



減少溫室氣體排放

前言

自工業革命後，大氣中溫室氣體濃度日益增加，導致全球暖化日益嚴重，使全球氣候變遷加劇，隨之而來的極端氣候，如高溫、旱災、極端降雨及低溫等，將為人類生活帶來許多負面影響，並影響農業生產環境。因此，聯合國訂立氣候變化綱要公約，各國須提交因應氣候變遷相關進展之資訊，以共同減緩地球暖化，為因應氣候變遷所帶來的衝擊，各國政府遂提出西元2050年達成溫室氣體淨零排放之目標。農業部就氣候變遷議題，積極統籌規劃農業部門因應氣候變遷政策，並於2022年2月9日舉辦「邁向農業淨零排放策略大會」，由產、官、學專家凝聚共識，擬定「減量」、「增匯」、「循環」、「綠趨勢」4大主軸做為農業部門達成淨零排放之具體路徑。本文以池上鄉水稻深層施肥為例，期使農友栽培水稻時

以池上鄉 水稻深層施肥為例

文、圖/ 張繼中、黃文益
能瞭解並採行「減量」措施，減少甲烷與氧化亞氮等溫室氣體排放。

減什麼量？

「減量」顧名思義就是減少溫室氣體的排放量。根據國家溫室氣體排放清冊報告，農業生產溫室氣體排放主要為氧化亞氮(N_2O)、甲烷(CH_4)及二氧化碳(CO_2)。而農業溫室氣體排放來源分述如下：

二氧化碳：現代農業廣泛使用各類機械，如插秧機、曳引機、收穫機等，高度依賴化石燃料提供能源，操作過程會直接排放二氧化碳。此外，灌溉、農產品乾燥及加工、化學肥料和農藥的製造過程，會消耗能源，釋放大量二氧化碳。

甲烷：水稻種植時，有機物在湛水的稻田中會因厭氧環境，被微生物分解而產生甲烷。

氧化亞氮：主要來自化學氮肥的使用。當氮肥施用過量或管理不當時，土壤



圖1. 左為傳統插秧機，右為利用插秧機附掛深層施肥裝置，將緩效性肥料埋入秧苗旁約6-10公分深度位置。

中的微生物會將多餘的氮轉化為氧化亞氮，釋放到大氣中。

如以全球暖化潛勢(global warming potential, GWP)計算，也就是將不同溫室氣體和相同質量二氧化碳比較之下，造成全球暖化的相對能力，二氧化碳的全球暖化潛勢定義為1，甲烷及氧化亞氮分別為28及265，所以甲烷及氧化亞氮對於環境影響甚鉅。

減量策略的措施

農業生產過程中，會產生溫室氣體，如何「減」少溫室氣體排放「量」，以下提供幾項減量措施，供農友參考：

- 推廣低碳農業技術：採用節能減碳的農業技術，如有機栽培、友善耕作、生物炭應用等，可減少對化石燃料的依賴，提高生產效率，減少溫室氣體的排放。

- 優化肥料使用方式：精準施肥技術，可提升氮肥利用效率，避免氮肥過量施用，減少氧化亞氮排放。本場2024年於池上鄉進行深層施用緩效性肥料對臺東地區水稻氮利用效率影響之試驗研究，結果顯示深層施肥區2024年1期作及2期作之氮肥利用率較佳，因此穗肥用量也可減少，如換算成三要素，1期作及2期作每公頃分別可節省化學氮肥37公斤及40.2公斤的化學氮肥(表1)。2024年1期作及2期作對照區的甲烷排放量分別為每公頃148.5及1,556公斤，而深層施肥區分別為每公頃88.1及723公斤，對照區之甲烷排放量高於深層施肥區，而各期作對照區的氧化亞氮排放量分別為每公頃4.6及63.1公斤，而深層施肥區分別為每公頃2.6及8.3公斤，深層施肥區之排放量低於對照區。

表1. 深層施肥區及對照區每公頃肥料用量比較

期作	肥料用量(公斤)	氮素總量(公斤)	氮素減用量(公斤) (對照-深層施肥)
1期作	深層施肥區：		
	基肥：		
	300公斤(15包)之17-7-10.1緩效性肥料	深層施肥區氮素：	
	穗肥：	67	
	100公斤(2.5包)之16-8-12之複合肥		1期作減用量：
	對照區：		104-67=37
	基肥及追肥：		
	400公斤(10包)之20-5-10複合肥	對照區氮素：	
	穗肥：	104	
	167公斤(4包)之16-8-12複合肥		
2期作	深層施肥區：		
	基肥：		
	300公斤(15包)之17-7-10.1緩效性肥料	深層施肥區氮素：	
	穗肥：	63.8	
	80公斤(2包)之16-8-12之複合肥		2期作減用量：
	對照區：同1期作	對照區氮素：	104-63.8=40.2
		104(同1期作)	

如以全球暖化潛勢計算，2024年各期作對照區的GWP分別為每公頃5.3及60.2公噸二氧化碳當量，而深層施肥區分別為每公頃3.1及22.4公噸二氧化碳當量(表2)，

表2. 2024年池上鄉試驗田區甲烷排放量、氧化亞氮排放量及全球暖化潛勢

處理	甲烷 (公斤/公頃)		氧化亞氮 (公斤/公頃)		全球暖化潛勢 (公噸二氧化碳當量/公頃)	
	第1期作	第2期作	第1期作	第2期作	第1期作	第2期作
深層施肥區	88.1	723	2.6	8.3	3.1	22.4
對照區	148.5	1,556	4.6	63.1	5.3	60.2

不論是1期作或2期作，對照區的全球暖化潛勢高於深層施肥區，結果顯示深層施肥處理，可減少溫室氣體排放，而產量亦以深層施肥處理較高，農友收益增加且稻米品質亦不受影響(表3)。

3. 推廣節水灌溉技術：依據2024年中華

表3. 2024年池上鄉試驗田區稻米品質、產量調查及稻穀收益分析

期作	處理	食味值	稻穀產量 (公斤/公頃)	稻穀收益 (元)
1期作	深層施肥區	79	7,074	212,220
	對照區	76	6,813	204,390
2期作	深層施肥區	78	5,095	152,850
	對照區	75	4,684	140,520

民國國家溫室氣體排放清冊報告，農糧產業之排放源如圖2所示，因水稻種植時，有機物在湛水的稻田中會因厭氧環境，被微生物分解而產生甲烷，且水稻種植面積達22.2萬公頃，所以占18.13%排放源。目前研究文獻顯示水稻田如能採行節水灌溉技術，可減少甲烷的排放，本場亦進行水稻節水灌溉之相關試驗研究，期能建立甲烷排放之相關資料，做為未來推行溫室氣體減量之參考依據。

結語

透過上述減量措施的推行，期望能有效降低農業部門的溫室氣體排放，朝向2040年農業淨零排放的目標邁進。減量不僅僅是數字上的呈現，更是一種農業生產模式的轉型，藉由技術創新與智慧管理，實現環境保護與農民經濟效益的雙贏局面。未來，隨著政策與技術的不斷完善，農業淨零減量策略將在更多地區與作物上發揮功效，成為推動永續發展的重要力量。這不僅有助於減緩氣候變遷的影響，亦能促進農業的永續發展，確保糧食安全與生態環境的和諧共存。

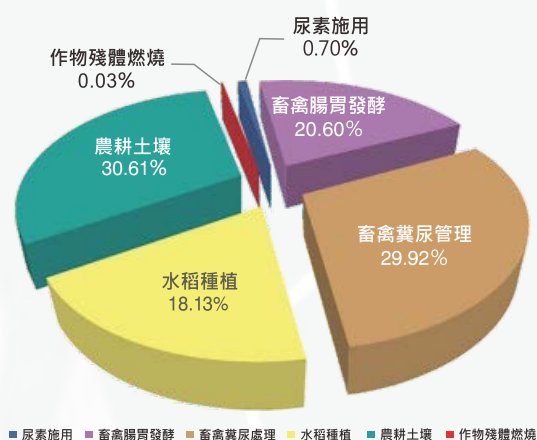


圖2. 2022年農業部門溫室氣體各排放源占比