

水田施用裹覆型肥料對土壤氧化亞氮排放與氮肥利用率之影響

蔡婷¹，許翰庭²，莊愷瑋²

¹南華大學永續綠色科技碩士學位學程 ²國立中興大學農藝學系

前言

依據IPCC國家溫室氣體盤查指引，農地施肥管理為氧化亞氮(N₂O)排放的重要來源。肥料施用所引發之直接N₂O排放不僅加劇溫室效應，亦降低氮肥利用效率。本研究聚焦於水稻田中裹覆型肥料之合理化施用策略，探討其對N₂O排放量、排放係數及氮肥利用效率之影響。藉由比較不同施肥模式，評估在維持作物產量與品質前提下之減排與節肥效益，並建立水田土壤N₂O排放係數，以作為農民依土壤性質與栽培制度選用適當肥料之科學依據，促進農業永續發展。

結果與討論

圖一顯示，一期作中不同施肥模式會影響N₂O排放，慣行尿素處理於追肥及穗肥施用後，易產生明顯之短期排放高峰，其累積排放量與排放係數亦為各處理中最高(表一、二)。相較之下，裹覆型緩釋肥料因氮素釋放較為平緩，基肥施用後未造成劇烈之氮濃度變動，配合減量施肥策略，使整體通量變化較為穩定；於穗肥階段，其排放反應亦明顯低於尿素處理，顯示可有效削弱施肥後之高峰型排放事件。

圖二顯示，二期作在長期湛水條件下，土壤氧化還原電位維持於低值，各處理之N₂O通量多接近零，僅於施肥後或水層變動時出現短暫小幅上升，其累積排放量與排放係數均顯著低於一期作(表一、二)。此結果反映在高度還原環境中，土壤硝酸鹽生成量受限，脫氮反應可利用的基質較少，使各處理N₂O排放潛勢整體下降。然而處理間差異仍存在，慣行尿素之排放係數仍為最高，而各裹覆肥處理則維持較低水準，顯示即使於低Eh條件下，穩定供氮仍有助於降低氮素以N₂O形式流失之比例。

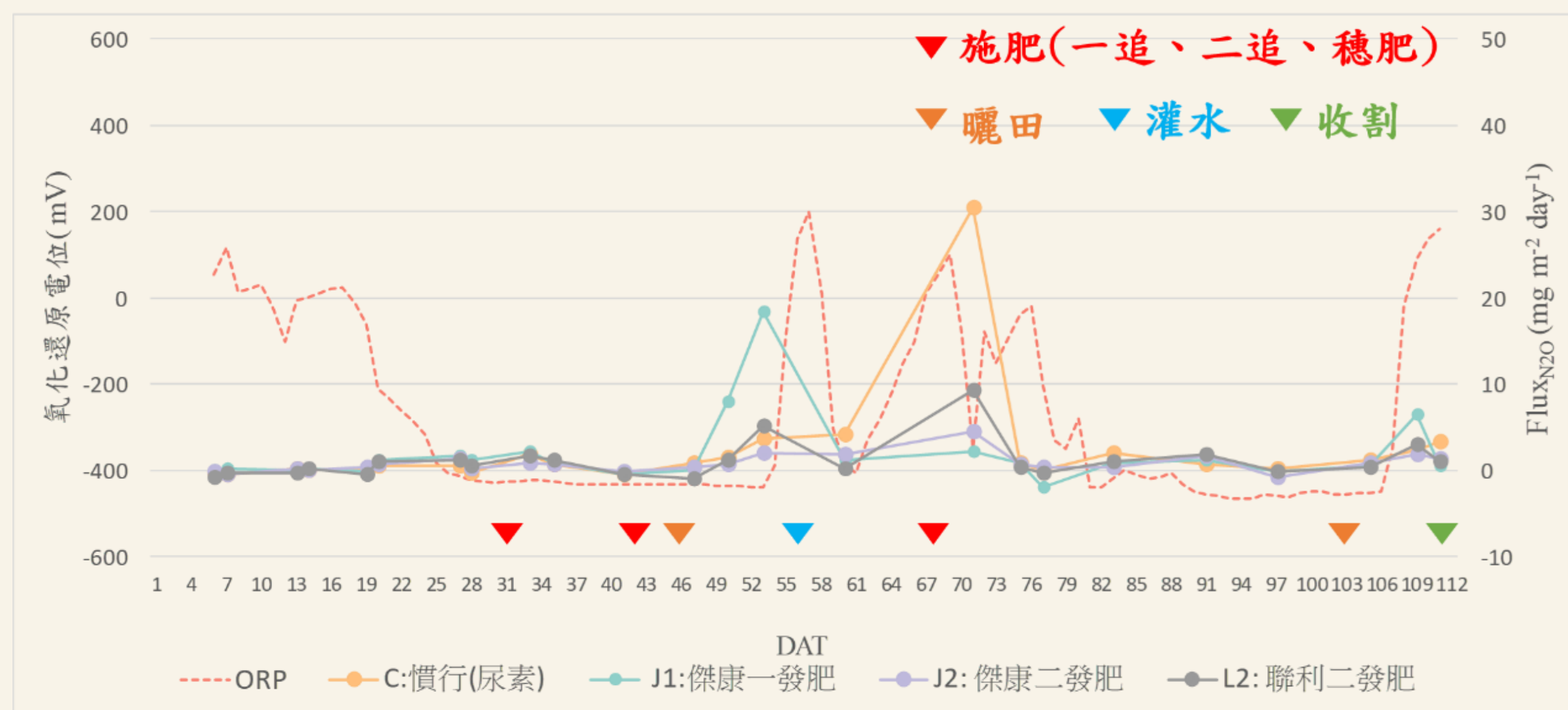
表一與表二之顯示，各裹覆肥處理相較於尿素(C)，其N₂O排放量皆呈下降趨勢，而產量多維持相當水準，未出現明顯減產；同時氮部分要素生產力普遍提升，顯示氮利用效率改善。整體而言，裹覆型緩釋肥料可透過調控氮釋放時序，降低施肥初期氮損失，並維持中後期穩定供氮，達到減排與增效兼顧之效果。

表一、水稻田兩期作的氧化亞氮排放量。

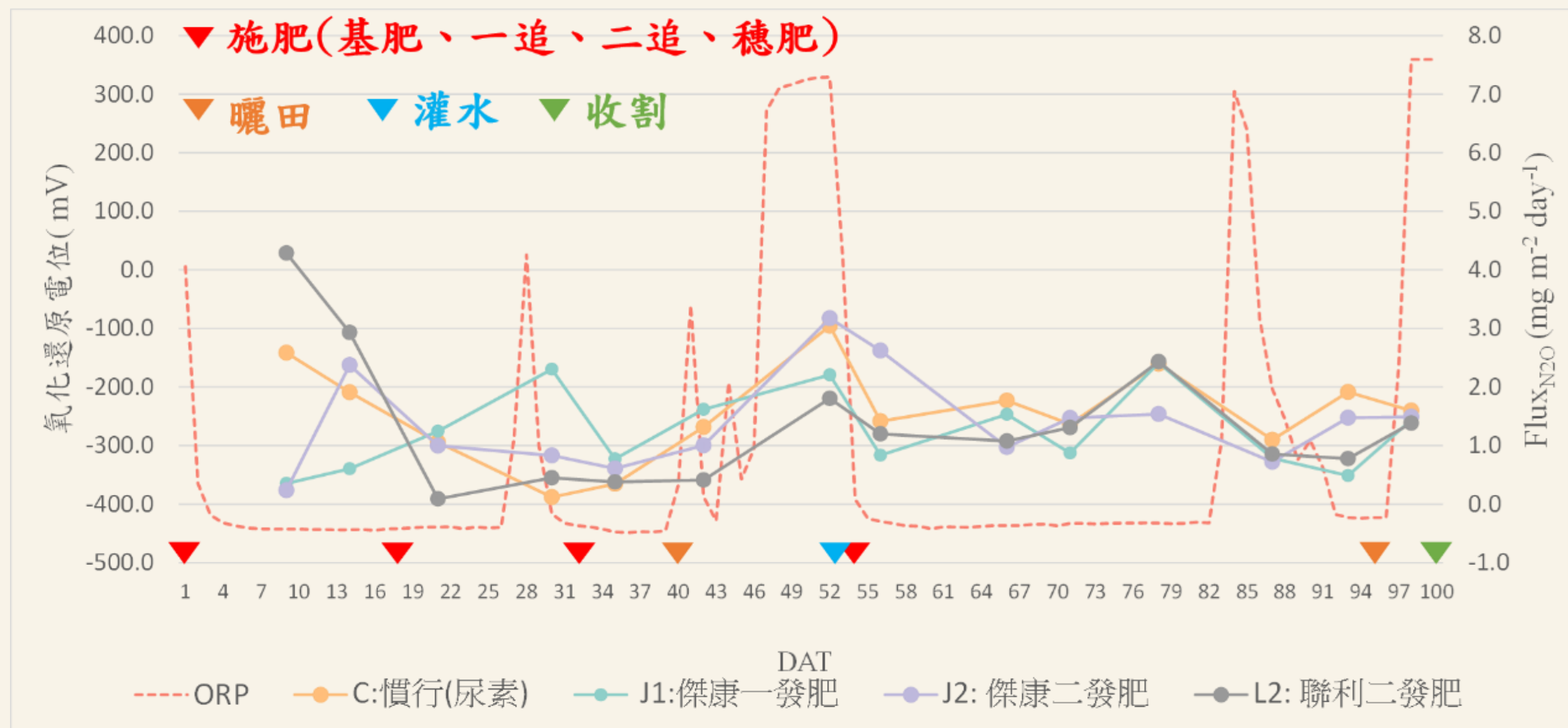
Treatments		N ₂ O-N Emission (CV)	
		first cropping season kg/ha (%)	second cropping season kg/ha (%)
rice-planted	C	2.18 (103)	0.93 (14)
	J1	1.28 (88)	0.76 (4)
	J2	0.65 (47)	0.82(27)
	L2	0.88 (55)	0.81 (36)

材料方法

本試驗於國立中興大學北溝農藝試驗場水稻田進行，採三重複區設計，設置慣行尿素施肥(C)、傑康一發肥(J1)、傑康二發肥(J2)及聯利二發肥(L2)四種處理，並以PC擋板區隔，以避免水分與肥料於處理間交互影響。試驗品種為台農71號，田間管理依標準操作進行。試驗期間每週進行1-2次氣體採集，利用LI-7820氣體分析儀量測N₂O濃度，並同步監測土壤氧化還原電位變化，以評估不同施肥處理對N₂O排放及產量之影響。



圖一、一期作水稻田在不同肥料處理下的N₂O通量及氧化還原電位之變化。



圖二、二期作水稻田在不同肥料處理下的N₂O通量及氧化還原電位之變化。

表二、兩期作各裹覆肥處理相較於尿素(C)之N₂O排放量、產量與氮部分要素生產力之相對變化百分比(%)。

Treatments		N ₂ O-N Emission Factor kg/kg N input	N ₂ O-N Emission %	Grain yield %	PPFN %
first cropping season	C	0.0167	-	-	-
	J1	0.0115	-41.37	21.75	51.49
	J2	0.0049	-70.25	-5.02	18.33
	L2	0.0073	-59.64	-13.32	8.96
second cropping season	C	0.00490	-	-	-
	J1	0.00435	-18.18	9.90	36.75
	J2	0.00489	-12.64	-31.23	-14.32
	L2	0.00487	-12.89	-7.76	15.96

結論

本研究之田間結果顯示，裹覆型緩釋肥料於不同期作下，均能有效降低N₂O累積排放量與排放係數，較慣行尿素施肥具有明顯減排優勢，且不影響作物生長與產量表現。緩釋供氮可改善氮利用效率，降低氮素流失風險，具備實際應用潛力。本研究建立之各施肥處理排放係數，亦可作為我國水田溫室氣體清冊修正與施肥管理策略制定之重要依據。