



推動循環農業，引導資源再利用

循環經濟新典範 畜牧糞尿化黑金

陳宜孜¹

壹、前言

時至今日，為減緩資源消耗速度與資源浪費，「資源循環利用」已成為環境保護的重要關鍵，畜牧產業不但為國人提供健康美味肉品及優質蛋白質來源，而令人「聞」之色變的畜牧糞尿水，在農業部輔導與推動下，透過適當的處理不但成為供應作物生長的「肥水」，還創造環保「綠

| 註1：農業部畜牧司。

電」與「綠能」，而糞尿水處理產生的污泥更成為「黑金」，成為提升工業廢水處理效果的利器，使畜牧產業成為循環經濟的先驅與典範。

貳、緣起與歷史

早期農村社會的肉類來源不足，畜牧業原本是農村社會家庭的副業，很多小家庭會在後院養幾頭豬或雞，可將地瓜葉、米糠等農作副產物轉化為肉類、蛋品，除了多一筆額外收入，逢婚喪喜慶時也能拿出來分給左鄰右舍，當時的畜牧業，帶著濃濃人情味，一頭豬可說是幸福的源頭，不僅提供蛋白質，所產生的糞尿水也都回歸農地，不僅茁壯農作，也促進大地的生機。

43年台灣糖業股份有限公司（簡稱台糖）開創養豬業務，其原來的目的是利用豬糞尿施灌於甘蔗田做為肥料；臺灣省畜產試驗所51年成立養豬系，其糞尿水也是施用於牧草地。

自70年代開始，臺灣畜牧業逐漸規模化、企業化，糞尿水的產生量逐漸超過環境的承受力，加上民眾環保意識抬頭，對環境品質要求日益提高，使得畜禽糞尿從老祖宗認為的肥分資源轉變成污染物，尤其是養豬場未經處理所排放的廢水，一度成為河川污染的主要原因之一，屢遭鄰近居民或相關產業，如稻農及下游漁業養殖戶等陳抗。

依照環境部廢棄物清理法（簡稱廢清法）、水污染防治法（簡稱水污法）等規範，畜禽糞尿屬事業廢棄物或廢水，應依規定清除、處理、再利用或排放，因臺灣地處亞熱帶，氣候炎熱，早期畜舍多為開放式建築，且為了維護地面清潔及協助動物降溫，農民多用大量清水沖洗，因而產生相當大量的糞尿水。

為使相關畜牧場做好污染防治以符合環保法規，畜產試驗所自80年代起，研發及推動三段式廢水處理系統，其中第一階段固液分離出的固形物（糞渣），多採堆肥處理，製成有機質肥料原料，資源並未浪費；液體（糞尿水）部分，須經厭氧、好氣等後續階段處理至符合放流水標準，始得排放到地面水體。惟糞尿水仍富含植物生長所需的氮、磷、鉀及有機物等，處理後再排放，除增加畜牧場處理費用及耗費能源（尤其是好氣階段）外，就資源利用立場，實屬可惜。

參、畜牧糞尿水施灌之推動歷程

以往，畜牧糞尿水欲回歸農地使用雖可依水污法採土壤處理方式，但相關限制及門檻過高，畜牧場大多無法採用，迄今僅台糖蒜頭畜殖場曾獲得土壤處理許可。為了讓畜牧糞尿水成為可利用的資源，改制前行政院農業委員會（簡稱農業部）自98～99年間與所屬農業試驗所（簡稱農試所）農

業化學組陳琦玲博士合作，進行畜牧糞尿水再利用試驗計畫共3案，試驗結果指出：無論注入式、噴灑式或隨灌溉水溝灌施肥，其周界異味濃度均在法規標準之內；試驗期間並未發現人畜共通傳染病或寄生蟲散播問題；施用等量肥料3要素之養豬廢水之秋作花生產量約為施用化肥之8成以上、青割玉米約8~9成、寶蜜玉米施用化肥與糞肥產量相當；試驗監測期間中並未發現地下水有遭受污染；短期試驗並未見土壤重金屬累積現象。

在農試所努力下，這3項國內實績，提供相當完整的數據，為後來畜牧糞尿水個案再利用申請案之重要參據。自100年起農業部開始積極推動，然而畜牧糞尿水為了符合廢清法，須以槽車載運至農地施灌，增加

了槽車和油料的支出，再加上需要有嚴謹的污染防治及停灌作為，包括土壤和地下水監測，對農民來說困難度相當高。此外，取得再利用許可後，為符合水污法規定，畜牧場應據以變更水污染防治許可證（文件），又如屬養豬2,000頭或養牛250頭以上者，尚應據以變更事業廢棄物清理計畫書，始得辦理再利用許可事項。各項申請程序繁瑣耗時，還有簽證費、水質檢驗費等支出，雖有農政單位的輔導資源與部分檢測費用補助，仍然推動不易。

肆、跨部會合作擴大推動畜牧糞尿資源化

農業部自100年起依據廢清法授權訂定之「農業事業廢棄物再利用管理辦法」，推動畜牧糞尿水施灌農作之個案再利用申請輔導，而改制前行政院環境保護署（簡稱環保署）則於104年3月31日修正發布「水污染防治費收費辦法」，宣布自106年起開徵畜牧業水污染防治費（簡稱水污費）。在徵收水污費的現實壓力以及農業部各單位包含畜牧處、畜試所、農試所等積極輔導，與部分地方政府（如臺南市、雲林縣、彰化縣等）積極配合推廣之下，畜牧場申請意願較前幾年略微提升，截至105年12月底止，總計核可了32案，其中，三段式處理的各階段廢水，均有成為再利



圖1. 全民牧場沼氣發電，建置5,000公噸厭氧消化槽，共處理1萬7,239頭豬隻糞尿水，設置495kW發電機組。

用型態之案例，欲施灌之農作物種類也從水稻、青割玉米、牧草，到茂谷柑、香蕉、葡萄、麻竹筍、龍眼及各類葉菜。合計許可之施灌農地面積為199公頃，如均能順利的施灌，每年可節省灌溉用水為15.9萬公噸。

因農業部推動畜牧糞尿水個案再利用小有成效，環保署就畜牧場糞尿水利用及管理陸續修正「水污染防治措施及檢測申報管理辦法」（104年11月24日、105年10月28日分別修正發布）及「水污染防治措施計畫及許可申請審查管理辦法」（105年1月19日、同年10月28日分別修正發布），完全依據農業部推動成果、借鏡推動過程並參考各項申請書表與審查文件等，增訂及簡化畜牧業沼液沼渣農地肥分使用之相關規範，使得經厭氧發酵處理後之畜牧糞尿水透過申請，並經農政機關審查後，得以管線、溝渠等方式施灌至農地，對畜牧糞尿水的資源化再利用，不啻為一重大的突破。兩大部會聯手擴大推動畜牧糞尿水回歸農業使用，真正落實老祖宗「還肥於田」的概念。

環保署為了提高畜牧場投入畜牧糞尿水資源化之誘因，又於106年12月27日於「水污染防治措施及檢測申報管理辦法」項下增訂第46-1條，明訂飼養豬隻或牛隻之畜牧業，均應採行「畜牧糞尿水施灌農作個案再利用」、「沼液沼渣作為農地肥分使用」或「符合放流水標準之廢（污）

水作為植物澆灌」等3項畜牧糞尿資源化處理措施之一，並要求飼養豬隻2,000頭以上或牛隻500頭以上之既設中大型畜牧業，其畜牧糞尿資源化處理比率於111年12月27日前應達總廢水產生量5%、116年12月27日前應達總廢水產生量10%；飼養豬隻20頭以上未滿2,000頭或牛隻40頭以上未滿500頭之既設小型畜牧業，其畜牧糞尿資源化處理比率於114年12月27日前應達總廢水產生量5%、118年12月27日前應達總廢水產生量10%。

農業部與環境部跨部會推動畜牧糞尿水資源化利用成果，累計迄至112年12月底止，依據環境部「全國畜牧糞尿資源化網站」數據顯示，投入糞尿水資源化再利用之畜牧場已達3,552場，每年核准施灌量達1,145萬公噸，相當於一座明德水庫蓄水容量，也為氣候異常缺水而無水澆灌的農田挹注珍貴水資源，而利用畜牧糞尿水澆灌農作之農地面積約5,045公頃，此面積相當於195座大安森林公園，然而畜牧糞尿水富有作物生長所需的氮肥與有機質，使用畜牧糞尿水進行作物澆灌，還可減少化學肥料的使用，以澆灌糞尿水量所提供的肥分估計，相當於減少544.7萬包台肥5號複合肥料化肥之施用，透過畜牧糞尿水「還肥於田」，達到節省灌溉用水同時減少化學肥料使用，創造一舉數得、雙贏資源循環效益。

伍、畜牧糞尿水多元化利用再加值

畜牧糞尿水不僅可作為肥分使用，還可創造綠電與綠能，而綠電與綠能來自於畜牧糞尿水厭氧消化處理過程中產生的沼氣，沼氣組成中60～80%為甲烷，其為天然氣的主要成分，因此沼氣可以燃燒產熱與產電，而沼氣來自於畜牧糞尿水處理過程中的厭氧消化階段，透過厭氧微生物作用分解糞尿水中有機質，同時產生大量沼氣，當畜牧場穩定的飼養生產與進行糞尿水處理，將會有生生不息的沼氣產生，因此畜牧糞尿水所產生的沼氣可被視為再生能源。

沼氣中的甲烷是溫室氣體，且溫室效應的影響是二氧化碳的25倍，若無妥善收集處理，排放到大氣中會造成全球暖化的負面影響，但沼氣中的甲烷經燃燒反應後其溫室效應影響大幅下降，此外透過沼氣發電機可將沼氣燃燒的熱能轉換成電能，不但減少溫室氣體排放、降低環境負擔更創造綠能。

農業部自106年以來推動養豬場沼氣再利用（發電），輔導具沼氣發電效益之養豬場設置沼氣發電系統，亦協助中小型養豬場將沼氣進行熱能應用，沼氣燃燒產生的熱能可用於仔豬保溫或提供牧場人員盥洗熱水，節省畜牧場電能與天然氣的使用，達到節能減碳的效果。

截至112年底累計投入沼氣發電與熱能應用之豬隻總頭數達278萬

頭，以全國飼養豬隻總頭數換算，養豬場沼氣利用與沼氣發電普及率已達53%，每年減少7.5萬公噸二氧化碳排放，此減碳量相當於26.5萬臺機車年碳排放量或195座大安森林公園碳吸納量，而設置沼氣發電系統之養豬場已達169場，總裝置容量已達8.27MW，其發電量可供應14萬戶家庭用電，為國人提供永續綠電，幫助我國邁向2050淨零排放目標，在在顯示養豬產業正朝永續發展與環境友善進行轉型。

畜牧糞尿水處理過程中由微生物進行有機質分解，除了產生沼氣以外也會產生大量的污泥，污泥會沉澱於廢水處理系統之中，如果沒有定期排除，污泥不斷淤積將使廢水處理有效容積縮小，進而影響廢水系統處理效能，再加上污泥含水量高、肥分低，其污泥處理往往需要付出昂貴成本及人力，常讓畜牧場主相當困擾。因此為擴大推動畜牧糞尿多元利用，農業部委託工業技術研究院（簡稱工研院）推動養豬場污泥再利用技術——植種污泥，藉由養豬場污泥中富含廢水處理所需的微生物與營養源，可供給工業廢水系統豐富的「益生菌」，幫助提升工業廢水處理效能，在農業部與工研院共同推動下，養豬場污泥搖身一變成為工業廢水處理的「黑金新法寶」，經工研院實測將養豬場污泥植入石化廠廢水系統中，化學需氧量去除率提高12%，植入光電廠廢水系統，化學需氧量去除率提升21%，除



圖2. 億豐昌牧場進行沼液沼渣施灌，圖片為施灌於蒜田。

顯著提升工業廢水系統處理效能、降低工業廢水處理成本外，亦可幫助改善養豬場廢水處理系統污泥去化問題、減少養豬場污泥處理成本。

截至112年底養豬場已供應5.6萬公噸污泥給予國內石化業、光電業、染整業及工業區廢水處理廠等場域，除為養豬產業節省3.4億元以上污泥處理成本外，其中以實測每公噸養豬場污泥約可優化900公噸石化業廢水為例，國內污泥再利用量相當於已優化5,040萬公噸工業廢水，約為1座湖山水庫蓄水容量，甚至沼氣產量也因此提升，創造減碳、碳權之綠能效益。透過工業端長期且定期載運養豬場污泥，也幫助養豬場穩定自身廢水系統效能，創造農工互利的雙贏合作模式。

陸、結語

畜牧產業透過資源循環利用，不僅為國人提供優質蛋白質，更為農田提供作物生長所需的「肥水」；也利用廢水處理產生沼氣，降低畜牧產業溫室氣體排放減少環境污染，同時創造「綠電」與「綠能」，助攻國人達成2050淨零碳排目標；而養豬場的污泥已成為農工跨域合作的「黑金」，透過養豬場污泥供應優化工業端的廢水處理效能，成為工業廢水處理的利器。畜牧產業透過資源循環利用轉廢為能，並拓展多元循環經濟，成為國內產業循環經濟的典範，亦達成降低環境污染與環境友善的目標，提升國內畜牧產業環保永續發展競爭力。