

水稻品種間施用不同堆肥對農藝性狀與產量之影響

方再秋、葉茂生¹⁾

摘 要

本試驗以台稉 9 號、台中秈 10 號及台稉 11 號等三個水稻品種，分別施用牛糞廐肥、豬糞廐肥、豌豆苗堆肥及豆餅等四種有機質肥料，並以化學肥料為對照，探討品種間與不同堆肥處理對水稻農藝性狀及穀粒產量之影響。由綜合變方分析結果顯示，肥料處理間各性狀皆與產量呈顯著差異，由多重比較結果得知，第一期稻作以施用豬糞廐肥之株高、穗長、穗重、一穗粒數及稻穀產量等，較其他肥料之表現為佳；千粒重以施用豌豆苗堆肥效果最好 (25.1 g)；稔實率在不同肥料處理間均較化學肥料差 (86.0%)；穗數則以施用豆餅堆肥表現最好 (12.6 支)。第二期稻作之株高、穗長、穗重、一穗粒數與產量等，以施用牛糞廐肥之表現最佳；稔實率以施用豌豆苗堆肥較其他肥料為優 (71.8%)；而豆餅堆肥及豬糞廐肥則分別對穗數 (12.9 支) 及千粒重 (23.7 g) 效果較佳。就一般農藝性狀及產量而言，第一期稻作以施用豬糞堆肥之效果最好，第二期稻作則以施用牛糞堆肥之表現最優。

關鍵詞：水稻、堆肥、農藝性狀、產量

前 言

有機質肥料的種類、施用量與施用時期，對水稻的產量及產量構成因素有密切的影響。國際稻米研究中心進行二十年長期土壤肥力觀察，處理分為不施肥、施用無機肥料及施用無機肥料與部分堆肥。結果顯示，經由長期對水稻產量的調查，發現有機質與部分無機肥料處理的產量與一般無機肥料處理的產量，並無明顯差異⁽⁸⁾。Meelu and Rekhi⁽¹²⁾指出，以每公頃 12 噸的廐肥與 80 公斤的氮肥混合施用，可以得到最高的水稻產量。Naidu⁽¹³⁾指出，以 75%無機氮和 25%有機氮混合使用，可以得到最高的水稻產量。Oh⁽¹⁴⁾指出以完全或部分腐熟堆肥，對水稻產量的增加效果比施用未腐熟稻稈為優，原因為未腐熟稻稈在水稻生育初期，會因嚴重的氮饑餓 (N starvation)，使水稻缺氮而生育不良，而完全或部

¹⁾ 國立中興大學農藝學系教授

分腐熟堆肥，則無此現象。李⁽³⁾比較純有機栽培與化學栽培對水稻產量之影響指出，有機栽培可能因有機質肥料施用時期不當，導致水稻之每叢穗數明顯較化學栽培為低，但是稔實率及千粒重等產量構成因素則相對提高，因此對於產量並不會造成顯著的影響。影響水稻有機栽培產量降低的原因，主要為病蟲害發生較為嚴重所致，北部地區第二期作經常發生嚴重的白葉枯病，因此導致水稻之稔實率及千粒重明顯降低。吳等⁽⁴⁾則指出，水稻有機栽培對稻穀產量的影響因年度、期作及品種不同而異。

台灣每年有大量農業廢棄物產生，為避免其任意棄置對環境造成衝擊，將廢棄物製成堆肥回歸農地，應是良好的解決之道。近年來各界為保育土壤及環境，以有機質肥料代替大部分或全部化學肥料，已成為現階段先進國家永續農業發展的新方向。因此，如何利用有機質及不噴施化學農藥藉以生產高品質及無農藥污染之良質米，為當前重要研究課題。基於此，本研究擬在永續農業發展之考量下，利用不同來源之有機物提供水稻生長所需之養分，探討其對水稻生育、農藝性狀及稻穀產量之影響。

材料與方法

一、田間試驗

本試驗以水稻台梗 9 號 (TK 9)、台中秈 10 號 (TCS 10) 及台梗 11 號 (TK 11) 等三個參試品種；以牛糞、豬糞及豌豆苗堆肥與豆餅及化學肥料 (對照區) 等 5 種肥料處理。自 2000 年第一期作起至 2001 年第二期作止在本場試驗田進行。試驗田土壤屬於桃園紅壤 (大竹圍系, Pw7)，試驗前測定土壤化學性質 (表 1)。試驗採裂區設計，以肥料處理為主區，參試水稻品種為副區，三重覆。小區面積 54 m²，3-5 本植，行株距 30×15 cm。對照區：依現行水稻生長所需化學肥料推薦用量及施用技術，第一期作施用 N : P₂O₅ : K₂O 分別為 120 : 72 : 72 kg/ha；第二期作為 100 : 72 : 72 kg/ha，分別以基肥、二次追肥及穗肥施用硫酸銨、過磷酸鈣及氯化鉀。有機栽培區：以牛糞、豬糞、豌豆苗堆肥與豆餅等為肥料，施用量以對照區氮素量為基準，依堆肥本身氮素含量、礦化率換算，第一、二期作牛糞廐肥用量分別為 11,988 kg/ha 與 9,990 kg/ha；豬糞廐肥為 12,890 kg/ha 與 10,740 kg/ha；豌豆苗堆肥為 18,045 kg/ha 與 15,038 kg/ha；豆餅堆肥為 3,230 kg/ha 與 2,693 kg/ha。對照栽培區之雜草，每分地施用 3 kg 丁基拉草進行防除，有機栽培以人工拔除。水稻移植後有機栽培及對照區栽培均以 50 kg/ha 苦茶粕防治福壽螺。水稻生育期間，對照區栽培以化學藥劑防治病蟲害，有機栽培則全期無病蟲害防治。

表 1. 試驗前土壤化學成分

Table 1. Soil fertility before experiment.

pH	OM (%)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	CaO (kg/ha)	MgO (kg/ha)
6.0	2.6	91	409	2306	474

二、調查分析方法：

在水稻成熟收割前每重複逢機調查 10 株之株高與穗數，並於收穫時每重複逢機取樣 3 株，調查穗長、穗重、一穗粒數、稔實率與千粒重，另每重複割取 100 株於乾燥調製後進行產量調查，並將所得資料以 SAS 套裝軟體⁽¹⁶⁾之相關程序進行綜合變方分析 (Combined analysis of variance) 及顯著性測驗，以瞭解肥料間、期作間及品種間對農藝性狀及產量的影響。

結 果

自 2000 年第一期作至 2001 年第二期作合計兩年四期作，探討施用不同種類堆肥對不同水稻品種株高、穗長、穗重、穗數、一穗粒數、稔實率、千粒重等農藝性狀與穀粒產量之影響，另一方面採取試區內土壤進行化學成分分析（表 2），並將所得結果進行綜合變方分析如表 3。

表 2. 試驗後土壤化學成分

Table 2. Soil fertility after experiment.

Fertilizer	pH	EC (Ms/cm)	OM (%)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	CaO (kg/ha)	MgO (kg/ha)
Cattle manure	6.1	0.16	3.9	119	354	5811	859
Pig manure	6.3	0.15	4.0	91	345	6347	912
Pea residue	5.9	0.17	4.4	101	377	4107	945
Bean residue	5.6	0.10	3.2	48	248	2672	601
Chemical fertilizer	5.5	0.13	3.3	78	291	3246	704

Fertilizer	Cu	Zn	Cd	Ni	Cr	Pb
----- ppm -----						
Cattle manure	2.6	5.8	0.08	0.57	nd	6.1
Pig manure	3.5	6.3	0.06	0.76	nd	7.2
Pea residue	1.8	3.8	0.04	0.30	nd	6.0
Bean residue	2.8	2.6	0.08	0.42	nd	7.2
Chemical fertilizer	2.5	2.2	0.05	0.23	nd	7.3

nd：係含量極微

比較試驗後土壤化學成分之變異（表 2），土壤 pH 值在施用堆肥後均有上升的趨勢；土壤 EC 除豆餅區 0.10 較對照區 0.13 低外，其餘堆肥處理之 EC 均較對照區高；土壤有機質含量，以施用牛糞、豬糞及豌豆苗堆肥之含量較施用化學肥料高；試驗後牛糞、豬糞及豌豆苗堆肥區，土壤中有效性磷、鉀、鈣及鎂之含量均較對照區高，其中豬糞廐肥區鈣之含量 6,347 kg/ha，為所有處理中最高者，故土壤 pH 值最高，而豆餅堆肥區土壤中有效性磷、鉀、鈣及鎂之含量則較對照區低。由於試驗之前未分析土壤重金屬含量，因此試驗之後堆肥栽培區土壤重金屬含量僅與對照區比較其差異。由表 2 得知，豬糞廐肥施用後，土壤中銅、鋅及鎳均較其他肥料處理為高，此可能與飼料成分有關，然而施用植物殘體堆肥之土壤重金屬含量較施用廐肥為低。不同肥料處理間稔實率呈顯著差異，而株高、穗長、穗重、穗數、一穗粒數、千粒重及稻穀產量均呈極顯著差異，顯示水稻施用肥料之不同其營養生長、生

殖生長及穀粒充實度有明顯的差異 (表 3)。

為了解不同性質之肥料資材對各性狀之效應，乃進行肥料處理間之線性對比。結果顯示，水稻株高在堆肥與化學肥料處理間呈顯著差異，化學肥料與植物殘體堆肥間 (豌豆苗堆肥與豆餅堆肥) 則差異不顯著，但施用廐肥 (牛糞廐肥與豬糞廐肥) 與植物殘體堆肥間或廐肥與化學肥料間均呈顯著差異，顯示施用廐肥的株高較高；而施用廐肥之穗長與穗重均顯著高於植物殘體堆肥與化學肥料；稻穀產量在施用化學肥料與廐肥間有顯著的差異，而化學肥料與植物殘體堆肥間亦有顯著的差異，顯示施用廐肥有較高的稻穀產量；一穗粒數與千粒重在施用堆肥與化學肥料之間，或施用植物殘體堆肥與化學肥料之間，沒有顯著差異，但施用廐肥與化學肥料之間，以及廐肥與植物殘體堆肥間則有顯著的差異；至於穗數與稔實率在施用化學肥料與不同類型堆肥間，差異皆無顯著 (表 3)。由變方分析表中得知，水稻農藝性狀在期作與肥料處理間及期作與品種間의 交感作用有極顯著差異，因此就不同期作分別進行說明。

一、水稻品種間在不同肥料處理下對第一期稻作農藝性狀及產量之影響

由變方分析結果顯示，在不同肥料處理下不同年度間第一期稻作之株高、穗重與一穗粒數差異不顯著，而穗長、穗數呈顯著差異；稔實率、千粒重及稻穀產量則呈極顯著差異，顯示後五項性狀在第

表 3. 不同有機肥料對水稻農藝性狀和產量影響的綜合變方分析 (2000–2001 年)

Table 3. Combined ANOVA for organic fertilizers' effect on the agronomic characters and yield of rice. (2000–2001)

Source of variation	df	M S E							
		Plant height (cm)	Panicle length (cm)	Panicle weight (g)	Panicle number	Grain number (panicle ⁻¹)	Percentage of ripened grain	1000 grains weight	Grain yield (kg/ha)
Year (Y)	1	**					**	**	**
Crop season (Cs)	1	**	**	**	**	**	**	**	**
Y × Cs	1	**	**	**	**	**	**		**
Blk (Y × Cs)	8								
Fertilizer (F)	4	**	**	**	**	**	*	**	**
Y × F	4	**	**						
Cs × F	4	**							**
Y × Cs × F	4	**					*		
F × Blk (Y × Cs)	32								
Variety (V)	2	**		**	**	**	**	**	**
Y × V	2	**	**	**	**		**	**	
Cs × V	2	**	**	**	**	**	**	**	*
Y × Cs × V	2	**					*		

(6)

桃園區農業改良場研究彙報第 53 號

F × V	8								
Y × F × V	8						*		
Cs × F × V	8								
Y × Cs × F × V	8						*		
Contrast									
Ck vs treatment	1	*							
Ck vs animal	1	**	**	**	**	**	*	**	**
Ck vs plant	1								**
Animal vs plant	1	**	**	**	**	**	*	**	**

* and ** denote significant at 5% and 1% levels, respectively.

表 4. 不同堆肥對第一期稻作農藝性狀及產量影響的變方分析 (2000–2001 年)

Table 4. ANOVA for organic fertilizers' effect on the agronomic characters and yield of rice at first crop season. (2000–2001)

Source of variation	df	M S E							
		Plant height (cm)	Panicle length (cm)	Panicle weight (g)	Panicle number	Grain number (panicle ⁻¹)	Percentage of ripened grain	1000 grains weight	Grain yield (kg/ha)
Year (Y)	1		*		*		**	**	**
BLK(Y)	4								
Fertilizer (F)	4	**	**		**	**		**	**
Y × F	4	**	*			*			
F × BLK (Y)	16		*						
Variety (V)	2	**	**	**	**	**	**	**	**
Y × V	2	*	**	**	**			**	
F × V	8								
Y × F × V	8	*					*		
Contrast									
Ck vs treatment	1								
Ck vs animal	1	**	**	*		**			**
Ck vs plant	1								**
Animal vs plant	1	**	**	**		**			**

* and ** denote significant at 5% and 1% levels, respectively.

一期作會因年度不同而表現有所差異 (表 4) 。不同肥料處理間株高與穗長有極顯著差異，顯示在相同氣候環境之下，因施用不同肥料之株高與穗長有明顯的不同；每株穗數在不同肥料間呈極顯著差異，顯示施用不同種類肥料對水稻有效分蘗有極顯著差異；一穗粒數與肥料處理間呈極顯著差異，顯示不同肥料間對於每穗穎花數的差異極明顯；千粒重與肥料處理亦有極顯著差異，顯示肥料間對於穀粒充實度有極顯著不同；稻穀產量呈極顯著差異，顯示第一期稻作穀粒產量會因施用肥料之不同而明顯的影響其產量；穗重與稔實率在不同肥料處理間沒有差異，顯示不同肥料間對於稻穀結實情形沒有影響。然而水稻品種間在不同肥料處理之下，稻穀產量及其他農藝性狀等皆呈極顯著差異，顯示不同水稻品種間對於肥料之需求並不一致。

由各項交感效應分析得知，株高在年度與肥料，年度與品種，年度、肥料與品種等交感項目中達顯著差異 (表 4) ；穗長在年度與肥料，年度與品種等交感達顯著差異；穗重則僅在年度與品種之交感達顯著差異；每株穗數僅在年度與品種之交感項目達極顯著差異；而一穗粒數亦僅在年度與肥料之交感項目達顯著差異；稔實率在年度、肥料與品種，年度、期作、肥料與品種之交感項目達顯著差異；

千粒重在年度與品種之交感項目達顯著差異；稻穀產量在年度、肥料與品種間無交感效應存在；至於肥料處理與水稻品種之間，對於稻穀產量及其他農藝性狀則完全沒有交感效應。

由於上述農藝性狀，其綜合變方分析結果顯示有交感效應存在，因此，乃進一步進行線性對比，藉以了解施用化學肥料與堆肥間之差異。經比較結果，施用化學肥料在株高一項與堆肥之間差異沒有顯著，但化學肥料平均株高 92.4 cm 與廐肥（牛糞與豬糞分別為 93.8 與 95.6 cm）間則差異極顯著（表 6），顯示廐肥對水稻營養生長期株高有促進作用，其中以豬糞堆肥表現較佳；至於穗長在施用化學肥料與堆肥間之差異不顯著，而化學肥料平均穗長 19.2 cm 與廐肥（牛糞與豬糞同為 19.8 cm）間則呈極顯著差異，顯示廐肥對水稻生殖生長期穗長有促進作用；穗重在施用化學肥料與堆肥間之差異沒有顯著，而化學肥料平均穗重 1.98 g 與廐肥（牛糞與豬糞分別為 2.08 與 2.14 g）間則呈極顯著差異，顯示廐肥對水稻生殖生長期穗重有增進作用；稻穀公頃產量施用化學肥料平均 4,768 kg（表 6）與廐肥（牛糞與豬糞分別為 5,137 及 5,156 kg）間，以及化學肥料與植物殘體堆肥（豌豆苗與豆餅分別為 3,142 與 2,916 kg）間都呈極顯著差異，顯示廐肥對產量有增進作用，而施用植物殘體堆肥之稻穀產量則偏低；一穗粒數在施用化學肥料與堆肥間差異不顯著，但化學肥料平均一穗粒數 84.0 粒與廐肥（牛糞與豬糞分別為 90.8 與 95.3 粒）呈極顯著差異，而一穗粒數在化學肥料與植物堆肥間差異不顯著，顯示施用廐肥可增加一穗穎花數；至於穗數、稔實率及千粒重在施用化學肥料與堆肥間差異都不顯著，顯示施用不同種類之肥料其穗數、稔實率及千粒重都沒有差異。水稻品種間在不同肥料處理之下各農藝性狀及稻穀產量均有顯著差異，其中以台中秈 10 號在株高、穗長、穗重、一穗粒數、千粒重及稻穀產量等性狀表現較優，而台梗 11 號則在穗數及稔實率較台梗 9 號佳（表 7）。

二、水稻品種間在不同肥料處理下對第二期稻作農藝性狀及產量之影響

由變方分析結果顯示，第二期稻作在不同肥料處理下，年度間稻穀產量及產量構成因素等性狀，除千粒重差異不顯著外，其餘均達極顯著差異（表 5）。不同肥料處理間株高與穗長有極顯著差異，顯示在相同氣候環境之下因施用不同之肥料，株高與穗長有明顯的差異；每株穗數在不同肥料間呈極顯著差異，顯示施用不同種類肥料對水稻有效分蘗差異極顯著；千粒重與肥料處理間亦達極顯著差

表 5. 不同堆肥對第二期稻作農藝性狀與產量影響的變方分析(2000–2001 年)

Table 5. ANOVA for organic fertilizers' effect on the agronomic characters and yield of rice at second crop season. (2000–2001)

Source of variation	df	M S E							
		Plant height (cm)	Panicle length (cm)	Panicle weight (g)	Panicle number	Grain number (panicle ⁻¹)	Percentage of ripened grain	1000 grains weight	Grain yield (kg/ha)

Year (Y)	1	**	**	**	**	**	**	**
BLK(Y)	4							
Fertilizer (F)	4	**	*		**		*	**
Y × F	4		*		**		*	
F × BLK (Y)	16							
Variety (V)	2	*	**	**	**	**	*	**
Y × V	2	**	*	**		*	**	**
F × V	8							
Y × F × V	8							
Contrast								
Ck vs treatment	1				**			
Ck vs animal	1	**			**			**
Ck vs plant	1				**			
Animal vs plant	1	**					*	**

* and ** denote significant at 5% and 1% levels, respectively.

異，顯示肥料間對於穀粒充實度有極顯著不同；稔實率於不同肥料處理間呈顯著差異，顯示不同肥料間對於稻穀結實情形會有影響；不同肥料處理間稻穀產量呈極顯著差異，顯示第二期作稻穀產量會因施用肥料之不同而明顯的影響其產量；一穗粒數與穗重在肥料處理間沒有顯著差異，顯示不同肥料間對於每穗穎花數沒有明顯的差異。水稻品種間在不同肥料處理之下，稻穀產量及其他農藝性狀等皆呈極顯著差異，顯示第二期作不同水稻品種間對於肥料之需求各異，然而水稻品種間與肥料處理之間則無交感效應存在。

由於上述農藝性狀綜合變方分析結果，顯示有交感效應存在，因此，乃進一步進行線性對比，藉以了解施用化學肥料與堆肥間之差異。經比較結果，施用化學肥料在株高一項與堆肥之間差異沒有顯著（表 5），但化學肥料平均株高 83.0 cm 與廐肥（牛糞與豬糞分別為 86.0 與 84.4 cm）間則差異極顯著（表 6），顯示廐肥對水稻營養生長期株高有促進作用，其中以豬糞廐肥表現較佳；每株穗數在施用化學肥料與堆肥間有極顯著差異，而施用化學肥料平均每株 12.7 支與施用廐肥（牛糞與豬糞分別為 12.3 與 12.1 支），以及與豌豆苗堆肥 11.3 支間均呈顯著差異，顯示除豆餅外施用堆肥其有效分蘗數明顯較施用化學肥料少；施用化學肥料與堆肥間對稻穀產量差異不顯著，但施用化學肥料平均每公頃稻穀產量 3,063 kg，與施用廐肥（牛糞與豬糞分別為 3,417 與 3,374 kg）差異極顯著，顯示施用廐肥有增產的效果。至於穗長、穗重、一穗粒數、稔實率及千粒重在比較施用堆肥與化學肥料間則差異不顯著，顯示第二期稻作施用化學肥料與堆肥間對水稻穗長、穗重、一穗粒數、稔實率及千粒重之影響沒有差異。水稻品種間在不同肥料處理之下各農藝性狀及稻穀產量均有顯著差異，其中台梗 9 號在穗重、一穗粒數及稔實率表現較優，而台中秈 10 號雖在株高、穗長及穗數表現較優，但由於稔實率較差而影響稻穀產量（表 7）。

表 6. 第一、二期稻作肥料處理間農藝性狀和產量之變異（2000–2001 年）

Table 6. The variation of agronomic characters and yield of rice among different organic fertilizer treatments at first and second crop season. (2000–2001)

Fertilizer	Plant height (cm)	Panicle length (cm)	Panicle weight (g)	Panicle number	Grain number (panicle ⁻¹)	Percentage of ripened grain (%)	1000 grains weight (g)	Grain yield (kg/ha)
----- First crop -----								
Cattle manure	93.8 ^{bc}	19.8 ^a	2.08 ^a	12.0 ^{ab}	90.8 ^{ab}	85.6 ^a	24.7 ^{ab}	5137 ^a
Pig manure	95.6 ^a	19.8 ^a	2.13 ^a	11.8 ^b	95.3 ^a	84.7 ^a	24.4 ^{ab}	5156 ^a
Pea residue	89.5 ^d	18.7 ^d	1.93 ^a	10.9 ^c	80.7 ^c	85.6 ^a	25.1 ^a	4450 ^c
Bean residue	94.4 ^{ab}	19.6 ^b	1.98 ^a	12.6 ^a	87.4 ^{bc}	84.1 ^a	23.5 ^c	4167 ^d
Chemical fertilizer	92.4 ^c	19.2 ^c	1.98 ^a	11.8 ^b	84.0 ^{bc}	86.0 ^a	24.1 ^{bc}	4768 ^b

	----- Second crop -----							
Cattle manure	86.0 ^a	18.4 ^a	1.76 ^a	12.3 ^b	86.7 ^a	67.9 ^{bc}	23.3 ^{ab}	3417 ^a
Pig manure	84.4 ^{ab}	18.0 ^a	1.75 ^a	12.1 ^b	83.2 ^{ab}	71.5 ^a	23.7 ^a	3374 ^a
Pea residue	82.5 ^c	17.6 ^b	1.67 ^a	11.3 ^c	79.6 ^b	71.8 ^a	23.4 ^{ab}	3142 ^b
Bean residue	83.3 ^{bc}	18.4 ^a	1.67 ^a	12.9 ^a	86.4 ^a	67.0 ^c	22.5 ^c	2916 ^b
Chemical ertilizer	83.0 ^{bc}	18.2 ^a	1.64 ^a	12.7 ^a	82.8 ^{ab}	70.8 ^{ab}	23.1 ^{bc}	3063 ^b

Mean values within column followed the same letter are not significant by DMRT at 5% probability level.

表 7. 第一、二期稻作施用有機肥料對品種間農藝性狀和產量之變異 (2000–2001 年)

Table 7. Among different rice varieties of agronomic characters and yield under application organic compost treatments at first and second crop season. (2000–2001).

Varieties	Plant height (cm)	Panicle length (cm)	Panicle weight (g)	Panicle number	Grain number (panicle ⁻¹)	Percentage of ripened grain (%)	1000 grains weight (g)	Grain yield (kg/ha)
----- First crop -----								
Taiken 9	91.6 ^b	17.6 ^b	1.85 ^b	11.8 ^b	79.7 ^b	85.7 ^b	24.1 ^b	4580 ^b
Taichung Sen 10	102.3 ^a	25.2 ^a	2.37 ^a	10.9 ^c	103.7 ^a	80.0 ^c	25.0 ^a	4870 ^a
Taiken 11	85.5 ^c	15.6 ^c	1.86 ^b	12.9 ^a	79.6 ^b	89.9 ^a	24.0 ^b	4760 ^a
----- Second crop -----								
Taiken 9	83.1 ^b	17.9 ^b	1.89 ^a	11.9 ^b	90.2 ^a	69.8 ^b	24.0 ^a	3218 ^a
Taichung Sen 10	88.9 ^a	21.2 ^a	1.70 ^b	12.6 ^a	83.0 ^b	67.8 ^b	23.7 ^a	3089 ^b
Taiken 11	79.5 ^c	15.3 ^c	1.54 ^b	12.3 ^a	78.0 ^b	71.9 ^a	21.8 ^b	3225 ^a

Mean values within column followed the same letter are not significant by DMRT at 5% probability level.

三、不同肥料處理水稻農藝性狀及產量間之相關性

雖然上述已就各性狀在施用不同肥料影響的反應進行探討，然而並無法瞭解各調查之農藝性狀在肥料處理影響下，彼此互動的關聯性，尤其是稻穀產量與各性狀之關係，故進一步就調查之各性狀間進行相關性分析，結果如表 8。表 8 為參試品種之株高、穗數、一穗粒數、稔實率、千粒重、穗長、穗重及稻穀產量之相關係數，由表顯示第一期作株高與一穗粒數、穗長及產量呈顯著正相關，與穗數及千粒重呈顯著負相關；穗數與千粒重及穗重呈顯著正相關，與產量呈顯著負相關；一穗粒數與株高、稔實率、穗重及產量呈顯著正相關，與千粒重呈顯著負相關；稔實率與一穗粒數及穗重呈顯著正相關；千粒重與穗數呈正相關，與株高、一穗粒數及產量呈顯著負相關；稻穀產量與株高、一穗粒數及穗長呈顯著正相關，與穗數及千粒重呈顯著負相關。第二期作水稻產量與株高及穗數呈顯著正相關，與一穗粒數、稔實率及穗重呈顯著負相關；一穗粒數與株高、千粒重、穗長及穗重呈顯著正相關，與穗數、稔實率及產量呈顯著負相關；稔實率與穗重呈顯著正相關，與株高、一穗粒數、穗長及產量呈顯著負相關；千粒重與株高、一穗粒數、穗長及穗重呈顯著正相關。

表 8. 不同肥料處理水稻各性狀間之相關係數表

Table 8. Correlation coefficients among agronomic characters of rice with various fertilizer treatments.

Item	A	B	C	D	E	F	G	H
A		-0.52**	0.67**	0.05	-0.92**	0.49**	-0.05	0.83**
B	0.67**		0.04	-0.13	0.42**	-0.07	0.68**	-0.75**
C	0.49**	-0.32*		0.40**	-0.48**	0.71**	0.68**	0.58**
D	-0.46**	-0.17	-0.44**		0.02	-0.09	0.47**	0.15
E	0.55**	-0.18	0.90**	-0.18		-0.14	0.13	-0.57**
F	0.49**	0.04	0.61**	-0.97**	0.39*		0.34*	0.67**
G	-0.14	-0.52**	0.39*	0.64**	0.53**	-0.48**		-0.17
H	0.61**	0.95**	-0.32*	-0.40**	-0.25	0.26	-0.75**	

* and ** denote significant at 5% and 1% levels, respectively.

Numerals above and below the diagonal are correlation coefficients of the first crop season and the second crop season, respectively.

A: plant height; B: panicle No.; C: grain No. per panicle; D: % of ripened grain; E: 1000 grain weight; F: panicle length; G: panicle weight; H: grain yield.

討 論

水稻有機栽培是目前及未來政府極力研究與推廣之產業項目，利用有機質提供水稻生長所需之養分，其益處包括直接供應作物生長所需之營養要素成分⁽¹⁾、改良土壤物理化學性質^(9,15,17)、維護土壤微生物相與活性，以及減少地下水污染等⁽⁶⁾。根據試驗後土壤分析結果，施用堆肥之土壤 pH 值上升至微鹼性，土壤中有機質及有效性磷、鉀、鈣及鎂之含量，除施用豆餅外均較對照區高。趙等⁽⁵⁾測試有機農耕法在本省推廣可行性之研究，連續進行六年後，顯示有機農耕法於連續施用豬、雞及牛糞廄肥以代替化學肥料後，土壤 pH 值上升至微鹼性，有機農耕法試區土壤有機質含量較慣行農耕法增加 25–90%，各種養分含量亦大幅增加而差異顯著。據 Frye 等⁽¹⁰⁾研究豆科作物收穫後種植玉米，第二年甜玉米則有顯著增產效果；Krenzer⁽¹¹⁾亦報告豆科植物後作之玉米或高粱增加土壤中之氮素而使作物獲增產。

本試驗中不同堆肥對稻穀產量之影響，因肥料種類及栽種期作不同而異。然而兩個期作不同參試肥料之產量於一定施氮量下，均以施用廄肥之稻穀產量較其他處理高。究竟何種因素導致此一結果？眾所皆知，稻穀產量是由穗數、一穗粒數、稔實率及千粒重等四要素所構成，故經由產量構成因素調查，可提供吾人進一步了解氮肥經由何種產量構成因素影響而決定稻穀生產之豐歉。本試驗第一期作

除稔實率外，穗數、一穗粒數及千粒重等在不同肥料處理間皆有顯著差異，其中豆餅堆肥之穗數最多，可能由於礦化速率較快促進水稻分蘖而增加有效穗數，但生育後期顯示肥分不足而使千粒重降低；豌豆苗堆肥則由於礦化速率遲緩而影響有效穗數及一穗粒數；牛糞及豬糞等廐肥之有效穗數雖不及豆餅堆肥，但一穗粒數顯著高於其他肥料處理且有較佳的千粒重，因而有較高的產量。第二期作穗數、一穗粒數、稔實率及千粒重等四要素在肥料處理間都有顯著差異，其中豆餅堆肥的有效穗數最多，一穗粒數亦較多，但稔實率及千粒重明顯低於其他肥料處理，導致產量最低；豌豆苗堆肥雖有最高的稔實率及較佳的千粒重，然其有效穗數及一穗粒數明顯較其他肥料處理少；牛糞廐肥產量最高乃因一穗粒數最多。

就水稻生育過程觀之，在最高分蘖期前，其產量受單位面積穗數之支配，自最高分蘖期至抽穗前主要受一穗粒數的支配，抽穗後則受稔實率及千粒重的支配⁽⁷⁾。本試驗資料顯示，施用牛、豬糞廐肥產量構成因素之表現均較豆餅或豌豆苗有機肥佳，推測其養分之釋放在水稻生育過程中較為均衡所致。由上述試驗結果顯示，第一期稻作在分蘖盛期後氣溫逐漸升高，水稻生育較旺盛，因此株高、穗長與穗重較第二期稻作高且有極顯著差異，另北部地區第二期稻作由於水稻生育後期受季節風之影響，以及白葉枯病較為嚴重，以致一穗粒數、稔實率及千粒重均受到影響，進而影響產量⁽²⁾。

施用廐肥等農業廢棄物以代替化學肥料，確可提供作物所需養分量，但隨之而來的問題，為遷就作物生長所需的氮素量，將廐肥所含其他要素亦大量施入土壤中，土壤中有效性 K、Ca、Mg、Zn 及 Cu 等元素日益累積，雖鉀在水田淋洗效應下，或 Ca、Mg 形成沉積物而失去有效性，但 Cu、Zn 元素含量投入與移出量不平衡可能累積而污染耕地。因此，如何改善農業廢棄物所產生之養分收支不平衡的問題，為今後研究有機農耕法，或於永續農業中利用農業廢棄物重要課題之一。其次大量施用農業廢棄物，土壤所累積之殘存有機質礦化所產生之各種養分，於無作物吸收下，如 Cu、Zn 之殘留量及有效性等，對環境可能發生之污染問題應另行評估。

誌 謝

本試驗承農業委員會 88 科技-1.1-糧-06 (2-1B)計畫經費補助，田間管理及調製分析承謝福來、林棋倫及姜禮全先生等協助，謹此致謝。

參考文獻

1. 王銀波、趙震慶、黃山內。1993。永續農耕法對土壤性質與養分供應之影響。永續農業研討會專輯。彰化。台中區農業改良場編印。pp.9-17。
2. 林孟輝、張學琨。1993。東北季風對早晚熟粳稻生育及產量之影響。桃園區農業改良場研究彙報。15: 1-9。
3. 李健鋒。1997。有機栽培對水稻生育及稻米品質之影響。有機農業科技成果研討會專刊。彰化。台中區農業改良場編印。pp.33-43。
4. 吳炳奇、郭金條、侯福分。1997。台南地區水稻有機栽培。有機農業科技成果研討會專刊。彰化。台中區農業改良場編印。pp.20-32。
5. 趙震慶、蘇楠榮、王銀波。1996。有機農耕法之土壤肥力的變遷。中華農學會報 新 173: 85-102。
6. 鄧耀宗、黃伯恩。1993。台灣永續農業之現況與展望。永續農業研討會專輯。彰化。台中區農業改良場編印。pp.1-8。
7. 謝順景。1978。臺灣一、二期作稻產量構成要素及其他性狀表現之差異。臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集。霧峰。臺灣省農業試驗所(編)。pp.49-60。
8. De Datta, S. K. 1989. Integrated nutrient management in relation to soil fertility in lowland rice-based cropping systems. pp.156-157. In IRRI (ed.). Rice Farming Systems. Int. Rice Res.Inst., Los Banos, Laguna, Philippines.
9. Fortun, A., C. Fortun and C. Ortega. 1989. Effect of farmyard manure and its humic fractions on the aggregate stability of a sandy loam soil. J. Soil Sci. 40: 293-298.
10. Frye, W. W., J. H. Herbek and R. L. Blerins. 1982. Legume cover crops in production of no-tillage corn in environmentally-sound agriculture. ed. Wm. Lockereyz. Praeger Pub, New York. U.S.A.
11. Krenzer, E. G. 1981. Cover crops and cover crop management. Paper presented at Southeastern No-Tillage Systems Conf. No. 24, 1981, N. C. State Univ, Raleigh, N. C.
12. Meelu, O. P. and R. S. Rekhi. 1981. Mung straw management and nitrogen economy in rice culture. Int. Rice Res. Newsl. 6.
13. Naidu, M. 1981. Studies on the appropriate proportion of organic and chemical fertilizers. MS thesis. Tamil Nadu Agricultural University. Coimbatore.
14. Oh, W. K. 1984. Effects organic matter on rice production. pp.477-488. In IRRI (ed.) Organic Matter and Rice. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Laguna, Philippines.
15. Reganold, J. P. 1989. Comparison of soil properties as influenced by organic and conventional farming systems. Amer. J. Alternative Agri. 3: 144-155.
16. SAS Institute Inc. 1987. SAS/SATC Guide for personal Computer, Version 6 ED. Cary, NC.
17. Su, K. C. 1987. Evolution of rice-based cropping pattern in Taiwan. pp.37-47. In Sung-Ching and Dah-Jian Liu (ed.). 1984. Paddy Field Diversion and Upland Crop Production. Special Pub. No. 7 of Taichung DAIS.

Influence of Different Rice Varieties of Agronomic Characters and Yield under Application Organic Compost

Tsai-Chiu Fang and Mau-Shing Yeh

Summary

Experiments were conducted to study the difference in agronomic characters and yield of rice under different nitrogen source treatment in the first and the second cropping seasons in Taiwan. Analysis of variance indicated that plant height, panicle length, panicle weight, grains per panicle and yield in swine feces organic compost treatment and 1000-grain weight in peas organic compost treatment and seed-set in inorganic compost treatment and panicles per plant in bean cake organic compost treatment were significant difference in the first crop. By contrast, plant height, panicle length, panicle weight, grains per panicle and yield in cattle feces organic compost treatment and seed-set in peas organic compost treatment and 1000-grain weight, panicles per plant in peas organic compost treatment and swine feces organic compost treatment were significant difference in the second crop. It showed that agronomic characters and grain yield were significantly different in cattle feces organic compost treatment in the first crop, which were as same as in cattle feces organic compost treatment in the second crop.

Key words: rice, organic compost, agronomic character, yield.