

# 有機質肥料施用時期對水稻生育之影響<sup>1</sup>

李健鋒<sup>2</sup>、陳榮五<sup>2</sup>、陳世雄<sup>3</sup>、蔡宜峰<sup>2</sup>

## 摘 要

本試驗自2000年一期作開始，至2001年二期作止。在臺中區農業改良場試驗田進行田間試驗。探討有機質肥料施用時期對於水稻生育之影響。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。結果顯示一期作每公頃施用4 t菜籽粕，無論全量做為基肥施用或分多次施用，其產量較化學肥料栽培者為高。二期作則每公頃施用4 t菜籽粕，分二次或三次施用，其產量亦較化學肥料栽培者為高。但每公頃施用4 t菜籽粕，如全量做為基肥施用，則其產量顯著低於化學肥料栽培。兩期作每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之二種處理，其水稻產量與化學肥料栽培之產量相似。

**關鍵字：**水稻、有機質肥料、施用時期。

## 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<sup>(1)</sup>、改良土壤物理化學性質<sup>(3,9,10)</sup>、維護土壤微生物相與活性，以及減少地下水污染等<sup>(3)</sup>。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<sup>(8)</sup>。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<sup>(4,6)</sup>。Yaacob和Blair<sup>(11)</sup>指出，一般有機質之C/N比在25~30之間，且含氮量在1.4%~1.7%時較易分解礦化。Kai和Wada<sup>(7)</sup>以不同的C/N比(8~84)稻桿加入土壤進行20週的孵育試驗，顯示在前兩週固化現象最大，且隨C/N比增加而增加，爾後逐漸下降，淨礦化方可發生，而C/N比=84之稻桿則全期呈固化現象。Chae和Tabatabai<sup>(5)</sup>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，其中雞糞堆肥之礦化較豬、牛糞堆肥顯著，此因雞糞堆肥C/N比最低，且氮含量最高所致。在植物資材方面，苜蓿(C/N=14)在1~12週有較快的礦化作用，玉米桿(C/N=42)和鋸木屑(C/N=337)則有固化現象發生，在整個孵育期間土壤氮素均被微生物消耗利用。因不同有機資材C/N比不一樣，在土壤中養分的礦化及釋放亦不同，因此探討有機質肥料施用時期對水稻生育之影響行為，將有助於做為應用及推廣之參考。

<sup>1</sup>臺中區農業改良場研究報告第 0566 號。

<sup>2</sup>臺中區農業改良場助理研究員、場長、副研究員。

<sup>3</sup>國立中興大學農藝學系教授。

## 材料與方法

本試驗自2000年一期作開始，至2001年二期作止。在臺中區農業改良場試驗田進行田間試驗。試驗之水稻品種為梗稻臺農67號、臺梗9號及秈稻臺中秈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 m<sup>2</sup>。單本植。行株距30×15 cm。肥料處理分為(1)化學肥料每公頃施用N：P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：K<sub>2</sub>O為120：50：60 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 t/ha，全量作為基肥施用。(3)菜籽粕4 t/ha分二次施用，基肥2 t/ha，追肥2 t/ha。(4)菜籽粕4 t/ha分三次施用，基肥2 t/ha，追肥1 t/ha，穗肥1 t/ha。(5)菜籽粕2 t/ha及雞糞堆肥12 t/ha，做一次基肥全量施用。(6)雞糞堆肥12 t/ha全量做為基肥施用，菜籽粕1 t/ha做為追肥施用。插秧日期分別為2000年3月7日及8月6日，2001年3月1日及8月5日。收穫日期為2000年6月30~7月1日及11月23~27日，2001年7月4日及11月22~25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 <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Fe	Mn	Zn	Cu	Water content
		----- (%) -----			-----			----- (μg g <sup>-1</sup> ) -----			----- (%) -----
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質肥料施用時期對水稻生育之影響，因此本文擬針對不同有機質肥料施用量在不同年度、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。

### 對穗數之影響

將2000及2001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。2000年每叢平均穗數為10.33，較2001年8.43，高出22.54% (表二、表三)。期作間之穗數則無顯著差異，一期作每叢平均穗數為9.40，二期作為9.36 (表二、表四)。肥料施用時期亦呈極顯著差異。經由對比分析結果，顯示施用有機質肥料栽培之每叢平均穗數，較化學肥料栽培者為高。每公頃施用4 t菜籽粕之三種處理，其每叢平均穗數又較每公頃施用12 t雞糞堆肥加2 t菜籽粕(基肥)或1 t菜籽粕(追肥)之二種處理為高。每公頃施用4 t菜籽粕分多次施用之處理，其每叢平均穗數又較全量做為基肥施用之處理為高。以每公頃施用4 t菜籽粕，分二次(基肥及追肥各2 t)及三次(基肥2 t、追肥1 t及穗肥1 t)施用之每叢平均穗數10.31及10.30為最高，以每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之每叢平均穗數8.81為最低(表二、表五)。品種間亦有極顯著差異，以臺中秈10號之每叢平均穗數9.76為最高，臺農67

號及臺梗9號表現相似，均為較低(表二、表六)。年度與肥料施用時期則無顯著交感(表二、表七)。期作與肥料施用時期則有顯著交感，一期作以每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之每叢平均穗數10.65為最高，以每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)為最低。二期作則以每公頃施用4 t菜籽粕，分二次施用之每叢平均穗數10.65為最高，其次為每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之處理，其餘四種肥料施用時期處理表現相似，均為較低(表二、表八)。年度、期作與肥料施用時期間之每叢平均穗數則無顯著交感(表二、表九)。肥料施用時期與品種間之每叢平均穗數亦無顯著交感(表二、表十)。

表二、年度、期作、肥料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(2000 及 2001 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 various organic fertilizers (1st and 2nd crop, 2000 and 2001)

Source of variation	df	Panicle no./hill	Grain no./panicle	Seed setting	1,000-grain weight	Harvest index	Yield
Year (Y) #	1	150.58**	230.45**	1.39	47.57**	5.75*	834.77**
Crop (C)	1	0.04	847.18**	91.98**	112.82**	139.94**	800.74**
YxC	1	8.07**	471.98**	38.55**	8.05**	15.69**	79.07**
Treatment (T)	5	15.56**	5.97**	9.96**	3.25**	7.27**	14.98**
YxT	5	1.93	4.83**	6.53**	8.01**	3.23**	3.96**
CxT	5	2.81*	1.81	3.68**	1.96	0.57	11.82**
YxCxT	5	10.05**	3.30**	1.53	5.22**	2.54*	9.94**
Variety (V)	2	6.04**	168.89**	170.39**	60.85**	79.23**	31.35**
YxV	2	15.37**	61.77**	9.82**	66.29**	22.21**	0.43
CxV	2	26.39**	40.48**	67.86**	94.14**	21.90**	3.39*
TxV	10	1.15	2.04*	1.26	1.42	3.42**	1.03
YxCxV	2	1.79	5.58**	8.85**	27.06**	0.37	5.42**
YxTxV	10	2.49**	4.08**	1.28	2.93**	1.36	0.63
CxTxV	10	1.61	3.17**	2.21*	1.33	1.05	2.11*
YxCxTxV	10	2.26**	4.20**	3.28**	2.52**	3.12**	1.40
A vs. B+C+D+E+F	1	6.71*	5.43*	2.49	0.29	21.16**	5.27*
A vs. B+C+D	1	22.82**	2.32	0.09	0.01	11.34**	21.19**
A vs. E+F	1	0.93	9.34**	9.59**	1.15	30.51**	1.90
B vs. C+D	1	21.15**	12.44**	30.82**	11.63**	0.50	9.02**
E vs. F	1	0.46	1.06	3.76	2.43	0.95	0.09
B+C+D vs. E+F	1	53.83**	4.72*	14.18**	1.75	9.93**	58.85**

#Year: 2000 and 2001. Crop: The 1st and 2nd crop.

Treatment 1: Chemical fertilizer N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=120:40:60 kg/ha. Treatment 2: Rape seed meal 4 t/ha (base).

Treatment 3: Rape seed meal 2 t/ha (base) and 2 t/ha (tiller). Treatment 4: Rape seed meal 2 t/ha (base) · 1 t/ha (tiller) and 1 t/ha(panicle). Treatment 5: Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 2 t/ha (base). Treatment 6: Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 1 t/ha (tiller).

Varieties includes Japonica rice Tainung 67 (TN 67), Tai keng 9 (TK 9), and Indica rice Taichung sen 10 (TCS 10).

A= Treatment 1. B= Treatment 2. C= Treatment 3. D= Treatment 4. E= Treatment 5.

F= Treatment 6.

\* and \*\* denote 5% and 1% significance levels, respectively.

表三、不同年度之水稻農藝性狀差異(2000 及 2001 年)

Table 3. Agronomic performances of rice between 2000 and 2001

Year	Panicle (no./hill)	Grain (no./ panicle)	Seed setting (%)	1,000-grain weight (g)	Harvest index	Yield (kg/ha)
2000	10.33a <sup>#</sup>	125a	86.88a	25.38a	0.499a	5533a
2001	8.43b	109b	87.35a	24.92b	0.492b	3789b

<sup>#</sup>Means 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(2000 及 2001 年一期作及二期作)

Table 4. Agronomic performances of rice between the 1st and 2nd crop of 2000 and 2001

Crop	Panicle (no./hill)	Grain (no./ panicle)	Seed setting (%)	1,000-grain weight (g)	Harvest index	Yield (kg/ha)
First	9.40a <sup>#</sup>	132a	89.04a	25.50a	0.511a	5515a
Second	9.36a	101b	85.18b	24.79b	0.480b	3807b

<sup>#</sup>Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT.

表五、有機質肥料施用時期對水稻農藝性狀之影響(2000 及 2001 年一期作及二期作)

Table 5. Agronomic performances of rice as affected by applied stage of various organic fertilizers (1st and 2nd crop, 2000 and 2001)

Fertilizer treatment	Panicle (no./hill)	Grain (no./ panicle)	Seed setting (%)	1,000-grain weight (g)	Harvest index	Yield (kg/ha)
1 <sup>#</sup>	8.94bc <sup>1</sup>	119ab	86.43b	25.11abc	0.508a	4507c
2	9.27b	114c	88.73a	25.34a	0.498bc	4717b
3	10.31a	116bc	86.16bc	25.07bc	0.490cd	4897ab
4	10.30a	122a	84.91c	24.94c	0.501ab	5077a
5	8.64bc	114c	88.87a	25.30ab	0.490cd	4368c
6	8.81c	116bc	87.57ab	25.12abc	0.486d	4400c

<sup>#</sup>Treatment 1: Chemical fertilizer N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=120:40:60 kg/ha. Treatment 2: Rape seed meal 4 t/ha (base).

Treatment 3: Rape seed meal 2 t/ha (base) and 2 t/ha (tiller). Treatment 4: Rape seed meal 2 t/ha (base), 1 t/ha (tiller) and 1 t/ha (panicle). Treatment 5: Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 2 t/ha (base). Treatment 6: Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 1 t/ha (tiller).

<sup>1</sup>Means 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(2000 及 2001 年)

Table 6. Agronomic performances of three rice cultivars (2000 and 2001)

Cultivar	Panicle (no./hill)	Grain (no./ panicle)	Seed setting (%)	1,000-grain weight (g)	Harvest index	Yield (kg/ha)
TN 67	9.19b <sup>#</sup>	114b	90.96a	25.57a	0.516a	4783a
TK 9	9.19b	106c	88.30b	25.20b	0.476c	4327b
TCS 10	9.76a	130a	82.08c	24.67c	0.494b	4873a

<sup>#</sup>Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT.

表七、不同年度有機質肥料施用時期對水稻農藝性狀之影響(2000 及 2001 年)

Table 7. Agronomic performances of rice as affected by applied stage of various organic fertilizers in 2000 and 2001

Fertilizer treatment	Panicle (no./hill)	Grain (no./ panicle)	Seed setting (%)	1,000-grain weight (g)	Harvest index	Yield (kg/ha)
<b>2000</b>						
1 <sup>#</sup>	10.01cd <sup>1</sup>	130ab	85.09b	25.16b	0.513a	5375c
2	10.52bc	118e	89.49a	25.52a	0.501b	5491bc
3	11.37a	126bc	84.49b	25.07b	0.488c	5650ab
4	10.81ab	133a	84.28b	25.07b	0.498bc	5818a
5	9.67d	119de	88.70a	25.69a	0.493bc	5465bc
6	9.57d	124cd	89.21a	25.74a	0.498bc	5401c
<b>2001</b>						
1	7.87b	109a	87.78a	25.05ab	0.503a	3639cd
2	8.02b	110a	87.98a	25.15a	0.495ab	3944bc
3	9.26a	107a	87.84a	25.06ab	0.492ab	4145ab
4	9.78a	110a	85.54b	24.82b	0.505a	4335a
5	7.61b	108a	89.03a	24.91ab	0.486bc	3271e
6	8.06b	108a	85.94b	24.51c	0.473c	3399de

<sup>#</sup>Treatment 1: Chemical fertilizer N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=120:40:60 kg/ha. Treatment 2: Rape seed meal 4 t/ha (base).

Treatment 3: Rape seed meal 2 t/ha (base) and 2 t/ha (tiller). Treatment 4: Rape seed meal 2 t/ha (base), 1 t/ha (tiller) and 1 t/ha (panicle). Treatment 5: Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 2 t/ha (base). Treatment 6: Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 1 t/ha (tiller).

<sup>1</sup> Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT for each year, respectively.

綜合試驗結果，以每公頃施用4 t菜籽粕肥料，分二次或三次施用具有最高之穗數。其餘三種處理，其穗數表現與化學肥料栽培者相似。顯示五種有機質肥料施用時期處理，水稻於營養生長期間，可以充分吸收生長所需之礦物元素。

#### 對一穗粒數之影響

經由綜合變方分析結果，顯示年度間呈極顯著差異。2000年平均一穗粒數為125，較2001年之109，高出14.68% (表二、表三)。期作間亦呈極顯著差異，一期作平均一穗粒數為132，較二期作之101，高出30.69% (表二、表四)。肥料施用時期亦呈極顯著差異。經由對比分析結果顯示施用有機質肥料栽培之平均一穗粒數，較化學肥料栽培者為高。每公頃施用4 t菜籽粕之三種處理，其平均一穗粒數又較每公頃施用12 t雞糞堆肥加2 t菜籽粕(基肥)或1 t菜籽粕(追肥)之二種處理為高。每公頃施用4 t菜籽粕分多次施用之處理，其平均一穗粒數又較全量做為基肥施用之處理為高。以每公頃施用4 t菜籽粕分三次施用之處理，其平均一穗粒數122為最高。以每公頃施用4 t菜籽粕(全量做為基肥)及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)二種處理，其平均一穗粒數為最低(表二、表五)。品種間亦有極顯著差異，以臺中秈10號之平均一穗粒數130為最高，其次為臺農67號之114，以臺梗9號之106為最低(表二、表六)。年度與有機質肥料施用時期呈極顯著交互，2000年以每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之處理

之平均一穗粒數133為最高，以每公頃施用4 t菜籽粕(全量做為基肥)為最低。2001年則所有肥料施用時期處理，其平均一穗粒數表現均相似(表二、表七)。期作與肥料施用時期則無顯著交感(表二、表八)。年度、期作與肥料施用時期處理間有極顯著交感。2000年一期作，以每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之處理之平均一穗粒數為最高，以每公頃施用4 t菜籽粕(全量做為基肥)及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)二種處理，其平均一穗粒數為較低。2000年二期作，仍以每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之處理之平均一穗粒數為最高，以每公頃施用4 t菜籽粕(全量做為基肥)、每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)三種處理，其平均一穗粒數為較低。2001年一期作，六種肥料施用時期處理，其平均一穗粒數表現均相似，2001年二期作亦相似(表二、表九)。肥料施用時期與品種之間亦有極顯著交感。每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之處理，其參試品種臺農67號及臺梗9號之平均一穗粒數，均高於每公頃施用4 t菜籽粕，分二次施用之處理，但臺中秈10號則相反之。每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之處理，其水稻臺農67號及臺中秈10號之平均一穗粒數，均高於每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)之處理，臺梗9號則相反之(表二、表十)。

表八、期作間有機質肥料施用時期對水稻農藝性狀之影響(2000 及 2001 年一期作及二期作)

Table 8. Agronomic performances of rice as affected by applied stage of various organic fertilizers on the 1st and 2nd crop (2000 and 2001)

Fertilizer treatment	Panicle (no./hill)	Grain (no./ panicle)	Seed setting (%)	1,000-grain weight (g)	Harvest index	Yield (kg/ha)
<b>First crop</b>						
1 <sup>#</sup>	8.85cd <sup>1</sup>	137ab	87.38d	25.42bc	0.522a	5292b
2	9.63bc	128c	92.01a	25.82a	0.516a	5978a
3	9.98ab	130c	87.81cd	25.44bc	0.503b	5790a
4	10.65a	140a	87.10d	25.16c	0.519a	6070a
5	8.78d	128c	89.76bc	25.56ab	0.503b	4980b
6	8.48d	132bc	90.21ab	25.61ab	0.502b	4983b
<b>Second crop</b>						
1	9.04c	102ab	85.49b	24.79ab	0.495a	3723c
2	8.91c	99b	85.46b	24.85ab	0.480bc	3457d
3	10.65a	102ab	84.52b	24.70ab	0.477bc	4005ab
4	9.94b	104a	82.72c	24.73ab	0.483b	4083a
5	8.50c	100ab	87.97a	25.04a	0.477bc	3756c
6	9.15c	100ab	84.94b	24.64b	0.469c	3817bc

<sup>#</sup>Treatment 1: Chemical fertilizer N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=120:40:60 kg/ha. Treatment 2: Rape seed meal 4 t/ha (base).

Treatment 3: Rape seed meal 2 t/ha (base) and 2 t/ha (tiller). Treatment 4: Rape seed meal 2 t/ha(base), 1 t/ha(tiller) and 1 t/ha(panicle). Treatment 5: Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 2 t/ha (base). Treatment 6: Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 1 t/ha (tiller).

<sup>1</sup> Means with the same letter in the same 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質肥料施用時期對水稻農藝性狀之影響(2000 及 2001 年一期作及二期作)

Table 9. Agronomic performances of rice as affected by applied stage of various organic fertilizers on the 1st and 2nd crop of 2000 and 2001

Fertilizer treatment	Panicle (no./hill)	Grain (no./ panicle)	Seed setting (%)	1,000-grain weight (g)	Harvest index	Yield (kg/ha)
<b>First crop of 2000</b>						
1 <sup>#</sup>	10.18b <sup>1</sup>	158ab	84.39b	25.40bc	0.530a	6414c
2	11.26a	140d	91.41a	25.80ab	0.525a	7120a
3	9.96b	152bc	84.59b	25.19c	0.498b	6675b
4	10.41ab	164a	85.66b	25.54abc	0.523a	6698b
5	9.48b	147cd	89.35a	25.89ab	0.518a	6605bc
6	9.45b	155bc	89.95a	26.02a	0.519a	6425c
<b>Second crop of 2000</b>						
1	9.85c	102a	85.79ab	24.93ab	0.497a	4337b
2	9.78c	95bc	87.56a	25.25a	0.478b	3862c
3	12.78a	100ab	84.39bc	24.96ab	0.478b	4625ab
4	11.22b	103a	82.90c	24.60b	0.472b	4938a
5	9.85c	92c	88.05a	25.50a	0.468b	4324b
6	9.71c	93c	88.47a	25.46a	0.477b	4376b
<b>First crop of 2001</b>						
1	7.52b	116a	90.38bc	25.45ab	0.513a	4169b
2	8.00b	116a	92.61a	25.84a	0.507ab	4836a
3	10.00a	108a	91.03ab	25.69a	0.508ab	4905a
4	10.89a	116a	88.55c	24.78c	0.515a	5442a
5	8.07b	110a	90.18bc	25.22b	0.488bc	3355c
6	7.52b	109a	90.46bc	25.21b	0.485c	3540bc
<b>Second crop of 2001</b>						
1	8.22a	102a	85.18b	24.66ab	0.493a	3109b
2	8.04a	103a	83.35bcd	24.46ab	0.483a	3051b
3	8.52a	105a	84.65bc	24.43b	0.476ab	3384a
4	8.67a	105a	82.53cd	24.85a	0.495a	3228ab
5	7.15b	107a	87.88a	24.59ab	0.485a	3187ab
6	8.59a	106a	81.41d	23.81c	0.462b	3257ab

<sup>#</sup>Treatment 1: Chemical fertilizer N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=120:40:60 kg/ha. Treatment 2: Rape seed meal 4 t/ha (base).

Treatment 3: Rape seed meal 2 t/ha (base) and 2 t/ha (tiller). Treatment 4: Rape seed meal 2 t/ha(base), 1 t/ha (tiller) and 1 t/ha (panicle). Treatment 5: Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 2 t/ha (base). Treatment 6: Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 1 t/ha (tiller).

<sup>1</sup> Means with the same letter in the same column are not significantly different at 5% level by Duncan's MRT for each crop of 2000 and 2001, respectively.

表十、有機質肥料施用時期對水稻品種間農藝性狀之影響(2000 及 2001 年一期作及二期作)  
Table 10. Agronomic performances of three rice cultivars as affected by applied stage of various organic fertilizers (1st and 2nd crop, 2000 and 2001)

Cultivar	Panicle (no./hill)	Grain (no./ panicle)	Seed setting (%)	1,000-grain weight (g)	Harvest index	Yield (kg/ha)
<b><u>Chemical fertilizer</u></b>						
TN 67	8.69b <sup>#</sup>	117b	91.67a	25.32a	0.526a	4505b
TK 9	8.58b	109c	86.29b	25.23a	0.496b	4138c
TCS 10	9.56a	132a	81.34c	24.78b	0.503b	4879a
<b><u>Rape seed meal 4 t/ha (base)</u></b>						
TN 67	9.25a	107b	92.39a	25.59a	0.514a	4942a
TK 9	9.08a	105b	90.39b	25.40a	0.478b	4254b
TCS 10	9.47a	129a	83.42c	25.01b	0.503a	4956a
<b><u>Rape seed meal 2 t/ha (base) and 2 t/ha (tiller)</u></b>						
TN 67	10.50a	112b	89.93a	25.52a	0.523a	5108a
TK 9	9.64b	101c	87.22b	25.00b	0.456c	4553b
TCS 10	10.81a	136a	81.33c	24.69b	0.490b	5031a
<b><u>Rape seed meal 2 t/ha(base) 、 1 t/ha(tiller) and 1 t/ha(panicle)</u></b>						
TN 67	10.11a	121b	88.97a	25.55a	0.524a	5015a
TK 9	10.56a	112c	86.00a	24.89b	0.483b	4925a
TCS 10	10.22a	132a	79.76b	24.40c	0.496b	5290a
<b><u>Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 2 t/ha (base)</u></b>						
TN 67	8.03a	111b	91.20a	25.81a	0.495a	4509a
TK 9	8.61a	106b	91.59a	25.47a	0.484a	4028b
TCS 10	9.28a	125a	83.80b	24.62b	0.491a	4566a
<b><u>Chicken compost 12 t/ha (base) and rape seed meal 1 t/ha (tiller)</u></b>						
TN 67	8.53a	115b	91.58a	25.64a	0.513a	4617a
TK 9	8.69a	105c	88.29b	25.20b	0.460c	4065b
TCS 10	9.22a	127a	82.85c	24.53c	0.483b	4517a

<sup>#</sup>Means 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.

綜合試驗結果，施用菜籽粕肥料，仍應分多次施用，其礦化之營養元素才能適時提供一穗粒數形成使用，而全量均做為基肥之處理，顯示不能充分提供水稻一穗粒數形成時所需之礦物元素。品種間則因臺中秈10號具有較高之一穗粒數特性，因此其一穗粒數表現均較高，臺梗9號則相反之。

#### 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。2000年平均稔實率為86.88%，2001年為87.35% (表二、表三)。期作間則呈極顯著差異，一期作平均稔實率為



89.04%，較二期作之85.18%，高出3.86%（表二、表四）。肥料施用時期亦呈極顯著差異。經由對比分析結果顯示施用有機質肥料栽培之平均稔實率，與化學肥料栽培者比較無顯著差異。每公頃施用4 t菜籽粕之三種處理，其平均稔實率則較每公頃施用12 t雞糞堆肥加2 t菜籽粕(基肥)或1 t菜籽粕(追肥)之二種處理為低。每公頃施用4 t菜籽粕分多次施用之處理，其平均稔實率又較全量做為基肥施用之處理為低。以每公頃施用4 t菜籽粕(全量做為基肥)及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)之平均稔實率為最高，以每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之處理為最低(表二、表五)。品種間亦有極顯著差異，以臺農67號之平均稔實率90.96%為最高，其次為臺梗9號之88.30%，以臺中秈10號之82.08%為最低(表二、表六)。年度與肥料施用時期有極顯著交互，2000年以每公頃施用4 t菜籽粕，分二次及三次施用之處理及化學肥料栽培之處理為最低。2001年則以每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之處理及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之處理之平均稔實率為最低(表二、表七)。期作與肥料施用時期亦有極顯著交互，一期作以每公頃施用4 t菜籽粕(全量做為基肥)之平均稔實率為最高，以每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之處理及化學肥料栽培之處理為最低。二期作以每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)之平均稔實率為最高，以每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之處理為最低(表二、表八)。年度、期作與不同肥料施用量間則無顯著交互(表二、表九)。不同肥料施用量與品種之間亦無極顯著交互，均以臺農67號之平均稔實率為最高，以臺中秈10號之平均稔實率為最低(表二、表十)。

綜合試驗結果，顯示每公頃施用4 t菜籽粕，分多次施用之處理，其水稻稔實率為最低，可能與其具有較高之穗數及一穗粒數有關。

#### 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。2000年平均千粒重為25.38 g，較2001年之24.92 g，高出1.85%（表二、表三）。期作間亦呈極顯著差異，一期作平均千粒重為25.50 g，較二期作之24.79 g，高出2.86%（表二、表四）。肥料施用時期亦呈極顯著差異。經由對比分析結果顯示每公頃施用4 t菜籽粕分多次施用之處理，其平均千粒重較全量做為基肥施用之處理為低，其餘處理間之比較均無顯著差異。以每公頃施用4 t菜籽粕(全量做為基肥)之平均千粒重25.34 g為最高，以每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之處理為最低(表二、表五)。品種間亦有極顯著差異，以臺農67號之平均千粒重25.57 g為最高，其次為臺梗9號之平均千粒重25.20 g，以臺中秈10號之24.67 g為最低(表二、表六)。年度與肥料施用時期有極顯著交互，2000年以每公頃施用4 t菜籽粕(全量做為基肥)、每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之三種處理，其平均千粒重為最高，其餘處理為較低。2001年則以每公頃施用4 t菜籽粕(全量做為基肥)之平均千粒重為最高，以每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之處理為最低(表二、表七)。期作與肥料施用時期則無顯著交互(表二、表八)。年度、期作與肥料施用時期間有極顯著交互。2000年一期作，每公頃施用4 t菜籽粕分三次施用、每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之三種處理，其平均千粒重均較每

公頃施用4 t菜籽粕分三次施用之處理為高，但每公頃施用4 t菜籽粕分二次施用之處理，則相反之。2001年一期作，每公頃施用4 t菜籽粕分三次施用之處理，其平均千粒重較2001年二期做為低外，其餘肥料施用時期處理均較高(表二、表九)。肥料施用時期與品種之間則無顯著交感(表二、表十)。

綜合試驗結果，有機質肥料施用時期之處理，其千粒重與化學肥料栽培者相似。顯示於水稻穀粒充實期間，其所礦化之營養元素，可以提供水稻穀粒充實所需。

### 對收穫指數之影響

經由綜合變方分析結果顯示年度間之收穫指數呈顯著差異。2000年之平均收穫指數為0.499，較2001年之0.492為高(表二、表三)。期作間則呈極顯著差異，一期作之平均收穫指數為0.511，較二期作之0.480為高(表二、表四)。肥料施用時期亦呈極顯著差異，以化學肥料栽培之平均收穫指數為最高，以每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之處理為最低(表二、表五)。品種之間亦呈極顯著差異，以臺農67號之平均收穫指數0.516為最高，以臺稈9號之0.476為最低(表二、表六)。年度與肥料施用時期有極顯著交感。2000年以化學肥料栽培之平均收穫指數為最高，以每公頃施用4 t菜籽粕，分二次施用之處理為最低。2001年化學肥料栽培及每公頃施用4 t菜籽粕分三次施用之二種處理為最高，每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之處理為最低(表二、表七)。期作與肥料施用時期則無顯著交感(表二、表八)。年度、期作與肥料施用時期間有顯著交感。2000年一期作，除每公頃施用4 t菜籽粕分二次施用之處理較低外，其餘處理均較2001年一期作相同處理者為高。2000年二期作，化學肥料栽培、每公頃施用4 t菜籽粕分二次施用及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之三種處理，均較2001年二期作相同處理者為高，其餘處理則為低(表二、表九)。品種與肥料施用時期亦無顯著交感(表二、表十)。

綜合試驗結果顯示，化學肥料栽培之收穫指數均維持最高，但其產量並非最高，因此收穫指數雖然與產量有正相關之表現，但以低產及低收穫指數表現較為明顯，收穫指數主要仍為品種之特性，如臺稈9號產量較低，其收穫指數亦較低。

### 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。2000年平均產量為5,533 kg/ha，較2001年之3,789 kg/ha，高出46.03% (表二、表三)。期作間亦呈極顯著差異，一期作平均產量為5,515 kg/ha，較二期作之3,807 kg/ha，高出44.86% (表二、表四)。肥料施用時期亦呈極顯著差異。經由對比分析結果，顯示施用有機質肥料栽培之平均產量，較化學肥料栽培者為高。每公頃施用4 t菜籽粕之三種處理，其平均產量又較每公頃施用12 t雞糞堆肥加2 t菜籽粕(基肥)或1 t菜籽粕(追肥)之二種處理為高。每公頃施用4 t菜籽粕分多次施用之處理，其平均產量又較全量做為基肥施用之處理為高。以每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之平均產量5,077 kg/ha為最高，每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之二種處理，其平均產量與化學肥料栽培者相似，均為最低(表二、表五)。品種間亦有極顯著差異，臺中秈10號與臺農67號之平均產量，分別為4,873及4,783 kg/ha

為最高，以臺梗9號之4,327 kg/ha為最低(表二、表六)。年度與肥料施用時期間有極顯著交感。2000年及2001年均以每公頃施用4 t菜籽粕，分三次施用之平均產量為最高。但2000年以每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)及化學肥料栽培之二種處理，其平均產量為較低。2001年則以每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)，其平均產量為最低(表二、表七)。期作與肥料施用時期亦有極顯著交感，一期作三種每公頃施用4 t菜籽粕之處理表現相似，其平均產量為最高，每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之二種處理，其平均產量與化學肥料栽培者相似，均為較低。二期作則以每公頃施用4 t菜籽粕，分二次及三次施用之平均產量為最高，以每公頃施用4 t菜籽粕(全量做為基肥)之處理為最低(表二、表八)。年度、期作與肥料施用時期間亦有極顯著交感。2000年二期作，化學肥料栽培、每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之三種處理，其平均產量均高於2001年一期作之相同處理。三種每公頃施用4 t菜籽粕之處理，則2000年二期作低於2001年一期作(表二、表九)。肥料施用時期與品種之間則無顯著交感(表二、表十)。

綜合試驗結果，顯示一期作每公頃施用4 t菜籽粕，無論全量做為基肥施用或分多次施用，其產量較化學肥料栽培者為高。二期作則每公頃施用4 t菜籽粕，分二次或三次施用，其產量亦較化學肥料栽培者為高，但如全量做為基肥施用，則其產量顯著低於化學肥料栽培。兩期作每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之二種處理，其水稻產量與化學肥料栽培之產量相似。

將產量及其構成因素進行逐步回歸分析，顯示影響產量之主要因子為一穗粒數，其次依序為穗數、千粒重、稔實率、收穫指數(表十一)。綜合試驗結果，一期作每公頃施用4 t菜籽粕，以全量做為基肥施用，具有最高之稔實率及千粒重。每公頃施用4 t菜籽粕，分基肥及追肥二次施用，則具有較高之穗數。每公頃施用4 t菜籽粕，分基肥、追肥及穗肥三次施用，則具有最高之穗數及一穗粒數。三種菜籽粕施用時期處理之產量，均顯著較化學肥料栽培者為高。二期作則每公頃施用4 t菜籽粕，分二次或三次施用，因具有最高之穗數及一穗粒數，因此其產量較化學肥料栽培者為高。但每公頃施用4 t菜籽粕，如全量做為基肥施用，則因穗數及一穗粒數顯著降低，其產量顯著低於化學肥料栽培。兩期作每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加2 t菜籽粕(基肥)及每公頃施用12 t雞糞堆肥(基肥)加1 t菜籽粕(追肥)之二種處理，其水稻產量與化學肥料栽培之產量相似。李等<sup>(2)</sup>指出，二期作如將有機質肥料全量做為基肥施用，將因水稻生育初期高溫及土壤氧化還原電位偏低，阻礙水稻對於養分的吸收，造成水稻穗數及一穗粒數降低，進而影響水稻之產量。本試驗降低有機質肥量基肥的施用量，於追肥或穗肥時期，補充施用高含氮量且易礦化之菜籽粕肥料，顯著提高二期作之水稻產量，顯示二期作有機質肥料不宜全量做為基肥施用。

表十一、水稻產量及其構成因素與收穫指數間之逐步回歸分析(2000 及 2001 年一期作及二期作)  
Table 11. Stepwise regression analysis of agronomic performances and harvest Index of rice as affected by application rate for various organic fertilizers on the 1st and 2nd crop of 2000 and 2001

Character	Step	Intercept	Grain no. / panicle	Panicle no./hill	1,000-grain weight	Seed setting	Harvest index	R <sup>2</sup>
Yield	1	419.06	36.2					0.466
	2	-2490.3	36.9	302.2				0.647
	3	-11293.2	35.1	312.3	354.8			0.718
	4	-11624.0	36.3	344.0	226.1	36.0		0.732
	5	-11453.7	39.0	353.5	252.5	46.5	-4354.7	0.738

All variables in the model are significant at the 0.15 level.

## 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 臺中區農業改良場編印。
2. 李健揆、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 臺中區農業改良場研究彙報 74: 53-63。
3. 鄧耀宗、黃伯恩 1993 臺灣永續農業之現況與展望 p.1-8 永續農業研討會專集 臺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. Chae, Y. M. and M. A. Tabatabai. 1986. Mineralization of nitrogen in soils amended with organic wastes. J. Environ. Qual. 15: 193-198.
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. 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.
8. 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.
9. Reganold, J. P. 1989. Comparison of soil properties as influenced by organic and conventional farming systems. Amer. J. Alternative Agri. 3:144-155.

10. 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.
11. Yaacob, O. and G. J. Blair. 1980. Mineralization of  $^{15}\text{N}$ -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 Various Organic Fertilizers on Rice<sup>1</sup>

Jiann-Feng Lee<sup>2</sup>, Yung-Wu Chen<sup>2</sup>, Shih-Shiung Chen<sup>3</sup> and Yi-Fong Tsai<sup>2</sup>

## ABSTRACT

Field experiments were carried out during the first and second crops in 2000 and 2001 to investigate the effects of applied stage of organic fertilizers on the growth 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, three kinds of treatments including (1) Rape seed meal 4 t/ha served as base fertilizers, (2) Rape seed meal 2 t/ha served as base fertilizers and 2 t/ha served as top-dressing, and (3) Rape seed meal 2 t/ha served as base fertilizers, 1 t/ha served as top-dressing, and 1 t/ha served at panicle initiation were practiced. On the first crop, rice yields of three kind of treatments were higher than that of chemical fertilizers. On the second crop, two kind of treatments including (1) Rape seed meal 2 t/ha served as base fertilizers and 2 t/ha served as top-dressing, (2) Rape seed meal 2 t/ha served as base fertilizers, 1 t/ha served as top-dressing, and 1 t/ha served at panicle initiation. Rice yields of two kind of organic fertilizers were higher than that of chemical fertilizers. On the first and second crop, two kind of treatments including (1) Chicken compost 12 t/ha and rape seed meal 2 t/ha served as base fertilizers, and (2) Chicken compost 12 t/ha served as base fertilizers, and rape seed meal 1 t/ha served as top-dressing were conducted. Rice yields of two kinds of organic fertilizers showed no significant difference yield as compared to that of chemical fertilizers.

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

---

<sup>1</sup> Contribution No. 0566 of Taichung DAIS.

<sup>2</sup> Assistant Agronomist, Director and Assistant Soil Scientist of Taichung DAIS.

<sup>3</sup> Professor of Department of Agronomy, National Chung Hsin University.