有機栽培對水稻生育之影響[1]

李健搴[2] 陳榮五[2] 陳世雄[3]

摘 要

本試驗目的在比較化學栽培法、準有機栽培法及純有機栽培法，對水稻生育之影響。綜合三年六期作試驗結果顯示，使用菜籽粕做爲有機質肥料，無論準有機或純有機栽培，二期作水稻產量均低於化學栽培，造成準有機栽培產量降低的原因，爲一穗粒數及稔實率較低，純有機栽培產量降低則係由於稔實率及千粒重較低所致；一期作水稻準有機及純有機栽培之產量與化學栽培有相同之水準，雖然準有機及純有機栽培之穗數顯著較化學栽培爲低，但準有機栽培具有較高的千粒重，純有機栽培則具有較高的一穗粒數及稔實率，產量構成因素之間形成互補作用。二期作水稻準有機及純有機栽培，整體評估以台中秈10號及台農67號，因具有較高的穗數，產量表現最優，一期作以台農67號、台中189號、台粳6號及台中秈10號的產量表現最優，造成產量表現較優異的原因爲，台農67號及台中189號具有較高的穗數，台粳6號則具有較高的一穗粒數及千粒重，台中秈10號則具有較高的一穗粒數。無論準有機或純有機栽培，兩期作均以台粳9號之產量表現爲最差。

關鍵字：水稻、準有機栽培、純有機栽培。

前 言

永續性農業爲目前世界性關注的議題，有機農業則爲其中重要之一環[2,6]。利用有機質提供作物生長所需之養份，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[9,15,16]、維護土壤微生物相與活性，以及減少地下水污染等[7]。施用有機質肥料，由於供應之營養元素較爲均衡，可能有促進作物生長之效果[10]。有機農業除了施用有機質作爲肥料外，並以天然藥劑、性費洛蒙[4]及生物防治法[5]等防治病蟲害，除可維持地球環境品質，並可保持農業長久之生產力。水稻爲本省最大宗農作物，亦爲國人之主食，在現今國人生活水準及消費意識提昇的情況下，利用有機質及不噴施化學農藥生產高品質及無農藥污染之良質米，可迎合消費者之需求。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[3]。有機質肥料的施用種類、施用量與施用時期，對水稻的產量及產量構成因子則有密切的影響[8,11,13]。本試驗即針對水稻準有機及純有機栽培下，探討有機栽培對水稻生育之影響，以做爲栽培推廣之參考。

---

[1] 臺中區農業改良場研究報告第 0488 號。

[2] 臺中區農業改良場助理研究員、研究員兼場長。

[3] 國立中興大學農藝學系教授。

材料與方法

本試驗於1995年二期作開始，在台中區農業改良場試驗田進行田間試驗。試驗之水稻品種爲粳稻台農67號、台中189號、台粳6號、台粳9號及籼稻台中籼10號。試驗處理分爲化學栽培、準有機栽培及純有機栽培三種處理，三重覆，小區面積22.5 m^2，多本植，行株距30×15 cm。化學栽培：依現行水稻生長所需化學肥料推薦施用量，每公頃施用N：P_2O_5：K_2O分別爲120：40：60 kg，基肥施用台肥39號，追肥及穗肥施用硫酸銨及氯化鉀。並於水稻生長期間依植物保護手冊推薦施用殺草劑、殺蟲劑及殺菌劑等化學農藥。準有機栽培：施用半量的化學肥料及半量的有機質肥料(菜籽粕2,000 kg/ha)，殺草劑、殺蟲劑及殺菌劑等化學農藥亦減半施用。純有機栽培：以有機質肥料菜籽粕代替化學肥料，每公頃施用4,000 kg。化學栽培之雜草，每分地施用3 kg掃除丹進行防除，準有機栽培則減半施用，並輔以人工拔除，純有機栽培以人工拔除。水稻生育期間，化學栽培以化學藥劑防治病蟲害，準有機栽培以苦茶粕防除福壽螺，以蘇力菌防除二化螟蟲及稻縱捲葉蟲，其它病蟲害則以化學藥劑防治，純有機栽培則以苦茶粕及蘇力菌等防治病蟲害。調查項目包括產量、穗數、一穗粒數、稔實率、千粒重及稻穀容重量。

結果與討論

有機栽培對水稻穗數之影響

1995至1997年二期作之各項農藝性狀綜合變方分析結果顯示，在穗數方面，年度間呈極顯著差異，1997年二期作每叢穗數爲10.8，較1995及1996年二期作之9.4及10.4，分別高出14.9及3.8%(表一、表二)。耕作法間差異不顯著(表一、表三)。品種間呈極顯著差異，以台中籼10號表現最優，台粳6號及台粳9號表現最差(表一、表四)。年度與耕作法間有極顯著交感；在1995年二期作以化學栽培表現最優，但1996年，則以化學栽培表現最差(表一、表五)。年度與品種間有極顯著交感；在1995及1997年二期作均以台粳6號表現最差，但1996年，則以台粳9號表現最差(表一、表六)。耕作法與品種之間有極顯著交感；在化學栽培以台中籼10號表現較優，準有機栽培以台中籼10號、台農67號及台中189號表現較優，純有機栽培則以台中籼10號及台農67號表現較優(表一、表七)。年度、耕作法與品種間亦有極顯著交感；1995年二期作，以化學栽培的台中籼10號表現最優，準有機栽培的台粳9號表現最差；1996年二期作，仍以化學栽培的台中籼10號表現最優，以化學栽培的台粳6號表現最差；1997年二期作，化學栽培之台農67號及準有機栽培之台中籼10號表現最優，以純有機栽培的台粳6號表現最差(表一)。

1996至1998年一期作之各項農藝性狀綜合變方分析結果顯示，在穗數方面，年度間呈極顯著差異，1996及1998年之每叢穗數分別爲13.7及13.1，表現相似，1997年一期作爲11.2，則較1998年一期作降低18.3%(表八、表九)。耕作法間亦呈極顯著差異，化學栽培之每叢穗數爲13.8，均較準有機及純有機栽培之12.1，高出14.0%(表八、表十)。品種間亦呈極顯著差異，以台農67號及台中189號表現最優，台粳6號及台中籼10號表現最差(表八、表十一)。年度與耕作法間有極顯著交感；1996年一期作，以準有機栽培表現最差；1997年以準有機及

純有機栽培表現最差；1998年三種耕作法表現相似(表八、表十二)。年度與品種間有極顯著交感；1996年一期作，以台中189號表現最優，台稉6號表現最差；1997年以台農67號號表現最優，台中籼10號表現最差；1998年以台農67號表現最優，台稉6號表現最差(表八、表十三)。耕作法與品種之間則無顯著交感(表八)。年度、耕作法與品種間有極顯著交感，原因爲1996年一期作，純有機栽培的台中189號表現最優，準有機栽培之台稉6號表現爲最差；1997年以化學栽培的台稉9號表現最優，準有機栽培的台中籼10號表現爲最差；1998年以化學栽培之台農67號表現最優，化學栽培的台稉6號表現爲最差(表八)。

綜合三年六期作試驗結果顯示，使用菜籽粕做爲有機質肥料，無論準有機或純有機栽培，二期作於第二年，穗數即可提升至與化學栽培相同之水準(表五)，但一期作則需至第三年，穗數才可提升至與化學栽培相同之水準(表十二)。二期作水稻準有機及純有機栽培，均以台中籼10號及台農67號的穗數表現最優，台稉6號及台稉9號表現最差；一期作水稻準有機及純有機栽培，均以台農67號、台中189號及台稉9號的穗數表現最優，台稉6號及台中籼10號表現最差。Munakata[12]指出在水稻分蘗期間，日照與溫度對分蘗數影響很大，低溫高日照下，分蘗數較多。在適溫範圍(18~30℃)內，高溫分蘗數增加，但溫度過高則縮短分蘗期間，導致分蘗數減少[17]。本省栽培之水稻品種，一期作之分蘗數較二期作爲高，本試驗結果，化學栽培之台中籼10號，一期作之穗數較二期作爲高，但純有機栽培之台中籼10號，一期作之穗數則與二期作相同，其原因可能與較不耐低溫的籼稻台中籼10號，在有機栽培的環境下，對於土壤中礦物元素的吸收速率有關，有待進一步探討。

表一、有機栽培對水稻農藝性狀影響之綜合變方分析(1995~1997 年二期作)

Table 1. Combined analyses of variance (F-values) for agronomic performances of five rice cultivars as affected by organic farming (2nd crop, 1995~1997)

Source of variation	df	Panicle number	Kernels/ panicle	Seed-set	1000-kernel weight	Rough rice volume wt.	Yield
Year (Y)#	2	25.15**	124.34**	220.18**	18.96**	263.16**	23.30**
Farming (F) #	2	0.16	5.35**	44.35**	54.77**	69.98**	8.48**
Y×F	4	9.18**	16.69**	21.25**	4.49**	13.19**	10.01**
Variety (V) #	4	34.23**	13.08**	162.44**	83.37**	183.42**	21.15**
Y×V	8	3.64**	12.06**	20.64**	28.00**	2.43*	9.92**
F×V	8	3.22**	3.18**	18.49**	16.32**	1.40	3.25**
Y×F×V	16	4.73**	4.92**	6.40**	6.73**	3.27**	2.71**

Year: 1995, 1996 and 1997.

Farming: Conventional farming; intermediate farming and organic farming.

Variety: Japonica rice Tainung 67 (TN67), Taichung 189 (TC189), Tai Keng 6 (TK6)and Tai Keng 9 (TK9), and Indica rice Taichung Sen 10 (TCS10).

*and** denote5% and 1% significance levels, respectively.

表二、不同年度之水稻農藝性狀 (1995~1997 年二期作)

Table 2. Agronomic performances of five rice cultivars on the second crop between 1995 and 1997

Year	Panicle number	Kernels/ panicle	Seed-set	1000-kernel weight	Rough rice volume wt.	Yield
			%	g	g/l	kg/ha
1995	9.4c[#]	105b	90.5b	25.54a	541.5b	4630b
1996	10.4b	94c	91.4a	24.99c	555.5a	4730b
1997	10.8a	115a	81.6c	25.17b	529.2c	5105a

[#] Means with the same letter of each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表三、不同耕作法對水稻農藝性狀之影響(1995~1997 年二期作)

Table 3. Agronomic performances of five rice cultivars as affected by conventional, intermediate and organic farming on the second crop from 1995 to 1997

Farming	Panicle number	Kernels/ panicle	Seed-set	1000-kernel weight	Rough rice volume wt.	Yield
			%	g	g/l	kg/ha
Conventional	10.2a[#]	107a	89.2a	25.4b	549.9a	4986a
Intermediate	10.3a	102b	88.1b	25.6a	538.4b	4792b
Organic	10.2a	105a	86.1c	24.7c	537.9b	4688b

[#] Means with the same letter of each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表四、不同水稻品種之農藝性狀(1995~1997 年二期作)

Table 4. Agronomic performances of five rice cultivars on the second crop from 1995 to 1997

Cultivar	Panicle number	Kernels/ panicle	Seed-set	1000-kernel weight	Rough rice volume wt.	Yield
			%	g	g/l	kg/ha
TN67	10.9b[#]	100c	90.2a	25.7b	550.2a	4933b
TC189	10.1c	104b	91.1a	24.4c	548.3a	4754b
TK6	9.1d	111a	89.1b	26.1a	545.0b	4838b
TK9	9.4d	102bc	87.5c	25.5b	549.9a	4367c
TCS10	11.7a	108a	81.3d	24.4c	517.0c	5217a

[#] Means with the same letter of each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表五、年度間不同耕作法對水稻農藝性狀之影響(1995~1997 年二期作)

Table 5. Agronomic performances of five rice cultivars as affected by conventional, intermediate and organic farming on the second crop between 1995 and 1997

Year	Farming	Panicle number	Kernels/ panicle	Seed-set	1000-kernel weight	Rough rice volume wt.	Yield
				%	g	g/l	kg/ha
1995	Conventional	10.1bc[#]	104c	91.9a	25.9a	547cd	4446d
	Intermediate	9.3cd	104c	90.4ab	25.9a	533f	4691bcd
	Organic	9.0d	106c	89.1b	24.8c	544d	4753bcd
1996	Conventional	9.4cd	105c	92.4a	25.2bc	563a	4989bc
	Intermediate	10.7ab	89d	90.3ab	25.2bc	554b	4638cd
	Organic	11.1a	89d	91.6a	24.6c	549bc	4563d
1997	Conventional	11.1a	111bc	83.4c	25.1c	539e	5522a
	Intermediate	10.9ab	114ab	83.6c	25.8ab	528g	5047b
	Organic	10.5ab	121a	77.6d	24.7c	521h	4748bcd

[#] Means with the same letter of each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表六、年度間不同水稻品種農藝性狀之影響(1995~1997 年二期作)

Table 6. Agronomic performances of five rice cultivars on the second crop between 1995 and 1997

Year	Cultivar	Panicle number	Kernels/ panicle	Seed-set	1000-kernel weight	Rough rice volume wt.	Yield
				%	g	g/l	kg/ha
1995	TN67	9.7efg[#]	98de	92.1a	25.6bcd	547bc	4221f
	TC189	9.1fg	109bc	93.3a	25.2de	547bc	4482f
	TK6	8.7g	105cd	91.9a	26.6a	543cd	4597ef
	TK9	9.2efg	93e	91.4a	24.8ef	550b	4235f
	TCS10	10.5cde	118b	83.7cd	25.6bcd	520g	5614a
1996	TN67	11.7abc	91e	91.1a	25.0de	562a	5063bcde
	TC189	10.3def	94e	93.8a	23.9g	563a	4625ef
	TK6	9.1fg	97de	92.5a	26.3ab	561a	4697def
	TK9	8.6g	94e	91.8a	26.1abc	563a	4216f
	TCS10	12.4a	94e	87.9b	23.7g	529f	5050bcde
1997	TN67	11.3abcd	110bc	87.5b	26.5a	542cd	5516ab
	TC189	11.0bcd	109bc	86.1bc	24.3fg	535ef	5156bcd
	TK6	9.4efg	129a	82.8d	25.6bcd	531ef	5219abc
	TK9	10.3def	117b	79.2e	25.5cd	537de	4649ef
	TCS10	12.1ab	111bc	72.2f	24.0g	502h	4986cde

[#] Means with the same letter of each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表七、不同耕作法對水稻品種農藝性狀之影響(1995~1997 年二期作)

Table 7. Agronomic performances of five rice cultivars as affected by conventional, intermediate and organic farming (2nd crop , 1995~1997)

Farming	Cultivar	Panicle number	Kernels/ panicle	Seed-set	1000-kernel weight	Rough rice volume wt.	Yield
				%	g	g/l	kg/ha
Conventional	TN67	10.6bcd[#]	101cd	89.7bc	25.6cd	560a	4927b
	TC189	9.7cdef	105bcd	93.1a	24.9de	555ab	4672bc
	TK6	8.6f	117a	89.5bc	26.5ab	552bc	4964b
	TK9	9.4cdef	104bcd	87.8cd	25.4cde	557ab	4768bc
	TCS10	12.6a	106bcd	86.0d	24.7ef	526f	5597a
Intermediate	TN67	10.7bc	101cd	89.8bc	25.9bc	547cd	4975b
	TC189	10.5bcd	103cd	91.8ab	25.0de	546cde	4736bc
	TK6	9.6cdef	106bcd	91.8ab	27.1a	544de	4784b
	TK9	9.4cdef	98cd	87.6cd	26.1bc	545de	4278cd
	TCS10	11.2b	103cd	79.7e	24.0fg	511g	5187ab
Organic	TN67	11.4b	97d	92.3ab	25.6cd	545de	4898b
	TC189	10.1cdef	104bcd	88.2cd	23.4g	544de	4856b
	TK6	9.0ef	109abc	85.9d	24.9de	538e	4765bc
	TK9	9.2def	102cd	87.0cd	25.0de	548cd	4054d
	TCS10	11.2b	114ab	78.2e	24.6ef	514g	4867b

[#] Means with the same letter of each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表八、有機栽培對水稻農藝性狀影響之綜合變方分析(1996~1998 年一期作)

Table 8. Combined analyses of variance(F-values) for agronomic performances of five rice cultivars as affected by organic farming (1st crop, 1996~1998)

Source of variation	df	Panicle number	Kernels/ panicle	Seed-set	1000-kernel weight	Rough rice volume wt.	Yield
Year (Y)[#]	2	46.05**	16.81**	169.34**	5.14**	55.86**	229.39**
Farming (F)[#]	2	27.34**	3.16*	4.09*	27.83**	9.27**	1.54
Y×F	4	6.24**	2.28	9.42**	3.02*	18.64**	17.47**
Variety (V)[#]	4	18.11**	66.31**	23.35**	31.27**	64.05**	14.57**
Y×V	8	2.87**	5.78**	5.50**	18.56**	5.21**	3.10**
F×V	8	1.72	8.38**	13.89**	8.76**	1.89	2.14*
Y×F×V	16	3.04**	2.09*	5.26**	8.88**	2.89**	2.61**

[#] Year: 1996, 1997 and 1998.

Farming: Conventional farming; intermediate farming and organic farming.

Variety: Japonica rice Tainung 67 (TN67), Taichung 189 (TC189), Tai Keng 6 (TK6) and Tai Keng 9 (TK9), and Indica rice Taichung Sen 10 (TCS10).

*and** denote5% and 1%significance levels, respectively.

表九、不同年度之水稻農藝性狀(1996~1998 年一期作)

Table 9. Agronomic performances of five rice cultivars on the first crop between 1996 and 1998

Year	Panicle number	Kernels/ panicle	Seed-set	1000-kernel weight	Rough rice volume wt.	Yield
			%	g	g/l	kg/ha
1996	13.7a[#]	106a	90.1a	24.8b	534.8a	6590a
1997	11.2b	105a	85.7b	24.7b	517.1c	5461b
1998	13.1a	98b	80.1c	25.0a	527.6b	5002c

[#] Means with the same letter of each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表十、不同耕作法對水稻農藝性狀之影響(1996~1998 年一期作)

Table 10. Agronomic performances of five rice cultivars as affected by conventional, intermediate and organic farming on the first crop from 1996 to 1998

Farming	Panicle number	Kernels/ panicle	Seed-set	1000-kernel weight	Rough rice volume wt.	Yield
			%	g	g/l	kg/ha
Conventional	13.8a[#]	101b	85.0b	24.5b	522.8c	5761a
Intermediate	12.1b	103ab	84.7b	25.2a	530.1a	5638a
Organic	12.1b	105a	86.2a	24.7b	526.7b	5654a

[#] Means with the same letter of each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表十一、不同水稻品種之農藝性狀(1996~1998 年一期作)

Table 11. Agronomic performances of five rice cultivars on the first crop from 1996 to 1998

Cultivar	Panicle number	Kernels/ panicle	Seed-set	1000-kernel weight	Rough rice volume wt.	Yield
			%	g	g/l	kg/ha
TN67	13.9a[#]	98c	84.1c	24.5c	534.7a	5717a
TC189	13.3a	99c	88.6a	24.3c	536.1a	5722a
TK6	11.5c	107b	87.1b	25.5a	521.9b	5868a
TK9	13.1b	92d	82.8c	24.9b	533.1a	5230b
TCS10	11.7c	119a	84.0c	24.9b	506.9c	5883a

[#] Means with the same letter of each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表十二、年度間不同耕作法對水稻農藝性狀之影響(1996~1998 年一期作)

Table 12. Agronomic performances of five rice cultivars as affected by conventional, intermediate and organic farming on the first crop between 1996 and 1998

Year	Farming	Panicle number	Kernels/ panicle	Seed-set	1000-kernel weight	Rough rice volume wt.	Yield
				%	g	g/l	kg/ha
1996	Conventional	14.7a[#]	107ab	87.7b	24.4c	520cd	6546b
	Intermediate	12.7b	104abc	91.1a	25.3ab	545a	6197c
	Organic	13.7ab	107ab	91.6a	24.6c	540a	7025a
1997	Conventional	13.2b	100bc	87.3b	24.6c	517d	5748d
	Intermediate	10.5c	104abc	83.0c	24.8bc	518d	5453de
	Organic	9.8c	109a	86.9b	24.7bc	516d	5182ef
1998	Conventional	13.6ab	97c	80.0c	24.6c	532b	4989fg
	Intermediate	13.1b	99c	80.1c	25.5a	527bc	5264ef
	Organic	12.7b	98c	80.2c	24.8bc	524cd	4754g

[#] Means with the same letter of each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表十三、年度間不同水稻品種農藝性狀之影響(1996~1998 年一期作)

Table 13. Agronomic performances of five rice cultivars on the first crop between 1996 and 1998

Year	Cultivar	Panicle number	Kernels/ panicle	Seed-set	1000-kernel weight	Rough rice volume wt.	Yield
				%	g	g/l	kg/ha
1996	TN67	14.4abc[#]	101de	89.0bcd	24.5cde	546ab	6701a
	TC189	15.2a	99de	93.2a	23.9ef	552a	6538a
	TK6	12.7defg	112bc	92.1ab	25.5a	532cd	6656a
	TK9	13.1bcde	102d	86.5cdef	24.2def	530cd	6323a
	TCS10	13.0bcde	115ab	89.9abc	25.7a	514ef	6730a
1997	TN67	12.8cdef	100de	85.7def	24.2def	523de	5507bc
	TC189	11.2ghi	106cd	88.3bcde	23.7f	523de	5340bcd
	TK6	10.3hi	108bcd	85.8cdef	25.7a	511f	5793b
	TK9	11.7efgh	89fg	86.5cdef	25.4a	531cd	5139cd
	TCS10	9.9i	121a	82.4fg	24.3def	498g	5526bc
1998	TN67	14.5ab	93ef	77.6hi	24.7bcd	535c	4944d
	TC189	13.4bcd	91fg	84.2ef	25.2ab	534cd	5289cd
	TK6	11.4fghi	102de	83.4fg	25.2abc	522de	5155cd
	TK9	14.4ab	84g	75.3i	25.1abc	538bc	4228e
	TCS10	12.0defg	122a	79.9gh	24.7bcd	509f	5395bcd

[#] Means with the same letter of each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表十四、不同耕作法對水稻品種農藝性狀之影響(1996~1998 年一期作)

Table 14. Agronomic performances of five rice cultivars as affected by conventional, intermediate and organic farming (1st crop , 1996~1998)

Farming	Farming	Panicle number	Kernels/ panicle	Seed-set	1000-kernel weight	Rough rice volume wt.	Yield
				%	g	g/l	kg/ha
	TN67	15.1a[#]	102bcd	82.1ef	23.9d	532abc	5808abc
	TC189	14.3ab	97cde	85.2cde	24.1d	528bcd	5629abcd
Conventional	TK6	12.0cde	110b	85.5bcde	24.9bc	518de	6137a
	TK9	14.6ab	91e	85.7bcde	24.5bcd	528bcd	5198d
	TCS10	13.3bc	108b	86.4bcd	25.2ab	508ef	6033ab
	TN67	13.6abc	91e	86.9bcd	25.1ab	540a	5822abc
	TC189	13.4bc	93de	91.2a	24.9bc	543a	5758abc
Intermediate	TK6	10.9ef	109b	87.2bcd	25.7a	525cd	5633abcd
	TK9	12.4cde	94cde	78.4g	25.0abc	538ab	5324cd
	TCS10	10.4f	124a	80.0fg	25.2ab	505f	5655abcd
	TN67	13.0bcd	101bcd	83.3def	24.3cd	531abc	5523bcd
	TC189	12.2cde	105b	89.4ab	23.8d	538ab	5780abc
Organic	TK6	11.5def	103bc	88.5abc	25.8a	523cd	5835abc
	TK9	12.3cde	90e	84.2de	25.3ab	533abc	5168d
	TCS10	11.3ef	125a	85.7bcde	24.3cd	508ef	5963ab

[#] Means with the same letter of each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

有機栽培對水稻一穗粒數之影響

由綜合變方分析結果顯示,二期作一穗粒數在年度間呈極顯著差異,1997年分別較1995及1996年高9.5及22.3%(表一、表二)。耕作法間亦有極顯著差異，化學栽培與純有機栽培之表現相似，準有機栽培則較化學栽培降低4.7%(表一、表三)。品種之間亦呈極顯著差異，以台粳6號及台中籼10號表現最優，台農67號及台粳9號表現最差(表一、表四)。年度與耕作法間有極顯著交感，1995年三種耕作法表現相似，1996年以化學栽培表現最優，1997年則以純有機栽培之表現最優(表一、表五)。年度與品種間有極顯著交感， 1995年均以台中籼10號表現最優，1996年五個參試品種表現相似，但1997年則以台粳6號表現最優(表一、表六)。耕作法與品種之間有極顯著交感，化學栽培以台粳6號表現較優，台農67號表現較差；準有機栽培五個參試品種表現相似；純有機栽培則以台中籼10號表現較優，以台農67號之一穗粒數表現較差(表一、表七)。年度、耕作法與品種間亦有極顯著交感，原因爲1995年以純有機栽培的台中籼10號表現最優，而化學栽培的台粳9號表現爲最差；1996年以化學栽培的台粳9號表現最優，以準有機栽培的台粳6號表現爲最差；1997年二期作，以純有機及準有機栽培之台粳6號表現最優，而化學栽培之台中189號表現爲最差(表一)。

由綜合變方分析結果顯示，一期作一穗粒數在年度間呈極顯著差異，1996及1997年表現相似，1998年則較1996年一期作降低7.6%(表八、表九)。耕作法間亦有顯著差異，純有機

栽培較化學栽培高4.0%(表八、表十)。品種間亦呈極顯著差異，以台中秈10號表現最優，台粳9號表現最差(表八、表十一)。年度與耕作法間則無顯著交感現象(表八)。年度與品種間有極顯著交感，1996年以台中189號、台農67號及台粳9號表現最差，1997年以台粳9號表現最差，1998年以台粳9號及台中189號表現最差(表八、表十三)。耕作法與品種之間亦有極顯著交感，化學栽培以台粳6號及台中秈10號表現最優，台粳9號表現最差；準有機栽培以台中秈10號表現最優，台農67號、台中189號及台粳9號表現最差；純有機栽培以台中秈10號表現最優，以台粳9號表現最差(表八、表十四)。年度、耕作法與品種間有顯著交感，原因爲1996年以準有機栽培的台中秈10號表現最優，以準有機栽培之台中189號表現爲最差；1997年以純有機栽培的台中秈10號表現最優，以化學栽培的台粳9號表現爲最差；1998年以準有機栽培之台中秈10號表現最優，以純有機栽培的台粳9號表現爲最差(表八)。

綜合三年六期作之試驗結果顯示，在水稻一穗粒數方面，二期作純有機栽培與化學栽培相同，但準有機栽培較化學栽培爲低，一期作準有機栽培與化學栽培表現相同，但純有機栽培較化學栽培爲高，其原因爲一期作純有機栽培之水稻穗數較化學栽培爲低所致。兩期作水稻準有機及純有機栽培，均以台中秈10號及台粳6號表現較優，以台粳9號及農67號表現較差。

有機栽培對水稻稔實率之影響

由綜合變方分析結果顯示，二期作稔實率在年度間呈極顯著差異，1996年分別較1995及1997年高0.9及9.8%(表一、表二)。耕作法間亦有極顯著差異，化學栽培分別較準有機及純有機栽培高1.1及3.1%(表一、表三)。品種之間亦呈極顯著差異，以台農67號及台中189號表現最優，台中秈10號表現最差(表一、表四)。年度與耕作法間有極顯著交感，1995及1997年均以純有機栽培爲最低，1996年則三種耕作法之稔實率表現相似(表一、表五)。年度與品種間有極顯著交感， 1995及1996年均以台農67號、台中189號、台粳6號及台粳9號表現最優且相似，1997年僅有台農67號及台中189號表現最優(表一、表六)。耕作法與品種之間有極顯著交感，化學栽培以台中189號表現較優，而台中秈10號表現較差；準有機栽培以台中189號及台粳6號表現較優，以台中秈10號表現較差；純有機栽培則以台農67號表現較優，以台中秈10號表現較差(表一、表七)。年度、耕作法與品種間亦有極顯著交感，原因爲1995及1996年均以化學栽培的台中189號表現最優，以準有機栽培的台中秈10號表現爲最差；1997年以化學栽培的台中189號表現最優，以純有機栽培的台中秈10號表現爲最差(表一)。

由綜合變方分析結果顯示，一期作稔實率在年度間呈極顯著差異，1996年分別較1997及1998年高4.4及10%(表八、表九)。耕作法間亦有顯著差異，純有機栽培較化學栽培及準有機栽培高1.2及1.5%(表八、表十)。品種之間亦呈極顯著差異，台中189號表現最優，以台農67、台粳9號及台中秈10號表現最差(表八、表十一)。年度與耕作法間有極顯著交感，1996年以化學栽培爲最低，1997年以準有機栽培爲最低，1998年三種耕作法之稔實率相似(表八、表十二)。年度與品種間有極顯著交感， 1996及1998年均以台粳9號表現最差， 1997年以台中秈10號表現最差(表八、表十三)。耕作法與品種之間亦有極顯著交感，化學栽培及純有機栽培均以台農67號表現最差，準有機栽培以台粳9號表現最差(表八、表十四)。年度、耕作

法與品種間有極顯著交感，原因爲1996年以準有機栽培的台農67號及台粳6號表現最優，以化學栽培之台農67號表現爲最差；1997年以化學栽培的台粳9號表現最優，以準有機栽培的台中秈10號表現爲最差；1998年以準有機栽培之台中189號表現最優，以純有機栽培的台農67號表現爲最差(表八)。

綜合三年六期作之試驗結果顯示，在稔實率方面，二期作準有機及純有機栽培均較化學栽培爲低，但一期作純有機栽培較化學栽培爲高，其原因可能與一期作純有機栽培之水稻穗數較化學栽培爲低有關。二期作水稻純有機栽培，以台農67號表現較優，以台中秈10號表現較差，準有機栽培以台農67號、台中189號及台粳6號表現較優，以台中秈10號表現較差；一期作水稻純有機栽培，以台中189號及台粳6表現較優，以農67號、台粳9號及台中秈10號表現較差，準有機栽培則以台中189號表現較優，台粳9號及台中秈10號表現較差。

有機栽培對水稻千粒重之影響

由綜合變方分析結果顯示，二期作千粒重在年度間呈極顯著差異，1995年分別較1996及1997年高2.2及1.5%(表一、表二)。耕作法間亦有極顯著差異，準有機栽培分別較化學栽培及純有機栽培高0.8及3.6%(表一、表三)。品種之間亦呈極顯著差異，以台粳6號表現最優，而台中189號及台中秈10號表現最差(表一、表四)。年度與耕作法間有極顯著交感，1995年以化學栽培及準有機栽培表現爲最優，以純有機栽培之表現爲最差；1996年則三種耕作法表現相似；1997年以準有機栽培表現爲最優，以化學栽培及純有機栽培之表現爲最差(表一、表五)。年度與品種間有極顯著交感， 1995年以台粳6號表現最優，以台粳9號表現爲最差；1996年以台粳6號表現最優，以台中秈10號表現爲最差；1997年以台農67號表現最優，以台中秈10號表現爲最差(表一、表六)。耕作法與品種之間有極顯著交感，化學栽培與準有機栽培均以台粳6號表現較優，以台中秈10號表現較差；純有機栽培以台農67號表現較優，以台中189號表現較差(表一、表七)。年度、耕作法與品種間亦有極顯著交感，原因爲1995年以化學栽培的台粳6號表現最優，以純有機栽培的台粳9號表現爲最差；1996年以準有機栽培的台粳9號表現最優，以純有機栽培的台中189號表現爲最差；1997年以純有機栽培的台農67號表現最優，以純有機栽培的台中189號表現爲最差(表一)。

由綜合變方分析結果顯示，一期作千粒重在年度間呈極顯著差異，1998年之千粒重較1996及1997年高0.8及1.2%(表八、表九)。耕作法間亦有極顯著差異，準有機栽培較化學栽培及純有機栽培高2.9及2.0%(表八、表十)。品種之間亦呈極顯著差異，以台粳6號表現最優，以台農67及台中189號表現最差(表八、表十一)。年度與耕作法間有顯著交感，1996及1998年均以準有機栽培表現爲最優，以化學栽培及純有機栽培表現爲最差，1997年三種耕作法表現相似(表八、表十二)。年度與品種間有極顯著交感，1996年以台粳6號及台中秈10號之表現爲最優，以台中189號之表現爲最差；1997年以台粳6號及台粳9號之表現爲最優，以台中189號表現最差；1998年則五種參試品種表現相似(表八、表十三)。耕作法與品種之間亦有極顯著交感，化學栽培以台農67號及台中189號表現最差，準有機栽培以台中189號表現最差，純有機栽培以台農67號、台中189號及台中秈10號表現最差(表八、表十四)。年度、耕作法與品種間有極顯著交感，原因爲1996年以準有機栽培的台粳6號表現最優，以純有機

栽培之台中189號表現爲最差；1997年以純有機栽培的台粳6號表現最優，以純有機栽培的台中籼10號表現爲最差；1998年以準有機栽培之台中189號表現最優，以純有機栽培的台農67號及台中籼10號表現爲最差(表八)。

綜合三年六期作之試驗結果顯示，在千粒重方面，二期作以準有機栽培爲最高，純有機栽培較化學栽培爲低；一期作仍以準有機栽培爲最高，純有機栽培與化學栽培相似。二期作水稻準有機栽培，以台粳6號表現較優，以台中籼10號表現較差，二期作水稻純有機栽培，以台農67號表現較優，以台中189號表現較差；一期作水稻準有機及純有機栽培，均以台粳6號表現較優，以台中189號表現較差。

有機栽培對稻穀容重量之影響

由綜合變方分析結果顯示，二期作稻穀容重量在年度間呈極顯著差異，1996年分別較1995及1997年高2.6及5.0%(表一、表二)。耕作法間亦有極顯著差異，化學栽培分別較準有機及純有機栽培高2.1及2.2%(表一、表三)。品種之間亦呈極顯著差異，以台農67號、台中189號及台粳9號表現最優，以台中籼10號表現最差(表一、表四)。年度與耕作法間有極顯著交感，1995年以準有機栽培表現爲最差，1996年則以準有機及純有機栽培表現爲最差， 1997年以純有機栽培之表現爲最差(表一、表五)。年度與品種間有顯著交感，1995年以台粳9號表現最優，以台粳9號表現爲最差；1996年以台中籼10號表現爲最差；1997年以台農67號表現最優，以台中籼10號表現爲最差(表一、表六)。耕作法與品種之間則無顯著交感 (表一)。年度、耕作法與品種間亦有極顯著交感，原因爲1995年以化學栽培的台粳9號表現最優，以準有機栽培的台中籼10號表現爲最差；1996年以化學栽培的台農67號及台中189號表現最優，以準有機栽培的台中籼10號表現爲最差；1997年以化學栽培的台農67號表現最優，以純有機栽培的台籼10號表現爲最差(表一)。

由綜合變方分析結果顯示，一期作稻穀容重量在年度間呈極顯著差異，1996年較1997及1998年一期作高3.4及1.4%(表八、表九)。耕作法間亦有極顯著差異，準有機栽培較化學栽培及純有機栽培高1.4及0.7%(表八、表十)。品種之間亦呈極顯著差異，以台農67號、台中189號及台粳9號表現最優，以台中籼10號表現最差(表八、表十一)。年度與耕作法間有極顯著交感， 1996年以準有機及純有機栽培表現爲最優，以以化學栽培表現爲最差；1997年三種耕作法表現相似；1998年以化學栽培之表現爲最優，以純有機栽培表現爲最差(表八、表十二)。年度與品種間有極顯著交感， 1996年以台農67號及台中189號之表現爲最優，1997年以台粳9號表現爲最優，1998年則一台粳9號、台農67號及台中189號表現爲最優(表八、表十三)。耕作法與品種之間則無顯著交感(表八)。年度、耕作法與品種間有極顯著交感，原因爲1996年以準有機栽培的台中189號表現最優，以化學栽培之台中籼10號表現爲最差；1997年以準有機栽培的台農67號表現最優，以準有機栽培的台中籼10號表現爲最差；1998年以化學栽培之台農67號表現最優，以純有機栽培的台中籼10號表現爲最差(表八)。

綜合三年六期作之試驗結果顯示，在稻穀容重量方面，二期作準有機及純有機栽培，均顯著低於化學栽培，但一期作準有機及純有機栽培，則顯著高於化學栽培。兩期作水稻準有機及純有機栽培，均以台農67號、台中189號及台粳9號表現較優，以台中籼10號表現較差。

有機栽培對水稻產量之影響

由綜合變方分析結果顯示，二期作產量，不論在耕作法間、年度間、品種間或三者之交感，均呈極顯著差異(表一)。1997年分別較1995及1996年高10.3及7.9%(表二)。在耕作法間化學栽培分別較準有機及純有機栽培高4.0及6.4%(表三)。品種間以台中秈10號的表現最優，以台粳9號表現最差(表四)。年度與耕作法間，則是1995年三種耕作法無顯著差異，但1996及1997年化學栽培均顯著高於純有機栽培(表五)。年度與品種間則是1995及1996年均以台中秈10號的表現最優，但1997年則以台農67號及台粳6號表現最優(表六)。耕作法與品種之間，則是台粳9號與台中秈10號之化學栽培均顯著高於純有機栽培，台農67號、台中189號及台粳6號三種耕作法間並無顯著差異(表七)。年度、耕作法與品種間亦有極顯著交感，原因爲1995年以準有機栽培的台中秈10號表現最優，以化學栽培的台農67號表現爲最差；1996年以化學栽培的台中秈10號表現最優，以純有機栽培的台粳9號表現爲最差；1997年以化學栽培之台中秈10號表現最優，以純有機栽培的台中秈10號表現爲最差(表一)。

由綜合變方分析結果顯示，一期作產量在年度間呈極顯著差異，1996年分別較1997及1998年高20.7及31.7%(表八、表九)。耕作法間之產量差異則不顯著(表八)。品種之間亦呈極顯著差異，台農67號、台中189號、台粳6號及台中秈10號的表現相似，以台粳9號的表現最差(表八、表十一)。年度與耕作法間有極顯著交感， 1996年以純有機栽培表現最優；1997年以化學栽培表現最優；1998年以準有機栽培表現最優 (表八、表十二)。年度與品種間有極顯著交感， 1996一期作五個參試品種表現相似，1997及1998年一期作均以台粳9號表現最差(表八、表十三)。耕作法與品種之間有顯著交感，化學栽培及純有機栽培均以台粳9號的表現爲最差，準有機栽培五個參試品種表現相似(表八、表十四)。年度、耕作法與品種間亦有極顯著交感，原因爲1996年以純有機栽培的台中189號及化學栽培之台中秈10號表現最優，以化學栽培及準有機栽培之台粳9號表現爲最差；1997年以化學栽培的台粳6號表現最優，以純有機栽培的台粳9號表現爲最差；1998年以準有機栽培之台中189號表現最優，以純有機栽培的台粳9號表現爲最差(表八)。

綜合三年六期作試驗結果顯示，使用菜籽粕做爲有機質肥料，無論準有機或純有機栽培，二期作水稻產量均低於化學栽培，造成準有機栽培產量降低的原因，爲一穗粒數及稔實率較低，造成純有機栽培產量降低的原因，爲稔實率及千粒重較低所致；一期作水稻準有機及純有機栽培之產量與化學栽培有相同之水準，雖然準有機及純有機栽培之穗數顯著較化學栽培爲低，但準有機栽培具有較高的千粒重，純有機栽培則具有較高的一穗粒數及稔實率，產量構成因素之間構成互補作用。二期作水稻準有機及純有機栽培，均以台農67號、台中189號、台粳6號及台中秈10號的產量表現最優，但整體評估仍以台中秈10號及台農67號，因具有較高的穗數，表現最優，一期作仍以台農67號、台中189號、台粳6號及台中秈10號的產量表現最優，台農67號及台中189號因具有較高的穗數，因此產量表現較優，台粳6號則具有較高的一穗粒數及千粒重，產量表現較好，台中秈10號則具有較高的一穗粒數，產量表現亦較優。無論準有機或純有機栽培，兩期作均以台粳9號之產量表現爲最差。

Meelu [11]指出，每公頃以12 tons的廄肥與80 kg的氮肥混合施用，可以得到最高的水稻產量。在印度，Naidu [13]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 [14]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爲優，原因爲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。本試驗使用之有機質肥料爲未腐熟之菜籽粕，試驗結果顯示，無論準有機或純有機栽培，產量仍無法突破化學栽培之產量，其原因是否與肥料施用種類，或是與施肥量及肥料施用時期有關，仍有待進一步探討。

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. 王啓柱 1994 從土壤有機質維護與保持性犁耕論持久性農業經營 科學農業 42:194-218。
3. 吳炳奇、郭金條、侯福分 1997 台南地區水稻有機栽培 p.20-32 台中區農業改良場(編) 有機農業科技成果研討會專刊。
4. 洪巧珍、黃振聲 1993 性費洛蒙在蟲害管理之應用 p.171-186 台中區農業改良場(編) 永續農業研討會專集。
5. 高穗生 1993 害蟲之微生物防治 p.201-210 台中區農業改良場(編) 永續農業研討會專集。
6. 孫明賢 1992 台灣永續農業的永續發展。中華農學會報 新 160:1-6。
7. 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。
8. 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.
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. 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.
11. Meelu, O. P. and R. S. Rekhi. 1981. Mung straw management and nitrogen economy in rice culture. Int. Rice Res. Newsl. 6.
12. Munakata, B. 1976. Effect of temperature and light on the reproductive growth and ripening of rice. p.187-210. *In*: IRRI (*ed*). Climate and Rice. Manila, Philippines.
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 of organic matter on rice production. p.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. Su, K. C. 1987. Evolution of rice-based cropping pattern in Taiwan. p.37-47. *In:* C. Sung and D. J. Liu (*eds*.) Paddy Field Diversion and Upland Crop Production. Special Pub. No.7 of Taichung DAIS .
17. Venkateswarlu, B., B. S. Vergara. and R. M. Visperas. 1987. Influence of photosynthetically active radiation on grain desity of rice. Crop Sci. 27:1210-1214.

Effects of Organic Farming on the Growth of Rice[1]

Jiann-Feng Lee[2], Yung-Wu Chen[2] and Shih-Shiung Chen[3]

ABSTRACT

Field experiments were conducted during the first and second crops from 1995 to 1998 to investigate the effects of intermediate and organic farmings on the growth of five rice cultivars, *i.e.*, Tainung 67, Taichung 189, Tai Keng 6, and Tai Keng 9 of Japonica type, and Taichung Sen 10 of Indica type. Three kinds of farming (conventional: chemical fertilizers and pesticides; intermediate: half of chemical fertilizers and pesticides, half of organic fertilizers; organic: organic fertilizers) were compared in field experiment. In organic farming plot, rapeseed meal was used as source of organic fertilizers. Experimental results revealed that intermediate and organic farming had lower grain yield than that of conventional farming in the second crop. Since intermediate farming had lower kernels per panicle and seed setting, and organic farming had lower seed setting and 1000-kernel weight than that of conventional farming. The intermediate and organic farming showed no significant difference in grain yield as compared with that of conventional farming in the first crop. Taichung Sen 10 and Tainung 67 showed better yield responded to intermediate and organic farming in the second crop. Taichung Sen 10 and Tainung 67 showed higher panicle number than others. Tainung 67, Taichung 189, Tai Keng 6 and Taichung Sen 10 showed better yield responded to intermediate and organic farming in the first crop. Tainung 67 and Taichung 189 showed higher panicle number, Tai Keng 6 showed higher kernels per panicle and 1000-kernel weight, while Taichung Sen 10 showed higher kernels per panicle than others. Tai Keng 9 showed lower yield responded to intermediate and organic farming in both the first and second crops.

Key words: rice (*Oryza sativa* L.), organic farming, intermediate organic farming.

---

[1] Contribution No. 0488 from Taichung DAIS.

[2] Assistant Agronomist and Head of Taichung DAIS.

[3] Professor of Department of Agriculture, National Chung Hsin University.