

我國農業部門溫室氣體排放與移除現況及淨零推動策略

人類活動造成的溫室氣體排放已被證實是造成氣候變遷的重要原因，我國農業部門的排放與移除依循 IPCC 的指南列於每年發布的溫室氣體排放清冊報告中，森林、土壤及海洋的碳匯功能更是目前清冊中唯一的移除源。配合國家淨零的達成，行政院農業委員會（以下簡稱農委會）於 111 年 2 月 9 日辦理策略會議，歸納出減量、增匯、循環及綠趨勢四項主軸，宣示於 2040 年達成農業部門淨零的目標。

黃家康（行政院農業委員會氣候變遷調適及淨零排放專案辦公室助理研究員）

壹、前言

農業部門最重要的任務即在供應糧食，透過農作物的種植、經濟動物的飼養等，滿足民衆營養需求。然而糧食生產過程，仍會有溫室氣體的排放，近年來已有相當的科學數據證實溫室氣體是導致氣候變遷的重要原因，氣候變遷下常見的升溫、乾旱及強降雨等大氣徵狀的改變，對於農業的正常

生產均帶來了相當的挑戰，因此，為求能夠減緩氣候變遷的腳步，以降低對農業生產的衝擊，我國農業部門的溫室氣體排放量雖較其他領域而言相對低，仍應有更積極的作為推動淨零。除持續投入減量，農業部門具有的自然碳匯作用，透過森林、土壤及海洋將二氧化碳自空氣中移除，貢獻國家的淨零。本文將說明農業部門溫室氣體的排放及移除現況及所

研議的淨零推動策略。

貳、農業部門溫室氣體排放與移除現況

「聯合國氣候變化綱要公約」（United Nations Framework Convention on Climate Change，以下簡稱 UNFCCC）自 1994 年於聯合國總部通過後，氣候變遷正式地成為國際間重視的議題，1997 年京都議定書（Tokyo Protocol）更提及應將

大氣中的溫室氣體濃度維持在一適當的水準，並且也規範各國應提交溫室氣體排放之國家清冊報告（National-Inventory Report，NIR），2006年作為UNFCCC重要推手的聯合國政府間氣候變化專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change，以下簡稱IPCC）發布了國家溫室氣體清冊統計指南，期望將京都議定書規範各國提交國家清冊報告的內容據以落實，其架構分為能源、工業製程及產品、農業、土地利用與土地利用改變及森林、廢棄物等部門，臺灣雖非屬締約方，但仍依循該架構發布國家清冊報告，據以檢視我國溫室氣體排放狀況。

溫室氣體依目前行政院環境保護署的規範，分別為二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氫氟碳化物、全氟碳化物、六氟化硫及三氟化氮等七種，不同溫室氣體使地球升溫的能力不一，為利呈現一致，會依據其溫暖化潛勢換算成二氧化碳當量（以下簡稱CO₂e）表示。農業部門會產生的溫室氣體有二

氧化碳、甲烷、氧化亞氮等三種，以產生排放方式，又可分為燃料燃燒及非燃料燃燒兩大類，燃料燃燒係指用油用電等能源使用而排放的溫室氣體，故在清冊架構中，農業生產所使用的燃料燃燒部分，歸類於能源部門統籌計算，農業部門則統計非燃料燃燒的排放源。若以產業加以區分，農業部門非燃料燃燒排放主要排放源包括畜牧業的禽畜腸胃發酵和糞尿管理，以及農糧生產的水稻種植和農業土壤等。

畜牧業的禽畜腸胃發酵是指經濟動物在消化過程中在其腸胃道因發酵作用而排放的甲烷；禽畜糞尿管理則是指處理禽畜排泄造成的糞尿而產生之甲烷及氧化亞氮。農糧生產的水稻種植則是因水稻田長期湛水形成厭氧的環境，致使有機物質被微生物分解而產生的甲烷；農業土壤主要則是因為使用含氮的肥料，造成氧化亞氮的釋出。

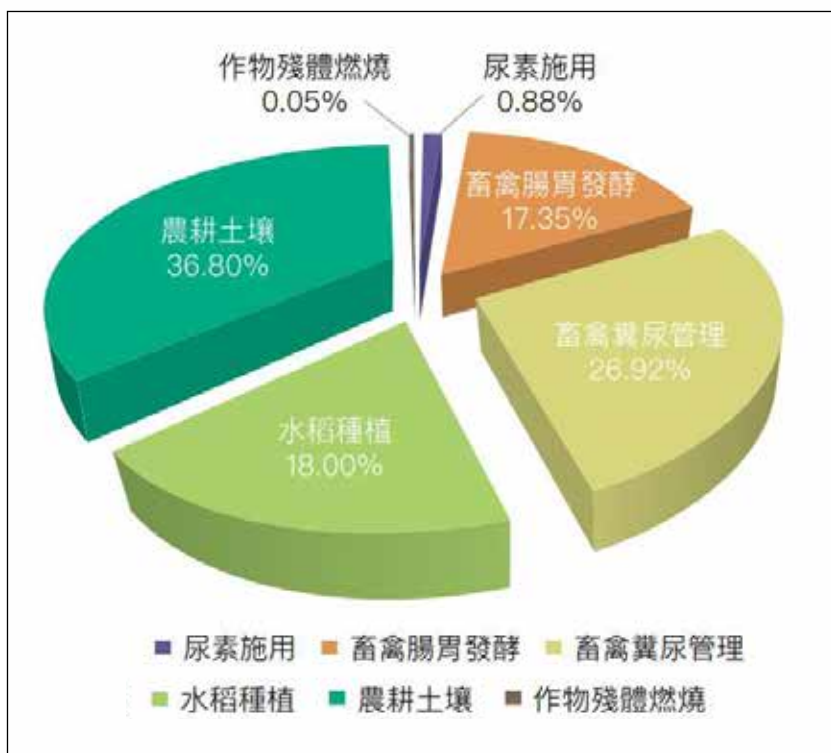
根據2022年發布的國家溫室氣體排放清冊報告，2020年農業部門非燃料燃燒排放源占

比最大者為農業（耕）土壤的36.80%，繼之為禽畜糞尿處理26.92%、水稻種植18.00%及禽畜腸胃發酵17.35%，其餘尚有尿素施用及作物殘體燃燒，但占比較小，暫不於本文中探討（下頁圖1）。而若再以產業區分，則畜牧業造成的溫室氣體排放占比為44.27%、而農糧領域的占比則為54.80%。又觀察我國自1990年以來農業部門非燃料燃燒之溫室氣體排放之變化，整體而言已呈顯減少的趨勢（下頁圖2），1990年農業部門的溫室氣體排放量為5,049.12千公噸CO₂e，而2020年的排放量已降低至3,433.72千公噸CO₂e，主要原因與我國之經濟發展導致的產業結構改變及農耕活動及經濟動物飼養量之減少有關。

我國的清冊報告中依循IPCC指南，透過自然碳匯的方式將二氧化碳自空氣中移除，將之定為土地利用、土地利用變化及林業部門，惟配合現有資料的可取得性，目前僅有納入林業活動，其餘土地利用等項目，尚未於我國的清冊報告

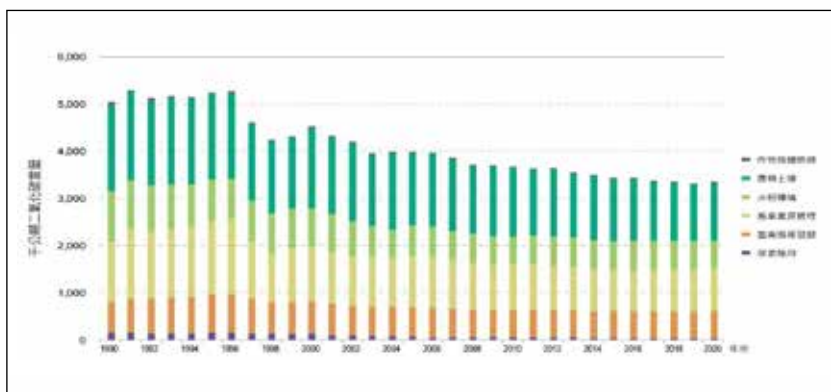
專題

圖 1 2020 年農業部門溫室氣體排放源占比 (非燃料燃燒)



資料來源：2022 年國家溫室氣體排放清冊報告。

圖 2 我國自 1990 年起農業部門溫室氣體排放趨勢 (非燃料燃燒)



資料來源：2022 年國家溫室氣體排放清冊報告。

中呈現，係以樹木每年的生長量透過適當之轉換係數換算回移除量。林業部門的溫室氣體移除變化依下頁圖 3 所示，近 20 多年來我國對於林業政策有相關禁伐的規定，故整體大致呈現穩定趨勢，2020 年之移除量為 21,905.01 千公噸 CO₂e，又 2009 年數值明顯下降係受莫拉克風災在中南部降下豪大雨，產生大量漂流木，林木的材積量損失較多，造成當年度林業部門的溫室氣體排放量增加及移除量下降，提醒國人對於森林資源的保育意識應加以提升。

參、農業部門淨零排放推動策略

由於氣候風險情況持續嚴峻，國際間也相當重視，各國政府陸續宣示於 2050 年達成淨零排放，我國也在 2021 年 4 月 22 日世界地球日時，由蔡總統宣示 2050 年淨零的目標。

為使農業部門達成淨零目標，農委會也於 111 年 2 月 9 日辦理邁向農業部門淨零排放策略大會，並且歸納出四項主

軸，分別為減量、增匯、循環及綠趨勢，並向下展開各項策略及措施，以期能夠確實達成，並且更宣示將於 2040 年達成農業部門的淨零，比我國的目標 2050 年更提早 10 年，簡要介紹各項主軸及重要推動措施如下：

一、減量

我國農業部門溫室氣體的排放量與其他部門相比排放量相當低，從清冊資料得知，2020 年農業部門的非燃料燃燒排放量 3,344.72 千公噸 CO₂e 僅占全國 285,131 千公噸 CO₂e 的 1.1%，雖然為數其微，仍須戮力在不影響糧食安全下減少

排放，故於減量主軸中，透過詳實地建立農業生產碳排資訊做為減降依據並且開發農糧、畜牧及漁業的低碳生產模式，包含透過灌溉方式調整減少水田甲烷排放、透過肥料施用方式改變減少氧化亞氮釋出、透過精準營養與餵飼減少禽畜腸胃發酵、導入智能化節能養殖設備等，以期望 2040 年可以減少農業部門 50% 的溫室氣體排放。

二、增匯

農業是唯一可結合生產活動產生碳匯效益的部門，依產業觸及範圍可分為森林、土壤及海洋三大碳匯，將空氣中的

二氧化碳移除，同時「自然碳匯」也是我國推動淨零碳排的 12 項關鍵戰略之一。以森林而言，透過新植造林使森林面積增加、復育劣化林地、強化森林經營管理、提升國產木竹材使用等策略，以期能提高森林碳匯量；在土壤碳匯方面，則是要提高土壤有機質含量，即將碳固定於土壤，避免以二氧化碳的形式散逸回空氣，主要推動策略包含推廣具負碳功能之作物品種、建立低耕犁或免耕栽培模式、推廣草生栽培、透過額外施用微生物提升土壤團粒構造以提升土壤有機質等；而海洋碳匯部分，鑒於基礎資料較少，故優先針對海洋碳匯進行基礎資料建立，包含繁殖保育區及養殖魚池的碳匯能力、並針對同樣也具碳匯效益之濕地強化保育及管理，期望能夠在 2040 年增加 1,000 萬噸農業碳匯。

三、循環

農業部門在正常生產的狀況，有部分的未被利用的部位並未以農產品的方式被作為商

圖 3 我國林業部門溫室氣體移除趨勢



資料來源：2022 年國家溫室氣體排放清冊報告。

專題

品販售，例常以廢棄物的方式處理，須額外耗費能資源投入，更不利於氣候變遷。因此，如何將未被利用到的農業剩餘資源，重新利用，進入其他產品的供應鏈中，延長其生命周期，並減少資源投入使用量，是循環概念思考的關鍵。循環主軸的主要推動策略包含禽畜糞尿的沼渣、沼液、農林業剩餘資源的能源化、資源化及材料化再利用等，並且透過建置循環場域並實際營運，確實將循環技術應用並有效提升農業剩餘資源循環利用率，期望在 2040 年可以將農業部門產生的 5 百餘萬噸農業剩餘資源全部加值應用。

四、綠趨勢

農業部門除本身可以推動的減量、增匯及循環外，尚可配合政府其他部門，共同達成淨零目標，例如在不影響農漁民權益下，發展綠能；建構能源自主農漁村；發展農業部門的抵換專案方法學，納入碳權制度中，創造農民收益；提升消費者綠色消費的概念並揭露

主要農產品的碳足跡資訊，帶動生產端投入減量、配合綠色金融的推動，結合規劃政策誘因機制，引導企業、農民及產業投入減量等。

肆、結語

淨零目標的達成，不僅僅是政府的責任，應透過公私部門的協力合作，而清冊的統計資料正是檢視達成淨零與否的重要文件。農業部門的溫室氣體排放雖然占比不高，但以目前的統計資料而言，仍有精進的空間，例如本土係數的建立、闕漏的活動數據統計等，均可再將清冊中所記錄的內容更貼近真實的排放現況；而移除部分，已有森林的統計資料，後續加入土壤及海洋的計量方法學，更可呈現農業部門自然碳匯對國家淨零的貢獻。此外，淨零的推動更有賴科技的研發，農委會自 112 年起投入逾 11 億的經費針對氣候變遷調適、減量、增匯及循環等相關主題，藉由強化淨零科研能量以確保淨零目標之達成。

參考文獻

1. 行政院環境保護署（2022），中華民國國家溫室氣體排放清冊報告，臺北。
2. 王怡絮（2022），凝聚共識 農業淨零，農政與農情，357 期，6-10 頁。
3. 王怡絮（2021），農業溫室氣體減量打造低碳綠色家園，農政與農情，346 期，62-66 頁。❖