

有機農場有機質肥料施用量對水稻產量之影響¹

李健鋒²、陳榮五²、蔡宜峯²

摘 要

本試驗一年至一年在長期水稻有機栽培田進行田間試驗(土壤有機質含量5%)，探討不同有機質肥料施用量，對水稻產量之影響。結果顯示，一期作不施肥、每公頃施用2 ton 菜籽粕、每公頃施用3 ton 菜籽粕、每公頃施用4 ton 菜籽粕、每公頃施用10 ton 雞糞堆肥、每公頃施用20 ton 雞糞堆肥之產量，分別為4,839、6,353、6,644、7,063、5,578及6,065 kg/ha。以每公頃施用4 ton 菜籽粕所獲得產量最高。二期作之產量，六種肥料處理分別為4,181、4,954、5,281、5,058、4,339及4,429 kg/ha，以每公頃施用3 ton 菜籽粕所獲得產量為最高；每公頃施用4 ton 菜籽粕之水稻，因發生嚴重之倒伏及褐飛蝨危害，造成產量顯著降低。兩期作施用雞糞堆肥栽培之水稻，因穗數及一穗粒數較低，產量均顯著較施用菜籽粕者低。

關鍵字：水稻、有機質肥料、產量。

前 言

永續性農業為目前世界性關切的話題，有機農業則為其中重要之一環。利用有機質提供作物生長所需之養分，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^(8,15,17)、維護土壤微生物相與活性，以及減少地下水污染等⁽⁴⁾。施用有機質肥料，由於供應之營養元素較為均衡，有促進作物生長，提昇產量及品質之效果⁽¹³⁾。影響有機質肥料礦化之因子包括：有機資材之種類、土壤之水分境況、土壤之溫度、土壤之pH值、無機態的營養元素等環境因子，均可影響微生物族群，進而影響有機質之礦質化作用^(5,9)。Yaacob和Blair⁽¹⁸⁾指出，一般有機質之碳/氮比在25~30之間，且含氮量在1.4%~1.7%時較易分解礦質化。Kai和Wada⁽¹²⁾以不同的碳/氮比(8~84)稻桿加入土壤，進行20週的孵育試驗，顯示在前兩週氮固定化現象最大，且隨碳/氮比增加而增加，爾後逐漸下降，淨礦化方可發生。而碳/氮比=84之稻桿，則全期呈氮固定化現象。Chae和Tabatahai⁽⁶⁾則指出，動物之堆廄肥在0~4週礦化較慢，4~12週則呈快速礦化釋放，爾後呈平穩礦化速率，其中雞糞堆肥之礦質化速率較豬、牛糞堆肥顯著快速，此因雞糞堆肥碳/氮比最低，且氮含量最高所致。Houng⁽¹⁰⁾指出，要提高水稻產量，必須提高土壤有機質含量，藉以改善土壤肥力。水稻有機栽培的產量，在實施初期較價

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0672 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場副研究員、場長、副研究員。

行栽培為差，但多年繼續施用大量有機堆肥後，其產量將與慣行栽培相同。Hornick^(11,16)等則指出，有機質肥料因含有大量元素，若施用得當，將使作物產量提高。本試驗探討水稻長期有機栽培田，使用不同有機質肥料及施用量，探討其對水稻之生育之影響，將有助於合理應用及管理有機質肥料，及推廣有機水稻栽培之參考。

材料與方法

本試驗自2005年一期作開始，在台中區農業改良場試驗田進行田間試驗，探討長期水稻有機栽培田，施用不同有機質肥料種類及施用量，對於水稻生育之影響。土壤為粘板岩沖積土，施行有機農法12年，土壤有機質含量5%。試驗之水稻品種為稈稻台梗9號及秈稻台中秈10號。採裂區設計，以六種肥料處理為主區，二個品種為副區，三重複。小區面積22.5 m²。多本植。行株距30×15 cm。肥料處理分為：(1)不施肥處理。(2)每公頃施用2 ton菜籽粕，1/2做為基肥，1/4作為追肥，1/4作為穗肥。(3)每公頃施用3 ton菜籽粕，1/2做為基肥，1/4作為追肥，1/4作為穗肥。(4)每公頃施用4 ton菜籽粕，1/2做為基肥，1/4作為追肥，1/4作為穗肥。(5)每公頃施用10 ton雞糞堆肥，全量作為基肥施用。(6)每公頃施用20 ton雞糞堆肥，全量作為基肥施用。

調查項目：收穫後，每重複逢機取樣10株，調查穗數、一穗粒數、稔實率及千粒重，每重複則割取100株進行產量調查。

表一、菜籽粕及雞糞堆肥之化學性質

Table 1. The chemical properties of rape seed meal and chicken compost

Fertilizer	C/N	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Fe	Mn	Zn	Cu	Water content
			----- % -----				----- mg/kg-----				%
Rape seed	6.15	6.15	0.95	1.25	7.54	0.53	352	63	547	10.3	7.15
Chicken compost	12.89	2.14	1.67	2.11	8.72	2.79	4,309	361	1.19*10 ⁶	30.4	31.90

表二、試驗前表土之土壤理化性質

Table 2. The physical and chemical properties of top soils before the experiments

Year Crop	pH	O.M.	Exchangeable			Bray-1					EC
			K	Ca	Mg	P	Fe	Mn	Zn	Cu	
		%	----- mg/kg soil -----								dS/m
First of 2005	7.96	5.3	52	3388	265	41	421	127	14	10	0.54
Second of 2005	7.53	5.2	55	1932	172	42	467	111	13	10	0.71
First of 2006	7.67	5.0	47	2709	239	61	408	131	13	10	0.64
Second of 2006	7.40	5.5	51	3377	234	55	459	124	15	11	0.58

結果與討論

一、有機質肥料施用量對水稻穗數之影響

將2005及2006年一期作及二期作之產量及其構成要素，進行各項綜合變方分析。結果顯示，年度間差異不顯著，2005及2006年每叢平均穗數，分別為12.20與12.17(表三、表四)。期作間則有極顯著差異，一期作每叢平均穗數為12.35，較二期作12.02增加2.75%(表三、表五)。不同肥料施用量間呈極顯著差異，以每公頃施用4 ton菜籽粕之每叢平均穗數14.32為最高，以不施肥處理之每叢平均穗數10.54為最低，每公頃施用10 ton或20 ton雞糞堆肥之每叢平均穗數表現亦較低，分別為11.56及11.39(表三、表六)。期作與不同肥料施用量間有極顯著交互，一期作以每公頃施用4 ton菜籽粕之每叢平均穗數14.08為最高，其次為每公頃施用2 ton菜籽粕之每叢平均穗數12.92，二期作仍以每公頃施用4 ton菜籽粕之每叢平均穗數14.56為最高，但次高則為每公頃施用3 ton菜籽粕之每叢平均穗數13.86(表三、表七)。年度、期作與不同肥料施用量間亦有極顯著交互，2005年一期作以每公頃施用3 ton菜籽粕之每叢平均穗數14.83為最，其次為每公頃施用3 ton菜籽粕之處理，每公頃施用2 ton菜籽粕之處理與每公頃施用10 ton及20 ton雞糞堆肥之處理，每叢平均穗數表現相似均為較低；2006年一期作則以每公頃施用2 ton及4 ton菜籽粕之處理，每叢平均穗數表現相似均為最高，其次為每公頃施用3 ton菜籽粕及10 ton雞糞堆肥之處理；2005年二期作以每公頃施用3 ton及4 ton菜籽粕之處理，每叢平均穗數表現相似均為最高，其次為每公頃施用2 ton菜籽粕及10 ton雞糞堆肥之處理；2006年二期作以每公頃施用4 ton菜籽粕之處理，每叢平均穗數15.72為最高，其次為每公頃施用3 ton菜籽粕之處理，以每公頃施用2 ton菜籽粕及20 ton雞糞堆肥之處理為較低(表三、表八、表九)。品種與不同肥料施用量間有極顯著交互，台梗9號在每公頃施用20 ton雞糞堆肥之處理，其每叢平均穗數顯著高於每公頃施用10 ton雞糞堆肥之處理，但台中秈10號則每公頃施用10 ton雞糞堆肥之處理，其每叢平均穗數顯著高於每公頃施用20 ton雞糞堆肥之處理(表三、表十)

綜合試驗結果，兩期作均以每公頃施用4 ton菜籽粕肥料之處理，其兩年四期作平均穗數均較其他肥料處理者為高，顯示於水稻營養生長期間，每公頃施用4 ton菜籽粕，比較能夠充分提供水稻生長所需之礦物元素。每公頃施用10 ton及20 ton雞糞堆肥之處理，對於提高水稻穗數的效益不大。20 ton雞糞堆肥計算其氮含量高達428 kg，水稻每期作所需之氮用量約140~160 kg/ha之間，理論上每公頃施用20 ton雞糞堆肥，應該足夠水稻吸收利用，然而實際在水稻生育初期，不能夠充分提供水稻生長所需，其原因則有待進一步探討。

表三、不同有機質肥料對水稻農藝性狀之影響綜合變方分析(2005 及 2006 年一期作及二期作)

Table 3. Combined analyses of variance (F-values) for agronomic performances of three rice cultivars after application of various manures (1st and 2nd crop, 2005 and 2006)

Source of variation	df	Panicles	Spikelet No./ panicle	Seed setting	1,000-grain weight	Yield
Year (Y) ¹	1	0.2	81**	75.3**	1070**	12**
Crop (C) ²	1	27.2**	602**	5.4*	1463**	8233**
Y×C	1	114.8**	789**	0.2	330**	7998**
Fertilizer (F) ³	5	319.8**	123**	22.0**	20**	1049**
Y×F	5	12.9**	50**	6.1**	14**	141**
C×F	5	48.7**	27**	12.4**	12**	143**
Y×C×F	5	43.6**	31**	16.2**	23**	195**
Variety (V) ⁴	1	4.3*	4476**	1282.4**	19**	4425**
Y×V	1	24.4**	72**	0.1	51**	59**
C×V	1	1307.8**	1679**	0.5	9**	41**
F×V	5	17.3**	38**	11.6**	13**	12**
Y×C×V	5	43.6**	7**	36.8**	8**	22**
Y×F×V	5	31.2**	22**	8.0**	5**	14**
C×F×V	5	17.3**	28**	12.4**	11**	16**
Y×C×F×V	5	39.3**	32**	4.0**	9**	8**

¹ Year:2005, 2006.² Crop: The 1st and 2nd crop of 2005 and 2006.³ Fertilizer: No fertilizer, rape seed meal 2 tons/ha, rape seed meal 3 tons/ha, rape seed meal 4 tons/ha, chicken compost 10 tons/ha, chicken compost 20 tons/ha.⁴ Varieties includes : Japonica rice Tai keng 9 (TK 9), and Indica rice Taichung sen 10 (TCS 10).⁵ *and **: 5% and 1% significance levels, respectively.

表四、不同年度之水稻農藝性狀差異(2005 及 2006 年)

Table 4. Agronomic performances of rice between the 2005 and 2006

Year	Panicle No./hill	Grain No./ panicle	Seed setting %	1,000-grain weight g	Yield kg/ha
2005	12.20	106.00	90.30	24.64	5425
2006	12.17	102.00	88.51	26.13	5372
LSD _{0.05} ¹	0.12	0.83	0.41	0.09	30

¹ LSD_{0.05}: Least Significant Difference at 5% level.

表五、不同期作之水稻農藝性狀差異(2005 及 2006 年一期作及二期作)

Table 5. Agronomic performances of rice between the 1st and 2nd crop of 2005 and 2006

Crop	Panicle No./hill	Grain No./ panicle	Seed setting %	1,000-grain weight g	Yield kg/ha
First	12.35	109.00	89.64	26.25	6091
Second	12.02	99.00	89.16	24.52	4707
LSD _{0.05} ¹	0.12	0.83	0.41	0.09	30

¹LSD_{0.05}: Least Significant Difference at 5% level.

表六、施用不同有機質肥料對水稻農藝性狀之影響(2005 及 2006 年一期作及二期作)

Table 6. Agronomic performances of rice after application of various manures (1st and 2nd crop, 2005 and 2006)

Fertilizer treatment	Panicles No./hill	Spikelets No./ panicle	Seed setting %	1,000-grain weight g	Yield kg/ha
No fertilizer	10.54e ¹	101c	89.50c	25.42b	4510f
Rape seed meal 2 tons/ha	12.12c	113a	89.05c	25.71a	5654c
Rape seed meal 3 tons/ha	13.18b	106b	87.97d	25.22c	5962b
Rape seed meal 4 tons/ha	14.32a	107b	88.38d	24.99d	6061a
Chicken compost 10 tons/ha	11.56d	97d	91.11a	25.46b	4959e
Chicken compost 20 tons/ha	11.39d	99c	90.36b	25.51b	5247d

¹Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT.

表七、施用不同有機質肥料對期作間水稻農藝性狀之影響(2005 及 2006 年一期作及二期作)

Table 7. Agronomic performances of rice after application of various manures on the 1st and 2nd crop of 2005 and 2006

Fertilizer treatment	Panicles No./hill	Spikelets No./ panicle	Seed setting %	1,000-grain weight g	Yield kg/ha
First crop					
No fertilizer	10.92f ¹	103c	88.53b	26.23c	4839f
Rape seed meal 2 tons/ha	12.92b	116a	90.29a	26.41bc	6353c
Rape seed meal 3 tons/ha	12.50c	115a	88.30b	25.91d	6644b
Rape seed meal 4 tons/ha	14.08a	114a	89.05b	25.81d	7063a
Chicken compost 10 tons/ha	12.03d	100d	90.38a	26.48ab	5578e
Chicken compost 20 tons/ha	11.64e	105b	91.28a	26.69a	6065d
Second crop					
No fertilizer	10.17d	99b	90.47b	24.61b	4181f
Rape seed meal 2 tons/ha	11.33c	109a	87.88d	25.02a	4954c
Rape seed meal 3 tons/ha	13.86b	97c	87.64d	24.53bc	5281a
Rape seed meal 4 tons/ha	14.56a	100b	87.70d	24.17d	5058b
Chicken compost 10 tons/ha	11.08c	94d	91.84a	24.44bc	4339e
Chicken compost 20 tons/ha	11.14c	94d	89.43c	24.34cd	4429d

¹Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT.

表八、施用不同有機質肥料對年度間一期作水稻農藝性狀之影響(2005 及 2006 年一期作)

Table 8. Agronomic performances of rice after application of various manures on the 1st crop of 2005 and 2006

Fertilizer treatment	Panicles No./hill	Spikelets No./ panicle	Seed setting %	1,000-grain weight g	Yield kg/ha
First crop of 2005					
No fertilizer	11.00d ¹	107c	87.69c	25.72c	4777e
Rape seed meal 2 tons/ha	12.29c	135a	89.84bc	25.85bc	7114c
Rape seed meal 3 tons/ha	13.33b	120b	89.42bc	25.75c	7561b
Rape seed meal 4 tons/ha	14.83a	121b	91.64b	25.46c	7847a
Chicken compost 10 tons/ha	12.39c	104c	90.37b	26.25ab	6235d
Chicken compost 20 tons/ha	12.34c	114b	93.98a	26.51a	7253c
First crop of 2006					
No fertilizer	10.83c	99b	89.36ab	26.73ab	4900c
Rape seed meal 2 tons/ha	13.56a	98b	90.74a	26.97a	5590b
Rape seed meal 3 tons/ha	11.67b	110a	87.14bc	26.07c	5727b
Rape seed meal 4 tons/ha	13.33a	108a	86.47c	26.17bc	6279a
Chicken compost 10 tons/ha	11.67b	96b	90.40a	26.70ab	4921c
Chicken compost 20 tons/ha	10.95bc	96b	88.59abc	26.87a	4877c

¹Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT.

表九、施用不同有機質肥料對年度間二期作水稻農藝性狀之影響(2005 及 2006 年二期作)

Table 9. Agronomic performances of rice after application of various manures on the 2nd crop of 2005 and 2006

Fertilizer treatment	Panicles No./hill	Spikelets No./ panicle	Seed setting %	1,000-grain weight g	Yield kg/ha
Second crop of 2005					
No fertilizer	10.28b ¹	98b	91.07b	23.99a	3619d
Rape seed meal 2 tons/ha	11.56b	108a	90.08b	24.00a	4466b
Rape seed meal 3 tons/ha	13.39a	91c	88.32c	22.86c	4825a
Rape seed meal 4 tons/ha	13.39a	99b	87.89c	22.44d	3949c
Chicken compost 10 tons/ha	10.28b	87c	93.13a	23.45b	3751d
Chicken compost 20 tons/ha	11.33b	85c	90.12b	23.42b	3699d
Second crop of 2006					
No fertilizer	10.05e	100b	89.86a	25.22b	4742f
Rape seed meal 2 tons/ha	11.11d	110a	85.68c	26.02a	5442c
Rape seed meal 3 tons/ha	14.34b	102b	86.95bc	26.19a	5736b
Rape seed meal 4 tons/ha	15.72a	100b	87.51bc	25.90a	6168a
Chicken compost 10 tons/ha	11.89c	101b	90.54a	25.42b	4928e
Chicken compost 20 tons/ha	10.94d	102b	88.74ab	25.26b	5158d

¹Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT.

表十、施用不同有機質肥料對品種間水稻農藝性狀之影響(2005 及 2006 年一期作及二期作)

Table 10. Agronomic performances of rice after application of various manures on the 1st and 2nd crop of 2005 and 2006

Fertilizer treatment	Panicles No./hill	Spikelets No./ panicle	Seed setting %	1,000-grain weight g	Yield kg/ha
<u>Tai keng 9 (TK 9)</u>					
No fertilizer	10.25f ¹	86c	94.38a	25.39b	4018e
Rape seed meal 2 tons/ha	12.00c	98a	93.03b	25.88a	5150b
Rape seed meal 3 tons/ha	13.26b	93b	90.79c	25.01d	5532a
Rape seed meal 4 tons/ha	14.83a	88c	90.94c	25.02d	5604a
Chicken compost 10 tons/ha	11.36e	88c	95.16a	25.31bc	4407d
Chicken compost 20 tons/ha	11.70d	86c	94.31a	25.11cd	4638c
<u>Taichung sen 10 (TCS 10)</u>					
No fertilizer	10.83e	116c	84.61d	25.45b	5001f
Rape seed meal 2 tons/ha	12.25c	127a	85.14cd	25.55b	6157c
Rape seed meal 3 tons/ha	13.00b	119b	85.15cd	25.43b	6392b
Rape seed meal 4 tons/ha	13.81a	127a	85.81bc	24.96c	6517a
Chicken compost 10 tons/ha	11.75d	107e	87.06a	25.60b	5510e
Chicken compost 20 tons/ha	11.08e	113d	86.41ab	25.92a	5855d

¹Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT.

二、有機質肥料施用量對水稻一穗粒數之影響

經由綜合變方分析結果顯示，年度間呈極顯著差異，2005及2006年平均一穗粒數，分別為106與102，2005年較2006年增加3.92% (表三、表四)。期作間亦有極顯著差異，一期作平均一穗粒數為109，較二期作99增加10.10%(表三、表五)。不同肥料施用量間呈極顯著差異，以每公頃施用2 ton菜籽粕之平均一穗粒數113為最高，其次為每公頃施用3 ton及4 ton菜籽粕之兩種施肥處理，以每公頃施用10 ton雞糞堆肥之平均一穗粒數97為最低(表三、表六)。期作與不同肥料施用量間有極顯著交感，一期作每公頃施用2 ton、3 ton及4 ton菜籽粕之平均一穗粒數，分別為116、115及114，三種肥料處理之平均一穗粒數表現相似為最高；但二期作則以每公頃施用2 ton菜籽粕之平均一穗粒數109為最高，其次高為每公頃施用4 ton菜籽粕之處理；兩期作均以每公頃施用10 ton雞糞堆肥之平均一穗粒數為最低(表三、表七)。年度、期作與不同肥料施用量間亦有極顯著交感，2005年一期作以每公頃施用2 ton菜籽粕之平均一穗粒數135為最高，其次為每公頃施用3 ton及4 ton菜籽粕之處理；2006年一期作則以每公頃施用3 ton及4 ton菜籽粕之處理，平均一穗粒數分別為110及108表現相似均為最高，其次為每公頃施用2 ton菜籽粕及10 ton與20 ton雞糞堆肥之三種肥料處理；2005年二期作以每公頃施用2 ton菜籽粕之平均一穗粒數108為最高，其次為每公頃施用4 ton菜籽粕之處理；2006年二期作仍以每公頃施用2 ton菜籽粕之平均一穗粒數110為最高，其餘之肥料處理表現相似為次高(表三、表八、表九)。品種與不同肥料施用量間有極顯著交感，台梗9號以每公頃施用2 ton菜籽粕之平均一穗

粒數98為最高，其次為每公頃施用3 ton菜籽粕之處理；台中秈10號則每公頃施用2 ton及4 ton菜籽粕之平均一穗粒數，均為127為最高，其次為每公頃施用3 ton菜籽粕之處理；無論施用10 ton或20 ton雞糞堆肥之處理，其平均一穗粒數表現均較低(表三、表十)

綜合試驗結果，施用菜籽粕肥料之處理與施用雞糞堆肥之處理比較具有較高之一穗粒數，顯示幼穗形成期施用菜籽粕比較能夠提供較高的礦物元素，形成較多的一穗粒數。

三、有機質肥料施用量對水稻稔實率之影響

經由綜合變方分析結果顯示，年度間呈極顯著差異，2005及2006年平均稔實率，分別為90.30與88.51%，2005年較2006年增加1.79% (表三、表四)。期作間亦有極顯著差異，一期作平均稔實率為89.64，較二期作89.16增加0.48%(表三、表五)。不同肥料施用量間呈極顯著差異，以每公頃施用10 ton雞糞堆肥之平均稔實率91.11%為最高，其次為每公頃施用20 ton雞糞堆肥之處理，以每公頃施用3 ton及4 ton菜籽粕之平均稔實率為最低(表三、表六)。期作與不同肥料施用量間有極顯著交感，一期作每公頃施用2 ton菜籽粕及10 ton與20 ton雞糞堆肥之平均稔實率，分別為90.29、90.38及91.28%，三種肥料處理之平均稔實率表現相似為最高；但二期作則以每公頃施用10 ton雞糞堆肥之平均稔實率91.84%為最高，以每公頃施用2 ton、3 ton及4 ton菜籽粕之三種肥料處理之平均稔實率87.88、87.64及87.70%為最低(表三、表七)。年度、期作與不同肥料施用量間亦有極顯著交感，2005年一期作以每公頃施用20 ton雞糞堆肥之平均稔實率93.98%為最高；2006年一期作則以每公頃施用2 ton及10 ton與20 ton雞糞堆肥之處理，平均稔實率分別為90.74、90.40及88.59%表現相似均為最高；2005年二期作以每公頃施用10 ton雞糞堆肥之平均稔實率93.13%為最高；2006年二期作則以每公頃施用10 ton及20 ton雞糞堆肥之平均稔實率90.54及88.74%為最高(表三、表八、表九)。品種與不同肥料施用量間有極顯著交感，台梗9號以每公頃施用10 ton及20 ton雞糞堆肥之平均稔實率95.16及94.31%為最高，其次為每公頃施用2 ton菜籽粕之處理；台中秈10號仍以每公頃施用10 ton及20 ton雞糞堆肥之平均稔實率87.06及86.41%為最高，其餘肥料處理表現相似為較低(表三、表十)

綜合試驗結果，每公頃施用10 ton或20 ton雞糞堆肥之稔實率，均較其他菜籽粕處理者為高，其原因應與其穗數及一穗粒數，均顯著低於施用菜籽粕栽培者有關。

四、有機質肥料施用量對水稻千粒重之影響

經由綜合變方分析結果顯示，年度間呈極顯著差異，2005及2006年平均千粒重，分別為24.64與26.13 g，2005年較2006年降低5.70% (表三、表四)。期作間亦有極顯著差異，一期作平均千粒重為26.25 g，較二期作24.52 g增加7.06%(表三、表五)。不同肥料施用量間呈極顯著差異，以每公頃施用2 ton菜籽粕之平均千粒重25.71 g為最高，其次為不施肥處理及每公頃施用10 ton雞糞堆肥之處理，以每公頃施用4 ton菜籽粕之平均千粒重24.99 g為最低(表三、表六)。期作與不同肥料施用量間有極顯著交感，一期作每公頃施用10 ton及20 ton雞糞堆肥之平均千粒重，分別為26.48及26.69 g為最高，以每公頃施用3 ton及4 ton菜籽粕之平均千粒重，分別為25.91及25.81 g為最低；但二期作則以每公頃施用2 ton菜籽粕之平均千粒重25.02 g為最高，以每公頃施用4 ton菜籽粕及20 ton雞糞堆肥之處理，其平均千粒重分別為24.17及24.34 g

為最低(表三、表七)。年度、期作與不同肥料施用量間亦有極顯著交感，2005年一期作以每公頃施用10 ton及20 ton雞糞堆肥之平均千粒重，分別為26.25及26.51 g為最高；2006年一期作則以不施肥處理、每公頃施用2 ton及10 ton與20 ton雞糞堆肥之處理，平均千粒重分別為26.73、26.97、26.70及26.87 g表現相似均為最高；2005年二期作以不施肥處理及每公頃施用2 ton菜籽粕之平均千粒重23.99及24.00 g為最高；2006年二期作則以每公頃施用2 ton、3 ton及4 ton菜籽粕之平均千粒重，分別為26.02、26.19及25.90 g為最高(表三、表八、表九)。品種與不同肥料施用量間有極顯著交感，台梗9號以每公頃施用2 ton菜籽粕之平均千粒重25.88 g為最高，以每公頃施用3 ton及4 ton菜籽粕之處理平均千粒重25.01及25.02 g為最低；台中秈10號仍以每公頃施用20 ton雞糞堆肥之平均千粒重25.92 g為最高，以每公頃施用4 ton菜籽粕之處理平均千粒重24.96 g為最低(表三、表十)

綜合試驗結果，以每公頃施用4 ton菜籽粕之處理平均千粒重為最低，顯示水稻穀粒千粒重與穗數及一穗粒數有密切的關係，特別是每叢穗數越高，則稻穀千粒重明顯較低。

五、有機質肥料施用量對水稻產量之影響

經由綜合變方分析結果顯示，年度間呈極顯著差異，2005及2006年平均產量，分別為5,425及5,372 kg/ha(表三、表四)。期作間亦有極顯著差異，一期作平均產量為6,091 kg/ha，較二期作4707 kg/ha增加29.40%(表三、表五)。不同肥料施用量間呈極顯著差異，平均產量高低依序為每公頃施用4 ton菜籽粕、3 ton菜籽粕、2 ton菜籽粕、20 ton雞糞堆肥、10 ton雞糞堆肥及不施肥處理，每公頃平均產量分別為6,061、5,962、5,654、5,247、4,959及4,510 kg(表三、表六)。期作與不同肥料施用量間有極顯著交感，一期作每公頃施用4 ton菜籽粕之平均產量7,063 kg為最高，其次為每公頃施用3 ton菜籽粕之平均產量6,644 kg；但二期作則以每公頃施用3 ton菜籽粕之平均產量5,281 kg為最高，其次為每公頃施用4 ton菜籽粕之平均產量5,058 kg(表三、表七)。年度、期作與不同肥料施用量間亦有極顯著交感，2005年一期作以每公頃施用4 ton菜籽粕之平均產量7,847 kg為最高，其次為每公頃施用3 ton菜籽粕之平均產量7,561 kg，平均產量第三高者為每公頃施用2 ton菜籽粕及20 ton雞糞堆肥之二種處理；2006年一期作以每公頃施用4 ton菜籽粕之平均產量6,279 kg為最高，其次為每公頃施用2 ton及3 ton菜籽粕之二種處理，其餘處理平均產量表現相似為最低；2005年二期作以每公頃施用3 ton菜籽粕之平均產量4,825 kg為最高，其次為每公頃施用2 ton菜籽粕之平均產量4,466 kg，平均產量第三高者為每公頃施用4 ton菜籽粕之處理；2006年二期作平均產量高低依序為每公頃施用4 ton菜籽粕、3 ton菜籽粕、2 ton菜籽粕、20 ton雞糞堆肥、10 ton雞糞堆肥及不施肥處理(表三、表八、表九)。品種與不同肥料施用量間有極顯著交感，台梗9號以每公頃施用3 ton及4 ton菜籽粕之平均產量5,532及5,604 kg為最高，其次為每公頃施用2 ton菜籽粕之處理；台中秈10號仍以每公頃施用4 ton菜籽粕之平均產量6,517 kg為最高，其次為每公頃施用3 ton菜籽粕之處理(表三、表十)

綜合試驗結果，一期作以每公頃施用4 ton菜籽粕之處理，因具有較高之穗數及一穗粒數，因此其平均產量為最高，顯著較不施肥栽培者高出45.96%，其餘處理平均產量，亦較不施肥栽培者高出15.27~37.30%。而每公頃施用10 ton及20 ton雞糞堆肥，因穗數即一穗粒數較

低，對於產量的增加效果僅達15.27及25.33%。二期作以每公頃施用3 ton茶籽粕之平均產量為最高，其次為每公頃施用4 ton茶籽粕之處理，造成每公頃施用4 ton茶籽粕之處理平均產量較每公頃施用3 ton茶籽粕之處理為低的原因，在於2005年二期作每公頃施用4 ton茶籽粕之處理，水稻生育後期發生嚴重的倒伏及褐飛蝨危害，因此雖然其具有最高之穗數，然而其實際產量均較每公頃施用2 ton級3 ton茶籽粕之處理為低，每公頃施用10 ton或20 ton雞糞堆肥之處理，其產量仍然因穗數及一穗粒數偏低，僅較不施肥處理高出3.78~5.93%。20 ton雞糞堆肥計算其氮含量高達428 kg，水稻每期作所需之氮用量約140~160 kg/ha之間，理論上每公頃施用20 ton雞糞堆肥，應該足夠水稻吸收利用，然而實際在水稻生育初期及幼穗形成期，不能夠充分提供水稻生長所需，其原因則有待進一步探討。本試驗在土壤有機質含量5%以上之水稻有機栽培田進行試驗，一期作施用有機質肥產量增加15.27~45.96%，但二期作僅增加3.78~26.31%，顯示二期作施用有機質肥料之增產效果偏低。洪⁽³⁾指出土壤氮大部分存在於有機物中，二期作初期地溫甚高，有機物之分解快速，容易引起高度之還原狀態，除鉍之供應速度可能加快外，隨之則有硫化氫、重碳酸離子、亞鐵離子、低級脂肪酸及酚酸等聚集之可能，使稻根受傷害而減產。Ponnamperuma等⁽¹⁴⁾指出，水田在還原情況下，鐵和錳的氧化物因還原而溶解度增加，有利於水稻吸收此兩種元素，但是 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 濃度過高，對水稻會造成毒害。Chang 和and Broadbent⁽⁷⁾則指出，土壤中礦化氮的含量會隨土壤中微量元素(Zn、Cu、Fe、Mn、Co、Cr、Ni和Pb)濃度增加而降低。李⁽²⁾等指出，在二期作水稻施用有機質肥料栽培，其土壤氧化還原電位均明顯較化學肥料栽培者為低，因此造成二期作水稻有機栽培低產之原因，應與二期作生育初期高溫及較低的氧化還原電位有關。因此於二期作如何調整有機質肥料施用種類及施用量，均有待進一步探討。本試驗結果，考量生產成本，一期作及二期作均以每公頃施用3 ton茶籽粕為適當，1.5 ton做為基肥施用，0.75 ton作為追肥，0.75 ton做為穗肥施用，即可獲得較高之水稻產量。

參考文獻

1. 王銀波、趙震慶、黃山內。1993。永續性農耕法對土壤性質與養分供應量之影響。p.9-17。台中區農業改良場(編)。永續農業研討會專集。
2. 李健鋒、陳榮五、陳世雄、蔡宜峰。2002。有機質肥料施用量對水稻生育之影響。台中區農業改良場研究會報 74:53-63。
3. 洪崑煌。1979。一、二期作水稻氮肥吸收利用率與收量之關係。p.133-140。行政院國家科學委員會(編)。台灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集。
4. 鄧耀宗、黃伯恩。1993。台灣永續農業之現況與展望。p.1-8。台中區農業改良場(編)。永續農業研討會專集
5. Broadbent, F. E. and T. Nakashima. 1970. Nitrogen immobilization in flood soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 34: 218-221.

6. Chae, Y. M. and M. A. Tabatabai. 1986. Mineralization of nitrogen in soils amended with organic wastes. *J. Environ. Qual.* 15: 193-198.
7. Chang, F. H. and F. E. Broadbent. 1982. Influence of trace metals on some soil nitrogen transformations. *J. Environ. Qual.* 11: 1-4.
8. 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.
9. Haynes, R. J. 1986. The decomposition process: Mineralization, immobilization, humus formation, and degradation. p.52-109. *In* R. J. Haynes (*ed.*) *Mineral nitrogen in the plant-soil systems.* Academic Press. New York.
10. Houg, K. H. 1976. The role of organic matter in rice production-with special reference to Harada's concept. p. 49-59. *In* *The fertility of paddy soils and fertilizer application for rice.* Food and Fertilizer Technology Center, Taipei, Taiwan.
11. Hornick, S. B., L. J. Sikora, S. B. Sterrett, J. J. Murray, P. Millner, W. D. Burge, D. Colacicco, J. F. Parr, R. L. Chaney, and G. B. Willson. 1984. Utilization of sewage sludge compost as a soil conditioner and fertilizer for plant growth. *USDA Agric. Info. Bull.* 464. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC, USA.
12. Kai, H. and K. Wada. 1979. Chemical and biological immobilization of nitrogen in paddy soils. p.157-192. *In* *Nitrogen and Rice.* Int. Rice Res. Inst.
13. Koshino, M. 1990. The use of organic and chemical fertilizer in Japan. p.1-16, *Ext. Bull.* 312, Food & Fertilizer Technology. Ceter, Taipai, Taiwan, ROC.
14. Ponnampereuma, F. N., R. Bradfield and M. Peech. 1955. Physiological disease of rice attributable to iron toxicity. *Nature.* : 175-265.
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. Sikora, L. J. and V. Yakovchenko. 1996. Soil organic matter mineralization after compost amendment. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 60:1401-1404.
17. Su, K. C. 1987. Evolution of rice-based cropping pattern in Taiwan. p.37-47. *In* Sung-Ching Hsieh and Dah-Jian Liu (*eds.*) *Paddy Field Diversion and Upland Crop Production.* Special Pub. No.7 of Taichung DAIS .
18. Yaacob, O. and G. J. Blair. 1980. Mineralization of ¹⁵N-labelled legume residues in soils with different nitrogen contents and its uptake by rhodes grass. *Plant and Soil.* 57: 237-248.

Effects of Amounts of Various Organic Fertilizers on Organic Rice Yield ¹

Jiann-Feng Lee², Yung-Wu Chen² and Yi-Fong Tsai²

ABSTRACT

Field experiments were carried out during the first and second crops of 2005 and 2006 to investigate the effects of amounts of various organic fertilizers on organic rice yield (organic content 5%). Six fertilizer treatments were conducted in this study. Experimental results revealed that the yields of rice with no fertilizer, rape seed meal 2 tons/ha, rape seed meal 3 tons/ha, rape seed meal 4 tons/ha, chicken compost 10 tons/ha and chicken compost 20 tons/ha were 4,839, 6,353, 6,644, 7,063, 5,578 and 6,065 kg/ha in the first crop, respectively. The treatment with rape meal 4 tons/ha had the highest grain yield as compared with the other fertilizer treatments in the first crop. On the second crop, the yields of rice in six treatments were 4,184, 4,954, 5,281, 5,058, 4,339 and 4,429 kg/ha, respectively. The treatment with rape meal 3 tons/ha had the highest grain yield as compared with the other fertilizer treatment in the second crop. The rice of treatment with rape meal 4 tons/ha lodging and brown planthopper happened severely, the treatment with rape meal 4 tons/ha had the lower grain yield compared with the rape meal 3 tons/ha fertilizer treatment in the second crop. The treatment with chicken compost had the lower grain yield as compared with the rape meal fertilizer treatment in the first and second crop, while chicken compost fertilizer treatments had a lower panicle number and kernels per panicle.

Key words: rice (*Oryza sativa* L.), organic fertilizer, yield.

¹Contribution No. 0672 from Taichung DARES, COA.

² Associate Agronomist, Director and Associate Soil Scientist of Taichung DARES, COA.