

有機農耕法與慣行農耕法對作物品質、病蟲害與雜草控制之影響

戴順發 陳東鐘 黃賢喜²

S.F.Tai T.C.Chen & S.S.Huang

摘 要

爲探討在本省栽培環境之下，實施有機農法對作物品質、病蟲害及雜草控制影響，於1988年夏作起在高雄縣旗山鎮砂岩及粘板岩混合沖積土設置有機農耕法長期試驗田。本試驗採兩種輪作系統，以兩年六作爲一輪（輪作 I：田菁—甘藍—甜玉米—水稻—毛豆或矮性菜豆—甜玉米；輪作 II：田菁—甜玉米—毛豆—水稻—蘿蔔—毛豆），各系統分設有機農耕法、慣行農耕法及折衷農耕法等三種處理，各處理面積爲0.1公頃，共0.6公頃。前四年（二輪）12期作物，所獲結果摘述如下：

有機農耕法之農產品品質比慣行農法略優，如甘藍、蘿蔔與毛豆之口味，甜玉米之甜度及第一輪迴稻米之完整米粒等均比慣行農法稍佳，但產品外觀除輪作 I 秋作毛豆外，均較慣行農法爲差。

供試作物在有機農法管理之下，主要病蟲害之爲害率除蔬菜類之病害稍輕微及第二輪迴春作甜玉米採用穀殼覆蓋，使媒紋病及葉斑病之發生較折衷及慣行農法延緩，且減輕罹病程度外，其他作物病蟲害爲害程度均較慣行農法嚴重；折衷農法病蟲害發生程度除1989年秋作毛豆銹病稍重外，其他則介於兩者之間。惟各作物除蔬菜類之蚜蟲偶有嚴重發生外，其他尚不致造成無法控制之程度。

有機農法雜草之發生遠比慣行農法嚴重，於田間雜草發生高峰期之雜草發生數約爲慣行農法之2.7~3.9倍，折衷農法則約爲其1.2~2.3倍。而有機農法作物種植後覆蓋材料之選擇，以稻殼覆蓋對雜草控制效果似較稻草爲佳。又由雜草數調查顯示，連續旱作雜草數有上升之現象，而水稻後作之田間雜草數有逐漸減少傾向，且兩輪作系統之三種農耕法均有相同之趨勢。

由本試驗之結果可知，除產品外觀外有機農法對作物品質具有增進作用，但其病蟲害與雜草防治若侷限於非農藥防治技術，則有控制效果不理想情形發生，仍需輔以最低限度而必要之藥劑防治。故折衷農法較有機農法具發展潛力，且可能是將來本省南部推行永續農業之耕作模式。

關鍵詞：輪作系統、不同農耕法、品質、病蟲害、雜草。

1. 本研究承行政院農業委員會經費補助，謹致謝忱。
2. 台灣省高雄區農業改良場助理研究員、助理研究員及研究員。

前 言

近年來本省由於工商業快速發達，農用勞力缺乏且工資高昂，為提高農業經營效率及降低生產成本，農田對石化合成農藥及人工合成化學肥料依賴日益緊密。由於農場經營形態亦日趨企業化，不僅採用大型農機作業並摒棄間作或輪作方式，而且採行栽培單項作物之生產系統以求管理上的方便，祇能達到短期內投資少，報酬高的經濟效益^(11、26)。然而，在此種長期持續情形之下，石化能源蘊藏量有限，且其用途廣泛，一旦此不可再生能源用罄，農業生產恐無法維持目前之高產及經濟利潤。再者，化學合成物之不當過量使用，自然生態系之平衡勢必受到破壞，而間接導致地球生態環境品質的劣化，尤其過量使用化學資材造成土壤性質惡化及水資源之污染，影響農產品之生產與品質，甚而農產品可能殘留不明化學物質而影響人畜健康。此均將導致農業危機問題的發生，有機農耕法之理念遂因應而生^(11、20、28)。

有機農耕法係指講求運用生物科技、自然生態法則，儘量少用或避免使用化學肥料及農藥，而以豆科之綠肥作物在內的輪作制度，並利用農場及農場外廢棄物以及含植物養份元素之礦石等^(10、27)，以覆蓋、輪作制度、機械耕埋或人工等方法防除雜草，利用機械、輪作或間作、忌避或誘殺微生物等生物防治法來防除病蟲為害等綜合技術之運用^(20、26)，以維持地球環境品質、減少污染及保持農業持久生產力之耕作方式^(5、11)。先進國家美、日等國目前已有研究，且有部份農民應用有機農耕法實際從事生產，並有產品上市銷售⁽²⁰⁾。目前國人對有機農耕法之認識尚淺，且各試驗場所亦欠缺系統性之研究，將來在本省推行時，有待解決之問題尚多。因此以目前之農耕技術，如何開發不用化學肥料以維持土壤肥力的技術、不用農藥而能控制病蟲害及雜草的技術，均有待進一步探究。

本研究基於上述理念，為探討長期實施有機農耕法，對農作物產量、病蟲害、品質、雜草發生與栽培效益之影響，期能找出永續農業未來在本省推展時所遭遇到的部份問題，並謀求解決之道。黃等⁽¹⁴⁾對兩種輪作制度下之不同農耕管理法對作物產量及其經濟效益之比較已予探討，本篇報告係針對作物品質、病蟲害及雜草控制加以比較，以作為評估有機農業在本省實施可行性之參考。

材料及方法

本試驗於民國77年7月開始，設置於高雄區農業改良場旗南分場(高雄縣旗山鎮)試驗田，試區土壤屬粘板岩與砂頁岩混合沖積土，其土壤性質如表1。田間採裂區設計，二種輪作制度(主區)及三種農耕法(副區)相組合為六種處理，不設重複，每處理面積為0.1公頃，全試區面積共0.6公頃。輪作系統採兩年一輪，本試驗進行四年兩輪，共種植12期作物(77年夏作~81年春作)詳見表2。農耕法分為慣行農耕法、有機農耕法

及折衷農耕法等三種處理，分述如下：

表 1. 試區土壤性質

Table 1. Soil properties of tested field.

Parent material	Texture	PH	Organic	Total	Avail.P	C.E.C	Exchangeable		
		value	matter	N	(Bray NO.1)		K	Ca	Mg
			—%—	—%—	—mg/kg—		—c mol/kg—		
Sandstone shale and slate mixture alluvial soil	SiL	6.6	2.34	0.15	96	8.10	0.22	5.31	0.81

表 2. 輪作系統及其所栽培之作物

Table 2. Cropping systems and crops used in experiment.

Rotation	1988(1990) ⁽¹⁾		1989(1991)			1990(1992)
System	Summer	Autumn	Spring	Summer	Autumn	Spring
R. I	Green ⁽²⁾ manure	Cabbage ⁽³⁾	Sweet corn	Paddy rice	Beans ⁽⁴⁾	Sweet corn
R. II	Green ⁽²⁾ manure	Sweet corn	Beans	Paddy rice	Radish	Beans

(1) Second rotation cycle.

(2) Planted Tsuno-kusa nemu(*Sesbania roxburgii*).

(3) Cabbage intercropped with legume in organic farming plot.

(4) Since the scheduled vegetable soybean grew poorly in 1991, bush beans were replanted.

(1)慣行農耕法：依現行各作物的肥料推薦量施用化學肥料（如表 3），氮肥使用尿素或硫酸銨，磷肥使用過磷酸鈣，而鉀肥使用氯化鉀。磷肥全量作基肥，氮肥及鉀肥依作物種類而留部份施用量供作追肥。於作物生長期中依照「植物保護手冊」推薦施用殺草劑、殺蟲劑及殺菌劑等農藥。各期作物殘體均留置田內埋入土壤中。

(2)有機農耕法：作物生長吸收所需養分以腐熟堆肥及生物肥料代替化學肥料。假設堆肥所含氮素與磷素全量在生長季中可礦化50%，各期作物所需施用堆肥量即依此項假設，而換算為慣行法所用氮、磷推薦量。例如豬糞堆肥全氮含量為1.8%，種植甜玉

米化學氮肥推薦用量每公頃為180公斤氮素，即堆肥用量每公頃為20噸，並計算含磷量，不足部份由磷礦石粉或含磷量高之腐熟雞糞供應。作物種植後土表以之覆蓋材料分別為：第一輪（前二年）為稻草，第二輪（後二年）為穀殼，雜草以人工去除。為利用生物性固氮及土壤養分，豆科作物接種根瘤菌及菌根菌，而其他作物接種菌根菌（4、9、16）。採用非化學農藥防治病蟲方法，包括以寄生蜂、性費洛蒙及商品蘇力菌防治害蟲（3、7、17、30、31）。各期作殘體留置在田內埋入土壤中。

表 3. 各種作物施肥量

Table 3. Rates of N, P_2O_5 and K_2O applied to crops.

Crops	N	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O
Sweet corn	178	56	60
Vegetable soybean	60	72	60
Cabbage	200	32	70
Radish	150	100	108
Rice	120	40	60

(3)折衷農耕法：基於有機農耕法以單用廐肥供作物生長，可能導致主要養分元素不足⁽²⁷⁾，使用少量化學肥料補充作物生長，及少量農藥防治病蟲害之原則下⁽¹⁰⁾，設置本耕作方法。肥料用量依耕作方法①所用化學肥料量之半量，及②有機農法所用有機廐肥量之一半，其中有機堆肥全量及部分化學肥料作基肥用，其餘化學肥料包括氮、鉀，供作追肥用。生育期中視需要儘量減少農藥施用量，其餘田間管理同有機農耕法。

至於其他栽培管理方法，悉按現行農業試驗研究推薦方法實施之。作物之選擇以適合於高屏地區各生長季節而較具經濟價值之作物為主，並顧及雜草控制，病蟲害與土壤肥力需要，而將水稻及綠肥作物置入輪作系統之中，予以觀察，以期達到生態上平衡，生活上諧調及生產上合理之境界。調查項目及方法如下：

(1)作物品質：本試驗供試作物之農產品質測定，除水稻收穫後以日曬法調製成含水率約13%之穀粒後，委請台中區農業改良場米質試驗室檢定外，其他作物採外觀評鑑（甜玉米增加一項測定含糖度）與食味品評等兩方面進行。食味品評乃將不同處理之農產品予以蒸或煮熟後，以男、女各6人進行感官品評（Panel test），品評項目包括香氣、甜味、口味（或風味）、質地、色澤及總評等項目，且依各農產品特性不同選擇4~5項加以評分。

(2)病蟲害調查：於作物成熟期為之。成熟期則配合收穫調查，視作物栽培方法（旱式做畦或水田式栽培）而定，逢機取4點取樣點面積約10平方公尺，分別調查病蟲之為害

率及爲害程度較重之病蟲種類做爲主要病蟲害。病害率(%)及蟲害率(%)之評估方法爲：病害率(或蟲害率) = 罹病(蟲害)株數 / 調查株數 × 100%。

(3)雜草調查：於生育中期爲之。每處理逢機取10點，以50×50公分=0.25平方公尺之木框進行取樣點內之雜草數調查，以比較不同農耕法及輪作制度對雜草之控制效果，並評估稻草及穀殼做爲覆蓋材料之效果。

結果與討論

一、不同農耕法對作物農產品質之影響

各期作物之農產品外觀及品質分析平均結果分述如下(表4、5、6、7)：

甜玉米：依據第一輪作系四次春作及第二輪作系二次秋作之測定項目之平均數據

表 4. 不同農耕法旱作類作物農產品質之外觀與食味品評測定比較

Table 4. Comparison of appearance and panel test by using different farming types for some upland crops.

Crops	Rotation system	Crop season	Farming method	Appearance	Brix	Panel test				
						Aroma	Sweet	Flavor	Color	Total
Sweet corn	R. I	Spring (2)	CF*	6.62	14.7	6.84	6.88	7.06	—	7.02
			IF	6.83	15.3	6.69	7.04	6.99	—	6.93
			OF	6.57	16.1	7.02	7.24	7.21	—	7.18
	R. II	Autumn (1)	CF	7.29	14.2	6.77	6.81	6.88	—	7.38
			IF	7.30	15.6	6.63	6.87	6.99	—	7.58
			OF	7.07	16.5	6.93	7.34	6.77	—	7.64
	R. I	Autumn (1)	CF	7.20	—	7.00	6.92	6.67	6.50	6.67
			IF	7.43	—	7.02	6.92	6.75	6.67	6.75
			OF	7.42	—	7.15	7.08	6.83	6.52	6.60
Vegetable bean	R. II	Spring (2)	CF	7.66	—	6.98	7.20	7.30	7.71	7.63
			IF	7.34	—	7.00	7.17	7.23	7.30	7.39
			OF	7.19	—	7.35	7.57	7.55	6.85	7.44
	R. I	Autumn	CF	7.89	—	6.93	6.86	7.36	7.04	7.16
			IF	7.46	—	6.95	6.80	6.76	6.87	6.86
			OF	6.32	—	7.03	6.94	6.53	6.78	6.80
	R. II	Spring (2)	CF	7.89	—	6.93	6.86	7.36	7.04	7.16
			IF	7.46	—	6.95	6.80	6.76	6.87	6.86
			OF	6.32	—	7.03	6.94	6.53	6.78	6.80

(1)、(2) The average of 2 and 4 crops season, respectively.

* CF:Coventional farming; IF:Intermediate farming; OF:Organic farming.

顯示，秋作之外觀品質比春作略優，但食味品評之期作間差異不明顯。比較三種農耕法之農產品品質可知，有機農法之果實外觀比慣行或折衷農法之產品稍差，而折衷與慣行農法頗為相近。糖度高低表現依序為有機農法>折衷農法>慣行農法，且春秋兩作表現趨一致。食味品評項目方面，不論春或秋作之有機農法亦稍優於折衷及慣行農法。

豆類（毛豆及矮性菜豆）：由四次春作及二次秋作之各測定項目的平均數據顯示，外觀方面除第一輪作系統之秋作毛豆，有機農法稍優於慣行農法外，春作毛豆及矮性菜豆均以慣行農法之產品外觀最佳，有機農法產品較差，而折衷農法居中。食味品評方面，除煮熟後之色澤及總評項目以慣行農法表現較優外，其他項目如香氣、甜味及口味等，不論春作或秋作有機農法均稍優於折衷或慣行農法。

蔬菜類（甘藍及蘿蔔）：兩種蔬菜所測定結果，慣行農法之產品外觀（形狀及大小）均比有機農法為佳，折衷農法居中。但食味品評項目，均以有機農法略優於慣行農法，折衷農法居次，尤其甘藍之口味及質地與蘿蔔口味等較易鑑別項目，差異較明顯。

表 5. 不同農耕法蔬菜類作物農產品質之外觀與食味品評比較。

Table 5. Comparison of appearance and panel test by using different farming types for some vegetables.

Crops	Rotation system	Crop season	Farming method	Apperance	panel test				
					Sweet	Flavor	Texture	Color	Total
Cabbage	R. I	Autumn ⁽¹⁾	CF*	7.67	6.70	7.14	6.55	—	6.94
			IF	7.40	7.01	7.08	6.72	—	7.28
			OF	6.92	7.31	7.40	7.18	—	7.55
			CF	7.74	6.93	6.52	6.64	—	6.79
Radish	R. II	Autumn ⁽¹⁾	IF	7.18	6.77	6.74	6.53	—	6.61
			OF	7.08	6.82	7.29	6.83	—	7.11

(1) The average of 2 crops season.

* Same as table 4.

水稻：由四作夏作之米質分析結果顯示，除第一輪迴有機農法之完整米粒高於折衷及慣行農法外，其餘測定項目則不易分辨。可能與第一輪迴種植高雄142號，第二輪迴種植改種台梗5號品種有關。

綜合上所述，有機農法之農產品質比慣行農法略優，尤其蔬菜類較為明顯，包括甘藍與蘿蔔之風味，甜玉米之甜度，毛豆之口味及稻米之完整米粒等。但產品外觀反較慣行農法為差，其餘測定項目則不分上下，有待以後繼續加以測定比較。

表 6. 不同農耕法管理之稻米理化性質比較。

Table 6. Grain quality by using different farming types for paddy rice
(var. Kaoshiung 142 in 1989 and var. Tai-keng 5 in 1991).

Year and crop season	Farming method	Brown rie	Total rice %	Head rice	Size	Shape	Translucency
Rotation I							
1989 Summer	CF*	80.2**	69.6	58.1	S	B	4.0
	IF	77.8	68.0	58.8	S	B	4.0
	OF	79.0	70.0	63.2	S	B	4.0
1991 Summer	CF	82.2	73.4	67.6	S	B	3.5
	IF	81.4	73.4	66.3	S	B	3.5
	OF	80.6	72.2	65.8	S	B	3.5
Rotation II							
1989 Summer	CF	79.4	70.0	60.0	S	B	4.0
	IF	79.0	70.0	62.5	S	B	4.0
	OF	79.6	70.8	64.5	S	B	4.0
1991 Summer	CF	80.6	70.7	59.0	S	B	3.5
	IF	80.3	71.5	62.8	S	B	3.5
	OF	80.6	71.9	65.5	S	B	3.5

* Same as table 4.

** Analyzed by rice quality laboratory, at Taichung DAIS.

Size divided into 6 classes : VL>7.5, L=7.06~7.5, ML=6.61~7.059,

M=6.101~6.609, MS=5.51~6.10, S≤5.51.

Shape divided into 3 classes : S≥3, 1=2.01~2.99, B≤2.

Translucency divided into 6 classes : 0~5.

White center divided into 6 classes : 0~5.

White belly divided into 6 classes : 0~5.

Gel temperature divided into 4 classes : H<HI I.L.

Gel consistency divided into 3 classes : H.M.S.

表 6. 不同農耕法管理之稻米理化性質比較(續前表)。

Table 6. Comparison of grain quality in different farming types for paddy Rice (Continued).

Year and crop season	Farming method	White center	White belly	Gel temperature	Amylose content (%)	Crude protein content (%)	Gel consistency (mm)
Rotation I							
1989 Summer	CF*	2	0	I/L	14.2	7.80	71/S
	IF	2	0	I/L	14.1	7.49	75/S
	OF	2	0	I/L	14.0	7.50	70/S
1991 Summer	CF	2	0	L	17.9	6.99	56/S
	IF	2	0	L	18.0	6.90	47/M
	OF	2	0	L	18.3	7.15	56/S
Rotation II							
1989 Summer	CF	2	0	I/L	14.2	7.44	74/S
	IF	2	0	I/L	14.2	7.27	72/S
	OF	2	0	I/L	14.0	7.46	71/S
1991 Summer	CF	2	0	L	17.9	7.10	55/S
	IF	2	0	L	18.2	6.59	53/S
	OF	2	0	L	18.7	6.90	50/M

* Same as table 4.

二、不同輪作系統與農耕法之病蟲害發生比較

本試驗所採用各種作物在有機或折衷農法下之病蟲害發生與慣行農法比較可知(表8, 9, 及10)：

甜玉米：四次春作中，主要之病害如媒紋病(Turcicum leaf blight)及葉斑病(Maydis leaf blight)等之發生各農法均有愈烈之趨勢，但隨後二作捨稻草改以穀殼覆蓋，有機農法病害之發生由前二作較慣行農法嚴重，轉為較慣行農法為輕或延緩發生；主要蟲害如玉米螟(Asian corn borer)及斜紋夜盜蟲(Cotton cutworm)等之發生各農法亦有趨重之傾向，且有機農法均比慣行農法嚴重；秋作二作之病蟲害發生較同年之春作嚴重且有機農法亦較慣行農法為重。又折衷農法之病蟲害發生無論春或秋作，均與慣行農法較接近。

豆類(毛豆及矮性菜豆)：主要病害如銹病(Rust)、白絹病(Southern blight)及主要蟲害如根潛蠅及斜紋夜盜蟲(Cotton cutworm)等，除1989秋作毛豆

表 7. 不同農耕法之米飯食味品味比較。

Table 7. Comparison of pelatanility evaluation of cooked rice by using different farming types for paddy rice.

Year and crop season	Farming method	Apperance	Aroma	Flavor	Stickness	Hardness	Total
Rotation I							
1989 Summer	CF*	0.143**	0	0.143	0.286	0.571	0.143
	IF	0.286	-0.143	0.286	0.429	-0.286	0.571
	OF	0.143	0	0.286	0.429	-0.286	0.429
1991 Summer	CF	0	0	0.375	0.250	-0.375	0.375
	IF	0	0	-0.167	-0.167	0.500	-0.167
	OF	-0.125	-0.125	0	-0.125	0.125	0
Rotation II							
1989 Summer	CF	0.286	0	0	0	-0.143	-0.143
	IF	0.429	0	0	0.143	0.143	0
	OF	0.429	0.143	0.429	0.286	0.143	0.286
1991 Summer	CF	0	-0.167	0	-0.167	-0.167	0
	IF	0	-0.167	0	-0.167	-0.167	0
	OF	-0.125	-0.125	0	0	0.125	0.125

* Same as table 4.

** Analyzed by rice quality laboratory at Taichrng DAIS.

表 8. 第 I 輪系統各作物在不同農耕法下之病蟲害發生比較。

Table 8. The rate of pest infestation at maturing stage of crops in Rotation I.

Cycle NO.	Year	season	Crops	Disease infestation			Insect infestation		
				CF*	IF	OF	CF	IF	OF
				----- (%) -----					
Cycle 1.	1988	Summer	Green manure	—	—	—	—	—	—
		Autumn	Cabbage	37.0	27.5 ⁺	7.5	2.5	10.0	65.3
	1989	Spring	Sweet corn	7.0	11.0	26.6	3.1	5.2	35.0
		Summer	Paddy rice	18.8	32.5	45.4	22.8	43.2	58.6
		Autumn	Vegetable soybean	1.5	56.3	6.1	4.2	19.8	38.5
	1990	Spring	Sweet corn	16.8	24.6	56.8	8.5	12.6	31.2
Cycle 2.	1990	Summer	Green manure	—	—	—	—	—	—
		Autumn	Cabbage	18.0	21.5	11.0	14.0	13.5	40.5
	1991	Spring	Sweet corn	80.5	100.0	64.0	37.5	70.0	78.0
		Summer	Paddy rice	63.2	35.1	40.7	28.7	15.0	38.8
		Autumn	Bush beans	14.2	28.6	82.4	8.5	12.2	28.8
	1992	Spring	Sweet corn	100.0	80.4	70.6	66.5	89.0	90.5

* Same as table 4.

折衷農法之銹病特別嚴重外，不論春作或秋作有機農法均比慣行農法為嚴重。折衷農法之病蟲害控制效果則有時達到慣行農法之水準，有時則否。

蔬菜類：甘藍秋作二作中主要病害如黑腐病（Soft rot）及菌核病（Sclerotinia drop），在有機農法下發生均較輕微，但主要蟲害如蚜蟲（Aphid）及菜心螟（Cabbage webworm）等有機農法遠比慣行農法嚴重，尤其初期蚜蟲之發生嚴重而影響以後之生育，為造成有機農法大幅減產原因之一；折衷農法之病蟲害發生則與慣行農法相若。蘿蔔秋作二作中，主要病害如黑腐病在有機農法下發生較慣行農法輕微，但蟲害如蚜蟲及斜紋夜盜蟲之發生則較為嚴重。折衷農法對病蟲害之控制效果與慣行農法相近。本試驗中十字花科之主要蟲害小菜蛾幾乎不發生，此可能與甘藍在田菁後作及蘿蔔於水稻後作而減少小菜蛾之危害有關，有待進一步觀察。

水稻：四次夏作中，主要病害如白葉枯病（Bacterial leaf blight）及紋枯病（Sheath blight）之發生，兩輪作系統第一輪迴所採用水稻品種為高雄142號，其有機農法之平均罹病率較慣行農法為重，但第二輪迴採用台稈5號品種則呈相反之趨勢，尤其第二輪作系之第二輪迴毛豆後作之慣行農法試區，於水稻抽穗後發生白葉枯病最為嚴重而顯著減產，其原因可能前作種植毛豆有關，因同年同期第一輪作系統之水

表 9. 第II輪作系統各作物在不同農耕法下之病蟲害發生比較。

Table 9. The rates of pest infestation at maturing stage of crops in Rotation II.

Cycle NO.	Year	season	Crops	Disease infestation			Insect infestation		
				CF*	IF	OF	CF	IF	OF
				----- (%) -----					
Cycle 1.	1988	Summer	Green manure	—	—	—	—	—	—
		Autumn	Sweet corn	72.9	87.2	90.1	21.8	25.3	32.3
	1989	Spring	Vegetable soybean	6.1	4.4	16.2	16.3	22.4	100.0
		Summer	Paddy rice	12.2	28.3	37.8	19.9	30.7	68.5
		Autumn	Radish	6.0	2.2	3.1	2.3	5.5	32.0
	1990	Spring	Vegetable soybean	6.0	11.2	21.6	11.4	18.6	42.2
Cycle 2.	1990	Summer	Green manure	—	—	—	—	—	—
		Autumn	Sweet corn	92.3	93.0	85.0	25.0	40.0	55.0
	1991	Spring	Vegetable soybean	48.8	84.2	95.0	38.0	62.5	75.0
		Summer	Paddy rice	100.0	80.5	68.9	10.0	13.8	21.3
		Autumn	Radish	15.6	6.0	2.0	36.0	47.6	100.0
	1992	Spring	Vegetable soybean	16.3	10.0	11.3	27.5	56.0	65.0

* Same as table 4.

稻前作甜玉米，則感病較輕而呈相反的結果，此亦有待下回輪迴中繼續加以觀察之。由於作物之輪作對病蟲害之防治管理上扮演重要角色，且能部份控制移動性高的昆蟲與病菌孢子之傳播效果，以及寄主或媒介昆蟲對作物的選擇性等均為造成罹病程度之差異所在⁽²⁹⁾。據台中區農業改良場試驗指出⁽²¹⁾，水稻與玉米輪作可以減少1.6~3.5%主要病害（如稻熱病、白葉枯病、紋枯病及胡麻葉枯病）的發生率，其結果與本試驗有類似的結果。至於水稻蟲害方面，主要之蟲害有縱捲葉蟲（Rice leaf roller）、褐飛蝨（Brown planthopper）及稻心蠅（Whorl maggot）等均以有機農法之平均危害率較高，折衷農法居次。

綜觀各作物以有機農法管理下，蟲害之危害程度雖比慣行農法為嚴重，但除偶有嚴重發生（如甘藍及蘿蔔之蚜蟲）外，其他作物尚不致達無法控制之程度。病害的發生除秋作甘藍與蘿蔔之有機農耕法比慣行農法輕微外，其他作物各期作則有不同程度為害而較為嚴重。故病蟲害危害程度亦受不同農耕法管理、栽培季節及作物種類之影響而有極大差異。

表 10. 各作物發生之主要病蟲害名稱.

Table 10. The major pest infestation of each crop.

Crops	disease	insects
Sweet corn	Turcicum leaf blight	Asian corn borer
	Maydis leaf blight	Cotton cutworm
Beans	Rust	Root miner
	Southern blight	Cotton cutworm
Cabbage	Soft rot	Aphid
	Sclerotinia drop	Cabbage webworm
Radish	Soft rot	Aphid
		Cotton cutworm
Paddy rice	Bacterial leaf blight	Rice leaf roller
	Sheath blight	Brown planthopper
		Whorl maggot

三不同輪作系統與農耕法對雜草發生之影響

調查本試驗各作物在三種農耕法下之雜草數可知（表11，12及13）：

甜玉米：四次春作中，因兩輪作系統第二輪迴起捨稻草改以穀殼覆蓋使有機農法之雜草數顯著減少，而不論春作或秋作均隨輪作之推移而有雜草數少之現象，但平均而言，春作或秋作甜玉米之雜草數，有機及折衷農法約為慣行農法之3.5倍及1.6倍。

表 11. 不同農耕法第 I 輪作系統之各作物雜草發生數比較。
Table 11. The occurrence frequency of weeds by using different farming methods in Rotation I .

Cycle NO.	Year	season	Crops	CF*	IF	OF
				(NO./m ²)		
Cycle 1.	1988	Summer	Green manure	—	—	—
		Autumn	Cabbage	92	103	318
	1989	Spring	Sweet corn	110	240	394
		Summer	Paddy rice	50	45	115
	1990	Autumn	Vegetable soybean	76	105	263
		Spring	Sweet corn	266	394	1,044
Cycle 2.	1990	Summer	Green manure	—	—	—
		Autumn	Cabbage	73	118	208
	1991	Spring	Sweet corn	58	155	241
		Summer	Paddy rice	4	16	31
	1992	Autumn	Bush beans	54	97	198
		Spring	Sweet corn	64	110	263

* Same as table 4.

豆類（毛豆及矮性菜豆）：四次春作中，毛豆亦因第二輪迴採穀殼覆蓋使有機農法之雜草數減少，但平均雜草數，春或秋作豆類之有機及折衷農法亦為慣行農法之3.7倍及2.1倍。甘藍：因第二輪迴秋作改以穀殼覆蓋使有機農法之雜草數較第一輪迴少，但平均雜草數有機及折衷農法為慣行農法之3.2倍及1.3倍。

蘿蔔：秋作蘿蔔第二輪迴之雜草數較第一輪迴為少，但平均雜草數，有機及折衷農法之雜草數約為慣行農法之3.2及1.4倍。水稻：雜草數之發生比其他作物來得少，但就平均雜草數而言，有機及折衷農法之雜草數約為慣行農法之3.1倍及1.2倍。

比較兩輪作系統內各期作物之雜草數獲知，三種農耕法均有隨輪作之推移，而雜草發生數略減少之現象，且雜草發生多寡依序為有機、折衷及慣行農法。又由本試驗雜草數調查顯示，連續旱作雜草數有提升之現象，而水稻後作之田間雜草數有略減少傾向，且兩輪作系之三種農耕法均有相同之趨勢。

綜合上述結果可知，各期作物在有機農法管理之下之雜草發生遠比慣行農法嚴重，於田間雜草發生高峰期之雜草平均數約為慣行農法之2.7~3.9倍，折衷農法則約為其1.2~2.3倍。有機農法之作物種植後覆蓋材料之選擇，以稻殼覆蓋對雜草控制效果比稻草為佳。

表 12. 不同農耕法第II輪作系之各作物雜草發生數比較。

Table 12. The occurrence frequency of weeds by using different farming methods in Rotation II.

Cycle NO.	Year	season	Crops	CF*	IF	OF
				(NO./m ²)		
Cycle 1.	1988	Summer	Green manure	—	—	—
		Autumn	Sweet corn	106	195	336
	1989	Spring	Vegetable soybean	206	462	923
		Summer	Paddy rice	43	50	135
		Autumn	Radish	85	124	295
	1990	Spring	Vegetable soybean	202	476	534
Cycle 2.	1990	Summer	Green manure	—	—	—
		Autumn	Sweet corn	91	189	252
	1991	Spring	Vegetable soybean	81	134	371
		Summer	Paddy rice	4	8	33
		Autumn	Radish	93	117	279
	1992	Spring	Vegetable soybean	109	306	467

* Same as table 4.

有機農法講求應用現有之耕作技術及非農藥防治法。由本試驗之雜草與病蟲害調查結果獲知，經由輪作及作物種植後覆蓋材料之選擇可抑制雜草之發生及減輕或避開部分病蟲之危害，也可達到作物生產之目的⁽¹⁴⁾，但與慣行農法比較相距仍遠。最近作物病蟲害非農藥防治技術正值突飛猛進之際，諸如應用補植蟎防治葉蟎⁽⁶⁾；性費洛蒙防治甘藷之蟻象⁽¹³⁾；引誘劑防治東方果實蠅⁽¹⁸⁾；黃色黏板防治斑潛蠅⁽¹⁾；*Diadegma semiclausum*、*Diadroms collaris*及*Cotesia pluteellae*防治小菜蛾⁽³²⁾；生菌根菌防治土傳病害⁽¹⁵⁾；合成植物營養液CH 100管理蔬菜種苗，減少菲菜銹病、胡瓜白粉病及馬鈴薯軟腐病之罹病程度，並使蕃茄之紅蜘蛛、花椰菜之台灣紋白蝶(青蟲)及甜椒之茶細蟎，呈現忌避反應⁽¹²⁾，絲瓜抗病根結防治苦瓜萎凋病⁽⁸⁾；交互保護法及馬鈴薯無病毒種苗防治植物病毒病害^(2、19)，以及糖醋液與木醋液等於水稻、葡萄及楊桃行有機栽培時之病蟲害防治^(23、24、25)，均展現其試驗成果。將來若能實際應用於作物生產上，並輔以抗病、抗蟲品種之育成，對有機農業之推行將大有助益。

黃等⁽¹⁴⁾針對兩種輪作制度下之不同農耕法管理對作物產量及其經濟效益比較後指出，有機農法之肥料使用若僅限於有機質及微生物肥料，則有作物養分供給不足之情形發生；另就經濟效益而言，第一輪作系統優於第二輪作系統；又將來推行時，有機農法農產品價格需較慣行農法高且有合理利潤，才易為農民所接受。本試驗之結果顯示有機農法之病蟲害與雜草防治，若侷限於非農藥防治技術，則控制效果遠不如慣行農法，導致農產品外觀遠遜於一般農民採用之慣行農法所生產者，雖然食味較優，恐難被消費大眾接受。而折衷過去四年之試驗結果顯示，不論在作物產量、經濟效益、品質、病蟲害及雜草控制效果與慣行農法極為相近，可能為將來永續農業推行時所應採取且易為生產者接受之耕作模式。

表 13. 不同農耕法之各作物平均雜草發生數比較
Table 13. Comparison of the average occurrence frequency of weeds for crops by using different farmig methods.

Crops	Rotation system	CF*	IF	OF
		----- (NO./m ²) -----	-----	-----
Sweet corn	R. I ⁽²⁾	125(100)	225(180) ⁽³⁾	486(388) ⁽³⁾
	R. II ⁽¹⁾	99(100)	142(143)	294(297)
Vegetable soybean	R. I ⁽¹⁾	65(100)	101(155)	231(355)
	R. II ⁽²⁾	150(100)	345(230)	574(383)
Cabbage	R. I ⁽¹⁾	83(100)	111(134)	263(317)
Raddish	R. II ⁽¹⁾	89(100)	121(136)	287(323)
Paddy rice	R. I ⁽¹⁾	27(100)	31(115)	73(270)
	R. II ⁽¹⁾	24(100)	29(121)	84(350)

(1)、(2) The average of 2,4 crops season, respectively.

(3) Increase or decrease percentage in IF or OF over CF No. of weeds.

* Same as table 4.

誌 謝

本研究由行政院農業委員會經費補助，計畫執行期間承國立中興大學王教授銀波、

趙教授震慶及與花蓮區農業改良場黃場長山內等技術指導，謹此致謝。

參考文獻

1. 王清玲、林鳳琪·1992·黃色黏板在斑潛蠅防治上之應用·P.99-104·病蟲害非農藥防治技術研討會刊·陳秋男等主編，中華植物保護學會編印·
2. 王惠亮、蔡錫東、邱人璋·1992·交互保護法在臺灣植物病毒病害防治之應用·P.317-324·病蟲害非農藥防治技術研討會刊·陳秋男等主編，中華植物保護學會編印
3. 王朝輝、陳金福·1963·玉米螟之發生及防治研究·玉米研究中心研究彙報2:41-52·
4. 王銀波·1989·有機肥料在有機農業應用之範疇·P.99-103·有機農業·台中區農業改良場特刊16號·謝順景、謝慶芳主編，台中區農業改良場編印·
5. 王銀波、黃山內、黃賢喜、黃伯恩、謝元德、陳淑貞·1990·考察日本有機農業生產技術及產銷系統·出國考察報告書P.1-40·
6. 何倚琛、羅幹成·1992·葉蟬之生物防治·P.15-30·病蟲害非農藥防治技術研討會刊·陳秋男等主編，中華植物保護學會編印·
7. 邱瑞珍·1985·玉米螟生物防治問題之探討·台灣農業21:71-78·
8. 林益昇、宋曉清、黃家興·1992·利用絲瓜抗病根砧防治苦瓜萎凋病·P.251-258·病蟲害非農藥防治技術研討會刊·陳秋男等主編，中華植物保護學會編印·
9. 高德錚·1984·接種有效根瘤菌對大豆及後作玉米產量與土壤肥力之影響·台中區農業改良場研究彙報9:57-67·
10. 洪崑煌、王銀波·1987·有機農業·P.229-237·新興科技在台灣農業運用之可能性及其影響·農委會刊印·
11. 黃山內·1989·有機農業之發展及其重要性·P.21-29·有機農業·台中區農業改良場特刊16號·謝順景、謝慶芳主編，台中區農業改良場編印·
12. 黃振文·1992·利用合成植物營養液管理蔬菜種苗病蟲害·P.221-232·病蟲害非農藥防治技術研討會刊·陳秋男等主編，中華植物保護學會編印·
13. 黃振聲、洪巧珍·1992·利用性費洛蒙防治甘藷蟻象·P.81-94·病蟲害非農藥防治技術研討會刊·陳秋男等主編，中華植物保護學會編印·
14. 黃賢喜、戴順發、陳東鐘·1993·不同輪作系統與農耕法對作物產量及生產效益之影響·高雄區農業改良場研究彙報5(1):1-15·
15. 程永雄、莊明富、杜金池·1992·內生菌根菌對作物土傳病害之防治效應·P.209-220·病蟲害非農藥防治技術研討會刊·陳秋男等主編，中華植物保護學會編印·
16. 楊秋忠、趙震慶、張永輝·1986·台灣酸性土壤接種菌根菌及施用磷礦石粉對玉米生長之影響·中華農學會報新136:15-24·

- 17.鄭允·1989·昆蟲性費洛蒙的田間應用·P.157-181·有機農業·台中區農業改良場特刊16號·謝順景、謝慶芳主編，台中區農業改良場編印·
- 18.劉玉章·1992·利用引誘劑防治東方果實蠅·P.95-98·病蟲害非農藥防治技術研討會刊·陳秋男等主編，中華植物保護學會編印·
- 19.廬耀村、林俊義、許芳源·1992·馬鈴薯無病毒種源之培育與應用·P.325-343.病蟲害非農藥防治技術研討會刊·陳秋男等主編，中華植物保護學會編印·
- 20.謝順景·1989·歐美國家有機農業·P.31-50·有機農業·台中區農業改良場特刊16號·謝順景、謝慶芳主編，台中區農業改良場編印·
- 21.謝順景·1992·台灣永續性農業之研究推廣與展望·中華農學會報160:13-29·
- 22.謝順景、謝慶芳、林景和、徐國男·1992·長期施用家畜禽排泄物堆肥對土壤及作物之影響·P.179-194·農業資材對環境之影響研討會論文集，台灣大學編印·
- 23.謝慶芳、白坤山·1993·草屯有機米栽培法·P.157-160·永續農業研討會專集·黃秀華等主編，台中區農業改良場編印·
- 24.謝慶芳、徐國男、劉金錢·1993·黑糖微生物液製造與糖醋液在有機楊桃使用效果之研究·P.141-148·永續農業研討會專集·黃秀華等主編，台中區農業改良場編印·
- 25.謝慶芳、賴茂勝·1993·大村有機葡萄栽培法·P.149-156·永續農業研討會專集·黃秀華等主編，台中區農業改良場編印·
- 26.蘇楠榮·1992·參加自然農法研習團赴日訪問報告書P.1-9·
- 27.Hargrove, W. L. (ed). 1982. Proceedings of the mini-symposium on legume cover crops for conservation tillage production systems. Athens, GA. Univ. of Georgia Apec.Pub.19.cited from 3.
- 28.Harwood, R. R. 1984. Organic Farming Research at Rodale Research Center. ASA Special publication NO. 46, P.1-8.
- 29.Lockeretz, W.G., Shearer, D.H. Kohl and R.W.Klepper.1984.Organic Farming: Current Technology and Its Role in a Sustainable Agriculture. ASA Special Publication No.46, P.37-49.
- 30.Su.K.C.1987. Evolution of rice-based cropping patterns in Taiwan. P. 37-47. In Sung-Ching Hsieh and Dah-Jian Liu ed. Paddy Field Diversion and Upland Crop Production. Taichung DAIS. Special Publication No.7.
- 31.Tabashnik, B.E., N. Finson, J.N. Schwartz, M.A. Capria and M.W. Johnson. 1992.Diamondback moth resistance to *Bacillus thuringiensis* in Hawaia. P. 175-183 In N. S. Talekar ed. Diamondback Moth and Other Crucifer pests: proceedings of the Second International Workshop, Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Taiwan.

32. Talekar, N. S. and J. S. Yang. 1992. Can Diamondback Moth in Taiwan be Controlled without Insecticides ? Proceeding of a Symposium for Nonpesticide Methods to Control of Insects and Disease. Special Publication P.175-185.