則每公升生質酒精之成本約



為 19.62 至 20.35 元，低於以甘蔗為生質酒精原料之生產成本。甘藷之用途頗多，亦可供作食用及飼料用途。近年來，隨著保健養生議題受到重視，因甘藷含有豐富纖維質，兼具健康及營養價值，而使消費者對甘藷之需求增加，進而使價格略升；此外，甘藷為早期農家飼養豬隻之主要飼料，我國若以甘藷做為生質酒精之原料，則當國際飼料價格走高，可將甘藷轉供飼料之用，若飼料價格偏低，則可用做生質酒精之原料，亦可將適合食用之甘藷品種供做國人生機飲食消費之用。甘藷的需求多樣性，有助於甘藷產業的穩定，不易因單一突發因素的衝擊，而損及農民的利益。以巴西為例，該國選擇以甘蔗作為生質酒精之原料，故當國際糖價走揚，則可外銷粗糖賺取外匯；倘若糖價偏低，則製造生質酒精以減少原油進口。

因此，我國於推動生質能源產業，在能源作物的選擇方面，未必要採用如同其他主要生質能源生產國家之選擇，採用適合我國農業產業背景之作物，不僅較具競

爭力，對於產業之穩定發展亦有助益。

因地制宜確保產業發展

自國際原油價格飛漲，各國莫不亟思替代能源產業之發展。依我國之生產技術、產業結構及地理環境等要件而言，生質能源似為較適合我國發展之替代能源選項，且生質能源產業在農業就業、農民所得、農業結構及環境保護等方面均有所助益，值得加以考慮。惟生質能源的發展在國際間已有多時，部分生產國家挾其環境資源及勞力密集等優勢，提供極具價格競爭力的生質能源產品，使得我國在成本方面，實難望其項背。

我國若欲推動生質能源產業，於能源作物之種植，可先期示範性試行，並因地制宜選擇具有比較利益之能源作物種類。此外，國內土地資源有限，在能源作物將與糧食作物之間應作適當配置，才不至於因生產生質能源而影響糧食之正常供給。同時，應搭配強制規定生質能源與石化能源混用比例及提供租稅優惠等相關配套措施，以確保產業之穩定發展。☞