

行政院及所屬各機關出國報告 (出國類別：考察)

考察德國農業循環經濟之推行成果

出國人員(姓名、服務機關、職稱)

行政院農業委員會

張大川 企劃處科員

其他學者及研究員

劉育姍 財團法人農業科技研究院農業政策研究中心
研究員

康瑋帆 財團法人工業技術研究院產業經濟與趨勢研
究中心副研究員

出國地區：德國(法蘭克福、科隆、波昂等)

出國期間：民國 106 年 9 月 22 日至 106 年 10 月 1 日

報告日期：民國 106 年 12 月 13 日

目錄

壹、摘要與目的	1
一、摘要	1
二、目的	2
貳、過程	3
一、參與成員	3
二、參與行程	4
參、參與紀要	8
一、德國農糧部鄉村發展處	8
二、再生能源法簡介（摘要自工研院綠能與環境研究所張瓊之 「德國新再生能源法(EEG 2017)」研究及農科院農業政策研究中 心劉育姍研究員「臺德農業循環經濟政策與措施」研究）	9
三、巴伐利亞葡萄栽培和園藝局	12
四、BioConstrust 沼氣發電廠	14
五、Haus Bollheim 農場	16
肆、參與心得與建議	19

壹、摘要與目的

一、摘要

農業循環經濟近年成為世界各國極力推動之農業政策，此議題之起源為環境保護及永續發展意識抬頭，再加上產業快速發展、消費行為改變、商業模式推陳出新下，廢棄物快速被累積，為解決此情況，廢棄物循環再利用之研究則被視為減緩環境被污染破壞的解藥。而全球又以德國之循環經濟發展較早，故本年度規劃赴德國瞭解其農業廢棄物政策擬定與實務運行，以做為我國農業循環經濟體系發展政策之借鏡。

本次赴德國考察經臺德社會經濟協會協助規劃後，主要考察內容及參訪單位為：巴伐利亞葡萄及園藝局、德國農糧部、波昂大學農業經濟學系、BioConstruct 沼氣發電廠、Haus Bollheim 有機農場等，透過德國產官學單位的拜訪，瞭解德國實施農業循環經濟之發展。

二、 目的

農業為國家發展中最基本的產業，在全球貿易自由化之影響下，使得農產品運輸也加重碳足跡的深度。而全球人口成長，至 2030¹ 年全球糧食需求將增加 50%，再加上氣候變遷的嚴重影響下，雨季與旱季失調、日光數不穩定、氣溫提高等因素，將使糧食更不易增產，且糧食增產之速度無法趕上全球人口增長的速度，導致有迫在眉睫的糧食缺口壓力。在農業外在結構環境無法有效控制下，農業循環經濟所帶動的農業內在生產結構轉變逐漸受到重視。

目前我國農業循環經濟的推動雖有部分成果，然起步仍未及其它農業先進國家，因此有必要借鏡他國經驗以優化我國的政策內容。而歐盟與德國針對循環經濟之推動進行了整體的規劃，來緩解與突破農業的困境，而其標的著重在永續生產、再生化學物質及生質能源與燃料，以期可平衡再生資源、優化自然資源生產效率、並充分將產業鏈中的資源再利用。爰本次赴德國考察農業循環經濟之目的在於將其整體規劃與其實踐成果，透過訪問調查方式，提供給國人及相關單位參考。

¹ 本出國報告所呈現年度原則係採民國年，然呈現全球事件或介紹其它國家重要年度，則以西元年呈現

貳、過程

一、參與成員

姓名	單位
張大川	行政院農業委員會 企劃處
劉育姍	財團法人農業科技研究院 農業政策研究中心
康瑋帆	財團法人工業技術研究院 產業經濟與趨勢研究中心

本出國報告內容係透過劉育姍研究員及康瑋帆副研究員之紀錄及討論所寫出，

感謝兩位專家所提供意見及內容

二、參與行程

本次赴德國考察訪問係透過臺德社會經濟協會（DTG，下稱臺德協會）協助規劃，該協會成立於以蘑菇及蘆筍做為對歐洲出口主要產品的50年代，為加強臺德雙邊貿易合作關係，經我國與德方多次研討後，以創立針對市場研究的機構來加強雙方的了解。並於56年德國波昂（Bonn）成立「中德社會經濟協會」(Sino-Germany Association for Economic and Social Research)，其後又於94年更名為「臺德社會經濟協會」並沿用至今，歷年臺德間合作之研究計畫重點皆以貼近國際趨勢及農委會政策方向為主，如「鄉村發展」、「農業結構調整」、「生質能源利用與政策」、「農產品國際行銷及物流體系」、「生物經濟」及「歐盟農產品認證驗證制度」、「糧食安全」、「農業環境永續經營」、「農業多功能直接給付」及「友善環境之農業制度研究」、「地產地消」等領域。

本次出訪考察期間自106年9月22日至10月1日止，為期10天，考察行程承蒙臺德社會經濟協會 Dr. Ralf Nolten、Dr. Udo Bremer 以及林穎禎執行秘書協助安排，參訪單位包括巴伐利亞邦葡萄及園藝局、德國農糧部、波昂大學農業經濟學系、BioConstruct 沼氣發電廠、Haus Bollheim 有機農場等單位，詳細行程如表一。

表一、 本次赴德行程表

日期	行程	考察重點	過程說明
9/22 (星期五)	台北-德國 法蘭克福	啟程	搭乘中華航空班機，由桃園機場直飛德國法蘭克福機場。
9/23 (星期六)	法蘭克福- 慕尼黑	討論後續幾天 參訪之重點與 臺德計畫之研 究方向	拜訪臺德社會經濟協會林穎禎執行秘書，討論後續幾天之參訪細部流程，以及本年度農業循環經濟之重點和方向，以及明年度雙方合作與運作模式改變等議題。
9/24 (星期日)	慕尼黑-法 蘭克福	進行資料整理 與巴伐利亞園 藝局討論會議 之資料準備	
9/25 (星期一)	巴伐利亞 邦葡萄及 園藝局 巴伐利亞 邦-波昂	瞭解德國巴伐 利亞邦小型農 場進行農場內 資源循環之模 式，以及巴伐利 亞園藝局與臺	拜訪巴伐利亞邦葡萄及園藝局，並由 Dr. Martin Schulz 對該單位進行介紹與解說，並瞭解其輔導巴伐利亞農民之模式以及巴伐利亞農場對於資源循環利用的方式，另外針對該局和臺灣農業研究可以合作之部

日期	行程	考察重點	過程說明
		灣可合作之項目	分進行討論。結束後開車返回波昂。
9/26 (星期二)	德國農糧部 (BMEL) Wuppertal Institute for Climate	瞭解德國再生能源發展與循環經濟推動對其農業之影響	拜訪德國農部 Mr. Theo Augustin，討論有關德國再生能源對德國農業之影響；原定拜訪 Wuppertal Institute for Climate, Department of Environment and Energy 的 Dr. Henning Wilts，但因臨時取消將採後續電話採訪
9/27 (星期三)	Vettweiß(波昂近郊) 參訪 BioConstruct 沼氣發電廠	瞭解德國農業循環經濟中沼氣發電推動之情形	參訪 BioConstruct 公司之沼氣發電廠，該公司為德國第五大之沼氣發電公司，由廠經理 Mr. Guido Bongard 接待並解說沼氣發電廠之經營現況
9/28 (星期四)	Oberelvenich(波昂近郊) 參訪 Haus Bollheim, Bio-dynamic farm	瞭解德國有機農場之循環經濟推動模式	上午參訪 Haus Bollheim 農場，瞭解德國有機農場循環經濟推動模式；下午拜訪臺德協會德方理事主席 Prof. Dr. Heckelei，瞭解德國農業循環經濟中主要推動項目與現況

日期	行程	考察重點	過程說明
	(Mrs.Heidi Langen), 波昂大學 農業經濟 學系 Prof. Dr. Heckelei		
9/29 (星期五)	波昂大學 農業經濟 學系 拜訪 Dr. Udo Bremer	訪談有關德國 農業循環經濟 推動之情況	拜訪臺德協會德方理事 Dr. Bremer，並請教有關德國農業循環 經濟目前推動之現況
9/30 (星期六)	法蘭克福- 臺灣	返程，機上過夜	搭乘中華航空公司航班，由德國法 蘭克福機場直飛桃園機場。
10/1 (星期日)	法蘭克福- 臺灣	返程，抵達臺灣	搭乘中華航空公司航班，由德國法 蘭克福機場直飛桃園機場。

參、參與紀要

一、德國農糧部鄉村發展處

本次拜訪德國官方單位包括德國農糧部和巴伐利亞葡萄栽培和園藝局，瞭解目前德國推動農業循環經濟循環之模式與未來發展方向。

本次拜會德國農糧部，並由該部鄉村發展處處長 Mr. Augustin 簡介德國推動沼氣發電經驗（如圖一）。Mr. Augustin 表示，農民對於農業循環再利用之方式已有認知，爰養豬所產生的糞肥作為有機質肥料是相當有價值的，且德國在養豬結構上多為農畜混和型農場，所以在糞肥的利用上主要是進行農場內資源再利用，而不會將糞肥作為沼氣發電的選擇。在推動沼氣發電上，面臨到糞肥不易取得的情況，對於大型沼氣發電廠而言，必須尋找其它沼氣發電替代原料，爰政策推動時，不僅對於沼氣發電給予補助，針對生質能源作物來作為沼氣發電的部分亦有補助，因此農田多由生產糧食作物轉變成為生產生質能源作物，例如玉米等來作為沼氣發電的原料。

然而因為轉作生質能源作物，與糧食作物對於農田生產上發生極大競爭，亦使農地租金的上漲等情況。因此 2014 年德國再生能源法（德文 Emererbare-Energie-Gesetz，簡稱為 EEG）改革上，在沼氣發電部分則降低生質能源作物之補助。此一措施實施後使得沼氣發電廠之收益降低，使得沼氣發電長成長速度大幅下降，爰以生質能源作物發展沼氣發電之方向及產業，在發展上可能會越趨減緩。



圖一、訪談德國農部 Mr. Augustin

二、再生能源法簡介（摘要自工研院綠能與環境研究所張瓊之「德國新再生能源法(EEG 2017)」研究及農科院農業政策研究中心劉育嫻研究員「臺德農業循環經濟政策與措施」研究）

【以下為工研院綠能與環境研究所張瓊之「德國新再生能源法(EEG 2017)研究摘要】

德國長期以火力發電為主，二戰後經濟的快速增長帶來了能源消費的快速增長以及空氣環境的惡化，主要化石能源消費進口依存度也居高不下。為強化能源安全、減緩溫室氣體排放、逐步邁向非核家園，德國自 1980 年即著手規劃能源轉型，希望藉由再生能源發展，減少對煤炭、石油、天然氣及核電的依賴。經由多年努力，德國已成為世界頂尖再生能源發展國家，根據國際再生能源總署(IRENA)資料顯示，德國風機裝置容量高居世界第三位，僅次於中國大陸與美國；太陽能裝置容量亦高居世界第三位，僅次於中國大陸與日本。德國能有今日轉型成就，再生能源法(EEG)是功不可沒的重要法案之一。再生能源法推動下，2016 年再生能源於德國電力消費佔比為風力發電 41.4%、太陽光電 20.3%、沼氣發電 17.2%、水力發電 11.2%及其它 9.9%。

再生能源法於 2000 年首次實施時有以下規定：(一) 再生能源電力生產者將獲得固定報酬 20 年，並可被優先併網使用；(二) FIT (政府電力收購制度，如躉購電價) 固定收購費率將會以固定比率逐步下調，以激勵再生能源電力生產者降低其成本；(三) FIT 非由政府資助，而是由電力市場及消費者支付，再生能源直接在市場上銷售並獲得市場價格，而市場價格與 FIT 之間的差額，係以附加費(EEG-surcharge)之形式對消費者徵收。德國政府向家戶消費者和小規模行業徵收附加費，能源密集型產業以及自產自消電廠運營商則免予徵收。

再生能源法(EEG)修法歷程中，又以 2014 年的修法為一重要分水嶺，其重要變革如下：

(一)由長期固定的電力收購制度，轉換為以市場競爭為導向的拍賣競標制度：

歐盟於 2014 年提出 2014-2020 年「環境保護及 能源指導原則(EEAG 2014-2020)」，除了為達成 2020 年 20-20-20 之目標外，並力求導正因再生能源補貼而導致的市場扭曲現象。德國 2014 年的修法，係依循 EEAG 之指導原則，對於國內再生能源的補貼機制進行修正，也是德國決定透過補貼 機制改革，使再生能源與傳統能源進行公平競爭的嶄新階段。

(二)控制新增再生能源裝設速度：考量技術發展相對成熟的陸域風力、太陽

光電、生質能，其新設裝置容量增長快速，基礎電網設施擴建進度不及恐導致資源無法有效利用，逐年增加的再生能源附加費對消費者而言亦是沉重負擔。因此，2014 年的修法導入「部署走廊(Ausbaupfade)」，即

透過規範成熟再生能源技術每年度的新增裝置容量上限，以俾在再生能源部署與電網基礎設施的開發速度之間取得平衡；而政府將依據新增裝置容量符合該年度部署走廊之程度，因應調整固定收購費率，可視之為緩衝市場誘因與財政負擔的「呼吸器(Atmende Deckel)」，以做為部署走廊之配套機制；

(三)附加費徵收辦法修訂：有鑑於歐盟委員會於 2013 年 12 月，曾針對德國提供能源密集型用戶附加費減免之措施，是否違反歐盟國家援助規則一案進行深入調查。在 2014 年修法實施下，可獲得減免附加費徵收的能源密集型產業數目，雖由 2005 年的 297 家增加到 2014 年的 2,098 家，但這些公司將不再被排除在徵收名單之外，而必須支付 15%的再生能源附加費用。

【以下為農科院農業政策研究中心劉育姍研究員「臺德農業循環經濟政策與措施」研究】

德國自 2000 年開始推動再生能源法(EEG)，並對再生能源之電價進行補貼，確保再生能源供應商為電力提供 20 年固定價格。由於德國政府的大力推動，使德國沼氣發電廠數量快速增長，從 2000 年的 1,050 廠增加到 2016 年約有 9,004 廠。

德國在 EEG 推動之後開始設立許多沼氣發電經營為主要的公司，以及其所經營的沼氣發電廠，然該些發電廠需向農民購買原料進行厭氧消化，在原料取得的難易度以及管理簡易度的考量下，該些單獨經營的沼氣發電廠多採用能源作物(以玉米為主)，並且向廠房附近區域的農民契作與收購能源作物，此一情形使

德國部分區域的農地地價與租金上漲，並且連帶使國內飼料玉米需從國外進口，提高畜牧產業的生產成本；另外最為環保人士所詬病的是，能源玉米的大面積栽種，使德國農村景觀以及部分動物之棲息地受到影響。為抑制沼氣發電廠的快速擴張造成的後續農業部門影響，德國於 2012 年取消了以能源作物為原料的額外補貼。

由於德國再生能源法的改變，使得新的沼氣發電廠在經營上日趨困難，而新建沼氣發電廠數量也逐漸減少，然德國若要達到其所設定之能源目標，則現存的沼氣發電廠將成為為重要的發電來源，然第一批建造的沼氣發電廠之保證收購電價將於 2020 年到期，為使該些即將到期的沼氣發電廠可持續經營，德國於 2017 年的再生能源法中引入競標制度(Auction)²，其估計約可使現存的沼氣發電廠多延長 10 年的經營期間。

三、巴伐利亞葡萄栽培和園藝局

。巴伐利亞葡萄栽培和園藝局之功能類似我國農業試驗改良場所，主要為培育新品種，輔導農民栽培新作物或使用新技術來種植農作物，並配合推動農業廢棄物循環再利用模式，輔導巴伐利亞邦小型農場進行農場內農業廢棄物循環再利用，另亦與該局洽談臺德雙方薑科作物交流合作規劃案。

另外該局試驗場中的農業設施主要有 Priva、Cercom、RAM、Hoogen dam 等品牌，針對洗選部分、翻土等機器都有需求，主要栽種的是熱帶與亞熱帶的作物。目前也有進行小規模的堆肥試驗（如圖二及圖三），其原料主要來自於該

² http://km.twenergy.org.tw/Data/db_more?id=1367

試驗場自產的農業廢棄物，其餘的部分亦使用牛角和牛蹄來當成氮元素肥料之補充，耕地也會輪流休耕與種植固氮的豆科作物來進行土壤的修復。

巴伐利亞邦國家葡萄栽培和園藝局自去年開始向臺灣表達合作意願，希望可以將臺灣的薑科品種在德國進行栽種，本次在與該局研究員進行交流時，亦表示希望引進我國薑科品種作物之目的在於推廣薑科品種的多樣性，與適應氣候的變遷。



圖二、農場內之農業剩餘物作為原料進行堆肥製作



圖三、巴伐利亞邦農場用來進行堆肥翻堆之設備

四、BioConstrust 沼氣發電廠

BioConstrust 為位於 Vettweiß 的沼氣發電廠，目前是德國第五大沼氣發電公司(以發酵槽數評估)，其發電量為 750 千瓦，建構成本約為 1,500 萬歐(八個的發酵槽的建築成本)。其主要業務除建設與營運沼氣發電廠之外，然因為再生能源法之改革，使得沼氣發電近年在發展上面臨困難，故 BioConstrust 將其事業拓展至風力發電與太陽能發電。



圖四、沼氣發電廠作為厭氧發酵的玉米原料堆



圖五、沼氣發電作為厭氧消化原料的甜菜

德國沼氣發電原料：作為沼氣發電原料主要有三種，包括生質能源作

物（本次考察之發電廠所用之玉米及甜菜，如圖四及圖五）、禽畜動物糞便及有機質廢棄物。按照規定，不同原料來源所生產的電，其收購價格不同。

本次考察之發電廠所使用的原來主要來自附近農場（共計 16 家契作農戶），主原料為玉米，次要原料為甜菜，主要是在玉米數量不夠或者甜菜生產過剩時收購。沼氣發電是一項持續性的工作，原料之來源需穩定，故在與附近農場進行收購生質能源作物時，每年 9~11 月會進貨並堆放在廠區內以供應全年所需，且一次購足全年的儲備量；另外如果遇到氣候乾旱或作物歉收時，亦會提高收購價格，且往其它產地購買。

此外在德國發展沼氣發電引入許多自動化且智慧化之設備，包含進料設備、監視與警報系統、發電設備等，普遍地運用智慧農業。當然亦包含設備發生突發狀況時，所需要專業維修等服務，在沼氣發電的推動下，亦有相對資源與人力團隊的投入。



圖六、德國沼氣發電廠經過厭氧消化的沼渣

五、Haus Bollheim 農場

本次擔任接待的為高齡 84 歲的 Mrs. Heidi Langen，本農場之創始人之一即為該女士的先生，原本從事製糖工作，後來為了擴大經營，另外找了其它具有養牛、作物栽培與食品加工的專家，共同投入發展此農場。目前這個農場已經傳承到第 2 代，且所有創始人的家族成員都在此農場共同生活。

在此農場中，除了有生產農作物（紅蘿蔔、蕃茄等瓜果類）、飼養牛隻（生產鮮乳及起司）、飼養雞隻（生產雞蛋）、飼養蜜蜂及設有堆肥場等（如圖七至圖十），亦與外部企業結合在農場內生產麵包，並在德國固定地點販售。另外在農場內亦有小型商店販賣多種農產品及蛋糕咖啡等，吸引民眾前往體驗農場的生活與休閒。值得一提的是所生產的作物中，起司的價格最高，也是主要收入來源之一，而鮮奶部分因為瓶裝過程較繁瑣，且需符合法規規範，故鮮奶部分僅於農場內販售。



圖七、農場內養蜜蜂的情況



圖八、農場飼養雞隻並於雞舍規劃太陽能發電



圖九、農場使用溫室種植瓜果類作物



圖十、農場內飼養乳牛情形

而在廢棄物處理上（如圖十一），農場主視禽畜糞為黃金，不會對外銷

售，而係回歸到農場自有運作上，並混合其它農業廢棄物來進行堆肥。周邊農場亦會提供禽畜糞原料供此農場進行堆肥，而該農場亦會將所產生之肥料回饋給其它周邊農場使用。



圖十一、農場內農業廢棄物進行堆肥處理的過程



圖十二、賣相不佳蔬果準備再利用之選別

最後部分剩餘的農作物，如賣相不佳的、外觀損傷的部分(如圖十二)，將進行堆肥處理，並且混合農場內飼養家禽家畜所產生的禽畜糞進行堆肥，而生產出來的肥料在回歸到農場農田內使用。此外，與外部企業合作生產的麵包，如有剩餘情形，亦會通知社福團體回收，捐助給弱勢團體使用。

肆、參與心得與建議

本次赴德國考察農業循環經濟收穫豐厚，與德國農糧部鄉村發展處及 BioConstrust 沼氣發電廠交流後，瞭解德國在發展沼氣發電歷程上，面臨諸多問題與改革方案。發展沼氣發電與糧食作物生產發生了競爭的情況，為解決此等問題，降低以生質作物當作沼氣發電原料的躉購電價，因躉購電價下降，廠商加入的誘因下降，導致投入沼氣之發電廠家數趨緩，可能不利沼氣發電產業發展。

而我國相關沼氣發電政策，目前係以養豬場禽畜糞作為沼氣發電原料為主，尚未以生質作物作為沼氣發電生產原料，爰我國應不致發生如同德國的情況。養豬產業若要以永續農業來經營，相關廢棄物亦應做好永續處理，沼氣發電不僅可以使禽畜廢棄物善加利用，生產沼氣所發電力對畜牧場係額外收入外，沼渣亦可供堆肥使用，由此角度切入，對於沼氣發電長遠規劃與政策宣導即為重要，也應納入民眾與農民對於此政策之意見。考察德國沼氣發電政策後，係由歐盟整體規劃方針後，再由上而下由各會員國推動，相關配套措施暨完整且發展方向一致，而我國沼氣發電產業未來發展，建議應更加明確且完整規劃發展政策，以目前規劃來說，為使畜牧場或能源發電廠增加投入誘因，躉購電價（有厭氧消化設備）從 105 年每度 3.9211 元提高到 106 年每度 5.0087 元，而 107 年經濟部規劃再提高至 5.0161 元，雖持續檢討調高躉購電價，以增加業者投入之意願，然業者更關心的是政府應規劃對

於沼氣發電產業長期發展策略方向。

另外本次考察可觀察到德國推動農業循環經濟鼓勵多單位融入參與，如 Haus Bollheim 農場，該農場不僅只有養牛所產生的廢棄物投入農業循環經濟，針對賣相不好的蔬果，亦可加入農業循環經濟；此外視禽畜糞為黃金，亦類似「肥水不落外人田」的態度，應投入自家農場堆肥加以利用，而非以商品賣出給其它公司作為沼氣發電。這樣對於農業循環經濟的堅持，不是只有口號或經費補助來達成，而係加強農民對於環境的保護、農業生態的教育等面向，讓農業永續發展的意念深植農民心中，自然而然引起農業循環利用氛圍，使民眾自然而然產生照顧農業、肯定農業，促進農業永續發展。