

有機追肥施用時期對水稻產量之影響¹

李健鋒²、陳榮五²、蔡宜峰²

摘 要

本試驗自2003年一期作開始，至2004年二期作止。在臺中區農業改良場試驗田進行田間試驗。探討有機追肥施用時期對於水稻產量之影響。試驗為避免因病蟲之危害，而影響肥料之實質表現，因此於水稻生育全程均以化學藥劑控制病蟲害之發生。結果顯示一期作施用菜籽粕4 ton/ha，分三次施用，基肥2 ton/ha，移植後30天施用第一次追肥1 ton/ha，移植後50~60天施用第二次追肥1 ton/ha，其產量表現較高。二期作則以施用菜籽粕4 ton/ha，分三次施用，基肥2 ton/ha，移植後20天施用第一次追肥1 ton/ha，移植後40天施用第二次追肥1 ton/ha，其產量表現較高。兩期作均以基肥施用雞糞堆肥12 ton/ha，第一次追肥菜籽粕1 ton/ha (一期作移植後30天，二期作移植後20天)，第二次追肥菜籽粕1 ton/ha (一期作移植後50天，二期作移植後30天)之處理，其水稻產量表現最差。

關鍵字：水稻、有機質肥料、追肥。

前 言

優質、安全、休閒、生態農業，為政府重大農業政策，有機農業是唯一可以落實四合一的耕作農業。合理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^(3,12,14)、維護土壤微生物相與活性，以及減少地下水污染等⁽³⁾。施用有機質肥料，由於供應之營養元素較為均衡，可能有促進作物生長，提昇產量及品質之效果⁽⁷⁾。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化作用^(4,6)。國際稻米研究中心進行20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加部分堆肥，發現有機質+無機肥料處理的產量與一般無機肥料處理的產量比較，並無明顯差異⁽⁵⁾。Meelu (1981)⁽⁸⁾指出每公頃以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 (1981)⁽¹⁰⁾亦指出以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 (1984)⁽¹¹⁾指出以完全或部份腐熟堆肥，對水稻產量的增加效果比施用未腐熟稻桿為優，原因為未腐熟稻桿在水稻生育初期，會因嚴重的氮饑餓(N starvation)，使水稻缺氮而生育不良，而完全或部份腐熟堆肥，則無此現象。因此如果能在未

¹ 臺中區農業改良場研究報告第 0614 號。

² 臺中區農業改良場助理研究員、場長、副研究員。

腐熟稻桿掩埋前施用適量的氮肥，以避免氮饑餓發生，將可有效提高產量。國內自1995年開始推廣作物有機栽培，至目前為止，有機栽培作物面積僅有1,078公頃，尚不及國內作物栽培面積的0.1%，原因除了病蟲害有待加強克服外，生產成本增加及產量降低亦是主要考量原因。因此探討有機質肥料合理施用，降低生產成本及提高水稻產量，將有助於做為應用及推廣之參考。

材料與方法

本試驗自2003年一期作開始，至2004年二期作止。在臺中區農業改良場試驗田進行田間試驗。試驗之水稻品種為粳稻台農67號、台粳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，三個品種為副區。三重複。小區面積22.5 m²。單本植。行株距30×15 cm。肥料處理分為：(1)化學肥料(慣行法)，施用硫酸銨、過磷酸鈣及氯化鉀。每公頃施用N：P₂O₅：K₂O為120：40：60 kg，基肥施用40%氮肥、全量磷肥及40%鉀肥，追肥施用35%氮肥及40%鉀肥，穗肥施用25%氮肥及20%鉀肥。(2)菜籽粕4 ton/ha分四次施用，基肥1 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (一期作移植後20天，二期作移植後20天)，第二次追肥1 ton/ha (一期作移植後40天，二期作移植後30天)，第三次追肥1 ton/ha (一期作移植後60天，二期作移植後40天)。(3)菜籽粕4 ton/ha分三次施用，基肥2 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (一期作移植後30天，二期作移植後20天)，第二次追肥1 ton/ha (一期作移植後60天，二期作移植後40天)。(4)菜籽粕4 ton/ha分三次施用，基肥2 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (一期作移植後30天，二期作移植後20天)，第二次追肥1 ton/ha (一期作移植後50天，二期作移植後30天)。(5)雞糞堆肥(基肥) 12 ton/ha，第一次追肥菜籽粕1 ton/ha (一期作移植後30天，二期作移植後20天)，第二次追肥菜籽粕1 ton/ha (一期作移植後60天，二期作移植後40天)。(6)雞糞堆肥(基肥) 12 ton/ha，第一次追肥菜籽粕1 ton/ha (一期作移植後30天，二期作移植後20天)，第二次追肥菜籽粕1 ton/ha (一期作移植後50天，二期作移植後30天)。插秧日期分別為2003年2月23日及7月30日，2004年3月2日及8月5日。收穫日期為2003年6月25~28日及11月15~17日，2004年6月29日~7月6日及12月6日。試驗為避免因病蟲之危害，而影響肥料之實際效益，因此於水稻生育全程均以化學藥劑控制病蟲害之發生。調查項目：收穫後，每重複逢機取樣10叢，調查穗數、一穗粒數、稔實率及千粒重，每重複則割取100叢進行產量調查。本試驗分別將產量與其構成因子進行變方分析(GLM)，同時進行各項主效應及交感效應之顯著性測驗(SAS Institute, 1988)。

表一、菜籽粕和雞糞堆肥之化學性質

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

Organic fertilizer	C/N	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Fe	Mn	Zn	Cu	Water content
		----- (%) -----					----- (μg g ⁻¹) -----			----- (%) -----	
Rape seed meal	6.19	6.20	0.98	1.35	7.94	0.51	330	68	559	10.7	7.20
Chicken compost	12.70	2.17	1.73	2.13	8.82	2.74	4299	383	12800	33.5	32.70

結果與討論

本試驗主要探討有機追肥施用時期對水稻生育之影響，因此本文擬針對有機追肥施用時期在不同年度、不同期作及水稻品種間，對水稻之生產效益進行說明及探討。

一、對穗數之影響

將2003及2004年一期作及二期作之產量及其構成要素，進行綜合變方分析。結果顯示年度間之穗數呈極顯著差異。2003年每叢平均穗數為12.03，較2004年14.03，降低14.26% (表二、表三)。期作間之穗數亦有極顯著差異，一期作每叢平均穗數為13.38，二期作為12.69 (表二、表四)。追肥施用時期亦呈極顯著差異，以施用菜籽粕4 ton/ha，分四次(基肥及三次追肥各1 ton/ha)及兩種三次(基肥2 ton/ha、二次追肥各1 ton/ha)之每叢平均穗數13.85、13.62及13.87為最高，以施用噸雞糞堆肥12 ton/ha (基肥)加菜籽粕2 ton/ha (二次追肥各1 ton/ha)之每叢平均穗數11.95及11.93為最低(表二、表五)。品種間則無顯著差異，台農67號、台梗9號及台中秈10號之每叢平均穗數，分別為13.27、12.77及13.05 (表二、表六)。年度與追肥施用時期亦無顯著交感(表二、表七)。期作與追肥施用時期則有極顯著交感，一期作以菜籽粕 4 ton/ha分四次施用，基肥1 ton/ha，三次追肥各1 ton/ha (分別於移植後20天、40天及60天)之每叢平均穗數14.96為最高；二期作則以施用菜籽粕4 ton/ha，基肥2 ton/ha，二次追肥各1 ton/ha(分別於移植後20天及30天)之每叢平均穗數14.17為最低(表二、表八)。年度、期作與追肥施用時期間之每叢平均穗數有極顯著交感，2003二期作以處理2：菜籽粕 4 ton/ha分四次施用，基肥1 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (移植後20天)，第二次追肥1 ton/ha (移植後30天)，第三次追肥1 ton/ha(移植後40天)及處理3：菜籽粕 4 ton/ha分三次施用，基肥 2 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha(移植後20天)，第二次追肥1 ton/ha (移植後40天)之二種處理，其每叢平均穗數分別為11.04及11.07為最低；但2004二期作則以該二種處理每叢平均穗數分別為14.44及14.85為最高(表二、表九)。期作、追肥施用時期與品種間之每叢平均穗數亦有極顯著交感，一期作處理2：菜籽粕4 ton/ha分四次施用，基肥1 ton/ha，三次追肥各1 ton/ha (分別於移植後20天、40天及60天)，三個參試品種之每叢平均穗數表現相似，其餘五種肥料處理，均以台中秈10號之每叢平均穗數表現較差；二期作處理2：菜籽粕4 ton/ha分四次施用，基肥1 ton/ha，三次追肥各1 ton/ha (分別於移植後20天、30天及40天)，三個參試品種之每叢平均穗數表現相似，其餘五種肥料處理，均以台中秈10號之每叢平均穗數表現最高(表二、表十、表十一)。

由以上試驗結果，一期作以處理2：菜籽粕4 ton/ha分四次施用，基肥1 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (移植後20天)，第二次追肥1 ton/ha (移植後40天)，第三次追肥1 ton/ha (移植後60天)及處理3：菜籽粕4 ton/ha分三次施用，基肥2 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (移植後30天)，第二次追肥1 ton/ha (移植後60天)等二種處理，具有最高之穗數表現。二期作則以處理4：菜籽粕 4 ton/ha分三次施用，基肥2 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (移植後20天)，第二次追肥1 ton/ha (移植後30天)，具有最高之穗數表現。一期作以台農67號及台梗9號之穗數表現較高，二期作則以台中秈10號之穗數表現較高。

表二、年度、期作、追肥施用時期及品種對水稻農藝性狀之影響綜合變方及對比分析(2003 及 2004 年一期作及二期作)

Table 2. Combined and contrast analyses of variance (F-values) for agronomic performances of three rice cultivars as affected by applied stage of organic top-dressing (1st and 2nd crop, 2003 and 2004)

Source of variation	df	Panicle No./hill	Grain No./panicle	Seed setting	1,000-grain weight	Yield
Year (Y) ¹	1	113.54**	5.59*	0.17	238.52**	784.34**
Crop (C)	1	13.48**	154.55**	1385.33**	1049.83**	1224.56**
Y×C	1	10.96**	0.49	30.59**	2.21	93.53**
Treatment (T)	5	15.58**	10.98**	3.28**	2.20	79.92**
Y×T	5	2.18	11.43**	3.44**	14.02**	7.68**
C×T	5	4.43**	13.29**	2.09	14.50**	16.37**
Y×C×T	5	5.72**	2.91*	2.52*	4.47**	12.59**
Variety (V)	2	2.47	213.31**	471.69**	84.79**	24.15**
Y×V	2	2.56	3.31*	4.81**	6.54**	10.02**
C×V	2	68.01**	139.65**	2.79	31.46**	5.01**
T×V	10	1.16	3.26**	3.40**	1.93*	3.38**
Y×C×V	2	11.58**	1.38	5.23**	12.49**	19.99**
Y×T×V	10	3.30**	3.96**	3.11**	8.28**	3.03**
C×T×V	10	3.78**	1.23*	1.34	4.76**	3.27**
Y×C×T×V	10	1.55	1.70	2.24*	4.26**	2.06*

¹ Year: 2003 and 2004. Crop: The 1st and 2nd crop.

T: Treatment 1: Chemical fertilizer N:P₂O₅:K₂O=120:40:60 kg/ha. Treatment 2: Rape seed meal 1 ton/ha (base); 1 ton/ha (top-dressing applied 20 days after transplanting); 1 ton/ha (top-dressing applied 40 and 30 days after transplanting in the first and second crop, respectively) and 1 ton/ha (top-dressing applied 60 and 40 days after transplanting in the first and second crop, respectively). Treatment 3: Rape seed meal 2 ton/ha (base); 1 ton/ha (top-dressing applied 30 and 20 days after transplanting in the first and second crop, respectively) and 1 ton/ha (top-dressing applied 60 and 40 days after transplanting in the first and second crop, respectively). Treatment 4: Rape seed meal 2 ton/ha (base); 1 ton/ha (top-dressing applied 30 and 20 days after transplanting in the first and second crop, respectively) and 1 ton/ha (top-dressing applied 50 and 30 days after transplanting in the first and second crop, respectively). Treatment 5: Chicken compost 12 ton/ha (base); rape seed meal 1 ton/ha (top-dressing applied 30 and 20 days after transplanting in the first and second crop, respectively) and 1 ton/ha (top-dressing applied 60 and 40 days after transplanting in the first and second crop, respectively). Treatment 6: Chicken compost 12 ton/ha (base); rape seed meal 1 ton/ha (top-dressing applied 30 and 20 days after transplanting in the first and second crop, respectively) and 1 ton/ha (top-dressing applied 50 and 30 days after transplanting in the first and second crop, respectively).

V: Varieties includes Japonica rice Tainung 67(TN 67), Tai keng 9(TK 9), and Indica rice Taichung sen 10 (TCS 10). *,** 5% and 1% significance levels, respectively.

二、對一穗粒數之影響

經由綜合變方分析結果，顯示年度間呈顯著差異。2003年平均一穗粒數為98，較2004年之96為高(表二、表三)。期作間亦呈極顯著差異，一期作平均一穗粒數為102，較二期作之91，

高出12.09% (表二、表四)。追肥施用時期亦呈極顯著差異，以處理2：菜籽粕4 ton/ha分四次施用，基肥1 ton/ha，第一次追肥1 t/ha (一期作移植後20天，二期作移植後20天)，第二次追肥1 ton/ha (一期作移植後40天，二期作移植後30天)，第三次追肥1 ton/ha (一期作移植後60天，二期作移植後40天)及處理3：菜籽粕4 ton/ha分三次施用，基肥2 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (一期作移植後30天，二期作移植後20天)，第二次追肥1 ton/ha (一期作移植後60天，二期作移植後40天)等二種處理，其平均一穗粒數分別為100及101為最高；以處理6：雞糞堆肥(基肥) 12 ton/ha，第一次追肥菜籽粕1 ton/ha (一期作移植後30天，二期作移植後20天)，第二次追肥菜籽粕1 ton/ha (一期作移植後60天，二期作移植後30天)，其平均一穗粒數91為最低(表二、表五)。品種間亦有極顯著差異，以台中秈10號之平均一穗粒數110為最高，其次為台梗9號之91，以為台農67號之89為最低(表二、表六)。年度與追肥施用時期呈極顯著交感，2003年以化學栽培及施用菜籽粕4 ton/ha等四種處理，其平均一穗粒數為最高，以施用雞糞堆肥12 ton/ha做為基肥，菜籽粕2 ton/ha 做為追肥之二種處理，其平均一穗粒數為最低；2004年則以處理4：菜籽粕4 ton/ha分三次施用，基肥2 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (一期作移植後30天，二期作移植後20天)，第二次追肥1 ton/ha (一期作移植後50天，二期作移植後30天)之處理，其平均一穗粒數為最高，以化學肥料栽培之處理，其平均一穗粒數為最低(表二、表七)。期作與追肥施用時期亦有極顯著交感，一期作以處理4：菜籽粕4 ton/ha分三次施用，基肥2 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (移植後30天)，第二次追肥1 ton/ha (移植後50天)之處理，其平均一穗粒數109為最高；二期作則以處理2：菜籽粕4 ton/ha分四次施用，基肥1 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (移植後20天)，第二次追肥1 ton/ha (移植後30天)，第三次追肥1 ton/ha (移植後40天)及處理3：菜籽粕4 ton/ha分三次施用，基肥2 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (移植後20天)，第二次追肥1 ton/ha(移植後40天)等二種處理，其平均一穗粒數分別為100及98為最高(表二、表八)。年度、期作與追肥施用時期處理間有極顯著交感。2003年二期作，以處理6：雞糞堆肥(基肥)12 ton/ha，第一次追肥菜籽粕1 ton/ha (移植後20天)，第二次追肥菜籽粕1 ton/ha(移植後30天)，其平均一穗粒數83為最低；2004年二期作，以處理4：菜籽粕4 ton/ha分三次施用，基肥2 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (移植後20天)，第二次追肥1 ton/ha (移植後30天)之處理，其平均一穗粒數80為最低(表二、表九)。追肥施用時期與品種之間則無顯著交感(表二、表十、表十一)。

由以上試驗結果，一期作於移植後50~60天施用菜籽粕1 ton/ha，二期作於移植後40天施用菜籽粕1 ton/ha，對於一穗粒數之增加效果顯著。兩期作均以台中秈10號之一穗粒數表現較高。

表三、不同年度之水稻農藝性狀差異(2003 及 2004 年)

Table 3. Agronomic performances of rice between the 2003 and 2004

Year	Panicle (No./hill)	Grain (No./ panicle)	Seed setting (%)	1,000-grain weight (g)	Yield (kg/ha)
2003	12.03b ¹	98a	88.59a	25.05b	4540b
2004	14.03a	96b	88.70a	25.72a	5707a

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

表四、不同期作之水稻農藝性狀差異(2003 及 2004 年一期作及二期作)

Table 4. Agronomic performances of rice between the 1st and 2nd crop of 2003 and 2004

Crop	Panicle (No./hill)	Grain (No./ panicle)	Seed setting (%)	1,000-grain weight (g)	Yield (kg/ha)
First	13.38a ¹	102a	92.80a	26.09a	5853a
Second	12.69b	91b	84.46b	24.66b	4384b

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

表五、有機追肥施用時期對水稻農藝性狀之影響(2003 及 2004 年一期作及二期作)

Table 5. Agronomic performances of rice as affected by applied stage of organic top-dressing (1st and 2nd crop, 2003 and 2004)

Fertilizer treatment	Panicle (No./hill)	Grain (No./ panicle)	Seed setting (%)	1,000-grain weight (g)	Yield (kg/ha)
1 ¹	12.96b ²	96bc	89.13ab	25.44a	5248b
2	13.85a	100ab	88.50bc	25.46a	5457a
3	13.62a	101a	88.14c	25.25b	5513a
4	13.87a	97bc	89.35a	25.34ab	5430a
5	11.95c	95c	88.19c	25.38ab	4612c
6	11.93c	91d	88.51bc	25.43a	4485c

¹Treatment 1,2,3,4,5,6 see the Table 2.

²Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT.

表六、水稻品種間之農藝性狀表現(2003 及 2004 年)

Table 6. Agronomic performances of three rice cultivars (2003 and 2004)

Cultivar	Panicle (No./hill)	Grain (No./ panicle)	Seed setting (%)	1,000-grain weight (g)	Yield (kg/ha)
TN 67	13.27a ¹	89c	91.71a	25.78a	5167b
TK 9	12.77b	91b	90.37b	25.16b	4929c
TCS 10	13.05ab	110a	83.83c	25.21b	5276a

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

表七、不同年度有機追肥施用時期對水稻農藝性狀之影響(2003 及 2004 年)

Table 7. Agronomic performances of rice as affected by applied stage of organic top-dressing in the 2003 and 2004

Fertilizer treatment	Panicle (No./hill)	Grain (No./ panicle)	Seed setting (%)	1,000-grain weight (g)	Yield (kg/ha)
2003					
1 ¹	11.98bcd ²	101a	88.98a	24.87c	4846a
2	12.48ab	103a	88.38a	25.03bc	4991a
3	12.18abc	101a	88.50a	25.17ab	4964a
4	13.07a	102a	88.88a	25.07bc	4823a
5	11.37cd	92b	88.92a	24.88c	3836b
6	11.11d	88b	87.89a	25.27a	3782b
2004					
1	13.93b	92d	89.27a	26.01a	5648b
2	15.23a	96bc	88.61ab	25.89a	5923a
3	15.06a	102a	87.78b	25.33c	6063a
4	14.67ab	91cd	89.83a	25.62b	6037a
5	12.54c	99ab	87.46b	25.87a	5389c
6	12.76c	93cd	89.12a	25.57b	5188d

¹Treatment 1,2,3,4,5,6 see the Table 2.

²Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT for each year, respectively.

表八、期作間有機追肥施用時期對水稻農藝性狀之影響(2003 及 2004 年一期作及二期作)

Table 8. Agronomic performances of rice as affected by applied stage of organic top-dressing on the 1st and 2nd crop (2003 and 2004)

Fertilizer treatment	Panicle (No./hill)	Grain (No./ panicle)	Seed setting (%)	1,000-grain weight (g)	Yield (kg/ha)
First crop					
1 ¹	13.14cd ²	103bc	93.26a	26.33a	5992b
2	14.96a	100cd	93.25a	26.32a	6307a
3	14.28ab	105ab	92.03b	26.09b	6342a
4	13.57bc	109a	93.43a	25.89c	6419a
5	12.17d	99cd	92.62ab	26.15ab	5055c
6	12.13d	97d	92.14b	25.81c	5016c
Second crop					
1	12.76b	87c	84.86ab	24.49c	4446b
2	12.74b	100a	83.74b	24.61bc	4607ab
3	12.96b	98a	84.25ab	24.41c	4685a
4	14.17a	85c	85.28a	24.80b	4442b
5	11.74c	92b	83.76b	24.61bc	4170c
6	11.74c	84c	84.87ab	25.05a	3954d

¹Treatment 1,2,3,4,5,6 see the Table 2.

²Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT for each crop, respectively.

表九、年度間不同期作有機追肥施用時期對水稻農藝性狀之影響(2003 及 2004 年一期作及二期作)
Table 9. Agronomic performances of rice as affected by applied stage of organic top-dressing on the 1st and 2nd crop of 2003 and 2004

Fertilizer treatment	Panicle (No./hill)	Grain (No./ panicle)	Seed setting (%)	1,000-grain weight (g)	Yield (kg/ha)
First of 2003					
1 ¹	11.44cd ²	111ab	93.16abc	25.62b	5465b
2	13.93a	103bc	93.71ab	25.89ab	5848a
3	13.30ab	104bc	92.84bc	26.07a	5549ab
4	12.22bc	114a	93.91a	25.84ab	5738ab
5	10.89cd	99cd	93.92a	25.62b	3995c
6	10.63d	93d	92.73c	25.72b	3814c
Second of 2003					
1	12.52b	91b	84.80a	24.11b	4228a
2	11.04c	104a	83.04a	24.18b	4133ab
3	11.07c	99a	84.15a	24.26b	4378a
4	13.93a	89bc	83.84a	24.31b	3908bc
5	11.85bc	85bc	83.93a	24.15b	3678c
6	11.59bc	83c	83.05a	24.85a	3750c
First of 2004					
1	14.83ab	98bc	93.56a	26.99a	6501bc
2	16.01a	97c	93.08ab	26.78ab	6766b
3	15.26a	106a	91.22c	26.11c	7135a
4	14.93ab	103ab	92.95ab	25.94c	7099a
5	13.44b	100bc	91.33c	26.68b	6115d
6	13.63b	102abc	91.54bc	25.90c	6217cd
Second of 2004					
1	13.00b	84bc	84.92ab	24.87bc	4664b
2	14.44a	95a	84.45b	25.04ab	5080a
3	14.85a	97a	84.35b	24.56c	4991a
4	14.41a	80c	86.72a	25.29a	4975a
5	11.63c	98a	83.59b	25.06ab	4662b
6	11.89bc	85b	86.70a	25.24a	4158c

¹Treatment 1,2,3,4,5,6 see the Table 2.

²Means with the same letter in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT for each crop of 2003 and 2004, respectively.

表十、有機追肥施用時期對對水稻品種間農藝性狀之影響(2003 及 2004 年一期作)
 Table 10. Agronomic performances of three rice cultivars as affected by applied stage of organic top-dressing (first crop, 2003 and 2004)

Cultivar	Panicle (No./hill)	Grain (No./ panicle)	Seed setting (%)	1,000-grain weight (g)	Yield (kg/ha)
Treatment 1 ¹					
TN 67	14.64a ²	91b	95.42a	26.87a	6222a
TK 9	13.47a	92b	95.21a	25.97b	5590b
TCS 10	11.31b	130a	89.44b	26.08b	6136a
Treatment 2					
TN 67	15.95a	89b	95.82a	26.39a	6121a
TK 9	14.39a	92b	95.50a	26.38a	6219a
TCS 10	14.56a	119a	88.44b	26.00a	6473a
Treatment 3					
TN 67	14.56b	92b	95.34a	26.82a	6426a
TK 9	16.39a	91b	92.55b	25.80b	6153a
TCS 10	11.89c	133a	88.21c	25.66b	6447a
Treatment 4					
TN 67	15.06a	96b	96.00a	26.42a	6349a
TK 9	13.45ab	99b	95.37a	25.52b	6325a
TCS 10	12.36b	129a	88.76b	25.75b	6616a
Treatment 5					
TN 67	14.17a	83b	95.56a	27.39a	5119a
TK 9	12.06ab	88b	95.24a	26.07b	5092a
TCS 10	10.00b	129a	87.22b	25.19c	5076a
Treatment 6					
TN 67	12.17ab	84b	95.35a	26.34a	4602b
TK 9	13.06a	90b	93.33b	25.49b	4915b
TCS 10	11.17b	118a	87.74c	25.61b	5530a

¹Treatment 1,2,3,4,5,6 see the Table 2.

²Means with the same letter in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT for each six kinds of fertilizer, respectively.

表十一、有機追肥施用時期對對水稻品種間農藝性狀之影響(2003 及 2004 年二期作)

Table 11. Agronomic performances of three rice cultivars as affected by applied stage of organic top-dressing (second crop, 2003 and 2004)

Cultivar	Panicle (No./hill)	Grain (No./ panicle)	Seed setting (%)	1,000-grain weight (g)	Yield (kg/ha)
Treatment 1 ¹					
TN 67	12.67ab ²	85a	87.87a	24.60a	4556a
TK 9	11.50b	85a	87.39a	24.37a	4319a
TCS 10	14.11a	92a	79.33b	24.50a	4463a
Treatment 2					
TN 67	12.61a	97ab	86.93a	24.88a	4876a
TK 9	12.45a	106a	84.80a	24.42b	4555ab
TCS 10	13.17a	95b	79.51b	24.52ab	4388b
Treatment 3					
TN 67	12.78b	93b	86.73a	24.65a	4731a
TK 9	11.50c	104a	84.97a	24.04b	4374b
TCS 10	14.61a	97ab	81.05b	24.54a	4949a
Treatment 4					
TN 67	13.06b	83b	88.05a	24.99a	4606a
TK 9	13.33b	83b	88.36a	24.63a	4331a
TCS 10	16.11a	88a	79.43b	24.77a	4389a
Treatment 5					
TN 67	10.39b	90b	87.87a	24.67a	4087b
TK 9	11.17b	84c	86.05a	24.33b	3832b
TCS 10	13.67a	100a	77.36b	24.82a	4591a
Treatment 6					
TN 67	10.94b	79c	89.61a	25.11a	4126a
TK 9	10.44b	84b	85.68b	24.96a	3446b
TCS 10	13.83a	89a	79.34c	25.07a	4289a

¹Treatment 1,2,3,4,5,6 see the Table 2.

²Means with the same letter in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT for each six kinds of fertilizer, respectively.

三、對稔實率之影響

經由綜合變方分析結果，顯示年度間水稻稔實率無顯著差異，2003年平均稔實率為88.59%，2004年為88.70% (表二、表三)。期作間則呈極顯著差異，一期作平均稔實率為92.80%，較二期作之84.46%，高出8.34% (表二、表四)。追肥施用時期亦呈極顯著差異，以處理4：菜籽粕 4 ton/ha分三次施用，基肥2 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (一期作移植後30天，二期作移植後20天)，第二次追肥1 ton/ha (一期作移植後50天，二期作移植後30天)，具有最高

之平均稔實率89.35%；以處理3：菜籽粕4 ton/ha分三次施用，基肥2 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (一期作移植後30天，二期作移植後20天)，第二次追肥1 ton/ha (一期作移植後60天，二期作移植後40天)及處理5：雞糞堆肥(基肥) 12 ton/ha，第一次追肥菜籽粕1 ton/ha (一期作移植後30天，二期作移植後20天)，第二次追肥菜籽粕1 ton/ha (一期作移植後60天，二期作移植後40天)等二種處理，其平均稔實率最低(表二、表五)。品種間亦有極顯著差異，以台農67號之平均稔實率91.71%為最高，其次為台梗9號之90.37%，以台中秈10號之83.83%為最低(表二、表六)。年度與追肥施用時期有極顯著交互，2003年六種肥料處理之間無顯著差異；2004年則以處理1：化學肥料栽培，處理4：菜籽粕4 ton/ha分三次施用，基肥2 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (一期作移植後30天，二期作移植後20天)，第二次追肥1 ton/ha (一期作移植後50天，二期作移植後30天)及處理6：雞糞堆肥(基肥) 12 ton/ha，第一次追肥菜籽粕1 ton/ha (一期作移植後30天，二期作移植後20天)，第二次追肥菜籽粕1 ton/ha (一期作移植後50天，二期作移植後30天)等三種處理，其平均稔實率為最高(表二、表七)。期作與追肥施用時期則無顯著交互(表二、表八)。年度、期作與追肥施用時期間則有顯著交互，2003年一期作，以處理5：雞糞堆肥(基肥)12 ton/ha，第一次追肥菜籽粕1 ton/ha (一期作移植後30天，二期作移植後20天)，第二次追肥菜籽粕1 ton/ha (一期作移植後60天，二期作移植後40天)之平均稔實率為最高；但2004年一期作則為最低(表二、表九)。追肥施用時期與品種之間則無顯著交互(表二、表十、表十一)。

由以上試驗結果，一期作於移植後60天施用最後一次追肥菜籽粕1 ton/ha及二期作於移植後40天施用最後一次追肥菜籽粕1 ton/ha之處理，其平均水稻稔實率表現較低。兩期作稔實率均以台農67號為最高，以台中秈10號為最低。

四、對千粒重之影響

經由綜合變方分析結果顯示年度間稻穀千粒重呈極顯著差異。2003年平均千粒重為25.05 g，較2004年之25.72 g，降低2.60% (表二、表三)。期作間亦呈極顯著差異，一期作平均千粒重為26.09 g，較二期作之24.66 g，高出5.80% (表二、表四)。追肥施用時期則無顯著差異(表二、表五)。品種間有極顯著差異，以台農67號之平均千粒重25.78 g為最高，其次為台梗9號及台中秈10號之平均千粒重分別為25.16 g及25.21 g (表二、表六)。年度與追肥施用時期有極顯著交互，2003年以處理1：化學肥料栽培及處理5：雞糞堆肥(基肥)12 ton/ha，第一次追肥菜籽粕1 ton/ha (一期作移植後30天，二期作移植後20天)，第二次追肥菜籽粕1 ton/ha (一期作移植後60天，二期作移植後40天)等二種處理，其平均千粒重為最低；但2004年則以該二種處理為最高(表二、表七)。期作與追肥施用時期亦有極顯著交互，一期作以處理1：化學肥料栽培之平均千粒重為最高，以處理6：雞糞堆肥(基肥) 12 ton/ha，第一次追肥菜籽粕1 ton/ha (移植後30天)，第二次追肥菜籽粕1 ton/ha (移植後50天)為最低；二期作則以處理1：化學肥料栽培之平均千粒重為最低，以處理6：雞糞堆肥(基肥) 12 ton/ha，第一次追肥菜籽粕1 ton/ha (移植後20天)，第二次追肥菜籽粕1 ton/ha (移植後30天)為最高(表二、表八)。年度、期作與追肥施用時期間有極顯著交互。2003年一期作，以處理3：菜籽粕4 ton/ha分三次施用，基肥2 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (移植後30天)，第二次追肥1 ton/ha (移植後60天)之處理有最高之稻穀千粒

重，以處理1：化學肥料栽培之稻穀千粒重為最低；但2004年一期作則相反之(表二、表九)。期作、追肥施用時期與品種之間亦有極顯著交感，一期作處理1：化學肥料栽培及處理4：菜籽粕4 ton/ha分三次施用，基肥2 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (移植後30天)，第二次追肥1 ton/ha (移植後50天)之二種處理，台梗9號及台中秈10號之稻穀千粒重較低，但二期作則三個參試品種表現均相似；一期作處理5：雞糞堆肥(基肥) 12 ton/ha，第一次追肥菜籽粕1 ton/ha (移植後30天)，第二次追肥菜籽粕1 ton/ha (移植後60天)，以台中秈10號之稻穀千粒重為最低，但二期作則以台梗9號之稻穀千粒重為最低(表二、表十、表十一)。

由以上試驗結果，以處理3：菜籽粕4 ton/ha分三次施用，基肥2 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (一期作移植後30天，二期作移植後20天)，第二次追肥1 ton/ha (一期作移植後60天，二期作移植後40天)之稻穀千粒重表現較差，可能與其具有較高之一穗粒數有關。一期作以台農67號之稻穀千粒重表現較高，二期作三個參試品種之千粒重表現相似。

五、對產量之影響

經由綜合變方分析結果顯示年度間水稻產量呈極顯著差異。2003年平均產量為4,540 kg/ha，較2004年之5,707 kg/ha，降低20.45% (表二、表三)。期作間亦呈極顯著差異，一期作平均產量為5,853 kg/ha，較二期作之4,384 kg/ha，高出33.51% (表二、表四)。追肥施用時期亦呈極顯著差異，以施用菜籽粕4 ton/ha，分四次及三次施用之三種處理產量為最高；以施用雞糞堆肥12 ton/ha做為基肥，菜籽粕2 ton/ha做為追肥之二種處理產量為最低(表二、表五)。品種間亦有極顯著差異，以台中秈10號之平均產量5,276 kg/ha為最高，以台梗9號之4,929 kg/ha為最低(表二、表六)。年度與追肥施用時期間有極顯著交感。2003年以化學肥料栽培、施用菜籽粕4 ton/ha，分四次及三次施用之四種處理產量為最高；以施用雞糞堆肥12 ton/ha做為基肥，菜籽粕2 ton/ha做為追肥之二種處理產量為最低；2004年化學肥料栽培之產量則顯著低於以施用菜籽粕4 ton/ha，分四次及三次施用之三種處理(表二、表七)。期作與追肥施用時期亦有極顯著交感，一期作以施用菜籽粕4 ton/ha，分四次及三次施用之三種處理產量為最高，二期作以處理3：菜籽粕4 ton/ha分三次施用，基肥2 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (移植後20天)，第二次追肥1 ton/ha (移植後40天)之產量表現為最高(表二、表八)。年度、期作與追肥施用時期間亦有極顯著交感，2003年一期作處理2：菜籽粕 4 ton/ha分四次施用，基肥1 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (移植後20天)，第二次追肥1 ton/ha (移植後40天)，第三次追肥1 ton/ha (移植後60天)之產量表現較高，2004年一期作則以處理3：菜籽粕4 ton/ha分三次施用，基肥 2 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (移植後30天)，第二次追肥1 ton/ha (移植後60天)及處理4：菜籽粕4 ton/ha分三次施用，基肥2 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (移植後30天)，第二次追肥1 ton/ha (移植後50天)之二種處理產量為最高(表二、表九)。期作、追肥施用時期與品種之間亦有極顯著交感，一期作處理2：菜籽粕4 ton/ha分四次施用，基肥1 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (移植後20天)，第二次追肥1 ton/ha (移植後40天)，第三次追肥1 ton/ha (移植後60天)之三個參試品種產量表現相似，但二期作則以台中秈10號之產量表現較差(表二、表十、表十一)。

由以上試驗結果，顯示一期作施用菜籽粕4 ton/ha，分三次施用，最後一次追肥於水稻移植後50~60天施用，均可以獲得較高之產量。二期作則以菜籽粕4 ton/ha分三次施用，基肥2 ton/ha，第一次追肥1 ton/ha (移植後20天)，第二次追肥1 ton/ha (移植後40天)，可以獲得較高之產量。

綜合試驗結果顯示，一期作施用菜籽粕4 ton/ha，分三次施用，基肥2 ton/ha，移植後30天施用第一次追肥1 ton/ha，移植後50~60天施用第二次追肥1 ton/ha，因具有較高之穗數及一穗粒數，其產量表現較高。二期作則以施用菜籽粕4 ton/ha，分三次施用，基肥2 ton/ha，移植後20天施用第一次追肥1 ton/ha，移植後40天施用第二次追肥1 ton/ha，因具有較高之穗數、一穗粒數及稔實率，其產量表現較高。兩期作均以基肥施用雞糞堆肥12 ton/ha，第一次追肥菜籽粕1 ton/ha (一期作移植後30天，二期作移植後20天)，第二次追肥菜籽粕1 ton/ha (一期作移植後50天，二期作移植後30天)之處理，因具有較低之穗數、一穗粒數，其水稻產量表現最差。李等(2004)⁽²⁾指出水稻全有機栽培，每公頃施用4噸菜籽粕(1/2基肥、1/2追肥)，可提供水稻生長所需之礦物元素吸收，產量表現與化學栽培者相似。本試驗結果進一步證實，水稻有機栽培如果可以有效控制病蟲害，其產量將高於慣行栽培法。

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 永續農業研討會專集 台中區農業改良場編印。
2. 李健鋒、陳榮五、陳世雄、蔡宜峰 2004 長期施用菜籽粕肥料對水稻生育之影響 台中區農業改良場研究彙報 84:29-44。
3. 鄧耀宗、黃伯恩 1993 台灣永續農業之現況與展望 p.1-8 永續農業研討會專集 台中區農業改良場編印。
4. Broadbent, F. E. and T. Nakashima. 1970. Nitrogen immobilization in flood soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 34: 218-221.
5. De Datta, S. K. 1989. Integrated nutrient management in relation to soil fertility in lowland rice-based cropping systems. p.156-157. *In* IRRI (ed.) *Rice Farming Systems*. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Laguna, Philippines.
6. 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.
7. 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.
8. Meelu, O. P. and R. S. Rekhi. 1981. Mung straw management and nitrogen economy in rice culture. *Int. Rice Res. Newsl.* 6.

9. Muller, M. M., V. Sundman, O. Soininvaara and A. Merilainen. 1988. Effect of chemical composition on the release of nitrogen from agriculture plant materials decomposing in soil under field conditions. *Biol. Fertil. Soils* 6: 78-83.
10. Naidu, M. 1981. Studies on the appropriate proportion of organic and chemical fertilizers. MS thesis. Tamil Nadu Agricultural University. Coimbatore.
11. Oh, W. K. 1984. Effects of organic matter on rice production. p.477-488. *In* IRRI (*ed.*) *Organic Matter and Rice*. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Laguna, Philippines.
12. Reganold, J. P. 1989. Comparison of soil properties as influenced by organic and conventional farming systems. *Amer. J. Alternative Agri.* 3:144-155.
13. Stevenson, F. J. 1986. The interal cycles of nitrogen in soils. p.155-215. *In* F. J. Stevenson (*ed.*) *Cycles of soil carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients*.
14. Su, K. C. 1987. Evolution of rice-based cropping pattern in Taiwan. p.37-47. *In* Sung-Ching and Dah-Jian Liu (*eds.*) *Paddy Field Diversion and Upland Crop Production*. Special Pub. No.7 of Taichung DAIS .
15. 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 Applied Stage for Organic Top-dressing on the Yield of Rice¹

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

ABSTRACT

Field experiments were carried out during the first and second crops in 2003 and 2004 to investigate the effects of applied stage of organic top-dressing on the yield of three rice cultivars, i.e., Tainung 67 and Tai keng 9 of Japonica type, and Taichung sen 10 of Indica type. Six fertilizer treatments were conducted in this study. Under well control of blight on the first crop, the treatments including rape seed meal 2 tons/ha served as base fertilizers, rape seed meal 1 tons/ha served as first top-dressing applied on 30 days after transplanting, rape seed meal 1 tons/ha served as second top-dressing applied on 50 or 60 days after transplanting, that rice yields were higher than that of other fertilizers treatments. On the second crop, the treatment including rape seed meal 2 tons/ha served as base fertilizers, rape seed meal 1 tons/ha served as first top-dressing applied on 20 days after transplanting, rape seed meal 1 tons/ha served as second top-dressing applied on 40 days after transplanting, that rice yields were higher than that of other fertilizers treatments. On the first and second crops, the treatments including chicken composts 12 tons/ha served as base fertilizers, rape seed meal 1 tons/ha served as first top-dressing applied on 30 and 20 days after transplanting on the first and second crop, respectively and rape seed meal 1 tons/ha served as second top-dressing applied on 50 and 30 days after transplanting on the first and second crop, respectively, that rice yields were lower than that of other fertilizers treatments.

Key words: rice (*Oryza sativa* L.), organic fertilizer, top-dressing.

¹ Contribution No. 0614 from Taichung DARES.

² Assistant Pathologist, Assistant Soil Scientist and Director of Taichung DARES.