





我國農業 淨零 轉型之實踐與挑戰

撰文 | 資源永續利用司 李依潔

氣候變遷造成全球平均溫度上升、降雨型態改變、海平面上升及極端天氣事件頻繁等衝擊，已成為全球共同性問題，對各行各業皆造成影響。農業是高度依賴水、土、生物等自然環境資源的產業，也是第一線遭受氣候變遷衝擊的產業，不僅對農業生產及農民收入造成直接衝擊，並可能導致糧食短缺等國安問題。農業部積極針對氣候變遷進行調適因應，導入短期因應防範及中長程轉型策略，並已融入至各項重要農業施政作為之中。而為從源頭端減少溫室氣體排放以減緩氣候變遷進程，農業部於111年主動提出「減量」、「增匯」、「循環」、「綠趨勢」四大主軸作為農業部門淨零排放策略，透過科技研發與政策誘因，積極推動各項中長程減量策略佈局，全面建構低碳農業轉型。



田間減量、能源管理 雙管齊下推減碳

要進行溫室氣體減量，應瞭解其排放情形，針對熱點投入資源進行減量工作。儘管農業部門的溫室氣體排放量僅占我國總排放量約2%，農業部仍積極掌握農林漁畜各產業之碳排情形，致力建立低碳的農業生產模式。農業部針對大宗作物與畜牧水產，積極更新及建立包含水田、肥料施用、畜禽腸胃發酵及糞尿處理產生之甲烷、氧化亞氮等溫室氣體的本土排放係數，有效提升排放估算之準確性與本土適用性，並精進國家溫室氣體排放清冊之評估基礎。

針對田間減量策略，農業部兼顧節水與產量穩定，由各地區農業改良場齊力完成水稻交替乾濕灌溉（AWD）之實證，建立一致化操作標準；針對家禽畜腸胃發酵之溫室氣體排放部分，建立精準調控之畜禽低碳飼糧配方，於113年完成修訂國家飼料標準，新增豬、雞飼料配方蛋白含量上限；突破低碳飼料添加物「海門冬」人工繁養殖技術並技轉予國內廠商，成為亞洲地區商業養殖海門冬之起步基礎。

在能效管理方面，透過開發與優化電動農漁機具，減少農機用油燃燒產生之溫室氣體，取得牽引式電動農膜回收機、自動化農用載具等專利累計達10項，完成電動鼓風噴霧機、電動施肥機等技術移轉；建立燈火漁船、刺網漁船及延繩釣漁船等3種不同作業漁法之油電混合漁船動力系統設計並打造示範船，有效降低燃料消耗、提升能源使用效率，形成低碳農漁業示範模式，強化溫室氣體減量效果。

自然碳匯

係我國2050年淨零排放目標之重要貢獻項目，農業部透過森林、土壤、海洋等三大路徑推動增匯措施。森林部分著重突破造林面積受限問題，已篩選香杉、臺灣杉、臺灣肖楠等高碳匯品系，其碳匯能力較平均高出1.5~3倍，以兼顧木材經濟品質與碳效益為核心，推廣至企業與國有林造林達22公頃；以開溝築堤等方式整合海岸劣化地復育造林作業模式，完成「海岸沙丘植被復育物種選擇指南」；配合林業類別自願減量方法學公告，農業部林業試驗所於114年出版《森林碳匯調查與監測手冊》，以回應業界專案執行須進行監測作業及林分碳匯量估算之實務需求。

土壤碳匯

農業部農業試驗所整合各區農業改良場歷年累積之土壤樣本資料，並與大專院校合作，運用數位土壤繪圖技術結合時間序列資料、在地化氣候參數及沖淤潛力評估，以跨時序、跨區域之土壤碳動態分析，初步完成表層土壤有機碳儲量現況與潛力分布圖，用以佈建全臺碳匯潛力空間區位；為克服傳統土壤有機碳量測分析方法耗時、耗人力、高成本、毒害等問題，積極發展可見光-近紅外光、中紅外光、高光譜及拉曼光譜等快速且低成本之光譜傳感技術，提升土壤有機碳量測效率。同時，農業部農業試驗所於西南沿海劣化農田，積極輔導當地農民，以土壤改良





建立我國海草復育策略地圖，指認潛力熱區及面積、適合草種、復育技術，據以佈局育苗端與種植端之關鍵復育技術及技術空間區位。

搭配保育耕犁栽培技術，有效翻轉當地農田原劣化且不具有農耕效益之困境，推廣面積達220 公頃，不僅提高硬質玉米產量，更減少耕犁成本，增進農民收益並增裕土壤碳匯，奠定後續擴大推廣之堅實基礎。

海洋碳匯

因國際發展起步較晚、環境異質性高，且易受季節性變化或天災影響，故優先著重基礎研究之建立，並兼顧強化海洋及濕地復育與管理策略。農業部漁業署、水產試驗所及大專院校等團隊通力合作，建立藍碳量測方法，界定碳庫及量測標的，並發表國際期刊，以科學實證接軌國際技術，打破藍碳場域長期缺乏量化標準之問題，展現我國技術輸出之實力；在海草復育方面，建立我國海草復育策略地圖，指認潛力熱區及面積、適合草種、復育技術，據以佈局育苗端與種植端之關鍵復育技術及技術空間區位，解決國際海草復育率低之技術缺口；以ESG模式引入多家企業資源並結合在地社區與NGO團體共同投入海草復種植，以及棲地改善等復育與教育推廣工作，實質帶動我國藍碳增匯。

循環利用 是邁向淨零永續不可或缺的一環

將原本線性式經濟下產生的農業廢棄物，轉變為循環式經濟的農業剩餘資源，延長資源使用的生命週期。為推動農業剩餘資源之全循環發展目標，農業部以科技研發奠定技術基礎，串聯肥料化、飼料化、材料化及能源化等四化多元再利用策略。

舉例而言，肥料化部分，農業部完成開發木黴菌製劑，加速農畜剩餘物質堆肥腐熟；飼料化部分，利用蔬果格外品、檸檬鳳梨皮渣、豆渣、酒糟及水產副產物，開發牛隻飼料、芻料及青貯料及柳葉鰻飼料；材料化部分，建立牡蠣殼發熱包製造技術，運用香蕉假莖與鳳梨葉等剩餘資源導入紡織與材料產業，支持紗線與纖維製品相關設備建置等；能源化應用，建立稻草與果木枝條製作生質燃料顆粒技術、將雞糞運用黑水虻生物處理產出生質柴油等副產品。

同時為切合產業需求，營造有利循環農業發展環境，農業部持續調適法規制度，針對《申請農業用地作農業設施容許審查辦法》修正增納剩餘資源循環設施。又為擴大產業應用與市場潛力，健全循環產業商業鏈結，農業部透過串聯上下游產業，積極促成跨領域與跨機構合作，以新技術促進產業發展，包含建立「菇包木屑-雞糞-有機堆肥場」循環處理模式；研發鳳梨植株採收機、株莖葉分離機等設備，導入自動化設計，提升鳳梨纖維料源收集之效率，另發行鳳梨葉纖維品質標準，作為取纖設備開發及產品訂價參據。

農業部進一步透過建立區域循環示範，輔導業者投入農業剩餘資源之場域運作，同時協助企業及農民組織，開發循環新產品與服務，推動農業剩餘資源高值化利用，擴大產業應用與市場潛力，以循環經濟新思維落實全循環零廢棄的永續農業。

為引導產業在淨零浪潮下順利轉型，農業部以碳定價、碳足跡、公私協力ESG及知識推廣人才培力等多元措施，建構淨零轉型友善環境，在碳機制下建立完善的產業應用工具。

碳定價方面

農業部與環境部合作於溫室氣體增量抵換機制中，納入多項農業場域可應用操作之項目，如汰換老舊農機為電動農機、汰換既有養殖池增氧設備為高效率省電增氧設備等，並訂定「農業機械設備汰舊換新溫室氣體減量獎勵辦法」，引導具減量需求之開發業者資源投入農業部門減碳措施，同時讓農友在淨零排放趨勢下享有實質碳收益。農業部於自願減量專案，新增訂定自然碳匯方法學5式，使我國農業碳權制度由原僅有之造林與植林，擴展至森林經營、竹林經營、農業土壤管理、紅樹林植林、海草復育等多元領域，並修訂既有造林與植林方法學，納入災後復舊造林及移除外來入侵種再造林等樣態，放寬參與限制，讓企業與農民團體得以依循科學化機制參與自然碳匯行動，並有方法及工具將增匯效益轉換為碳權。

此外，農業部以業界參與方案推動自願減量方法學之實作與查證機制，促成企業、學研單位及在地團體組成合作團隊，建立示範專案，提升農業自願減量方法學於國內落地之量能。

碳足跡方面

為使主要農產品皆有可申請碳足跡標籤之盤查方法，農業部已完善15項產品類別規則（PCR），並透過與環境部合作模式，以正面表列盤查項目、依契作農戶數建立盤查級距分級等方式簡化盤查作業，持續降低農產品申請碳足跡標籤障礙；建立數位盤查工具，擴充「農務e把抓」功能，整合產銷履歷機制，降低田間數據



蒐集成本；為減少農產品查驗成本，農業部輔導財團法人農業科技研究院於113年成為產品碳足跡第三方查驗機構，強化專業審查能量並降低查驗成本，使制度更具公信力與可近性。為輔導更多農產品申請碳足跡標籤，農業部自115年起推動農業產品碳足跡標籤業界參與專案，結合零售通路擴大碳標籤農產品上架，鼓勵低碳生產與綠色消費，建構綠色友善環境，逐步達成淨零轉型之永續目標。

人才培育及知識推廣方面

農業部已建立「農業淨零資訊網」作為大眾認識農業淨零之一站式平臺，此外，農業部整合所屬試驗改良場所，建立11個推廣團隊並培育66位種子講師，持續辦理教育訓練，分群、分眾強化氣候變遷議題之專業知能；在全球淨零永續浪潮下，各大企業紛紛將目光投入到農業場域，因此農業部於115年起規劃建立「農業綠領人才」培訓認證機制，以課堂講解搭配實場域操作，滿足業界對農業淨零人才需求，也為農業科系學子開創新興工作領域與機會，並持續藉由參展氣候行動博覽會、辦理影音競賽激發社會創意等科普化方式，強化社會溝通及對話，進一步引導民眾對淨零議題之理解、認同與支持。

農業部輔導財團法人農業科技研究院於113年成為產品碳足跡第三方查驗機構，強化專業審查能量並降低查驗成本，使制度更具公信力與可近性。

結語

農業為生物型產業，相較其他如工業、製造業等產業，具備生產過程之高度不確定性，易受氣候、土壤、水資源及地域生產條件等自然環境及因素影響，尤以臺灣本土環境具有高度歧異性，整體減碳措施難以單一標準化方式推動，須依據區域條件及作物種類進行差異化管理。而我國農業結構以小農型態為主，排放主體皆為分散之微型排放源，除了單點導入淨零技術成本高之外，更可能影響農產品的產量及品質，這對主要收入來自於農產品的農民來說，是特別容易有疑慮的，導致農業淨零之推動極具挑戰。農業部特別重視這點，因此各項淨零推動作法皆須在不對產量與品質造成負面影響之前提下發展，並反覆於田間驗證成效，同時透過誘因機制工具建立與政策引導，鼓勵產業邁向淨零轉型。

農業部遵循賴總統「國家希望工程」所揭示的「綠色成長與2050淨零轉型」五大策略，以「農業部門減碳旗艦計畫」為上位指導，聚焦「減量」、「增匯」、「循環」、「綠趨勢」四大主軸推動相關策略措施，以科技創新突破作為推動基石，積極爭取相關資源，運用跨部會、跨產業及多元資源投入等合作協調模式，強化各機關間之橫向連結與交流。同時持續進行社會溝通及發展循證治理等方式，蒐集多元利害關係人意見，並結合量化資料分析與政策研究結果，強化農業碳定價及其他淨零措施推動之成本機制，期共創生產、生活、生態之永續農業，實踐農業淨零轉型願景。🌱

強化農業碳定價及其他淨零措施推動之成本機制，
期共創生產、生活、生態之永續農業，實踐農業淨零轉型願景。

