

水稻合理化施肥技術

賴文龍、郭雅紋、楊嘉凌、鄭佳綺、曾宥紘

行政院農業委員會臺中區農業改良場

摘 要

推動合理化施肥之動機乃利用教育農民減少不必要的施肥，而非減少施肥。依作物特性、土壤性質、土壤肥力、氣候及肥料成分等因子之變化，於作物生育期調整適當養分比率，合適肥料種類，在適當時期以適當方法施肥。水稻合理化施肥技術依據現行稻田土壤肥力及合理施肥基準推薦施肥用量，氮肥推薦用量應考慮水稻品種、期作、氣候、土壤質地及土壤生產力等因子，磷、鉀肥則依土壤磷、鉀含量調整施肥推薦量。水稻對土壤質地之適應性，以壤土至粘質壤土質地為宜，質地較細而粘重土壤之稻穀產量高，粗質地之疏鬆土壤產量較低。試驗區氮肥施用於稻田之肥效，因土壤質地對土壤滲漏速率之影響，進而影響氮肥流失及後續肥效。2008~2012年於臺中地區設置75處水稻合理化施肥示範點，氮肥用量與產量經二次式迴歸分析，結果顯示，示範區氮肥用量 148 kg N ha^{-1} ，最高稻穀產量 $6,929 \text{ kg ha}^{-1}$ ；農民慣用區氮肥用量 206 kg N ha^{-1} ，稻穀產量 $7,258 \text{ kg ha}^{-1}$ ，增施氮肥量28.2% (58 kg N ha^{-1})，而產量只增產4.5% (329 kg ha^{-1})。本試區之氮肥用量與合理化施肥示範區氮肥用量對稻穀產量之關係，由迴歸程式求得最高產量的90% ($6,000\sim 7,000 \text{ kg ha}^{-1}$)之氮肥用量，分別以施用 130 kg N ha^{-1} 及 140 kg N ha^{-1} ，即足夠水稻生育期之養分所需。水稻葉片氮、磷、鎂及鐵等養分濃度隨氮肥用量增加而增加；且糙米之氮含量隨著氮肥用量增加而增加，鉀含量則因氮肥用量增加而減少，顯示氮肥用量會影響糙米品質。

關鍵字：水稻、產量、氮肥、合理化施肥。

前 言

農作物與人一樣都是生物，人食物吃太多太飽就會產生消化不良，容易生病，農作物也一樣，所以適當的施肥，減少肥料成本，農作物對病蟲害的抵抗力也較好，對品質與產量的提升也有幫助(陳, 2010)。水稻合理化施肥則依水稻生產者種植品種、栽培技術及氣候條件等三因素的配合，才能獲得最高的單位面積產量，同時在相同的人力、物力投資下，稻穀的生產量愈多，則利潤愈高(宋, 1980)。三要素肥料之投入以氮肥對水稻生育最有影響，反應最為敏感，氮肥不足水稻生長不良且產量低，多施氮肥會使水稻株高伸長及分蘖數增多。栽培水稻的最終產物是稻穀，施用高量氮肥致使水稻分蘖數增多而植株抽穗成熟期參差不齊，形成米的澱粉不足，使穀粒充實度下降，空穀粒增加，稔實率降低，對產量、米質都有不利影響，再者增施氮肥用量會導致水稻植株軟弱易倒伏及誘發病害之風險(黃等, 1980)。現今水稻肥培管理之氮肥施用量為滿足水稻生育期養分所需，且水稻不倒伏及不誘發病蟲害發生範圍內，自行加以調整。為獲得高產、米質佳與增加收益，應加強水稻合理化施肥，減少不必要的氮肥施用量。臺灣各地區土壤普遍缺氮，在相同水稻品種條件，氮肥效應最大，一般稻田氮用量約在 $100\sim 210\text{ kg ha}^{-1}$ 之間(Su, 1972)。據黃等人(1983)之研究顯示，不同土壤需要不同氮素用量，而底土質地不同，則氮肥用量亦異，底土質地愈粗，需氮量愈大。

水稻對土壤質地之適應性，以壤土至粘質壤土質為宜，質地較粘重者稻穀產量愈高，粗質地疏鬆的土壤稻穀產量較低。土壤肥力因土壤質地不同對稻谷產量高低順序為 $L \geq LC > LS > S$ (黃等, 1984)。水稻在任何生育階段均可吸收氮素，以基肥、追肥(分蘖盛期及幼穗形成期)之氮素肥效最顯著，須充分供應氮肥，方可獲得高產(Su, 1972)。王等(2003)研究氮肥施用，分基肥、一、二追肥等三次，追肥後增施穗肥 $N\ 30\text{ kg ha}^{-1}$ 量，可增產 $11\sim 23.4\%$ ，另黃(1984)於彰化縣低氮深施區於不同土壤質地可增產 $0.5\sim 7.8\%$ ，但粗質地土壤則減產 15.2% 。水稻抽穗後因受豪雨、颱風等氣候因素而倒伏，隨著倒伏時期愈往後對稻穀成熟度、千粒重及產量影響較小(侯,

1988)。土壤質地結構是氮肥肥效限制因子之一，主因為稻田土壤水滲漏速率受質地之影響，進而影響氮肥流失及後續肥效，據張等(1989)試驗指出表、底土粘重土壤(CL/CL)水滲漏速率0.95 mm/day最少，而L/CL 1.54 mm/day次之，而壤土(L/L)水滲漏率8.48 mm/day最大，建議以淺水狀態施氮肥減少深水肥效流失，以提升肥效。臺灣地區一、二期作水稻產量差異懸殊，除與氣象條件及品種有關，在營養管理上，尚有施用氮肥過量及施用時期不當之缺失。水稻施肥技術之關鍵在氮肥，而氮肥之需要性，受土壤性質差異之影響很大(謝等, 1976)。臺灣地區於1965~1974年間試驗改良場所在各地舉辦水稻氮肥分施試驗，結果證實水稻幼穗形成期之穗肥，可提高稻穀產量，因此，水稻施肥以基肥、追肥、分蘖盛期及幼穗形成期組合較佳(Su, 1975)。據王等(2003)於農試所農場進行試驗結果，增施穗肥對稻穀有增產之效。

水稻肥培管理依據現行稻田土壤肥力狀況及合理化施肥為基準進行施肥用量之推薦。由土壤管理組可了解稻田之土系、土壤性質、土壤pH值、土壤生產力等農田土壤性質，氮肥用量應考慮水稻品種、期作、氣候、土壤質地及土壤肥力狀況，依水稻生長勢靈活調整氮肥用量；土壤磷、鉀含量依土壤肥力分析法得知(張, 1981)，依作物施肥手冊(2005)之水稻推薦用量，合理施用磷、鉀肥避免盲目施肥，影響土壤中含養分有效性。臺灣地區耕地有33.2%屬於強酸性土壤，pH值低於5.0以下之稻田施用矽酸爐渣或苦土石灰，提升土壤pH值及增加鈣、鎂、矽含量，降低土壤鋁、鐵離子危害，施用石灰資材或矽酸爐渣增產之潛力似乎不小(林等, 1962)。水稻合理化施肥，依水稻營養生長特性、土壤肥力、氣候等調整施肥種類及肥料成分，依水稻生育期營養需求，施肥提升肥料有效利用率，缺什麼，補什麼?缺多少，給多少?以足夠供給水稻營養需求。

材料與方法

2008~2012年於臺中區農業改良場轄區內分別於臺中、彰化及南投等縣市，辦理水稻合理化施肥示範計75處，依示範點土壤肥力狀況推薦氮、磷及鉀肥等肥料

量，本示範區之水稻施肥時期及方法依作物施肥手冊(2005)行之，調查示範區肥料用量及產量。另針對水稻合理化施肥氮素需要量分爲五級處理(表1)，2011年第一期作於臺中市大雅區上楓里進行田間試驗，其土壤爲砂頁岩非石灰性沖積土上楓樹系(TSg)；第二期作於大雅區紅壤土陳厝寮系(CCe)(臺中、南投縣土壤調查報告, 1976)，兩個試區土壤均爲坵質壤土(王, 1981)，試驗前之土壤肥力性質如表2所示。試驗採用逢機完全區集設計，五處理，四重複，計20小區，小區面積 $3\text{ m} \times 10\text{ m} = 30\text{ m}^2$ 。種植之水稻品種第一期作爲臺農71號；第二期作臺南11號。氮肥用量五級，分別爲0、90、150、210及270 kg N ha^{-1} 。磷、鉀用量依土壤速測結果推薦，磷肥爲30 $\text{kg P}_2\text{O}_5\text{ ha}^{-1}$ 、鉀肥爲30 $\text{kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ 。試區之肥料施用法依作物施肥手冊(2005)行之。氮肥以硫酸銨分別於基肥25%、插秧後15/10天施第一次追肥20%、插秧後30/20天及穗肥，磷肥全量於基肥以過磷酸鈣施用，鉀肥以氯化鉀分別於第一次追肥40%、第二次追肥60%予以施用(作物施肥手冊, 2005)。

表 1、試驗處理

Treatment	Application rate
N 0	0 kg N ha^{-1}
N 90	90 kg N ha^{-1}
N 150	150 kg N ha^{-1}
N 210	210 kg N ha^{-1}
N 270	270 kg N ha^{-1}

表 2、試區一般土壤性質

Soil series	pH	EC	OM	Bray-1	Exchangeable cation		
	1:1 Soil : H ₂ O	1:1 dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	P	K	Ca	Mg
				mg kg ⁻¹			
TSg ¹	5.42	0.51	29	64	98	618	113
CCe	6.09	0.23	20	49	60	794	106

¹ TSg: ShangfengShu Series. CCe: Chentsoliao Series.

結果與討論

對土壤性質之影響

第一期作於臺中市大雅區砂頁岩沖積土之稻田，增施氮肥(硫酸銨)後，土壤電導度(EC值)較無氮區提高0.19~0.34 dS m⁻¹ (表3)；施用氮肥後土壤pH值下降0.06~0.14單位；土壤有機質含量亦減少0.1~0.7 g kg⁻¹；土壤鉀含量降低13~26 mg kg⁻¹；土壤鎂含量降低2~14 mg kg⁻¹；而土壤交換性鈣含量則增加44~77 mg kg⁻¹，但各處理間並未達顯著差異。第二期作於大雅區大肚山臺地水田化紅壤土之稻田進行，施氮肥後以增施氮肥之210及270 kg N ha⁻¹處理較對照區之土壤pH值降低0.21~0.25單位，電導度則提高0.02~0.05 dS m⁻¹，土壤鉀含量降低9~10 mg kg⁻¹；土壤鎂亦降低7~8 mg kg⁻¹，顯示施用不同量之氮肥後，除提供水稻生育所需之氮外，對土壤其它養分含量會有所影響，且使土壤酸鹼度(pH值)呈下降趨勢，但此其它養分含量之差異未達顯著水準。據羅和林(1985)研究指出於強酸性土壤，凡不施穗肥者均使水稻減產，而施穗肥者，則產量隨著施用量增加而增加。

表 3、氮肥用量對水稻收穫後土壤肥力之影響

Treatment ¹ Nitrogen (kg N ha ⁻¹)	pH 1 : 1 Soil:H ₂ O	EC 1 : 1 dS m ⁻¹	OM g kg ⁻¹	Bray-1 P	Exchangeable Cation			
					K	Ca	Mg	
					mg kg ⁻¹			
N0	4.61a ²	1.34b	33a	118a	177a	910a	109a	
1st crop	N90	4.54a	1.68a	33a	112a	164a	955a	107a
	N150	4.55a	1.53ab	32a	111a	151a	987a	109a
crop	N210	4.49a	1.57ab	33a	117a	161a	973a	107a
	N270	4.47a	1.54ab	33a	123a	155a	954a	95a
2nd crop	N0	6.15a	0.22b	19a	60a	59a	1,027a	131a
	N90	6.20a	0.22b	20a	61a	54a	1,023a	127a
crop	N150	6.04a	0.25ab	19a	69a	49a	1,019a	128a
	N210	5.94a	0.27a	20a	65a	49a	1,022a	124a
	N270	5.90a	0.24ab	19a	62a	50a	1,029a	123a

¹The same as table 1.

² Within columns, data followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test ($P \leq 0.05$).

對水稻生育之效果

水稻生育期分蘗數及穗數調查結果(表4)，第一期作插秧後40天之生育調查顯示，以270 kg N ha⁻¹及210 kg N ha⁻¹兩處理較對照處理之分蘗數增加，其次為施用150 kg N ha⁻¹及90 kg N ha⁻¹之處理，且處理間差異顯著。成熟期(110天)與插秧後40天時之分蘗數(穗數)分布亦有相同趨勢。第二期作於插秧後30天生育調查，以270 kg N ha⁻¹處理分蘗數最多，而成熟期調查亦與30天調查相似。據宋(1980)之研究，施肥量增加，可增加水稻穗數或一穗粒數。林(1998)之研究顯示，氮肥用量120 kg N ha⁻¹之一期作水稻分蘗數比施氮肥量60 kg N ha⁻¹者多10%，可見提高氮肥用量有提高水稻分蘗數之效。

表 4、氮肥用量對水稻株高及分蘗之影響

		Treatment ¹	N0 ¹	N90	N150	N210	N270
1st	40 DAT ²	Plant height (cm)	65c ³	70b	72ab	74a	75a
		Tiller (number)	25c	30bc	34ab	33b	38a
crop	Maturity stage	Plant height (cm)	98c	98c	110b	109b	114a
		Panicle number	21c	22b	23b	25ab	27a
	Effective tiller (%)	84	75	69	76	70	
2nd	30 DAT ²	Plant height (cm)	57b	63a	66a	66a	66a
		Tiller (number)	15d	19c	21b	22ab	26a
crop	Maturity stage	Plant height (cm)	82c	90b	94a	96a	96a
		Panicle number	14d	17c	21b	22b	25a
		Effective tiller (%)	93	94	98	100	96

¹ The same as Table 1.

² 30 DAT: 30 days after transplanting, 40 DAT: 40 days after transplanting.

³ Within rows, data followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test ($P \leq 0.05$).

表4顯示，第一期作水稻之有效分蘗率(成熟期穗數/插秧後40天之分蘗數)，施氮肥處理之平均值(72%)較對照組(84%)低甚多。可能與本試區土壤肥力之狀況佳，又因臨近上楓社區，當污水放流時，不慎引水灌溉造成對照處理之水稻田肥分充裕所致，在插秧40天之 0 kg N ha^{-1} 處理分蘗數就高達25支以上，且增施不同用量氮肥之處理，亦徒增水稻無效分蘗數多達7.5~11.6支。第二期作以施氮肥處理之平均97%較對照區93%高，因試區所用之灌溉水為地下水而不至於影響水稻生育及分蘗數，處理間之有效分蘗數高達90%以上。羅和林(1985)之研究指出，在水稻初期生長對氮肥反應敏感之土壤，應少施氮肥以降低無效分蘗，而保持適當有效分蘗數，在生長後期給予適當養分管理。

水稻株高調查結果(表4)，第一期作插秧後40天生育調查以施 270 kg N ha^{-1} 及 210 kg N ha^{-1} 處理株高較高，其次為 150 kg N ha^{-1} 及 90 kg N ha^{-1} 處理均顯著較對照(0 kg N ha^{-1})高。成熟期之株高以 270 kg N ha^{-1} 處理者最高，其次為 210 kg N ha^{-1} 和 150 kg N ha^{-1} 處理，而以 90 kg N ha^{-1} 和 0 kg N ha^{-1} 的株高較低。施用氮肥之處理的水稻平均株高(108 cm)較對照處理增高約10 cm；顯示增施氮肥促進水稻對氮吸收使株高增高，惟收穫前因受氣候(豪雨)影響而造成 210 kg N ha^{-1} 及 270 kg N ha^{-1} 之處理的水稻植株倒伏產量降低。第二期作於成熟期調查株高以高氮最高，隨著用量逐次降低。由此可知，不同量氮肥施用會促使水稻株高之增加，若逢聖嬰年氣候異常時，依水稻植株生長姿態增減氮肥用量則可避免倒伏所造成稻穀產量及稻米品質的下降。

對稻穀產量之影響

2008~2012年於臺中、彰化及南投等縣市設置75處示範區推廣，合理化施肥之氮肥用量與產量(圖1)經二次式迴歸分析(圖2)，結果顯示示範區氮肥用量 148 kg N ha^{-1} ，最高稻穀產量 $6,929 \text{ kg ha}^{-1}$ ；而農民慣用區氮肥用量 206 kg N ha^{-1} ，最高稻穀產量 $7,258 \text{ kg ha}^{-1}$ ，顯示農民慣用區增施氮肥量28.2% (58 kg N ha^{-1})，而稻穀只增產4.5% (329 kg ha^{-1})，由迴歸程式求得最高產量90%之於示範區氮肥量133~148 kg N

ha⁻¹，可產出6,900 kg ha⁻¹稻穀產量；農民慣行區氮肥量185~200 kg N ha⁻¹生產7,200 kg ha⁻¹稻穀產量，二者產量相差300 kg ha⁻¹，增施氮肥量(28.2%)對稻穀產量只微增4.5%產量。印證於水稻氮肥用量以140 kg N ha⁻¹即足夠水稻營養需求，顯示農民慣用量均高達200 kg N ha⁻¹以上，似有過度施用之嫌。

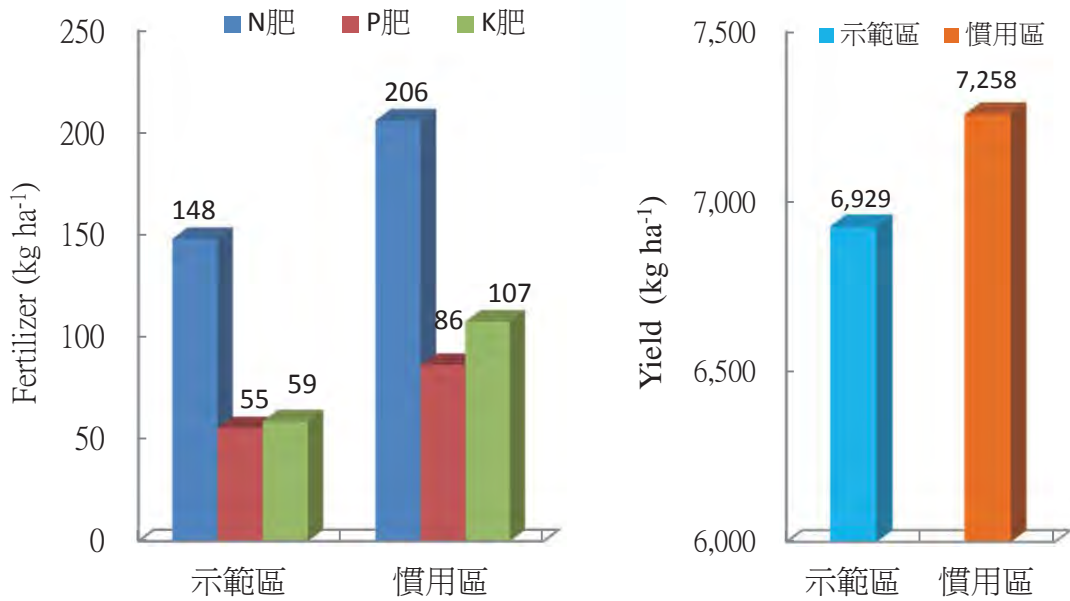


圖 1、合理化施肥肥料用量與產量之關係

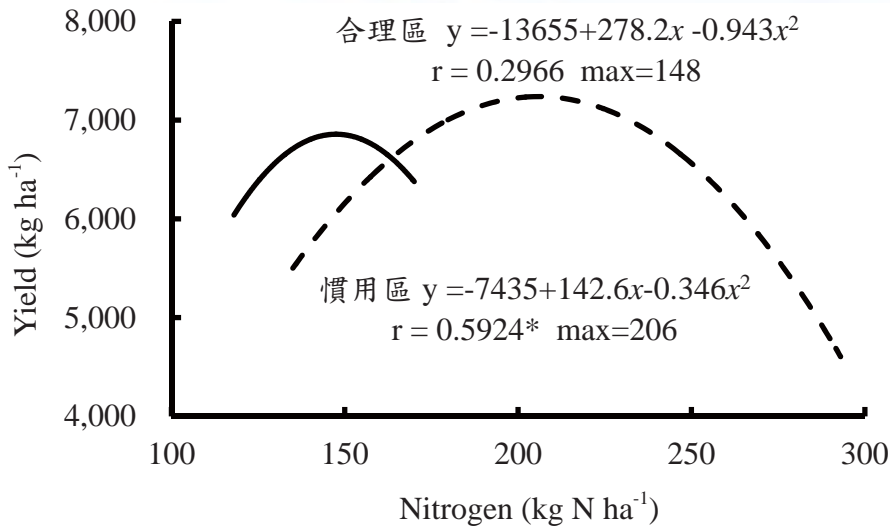


圖 2、合理化施肥氮肥對產量之相關

臺中市大雅地區砂頁岩沖積土及紅壤土之稻田氮肥需要量探討，由表5顯示，氮肥用量之各處理之稻穀產量，以90 kg N ha⁻¹、150 kg N ha⁻¹和210 kg N ha⁻¹處理之產量顯著高於未施氮肥之對照組及270 kg N ha⁻¹處理，處理間之水稻產量間呈顯著差異。結果顯示每公頃氮肥90及150 kg N ha⁻¹之用量足可提供水稻生育所需之養分。90及150 kg N ha⁻¹用量即可產出7,267 kg ha⁻¹之稻穀，且較N0處理增產10%；由此推知，本試驗地種植臺農71號水稻的氮肥施用量介於90~150 kg 即可達較高產量。因此，水稻的氮肥施用，宜隨氣候變化、水稻植株生長所需與葉片姿態靈活調整以增減用量。

表 5、氮肥用量對稻穀產量之關係

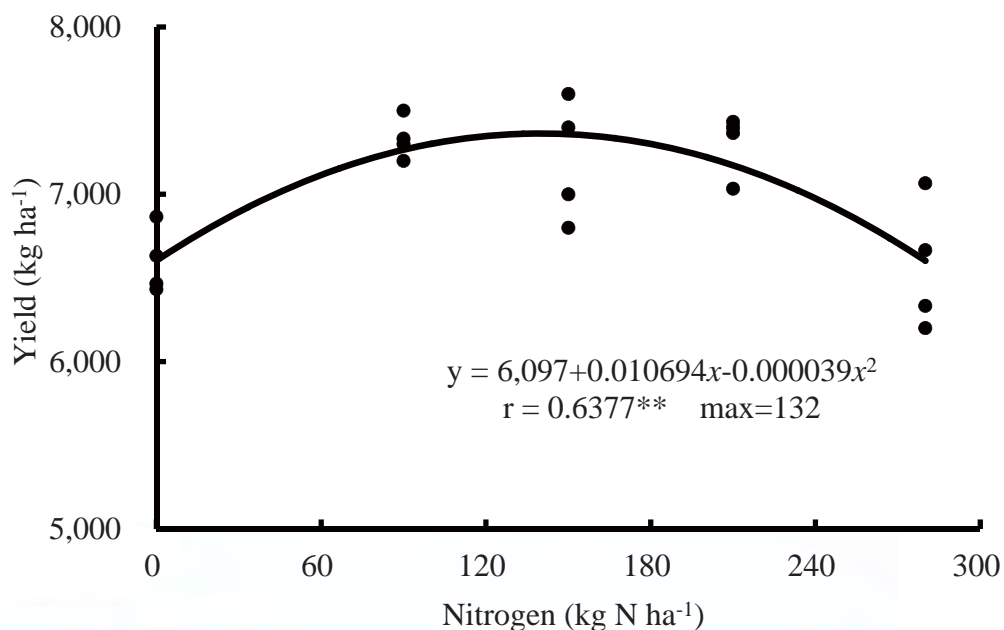
Treatment ¹		N0	N90	N150	N210	N270
1st	Grain yield (kg ha ⁻¹)	6,599b ³	7,333a	7,200a	7,308a	6,566b
crop	Index (%) ²	100	111	109	111	100
2nd	Grain yield (kg ha ⁻¹)	5,305d	6,686c	7,208b	7,583a	7,672a
crop	Index (%)	100	126	136	143	145

¹The same as Table 1.

²Index = (yield of each treatment/yield of No) × 100.

³Within rows, data followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test (P ≤ 0.05).

圖3為大雅試區氮肥用量與水稻稻穀產量之二次式迴歸分析結果，顯示兩者之間呈極顯著相關。以稻穀最高產量(7,342 kg ha⁻¹)之氮肥132 kg N ha⁻¹施用量為依歸，以迴歸程式求得最高產量的90%之氮肥用量，為125~139 kg N ha⁻¹。據黃等(1976)之研究指出，一般平地之水稻一期作的氮肥推薦量約為120~140 kg N ha⁻¹。由此推之，130 kg N ha⁻¹氮肥施用量已足夠水稻生長所需，而一般農民高達200 kg N ha⁻¹以上，應屬過量。



圖三、氮肥用量對水稻產量之相關。

對糙米無機養分含量之關係

糙米之養分含量如表6所示。稻穀脫殼(內、外穎)後糙米之氮含量以施用210 kg N ha⁻¹及270 kg N ha⁻¹處理(重氮區)顯著較高，再依次為150 kg N ha⁻¹、90 kg N ha⁻¹和0 kg N ha⁻¹，且處理間有顯著差異，顯示水稻生育期間，施氮肥會增加水稻氮吸收量，此與林(1998)和Nagato *et al.*, (1972)研究結果一致；即稻穀氮含量隨著氮肥用量增加而增加，且一期作比二期作高。另，邱和黃(1970)之研究顯示，晚施及過量施用氮肥，會使水稻氮吸收量增加，植株生長旺盛而容易使病蟲害發生嚴重危害，且易致倒伏，導致著色米及斑點米增加而影響稻米品質(Miami *et al.*, 1973)。

糙米之鉀含量以對照組最高，其次為90 kg N ha⁻¹及150 kg N ha⁻¹處理，而210 kg N ha⁻¹及270 kg N ha⁻¹處理(重氮區)之糙米鉀含量較低，且處理間達顯著差異。糙米之氮含量隨著氮肥用量增加而增加，但糙米之鉀含量則反之，係隨著氮肥用量增加而有減少之趨勢。

表 6、氮肥用量對糙米養分之影響

Treatment ¹		N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
Nitrogen (kg N ha ⁻¹)		g kg ⁻¹			mg kg ⁻¹					
1st crop	N0 ¹	9.5d ²	2.8a	2.7a	2.6a	1.3a	3.0c	18a	31a	16a
	N90	11.0c	2.6a	2.5ab	2.9a	1.3a	3.8ab	17a	30a	16a
	N150	12.3b	2.7a	2.5ab	2.8a	1.3a	3.5b	16a	29a	15a
	N210	12.6ab	2.5a	2.4b	3.0a	1.3a	4.0a	16a	30a	16a
	N270	13.5a	2.5a	2.4b	2.2a	1.2a	4.0a	16a	31a	16a
2nd crop	N0	6.9b	0.8a	0.6a	2.1ab	0.7a	4.5a	4a	15a	12a
	N90	7.5b	0.8a	0.6a	1.8b	0.6a	4.0a	4a	14a	12a
	N150	8.8ab	0.8a	0.6a	3.1a	0.7a	4.5a	5a	13a	12a
	N210	10.0a	0.9a	0.7a	1.1b	0.5a	4.5a	6a	13a	13a
	N270	10.6a	0.8a	0.6a	2.0b	0.7a	5.0a	7a	13a	12a

¹ The same as Table 1.

² Within columns, data followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test ($P \leq 0.05$).

本試驗氮肥用量與糙米氮之間有極顯著的線性相關(圖4)；表6亦顯示糙米之氮含量隨氮肥用量的增加而增加，因此，氮肥用量會直接影響到水稻產量及稻米品質。

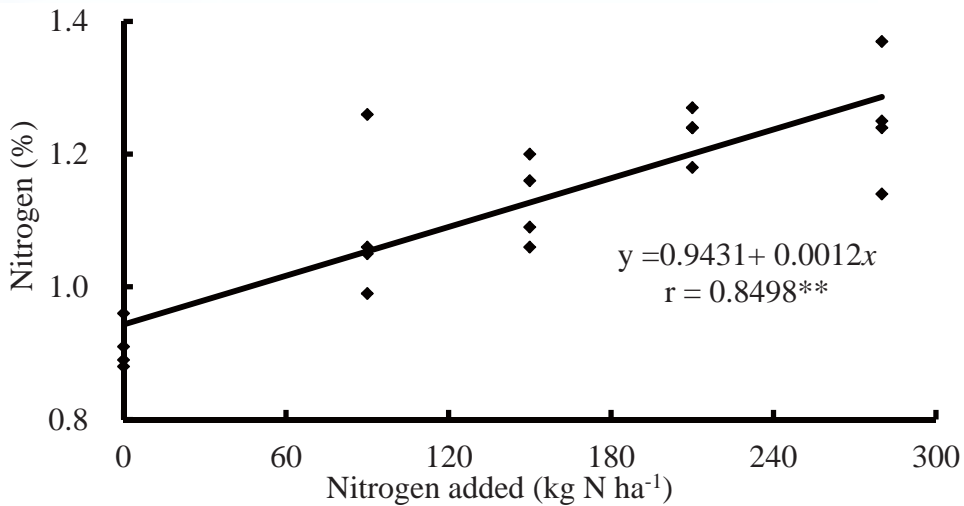


圖 4、氮肥用量對糙米氮含量之相關。

氮肥用量對水稻植株養度濃度之影響

葉氮濃度以250 kg N ha⁻¹處理含量最高，0 kg N ha⁻¹處理含量最低，處理間呈顯著性差異，第一期作與第二期作相同趨勢，葉氮濃度隨著氮肥用量增加而增加。葉磷濃度與葉氮濃度相類似，隨著氮肥增加用量而增加葉磷濃度，處理間呈顯著性差異；葉鎂濃度與氮、磷相類似；微量元素之葉鐵濃度亦以氮肥量增加而增加植體之鐵濃度，處理間差異顯著(表7)。

表 7、氮肥用量對水稻植株營養濃度之影響

Treatment ¹	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
Nitrogen (kg N ha ⁻¹)	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
N0	1.02d ²	0.23c	1.72b	0.41a	0.15c	5.0c	92a	30a	156b
1st crop N90	1.27c	0.26bc	1.77ab	0.32a	0.17b	5.8bc	117a	33a	185ab
N150	1.43c	0.26bc	1.78ab	0.31a	0.17b	6.0abc	103a	30a	171b
N200	1.67b	0.28b	1.87a	0.37a	0.17b	6.8ab	97a	31a	208ab
N250	1.90a	0.30a	1.85a	0.36a	0.19a	7.0a	84a	32a	269a
N0	0.97d	0.23c	1.63a	0.38a	0.17b	5.0a	60a	26b	148bc
2nd crop N90	1.13cd	0.26bc	1.73a	0.36a	0.17b	3.5a	35a	26b	126c
N150	1.29bc	0.27b	1.71a	0.39a	0.19a	4.0a	38a	27ab	164abc
N200	1.49b	0.29ab	1.83a	0.39a	0.20a	4.3a	42a	29a	197ab
N250	1.83a	0.31a	1.80a	0.38a	0.19a	4.3a	41a	30a	201a

¹ The same as Table 1.

² Within columns, data followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test ($P \leq 0.05$).

結 語

本研究結果顯示水稻不同氮肥施用量對水稻產量及糙米無機養分含量有顯著影響，然而農民過量施用氮肥，除可能產生不利於土壤環境及養分比例失衡之後果，且應考量增加水稻產量與投入肥料量之關聯，以本研究為例，經氮肥用量與產量之二次迴歸分析，結果顯示增施氮肥量28.2% (58 kg N ha⁻¹)則稻穀產量微增4.5% (329 kg ha⁻¹)，在肥料價格高漲的年代，應考量農業生產的支出與收入間之效益，而非單獨追求產量的提升，因此若以合理化施肥之迴歸分析進行最高產量90%之氮肥施用量作為施肥參考，其結果顯示水稻氮肥用量以130~140 kg N ha⁻¹已足夠水稻生長之營養所需。水稻氮肥施用量會影響糙米無機養分的比例，隨著氮肥的增施將提高糙米的氮含量並降低鉀含量，若能瞭解糙米無機養分比例與稻米有機營養成分間之相關性，將有助於以土壤養分管理來提昇水稻品質。氮肥對水稻生

育影響極大，適量氮肥的添加有利於作物的良好生長，水稻合理化氮肥施用的推廣實為必要。

參考文獻

1. 王新傳 1981 鮑氏土壤機械分析法 p.27-29 作物需肥診斷技術(臺灣省農業試驗所特刊第13號) 臺灣省農業試驗所 臺中 臺灣。
2. 王鐘和、林毓雯、丘麗蓉、陳琦玲、劉滄琴 2003 肥料深施及穗肥對水稻產量之效應及診斷研究 p.105-120 水稻精準農業體系(農試所特刊第105號) 行政院農業委員會農業試驗所 臺中 臺灣。
3. 宋勳 1980 施肥法影響水稻碾米品質之研究 臺中區農業改良場研究彙報 3:20-24。
4. 作物施肥手冊 2005 水稻 p.16-20 行政院農業委員會農糧署 臺中 臺灣。
5. 林再發 1998 氮肥用量對一、二期作水稻產量及生育性狀影響 臺中區農業改良場研究彙報 61:13-23。
6. 林國謙、連深、李蘭帝 1962 矽酸對水稻產量之效應 中華農業研究 11:45-47。
7. 邱再發、黃文良 1970 水稻氮肥施肥技術之研究 (I) 氮肥晚施用對水稻產量及養分吸收之影響 中華農業研究 19:26-41。
8. 侯福分 1988 肥料對稻米品質之影響 p.242-248 稻米品質研討會專集(臺中區農業改良場特刊第13號) 臺灣省臺中區農業改良場 彰化 臺灣。
9. 陳榮五 2010 合理化施肥的基本認識 p.1-2 作物合理化施肥專輯(臺中區農業改良場特刊第100號) 行政院農委會臺中區農業改良場 彰化 臺灣。
10. 張茂盛、周泰鈞、黃宣鵬、劉慧瑛 1989 良質米與非良質米稻田土壤性質差異之研究 p.1-7 臺灣省政府農林廳土壤肥料試驗報告。
11. 張愛華 1981 本省現行土壤測定方法 p.9-26 作物需肥診斷技術(臺灣省農業試驗所特刊第13號) 臺灣省農業試驗所 臺中 臺灣。

12. 黃山內、黃祥慶、王錦堂 1983 酸性稻田連用矽酸爐渣之效果及其成效之研究 臺中區農業改良場研究彙報 7:53-65。
13. 黃山內、謝慶芳、黃祥慶 1976 稻作施肥改善推廣 臺灣農業季刊 12:38-52。
14. 黃山內、顏正益、蘇復茂、胡南輝、黃宣鵬 1980 水稻新育成品種之氮肥需要量 p.58-70 臺灣省農林廳土壤肥料試驗報告。
15. 黃祥慶、王錦堂、黃山內 1984 彰化縣不同土壤肥力能限分類單位稻田之氮肥效應 臺中區農業改良場研究彙報 8:41-58。
16. 臺中縣、南投縣土壤調查報告 1976 國立中興大學農學院土壤學系 臺中 臺灣。
17. 謝慶芳、黃山內 1976 水稻氮素肥料效率改進試驗 p.22-26 臺灣省政府農林廳土壤肥料試驗報告。
18. 羅瑞生、林聰德 1985 性質迥異稻田土壤之氮肥營養管理技術之研究 p.1-18 臺灣省農林廳土壤肥料試驗報告。
19. Miami M., and A. Dol. 1973. Physiochemical studies on the quality of Hokkaido rice, II. The relations between palatability characters and protein content of the rice grain. Bulletin of Hokkaido Prefectural Agricultural Exp. Stat. 26:49-58.
20. Nagato. K., M. Ebata, and M. Ishikawa. 1972. Protein contents of developing and mature rice grain. Proceedings of the Crop Science of Japan. 41(4):472-479.
21. Su, N. R. 1972. The Fertility status of Taiwan soils ASPAC/FFTC technical bulletin No.8 8:16-95.