

我國發展生質能源 產業之可行性

撰文/左峻德

一、前言

二十世紀以來世界各國在追求經濟繁榮之過程中，大量使用各種資源同時也污染環境，造成全球氣候暖化問題日益嚴重。根據2006年11月聯合國氣候變遷會議預測，溫室效應（global warming effect）造成北極圈冰山融化，在2100年時將導致海平面上升88公分，使得人類生活環境受到嚴重損害。因此，2005年2月生效的京都議定書（Kyoto Protocol）要求世界各國應在2008年至2012年之間，將二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、全氟碳化物、氫氟碳化物及六氟化硫等六種溫室氣體排放量，平均減少到比1990年排放量低5.2%之水準。我國雖然不是聯合國之會員，不需簽訂京都議定書，但依國際公約之執行經驗，我國即使不簽署公約，但相關義務仍需履行，譬如，蒙特婁議定書、華盛頓公約等，我國過去即曾因不遵行公約而遭到貿易制裁之經驗。

世界各國為減少溫室氣體排放，無不積極開發各種潔淨能源技術，譬如，生質能、風能、太陽能、地熱、海洋能、氫能與燃料電池，整合性煤氣化複循環電廠（IGCC）。這些技術皆有其發展願景，但也有建置成本過高或受限於自然環境條件等實施障礙。在短期內，尚難有與目前化石能源為主流之能源技術相競爭之條件。不過近年來因為油價不斷飆升，同時生質能源技術也有大幅度之改善，再加上2007年1月美國宣佈在未來10年內，減少汽油消耗量20%，而由再生燃料和替代

燃料取代。歐盟27國也於2007年3月宣佈在2020年之前，總能源使用量中之20%必須為再生能源，而運輸系統燃料最少10%為生質能源。使得生質能源之市場動能急遽升高，已漸有與石油相抗衡之趨勢。譬如，巴西之生質酒精產量在2005年已達到1,680萬公秉，佔該國車輛用油市場的25%，美國利用玉米產製酒精，也達1,478萬公秉，其他國家如中國（117萬公秉酒精）、歐盟（91萬公秉酒精）、印度（67萬公秉酒精）、泰國（42萬公秉酒精）、德國（190萬公秉柴油）、法國（56萬公秉柴油）皆有日益增加之產量。（Biefuels Barometer, 2006）。綜合而言，無論是已開發國家、或者是開發中國家，只要自然條件允許，都有開發生質能源之規劃（詳見表一）。

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。我國能源98%以上是依賴進口，在國際油、氣市場供應日益吃緊之情況下，開發自有能源實具意義。同時農業產值目前僅佔國內生產毛額（GDP）2%以下，開發生質能源可以提供農業發展之新契機。能源作物在生長過程中可以吸收二氧化碳等溫室氣體，對於環境之改善顯有助益。生質能源產業一旦達到規模經濟之後，對於就業效果，所得效果和產出效果將有鉅大之助益（左峻德等，2006(b)）。因此，我國無論從能源、環境和經濟等層面考量，生質能源應是值得大力推動之項目。生質能源之發展包括生產端之作物選擇、栽種、收穫，製造端之

表一 各國推動酒精汽油推動現況

國家	酒精汽油比例	主要原料	萬公秉	推動現況
巴西	E20-25, E100	甘蔗	1,680	全國汽油強制添加20-25%；並推動酒精汽車及FFV
美國	E10, E85	玉米	1,478	明尼蘇達、伊利諾、愛荷華等37州
加拿大	E10, E85	玉米	23	Manitoba, Ontario, Saskatchewan等3省強制添加，共6省供應酒精汽油
瑞典	E5, E85	穀物、廢木材	13	Stockholm, Malmö, Gothenburg等市
中國	E10	玉米	117	吉林、黑龍江、遼寧、河南、安徽等5省全境及河北省6市、湖北省9市、蘇江省5市、山東省7市
澳洲	E10	甘蔗、甜高粱、穀物	12	昆士蘭、新南威爾斯省
泰國	E10	糖蜜、木薯	42	曼谷市
歐盟	E5	甜菜、小麥	91	瑞典、法國、德國、西班牙等國
印度	E5	甘蔗	67	10省、3聯盟地區
日本 (規劃中)	E3	甘蔗、廢木材	-	立法允許添加3%，因自產料源不足，每年需進口酒精180萬公秉；2012年後新車均需適用E10。

資料來源: Biofuels Barometer, 2006；<http://www.ethanolrfa.org/industry/statistics/>。

煉製、配送，和市場端之車輛使用與消費者反應等。由於我國並沒有這方面之經驗，因此本文第二節參考國外生質能源施行之經驗，再考慮我國國情於第三節研擬推動策略，最後提出結論與建議。

二、國際推動生質能源之經驗與趨勢

國際推動生質能源作物分為兩大類，第一類是以栽種油脂作物如大豆、油菜，再轉化為柴油。第二類是栽種糖質作物如甘蔗、甜菜，或者是澱粉質作物如玉米、小麥，再轉化成酒精。生質柴油與酒精將以適當之比例分別混滲至由化石能源提煉出來之柴油與汽油，形成Bx柴油（內含x%生質柴油），或Ex汽油（內含x%生質酒精）。由於生質能源之生產成本相對於汽、柴油仍然偏高，因此各國皆採取相當優惠之政策補貼，以協助此項新興產業之成長。歐盟運用共同農業政策（CAP）對於休耕地種植能源作物及非休耕地種

植能源作物給予不同程度之補助（Francis，2006；Anderson，2006）。歐盟也頒佈指令（2003/30/EC）明訂運輸部門在2010年之前需使用5.75%以上之生質燃料，預訂在2020年生質燃料需佔總使用燃料的20%（Lieberz，2004）。同時生質燃料依混滲比例減免能源稅，譬如E5則減免5%能源稅，E100則完全減免能源稅。歐盟地區運用關稅來保護自產酒精，也運用減免貨物稅來鼓勵消費者使用生質能源。

美國對於生質能源產業發展之支持也是不遺餘力，不僅聯邦政府頒佈農業生質能源計畫，補貼農生產生質作物（Methanol Institute and IFQC，2006），也訂定高關稅政策保護農民收益（譬如，對於自巴西進口的酒精每加侖課徵0.54美元），而且各個地方政府（23州政府）更是分別對生產者與使用者提供各項加碼補助，使得生質能源產業蓬勃發展，預訂在10年之內將增加5倍產值（詳見表二）。

表二 美國各州酒精生產與應用誘因一覽表

州名	州 使用者貨物稅減免	州 生產者稅扣抵稅額	備註
阿拉斯加	0.06美元/加侖 (約0.016美元/公升)	無	限安克拉治與冬天，無期限
加州	-	加州境內生產的液體燃料補助0.4美元/加侖(約0.106美元/公升)	依據加州潔淨燃料法
康乃狄克	0.01美元/加侖 (約0.003美元/公升)	無	無期限
夏威夷	4%營業稅減免	無	無期限，2006年4月起85%銷售汽油須含10%酒精
愛達荷	0.023美元/加侖 (約0.006美元/公升)	無	無期限
伊利諾	2%營業稅減免	無	成立再生能源發展計畫
印地安納	無	0.125美元/加侖 (約0.033美元/公升)	限生產量增加4,000萬加侖/年(約15.14萬公秉/年)工廠，每個工廠扣抵稅額不超過500萬美元，整個計畫不超過1,000萬美元
愛荷華	0.01美元/加侖 (約0.003美元/公升)	無	至2007年，加油站銷售酒精混合燃料超過其總銷售量60%時，零售商享有所得稅扣抵稅額。有酒精汽油可利用時州車隊車輛必須使用E10
堪薩斯	無	0.075美元/加侖 (約0.02美元/公升)	自2001年7月1日起生產容量增加500萬加侖/年(約1.9萬公秉/年)或更多時，扣抵稅額為0.075美元/加侖(約0.02美元/公升)，但上限為1,500萬加侖/年(約5.7萬公秉/年)。新生產者亦享有扣底稅額為0.075美元/加侖(約0.02美元/公升)，但上限為1,500萬加侖/年(約5.7萬公秉/年)。州擁有汽車車隊必須使用E10，除非E10價格高於化石汽油0.1美元/加侖(約0.026美元/公升)
緬因	州境內生產的再生能源減免州汽車燃料稅	---	---
馬里蘭	---	冬季穀物生產的酒精0.2美元/加侖(約0.053美元/公升)，其他為0.05美元/加侖(約0.013美元/公升)	自2005年1月1日起最多支付300萬美元/年，有效期限至2017年底
明尼蘇達	E10無豁免，E85稅豁免0.058美元/加侖(約0.015美元/公升)	0.2美元/加侖 (約0.053美元/公升)	州生產者稅扣抵稅額申請限每年每廠前1,500萬加侖(約5.7萬公秉)，每個廠自開使運轉起10年內最高限額為300萬美元
密西西比	無	0.2美元/加侖 (約0.053美元/公升)	每個無水酒精生產業者最高600萬美元，及每年度總扣抵稅額限為3,700萬美元，對有水酒精利用公式計算，有效期限至2015年6月30日
密蘇里	無	0.2美元/加侖(約0.053美元/公升)適用於前1,250萬加侖(約4.7萬公秉)，0.05美元/加侖(約0.013美元/公升)適用於第二個1,250萬加侖(約4.7萬公秉)	州生產者稅扣抵稅額適用於運轉後5年內
蒙大拿	無	每年每廠200萬美元	州生產者稅扣抵稅額限適用使用該州生產的穀物：第一年20%、第二年25%、第三年35%及爾後每年增加10%直至達到65%。該州酒精生產量達到4,000萬加侖(約15.14萬公秉)，15個月後強制實施使用E10
內布拉斯加	無	無	州生產者稅扣抵稅額已過期

(待續)

表二 美國各州酒精生產與應用誘因一覽表

州名	州使用者貨物稅減免	州生產者稅扣抵稅額	備註
北塔克達	無	0.4美元/加侖 (約0.106美元/公升)	2005年立法建立2005~2007二年期間，於1995年7月1日以後開始運轉工廠，其產量小於1,500萬加侖/年(約5.7萬公秉/年)之設施補助90萬美元；大於1,500萬加侖/年(約5.7萬公秉/年)之設施補助40萬美元
奧克拉荷馬	無	0.2美元/加侖 (約0.053美元/公升)	2004年1月1日至2006年底運轉工廠每年每工廠最多限為2,500萬美元，每工廠最多不超過1億2,500萬美元，自2011年1月1日起生產量達1,000萬加侖/年(約3.8萬公秉/年)新工廠扣抵稅額為0.075美元，為期3年
賓夕維尼亞	無	0.05美元/加侖 (約0.013美元/公升)	每年每設施限1,250萬加侖(約4.7萬公秉)
南達克達	0.02美元/加侖 (約0.005美元/公升)	0.2美元/加侖 (約0.053美元/公升)	每月限416,667加侖(約1,577公秉)
德克薩斯	---	0.2美元/加侖 (約0.053美元/公升)	適用於10年內每工廠每年前1,800萬加侖(約6.8萬公秉)，每工廠每年前1,800萬加侖徵收0.032美元費用
威斯康辛	無	0.2美元/加侖 (約0.053美元/公升)	每年每設施300萬美元，但限第一個1,500萬加侖/年(約5.7萬公秉/年)
懷俄明	無	0.4美元/加侖 (約0.106美元/公升)	每年最高限額為400萬美元，2003年7月1日以後建造的設施15年內具有資格，以前建造的設施有效期限至2009年6月30日，除非其擴充至少25%方有資格

資料來源：Wegener, 2006

從歐、美先進國家實施各項鼓勵生質能源政策觀之，生質能源產業從種植作物開始，即提供能源作物補貼，也對料源採購提供獎勵，以降低產品變動成本，在酒精工廠方面，則提供資金補助、減免貨物稅和營業稅，對於進口酒精則實施高關稅。當酒精汽油進入市場，則免徵生態稅或能源稅，對於加油站業者為增加酒精槽而提供施工補助，對酒精汽油車輛免徵燃料稅和牌照稅。綜合而言，各國體認到生質能源對於國家能源自主，農業發展和環境保護之重要性，不惜鉅資投入在各項優惠政策上，期望在短期內減少對化石能源之依賴，並增加環境與經濟之綜效。

三、我國發展生質酒精之推動策略

國際推動生質能源技術除了以傳統油脂作物轉化成柴油，或是以糖質及澱粉質作物發酵成酒精之外，還有最新之纖維素轉化技術。由於我國

氣候屬亞熱帶，並不適合生長在溫帶為主之油脂作物，因此2006年栽種油脂作物轉化成柴油之試作經驗並不成功，未來可能也不適宜繼續推廣。不過由廢食用油轉化成生質柴油之工作，應該繼續進行，但是產量極為有限。另一方面，纖維素轉化酒精在現階段國際上並沒有可商業化量產之技術能力，所以我國在目前應集中資源在酒精汽油之發展上。我國農業在過去已有栽種甘蔗，甘藷及玉米之經驗，甜高粱目前也有試種計畫，這些作物皆是國際上常見之酒精能源作物，以我國之氣候、土地條件，應該可以找到一項或是一組最適合，而且成本最低的作物。從國外酒精汽油生產成本之經驗觀之，作物成本往往佔總生產成本60%以上。假設酒精工廠之煉製術引自國外最新技術，那麼煉製成本應與國際同級，於是作物成本即成為國產酒精汽油是否具國際競爭力之關鍵所在。根據最近國內、外作物之成本比較（附

註一)，玉米（飼料級乾料）每公升酒精為新台幣11.4元，甘藷（濕料）每公升為16.0元，甘蔗為每公升17.5元，甜高粱為每公升15.6元。這樣的成本結構比起國際市場行情顯然偏高，譬如，巴西甘蔗酒精的生產成本約為每公升7.6元。美國玉米酒精的生產成本為每公升9.6元。不過巴西已有30年之發展經驗，成本節省之學習效果已發揮極致，國外其他國家也難與其競爭。不過各國皆是著眼在本國市場，還未有大規模的國際市場行銷規劃。我國作物生產成本偏高的原因，除了缺乏大規模實施之經驗外，農場規模未達經濟有效也應是主因之一，由於平均每戶農地僅達0.5公頃，使得機械化操作難以進行，人工成本更是居高不下，短期內作物成本甚難有大幅降低之可能性。

政府如果順應世界潮流，擬訂長期生質能源產業發展政策，譬如，跟隨歐盟國家以2020年之前達到運輸部門燃料10%以上為生質燃料，或是美國2017年達到20%以上之生質燃料。那麼生質能源之市場目標即可確訂，農業部門方能據以規劃大規模農場，也才有降低生產成本之可能性。具體來說，考慮我國國情，政府似可宣佈2020年開始強制10%之酒精汽油（附註二），若以目前每年一仟萬公秉汽油消耗量推估，那麼每年將需要100萬公秉之酒精，現有農地扣除因糧食安全所保留之外，應有多餘農地釋放，並與現有22萬公頃休耕地搭配，採用農企業耕作方式，將農地之所有權與使用權分開處理，組成大規模農場，採用機械化操作方式，這才有機會降低作物之生產成本。

當生質能源產業長期發展政策確立之後，相關配套措施即可參考歐、美國家之作法，首先調整現行休耕補助辦法，鼓勵休耕地與一般農地結合，組成規模經濟農場，種植能源作物，自產能源作物提煉之酒精則免徵貨物稅與空污費，未來如果課徵能源稅，酒精汽油將隨著酒精含量依比例減免。酒精工廠可享有投資抵減與租稅獎勵，在酒精汽油市場未達規模經濟之前，對於進口酒

精課徵20%進口關稅，另外，比照進口石油課徵酒精基金。由於相關配套措施牽涉到農委會、經濟部、財政部與環保署之業務，建議比照巴西之「酒精與糖委員會」，成立「生質能源推動委員會」，由農委會主委擔任召集人，成員包括經濟部、財政部與環保署，共同擬定我國生質能源長期發展政策，已收事、權統一管理之效。

四、結論與建議

生質能源產業發展具有能源自主，農業發展、環境保護和經濟成長等綜效。生質能源發展政策需有長期發展願景，並以農業發展為主軸，農業部門應先盡力追求料源成本之合理性與最小化，輔以為達規模經濟而採行之各項補助與輔導措施。同時為加強事、權統一管理，建議成立「生質能源推動委員會」，由農委會擔任召集單位，協調相關部會擬訂料源補貼，酒精工廠獎勵，保護國產酒精銷售，強制油品業者販售酒精汽油，與鼓勵消費者使用等配套措施。

生質能源是國家能源安全中不可或缺的項目，也是綠色能源的代表之一，值得政府與民間全力發展。生質能源的技術發展與日增進，從傳統油脂、澱粉與糖質作物轉化成生質能源之技術，逐漸提升至以纖維素轉化成生質能源之技術。能源作物因而將擺脫與人類爭食之爭議，而將農業部門轉化成糧食與能源並重之產業，這種發展趨勢已漸成國際共識，值得我國參考。

綜而言之，無論是已開發國家或是開發中國家，皆積極推動生質能源。初期市場皆以內需為主，縱使生產成本缺乏國際競爭力，各國政府皆強力補貼，希望在短期內快速達到規模經濟，以降低成本負擔。我國是一個能源短缺之國家，也面臨國際環保壓力，同時農業部門呈現長期衰退之局面。生質能源產業的出現，將提供農業，能源與環境等多重政策目標大幅改善之機會，實值得我國全力投入。

AgBIO

附註一：玉米、甘藷、甘蔗之成本資料來自農試所、義竹農會、台糖公司，甜高粱資料來自印度PRAJ公司以台灣情況推估。
（左峻德等，2006(c)）

附註二：我國汽車車輛結構為10年以上佔40%，一般使用年限約為15年，一般車廠對於新式樣之車型開發需時六年，以市場自然

汰換為原則，那麼2020年強制使用E10應可達成。另外，考慮舊車車主之權益，初期加油站供應汽油與酒精汽油兩套系統，2020年之後，則只供應酒精汽油（左峻德等，2006(a)）。

左峻德 台灣經濟研究院研究一所 所長

參考文獻

1. Anderson, G., "Environmental impacts of producing biofuels in the EU", BirdLife, EEB and T&E conference on a Sustainable Path for Biofuels in the EU, Brussels, 7 June 2006
2. Biofuels Barometer, 2006 ; <http://www.ethanolrfa.org/industry/statistics/> .
3. Francis, M.K. "EU-25 Sugar : The Economics of Bioethanol Production in the EU2006", GAIN Report Number: E36081, USDA Foreign Agricultural Service, 17 May 2006.
4. Lieberz, S.M., "Oilseeds and Products Biofuels in Germany-Prospects and limitations 2004", Global Agriculture Information Network Report No. GM4048, USDA Foreign Agricultural Service, November 12, 2004.
5. Methanol Institute and IFQC, "A Biodiesel Primer: Market & Public Policy Developments, Quality, Standards & Handling", Prepared by Methanol Institute and International Fuel Quality Center (IFQC), April 2006.
6. Wegener, R., "Biodiesel-Fueling the Future Helping Support Oklahoma Agriculture.", Renewable Energy Conference-Harvesting Power From The Land, Clarion Convention Center 737 S. Meridian Oklahoma City, Oklahoma, January 31-February 1, 2006."
7. "推動車輛使用酒精汽油替代燃料可行性策略分析及成本效益分析", 左峻德等, 行政院環保署委託, 2006年10月(a)。
8. "我國發展生質酒精之推動策略探討" 左峻德等, 中華民國經濟學會95年年會暨學術研討會, 2006年11月17日(b)。
9. "發展能源作物內部經濟效益評估", 左峻德等, 農委會農糧署委託, 2006年12月(c)。