有機農業之意義及有關試驗之檢討

王銀波[1] 趙震慶[2]

摘要：有機農業之定義寬嚴界定因人而異，主要在倡導自然界物質之循環利用，維護生態環境，節省能源，減少污染及土地之永續利用，生產安全健康的農產品。基於此種觀點，在本省中、南部設置相關試區，測試有機農法理念在台灣地區進行之可能性，包括利用輪作，間作，生物防治及微生物肥料於耕作中。

綜合目前試驗成果顯示，有機農耕法作物產量漸與慣行法相近，或略爲增產。產品風味佳但外形與色澤差。病蟲害與雜草量仍高於慣行農耕法。使用大量廄肥而改善土壤理化性質，增進土壤微生物活性，但造成部份元素聚積。台茶12號於有機農法下之產量優於慣行農法。共榮作物相互間作有利亦有害。發展農家自製堆肥有助有機農業之發展。爲發展台灣有機農業或折衷式有機農業以滿足多元消費者與生產者之需，本報告建議今後重要發展方向。

關鍵字：有機農業，田間管理，土壤。

一、有機農業

在美國新興農業科技背景資料裡，Liebhardt與Harward認爲有機耕種法係指儘量少用或避免使用化學肥料及農業藥劑，而配合豆科植物在內之綠肥作物輪作制度，農場與農場外廢棄物以及含植物養分之礦物元素之岩石等之利用，以維持農業生產之耕種方式[1,2,3]。日本方面岡田茂吉1935年提倡自然農法主張完全不使用化學肥料、人糞尿、防治病蟲害之化學藥劑或其他化學物質，而採用天然有機物以培養健康之土壤，以生產健康之作物，同時利用生態平衡之原理以防治病蟲害[4]。岡田論文認爲火水土三原素爲農作物生育原動力，使日照良好，充分供給水分，栽培在淨土上，確實可達到至今所無的大成果。基本理念爲順應自然，尊重自然，自然農法之原理爲發揮土壤之偉大力量[5]。

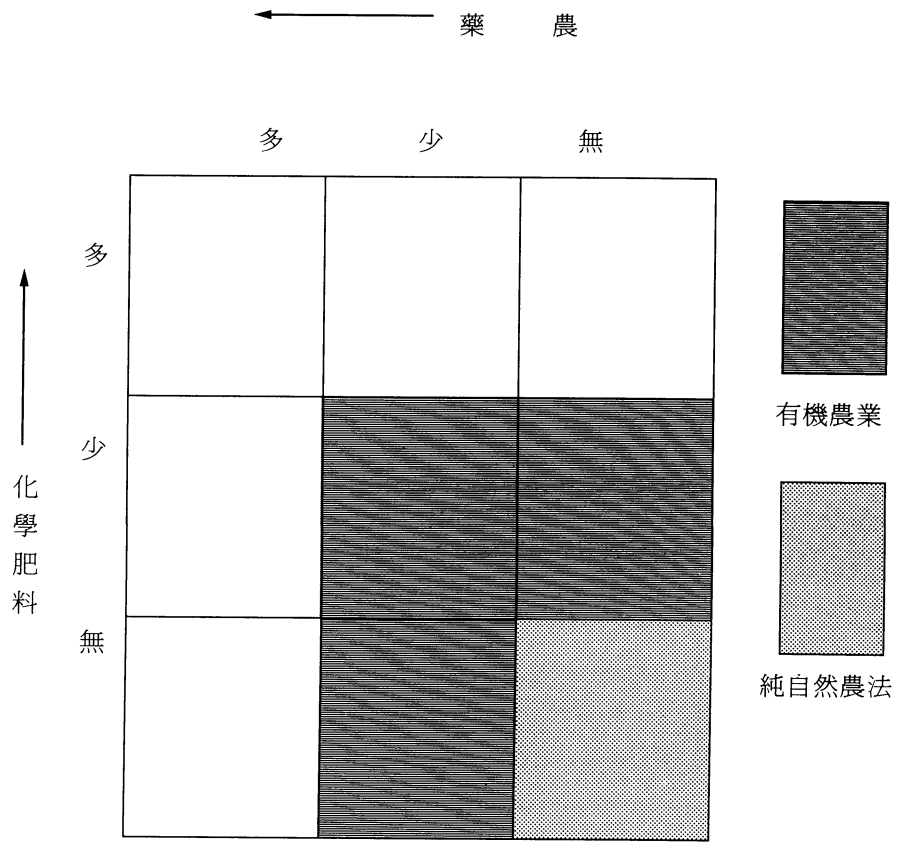
事實上類似有機農業的說法非常多，各自有不同之立場與觀點，因此對此種農耕法之稱呼亦不一樣。一般而言，下列名稱是我們較常看到的[6-9]：

有機農業 (organic farming)
自然農業 (natural farming)
再生農業 (regenerative agriculture)
低投入農業 (low input agriculture)
永續農業 (sustainable agriculture)
低投入永續農業 (low input sustainable agriculture)

[1] 國立中興大學土壤環境科學系教授
[2] 國立大學土壤環境科學系副教授

替代農業 (alternative agriculture)
生物動態農業 (bio-dynamic agriculture)
生物農業 (biological agriculture)
再生農業 (renewable agriculture)
有機生物性農業 (organic bio-agriculture)
野生農業 (wild farming)
綜合農業 (holistic farming)
低資源農業 (low resource farming)
生態型農業 (ecological farming)
農業生態性農業 (agro-ecological farming)
綜合農耕法 (integrated farming)

有機農業之定義寬嚴界定因人而異，自完全自然放任的生態平衡農業耕作方式至不施用化學肥料及農業藥劑或有限度使用化學肥料與農業藥劑的農業耕作方式，主要在倡導自然界物質之循環利用，維護生態，節省能源，減少污染，土地之永續利用，生產安全健康的農產品，可與宗教、生態保護、農藥受害、地力維持、祈求安全食品者相結合發展。



圖一 有機農業範圍界定

二、本省有機農業之試驗

1974年日本一樂照雄[10]主持之有機農業研究會(現在改名爲日本有機農業研究會)憂慮近代(化學)農法所有的各種缺點，尤其是地力減退與農藥害，在其研究會規約第一條規定「探求不致環境破壞，可維持與培養地力，生產健康且味道良好食物的農法」。簡單而言，與許多前面的農法一樣，需要一個簡潔的名詞，故如用美國Rodale的有機農法(Organic Farming)[11]這名詞，含有對現代(化學)農法—這種非常不自然過份無機化的反語，希望把它拉回到本來自然界應有的農業姿態[12]。

自1986年洪崑煌與王銀波[1]之美國新興科技有機農業之評估後，農委會開始推動有機農業可行性技術之研究[8]，經二年籌備，在1988 年進行綜合性之有機農法觀察研究，包含了相關技術如(1)有機農業爲前提之作物輪、間作系統 (2)有機肥培之技術問題及經濟效益 (3) 無農藥之植物保護技術 (4)有益土壤微生物之利用等等。

中興大學土壤系與高雄、台南兩區農業改良場合作，1988年在旗山與鹿草兩地設置長期觀察區，以比較傳統農法與有機農法，又現實上沒有那麼多之有機肥料可滿足全台施行有機農法，且美國有機耕種法亦允許使用少量之化學肥料與農業藥劑，爲確保產量而避免品質受影響增一折衷農法(即有限度使用農藥與化學肥料)，參予試驗。探討在不同輪作系統之地力變化，養分收支，微生物消長，雜草與病蟲害狀況、收穫物之產量與品質，經濟效益等之差異情形。有機農業雖以維持與增進地力爲主，但爲不用或少用農藥所帶來的雜草與病蟲害問題，輪作制度之選擇至爲重要，因此除了設置兩個輪作制度去滿足地力維持、雜草與病蟲害之減少等等。有機農法區尙包括病蟲害生物防治如蘇力菌，性荷爾蒙之利用，天然胺基酸甲硫胺酸(Methionine)之施用，作物殘體、綠肥作物及微生物肥料如固氮菌、菌根菌、溶磷菌之應用等。

由於部份農民之需求與研究者之重視，此種觀察試驗先後增設於大村鄉(台中區農業改良場)台東鎭(台東區農業改良場)吉安鄉(花蓮區農業改良場)。並觀測特種作物及園藝作物如葡萄(台中區農業改良場)茶葉(茶葉改良場)等。另外則有共榮、忌避作物之探討(台中區農業改良場)等，其成果刊登於83年度土壤肥料試驗研究成果報告(下) 內，現僅以旗山區爲例，配合其他試驗成果介紹。在旗山區之輪作系統如表一：

表一、輪作系統
Table 1. Cropping systems and crops used in experiment.

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

[1.] Planted Tsuno-Kusa nemu(*Sesbania roxburgii*).
[2.] Cabbage intercropped with legume in organic farming plot.

黃等[13]及林[14]報導有機農法之產量受作物種類與種植季節之影響大，一些需氮肥量高而生育期較短的作物如甘藍與蘿蔔等，在秋作以有機農法管理之下，其產量表現均不儘理想，分別比慣行農法減產10.8%～29.1%，12.3～42.6%及5.5～6.9%之間；但有機農法春作甜玉米之表現優異，較慣行農法增產4.5～26.2%之間(表二、三)。另一些需氮肥較少的作物如毛豆及矮性菜豆，於水稻後作以有機農法較優。夏作水稻有機農法於前二輪迴顯著減產，但第三輪迴時則與慣行農法相近，至於折衷農法之各作物產量互有增減。

表二、不同農耕法對第Ⅰ輪作系統之各作物產量影響之比較

Table 2. Comparison of crop yield under different farming methods in rotation Ⅰ.

Cycle NO.	Year	Crop Season	Crops	CF[1]	IF	OF	LSD 5%
				(t/ha)			
Cycle 1.	1988	Summer	Green manure	19.53	19.53	19.53	—
		Autumn	Cabbage	81.08	82.24(+1.4)[2]	61.60(-24.0)	4.00
	1989	Spring	Sweet corn	10.52	9.84(-6.5)	11.43(+8.7)	1.52
		Summer	Paddy rice	4.89	4.79(-2.0)	4.02(-17.8)	0.36
		Autumn	Vegetable soybean	6.26	6.81(+8.8)	7.24(+15.7)	0.61
	1990	Spring	Sweet corn	7.87	8.39(+6.6)	8.22(+4.5)	0.84
Cycle 2.		Summer	Green manure	26.38	25.00(-5.2)	26.88(+1.9)	1.23
		Autumn	Cabbage	70.94	67.92(-4.3)	63.25(-10.8)	3.67
	1991	Spring	Sweet corn	10.62	11.07(+4.2)	11.13(+4.8)	1.91
		Summer	Paddy rice	6.58	5.45(-17.1)	5.27(-19.9)	0.43
		Autumn	Processing bean	8.54	9.08(+6.3)	8.73(+2.2)	0.66
	1992	Spring	Sweet corn	7.07	8.30(+17.4)	8.92(+26.2)	0.64
Cycle 3.		Summer	Green manure	36.63	34.63(-5.5)	41.37(+12.9)	1.46
		Autumn	Cabbage	64.72	56.39(-12.9)	45.91(-29.1)	4.02
	1993	Spring	Sweet corn	9.40	10.20(+8.5)	10.25(+9.0)	0.37
		Summer	Paddy rice	6.72	6.67(-0.7)	6.78(+0.2)	0.18
		Autumn	Vegetable soybean	7.26	7.68(+5.7)	9.68(+33.3)	0.26
	1994	Spring	Sweet corn	9.85	10.23(+3.9)	10.64(+8.0)	0.23

1. CF: Conventional farming; IF: Intermediate farming; OF: Organic farming

2. Increased or decreased percentage of yield in IF or OF over CF.

3. Cited from S.S. Huang et al., 1995.

表三、不同農耕法對第II輪作系統之各作物產量影響之比較

Table 3. Comparison of crop yield under different farming methods in rotation II.

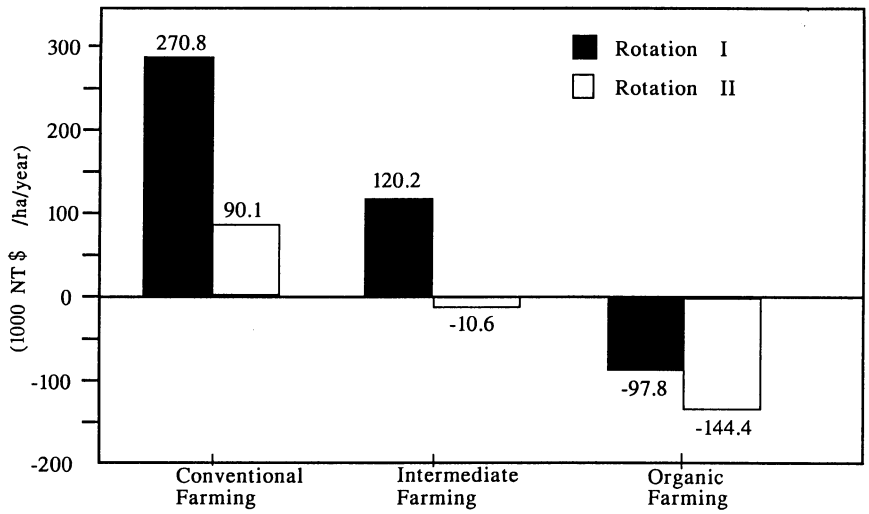
Cycle NO.	Year	Crop Season	Crops	CF[1]	IF	OF	LSD 5%
				(t/ha)			
Cycle 1.	1988	Summer	Green manure	19.53	19.53	19.53	—
		Autumn	Sweet corn	11.70	12.47(+6.2)[2]	11.06(- 5.5)	1.52
	1989	Spring	Vegetable soybean	5.68	5.89(+3.7)	5.08(-10.5)	0.51
		Summer	Paddy rice	5.69	5.07(-11.0)	4.69(-17.9)	0.51
		Autumn	Radish	29.01	23.78(-18.0)	25.47(-12.3)	0.91
	1990	Spring	Vegetable soybean	7.19	7.42(+3.2)	7.36(+ 2.4)	0.48
Cycle 2.		Summer	Green manure	25.00	22.88(-8.5)	21.75(-13.0)	1.68
		Autumn	Sweet corn	10.13	9.96(-1.8)	9.43(- 6.9)	0.96
	1991	Spring	Vegetable soybean	6.61	6.26(-6.3)	6.17(- 6.7)	0.46
		Summer	Paddy rice	4.77	5.23(+9.6)	5.02(+ 5.3)	1.64
		Autumn	Radish	29.14	26.42(- 9.3)	24.63(-15.5)	0.87
	1992	Spring	Vegetable soybean	6.99	6.97(- 0.3)	6.75(- 3.5)	1.01
Cycle 3.		Summer	Green manure	37.62	33.62(-10.6)	42.00(+11.6)	1.56
		Autumn	Sweet corn	8.89	8.49(- 4.5)	8.38(- 5.7)	0.13
	1993	Spring	Vegetable soybean	6.09	5.13(-15.8)	5.10(-16.3)	0.15
		Summer	Paddy rice	7.13	6.73(- 5.7)	6.99(- 2.0)	0.14
		Autumn	Radish	37.09	25.45(-31.4)	21.29(-42.6)	0.71
	1994	Spring	Vegetable soybean	6.98	6.85(- 1.9)	6.56(- 6.0)	0.20

[1,2,3.] Same as table 2.

黃等[13]又指出病蟲害對作物之危害程度亦受不同農耕法，栽培季節及作物種類之影響而差異大。供試作物在有機農法管理之下，主要蟲害之危害率，比慣行農法高出約2倍以上(表四、五)，春植者比秋植者稍重，蔬菜類又比農藝作物類(水稻、甜玉米及毛豆)嚴重，惟各作物除偶有嚴重發生外，其他尚不致達無法控制之程度。又重要病害之發生，農藝作物類之有機農法亦比慣行農法嚴重，但蔬菜類反而有機農法較輕微。各期作在有機農法管理之下之雜草發生遠比慣行農法爲多(表六)，於田間雜草發生高峰期雜草數爲慣行農法之1.5～3.6倍，折衷農法則爲期1.2～2.0倍。至於農產品質方面，一般言之，有機農法之農產品質比慣行農法略優，如甘藍、蘿蔔與毛豆之口味，甜玉米之甜度及稻米之完整米粒等(表七、八)，均比慣行農法表現稍佳，但產品外觀較慣行農法爲差，其餘測定項目則不易分辨。

比較有機農法與慣行農法之生產成本結構(圖二)，前者之肥料及人工遠高於後者，造成有機

農法總生產成本偏高2.0～4.2倍，且使兩輪作系統之平均年收益均爲負值。



圖二、不同輪作系統與農耕法之生產效益比較

Fig.2. Comparison of production profit by using different farming under two rotation system. (引用自黃等,1995)

表四、第Ⅰ輪作系統之各作物不同在農耕法下病蟲害發生比較

Table 4. The infection rates of disease and insect at maturing stage of crops in rotation Ⅰ.

Cycle NO.	Year	Crop Season	Crops	Disease infection			Insect infection		
				CF[1]	IF	OF	CF[1]	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.		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	Processing bean	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
Cycle 3.		Summer	Green manure	—	—	—	—	—	—
		Autumn	Cabbage	45.0	47.5	37.5	27.5	32.0	30.0
	1993	Spring	Sweet corn	16.4	18.7	24.3	100.0	100.0	98.3
		Summer	Paddy rice	14.6	24.3	26.5	11.5	13.2	16.4
		Autumn	Vegetable soybean	97.4	95.3	64.7	79.4	89.6	100.0
	1994	Spring	Sweet corn	100.0	100.0	92.7	100.0	100.0	80.3

1. Same as table 2.

表五、第II輪作系統之各作物不同在農耕法下病蟲害發生比較

Table 5. The infection rates of disease and insect at maturing stage of crops in rotation II.

Cycle NO.	Year	Crop Season	Crops	Disease infection CF[1]	IF	OF	Insect infection CF[1]	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.		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
Cycle 3.		Summer	Green manure	—	—	—	—	—	—
		Autumn	Sweet corn	15.0	35.0	35.0	87.5	77.5	67.5
	1993	Spring	Vegetable soybean	4.0	7.5	12.0	4.2	11.5	24.0
		Summer	Paddy rice	11.2	15.6	21.4	9.1	12.6	14.9
		Autumn	Radish	14.3	2.4	5.1	100.0	100.0	100.0
	1994	Spring	Vegetable soybean	0.0	0.0	2.5	12.5	15.0	42.5

1. Same as table 2.

表六、不同農耕法下之各作物平均雜草發生數比較

Table 6. Comparsion of the occurence frequency in average weeds for crops under different farming method.

Crops	Rotation system	CF*	IF NO./m^2	OF
Sweet	R. I(2)	109(100)	187(172)(3)	361(331)(3)
corn	R. II(1)	159(100)	194(122)	242(152)
Vegetable	R. I(1)	68(100)	96(141)	139(204)
soybean	R. II(2)	157(100)	310(197)	459(292)
Cabbage	R. I(1)	136(100)	215(158)	251(251)
Raddish	R. II(1)	203(100)	386(190)	734(362)
Paddish	R. I(1)	21(100)	30(143)	64(305)
rice	R. II(1)	18(100)	24(133)	76(317)

(1),(2). The average of 3 ,6 crops season, respectively.

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

* Same as table 2.

表七、不同農耕法下旱作類作物農產品質之外觀與食味品評測定比較

Table 7. Comparsion of appearance and panel test under different farming methods for some upland crops.

Crops	Rotation system	Crop season	Farming method	Appearance	Brix	Panel test				
						Aroma	Sweet-ness	Flavor	Color	Total
Sweet corn	R. I	Spring [2]	C F [3]	6.80	14.8	6.83	6.91	7.09	—	7.06
			I F	6.99	15.4	6.74	7.12	7.07	—	7.01
			O F	6.72	16.1	7.01	7.31	7.25	—	7.25
	R. II	Autumn[1]	C F	7.46	14.1	6.79	6.94	6.93	—	7.26
			I F	7.30	15.5	6.72	7.05	7.08	—	7.45
			O F	7.11	16.2	6.96	7.40	6.97	—	7.53
Vegetable soybean	R. I	Autumn[1]	C F	7.25	—	6.91	6.95	6.71	6.74	6.77
			I F	7.36	—	6.95	6.89	6.79	6.73	6.85
			O F	7.29	—	7.10	6.99	6.93	6.49	6.77
	R. II	Spring [2]	C F	7.61	—	7.03	7.19	7.29	7.62	7.54
			I F	7.37	—	7.05	7.22	7.25	7.31	7.39
			O F	7.28	—	7.37	7.61	7.60	7.00	7.52
Processing bean	R. I	Autumn	C F	7.89	—	6.93	6.86	7.36	7.04	7.16
			I F	7.46	—	6.95	6.80	6.76	6.87	6.86
			O F	6.32	—	7.03	6.94	6.53	6.78	6.80

[1,2]. The average of 3 and 6 crops season, respectively.
[3]. Same as table 2.

表八、不同農耕法下蔬菜類作物農產品質之外觀與食味品評測定比較

Table 8. Comparsion of appearance and panel test under different farming methods for some vegetables.

Crops	Rotation system	Crop season	Farming method	Appearance	Panel test				
					sweet-ness	Flavor	Texture	Color	Total
Cabbage	R. I	Autumn[1]	C F[2]	7.78	6.65	7.10	6.64	—	6.90
			I F	7.53	7.02	7.19	6.86	—	7.27
			O F	6.88	7.41	7.57	7.26	—	7.61
Radish	R. II	Autumn[1] Autumn	C F	6.73	6.86	6.52	6.57	—	6.63
			I F	6.39	6.79	6.87	6.69	—	6.62
			O F	6.54	6.72	7.18	6.74	—	6.90

[1]. The average of 3 crops season.
[2]. Same as table 2.

王等[15]，王與趙[16]測試有機農耕法土壤理化性質在長期施用廐肥下之改變，並與慣行農耕法相對比，結果顯示兩試區土壤總體密度隨種時期增加而漸以OF低於CF，而IF居中。孔隙率與粒團安定度由大而小排列爲OF>IF>CF，均於第三循環時差異顯著(表九)。試驗開始後第二年有機農耕法土壤pH即升至微鹼性直到試驗結束。土壤有機質含量至第一循環結束時均以OF>IF>CF，經六年試驗後土壤有機質含量OF區較CF區增加25%至100%差異顯著。土壤全氮量OF>IF>CF，趨向與土壤有機質相似，僅發生時間較晚。CEC 至第二輪後OF顯著高於CF，而IF 居中差異不顯著(表十)。土壤有效性磷，交換性鉀，鈣，鎂及鹽酸萃取性銅與鋅皆以OF>IF>CF(表十一)，呈現差異或具顯著性差異，視養分種類，地區及輪作系統而有先後之別。

外移食用部份作物含氮量，顯示有機農耕法初期氮量供應不足(表十二)，尤其是快速生長之蔬菜與水稻，然隨時間增加而縮小差異。磷，鉀，鈣，鎂及銅的含量差異不大。作物鋅含量至第五年後OF區顯著高於CF區[16]。

有機農耕法對土壤微生物族群數的增進效應小於對活性之效應，施用有機肥料後之有機農耕法土壤的土壤脫氮作用顯著高於慣行農耕法。大豆根瘤固氮作用與囊叢枝菌根菌孢子密度，有機農耕法高於慣行農耕法，部份採樣期兩種耕作法之間的差異達顯著水平[17]。

對長年作物爲例，桃園埔心及南投鹿谷茶園探討有機、折衷及化學肥培管理方式對茶菁收量、品質、雜草及病蟲害發生、茶園土壤理化性質變化、及耕作成本之影響顯示：茶園有機農法耕作以選擇較爲孤離之茶園爲佳，所使用之品種以台茶十二號較能抵抗蟲害之侵襲、且較耐旱、茶菁收量也較高。若配合機械中耕除草及有機肥之施用攪拌覆土，茶行之間距以1.8公尺左右爲佳，較適合機械化作業。有機農法茶園因有機肥之施用有稍爲提高茶葉品質之趨勢。有機農法茶園要比

表九、作物收穫期表土總體密度，孔隙率及團粒安定度之變化

Table 9. The changes of surface soil bulk density, total porosity and aggregate stability

Sampling time	Rotation system I				Rotation system II			
	CF(1)	IF	OF	LSD 5%	CF(1)	IF	OF	LSD 5%
				Bulk density Mg m^{-3}				
Sep., 89	1.39	1.42	1.37	0.08	1.38	1.42	1.30	0.19
May., 94	1.33	1.29	1.19	0.06	1.32	1.30	1.29	0.08
				Total porosity				
Sep., 89	0.463	0.435	0.460	0.002	0.448	0.430	0.445	0.015
May., 94	0.506	0.520	0.546	0.021	0.496	0.494	0.510	0.025
				Aggregate stability %				
Sep., 89	21.9	24.4	23.9	4.2	19.9	21.4	21.4	3.8
May., 94	23.8	26.8	34.1	2.5	21.3	30.5	32.3	2.6

(1) CF: Conventional farming; IF: Intermediate farming; OF: Organic farming.

表十、收穫期表土pH，有機質與全氮量及陽離子交換能量之變化

Table 10. The changes of surface soil pH, organic matter, cation exchange and total nitrogen sampled at crops harvest.

Sampling time	Rotation system I			Rotation system II			
	CF(1)	IF	OF	CF(1)	IF	OF	
			Soil PH				
			Chishan area				
1988, Oct.	6.9	6.5	6.8	6.4	6.5	6.7	
1994, May.	5.9	7.4	7.3	6.3	7.4	7.2	
		Lutsao area					
1988, Oct.	6.6	—	6.2	5.7	—	6.5	
1994, May.	5.5	7.1	7.3	6.0	7.2	7.6	
			Soil organic matter g Kg^{-1} soil				
			Chishan area				
1988, Oct.	22.9	18.6	23.3	8.3	22.3	23.3	21.8	6.6
1994, May.	21.1	26.1	39.2	4.8	20.8	24.6	35.0	3.2
		Lutsao area						
1988, Oct.	14.1	—	13.1	5.3	14.9	—	17.5	6.5
1994, May.	14.1	18.8	24.2	3.8	15.4	19.3	19.5	1.3
			Soil total nitrogen g N Kg^{-1} soil					
			Chishan area					
1988, Oct.	1.5	1.6	1.7	0.1	1.6	1.7	1.6	0.2
1994, May.	1.2	1.7	2.2	0.3	1.3	1.5	1.8	0.2
			Lutsao area					
1988, Oct.	0.9	—	1.1	0.3	1.0	—	1.0	0.2
1994, May.	0.9	1.1	1.3	0.2	1.0	1.2	1.2	0.1
			CEC cmol Kg^{-1} soil					
			Chishan area					
1988, Oct.	8.00	8.32	9.48	—	7.80	7.93	8.71	—
1994, May.	8.08	8.72	9.78	0.81	9.07	9.44	10.83	0.84
			Lutsao area					
1988, Oct.	9.22	—	10.32	—	9.71	—	10.22	—
1994, May.	10.04	11.17	11.10	1.60	10.65	12.13	12.34	1.51

(1) Same as in Table 9.

表十一、作物收穫期表土有效性磷，交換性鉀與鈣及可萃取性鋅之含量之變化

Table 11. The changes of surface soil available phosphorus exchangeable potassium and calcium, and extractable zinc sampled at crops harvest.

Sampling time	Rotation system I				Rotation system II			
	CF(1)	IF	OF	LSD 5%	CF(1)	IF	OF	LSD 5%
				P mg Kg^{-1} soil				
				Chishan area				
1988, Oct.	105	96	104	17	111	116	86	37
1994, May.	70	93	121	14	71	128	174	11
				Lutsao area				
1988, Oct.	16	—	28	6	28	—	17	8
1994, May.	27	43	74	20	31	45	57	13
				K cmol Kg^{-1} soil				
				Chishan area				
1988, Oct.	0.22	0.27	0.27	0.06	0.24	0.28	0.30	0.06
1994, May.	0.22	0.28	0.46	0.06	0.24	0.40	0.56	0.13
				Lutsao area				
1988, Oct.	0.25	—	0.30	0.03	0.30	—	0.26	0.10
1994, May.	0.28	0.36	0.45	0.12	0.32	0.44	0.48	0.07
				Ca cmol Kg^{-1} soil				
				Chishan area				
1988, Oct.	5.69	5.31	6.60	0.82	4.64	5.25	6.34	0.56
1994, May.	3.42	6.02	8.80	1.15	3.23	5.56	7.85	1.12
				Lutsao area				
1988, Oct.	5.02	—	5.06	1.06	4.52	—	6.03	0.43
1994, May.	3.39	5.35	5.26	1.27	2.91	4.21	4.87	1.90
				Zn mg Kg^{-1} soil				
				Chishan area				
1988, Oct.	9.4	8.7	11.5	2.3	8.5	9.0	10.2	2.1
1994, May.	10.3	19.7	30.6	3.4	8.7	16.6	27.2	2.5
				Lutsao area				
1988, Oct.	6.9	—	7.1	0.1	6.9	—	7.4	1.2
1994, May.	6.1	11.2	17.0	3.8	5.7	8.8	11.0	1.6

(1) Same as in Table 9.

表十二、收穫期作物含氮與鋅量

Table 12. The nitrogen and zinc content of crops at harvest.

Sampling time	Rotation system I				Rotation system II				
	Crops	CF(1)	IF	OF	LSD 5%	Crops	CF(1)	IF	OF	LSD 5%
					N %					
					Chishan area					
1989, Jan.	Cabbage (Leaves)	2.41	1.63	1.61	0.38	Sweet corn (Ears)	1.97	1.70	1.91	0.43
1989, Sep.	Rice (Grain)	1.20	1.12	0.99	0.15	Rice (Grain)	1.13	1.17	0.99	0.04
1993, Sep.	Rice (Grain)	1.04	1.09	1.07	0.22	Rice (Grain)	1.29	1.11	1.18	0.22
1994, Jan.	Vegetable soybean (Pod)	3.88	3.82	3.81	0.16	Rodish (Root)	2.03	2.28	1.94	0.34
					Zn mg Kg^{-1} crop					
					Chishan area					
1989, Jan.	Cabbage (Leaves)	29.39	19.26	19.97	7.26	Sweet corn (Ears)	27.70	26.80	30.49	4.90
1994, May.	Sweet corn (Ears)	40.45	34.06	41.30	14.08	Vegetable soybean (Pod)	25.07	43.05	39.02	12.08

(1) Same as in Table 9.

一般農法茶園每年多二至三次之雜草防治。覆蓋可解決雜草問題，但則不利大量有機肥料之施用(18)。

在石岡鄉及大村鄉進行共榮作物試驗，石岡鄉以甜玉米、馬鈴薯、毛豆爲主作間作其他作物(胡瓜、菜豆、花豆、蔥、白菜、蘿蔔)；大村鄉保持甜玉米、大蒜、毛豆爲主作間作其他作物(矮性菜豆，花生、油菜、花豆、菠菜、胡蘿蔔、萵苣、土白菜、蘿蔔、蔓性菜豆、毛豆等)。毛豆間作紅蘿蔔、甘藍、萵苣均較單作毛豆之毛豆產量爲高，馬鈴薯間作菜豆、花豆、豌豆較單作馬鈴薯爲高，間作不但不使主作產量下降，反而有共榮增產趨勢。但間作不適當作物則有相反效果，使主作產量下降，如大蒜間作紅蘿蔔產量不減而相似外，間作菠菜與花豆則減產(19)。

有機肥效果之試驗，在有機農業或作物施肥計劃內均有所見，但有機堆肥自製造至肥效整套試驗者甚少，雖然製造方面亦有水產廢棄物、農產廢棄物、太空包等堆肥之研究，亦頗有成功之

堆肥之製造(20,21,22)。

三、有機農業將來應該探求之問題

爲發展台灣之有機農業或折衷式有機農業(折衷農業)以滿足多元消費者消費與生產者生產之需要，下列工作必需繼續探索，以闡明其影響。

1.有機肥培之技術及經濟效益

⑴有機資源之利用，尤其是綠肥、作物殘體、有機肥料之直接或醱酵後之施用方法、品質與規格、肥效

⑵有機與折衷栽培時對農作物產量、品質及經濟效益之影響

⑶折衷式栽培時，短期保持相對高產之有機肥料之用量與用法、安全最少用藥之探求

⑷長期施用對土壤肥力及生態環境之影響，有機農法下土壤肥力各因子之診斷標準

2.有機農法爲前提之輪作與間作

⑴適合有機農業品種之篩選，以達抗病蟲害、吸肥力强之目的

⑵作物之季節適應性及作物間共榮、相克

⑶如何輪作以抗病蟲害、消減雜草，固氮以維持地力，不同養水分之利用以維護地力。

3.無農藥病蟲害防治之技術

⑴利用天然產物防治病蟲害技術

⑵利用天敵與生物防治病蟲害技術

⑶克服小農制度下生物防治效果之降低技術

4.有益土壤微生物之利用

⑴固氮菌、菌根菌及溶磷菌之利用與高品化

⑵非共生固氮菌之選拔與研究

⑶複合有益微生物之研究發展

⑷作物殘體在土壤中分解之促進

5.農業廢棄物堆肥化之研究與利用

⑴利用當地主要農產廢棄物之堆肥製造技術

⑵堆肥礦化釋放養分種類、量與實況

⑶礦化養分對影響作物生產因子之影響

6.有機物施用對收穫物品質之影響

⑴對作物品質如糖度、胺基酸含量等之影響

⑵對作物耐貯性，如表皮厚度、硬度，鈣、鉀、矽等含量關係等

⑶硝酸態含量之影響

結　論

國內進行有機農耕法可行性之研究，結果顯示以動物廄肥維持作物生產，於試驗初期數年內，顯示氮肥不足而且產量下降，尤其是生長期短之蔬菜或水田種植之稻米，此種現象尤爲明顯，但

隨栽培期之增長而漸漸削弱。產品風味佳，但產品粗劣，雖用生物防治劑抑制蟲害，但仍高於慣行農耕法。作物病害則視作物種類與季節而異。有機農法雜草率高。土壤理化及生物性質均獲增進，但鈣、鎂與鋅有累積徵象。除植體含氮量在試驗初期因有機肥料供氮能力不足而有機農法所生產之作物偏低外，其後及其他養分均與慣行農耕法相近。茶園進行有機農法以台茶12號爲例略優於慣行農耕法。適當共榮作物有助部份作物產量增加及降低病蟲害。總之，有機農法在目前的條件下，注意肥培與田間管理，在本省是能以有機農法生產食用作物。

參考文獻

1.洪崑煌、王銀波 (1987) 有機農業. 新興科技在台灣農業運用之可行性及其影響. 農委會 228-237

2.National Research Council (1989) Alternative Agriculture , National Academy Press, Washington, D.C. USA.

3. Vogtmann, H.(1984) Organic Farming Current Technology and Its Role in a Sustainable Agriculture. ASA Special Publication No.46 P.37-49.

4.太田保夫 (1989) 日本之有機農業. 謝順景、謝慶芳主編. 有機農業. 台中區農業改良場 51-57

5.自然農法國際研究開發ヤンタ一技術研究部(1987)MOA 自然農法. 農文協

6.黃山內 (1989) 有機農業之發展及其重要性. 謝順景、謝慶芳主編. 有機農業. 台中區農業改良場 21-30

7.謝順景 (1989) 歐美國家之有機農業. 謝順景、謝慶芳主編. 有機農業. 台中區農業改良場 31-49

8.蘇楠榮 (1989) 台灣有機農業之未來展望與研究方向.謝順景、謝慶芳主編. 有機農業. 台中區農業改良場 245-248

9.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

10.一樂照雄 (1974) 有機農法. 人間選書.

11.Harwood, R.R. (1984) Organic Farming Research at Rodale Research Center. A.S.A. Special Publication No46 P.1-18

12.荷見武敬、鈴木博、河野直儀 (1989) 有機農業.家の光協會

13.黃賢喜、蘇俊茂、戴順發、陳東鐘 (1995) 有機農業可行性之研究. 83年度土壤肥料試驗研究成果報告(下) 402-419

14.林滄澤 (1995) 有機農業可行性之研究. 83年度土壤肥料試驗研究成果報告(下) 420-446

15.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.黃秀華、謝順景、陳慶忠主編.永續農業 9-46

16.王銀波、趙震慶 (1995) 有機與化學農法下土壤環境及養分收支之比較. 83年度土壤肥料試驗研究成果報告(下) 491-555

17.趙震慶 (1995) 不同輪作制度下土壤微生物族與活性之比較

18.林木連、施金柯、巫嘉昌、邱進返 (1995) 茶園有機耕作法肥培管理方法之探討. 83年度土壤肥料試驗研究成果報告(下) 460-478

19.王錦堂 (1993) 永續農法之共榮作物栽培. 黃秀華、謝順景、陳慶忠主編. 永續農業 127-140

20.林景和 (1993) 太空包菇類廢渣之農業利用. 黃秀華、謝順景、陳慶忠主編. 永續農業 93-102
21.蔡永皞、施純堅 (1995)水產廢棄物堆肥化之開發與應用. 83年度土壤肥料試驗研究成果報告 (下) 376-388
22.廖乾華 (1995) 利用農產廢棄物製造有機肥料技術之研究. 83年度土壤肥料試驗研究成果報告 (下) 389-401

Organic Farming and Its Experiment in Taiwan

The definitions of organic farming are diversified based on the principles emphasized. In general, organic farming system are a range of technological and management options used on farms striving to reutilize nature resources, protect ecological environment, conserve energy, reduce pollution, maintain soil productivity, and produce safety and healthy crops. Therefore, the practices including crop rotation, intercroping, biological protection, and microbial fertilizers were used to some experimental fields located in the middle and the southern parts of Taiwan, in order to investigate the suitability of the system.

The combined results showed that (1)the yield and qualities of crops in the field under organic system were similar or a little superior, but the apparent exhibition was worse than, and the number of pests diseases and weeds were higher than, those in the fields under conventional system; (2) the physical and chemical properties as well as microbial activities in the soils were improved by applying high dose of composts, however, some elements were also found to be accumulated; (3) both beneficial and harmful effects were found intercroping by various crops. Synergistic crops on intercroping system must be established and (4) encourage farmers to make composts will be good for developing organic farming system.

Some suggestions were described in the papers in developing a sucessful organic farming or an alternative organic farming system in Taiwan to satisfy the needs of consummers and producers.

Key words：Organic farming, Field management, Soil.