

對環境友好的有機農業之理念及其在亞熱帶地區之實施方法

謝順景*

摘 要

以化學肥料及化學農藥為基礎的現代作物生產技術雖然提高了作物的產量，但也對環境造成了很大的負面影響。本文針對能兼顧生產與環保的所謂「對環境友好的有機農業」之理念及定義先作一個闡述，然後針對包括台灣在內的在亞熱帶地區之有機農業之實施方法加以討論。農業生產體系與自然生態體系之間，需要設法保持平衡才能達到兩者之永續性。本文針對如何用有機肥料取代化學肥料及如何用自然綜合防治法來取代傳統的化學農藥病蟲害防治法，根據試驗結果提出可行的方案。包括用農業廢棄物來製造堆肥、種植綠肥、實施輪作制度、生物防治、利用性費洛蒙之田間害蟲防治法加以闡述。有機法與非有機法之生產成本及利益亦曾做經濟上之分析。

關鍵字：有機農法、輪作制度、病蟲害之綜合防治（IPM）

* 國立屏東科技大學熱帶農業暨國際合作研究所客座教授

壹、前言

現代的農業大部分依靠化學肥料及化學農藥之大量使用來生產。這種依靠化學產品為基礎的作物生產技術的農業，雖然大大地提高了作物的產量，但對自然環境生態及整個經濟上之影響並非全部是正面的。由於實施這種農業生產方式多年的結果，導致了世界某些地區之土壤沖刷嚴重而使良田趨於沙漠化(desertification)，同時也發生了水的污染問題。現代式農耕法的實施有時反而會使農場之收入減少。由於有這些現象之發生，如何讓現代農業體系永續下去(sustainability of modern agriculture)一問題引起全世界的農民、研究者及政策訂定者的莫大關心。我們急需研究出來一個不會對環境發生不良影響的農作物生產體系。為解決此問題 1991 年 9 月 6 日在紐約的聯合國大廈的會議廳內成立了世界永續性農業協會(World Sustainable Agricultural Association: WSAA)，筆者當時也應邀前往紐約參加了該會的成立大會，目睹世界五百多個各國代表對我們所居住地球的環境維持之關心甚為感動。世界永續性農業協會是由具有世界性組織的日本 MOA 協會給予人力及經費上之支持，並與美國農部的學者共同長期籌劃後成立。MOA 協會是以提高世界性之環境保護、文化及農業資訊之交流及謀人類之健康為宗旨所立的人民團體。

有機農法或自然農法或永續性農業之理念是世界性的，其觀念應該相同，但其作法或實施對策，因各國及各地區之農業環境

的不同而有所不同。筆者根據在台灣所進行的有機農業的經驗，加上參觀世界各國有機農場所得資料，試導出來適於亞熱帶地區實施的有機農法，供為台灣及東南亞地區國家的參考。

貳、有機農法 (或自然農法) 之理念及定義

在 1935 年岡田茂吉(1882 - 1955)極力提倡需要建立一種新的耕作方法，因此經過長期研究後，在日本建立了自然農法體系。他也創立了自然農法推廣協會來推動自然農法之理念與作法。

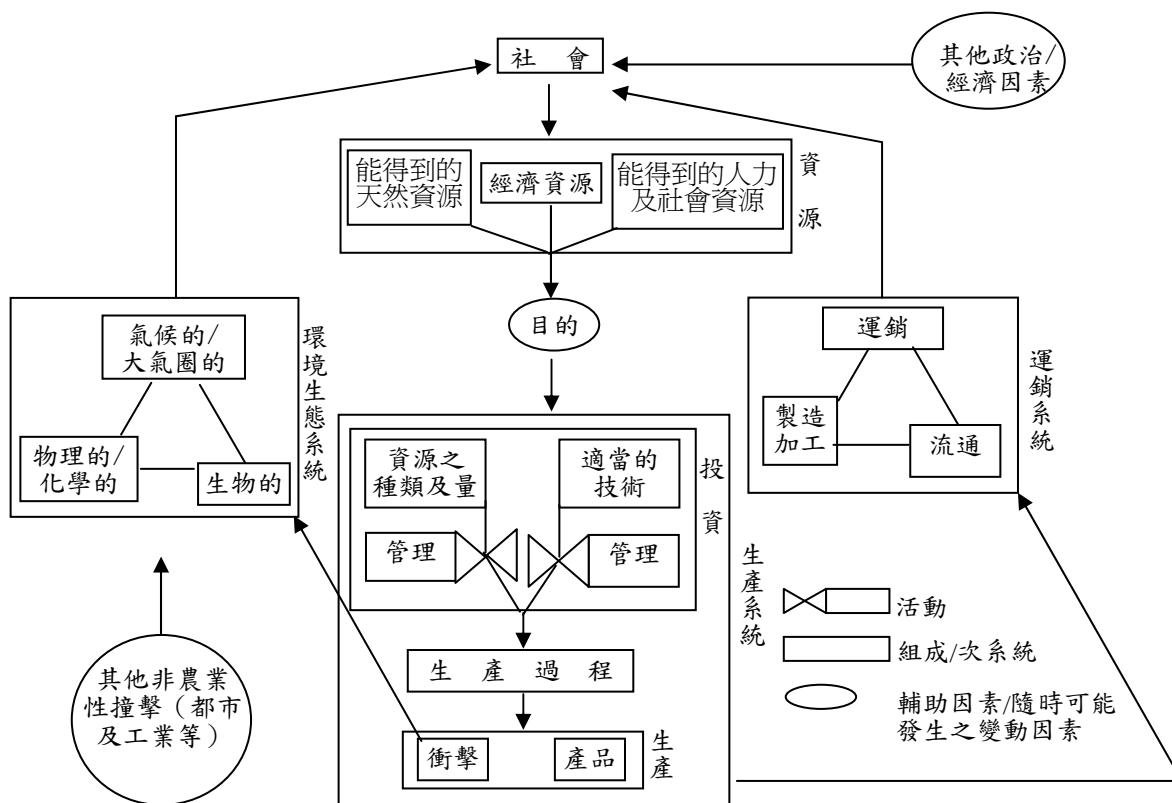
農業生產體系是綜合性的，由(1)自然條件(土地、水等)，(2)經濟面(投資與生產)及(3)人的資源(勞動力)所組成。人類使用這三種資源加上適當的管理技術來生產食物、纖維及其他產品。在農業生產體系中有自然資源及人類發明的技術之兩種投入(input)，及資源管理及技術應用之兩種活動(activity)。圖一表示兩種回饋(feed back)系統。(1)由生產到運銷之系統然後回到社會中。在社會中包括生產者及消費者兩者在內，(2)由生產過程中對環境之撞擊及由天然資源回到社會，社會最後決定生產目標並選擇認為最適當的生產體系。在圖一左方所示由於現代化農耕法所帶來對環境之衝擊，導致有建立生態農業體系(ecological agriculture system)之需要。各種作物有其獨特之生產技術及體系，無論任何生產體系最後有產品之收穫銷售因而有『正面』的貢獻，但另一方面有由於栽培法之不當所造成環

境衝擊之『負面』的影響。

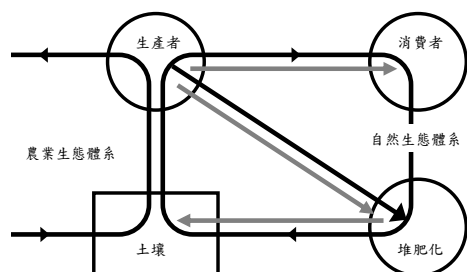
自從有了減少使用化學藥品及生態保育之觀念以後，出現了多種不同的名詞及定義。例如，(1)自然農法(natural farming)，(2)有機農法(organic farming)，(3)永續性農法(sustainable farming)，(4)生態性農法(ecological farming)，(5)再生農法(regenerative farming)，(6)生物動態性農法(biodynamic farming)，(7)低投入農法(low-input farming)，(8)低資源農法(low-resource farming)及(9)農業生態農法

(agroecological farming)等。

「對環境友好的農業 (Environment friendly agriculture)」是把農業生態體系 (agro-ecosystem) 與自然生態體系 (natural ecosystem) 保持平衡的農業，兩者間的流程示如圖二。農業生態體系由機耕技術、生物技術及化學技術三部門所組成，已開發的技術環環相扣應用於實際的生產上。三個技術中，未開發或未知的新領域尚待繼續開發，包括不用化學農藥的環保型病蟲害之防治技術 (圖三)。



圖一 農業生態體系之主要組成及次系統



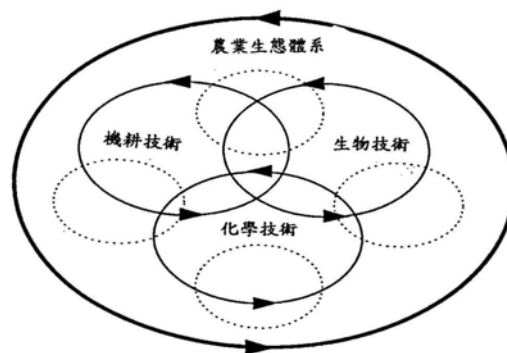
圖二 農業生態體系(agro-ecosystem)與自然生態體系(natural ecosystem)間之養方及生體量(biomass)之初步流程差異

根據 Lockeretze(1988)的定義，「永續農業」是一種非常鬆弛的名詞，包括以解決全世界農業問題的種種策略在內的農耕方式，及包括解決由於長年土壤沖刷及其他原因所致土壤養分流失所引起的土壤生產力降低之問題；由於過分使用化學農藥及化學肥料所引起地面及地下水的污染問題；由於化學農藥及化學肥料的高生產成本與產品價格降低所致農場收入降低之問題等（表六）。

換言之「自然農法」或「有機農法」包括了技術面（土壤、農耕、雜草及病蟲害管理）及經濟面（成本、產量及運銷）及人類健康面的綜合性農耕方法。如何做才能達到目標，需靠國家有無具創造性而能替代目前多施農藥及化學肥料之農耕方法而定。

參、問題與解決

一、在亞熱帶地區實施自然農法時所面臨的問題



圖三 農業生態體系中已知（實線部分）及未知（虛線部分）技術間之多種關係

一個自然生產體系是一種能兼顧生產與環境保護而能達到一定生產力水準的體系。農業的永續性只能在應用既有的資源，投資及技術並在不影響環境之條件下生產才能達成（圖一）。在亞熱帶地區實施永續性農業時首先需充分瞭解下列條件：

充分瞭解當地環境的理化性，如土壤情形及氣候條件如日照之強弱及長短等。同時需要瞭解這些因素之變化及其互動所帶來的變化情形。

充分瞭解生產體系中之生物要素，如作物及動物之種類及其與病原菌、雜草之發生、病蟲害之發生相、有益生物之發生相及其消長情形。

充分瞭解既有傳統農法及現代化生產技術之應用情形及農民的教育背景。瞭解為達到目標所需經濟上及生態上之要求，所投資之有效性及各種作業之適當性如何等。

二、在亞熱帶地區增加農業生產力時所面臨的問題

在亞熱帶之不同生態區域內，由於環境條件不同，其物理性、化學性、生物性及社會經濟性都可能成爲農業增產之阻力。雖然年中的氣候適於不同作物的栽培，但下述環境變化就可以影響其生產力：(1)降雨之時間、雨季之長短及下雨之密度；(2)未能預測的乾旱期間、洪水期間及其他環境條件之忽然變化；(3)夏天土壤溫度及水溫之驟然增高對作物之生長有不良影響；(4)在溫度高的亞熱帶地區常因雲天多光照不足，因而降低作物之光合作用效率。

與土壤有關作物生長障礙有：(1)土壤之脆弱性及沖刷性；(2)有機物之快速分解；(3)土壤酸度之提高；(4)在集約栽培下之土壤養分缺失及有害物質之累積等。與生物性有關的作物生長阻礙，有使用未經改良的未具對病蟲害及雜草抵抗性之作物及動物品種所致產量之降低等。與社會經濟有關影響因子包括：(1)不理想的佃農制度；(2)缺乏適當的技術及(3)推廣制度之不理想等。

三、在亞熱帶地區實施自然農法應具備的條件

當要把傳統農耕轉變爲另一農耕法時，首先需要把農民的意願，現行農耕法及技術轉變之可能性等因素考慮在內。在亞熱帶地區實施自然農法時須具備下列條件：

- 能利用植物營養之循環及氮固定之潛能以減少施肥成本。
- 能用省工方法來施用有機肥料以節省工資。
- 能儘量使用亞熱帶地區土生的品種作爲輪作之用。

- 能使用抗病蟲害強的作物品種以減少使用殺蟲劑，因而可以減少環境的污染。

- 能實施病蟲害之綜合防治，以減少生育期及貯藏期間之損失。

- 能實施適當的雜草管理技術，以避免使用化學殺草劑。

- 能以最低程度耕翻土壤(minimum tillage)之方式栽培作物，以保持土壤之水分及避免土壤之流失。

- 若情況允許，在亞熱帶地區實行有畜農業，同時發展以農藝－森林混合方式的農場，以利水土保持及生態之維護。

- 能實施適當的水管理技術，以確保田間之灌溉水與排水問題，因而可以避免特殊土壤之鹽分增加。

肆、在亞熱帶地區實行有機農法的要訣

建立包括永續性農業生產制度在內的自然資源保育之政策及策略。自然資源保育之實施策略應包括旅遊休閒、遺傳資源之保存、耕地及休閒地之樹木栽植、農藝－森林保存之特殊體系之建立，並把放牧地及景觀考慮在內。

以生態原則爲基礎下，擬定所有的農業發展計畫，並在此計畫中發揮最高的生產潛力。在亞熱帶地區可按照下列方法實施有機農法：

一、土壤營養管理方面

在作物生長各階段之關鍵問題之一是如何循環利用植物營養。植物生長所需養分

大部分保存在循環之過程中。但是利用時需要把經由空中氮固定所加進的肥料量及土壤沖刷、滲漏、脫氮作用及氨態氮揮發到空中之遺失肥量也要計算在內一併考慮。在農業生產中之養分之循環系統與自然界之營養循環系統不同，因為前者的營養會被作物吸收後保存在收穫物內(圖四) King(1990)。

由圖四可知，植物營養分在農業生產中被消耗掉，久而久之農業生產力會降低。為保持農業的永續性，在農耕上需要設法減少肥料經由土壤之滲漏及土壤沖刷後之流失，同時要減少由脫氮作用所致肥料之遺失。另一方面需要設法促進生物固氮作用來增加土壤肥分，供作物充分利用。最好能取用農場以外的廢棄物資源作為作物營養循環中之一環。

(一) 有機物質之來源

土壤內有機質含量之高低，可作為土壤肥力的指標。有機質在土壤中之影響有三：

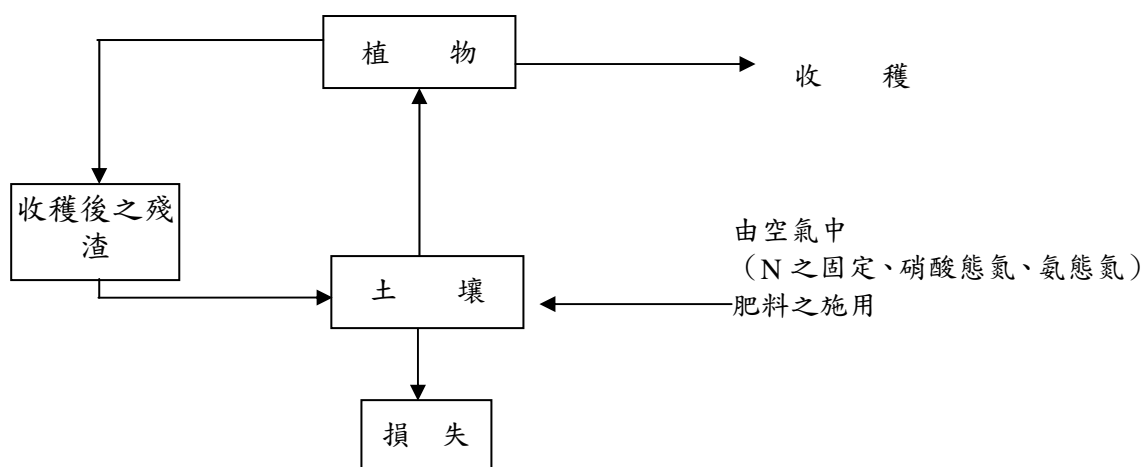
即(1)物理性，(2)化學性及(3)生物性。此處

所稱土壤有機質是包括土壤中所有的植物及動物殘渣。土壤有機物分解後變為腐植質(humus)進而變成為土壤之活性成分。腐植質之一般相對重量為 0.3-0.5 並有 60-80% 之多孔性(porosity)。腐植質本身並無顏色，但經過化學變化或土壤微生物作用後即變成為黑色。有機物種類可分為(1)作物殘渣，(2)綠肥作物，(3)一般堆肥，(4)洋菇栽培後所留下之堆肥，(5)牛糞，(6)豬糞，(7)雞糞，(8)垃圾及(9)動物產品之製造殘渣等。不要把這些有機物直接施用於田間，最好用適當的方法堆積成為熟成堆肥後使用。

(二) 有機肥料之施用量

有機堆肥之施用量因田間之土壤肥力及作物之種類不同而不同。一般而言，土壤中有機質含量低於 2% 者，歸為「不足」，2.5% 者歸為「普通」，而超過 5% 者歸為「很高」。有機肥料養分之高低隨其種類之不同而有很大的差別，而施肥量也隨作物種類之

不同而不同。因此使用何種有機肥料較好，



圖四 農業體系內之植物營養循環

應視作物的種類而定。一般而言，葉菜類需要較多的氮肥來促進其營養生長，而果樹及果菜類所需要氮肥較少，而需要較多的鉀肥來促進它的開花結果。對如菠菜等葉菜類應施用由禽糞為原料所製堆肥或含有氮肥較高的由其他原料混和而成的有機肥料。就番茄等之果菜類而言，可施用一般堆肥及由其他氮肥含量較低材料所做堆肥（如稻草、稻殼等）。在台灣一般所施肥量應該可以做為其他亞熱帶地區之參考故列入表一及表二。

(三) 綠肥對作物產量之影響

蔡(1989)使用埃及三葉草，在台中地區農改場進行一系列的試驗，以探討綠肥作物對高粱產量之影響。試驗結果表示把綠肥作物翻犁在土壤中時，由埃及三葉草為主的土壤有機物含量就開始增加，高粱種子的產量隨綠肥之施用量之增加而增加，施用二十公噸/公頃之埃及三葉草時增加高粱產量 20%

表一 台灣有機肥料一般之推薦施用量

有機肥料種類	一般施用量 (公噸/公頃)
普通堆肥	10-30
都市垃圾堆肥	10-20
牛糞堆肥	10-30
豬糞堆肥	5-10
雞糞堆肥	2-6
雞糞加稻殼堆肥	4-12
大豆餅	1.5-3
稻穀	10-20
米糠	1.5-3
骨粉	0.5-1

而施用 30 公噸/公頃時則高粱增產 45%，可知綠肥之施用對高粱增產效果之明顯。

(四) 堆肥之施用對蔬菜產量之影響

眾人所知，有機肥料對旱地作物的成效較水稻為好。根據台中區農改場之研究，若在具適當的 N.P.K. 肥分的土壤上施用堆肥時就可大為提高蔬菜的產量。在沖積土壤中施用 20 噸/公頃的堆肥時，蔬菜產量可增加 11-21%。在中性沖積土中白菜及甘藍菜增產 6%，而在酸性沖積土中施量 15 公噸/公頃之

表二 在台灣之適當堆肥施用量

作物種類	推薦施肥量
旱地作物	
小麥、玉	
米、高粱、	
甘藷	10,000-20,000 公斤/公頃
茶	20,000-25,000 公斤/公頃
菸草	15,000-20,000 公斤/公頃
果 樹	
葡萄	6,000 公斤/公頃 (雞糞堆肥) 12,000 公斤/公頃 (雞糞加稻殼)
蓮霧	10 公斤/棵
柑橘	10 公斤/棵
楊桃	15 公斤/棵 (樹苗移植時) 20-50 公斤/棵 (成樹)
木瓜	10,000 公斤/公頃
鳳梨	15,000 公斤/公頃
蔬 菜	
葉菜	10,000-20,000 公斤/公頃
果菜	10,000-20,000 公斤/公頃
根菜	10,000-30,000 公斤/公頃
球莖菜	10,000-20,000 公斤/公頃
花卉	10,000-20,000 公斤/公頃

堆肥時馬鈴薯之產量即可增加 7-15%。

二、實施輪作制度

在傳統的生產體系內實施適當的的輪作栽培，即可以增加生物多樣性（biological diversity）。因此有需要探討在永續性生產體系中實施輪作後之各種影響問題。在不同作物之輪作下可以提昇病蟲害之管理成效，在病蟲害之綜合管理（Integrated Pest Management：IPM）中非常重要。實施輪作制度之困難是雖然已知輪作對 IPM 有利，但對經濟上及政策上是否能配合的問題需要克服。

輪作對作物之影響

如前述，試驗結果所知，綠肥作物之栽培對下一期作物氮肥之供應有正面的貢獻，綠肥作物有一年性的和可兼作為飼料作物之多年性兩種。由前人的研究結果已知，輪作之首要正面影響是前作大豆、花生及其他豆科作物可以在土壤中增加大量的氮肥。輪作的其他影響有土壤水分之增加及減少病蟲害之發生等，輪作最大的正面影響是病蟲害發生會因此而大為減少。

在台中區農改場所進行之稻、高粱、大

豆、香瓜及綠肥作物為主的輪作制度對病蟲害、土壤肥分及收益之影響的研究結果表示，輪作區病蟲害之發生顯著的減少，收益也因而增加。例如在水稻→大豆→小麥之輪作制度下，較水稻→水稻之慣行制度每公頃可增收 35,308 元，在水稻→綠肥→玉米之輪作下，每公頃可增加 20,183 元之收益（表三）。

三、實施最低程度之耕犁(minimum tillage)

所謂最低程度之耕犁法是儘量減少耕犁的深度並留下 30 % 左右的作物殘渣在地面上。此法可以減少土壤沖刷所致表土之流失，並可以保持土壤之水分，而且可以因省工而可以大為減少工資。最低程度之耕犁法可以減少干擾土壤內部生物圈之生長，維持土壤內部之生態，同時可以增加土壤內部生物之活性。

在台東所作試驗表示，在不耕犁之狀況下所栽培玉米的產量較在耕犁下所栽培者之產量，不但不會減低但有時候反而會增加些（表四）。

表四 耕犁與非耕犁之情況下所種植台南十二號玉米之產量比較

表三 輪作對同一塊田之作物收益之影響

輪作制度	每公頃之收入 與對照區之	
	(元)	差額 (元)
水稻-水稻	55,166 (對照)	
水稻-大豆-小麥	90,474	+35,308
水稻-水稻-小麥	81,020	+25,854
水稻-綠肥-玉米	75,349	+20,183

年度	栽培季節	產量 (公斤/公頃)		
		耕犁	非耕犁	指數*
1974	冬作	3,583	3,583	100
1980	冬作	5,111	6,999	137
1981	春作	4,806	4,568	95
1983	春作	4,750	5,184	109
1984	春作	5,943	5,809	98

*與耕犁區比較時之百分比；

資料來源：台東農牧場

四、有機農法中之病蟲害防治策略

理想的病蟲害之控制法應該是充分瞭解病蟲之發生與生物上、栽培上及農藥防治上之關係後，所發展出來的合乎經濟及生態要求的一種防治策略。此種策略叫做病蟲害之綜合防治（Integrated Pest Management—IPM）。IPM 主要以自然的防治方法及改變耕種方式來減少病蟲害之發生為主，使用農藥作為最後的手段。

（一）以耕作方法來控制病蟲害之發生

栽培防治法是以改變作物栽培環境為措施來減少病蟲害發生的方法。栽培防治法與機耕，土面之燃燒及作物之輪作，種植及收穫時間之調整有關（Metcelf and Luckman, 1975）。雖然無法單靠耕種措施來完全防治病蟲害之發生，但機耕可以減少病蟲害之發生。

（二）以作物之輪作及間作來控制病蟲害之發生

作物之輪作制度在對土壤構造，土壤肥力及土壤沖刷及病蟲害防治之管理上扮演了重要的角色。作物輪作之價值在於能部分控制移動性高的昆蟲，病菌孢子及能隨風飄流的雜草種子之傳播等。在台中區農改場所進行的一項輪作試驗結果表示，水稻與玉米輪作或水稻與花生輪作可以減少 1.6~3.5% 之水稻病害（稻熱病，白葉枯病，胡麻葉枯病及紋枝病）之發生率，同時可以減少 0.1~3% 之害蟲（稻螟蟲及褐飛蟲）之為害率。作物之輪作可以減少其他各種作物之蟲

害，包括玉米切根蟲等。

（三）用調節栽培及收穫時期來控制病蟲害之發生

有些作物可以用調節栽培及收穫期的方法來逃避病蟲害的發生。此法要根據氣象之預測及過去所累積下來的經驗作為判斷及決定之基礎。

（四）生物防治法之利用

生物防治法是利用天敵之釋放使有害昆蟲及病原菌之孢子濃度在自然界降低至不為害作物的程度之方法。自然防治法是把害蟲、天敵及病原菌三者不受人為干擾之下彼此影響的方法。這種非常有效的生物防治法已被人類使用過將近 100 年左右。以釋放人工培養的天敵來有效地控制各種作物之害蟲。在台灣利用人工培養的赤眼寄生蜂之釋放來控制玉米螟之為害多年，已有良好的成效。

（五）利用性費洛蒙之田間害蟲之防治法

由於近年來研究的進步，性費洛蒙成為控制蟲害最有效的工具之一。不同昆蟲的性費洛蒙目前已可以用化學合成的方式大量生產供應。性費洛蒙不以直接噴撒在蔬菜上之方式使用，所以不會發生農藥殘毒污染問題。性費洛蒙基本上用引誘昆蟲進入特別設計的誘蟲盒內，因此可以大量減低田間的蟲害密度。

根據在台中區農改場所進行試驗結果表示，每分地放置三個誘蟲箱或每公頃放置 30 個性費洛蒙誘蟲盒時就可以把洋蔥田間

表五 利用性費洛蒙誘蟲盒誘殺稻螟蟲之成效

放置誘蟲盒期間	誘捕的蟲數	
	性費洛蒙區	誘蛾燈區
1989 6月-6月	1200.8	111
6月-12月	1024.7	311
1990 1月-5月	1409.7	74
總計	3635.2	496
比例	7.3	1

資料來源：劉達修（1992）

的甜菜夜蛾 (beet army worm) 控制 90% 左右。又根據在台中區農改場所進行試驗結果表示，利用性費洛蒙誘蟲盒補蟲的成效，比用誘蛾燈之成效高出 7-33 倍，(或 3635.2 隻比 496 隻) (表五)。利用性費洛蒙可以控制豌豆田之甜菜夜蛾 (army worm) 達到 80-90 % 之高。

(六) 利用黃色粘板誘捕害蟲之方法

有些昆蟲喜歡某些顏色，因此台中區農改場經過一系列的研究後，發展出來一種用黃色粘板來誘殺菊花斑潛蠅 (leaf miner) 的有效方法。把殺蟲劑 Omethoate 與粘膠混合塗在黃色塑膠板上，因為斑潛蠅 (leaf miner) 喜歡黃色所以飛向粘板後就被誘殺 33.5% 的蟲害。因為此法未把農藥直接噴撒在作物上，所以不會造成污染問題。因為不同的昆蟲對顏色之喜好不同，因此在亞熱帶不同地區應該進行類似的研究並發展出來適合各國應用的粘板來推廣使用。

(七) 利用套袋方法來控制果實蠅 (Dacus

cucurbital coquillet)

果實蠅在亞熱帶地區非常重要，尤其是在台灣對苦瓜及絲苦造成很大的為害。噴撒農藥會造成果實污染之情況下，如何利用非農藥方法來防治變成非常的重要。台中農改場在 1986 發展了一種簡單而有效的套袋方法來避免瓜果受果實蠅的為害，其效果很好，幾乎可以達 100 % 之防治效果。此種結果表示套袋法可以應用在其他瓜果作物上。套袋法既安全又可靠又容易執行。

(八) 利用廢棄寶特瓶作為補蟲工具之方法

扁蝸牛 (*Bradybaena Similaris*, *Ferussac*) 在亞洲及大洋州國家及地區如台灣、中國大陸、日本、印度及太平洋各島普遍發生。扁蝸牛在台灣對葡萄及多種觀賞樹木造成很大的損害。

農民通常用化學農藥，Metaldehyde 粉撒在地面上的方式來控制扁蝸牛。此法成本高，有效期間短而有環境污染的問題，因此需有取代的方法。台中區農改場經過一系列研究後發展出來簡單有效而免花成本的廢棄寶特瓶補殺扁蝸牛的方法並已廣為推廣使用，利用此法補殺扁蝸牛的成效可達 94.8% 之高。

將廢棄寶特瓶的瓶口及瓶底兩頭切除後，從切口往縱向再切開並順切口把葡萄莖套進去即可。其高度自地面一公尺左右較為理想。因為寶特瓶口與樹幹緊密貼在一齊，往上爬的扁蝸牛無法再往上爬，因此停留在寶特瓶內。隨後繼續不斷爬進來的扁蝸牛累

積在寶特瓶內動彈不得，不久由於飢餓及瓶內受太陽後之玻璃室高溫效果而全部死亡。此法的確是一種安全可靠的非農藥法而不會引起環境污染的方法，可以在自然農法中廣為應用。

(九) 利用土壤添加物來控制由土壤菌所引起的作物病害的方法

在亞熱帶地區的土壤中在土壤有機物含量低及酸性高之情況，容易發生由土壤菌所誘發的病害，例如十字花科根瘤病(Crucifer club root)及西瓜、甜瓜、豌豆萎凋病(fusarium wilt)。同時容易發生蘿蔔及芥菜的黃葉病(fusarium yellows)及甜瓜幼苗疫病(phytophthora blight)。此等病不能用殺菌劑來防治。但施用中興大學所發展出來的 S-H 添加物堆肥(每公頃施用 1000-1500 公斤)即可控制西瓜、甜瓜及豌豆萎凋病(fusarium wilt)及蕃茄細菌性萎凋病(bacterial wilt)。除此之外土壤之有機添加物之施用可以改善土壤質地及土壤之活力。此種方法在台灣發展出來，有效的控制由土壤菌所引起的作物病害之技術可以直接應用在亞熱帶地區之有機農業上。

五、田間雜草之綜合管理方法

先進的農民主要用各種栽培措施來控制雜草而不用殺草劑。他們在作物生長前段之八週內，用機耕法除草或以稻草枯葉或塑膠布覆蓋的方法控制雜草之發生。八週後作物已成長，因為有充分遮蔭效果所以可以對抗雜草的生長。如果在此八週期間內無法用上述方法來控制雜草時，可用生物控制法或

用少許殺草劑作為綜合性雜草防治之措施之一。栽培、生物防治及化學防治措施之使用需要經過仔細設計及考慮後實施。機耕法應包括田間休閒期間之初期機耕及第二期機耕。在栽培期間有必要時可用其他材料(稻草、塑膠等)的覆蓋法對雜草之控制有相當的成效。

伍、有機生產與非有機生產之成本分析

如前所述，以使用化學肥料及化學農藥為主的「慣行農法」，因為產品之價格較低，其收益反而較以「有機農法」所生產者之收益為低。筆者於 2003 年 7 月前往台東縣池上鄉的有機米產銷班蕭煥通先生的農場調查其生產成本及收益情形。

蕭先生以 1.9 公頃之有機農田(經過農委會授權之驗證機構國際美育自然生態基金會認定通過)按照農委會之有機農法規範進行有機稻之生產。同時將 1.2 公頃之稻田完全按照慣行農法栽植相同品種作為對照，並將兩者之成本加以分析，其結果示於表六。有機區之堆肥施用工資因為其體積大每公頃之工資為 2,000 元，較慣行農法區之施用化學肥料之工資 1,000 元貴一倍，另外有機區之除草費(人工及用鴨子)較貴，而有機堆肥費也較化學肥料貴。其他田間基本開支如耕犁費、插秧費、割稻費兩者相同。因為有機稻穀收購價格較非有機稻穀貴 43% (即 30 元/公斤:21 元/公斤)，1.9 公頃之有機稻穀之售價為 156,970 元，換算後每公頃的收益為 82,615 元。以慣行農法所植稻

穀價格較便宜（21 元/公斤），1.2 公頃之總收入為 56,320 元，換算成為每公頃之收益為 46,933 元，即有機稻穀較非有機稻穀每公頃可多賺 35,682 元（表六）。有機稻穀經過脫殼碾米後以「池上大地有機米」之品牌並以市價 80 元-200 元之價格出售給一般消費者。

現代的農業依靠高投入（high input）的有機化學肥料及化學合成農藥來防治病蟲害，並走向擴大單一作物栽培的方向來生產作物。這種農業生產方式帶動了作物生產力，但是由於單一作物的大量生產，常常導致該作物之生產過剩，價格低落，反而影響了農家的收益。此種作物之集約栽培方式也常常加速了土壤之沖刷及地上及地下水之污染，如此下去各國農業之延續就有問題。

陸、結 論

表六 稻米之有機生產與慣行法生產之成本分析

成 本 投 入	有機農法(1.9 公頃)	慣行農法(1.2 公頃)
工 資		
施 基 肥	3,800 元(堆肥)	1,200 元(化肥)
耕 犁	17,100 元	10,800 元
插 秧	9,500 元	6,000 元
除 草	20,000 元(人工)	600 元(除草劑)
施 追 肥	3,000 元	1,500 元
割 稻	17,100 元	10,800 元
雜 項 工 資	19,000 元	12,000 元
材 料 費		
秧 苗 費	15,960 元	10,080 元
有 機 堆 肥	70,210 元	0 元
化 學 肥 料	0 元	8,600 元
農 藥 費	0 元	10,410 元
總 支 出	175,670 元	71,990 元
總 收 益	11,088 公斤×30 元 =332,640 元	6,110 公斤×21 元 =128,310 元
淨 收 益	332,640 元－175,670 元=156,970 元	128,310 元－71,990 元=56,520 元
每公頃之淨收益	156,970 元÷1.9 公頃=82,615 元/公頃	56,320 元÷1.2 公頃 =46,933 元/公頃

資料來源：梁正賢（2003）

由於此種問題之發生愈來愈受世人之關心，所以人們感到有需要建立不依靠化學肥料及化學農藥的低投入農業生產體系（low input agricultural system）。在這種永續性農業生產體系下，產量可以保持穩定，因此可以提高收益同時可以減少發生環境生態之衝擊問題。一些開發中的國家繼續用高投入的集約栽培，結果已經驗到在田間發生更多的病蟲害，更多的雜草及更多的其他不良影響。當實行有機農業（自然農法或永續性農法）時，一方面可以增加作物的產量，另一方面可以維持自然生態而對環境不會構成很大的污染問題。

有機農業或自然農法必須在不傷害自然生態環境，同時在經濟上合算之前提下才能實行。在亞熱帶地區實施永續性農業時所面對最大的困難是如何在不施化學農藥為前提下，以自然方法來控制作物病蟲害問題。針對此點本文根據在台灣所進行的研究結果導出來適於亞熱帶國家應用的一種模式供為參考。每一國家之自然環境，農耕方式及病蟲害之種類及其發生方式各為不同，所以每一國家應該研究出來適於各國自己使用的方法。

總之，有機農業是規定不使用化學肥料、化學農藥、化學添加物及化學生長調節劑的生產方式。所生產的有機食品被認為是屬於沒有污染而安全可靠的健康食品，因此深受一般消費者的喜愛。由於市場上的需要，目前世界各國的有機食品生產正在急速增加中。例如美國之有機食品，每年以 20-25% 之速度在增加中，在美國國內的銷售額在 2000 年為 78 億美元，而在 2003 年則增加為

100 億美元。有機畜產品在 1999 年為 4 億 8 仟 1 佰萬美元，在 2000 年則增加為 5 億 8 仟 8 佰萬美元，一年之中增加了 22%。在歐盟有機生產也以每年 20-30% 之速度在增加中，根據估計，到 2006 時歐美的有機食品市場可達 1,050 億美元。

日本 2003 年的有機栽培面積為 5,083 公頃，有機食品之產值為 35 億美元。根據農委會的資料，台灣在 2002 年之有機栽培面積（稻米、蔬菜、果樹、茶樹及其他）為 1,010 公頃。由此數字可知，有機農產品之生產在歐美及亞洲各國急速成長中。為因應市場上的需要，亞熱帶國家之有機食品之生產還要加把勁。

柒、參考文獻

一、中文部分

- 孫守恭(1989)。土壤添加物在病害防治上之應用。台中區農業改良場特刊 16 號，141-155。
- 章加寶(1988)。扁蝸牛之發生及防治。台中區農業改良場研究彙報，21，1-2。
- 方敏男(1989)。不同袋材質防治瓜實蠅危害苦瓜及絲瓜之研究。台中區農業改良場研究彙報，25，3-12。
- 謝順景(1989)。歐美國家有機農業。台中區農業改良場特刊，16，31-50。
- 謝順景(1992)。世界永續農業協會成立大會記實。自然農法，5，5-8。
- 蔡宜峰、黃勝忠、賴文龍(1989)。綠肥對春作高粱生長影響之研究。台中區農業改

良場研究彙報，23，11-19。

劉達修、王玉沙(1992)。非洲菌斑潛蠅
(*Lirimyza trifolii* (Burgess)) 之藥劑
篩選及黃色黏板在防治上之應用。台中
區農業改良場研究彙報，36，7-16。

梁正賢(2003)。我們不怕 WTO 萬安社區有
機米尋找池上米的春天。私函資料(光
碟)。

二、英文部分

Francis, C.A. and M. D. Clegg. (1990). *Crop rotations in sustainable production system*. In "Sustainable Agricultural System", 107-122. Edited by C.A. Edwards, R. Lal, P. Madden, R. H. Miller and G. House. Pub. by Soil and Water Conservation Society U.S.A.

Heuse, G.J., B.R. Stinner, D.A. Crosseley Jr., and E.P. Odum. (1984). *Nitrogen cycling in conventional and no-tillage agroecosystems: Analysis of pathways and processes*. Jour. of Applied Ecology 21, 991-1012.

Hsieh, S.C. and C.F. Hsieh, (1990). *The use of organic matter in crop production*. Extension Bulletin No. 315: Food and Fertilizer Technology Center of Asia and Pacific Region, 1-19.

King L.D. (1990). *Soil nutrient management in the United States*. In Sustainable Agricultural Systems. Edited by C. A. Edwards, P. Lal P. Madden, R. H. Miller, and C. House. Printed by Soil and Water

Conservation Soc. of U.S.A., 89-105.

Lockeretz, W. (1988). *Open question in sustainable agriculture American*. Journal of Alternative Agriculture 3(4): 134-181.

Okigbo, B.N. (1990). *Sustainable agricultural systems in tropical Africa*. In Sustainable Agriculture Systems. Edited by C.A. Edwards, P. Lal, P. Madden, R. H. Miller, and C. House. Printed by Soil and Water Conservation Society of U.S.A., 328-351.

Parr, J.F., R.I. Pagendick, I.G. Tounberg, and R.E. Meyer. (1990). *Sustainable Agriculture in the United States*. Sustainable Agricultural Systems Edited by C.A. Edwards, R. Lal, P. Madden, R. H. Miller, and G. House. Printed by Soil and Water Conservation Society of U.S.A., 50-67.

Stinner, B.R. and J.M. Blair. (1990). *Ecological and agronomic characteristics of innovative cropping systems*. In Sustainable Agricultural System Edited by A. Edwards, R. Lal, P. Madden, R. H. Miller, and G. House. Pub. by Soil and Water Conservation Society of U.S.A., 123-139.

Concept and practice of environment friendly organic farming in subtropics

Sung-Ching Hsieh *

Abstract

Chemical fertilizer and pesticide based modern agriculture technology promoted greatly the food production. However, the resulting ecological and economic impact have not always been positive, and often negative impact occurred such as soil erosion, water pollution and pesticide contamination on the produced foods. Present paper dealt with the concept and practice of environment friendly organic farming and its practice in subtropics.

In order to get agriculture sustained; we must develop a balanced system in between the production system and the natural ecological system. The present paper tried to build this balancing mechanism by replacing chemical fertilizer with organic manure and green manure, and also to replace chemical pesticides by integrate pest management (IPM) method of pest control. In this connection, the use of proper amount of compost made of farm residues was emphasized. For IPM, rotational system of culture, biological control of crop pests, application of sex-pheromone and yellow sticky plate to trap harmful insects on the farm have been proposed based on the data collected from the field experiments. Economy of producing organic rice was analyzed with regards to input (investment) and output (benefic gain) from the organic rice farming. Present status and outlook of environment friendly organic farming in various countries was discussed.

Key Words: Organic farming, rotational system, Integrated Pest Management (IPM)

* Chair Professor, Institute of Tropical Agriculture and International Cooperation, National Pingtung University of Science and Technology