

# 有機農法相關技術之研究 I. 共榮作物之利用<sup>1</sup>

王錦堂 黃祥慶 賴惠珍<sup>2</sup>

## 摘 要

本試驗探討幾種主要作物施用有機肥並配合間作物栽培，以選出適宜共榮與有益作物組合。試驗結果顯示，在單作區施用有機肥較化肥處理區平均增產11.3%。施用有機肥間作區比單作區，在各主作物分別為甜玉米增產19.3%，馬鈴薯增產6.5%，毛豆增產36.9%，大蒜增產5%。而施用化學肥料間作區比單作區，各主作物分別為毛豆增產55.4%，大蒜增產7.9%。適宜之共榮作物組合為秋季甜玉米間作毛豆、或矮性菜豆、豌豆、花豆、花生、油菜、蔓性菜豆等。冬季主作馬鈴薯間作花豆、或豌豆、矮性菜豆。春季主作毛豆間作蘿蔔、或萵苣、白菜等。冬季主作大蒜間作胡蘿蔔或菠菜等。試驗結果並顯示間作可顯著提高主作物甜玉米、大蒜之糖度。

**關鍵字：**共榮作物、有機農業、間作。

## 前 言

共榮作物的栽培，據葉佈先、龍岡豐氏<sup>(16)</sup>指出，其方法大致可分為間作法(亦稱併作法)、混作法、擊退法、誘引法等，雖方法有別，作法不同，但各有長處而目標一致，應視各作物之適宜於有機栽培，而適當選擇應用才是。間作法為不同作物栽培於相近株旁處而有助於發育。混作法為組合兩種或以上相互間適當的作物，促進營養吸收互相不影響生長。擊退法為利用有異味的不同作物由近處擊退害蟲。誘引法為種植害蟲喜好的作物於近處，從主作物誘開害蟲之為害等。

有機農法<sup>(1)</sup>除了大量使用不同有機質材<sup>(2,7,11)</sup>充當作物營養，並用以改善土壤的物理性、化學性，促進微生物族群繁殖外，同時也講求利用作物與作物<sup>(14,15,16,17)</sup>，亦即土地利用上有利之耕作體制<sup>(6,8,9)</sup>，如多作succession cropping、間作intercropping及混作companion cropping等之集約栽培。地上及地下部分對於空間與水分、養分及日光等生長因素之配合利用。此外，並期有益昆蟲之生物防治與忌避驅隔<sup>(3,4)</sup>而達到減少病蟲之目的。據有關文獻記載<sup>(16,17)</sup>，玉米、馬鈴薯、毛豆、大蒜等之合宜共榮作物如表一。

日本自然農法若葉會<sup>(18)</sup>栽植60多種蔬菜供應六〇〇戶消費者需要，他們利用青蔥與青椒間作，因蔥的根中含有相生相剋物質<sup>(3)</sup>，可幫助青椒抵抗蟲害，若將青蔥植於青椒四周，使其根部糾纏在一起，效果會更好。茄科和韭菜、瓜類與青蔥的共作等都有很好的成效<sup>(3,5)</sup>。美國、法國、英國、西德、瑞士等<sup>(10)</sup>亦都陸續組織國際有機農業連盟。

本省過去推行稻田的糊仔及間作栽培有一期作水稻與甘藷、瓜類、毛豆、甘藷、茭白、葡萄等間作，以及二期作水稻與豌豆、大豆、番茄、馬鈴薯、葉菜類等間作。在一般單期作

<sup>1</sup> 台中區農業改良場研究報告第 0280 號。

<sup>2</sup> 台中區農業改良場副研究員、助理研究員、約僱助理。

及旱地的輪作及間作栽培區更是五花八門，不勝枚舉，顯示本省農作的高度栽培技術及集約化耕作制度，共榮作物之利用早已開始，惟尚需繼續探討其有關拮抗問題，及共榮作物之利用<sup>(1)</sup>，與有機質肥料對共榮作物的肥效。台灣由於氣候環境特殊，現有品種在不施用農藥管理經營下，作物相互間作的可行性，有待選出合宜組合，以供有機農法共榮作物之利用參考。

表一、共榮作物合宜組合

Table 1. The proper combination of the main crops and synergistic crops

Main crops	Synergistic crops
Corn	Kidney bean, Green pea, Cucumber, Squash, Potato
Potato	Beans, Cabbage, Green pea
Garlic	Lettuce, Onion, Welsh onion, Tomato, Grape, Peach, Apple, Rose
Vegetable soybean	Radish, Carrot, Cabbage, Celery, Cucumber, Eggplant, Corn

## 材料與方法

田間試驗分別於1989年秋作、冬作及1990年春作，在台中縣石岡(水汙頭土系，Tsp，麥氏座標760860)及彰化縣大村(二林土系Eh，麥氏座標485572)進行，分別以甜玉米(1989秋)、馬鈴薯(1989冬)、毛豆(1990春)為主作物，各主作物分別設置化學肥料與有機質肥料之單作區以及有機質肥料區間作共榮作物共三個主處理，間作中並再分別選擇三種間作物(胡瓜、菜豆、花豆、蔥、白菜、蘿蔔)間作，連同單作區共計五個處理，採用完全逢機區集設計，三重複，小區面積 $5 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 20 \text{ m}^2$ 。

又在大村分別以甜玉米(1990及1991秋作)、大蒜(1990及1991冬作)、毛豆(1991春作)為主作物，同樣各主作物分別設置化學肥料與有機肥料之單作區，以及化肥區與有機區各同樣間作共榮作物共三個主處理，分別選擇三種間作物(包括矮性菜豆、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)間作，即肥料處理為施用有機肥與化肥二種，共榮作物處理為單作一種與間作三種，計四種，組合成八處理。採用完全逢機區集設計，四重複。小區面積 $5 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 20 \text{ m}^2$ ，以比較肥效並選出適宜共榮作物組合。有機肥料為樹皮堆肥30,000 kg/ha (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O含量143-112-167)、穀殼燻炭20,000 kg/ha (0-13-93)、雞糞3,000 kg/ha (64-67-28)共207-192-288 kg/ha。化學肥料三要素用量甜玉米為140-80-70、馬鈴薯150-150-240、毛豆60-80-60、大蒜180-100-150 kg/ha，間作區以主作肥料用量為準，不另外增施其他肥料。試驗土壤的一般理化性質如表二。

表二、試驗前土壤一般理化性質

Table 2. Soil properties of the field before experiment

Location	Soil depth (cm)	pH <sup>1</sup>	Organic matter %	P <sup>2</sup>	K <sup>3</sup>	Ca <sup>3</sup> Mg <sup>3</sup>		Texture	Parent material
						----- mg/kg -----			
Shihkan	0-15	5.2	2.3	102	78	597	102	SiL	Non-calcareous
	16-30	5.8	1.7	36	48	629	119		Slate alluvials
Tatsuen	0-15	8.3	2.4	4	100	4036	337	SiL	Older
	16-30	8.4	2.2	3	47	3986	430		Slate alluvials

<sup>1</sup> Soil : H<sub>2</sub>O = 1 : 1.

<sup>2</sup> Available (Bray No.1).

<sup>3</sup> Exchangeable (Mehlich's method).

## 結果與討論

化學肥料與有機肥料對作物單作產量及糖度之影響1989至1991年秋作石岡一處及大村三處，計四處甜玉米單作田間試驗，結果顯示施用有機肥區比化肥區鮮穗增產2.9至55.8%，產量較低之年度增產幅度較大，但產量較高之年度則增產幅度較小，平均增產20.5%(表三)。甜玉米糖度化肥區為12.3至16.5 °Brix，有機肥為13.3至16.4 °Brix，有機區平均增加1.1 °Brix。馬鈴薯1989年冬作有機肥區比化肥區減產13%。毛豆1990年及1991年春作在三處中除有一處減產12.4%外，最高可增產29.1%，平均增產10.7%。大蒜在1990及1991年冬作有機區分別增產0.2%及11.4%，平均增產5.8%，提高糖度2.8 °Brix。上述十處平均結果，施用有機肥比化肥增產11.3%，顯示有機肥對提高甜玉米、毛豆、大蒜產量有顯著的效果。馬鈴薯有機質肥料區沒有增產效果原因，可能由於有機區塊莖比重較輕之影響有待進一步探討。兩種肥料處理之間在1989年秋作甜玉米產量、1991年秋甜玉米糖度、1990及1991年春毛豆產量、1991年冬大蒜糖度等均達顯著差異(表三)。

表三、化學肥料與有機肥料對單作作物產量及糖度之影響

Table 3. The influence of chemical and organic fertilizer application on yield and sugar contents of some crops under monocropping system

Crop	Year	Season	Location	Chemical fertilizer			Organic manure		
				Yield (kg/ha)	Index (Brix) <sup>2</sup>	Sugar content (kg/ha)	Yield	Index (Brix)	Sugar content
Sweet corn	'89	Fall	Shihkan	14,188a <sup>1</sup>	100	12.3a	14,594a	103	13.3a
	'89	Fall	Tatsuen	3,219b	100	13.3b	5,016a	156	15.8a
	'90	Fall	Tatsuen	6,839a	100	16.5a	7,214a	106	16.4a
	'91	Fall	Tatsuen	9,649a	100	15.1b	11,380a	118	15.9a
Potato	'89	Winter	Shihkan	19,220a	100	-	16,720a	87	-
Vegetable soybean	'90	Spring	Shihkan	1,523a	100	-	1,334a	88	-
	'90	Spring	Tatsuen	829b	100	-	1,070a	129	-
	'91	Spring	Tatsuen	2,846b	100	-	3,282a	115	-
Garlic	'90	Winter	Tatsuen	6,412a	100	-	6,422a	100	-
	'91	Winter	Tatsuen	5,281a	100	8.5b	5,885a	111	11.3a

<sup>1</sup> Values with same letter in the row represent no significant difference at 5% level by Duncan's multiple range test in each year.

<sup>2</sup> Degree of Brix.

有機農法意在回饋自然大地，而在此一前提下，本省生產的大量牛糞、豬糞、雞糞、稻草<sup>(7)</sup>、樹皮<sup>(4)</sup>、米糠、大豆粕、花生粕等作成堆肥，均可應用為作物的營養<sup>(13)</sup>，及增進土壤理化性、生物性，同時並可解決環境污染。目前臺灣一般土壤都有顯著劣化的趨勢，惟在不同作物、土壤、氣候情形下的有機質材的應用技術，包括堆製(腐熟程度與碳氮比範圍)與施用(基追肥與質材選用)，應使有機質材能發揮利用效率，提高作物品質，改善土壤理化性及生物性。本試驗顯示有機質肥料的功效比化學肥料高出很多，證實有機質材的應用確有其貢獻。

### 間作與單作對甜玉米產量及糖度之影響

有機肥的施用在1989至1991年秋作，對單作甜玉米的產量及糖度改進(表二)有明顯的效果。甜玉米間作矮性菜豆、毛豆有增產的效果，間作蔓性菜豆則造成甜玉米減產，但在統計上，除1989秋作大村試區產量、糖度達顯著外，餘均無顯著的差異，但由於除主作物外，尚有間作物可收穫(表四)，因而並不致造成損失。

表四、有機肥對單作與間作甜玉米產量及糖度之影響

Table 4. The effect of organic fertilizer on yield and sugar contents of sweet corn in the monocropping and intercropping systems

Cropping system	'89 Fall		'89 Fall		'90 Fall		'91 Fall	
	Shihkan		Tatsuen		Tatsuen		Tatsuen	
	Yield (kg/ha)	Sugar content (Brix) <sup>2</sup>	Yield (kg/ha)	Sugar content (Brix)	Yield (kg/ha)	Sugar content (Brix)	Yield (kg/ha)	Sugar content (Brix)
Monocropping	14,594a <sup>1</sup>	13.3a	5,016a	15.8a	7,214a	16.4a	11,380a	15.9a
Intercropping								
bush kidney bean	12,656a	13.0a	5,141a	14.5b	7,172a	16.8a	11,238a	16.1a
pole kidney bean	12,281a	13.0a	-	-	-	-	10,275a	16.1a
cucumber	12,531a	14.0a	-	-	-	-	-	-
green shell bean	-	-	4,956a	15.8a	-	-	-	-
green pea	-	-	4,984a	16.0a	-	-	-	-
peanut	-	-	-	-	6,881a	16.6a	-	-
edible rape	-	-	-	-	6,380a	16.8a	-	-
vegetable soybean	-	-	-	-	-	-	13,582a	16.0a

<sup>1</sup> Values with same letter in the column represent no significant difference at 5% level by Duncan's multiple range test.

<sup>2</sup> See Table 3.

據張氏指出<sup>(12)</sup>中國大陸在四川盆地的傳統耕作制中，蔬菜多行間作，即中間種苕子、黃豆或花生，綠肥翻犁後又種蔬菜。在種植方面，於玉米莖下種黃豆、豇豆，瓜類下種蔥蒜、畦埂上種生薑或葉菜。一般蔬菜中高苣、蘿蔔、韭菜、小白菜常年皆有，韭菜和薤菜可收二、三次，從秋至初夏撒播豌豆、青豆都有，間作方式繁多，在市郊菜區蔬菜充分利用地積和光能精耕細作。在峽谷區的傳統耕作制中，於種甘蔗前期或蔗行間種瓜類茄菜及豌豆。果樹<sup>(6)</sup>方面如柑桔、枇杷均沿河台階地稀植栽培，間作綠肥或花生，作覆蓋作物。由上述顯示間作在傳統耕作中，早已盛行於大陸及各國，而對季節的需求亦有多樣化的生態應用理念及創作<sup>(8)</sup>。

### 間作對馬鈴薯產量之影響

1989年冬作馬鈴薯間作區在有機肥的施用下，比單作區的16,720 kg/ha增產5.0至6.5%(表五)，亦即間作時馬鈴薯產量並不受間作物影響，反而有共榮增產趨勢，惟處理間並未達顯著差異。間作處理較單作增產係因馬鈴薯大塊莖數及大塊莖重量增加使然。

表五、間作對馬鈴薯產量之影響(石岡, 1989 冬作)

Table 5. The influence of intercropping system and organic fertilizer application on the yield of potato

Cropping system	Yield (kg/ha)	Index
Monocropping	16,720a <sup>1</sup>	100
Intercropping with bush kidney bean	17,550a	105
Intercropping with green shell bean	17,810a	107
Intercropping with green pea	17,760a	106

<sup>1</sup> See Table 4.

### 間作對毛豆產量之影響

1990年春作毛豆在有機肥施用下，在石岡間作蔥區比單作區的1,334 kg/ha，主作物毛豆仁增產6.1%，惟處理間差異不顯著。在大村則間作白菜及蘿蔔區，比單作區豆仁產量1,070 kg/ha，分別增產毛豆仁9.9%及0.6%。間作白菜區對間作蔥區呈顯著差異(表六)。

表六、間作對毛豆產量之影響(1990 春作)

Table 6. The influence of intercropping system on the yield of vegetable soybean seeds

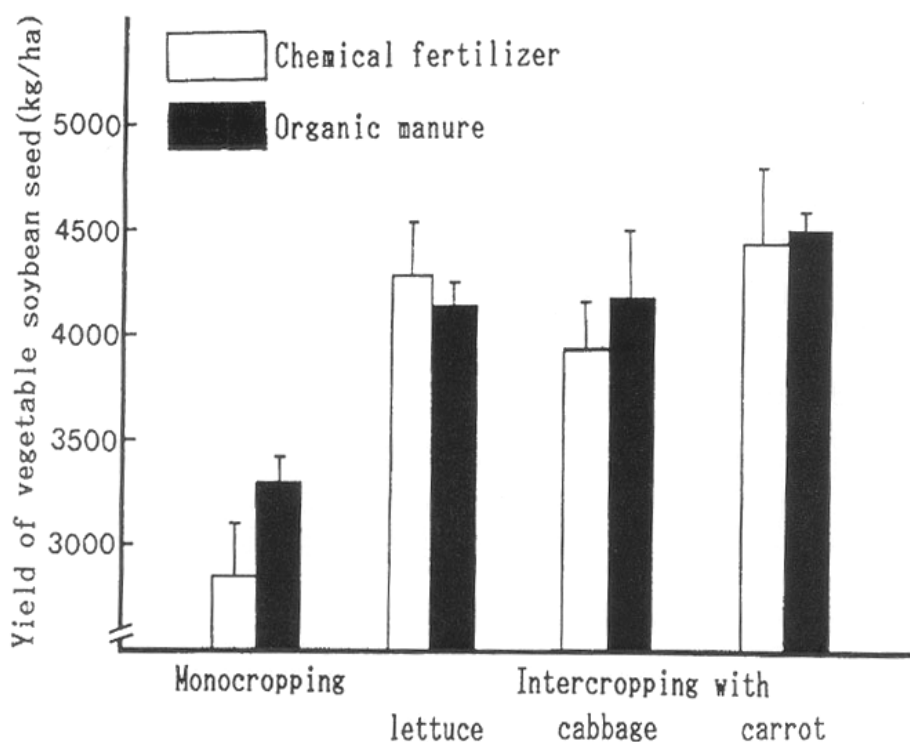
Cropping system	Shihkan		Tatsuen	
	Yield (kg/ha)	Index	Yield (kg/ha)	Index
Monocropping	1,334a <sup>1</sup>	100	1,070ab	100
Intercropping with green onion	1,416a	106	898b	84
Intercropping with Chinese cabbage	1,140a	86	1,176a	110
Intercropping with radish	1,323a	99	1,076ab	101

<sup>1</sup> See Table 4.

1991年春作大村的毛豆仁有機肥單作區3,282 kg/ha，比化肥區的豆仁產量2,846 kg/ha增產15.3%。有機肥區毛豆間作萵苣、白菜、蘿蔔區，比單作化肥區分別有47、47及58%的主作物豆仁增產(圖一)。施用化肥區的毛豆間作白菜、萵苣、蘿蔔區，比單作化肥區有50、39及55%的主作豆仁增收，顯示間作區不管在施用化肥或有機肥情況下，主作物產量均比單作區較好，可增產豆仁，處理間並達到極顯著的差異。

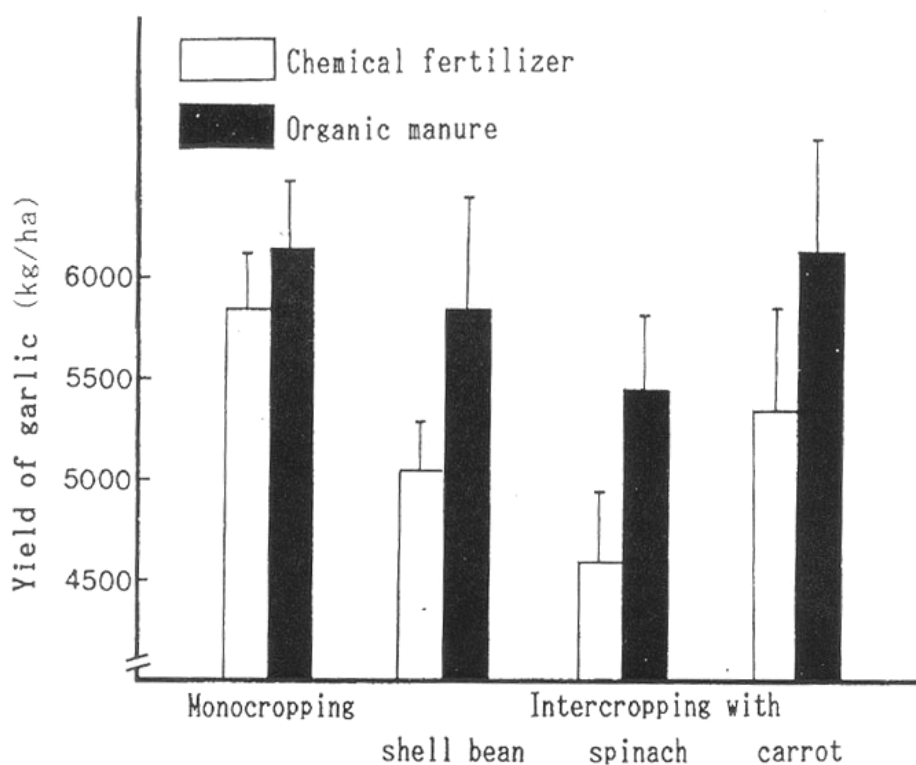
### 化學肥料與有機肥料對大蒜單作與間作產量及糖度之影響

1990及1991年大村試驗結果顯示，單作大蒜施用有機肥產量為6,422及5,885 kg/ha比施用化肥區的6,412及5,281 kg/ha分別增產大蒜鮮莖0.2%及11.4%，以及2.8 °Brix(1991年冬作)的糖度增加。但在1990年冬作，施用化肥處理區的間作比單作並無增產表現(主作物大蒜反而減產21.3%至23.3%)。1991年冬作，大蒜間作胡蘿蔔比單作有7.9%的大蒜增產及0.5 °Brix的糖度增加。在施用有機肥處理區，1990年冬季間作比單作則無增產表現(主作大蒜減產0.5%至4.9%)，但1991年冬作間作胡蘿蔔比單作則有5.6%的大蒜增產。兩年冬作平均顯示(圖二)，施用有機肥單作大蒜鮮莖產量6,154 kg/ha，比施用化肥單作大蒜平均鮮莖產量5,847 kg/ha，主作物增產5.2%。施用有機肥區，大蒜間作處理在主作物雖無增產表現，但由於增加間作物收穫，平均分別多收花豆2,397 kg，菠菜44,285 kg，胡蘿蔔19,265 kg/ha，整體而言，仍屬有利。1991年冬作的產量及糖度在處理間均有顯著的差異。



圖一、間作與施肥對主作物毛豆產量之影響(1991、大村)。

Fig. 1. The influence of intercropping systems and fertilizer applications on the yield of vegetable soybean seed (1991, Tatsuen).



圖二、間作與施肥對主作物大蒜產量之影響(1990、1991 兩年平均、大村)。

Fig. 2. The influence of intercropping systems and fertilizer applications on the yield (the average of 1990 and 1991) of garlic (Tatsuen).

### 有機肥料施用對土壤總體密度之影響

單作有機肥區土壤總體密度比化肥區的表底土1.38及1.42 g/cm<sup>3</sup>，分別減少0.04及0.06 g/cm<sup>3</sup>，而間作有機肥比化肥區的表底土1.37及1.38 g/cm<sup>3</sup>，分別均減少0.07 g/cm<sup>3</sup> (表七)。顯示使用有機肥及採用間作時土壤總體密度會減低，有益於作物根系的發育。

表七、試驗結束後(1991年)之土壤總體密度(大村)

Table 7. Soil bulk density of the field after the experiment in 1991 (Tatsuen)

Treatment	Cropping system	Soil depth (cm)	Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )
Organic manure	Monocropping	0-15	1.34
		16-30	1.36
	Intercropping	0-15	1.30
		16-30	1.31
Chemical fertilizer	Monocropping	0-15	1.38
		16-30	1.42
	Intercropping	0-15	1.37
		16-30	1.38

## 誌 謝

本報告承蒙農委會及農林廳補助經費，又本場謝場長順景博士技術指導及鼓勵，特申謝忱。文成後復承蒙國立中興大學陳教授世雄博士及本場林副場長信山博士、作物環境課陳課長慶忠博士斧正，謹此誌謝。

## 參考文獻

1. 王錦堂 1991 果蔬作物有機栽培法及共榮作物的利用 p.1~9 八十年度有機農業栽培 台中區農業改良場編。
2. 西尾道德 藤原俊六郎 管家文左衛門 1991 有機物利用のカンドコロ p.119~168 有機物をどう使いこなすか 農文協。
3. 安食直亮等 1990 忌避植物の栽培 p.58~60 自然農法國際研究開發センター。
4. 河田弘 1981 バーク堆肥の施用基準と効果 p.158~179 バーク(樹皮)堆肥製造、利用の理論と實際 博友社。
5. 前田正男 1973 土ガ酸化すると野菜ガできなくなる p.33~42 蔬菜の營養診斷と施肥 農山漁村文化協會。
6. 松本和夫 1981 果樹栽培の立地條件 p.21~42 果樹園藝學 朝倉書店。
7. 松崎敏英 佐藤功 1986 ふん尿と生ワうの利用法 p.130~181 有機質肥料のつくり方使い方 農文協。
8. 荷見武敬 鈴木利徳 1980 有機農業の理念 p.184~255 有機農業への道 樂游書房。
9. 荷見武敬 鈴木博 河野直踐 1989 農協は有機農業にどう取り組んでいるか p.77~262 有機農業農協の取り組み 家の光協會。
10. 鳥居ヤス子 1988 諸外國の生態系農業事情 p.38~49 生態系農業新生代 生態系農業研究會。

11. 堀兼明 1986 現場指導技術としての有機物の施用の問題点 p.5~38 有機物研究の新しい展望 日本土壤肥料學會 博友社。
12. 張道鎔 1992 四川自然生態的傳統耕作制 MOA自然農法 8: 21~23 MOA自然農法美育基金會。
13. 農林廳 1987 果樹、蔬菜施肥 p.67~180 作物施肥手冊 農委會 農林廳編印。
14. 齊藤進 1988 有機質栽培野菜の品質、營養價と貯藏性について p.58~71 生態系農業新時代 生態系農業研究會。
15. 鄭春能 1989 共榮作物合宜有益作物組合 p.10~25 有機農業栽培 慈培研究社。
16. 龍岡豐(譯) 1980 (葉佈先原著1976) 植物と他の植物で守る方法 p.39~49 有機農法百科時事通信社。
17. 熊澤三郎 1953 作付體系 p.85~94 蔬菜園藝總論 養賢堂。
18. 薛莉莉 1992 日本大平博四先生的若葉會 MOA自然農法 8: 24~26 MOA自然農法美育基金會。



# Studies on Technology of Organic Farming

## I. Effects of Synergistic Crops on II. Intercropping Systems<sup>1</sup>

Chin-Tang Wang, Hsiang-Ching Huang and Fuei-Jen Lay<sup>2</sup>

### ABSTRACT

This studies were aimed to compare the effects of synergistic crops and organic fertilizer on the growth of main crops in intercropping systems. The results showed that the average yield of main crops under monocropping with organic manure application were 11.3% higher than that with chemical fertilizer application. Yield of main crops under intercropping system were higher than that under monocropping, i.e. 19.3 % yield increase for sweet corn in the fall, 6.5% yield increase for potato in the winter, 36.9% yield increase for vegetable soybean in the spring, and 5% yield increase for garlic in the winter crop season, respectively. It was observed that under the organic fertilized condition, sweet corn performed much better in grain yield when intercropping with synergistic crops bush kidney bean, green pea, green shell bean, peanut, edible rape or pole kidney bean in the all crop season. Potato was observed to have much higher yield when intercropped with the leguminous crops, green pea and kidney bean, in the winter season. Vegetable soybean performed better when intercropped with radish, lettuce or Chinese cabbage in the spring crop season. Further, it was suggested from the presented experiment that garlic intercropped with radish and spinach was a good combination of synegetic crops in the winter crop season. It was concluded that leguminous crops are good crops to be used as synergistic crops to interplant with the main crops under the organic farming system.

**Key words:** synergistic crops, organic farming, intercropping.

---

<sup>1</sup> Contribution No. 0280 from Taichung DAIS.

<sup>2</sup> Associate Soil Scientist, Assistant Soil Scientist and Assistants of Taichung DAIS, respectively.