

永續農法之共榮作物栽培

王錦堂

台中區農業改良場

摘 要

共榮作物的栽培，據葉佈先、龍岡豐氏指出，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，應視各作物有機栽培之適宜性，而適當選擇應用。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，促進營養團收互相不影響生長。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。

永續農法除了大量使用不同有機資材充當作物營養，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，亦即土地利用上有利之耕作體制，如多作(succession cropping)、間作(inter cropping)及混作(companion cropping)等之集約栽培。與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，並期有益昆蟲如天敵之生物防治與避驅隔而達到減少病蟲之目的。據有關文獻記載，已有玉米、馬鈴薯、毛豆、大蒜等很多種之合宜共榮、有益及不合共榮等作物，可資栽培參考。

日本自然農法若葉會栽植60多種葉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克物質，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。美國、法國、英國、西德、瑞士等亦都陸續組織國際永續農業連盟推行研究及拓展栽培。

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、甘蔗、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。在一般單期作及早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，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，以供永續農法共榮作物之利用參考。

據台中區農業改良場近年來試驗結果顯示；在永續栽培上，施用有機肥較化肥處理在

單作區平均增產11.3%，在共榮作物的栽培上，施用有機肥間作區比單作區各主作甜玉米增產19.3%，馬鈴薯增產6.5%，毛豆增產36.9%，大蒜增產5%。而施用化肥間作區比單作區在主作毛豆增產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、矮性菜豆、豌豆、花豆、花生、油菜、蔓性菜豆。冬季主作馬鈴薯間作花豆、豌豆、矮性菜豆。春季主作毛豆間作蘿蔔、萵苣、白菜。冬季主作大蒜間作胡蘿蔔、菠菜等。試驗亦顯示間作可顯著提高主作物糖度。對本省永續農法的推行，有其必要及可行性，並頗具有普遍化的潛力，惟需有關單位人員及農民的協同推動，以收時效。

內 容

一、永續農法之共榮作物栽培管理要點

為提供加強農戶在永續農法的理念與環境條件等，以擴大普遍進行共榮作物栽培而增進產量及品質起見，特分述其基本觀念、耕地環境、管理條件等，供為有志於永續農法之共榮作物的栽培者參考：

(一) 果蔬永續栽培基本觀念

本省位於亞熱帶，氣候溫和，四季均可栽植作物，而其生長迅速。由於農戶栽培技術進步，肥培管理良好，其所種果蔬質量頗好，惟其成果大部係來自農戶的大量施用化肥、農藥及多種特殊資材所促成，迨至目前已有不少產品感染大量農藥殘毒及土壤集積過量有害鹽類和重金屬等污染現象，故亟待各位農戶配合政府推行的環保政策及永續農法，亦即永續性農業計畫進行補救之改善工作。在面對經營永續農法上，各位農戶應具備務實，推己及人，參照自然農法執行基準(MOA國際美育自然生態基金會－台灣版)，做到照顧眾人，即克己助人之基本原則，避免乘機獲取暴利之觀念，紮實逐步邁向真正永續性農業栽培才能有健康的明天。

(二) 永續農法栽培耕地環境

選擇具有自然隔離或區域地段，地形平坦而不積水或稍傾東、南、西向，但斜面作業危險性低，生產勞動效率高之耕地，其氣候、土壤可適宜一般作物生長或可以適地適作經營管理栽培環境。並具有可確保灌溉水源安全，避免被污染，而水質優豐給水方便，土壤排水良好，乾濕容易調度，又農地光照充足，其散亂光之利用效率高者，將可促生產果蔬著色佳，味濃香之質量兼優食品。

(三) 經營管理條件

選屬自耕農地，將可能長期經營，確保維護增進地力，面積範圍及栽培作物種類應以自家人力能工作負擔者為宜，惟可配合規畫予以機械化，使有運輸之便，並有市場消費需求者，應視季節自身經濟能力，分配以露地或設施栽培經營，而配合精緻自動化，發揮其資源能限，將更易成功。如能以研究班、社區以作業團體，在預設之農忙時能相互支援，解決農時限制及勞力之不足，即更可發揮巨大的團隊，生產鄉土化的永續農法企業產品。

二、共榮作物的栽培法及功效

共榮作物栽培法及其重點功效為：

(一)間作法亦稱併作法

間作法之主作物及間作物組合，有益情況及功效為作物對作物及空間對空間的營養吸收，保持土壤水分，減少土壤浸蝕，減少病蟲害等，例如：芹菜與韭菜在生長至茂盛時近芹菜旁韭菜仍可伸直生長，並有享受充足日光的機會。不斷草與菜豆之根群深度互異，可從不同土層處吸取營養及生長。在萵苣與羊角豆時因羊角豆生長較慢，等到需要較大空間時萵苣將可收穫。間作萬壽菊等時植株的根會分泌出鄰近線蟲無法靠近的物質，如曇苔屬作物根會分泌橄欖油，可中和酸性土壤，對線蟲孵化繁殖會抑制，而宜與馬鈴薯、草莓、番茄、薔薇共植發揮其功效。金蓮花與甘藍、胡瓜、番茄、胡蘿蔔、果樹等均可共植，而促進主作物生長。深根作物含雜草會將主作物生長必要的礦物質，由下層送上地表層提供更多營養。亦即一般作與其適宜間作物併作結果，作物生長好，風味佳，營養素增加，害蟲為害減少。

(二)混作法

自然界的旱地及林木間異種作物群生處，有作物相互被包圍生育者，其延長生育機會比單一栽培者長久，係因單作易受被害。單一作物時因集合并發散很強烈的化學物質誘引昆蟲而很容易被找到為害。混作時有些作物會產生對抗的化學物，有些作物會生產促使昆蟲發育異常，發生變態的荷爾蒙。但昆蟲亦有對抗對自己不利的化學物質能力，可對抗有毒物質的新陳代謝排於體外的酵素，又昆蟲亦有將毒物貯存於體內的另一防禦手段，採用混作法可視作物、氣候環境、經營必要而自行選定，對主作物或兩者都有益者予以栽培。

(三)擊退法

有些果菜園會被害蟲給全荒廢了，但其實亦有些作物昆蟲不喜歡依靠的，如大蒜、除蟲菊、薄荷、雛菊等之對一般害蟲及萬壽菊之對線蟲等則是。作物有擊退害蟲效應者，例如：大蒜韭菜、洋蔥之猛臭對昆蟲有效，大蒜及大蒜汁噴霧液對果樹亦有效，紅洋蔥種於桃、蘋果樹旁，桃不著生蘚苔，蘋果不生蚜蟲。洋蔥苗點植於蔬菜行間害蟲可激滅，於花叢間亦可。其他如香草、艾菊等之香辛作物可對害蟲的擊退亦由栽培家農戶之觀察發現，證實在較長的期間有很大的效果表現。故可依栽培主作物的需要而慎選副作物的組合，以發揮擊退效果，另外選擇抗病蟲強的品種更是永續農法栽培的一大重點。

(四)誘引法

係由副作物從高價值主作物誘引其害蟲之法。由於在主作物集結之害蟲無法簡單用手捕到，故栽培副作物以誘引主作物的害蟲來寄生，或使成為天敵捕食主作物害蟲之繁殖場所。其誘引亦由栽培農家本身經長年之觀察、實驗所體驗到的。但對使用副作物誘引亦有持反論者，謂主作物對害蟲若無魅力即無必要誘引。而在實際問題上誘引作物的栽培確有其必要及效果，如大規模棉花田種苜蓿時則可引開金龜子之為害。小規模之旱地亦有幾個組合發現，即由主作物番引開雀蛾，在副作物細幹上，可以很容易地看到肥大的幼蟲而捕捉。從高價值的主作物誘引豆金龜子時，可使用副作物白色之百日草、白玫瑰或無臭之萬壽菊。豆金龜子亦可被大豆吸引，可犧牲大豆一種副作物而能幫助其他如甘藍、胡蘿蔔、花椰菜、萵苣、洋

蔥、香芹菜、豌豆、馬鈴薯、蕪菁等主作物，又種植金蓮花亦可將果樹等主作物的蚜蟲吸引，如此以誘引作物將主作物的害蟲齊集於副作物時施放益蟲天敵即可處理這些害蟲，又誘引副作物亦可供益蟲天敵作繁殖用，惟組合選擇上需要特別予以配合。

(五)共榮作物合宜與有益組合(如附表一)

(六)共榮忌避耐病蟲有益作物效能(如附表二)

附表一(1)：共榮作物合宜與有益組合

主 作 作 物	合 宜 共 榮 作 物	有 益 作 物
甘 藍、芥 藍 花椰菜、花菜苔	大豆、菜豆、芹菜、高苣、 菠菜、胡瓜、番茄、馬鈴薯、 洋蔥	大菲蒜、西洋調味薄荷、山 艾、甘菊、迷迭香、金蓮花、 麝香草、天竺葵、柑桔
芹 菜	豆類、甘藍、番茄	大蒜、蝦夷蔥、金蓮花
菠 菜	甘藍、草莓、高苣、豌豆、 胡蘿蔔	
高 苣	甘藍、大蒜、菠菜、胡瓜、 洋蔥、胡蘿蔔	蝦夷蔥
洋 蔥、長 蔥	甘藍、大蒜、高苣、草莓、 胡蘿蔔、番茄、辣椒	西洋調味薄荷、甘菊
韭 菜	辣椒	
豆類（矮性）	甘藍、芹菜、蘿蔔、胡蘿蔔、 胡瓜、茄子、玉米	萬壽菊、迷迭香、金蓮花、 百日草、天竺葵、矮牽牛
豆類（蔓性）	胡蘿蔔、玉米、豌豆	西洋調味薄荷、牽牛花、萬 壽菊、迷迭香、金花、百日 草
豌 豆	玉米、胡瓜、胡蘿蔔、蕪菁、 紅蘿蔔、蘿蔔	西洋調味薄荷、蝦夷蔥
紅 豆	大豆	
南 瓜	玉米、甜瓜	西洋調味薄荷、萬壽菊、金 蓮花
胡 瓜	玉米、菜豆、番茄、紅蘿蔔、 玉米	西洋調味薄荷、萬壽菊、金 蓮花
甜 瓜	玉米、南瓜、紅蘿蔔	西洋調味薄荷、牽牛花、萬 壽菊、金蓮花
蕪 菁	豌豆	

葉佈先、龍岡豐 1976

附表一(2)：共榮作物合宜與有益組合

主 作 植 物	合 宜 共 榮 植 物	有 益 植 物
球 莖 甘 藍	洋蔥	
蘿 蔔	長蔥	蝦夷蔥
胡 蘿 蔔	豆類、苗苳、洋蔥、香茄、 紅蘿蔔、豌豆、辣椒、亞麻	蝦夷蔥
甘 藷	芝麻	
玉 米	菜豆、胡瓜、甜瓜、馬鈴薯、 南瓜、豌豆	萬壽菊、牽牛花、天竺葵
馬 鈴 薯	豆類、甘藍、豌豆	萬壽菊、金蓮花
香 茄	蘆筍、胡蘿蔔、芹菜、胡瓜、 蔥、大蒜	萬壽菊、薄荷、蝦夷蔥、金 盞花、百日草
辣 椒	胡蘿蔔、茄子、蔥、洋蔥、 香茄	
茄 子	豆類、辣椒、甜椒	萬壽菊
葡 萄	大蒜	金蓮花、牛膝草、桑樹、蝦 夷蔥、天竺葵
桃 子	大蒜	蝦夷蔥、金蓮花
蘋 果	大蒜	芹菜、蝦夷蔥、金蓮花
草 莓	豆類、萵苳、蔥、菠菜	麝香草、除蟲菊
小 麥	玉米、山楂花	
玫 瑰	大蒜	蝦夷蔥、芸香、橘桔、天竺 葵、萬壽菊

葉佈先、龍岡豐 1976

附表二：共榮忌避有益作物效能

大茴香	Fennel	散花科	防治蚜蟲、招蜂
芫荽	Coriander	散花科	招蜂、可防治多種蟲類
香蔥 (蝦夷蔥)	Chives	百合科	對蚜蟲有忌避效果，種於蘋果根旁防黑星病
大蒜	Galic	百合科	防治潛樹皮害蟲、大蒜液對蚜蟲及病害等有效
歐洲薄荷	Peppermint, Spearmint	唇形科	驅治紋白蝶、蠅、老鼠，促進豆類、洋蔥生育
迷迭香	Rosemary	唇形科	對紋白蝶、種蠅類、夜盜蛾等有忌避效果
立麝香草	Thyme	唇形科	招蜂、防治紋白蝶、草液可除害蟲，對甘藍有益
一串紅	Sage	唇形科	對紋白蝶、種蠅類有忌避，不能與胡瓜間作混作
紫菀	Camomile	菊科	磨粉成液狀噴施防治疫病，助甘藍、洋蔥生育
金盞花	Potmorigold	菊科	防治蚜蟲、蘆筍的葉蟲，合宜與番茄共植
波斯菊	Cosmos	菊科	可防治多項蟲，可種在園圃邊緣
除蟲菊	Dalmatian Pyrethrum	菊科	可驅除多種蟲類，合宜與草莓共植
苦艾山艾	Absynth Worm Wood	菊科	對紋白蝶、蚜蟲有忌避效果
百日草	Common Zinnia	菊科	防治番茄蚜蟲、瓜葉蟲、小金龜蟲
萬壽菊	Marigold	菊科	驅除土中線蟲，對粉蝨、天蛾之劣蟲忌避效果高
大理花	Dahlia	菊科	對線蟲有抑制效果
金蓮花	Garden Nesturtium	金蓮花科	可引誘蚜蟲方防治、溫室粉蝨及緣邊椿象
蕎麥	Buckwheat	蓼科	驅除叩頭蟲的幼蟲
矮牽牛	Petunia	旋花科	防治稻桿蠅、蚜蟲、螞蟻、豆類害蟲
白花天竺葵	Geranium	香葉草科	引棲小金龜蟲吃葉而死，防治葉蟬
豬屎豆	Crotalaria	豆科	對甘藷根瘤線蟲、南方根腐線蟲有抑制效果
天竺草	Guinea Grass	禾本科	對各種線蟲抑制效果大

葉佈先、龍岡豐 1976

三、共榮作物之利用研究經過及成果

(一)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5m×8m 40m²。

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5m×4m 20m²，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 30,000kg/ha(N-P₂O₅-K₂O 含量 143-112-167)、穀殼燻炭 20,000kg/ha(0-13-93)、雞糞 3,000kg/ha(64-67-28)共 207-192-288kg/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 180-100-150kg/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一：

表一、試驗前土壤一般理化性質

Table 1. Soil properties of the field before experiment

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

1 Soil: H₂O=1:1

2 Available (Bray No.1)

3 Exchangeable (Mehlich's method)

(二)結果與討論

1.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%(表二)。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年冬作有機區分別有0.2%及11.4%增產，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，可能由於有機區堆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(表二)。

永續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⁽⁸⁾、樹皮⁽⁵⁾、米糠、大豆粕、花生粕等作成堆肥，均可應用為作物的營養⁽³⁾，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。

2.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(表三)，因而並不造成損失。

表二、化學肥料與有機肥料對單作作物產量及糖度之影響

Table 2. Yields and sugar contents of some crops under monocropping system as affected by chemical and organic fertilizer application.

Crop	Year	Crop season	Location	Chemical fertilizer			Organic menure		
				Yield kg/ha	Index	Sugar content (brix) ²	Yield kg/ha	Index	Sugar content (Brix) ²
Sweet corn	'89	Fall	Shihkan	14,188a ¹	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	'90	Spring	Shihkan	1,523a	100	—	1,334a	88	—
	soybean	'90	Spring	829b	100	—	1,070a	129	—
Garlic	'91	Spring	Tatsuen	2,846b	100	—	3,282a	115	—
	'90	Winter	Tatsuen	6,412a	100	—	6,422a	100	—
	'91	Winter	Tatsuen	5,281a	100	8.5b	5,885a	111	11.3a

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

2 Degree of Brix

表三、有機肥對單作與間作甜玉米產量及糖度之影響

Table 3. Effect of organic fertilizer on yields and sugar contents of C2R10 sweet corn as affected by the monocropping and intercropping systems.

Cropping system	'89 Fall Shihkan		'89 Fall Tatsuen		'90 Fall Tatsuen		'90 Fall Tatsuen	
	Yield	Sugar content	Yield	Sugar content	Yield	Sugar content	Yield	Sugar content
	kg/ha	(Brix) ²	kg/ha	(Brix) ²	kg/ha	(Brix) ²	kg/ha	(Brix) ²
Monocropping	14,594a ¹	13.3a	5,016ab	15.8a	7,214a	16.4a	11,380a	15.9a
Intercropping with								
bush kidney bean	12,656a	13.0a	5,141a	14.5b	7,172a	16.8a	11,238a	16.1a
pole kidney been	12,218a	13.0a	—	—	—	—	10,275a	16.1a
cucumber	12,531a	14.0a	—	—	—	—	—	—
green shell bean	—	—	4,956ab	15.8a	—	—	—	—
green pea	—	—	4,984ab	16.0a	—	—	—	—
peanut	—	—	—	—	6,881a	16.6a	—	—
edible rape	—	—	—	—	6,380a	16.8a	—	—
vegetable soybean	—	—	—	—	—	—	13,582a	16.0a

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

2 See Table 2.

據張氏指出^(13,14)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，韭菜和薺菜可收二、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⁽⁷⁾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巧妙的，多彩多姿的生態應用理念及創作⁽⁹⁾。

3. 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16,720kg/ha有5.0%至6.5%的增產(表四)，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。

表四、間作對馬鈴薯產量之影響(石岡，1989 冬作)

Table 4. Yield of potato as affected by the intercropping and organic fertilizer (Shihkan, 1989 winter)

Treatment	Yield kg/ha	Index %
Monocropping	16,720a ¹	100
Intercropping with bush kidney bean (菜豆)	17,550a	105
green shell bean (花豆)	17,810a	107
green pea (豌豆)	17,760a	106

¹ See Table 3.

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1,334kg/ha，主作物毛豆仁有6.1%的增產，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1,070kg/ha，分別有9.9%及0.6%的毛豆仁增產。間作白菜區對間作蔥區呈顯著差異(表五)。

表五、間作對毛豆產量之影響(1990 春作)

Table 5. Yield of vegetable soybean seeds as affected by the intercropping (1990 spring)

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

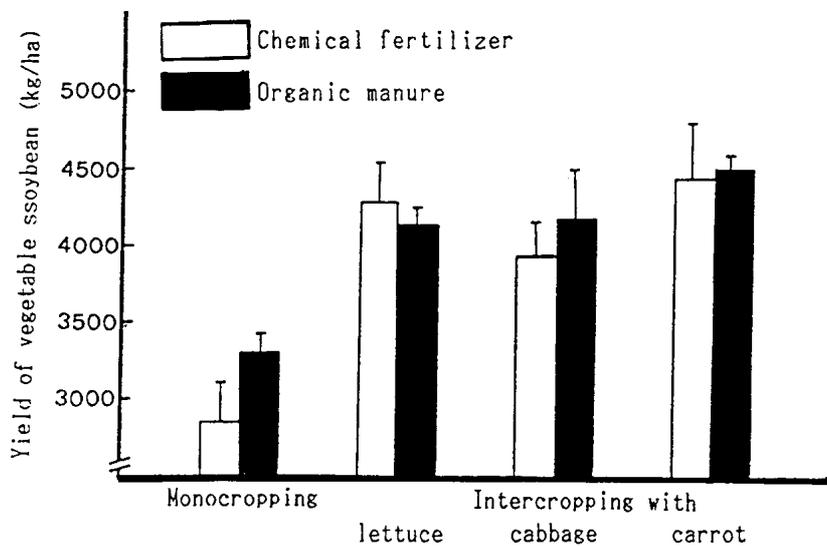
¹ See Table 3.

5. 間作對毛豆產量之影響

1991年春作大村的毛豆有機肥單作區3,282kg/ha，比化肥區的豆仁產量之2,846kg/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情況下，主作物產量均比單作區較好，可增產豆仁，處理間並未到極顯著的差異。

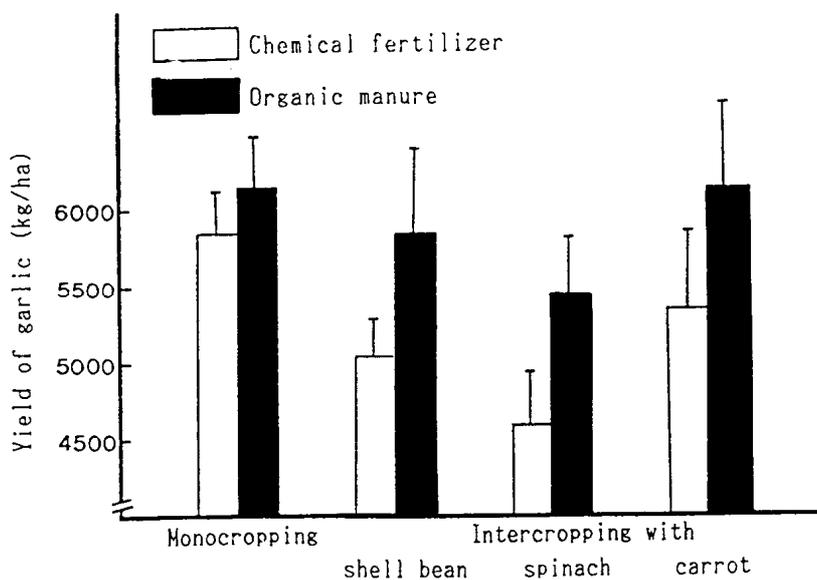
6. 化學肥料與有機肥料對大蒜單作與間作產量及糖度之影響

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5,885kg/ha比施用化肥區的6,412及5,281kg/ha分別有0.2%及11.4%的大蒜鮮莖增產，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



圖一：間作與施肥對主作物毛豆產量之影響(1991、大村)

Fig 1. Yield of vegetable soybean (main crop) as affected by the intercropping system and fertilizer application (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. Yield of garlic (main crop) as affected by the intercropping system and fertilizer applications (1990,1991 Average Tatsuen)

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年冬作則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6,154kg/ha，比施用化肥單作大蒜平均鮮莖產量5,847kg/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2,397kg，菠菜44,285kg，胡蘿蔔19,265kg/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。

7. 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1.42g/cm³，分別減少0.04及0.06g/cm³，而間作有機肥比化肥區的表底土1.37及1.38g/cm³，分別均減少0.07g/cm³(表六)。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。

表六、試驗結束後(1991年)之土壤總體密度(大村)

Table 6. Soil bulk density of the field after the experimental in 1991 (Tatsuen)

Treatment	Cropping system	Soil depth (cm)	Bulk density (g/cm ³)
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

結 語

共榮作物可依上述栽培要點及栽培法進行組合整體工作，在有機質肥料及非農藥管理上，應對資材之選擇妥為設計規劃，在施用動植物及礦物質肥料，需配合施用以提供充分的營養於營養生長期及生殖生長期做基追肥分別施用。有機質肥料以完全腐熟之粗大質材為上選，可選用魚粉、骨粉、血粉、雞、豬、牛、鳥糞、米糠、豆粕、花生粕、稻草、綠肥、石灰石粉、蚵粉、海草、木灰、沼泥、樹皮、穀殼燻炭、酒、米醋、酵素、木酢等多種緩效與速效及不同要素別混合的質材應用，而以主作物三要素需量為計算依據可視質材肥效的不同而加倍施用，待充分醱酵後施用。又以田間工作方便為前提計畫安排栽植何種共榮作物、合宜作物及病蟲忌避作物等並勵行輪作，以減輕病蟲害，而能以性費洛蒙誘殺，或寄生蟲、蘇力菌、石灰硫黃硫劑、脫指牛奶、麵粉、機油、肥皂粉、辣椒粉、煙草粉、除草菊、魚藤等資材防治。另外亦可視作物允許範圍飼養雞隻、覓食兼作補遺的害蟲防治。總之，自然農法之共榮作物栽培的成功，仍完全繫於有愛心人的信心、耐心與恆心使然，願共勉之。

參考文獻

1. 王錦堂 1991 果蔬菜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 p.119~168 有機物使 農文協。
3. 農林廳 1987 果樹、蔬菜施肥 p.67~140 作物施肥手冊 農委會、農林廳編印。
4. 安食直亮等 1990 忌避植物 栽培 p.58~60 自然農法國際研究開發 一。
5. 河田弘 1981 一 堆肥 施用基準 效果 p.158~179 一 (樹皮)堆肥製造、利用 理論 實際 博友社。
6. 前田正男 1973 土 酸化 野菜 p.33~42 蔬菜 營養診斷 施肥 農山漁村文化協會。
7. 松本和夫 1981 果樹栽培 立地條件 p.21~42 果樹園藝學 朝倉書店。
8. 松崎敏英、佐藤功 1986 尿 生 利用法 p.130~181 有機質肥料 方使 方 農文協。
9. 荷見武敬、鈴木利德 1980 有機農業 理念 p.184~255 有機農業 道樂游書房。
10. 荷見武敬、鈴木博、河野直踐 1989 農協 有機農業 取 組 p.77~262 有機農業農協 取 組 家 光協會。
11. 鳥居 子 1988 諸外國 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。
12. 堀兼明 1986 現場指導技術 有機物 施用 問題點 p.5~38 有機物研究 新 展望 日本土壤肥料學會 博友社。
13. 張道鎔 1992 四川自然生態的傳統耕作制 8：21~23 MOA自然農法美育基金會。
14. 齊藤進 1988 有機質栽培野菜 品質、營養價 貯藏性 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 (葉佈先生原著1976) 植物 他 植物 守 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 8：24~26 MOA自然農法美育基金會。

Effects of synergistic crops on intercropping systems

Chin-Tang Wang

Taichung District Agricultural Improvement Station

ABSTRACT

The present studies are 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 averaged yield of main crops under monocropping with organic manure application are 11.3% higher than that with chemical fertilizer application. Yields of main crops under intercropping system were higher than that under monocropping, ie 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 perform much better in grain yield when intercropping with synergistic crops bush kidney bean, green pea, green shell bean, peanut, edible rape and pole kidney bean in the all crop season. Potato was found to give much higher yield when intercropped with the leguminous crops green pea and kidney bean in the winter season. Vegetable soybean perform better when intercropped with radish, lettuce and Chinese cabbage in the spring crop season. Further, it is suggested from the present experiment that garlic intercropped with radish and spinach is a good combination of synergistic crops in the winter crop seasons. It is concluded that leguminous crop are good crops to be used as synergistic crops to interplant with the main crop under the organic farming system.

Key Words : Synergistic crops, Organic farming, Intercropping.