

# 水稻台南11號、台稔9號及台中秈10號於砂頁岩及粘板岩混合沖積土壤之最適氮肥用量研究<sup>1</sup>

陳鴻堂<sup>2</sup>、曾宥紘<sup>2</sup>、郭雅紋<sup>2</sup>、鄭佳綺<sup>2</sup>

## 摘 要

本試驗於彰化縣和美鎮砂頁岩及粘板岩混合沖積土口厝系土壤，進行5級(0、90、150、210及270 kg N ha<sup>-1</sup>)氮素施用量對水稻台稔9號、台南11號及台中秈10號兩期產量之影響。試驗結果顯示，隨氮肥用量增加，水稻株高有提高趨勢，氮肥用量在90~210 kg N ha<sup>-1</sup>之間達最高。經迴歸分析水稻台南11號一期作177 kg N ha<sup>-1</sup>、二期作190 kg N ha<sup>-1</sup>可達最高產量；水稻台稔9號一期作152 kg N ha<sup>-1</sup>、二期作150 kg N ha<sup>-1</sup>可達最高產量；水稻台中秈10號於一期作施用156 kg N ha<sup>-1</sup>、二期作施用92 kg N ha<sup>-1</sup>可達最高產量。試驗後土壤肥力分析顯示，氮肥施用量增加有導致土壤酸化，並降低土壤交換性鉀趨勢。土壤交換性鉀明顯降低，暗示提高氮肥同時有必要提高鉀肥用量。

**關鍵詞：**氮肥、水稻、稻穀產量、土系

## 前 言

臺灣中部彰化縣沖積平原總面積約達887 km<sup>2</sup>，其中103 km<sup>2</sup>為砂頁岩及粘板岩混合沖積土，約佔13.76%<sup>(16)</sup>，這些地區在水源充足時皆可栽培水稻。水稻是臺灣地區栽培面積最廣的作物，合理的肥培管理是增加稻穀產量的一種方法，其中又以氮肥的效果最明顯。臺灣水稻平均稻穀產量在1960年為2,522 kg ha<sup>-1</sup>、1970年為3,173 kg ha<sup>-1</sup>、1980年為3,692 kg ha<sup>-1</sup>、1990年為4,934 kg ha<sup>-1</sup>、2000年為5,613 kg ha<sup>-1</sup>、2010年為5,920 kg ha<sup>-1</sup>，顯示單位面積產量逐年提高。目前水稻栽培面積較廣之品種，大多數是比較耐肥且產量較高之品種，肥料三要素中以氮肥對水稻的增產效果最明顯<sup>(1,2,3,6,9,11,12,15)</sup>，過量施用氮肥常造成水稻減產，其原因有水稻植株倒伏影響產量<sup>(1,7,17,19)</sup>及增加水稻罹病程度<sup>(2,19)</sup>。臺灣水稻對氮吸收利用率約為18.3~89%<sup>(10,12)</sup>，有關氮肥合理施用應從各類土壤與水稻品種間來探討。

<sup>1</sup> 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0924 號。

<sup>2</sup> 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員。

## 材料與方法

一、試驗期間：2014年1月至12月。

二、試驗地點：彰化縣和美鎮砂頁岩及粘板岩混合沖積土，同一田區進行一、二期作。

三、試驗作物：水稻台梗9號、台南11號及台中秈10號，計3品種。

四、試驗設計：

採條區設計，3品種、5處理、3重複，計45小區。小區長6.0 m、寬5.1 m，面積計30.6 m<sup>2</sup>。

五、肥料處理：

5級氮素處理，分別為0、90、150、210及270 kg ha<sup>-1</sup>，磷酐(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 54 kg ha<sup>-1</sup>，氧化鉀(K<sub>2</sub>O) 90 kg ha<sup>-1</sup>。以單質肥料硫酸銨、過磷酸鈣及氯化鉀進行試驗。三要素肥料施肥時期及分配率：氮肥為第二次整地耙平前施基肥25%、第1次追肥於一期作插秧後15天、二期作插秧後10天施20%、第2次追肥於一期作插秧後30天、二期作插秧後20天施30%。穗肥於水稻發育至幼穗形成期施25%；磷肥基肥施100%，鉀肥第1次施追肥40%、第2次追肥施60%。

六、調查項目：

水稻一期作插秧後45天、二期作插秧後40天調查株高與分蘖數，每期作收穫時調查株高、穗數、稻穀產量。

七、土壤肥力分析：

試區土壤樣本於施基肥(插秧)前及收穫時逢機分別採取表土(0~15 cm)，每一試區處理採5點，混合組成一樣品，風乾、碎土、過篩(2 mm)。土壤pH以水土比1:1 (v/w)；電導度以水土比5:1 (v/w)，分別以電極法測定<sup>(13)</sup>。土壤有機質含量採用總有機碳分析儀(Elementar vario MAX C)測定。以1 M醋酸銨(pH 7.0)土及溶液比1:10 (w/v)抽出<sup>(21,22)</sup>，濾液用感應耦合電漿光譜分析儀(Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry; ICP-AES, HORIBA JOBIN- YVON ULTIMA 2)測土壤交換性鉀、鈣及鎂含量。以Bray no. 1方法抽取<sup>(23)</sup>，並用感應耦合電漿光譜分析儀(Inductively Coupled Plasma- Atomic Emission Spectrometry; ICP-AES, HORIBA JOBIN- YVON ULTIMA 2)測土壤Bray-1磷含量。

八、統計分析：

試驗資料以行政院農業委員會購置之SAS-Enterprise Guide進行統計分析。

## 結果與討論

### 試驗前土壤肥力

本試驗土壤屬口厝系，屬於排水不完全沖積土，此土系以栽培水稻為主。試驗前土壤肥力如表一所示，土壤呈弱酸性，表土有機質含量接近3%，磷、鉀、鈣及鎂等養分含量充足。參照作物施肥手冊，其磷與鉀含量皆為高量等級。

表一、試驗前土壤肥力分析

Table 1. Soil fertility before experiment

Treatment	pH	EC	O.M.	IN <sup>1</sup>	Bray 1	1.0 M NH <sub>4</sub> OAc			0.1 M HCl			
	1:1	1:5			P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
		dS m <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>		mg kg <sup>-1</sup>							
Topsoil	5.67	0.23	29.8	16.1	33	80	1,366	235	16	21	22	2,293
Subsoil	6.10	0.18	20.9	11.9	30	44	1,355	239	15	24	17	1,793

<sup>1</sup> Inorganic nitrogen = NO<sub>3</sub>+NH<sub>4</sub>-N.

### 氮肥用量對三品種水稻生育性狀調查影響

不同氮肥用量對3品種水稻於兩個期作生育及產量調查如表二所示，一般而言，隨氮肥用量增加，水稻株高及分蘗數有增加趨勢，其中，台梗9號及台南11號之二期作株高較一期作高，與前人對梗稻試驗之研究結果相符<sup>(14)</sup>，然而，台中秈10號二期作水稻株高則比一期作矮。水稻台南11號一期作施用90 kg N ha<sup>-1</sup>，分蘗數可達30支，而二期作施用210 kg N ha<sup>-1</sup>可達高分蘗數；台梗9號一期作施用270 kg N ha<sup>-1</sup>，分蘗數最高可達32支，而二期作施用210 kg N ha<sup>-1</sup>可達高分蘗數；台中秈10號一及二期作施用150 kg N ha<sup>-1</sup>，可達最高分蘗數。據宋之研究<sup>(5)</sup>，施肥量增加，可增加水稻穗數或一穗粒數。林1998年之研究顯示<sup>(8)</sup>，施氮素量120 kg N ha<sup>-1</sup>之一期作水稻分蘗數比施氮素量60 kg N ha<sup>-1</sup>者多10%，可見提高氮肥用量有提高水稻分蘗數之效果。本試驗水稻氮素施用量超過270 kg N ha<sup>-1</sup>對水稻台南11號一期作會導致產量降低，二期作則不影響產量；對水稻台梗9號其產量與不施肥處理組無顯著差異；對台中秈10號一期作產量與不施肥處理組無顯著差異，二期作會降低稻穀產量。另前人研究進行水稻氮肥用量與稻穀產量之經濟效益分析，其結果亦顯示氮素用量270 kg N ha<sup>-1</sup>，會降低水稻收成淨利<sup>(4)</sup>，顯示過量施用氮肥無助於增加水稻產量及收成淨利，此外會導致氮以氨氣型態飄散至大氣或以離子型態自土壤中下滲<sup>(20,24)</sup>，造成環境負擔。本試驗3品種水稻之最適氮肥試驗結果，分述如下。

表二、氮肥用量對水稻 3 品種之農藝性狀和產量影響

Table 2. Influence of different nitrogen levels on agronomic characteristics and yields in three rice varieties

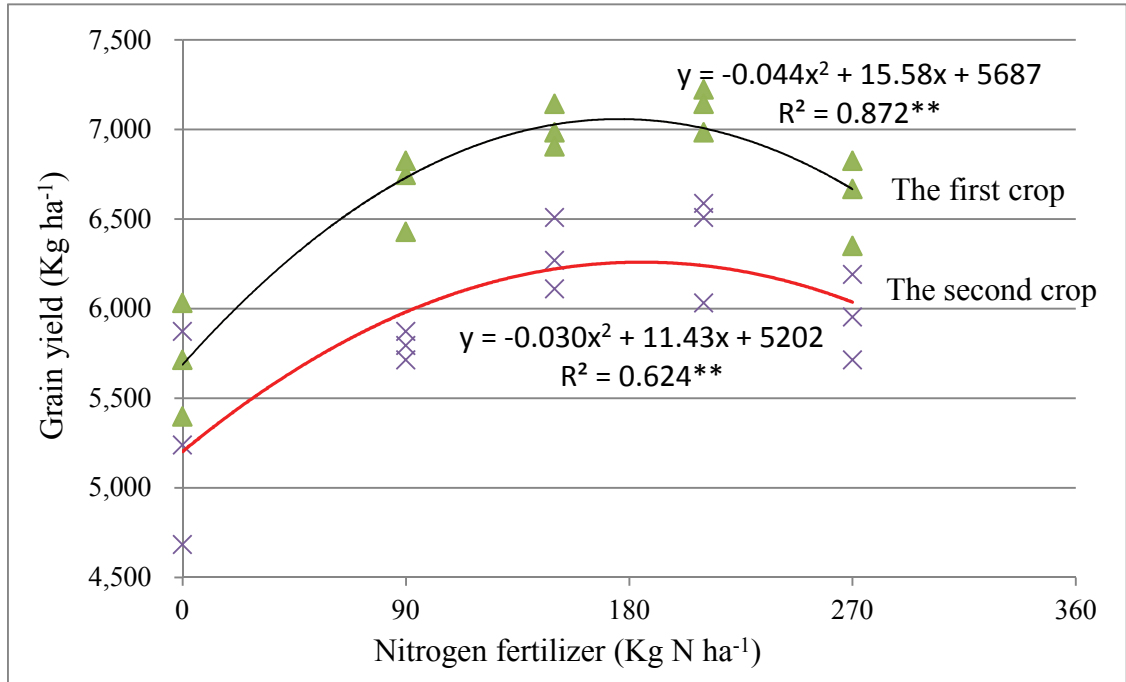
N kg ha <sup>-1</sup>	40 Days after Transplanting		Maturity stage		Grain yield (kg ha <sup>-1</sup> )	40 Days after Transplanting		Maturity stage		Grain yield (kg ha <sup>-1</sup> )	
	Plant height (cm)	Tiller number	Plant height (cm)	Panicle number		Plant height (cm)	Tiller number	Plant height (cm)	Panicle number		
The first crop						The second crop					
Tainan 11											
0	64.7 <sup>dl</sup>	25.1 <sup>b</sup>	89.6 <sup>d</sup>	23.0 <sup>c</sup>	5,714 <sup>d</sup>	55.5 <sup>d</sup>	20.5 <sup>c</sup>	98.2 <sup>c</sup>	18.2 <sup>b</sup>	5,265 <sup>b</sup>	
90	71.3 <sup>c</sup>	31.3 <sup>a</sup>	95.6 <sup>c</sup>	26.7 <sup>b</sup>	6,667 <sup>bc</sup>	59.8 <sup>c</sup>	22.4 <sup>bc</sup>	105.1 <sup>bc</sup>	18.8 <sup>b</sup>	5,794 <sup>ab</sup>	
150	73.7 <sup>bc</sup>	32.1 <sup>a</sup>	101.2 <sup>b</sup>	27.9 <sup>ab</sup>	7,010 <sup>ab</sup>	62.7 <sup>bc</sup>	24.8 <sup>ab</sup>	109.6 <sup>ab</sup>	21.4 <sup>b</sup>	6,296 <sup>a</sup>	
210	75.1 <sup>ab</sup>	34.1 <sup>a</sup>	103.8 <sup>ab</sup>	29.9 <sup>a</sup>	7,116 <sup>a</sup>	65.2 <sup>ab</sup>	26.8 <sup>a</sup>	113.0 <sup>a</sup>	23.4 <sup>ab</sup>	6,376 <sup>a</sup>	
270	77.3 <sup>a</sup>	34.4 <sup>a</sup>	106.4 <sup>a</sup>	29.9 <sup>a</sup>	6,614 <sup>c</sup>	67.7 <sup>a</sup>	28.4 <sup>a</sup>	115.8 <sup>a</sup>	25.4 <sup>a</sup>	5,952 <sup>a</sup>	
Taiken 9											
0	68.2 <sup>c</sup>	21.2 <sup>c</sup>	97.2 <sup>c</sup>	19.9 <sup>c</sup>	5,238 <sup>b</sup>	63.2 <sup>c</sup>	19.9 <sup>c</sup>	100.2 <sup>c</sup>	17.4 <sup>b</sup>	5,370 <sup>b</sup>	
90	72.2 <sup>bc</sup>	26.2 <sup>b</sup>	105.5 <sup>c</sup>	24.1 <sup>b</sup>	6,322 <sup>a</sup>	66.4 <sup>c</sup>	21.8 <sup>b</sup>	105.8 <sup>bc</sup>	17.8 <sup>b</sup>	5,635 <sup>ab</sup>	
150	74.1 <sup>ab</sup>	26.9 <sup>b</sup>	109.1 <sup>bc</sup>	24.5 <sup>b</sup>	6,534 <sup>a</sup>	70.9 <sup>b</sup>	22.2 <sup>b</sup>	110.7 <sup>ab</sup>	19.3 <sup>ab</sup>	6,270 <sup>a</sup>	
210	76.7 <sup>ab</sup>	26.6 <sup>b</sup>	114.4 <sup>ab</sup>	25.3 <sup>b</sup>	6,455 <sup>a</sup>	74.9 <sup>ab</sup>	24.6 <sup>a</sup>	114.1 <sup>ab</sup>	19.1 <sup>ab</sup>	5,847 <sup>ab</sup>	
270	79.1 <sup>a</sup>	31.9 <sup>a</sup>	118.4 <sup>a</sup>	27.5 <sup>a</sup>	5,582 <sup>ab</sup>	77.2 <sup>a</sup>	25.9 <sup>a</sup>	117.3 <sup>a</sup>	20.6 <sup>a</sup>	6,323 <sup>a</sup>	
Taichung Sen 10											
0	71.0 <sup>c</sup>	23.1 <sup>b</sup>	108.1 <sup>c</sup>	17.2 <sup>b</sup>	6,296 <sup>a</sup>	61.7 <sup>c</sup>	24.9 <sup>c</sup>	99.5 <sup>c</sup>	16.4 <sup>b</sup>	5,132 <sup>b</sup>	
90	77.5 <sup>bc</sup>	26.9 <sup>ab</sup>	115.1 <sup>b</sup>	19.9 <sup>ab</sup>	7,142 <sup>a</sup>	67.3 <sup>c</sup>	26.2 <sup>bc</sup>	104.8 <sup>b</sup>	19.9 <sup>a</sup>	5,370 <sup>ab</sup>	
150	80.7 <sup>ab</sup>	28.6 <sup>a</sup>	120.1 <sup>a</sup>	19.7 <sup>ab</sup>	7,037 <sup>a</sup>	71.0 <sup>c</sup>	29.6 <sup>a</sup>	112.0 <sup>a</sup>	20.2 <sup>a</sup>	5,661 <sup>a</sup>	
210	85.4 <sup>a</sup>	28.3 <sup>a</sup>	122.1 <sup>a</sup>	20.9 <sup>a</sup>	7,116 <sup>a</sup>	76.2 <sup>b</sup>	29.1 <sup>ab</sup>	114.1 <sup>a</sup>	18.5 <sup>ab</sup>	4,550 <sup>bc</sup>	
270	85.2 <sup>ab</sup>	27.8 <sup>a</sup>	123.0 <sup>a</sup>	20.9 <sup>a</sup>	6,667 <sup>ab</sup>	82.0 <sup>a</sup>	31.2 <sup>a</sup>	114.9 <sup>a</sup>	18.5 <sup>ab</sup>	4,180 <sup>c</sup>	

<sup>1</sup> Within columns, data followed by the same letter are not significantly different, using LSD ( $P \leq 0.05$ ).

### 氮肥用量對水稻台南11號產量影響

水稻不同品種氮肥施用量對稻穀增產反應有所差異，施用氮素 150 kg N ha<sup>-1</sup>與 210 kg N ha<sup>-1</sup>之台南11號稻穀產量彼此間於統計上無顯著差異，然而施用氮素 210 kg N ha<sup>-1</sup>之稻穀產量 7,116 kg ha<sup>-1</sup>，高於不施氮肥、施用 90 及 270 kg N ha<sup>-1</sup>之稻穀產量，由表二結果顯示，一期作台南11號水稻品種之氮素適宜施用量應介於 150~210 kg N ha<sup>-1</sup>，二期作氮素施用 150 kg N ha<sup>-1</sup>之稻穀產量 6,296 kg ha<sup>-1</sup>，較未施肥處理組高，與施用 210 及 270 kg N ha<sup>-1</sup>之稻穀產量無顯著差異，顯示台南11號水稻品種於二期作之氮素施用量應介於 150~210 kg N ha<sup>-1</sup>。稻穀產量與氮素用量之 2 次迴歸分析(圖一)，可看出氮素用量增加至 270 kg N ha<sup>-1</sup>有導致水稻產量下降趨勢，

迴歸分析結果顯示水稻台南11號於一期作施用177 kg N ha<sup>-1</sup>，二期作施用190 kg N ha<sup>-1</sup>可達最高產量。

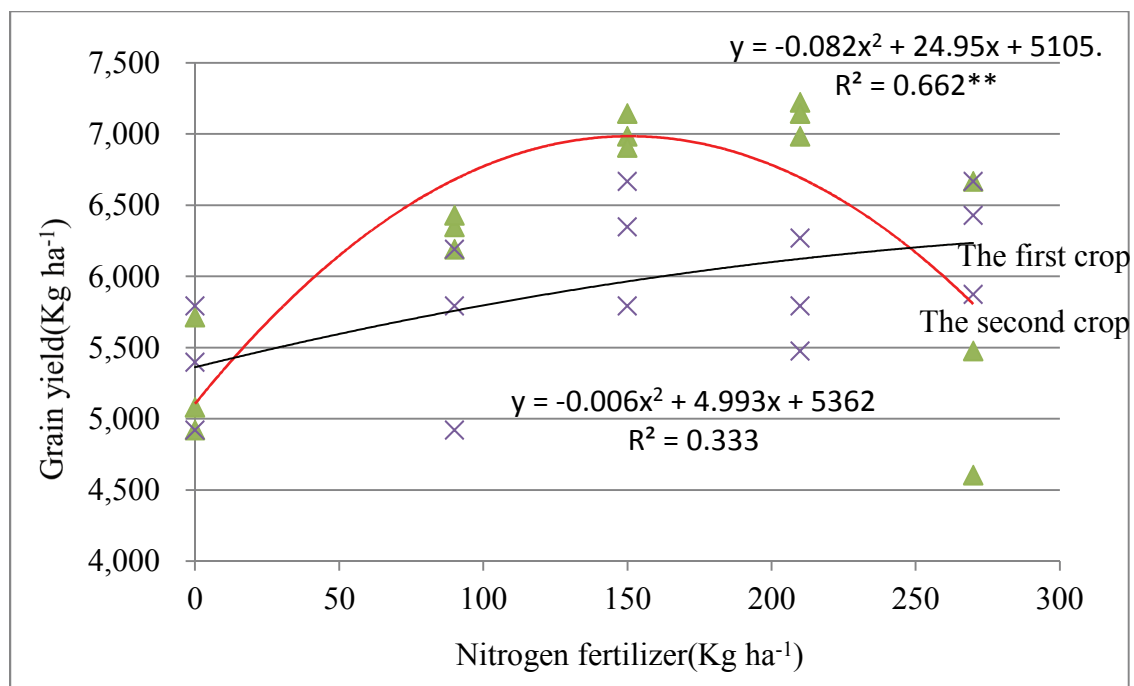


圖一、氮素用量與水稻台南 11 號稻穀產量迴歸分析

Fig. 1. Multiple correlation between nitrogen fertilizer amounts and rice yield of variety Tainan No.11 in two crop seasons

### 氮肥用量對水稻台梗9號產量影響

一期作水稻台梗9號於施用90 kg N ha<sup>-1</sup>之產量為6,322 kg ha<sup>-1</sup>，較不施氮肥處理組高，然而與其他3級氮素處理組無顯著差異；二期作水稻台梗9號於施用150 kg N ha<sup>-1</sup>之產量為6,270 kg ha<sup>-1</sup>，較不施氮肥處理組高，然而與其他3級氮素處理組無顯著差異。稻穀產量與氮素用量之2次迴歸分析(圖二)，可看出一期作氮素用量增加至270 kg N ha<sup>-1</sup>有導致水稻產量下降趨勢，迴歸分析結果顯示水稻台梗9號於一期作施用152 kg N ha<sup>-1</sup>，二期作迴歸分析不顯著，施用氮素150 kg應可達最高產量。

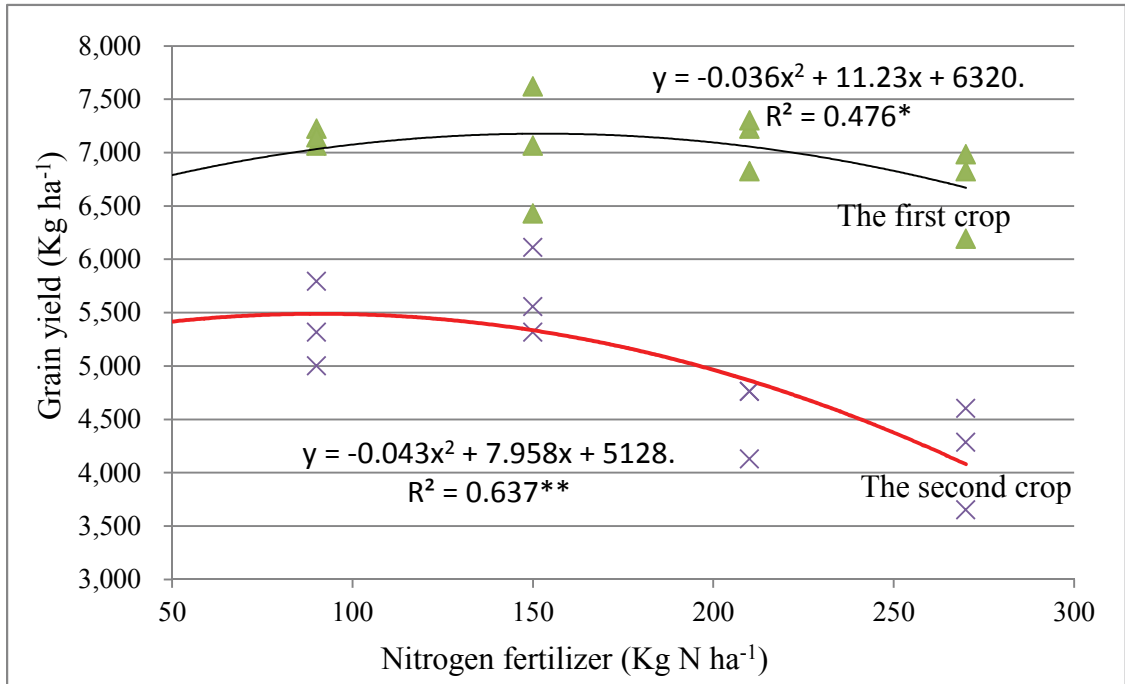


圖二、氮素用量與水稻台種 9 號稻穀產量迴歸分析

Fig. 2. Multiple correlation between nitrogen fertilizer amounts and rice yield of variety Taiken No.9 in two crop seasons

#### 氮肥用量對水稻台中秈10號產量影響

台中秈10號一期作不施肥處理組，稻穀產量達6,296 kg ha<sup>-1</sup>，與其他施肥處理組無顯著差異；二期作不施肥處理組，施用90及150 kg N ha<sup>-1</sup>時稻穀產量無顯著差異，然而施用210 kg N ha<sup>-1</sup>即發生減產趨勢。稻穀產量與氮素用量之2次迴歸分析(圖三)，可看出氮素用量增加至270 kg N ha<sup>-1</sup>有導致水稻產量下降趨勢，迴歸分析結果顯示水稻台中秈10號於一期作施用156 kg N ha<sup>-1</sup>，二期作施用92 kg N ha<sup>-1</sup>可達較高產量。



圖三、氮素用量與水稻台中秈 10 號稻穀產量迴歸分析

Fig. 3. Multiple correlation between nitrogen fertilizer amounts and rice yield of variety Taichung Sen No.10 in two crop seasons

### 試驗後土壤肥力

試驗後土壤肥力如表三及表四所示，第一期作3品種水稻收穫期土壤pH值、有機質及交換性鉀含量，隨氮肥施用量增加而有降低趨勢。電導度一期作各處理無顯著差異，台中秈10號二期作之氮素用量增加至270 kg N ha<sup>-1</sup>時，其電導度較未施氮肥處理組顯著提升。過量施用化學氮肥有導致土壤酸化、增加土壤電導度或降低土壤有機質含量之趨勢，此與前人研究結果相符<sup>(18)</sup>。

表三、水稻第一期作氮肥用量對品種在收穫期土壤肥力影響

Table 3. Influence of applying different amount of nitrogen fertilizer on soil fertility after experiment in the first crop

N kg ha <sup>-1</sup>	pH 1:1	EC 1:5 dS m <sup>-1</sup>	O.M. g kg <sup>-1</sup>	IN <sup>1</sup>	Bray 1 P	1.0M NH <sub>4</sub> OAc				0.1M HCl			
						K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe	
Tainan 11													
0	5.13 <sup>a2</sup>	0.24 <sup>a</sup>	30.1 <sup>b</sup>	31.9 <sup>a</sup>	41 <sup>a</sup>	63 <sup>a</sup>	1,183 <sup>a</sup>	211 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	26 <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>	2,011 <sup>a</sup>	
90	5.10 <sup>a</sup>	0.28 <sup>a</sup>	31.4 <sup>ab</sup>	35.5 <sup>a</sup>	37 <sup>a</sup>	56 <sup>ab</sup>	1,187 <sup>a</sup>	213 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	21 <sup>a</sup>	17 <sup>b</sup>	1,873 <sup>a</sup>	
150	5.12 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	32.3 <sup>ab</sup>	38.0 <sup>a</sup>	44 <sup>a</sup>	55 <sup>ab</sup>	1,210 <sup>a</sup>	218 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	21 <sup>a</sup>	18 <sup>ab</sup>	1,935 <sup>a</sup>	
210	4.91 <sup>b</sup>	0.29 <sup>a</sup>	33.6 <sup>a</sup>	32.2 <sup>a</sup>	45 <sup>a</sup>	50 <sup>b</sup>	1,115 <sup>a</sup>	201 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	18 <sup>ab</sup>	1,796 <sup>a</sup>	
270	5.05 <sup>b</sup>	0.30 <sup>a</sup>	30.5 <sup>b</sup>	37.4 <sup>a</sup>	38 <sup>a</sup>	50 <sup>b</sup>	1,111 <sup>a</sup>	201 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	16 <sup>b</sup>	1,786 <sup>a</sup>	
Taiken 9													
0	5.15 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>	32.2 <sup>a</sup>	41.3 <sup>ab</sup>	35 <sup>a</sup>	55 <sup>a</sup>	1,236 <sup>a</sup>	221 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>	2,009 <sup>a</sup>	
90	5.08 <sup>ab</sup>	0.29 <sup>a</sup>	34.4 <sup>a</sup>	38.8 <sup>ab</sup>	34 <sup>a</sup>	51 <sup>ab</sup>	1,336 <sup>a</sup>	232 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>	21 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>	2,092 <sup>a</sup>	
150	5.06 <sup>ab</sup>	0.26 <sup>a</sup>	35.3 <sup>ab</sup>	33.8 <sup>b</sup>	33 <sup>a</sup>	47 <sup>b</sup>	1,310 <sup>a</sup>	231 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>	1,868 <sup>a</sup>	
210	4.95 <sup>b</sup>	0.25 <sup>a</sup>	36.5 <sup>a</sup>	42.3 <sup>a</sup>	37 <sup>a</sup>	43 <sup>b</sup>	1,247 <sup>a</sup>	220 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>	1,929 <sup>a</sup>	
270	4.91 <sup>b</sup>	0.28 <sup>a</sup>	32.4 <sup>b</sup>	34.1 <sup>b</sup>	35 <sup>a</sup>	43 <sup>b</sup>	1,239 <sup>a</sup>	210 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	13 <sup>a</sup>	2,076 <sup>a</sup>	
Taichung Sen 10													
0	5.07 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	32.2 <sup>b</sup>	28.9 <sup>ab</sup>	34 <sup>a</sup>	50 <sup>a</sup>	1,337 <sup>a</sup>	234 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>	21 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>	2,189 <sup>a</sup>	
90	4.93 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	34.4 <sup>ab</sup>	28.5 <sup>ab</sup>	36 <sup>a</sup>	38 <sup>bc</sup>	1,291 <sup>ab</sup>	232 <sup>a</sup>	13 <sup>a</sup>	16 <sup>ab</sup>	13 <sup>a</sup>	1,802 <sup>b</sup>	
150	4.98 <sup>ab</sup>	0.28 <sup>a</sup>	35.3 <sup>ab</sup>	29.0 <sup>ab</sup>	37 <sup>a</sup>	42 <sup>b</sup>	1,352 <sup>a</sup>	239 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>	15 <sup>ab</sup>	14 <sup>a</sup>	1,909 <sup>ab</sup>	
210	4.81 <sup>b</sup>	0.31 <sup>a</sup>	36.5 <sup>a</sup>	33.1 <sup>a</sup>	33 <sup>a</sup>	37 <sup>c</sup>	1,301 <sup>ab</sup>	223 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>	13 <sup>b</sup>	14 <sup>a</sup>	1,865 <sup>b</sup>	
270	4.78 <sup>b</sup>	0.24 <sup>a</sup>	32.4 <sup>b</sup>	25.9 <sup>b</sup>	35 <sup>a</sup>	36 <sup>c</sup>	1,196 <sup>b</sup>	207 <sup>b</sup>	13 <sup>a</sup>	12 <sup>b</sup>	12 <sup>a</sup>	1,697 <sup>b</sup>	

<sup>1</sup> Inorganic nitrogen = NO<sub>3</sub>+NH<sub>4</sub>-N.<sup>2</sup> Within columns, data followed by the same letter are not significantly different, using LSD (P ≤ 0.05).



表四、水稻第二期作氮肥用量對品種在收穫期土壤肥力影響

Table 4. Influence of applying different amount of nitrogen fertilizer on soil fertility after experiment in the second crop

N kg ha <sup>-1</sup>	pH 1:1	EC 1:5 dS m <sup>-1</sup>	O.M. g kg <sup>-1</sup>	IN <sup>1</sup>	Bray 1 P	1.0M NH <sub>4</sub> OAc			0.1M HCl			
						K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
Tainan 11												
0	6.40 <sup>a2</sup>	0.29 <sup>a</sup>	27.6 <sup>a</sup>	15.63 <sup>a</sup>	82 <sup>a</sup>	49 <sup>ab</sup>	1,566 <sup>a</sup>	154 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	120 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>	2,463 <sup>a</sup>
90	6.32 <sup>a</sup>	0.32 <sup>a</sup>	28.1 <sup>a</sup>	16.33 <sup>a</sup>	88 <sup>a</sup>	52 <sup>a</sup>	1,607 <sup>a</sup>	158 <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>	98 <sup>ab</sup>	30 <sup>a</sup>	2,316 <sup>a</sup>
150	6.19 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	30.2 <sup>a</sup>	17.73 <sup>a</sup>	88 <sup>a</sup>	43 <sup>bc</sup>	1,516 <sup>a</sup>	149 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	83 <sup>b</sup>	29 <sup>a</sup>	2,297 <sup>a</sup>
210	6.03 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	28.9 <sup>ab</sup>	15.40 <sup>a</sup>	87 <sup>a</sup>	39 <sup>c</sup>	1,476 <sup>a</sup>	143 <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>	86 <sup>b</sup>	30 <sup>a</sup>	2,213 <sup>a</sup>
270	6.05 <sup>a</sup>	0.38 <sup>a</sup>	27.0 <sup>b</sup>	14.70 <sup>a</sup>	83 <sup>a</sup>	40 <sup>c</sup>	1,419 <sup>a</sup>	150 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	89 <sup>ab</sup>	29 <sup>a</sup>	2,289 <sup>a</sup>
Taiken 9												
0	6.22 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	29.3 <sup>a</sup>	14.70 <sup>a</sup>	83 <sup>b</sup>	49 <sup>a</sup>	1,547 <sup>a</sup>	94 <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>	98 <sup>a</sup>	28 <sup>a</sup>	2,634 <sup>a</sup>
90	6.00 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	29.0 <sup>a</sup>	14.93 <sup>a</sup>	87 <sup>b</sup>	47 <sup>a</sup>	1,411 <sup>ab</sup>	79 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>	72 <sup>b</sup>	25 <sup>ab</sup>	2,439 <sup>b</sup>
150	6.08 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	28.2 <sup>a</sup>	16.33 <sup>a</sup>	87 <sup>b</sup>	45 <sup>a</sup>	1,414 <sup>ab</sup>	75 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	59 <sup>b</sup>	23 <sup>b</sup>	2,278 <sup>b</sup>
210	6.01 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a</sup>	27.9 <sup>ab</sup>	13.30 <sup>a</sup>	94 <sup>a</sup>	45 <sup>a</sup>	1,292 <sup>b</sup>	63 <sup>b</sup>	17 <sup>a</sup>	66 <sup>b</sup>	24 <sup>ab</sup>	2,394 <sup>b</sup>
270	6.01 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	27.0 <sup>b</sup>	14.47 <sup>a</sup>	86 <sup>b</sup>	43 <sup>a</sup>	1,326 <sup>ab</sup>	68 <sup>b</sup>	18 <sup>a</sup>	79 <sup>ab</sup>	26 <sup>ab</sup>	2,439 <sup>b</sup>
Taichung Sen 10												
0	6.38 <sup>a</sup>	0.21 <sup>b</sup>	24.9 <sup>ab</sup>	16.34 <sup>a</sup>	79 <sup>a</sup>	39 <sup>a</sup>	1,257 <sup>a</sup>	66 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	75 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>	2,019 <sup>a</sup>
90	6.16 <sup>ab</sup>	0.31 <sup>ab</sup>	24.4 <sup>ab</sup>	15.77 <sup>ab</sup>	77 <sup>a</sup>	38 <sup>a</sup>	1,327 <sup>a</sup>	79 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	62 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>	2,053 <sup>a</sup>
150	5.88 <sup>ab</sup>	0.30 <sup>ab</sup>	25.9 <sup>a</sup>	12.60 <sup>ab</sup>	76 <sup>a</sup>	38 <sup>a</sup>	1,209 <sup>a</sup>	73 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	52 <sup>a</sup>	24 <sup>a</sup>	1,994 <sup>a</sup>
210	6.00 <sup>ab</sup>	0.31 <sup>ab</sup>	23.7 <sup>b</sup>	11.90 <sup>ab</sup>	73 <sup>a</sup>	28 <sup>b</sup>	1,232 <sup>a</sup>	74 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>	50 <sup>a</sup>	22 <sup>a</sup>	1,891 <sup>a</sup>
270	5.78 <sup>b</sup>	0.40 <sup>a</sup>	25.6 <sup>ab</sup>	10.97 <sup>b</sup>	72 <sup>a</sup>	37 <sup>a</sup>	1,325 <sup>a</sup>	81 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	71 <sup>a</sup>	26 <sup>a</sup>	2,089 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Inorganic nitrogen = NO<sub>3</sub>+NH<sub>4</sub>-N.

<sup>2</sup> Within columns, data followed by the same letter are not significantly different, using LSD (P ≤ 0.05).

## 參考文獻

1. 王鐘和、江志峰、申雍 2003 土壤肥力診斷在水稻精準施肥管理之應用 p.121-132 水稻精準農業體系 行政院農業委員會農業試驗所特刊第105號 霧峰，臺灣。
2. 王鐘和、林毓雯、邱麗蓉、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 行政院農業委員會農業試驗所特刊第105號 霧峰，臺灣。
3. 江志峰 2013 不同水稻品種的氮肥施用量對其利用效率與產量之效應 p.165-173 良質米研究團隊研發成果研討會專輯 臺中區農業改良場特刊第115號 彰化，臺灣。
4. 江汶錦 2014 臺南地區水稻品種氮肥利用效率比較 臺南區農業改良場研究彙報 63: 59-72。
5. 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。

6. 吳育郎、劉慶裕 1967 密植增肥對水稻早熟品種產量之關係 科學農業 15(1,2): 59-62。
7. 吳育郎、林富雄 1968 水稻品種特性與肥料反應 科學農業 66(9,10): 251-254。
8. 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。
9. 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 農業研究 19: 26-41。
10. 邱再發 1971 本省主要水稻品種之肥料效應及肥料吸收率之研究 臺灣農業研究 20(1): 1-20。
11. 林國清 2004 水稻新品種台南11號之育成 台南區農業改良場研究彙報 45: 1-25。
12. 莊作權、黃裕銘 1984 改進肥效及增進土壤氮素肥力以提高二期稻作產量之研究 p.1-16 臺灣省農業試驗所特刊第16號 霧峰，臺灣。
13. 張愛華 1981 本省現行土壤測定方法 作物需肥診斷技術 臺灣省農業試驗所特刊 No.13: 9-26。
14. 陳榮坤、陳宗禮 2015 氮肥施用量對水稻莖稈生育的影響 臺南區農業改良場研究彙報 66: 24-38。
15. 莊義雄、丁文彥 1993 氮肥施用量對不同再生處理再生稻產量與品質之影響 花蓮區研究彙報 9: 73-82。
16. 彰化縣土壤調查報告 1969 國立中興大學農學院土壤學系 臺中 臺灣。
17. 鄭榮賢、蘇俊茂、李忠衛 1968 秈稻氮肥需要量試驗 臺灣農業 4(1): 12-20。
18. 賴文龍、郭雅紋、陳玟瑾 2012 氮肥用量對水稻產量之影響 臺中區農業改良場研究彙報 114: 35-43。
19. 賴明信、陳正昌、郭益全、呂秀英、陳治官、李長沛、曾東海 1996 現行水稻推廣品種生產力與氮肥用量之關係 1.氮肥用量對水稻產量及產量構成要素之影響 中華農業研究 45(3): 203-217。
20. Cao, Y. S., Y. H. Tian, B. Yin and Z. L. Zhu. 2013. Assessment of ammonia volatilization from paddy fields under crop management practices aimed to increase grain yield and N efficiency. Field Crops Res. 147: 23-31.
21. Kundsén, D. and G. A. Peterson. 1982. Lithium, sodium, and potassium. p.225-246. In: Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Academic Press, Inc., New York.
22. Lanyon, L. E. and W. R. Heald. 1982. Magnesium, calcium, strontium, and barium. p.247-262. In: Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis Part 2. Academic Press, Inc., New York.

23. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. In: Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis. Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
24. Peng, S. B., R. J. Buresh, J. L. Huang, X. H. Zhong, Y. B. Zou, J. C. Yang, G. H. Wang, Y. Y. Liu, R. F. Hu, Q. Y. Tang, K. H. Cui, F. S. Zhang and A. Dobermann. 2010. Improving nitrogen fertilization in rice by site-specific N management. A review. *Agron. Sustain Dev.* 30(3): 649-56.

# Experiments of Optimal Rate of Nitrogen-fertilizer in Producing Maximum Yield of Rice Tainan No. 11, Varieties Taiken No. 9 and Taichung Sen No. 10 in Soils Group of Sand Stone Shale and Slate Mixed Alluvial<sup>1</sup>

Hong-Tang Chen<sup>2</sup>, You-Hong Zeng<sup>2</sup>, Ya-Wen Kuo<sup>2</sup> and Chia-Chi Cheng<sup>2</sup>

## ABSTRACT

The experiments were implemented in sand shale and clay slate mixed alluvial soil belongs to Koucuo soil series for understanding the influence of five nitrogen fertilizer levels on yield of three rice varieties included Tainan No.11, Taiken No.9 and Taichung Sen No.10. Experimental results showed higher amounts of nitrogen fertilizer input can produce higher rice yields, however fertilizer amount higher than 270 kg N ha<sup>-1</sup> would decrease rice yield. For producing maximum yields of rice varieties Tainan No.11, Taiken No.9 and Taichung Sen No.10 in the first crop, the optimal rate of nitrogen fertilizer is 177, 152 and 156 kg N ha<sup>-1</sup> respectively, in the second crop, the optimal rate of nitrogen fertilizer is 190, 150 and 92 kg N ha<sup>-1</sup> respectively. After experiment, increasing nitrogen fertilizer application would decrease soil pH and exchangeable potassium content, which infer the need of increasing potassium fertilizers.

**Key words:** Nitrogen fertilizer, rice, yield and soil series

---

<sup>1</sup> Contribution No.0924 from Taichung DARES, COA.

<sup>2</sup> Assistant Researcher of Taichung DARES, COA.