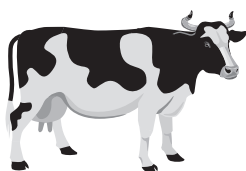




環境永續，共生共榮

打造低碳綠色家園 農業溫室氣體減量



王怡絜¹

壹、前言

1988年氣候變遷第一次成為聯合國大會討論議題，國際開始正視溫室氣體排放造成全球暖化等氣候變遷議題，1994年150個國家於紐約聯合國總部通過「聯合國氣候變化綱要公約（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）」，1997年更進一步簽署京都議定書，規範締約方有義務提交溫室氣體排放之國家清冊報告（National-Inventory Report, NIR），我國雖非屬締約國，但仍克盡身為地球村一分子的責任，積極為減緩地球暖化貢獻心力，主動依循2006年版聯合國政府間氣候變化專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）編訂之國家溫室氣體清冊指

註1：行政院農業委員會企劃處。

南統計方法（簡稱 2006 IPCC 指南），每年依能源、工業製程及產品使用、農業、土地利用、土地利用變化及林業、廢棄物等各部門別，計算自 1990 年起之溫室氣體排放及移除趨勢，並作為訂定排放管制目標之依據。

國家溫室氣體排放清冊報告中與農業部門有關者包含農業活動之非燃料燃燒與燃料燃燒溫室氣體排放，以及林業活動之溫室氣體排放及移除量等，除農業活動燃料燃燒排放量由經濟部能源部門統籌計算外，其餘由行政院農業委員會（簡稱農委會）負責計算。

貳、我國農業活動非燃料燃燒溫室氣體排放計算方法與數據

一、計算方法

依據 2006 IPCC 指南建議，採活動數據乘上排放係數之方式計算，可區分為畜牧及農糧 2 大產業，在畜牧業溫室氣體排放源方面包含畜禽腸胃發酵、畜禽糞尿處理等 2 項，說明如下：

- （一）畜禽腸胃發酵是指人類飼養之家畜及家禽於消化過程中腸胃發酵所產生之甲烷，其中草食動物較雜食動物排放量高，而草食動物中又以反芻類（如牛、羊等）的排放量為高。
- （二）畜禽糞尿處理係指飼養畜禽排泄之糞尿產生之甲烷及氧化亞氮，我國家畜類畜牧場產生之糞尿水因環境保護法規規範，

係以廢水處理為導向，而家禽糞尿則多經過不同程度堆肥後施用於田間，相較於美、加、紐、澳、歐盟等畜牧大國對畜禽糞尿水多採取粗放管理，我國畜禽糞尿之處理方式可使溫室氣體減量許多。

至於在農糧產業溫室氣體排放源方面包含水稻種植、農業土壤、作物殘體燃燒、尿素施用、石灰處理、其他含碳肥料、草原焚燒等 7 項，說明如下：

- （一）水稻種植係因浸水田為厭氧環境，有機物經微生物分解後產生甲烷並經水稻植株擴散至大氣中，我國水稻種植排放係數採用本土係數，並依不同地區及一、二期作分別計算。
- （二）農業土壤產生之溫室氣體為氧化亞氮，包含直接排放及間接排放，直接排放係指於農地施用化學氮肥、有機氮肥、作物殘體埋入或改變土地利用管理等農業活動造成氮素進入土壤產生之排放，間接排放則是指上述施用之氮肥經揮散至大氣及土壤氮素經淋洗和逕流移出產生。
- （三）作物殘體燃燒是估算農業殘體於焚燒過程排放之溫室氣體，依據 2006 IPCC 指南建議，因焚燒過程中釋放之二氧化碳氣體將被再生長出來之植物吸收而免予計算，



故本項排放源僅計算非二氧化碳之溫室氣體。

- (四) 尿素施用則係指尿素施用於土壤後經水解過程產生二氧化碳排放。
- (五) 石灰處理及其他含碳肥料等2項排放源，因國內使用量少且缺乏確切統計資料而暫未估算。
- (六) 草原焚燒因我國農業鮮有此種經營管理模式且無統計資料而未估算。

二、數據

依據最新一期國家溫室氣體排放清冊報告，農業部門非燃料燃燒溫室氣體排放源以農業土壤為最大宗占45.9%，水稻種植及畜禽腸胃發酵接續在後，分別占22.7%及21.1%，再次則為畜禽糞尿處理占9.1%，簡言之，

我國農業部門非燃料燃燒溫室氣體排放結構大致為農糧產業7成、畜牧產業3成，溫室氣體排放種類則以甲烷及氧化亞氮為主；近20年來農業部門非燃料燃燒溫室氣體排放量呈減少趨勢，主要導因於經濟發展、加入WTO及經貿自由化造成國內產業結構改變，農耕活動及畜禽飼養量減少所致，2018年排放量為2,709.1千公噸二氧化碳當量，較2005年（基期年）減少13.3%，較1990年則減少33.0%，整體排放趨勢及結構如圖1所示。

參、我國林業活動溫室氣體排放及移除量計算方法與數據

一、計算方法

依據第3次與第4次全國森林資源調查成果之林型面積及林業統計資

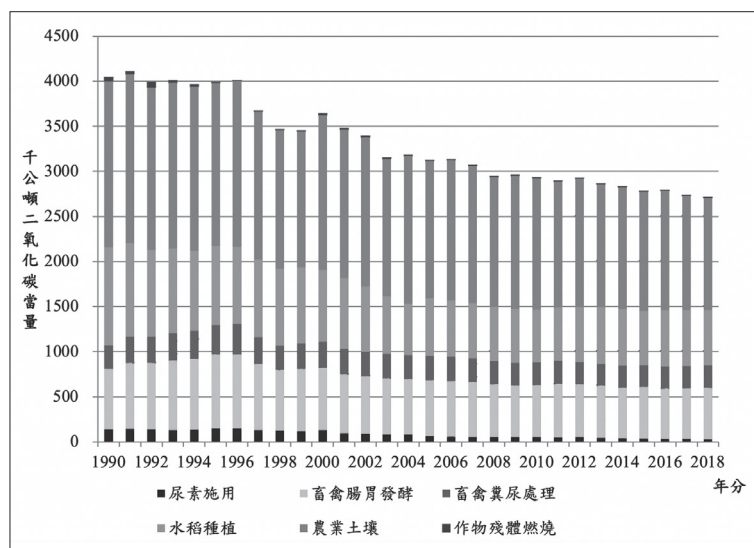


圖1. 1990~2018年農業部門非燃料燃燒溫室氣體排放趨勢。

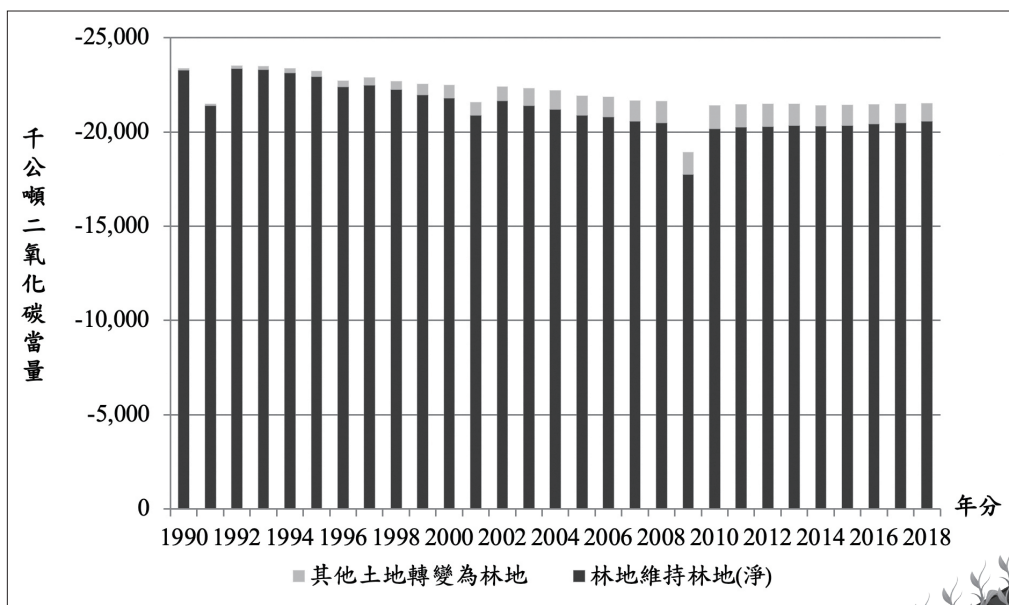
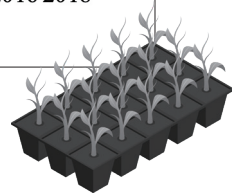


圖 2. 1990～2018 年林業部門溫室氣體移除趨勢。



料計算林業活動之溫室氣體排放及移除量。林業之溫室氣體排放係來自於木材伐採、薪材收穫及干擾等其他因素（如風災、火災、盜伐等），移除量則來自於森林林木之每年生長量。

二、數據

由於我國區域計畫法、森林法對於林業用地變更及森林伐採均訂有嚴謹規範，且自 1992 年起即實施禁伐天然林政策，林地變更使用情形極少，整體林業部門屬溫室氣體淨移除部門，其移除量自 1990 年以來，除 2009 年因莫拉克風災於中南部降下豪大雨產生約 125 萬公噸漂流木，造成林木損失材積量大而使該年度排

放量驟增，致當年總移除量減少外，大致維持穩定趨勢，2018 年溫室氣體移除量為 21,507 千公噸二氧化碳當量，較 2005 年（基期年）略減少 1.9%，整體林業部門溫室氣體移除趨勢如圖 2 所示。

肆、結語

透過計算農業部門國家溫室氣體排放清冊，可清楚明瞭我國農業部門在非燃料燃燒部分之主要排放來源，並可作為農業部門投入溫室氣體減量資源之重要性排序依據，農委會每年除配合行政院環境保護署計算及審議新一年度之農業及林業部門溫室氣體排放量及移除

量外，亦邀請農、林、畜溫室氣體相關專家學者辦理部門內審議會，持續精進清冊報告內容及計算方法，並透過各項研究調查研析最新本土排放係數，以因應隨時代、法規及科技發展而轉變之農耕及畜禽飼養管理方式，提升溫室氣體排放計算準確性。

農業生產具生物特性，其所產生之溫室氣體受到氣候、地理環境、耕作及飼養方式及各國農產業結構差異等因素影響，農牧活動在全球溫室氣體排放背負惡名，主要係因反芻動物於消化過程中產生大量溫室氣體所致，造成民眾多有農業及畜牧業生產會排放大量溫室氣體之觀念，但我國非屬農業大國，且農產結構以農作物耕種為大宗，畜牧產業也非以飼養反芻動物作為主力，以我國情況而言，農業部門溫室氣體排放量少，2018年農業部門整體排放量（含非燃料燃燒及燃料燃燒）僅占全國溫室氣體排放量1.96%。

農業部門溫室氣體吸收量遠大於排放量，且為我國唯一估算碳匯量之部門，2018年森林碳匯可抵減全國溫室氣體排放量之7.25%。即便農業部門排放占比極低，農委會仍積極推行各項減碳作為，透過強化精準農業概念，持續推動合理化施肥，並推廣有機與友善環境耕作；鼓勵汰換節能設施（備），提升能源使用效率，推動漁船用油減量；依循國家循環經濟政策，積極推動循環農業，延長資源生命週期

並提升生產效率，如畜牧糞尿水於農作施灌，沼氣再利用（發熱、發電），研發農業副資材及廢棄物運用於生質能源技術，推動生物炭農地施用，增加土壤固碳能力及改善土壤品質，並持續推動造林及加強森林經營撫育管理，同時因應氣候變遷衝擊，配合水情調整農糧作物種植種類及面積。此外，農業部門尚具有跨部門貢獻，配合國家再生能源政策，在不影響農漁民權益、農漁業發展及生態環境前提下，推動農業綠能發展，使農業與綠能共存共榮，協助國家能源轉型，減少國內整體電力使用排放之溫室氣體。

依據溫室氣體減量及管理法規定，農業部門肩負農業溫室氣體減量、森林資源管理及碳匯功能強化，以及糧食安全確保之責，同時農業尚具有維護生態景觀、水土涵養、國土保安、維持生物多樣性及傳承農村文化等多功能價值，可作為氣候緩衝調節場域，藉以維護國人身心靈及財產安全；農委會將在確保國人糧食安全前提下，致力於強化各項節能減碳措施、降低單位農業

生產之碳排放量，並推廣國人消費國產農產品，縮短食物里程，以發展低碳農業為目標。

