

有機農業原理運用於環境防污與水土資源保育系統規劃設計之研究

陳文福ⁱ、林進財ⁱⁱ

摘要

「慣行農法」經過半世紀的實踐，台灣的農地開始酸化，土壤內的微生物迅速減少、生態系變得不平衡，更嚴重的是過量的農藥殘留，造成罹患癌症的人越來越多。於是「有機種植」、「無毒農業」又開始被消費者所重視，要求食用安全無農藥的蔬菜，成為健康生活的基本要求。

另一方面，增加產量的方式是耕地擴展，以致農地從鄉村擴增到山林，越來越多的山林變成農田。超限利用以及不重視水土保持的生產模式，漸漸侵蝕台灣美麗的國土，不當的高山農業發展，形成對國土安全的強烈威脅，於是頻仍的災害促使國土復育的需求。

這樣的歷史發展背景下，水土保持顯得益發重要。然而在「安全生產」與「國土保育」的雙重需求下，水土保持領域傳統的農藝方法就無法滿足新的挑戰。原來的農藝方法，著重在土壤沖蝕的預防，採用的方法無外乎最小地形改變與增加地面覆蓋為主。但是這樣的方法，並未提到與有機農法的並行，也無法透過農耕方法的改變，進行生態環境的恢復。因此新的農藝方法不僅要維持水與土壤的量，還要恢復水與土壤的質，恢復自然的生態環境，以及提供健康安全的農作物。

本研究提出新農藝方法，透過實證的研究，提出既符合傳統水土保持農藝方法，又能恢復生態環境與提供健康作物的農耕方法。透過新耕作方法的推廣，滿足「安全生產」與「國土保育」的雙重需求。本研完成之目標有三：

- (一)提出新農藝方法，兼顧無毒農業生產與生態恢復之雙重目標。
- (二)提出符合台灣小農經濟之安全農業生產模式。
- (三)推動生態工程與永續工程。

關鍵詞：有機農業、水土保持、國土保育、農藝方法、生態工程，永續工程

ⁱ國立中興大學水土保持學系教授

ⁱⁱ國立中興大學水土保持學系碩士班研究生

壹、前言

近世紀以來，在人口、糧食需求倍增的趨勢中，慣行農業的耕種方式產生了急遽的變化，以大量使用化學肥料、殺草劑及殺蟲劑為一明顯改變，為了減少病蟲害所造成的損失，在加速生產之過程中，環境承載的傷害，使得後續繼起的生態課題必須面對根本性的衝擊及考驗。

此一根本性的困難在於大量土質酸化及水源惡化。耕作方式破壞了平衡，如翻犁、表土流失及裸露、滲入水及保水量減少，土壤中的微生物之間的平衡，新起的有機農法遂提倡回復至工業革命以前的耕作方式，欲以無毒耕作挽救生態的劣勢，以不使用農藥及化學肥料等為基本理念，並使用天然資材為主要資源，維持並提升地力與生產，利用食物鏈理論達到生態平衡，於無毒的循環機制中逐漸代謝汙染。

因此，將農業視為一生態工程的模式，為慣行農業必須面對的課題，慣行農業之前的傳統農業能夠運作之久，加以有機農業應運生態系中相應相生的循環更替，達到自我修復的能力，為水土保持工程必須把握的未來趨勢之一。

然而，許多投入有機農業者，遇到的技術困難，並非取得有機認證。而在於無法應用生態系統的架構，達到生產的效果，從而放棄有機生產。本研究旨在探討及實踐新式農藝方法，即以生態有機農業達到環境復育與經濟生產的雙重效益。

貳、目前有機農業之檢討

一、有機農業國外發展情形

有機農業的耕種法在歐、美、日等國家已實施多年，歐洲早在 1924 年即有德國人類學家開始提倡有機農業之運動。希望以不同的耕作技術來取代當時化學物的使用。1927 年左右奧地利最早之有機農場成立於哥林斯地區。

1935 年日本岡田茂吉開始倡導自然農法，推行自然農法的概念，直到 1980 年末期日本民眾的環保意識覺醒，即開始注重產品的健康性及安全性，於是日本便在 1987 年制定了「自然農法」，1992 年制定了「有機農產品準則」；1994 年修正為「自然農法」，此時修正內容主要是針對 MOA 自然農法的理念、目的、作物栽種技術、農地的認定、使用資材的認可等等事項進行討論。日本計有 15,000 戶採用自然農法栽種作物。

美國的有機農業發展始於 1940 年開始倡導有機農業的耕種法，1947 年成立羅得爾有機農業研究中心。直到 1970 年因環境汙染以及能源危機的因素，使得美國本土開始普片受到關心。1990 年美國國會通過「有機食品法」(The Organic Production Act, OFPA)，但此法直至 1997 年才實施，同樣成為最早由政府制定法律者。

二、有機農業國內發展情形

我國政府截至民國 96 年之前，在有機農業政策法令的制定進程下，都未制定相關有機農業的法規。可謂在民國 96 年以前，我國的相關有機農業詳細的有機農法耕作方式，是以委託民間團體進行相關細則、內容標準的規定來辦理。法人國際美育自然生態基金會，則是依據自然農法國際研究中心(MOA)的「自然農法技術推廣要綱」編定的內容為基礎，制定並於 82 年公布「MOA 農業執行基準(台灣版)」(詳如附錄一)，內容列有詳細的有機農法耕作方式之規定，是一套為了適應台灣的農業現況而量身訂作的耕作規範。此耕作農法特分為「有機農法」與「準有機農法」兩種認可的方式。

至民國 85 年 3 月 30 日中華永續農業協會(阮春發, 1995)於農委會召開「技術委員第一次會議」，並於會議中研擬了一份「中華永續性農業技術推廣執行基準草案」，此草案並列有永續性農法的作業基準，以供農民參考。

自民國 96 年 1 月 26 日以來行政院農業委員會陸續公布有機農業生產及驗證相關法規。本研究根據財團法人慈心有機農業發展基金會彙整之〈農委會有機生產及驗證相關法規彙編〉整理出表 1 之「有機農業相關法規及其子法一覽表」：

表 1 有機農業相關法規一覽表

法規名稱	公布日期	備註
〈農產品生產及驗證管理法〉	96 年 1 月 29 日	共六章二十八條
〈農產品驗證機構管理辦法〉	96 年 6 月 7 日	係根據〈農產品生產及驗證管理法〉第九條第二項規定定之，共計十八條。
〈農產品檢查及抽樣檢驗辦法〉	96 年 6 月 26 日	係根據〈農產品生產及驗證管理法〉第十五條第一項規定定之，共計十一條。
〈農產品標章管理辦法〉	96 年 6 月 29 日	係根據〈農產品生產及驗證管理法〉第十二條第二項規定定之，共計十條。
〈有機農產品及有機農產加工品驗證管理辦法〉	96 年 7 月 6 日	係根據〈農產品生產及驗證管理法〉第五條第二項規定定之，共計三十一條。
〈農產品生產及驗證管理法施行細則〉	96 年 7 月 26 日	係根據〈農產品生產及驗證管理法〉第二十六條規定定之，共計八條。
〈進口有機農產品及有機農產加工品管理辦法〉	96 年 7 月 27 日	係根據〈農產品生產及驗證管理法〉第六條第二項規定定之，共計十九條。
〈檢舉違反農產品生產及驗證管理辦法案件獎勵辦法〉	96 年 9 月 14 日	係根據〈農產品生產及驗證管理法〉第十八條第二項規定定之，共計十二條
〈農糧產品及其加工品檢查及抽樣檢驗結果處置作業要點〉	96 年 9 月 20 日	
〈有機農產品及有機農產加工品檢查及抽樣檢驗結果處置作業要點〉	96 年 9 月 28 日	係根據〈農產品生產及驗證管理法〉第十四條第三項規定定之，共計九點事項。
〈農產品生產及驗證管理法第二十七條執行原則〉	98 年 1 月 22 日	違反有機產品之標章、栽種法等，依規定處以罰鍰。

雖然已經有完善的法令基礎，也瞭解有機農業提供了對人類甚至對生存的環境空間這麼多的益處，然而，為何在現今農耕方法中仍無法有效地推廣？綜合台中區農業改良場場長陳榮五在「台灣有機農業發展之瓶頸」一文之意見及其他學者相關意見，整理出主要發展與限制(詳如表 2)：

表 2 有機農業在台灣發展的現況與限制

項次	發展現況與限制
1	氣候與生產環境
2	有機農產品生產成本
3	消費者對有機農產品的信心
4	一般農產品、吉園圃與有機農產品之認知
5	有機農產品安全把關問題
6	進口有機農產品的管制問題
7	消費者及有機販賣店對驗證與標章的看法
8	有機農業驗證及生產面積停滯不前

相關研究指出了台灣有機農業發展的現況以及發展上的限制，但是卻無法進一步解決有機農業在耕種法操作與執行上所面臨的問題。檢討後發現主要突破關鍵有下列幾點：

1. 必須建立有機農業有效的耕種模式
2. 必須提供有機農業生產技術

參、傳統水土保持方法之檢討

水土保持的處理方法很多，大抵上可整理歸納為農藝方法、植生方法及工程方法等三種主要處理方法。在其個別效用言，不外是增進土壤本身的抗蝕能力，阻截雨點的衝擊力；控制地表逕流對土壤的侵蝕。每個方法都各有其功效，往往需若干方法同時並行，因地制宜而相補相成，以達成水土保持的目的。

一、傳統的水土保持方法

根據《水土保持手冊-農地篇》(農委會，1992)所列共有 35 種的處理方式，處理方法略述如下(詳細內容詳如表 3)：

1. 工程方法處理：山邊溝、平台階段、石牆法、寬壟階段。
2. 農藝方法及植生方法處理：等高耕作、山邊溝植草、台壁植草、覆蓋作物、綠地、草帶法、敷蓋、坡地防風。
3. 道路處理：農路支線、園內道、作業道、道路植草、植生護坡。
4. 安全排水處理：截水溝、排水溝、草溝、L 型側溝、過水溝面、跌水、小型涵管。
5. 防災設施處理：蝕溝治理、節制壩、農地整坡、農地沈砂池。
6. 灌溉設施處理：坡地灌溉、水源設施、抽水設施、輸配水設施、農塘、蓄水設施。
7. 坡地農場規劃前之先驅作業。

表 3 傳統水土保持方法一覽表

類型	方法	內容概述
工程方法處理	山邊溝	在山坡面上，每隔適當的距離，沿等高方向所建造出的淺三角形溝稱之。其可減短坡長，分段截洩逕流，防止沖蝕，也可提供田間作業道路。
	平台階段	我國原稱梯田，是在陡坡之坡面上沿等高方向所築成的帶狀階段，將坡面變成階梯狀平地。可作水田及早作耕作。
	石牆法	在多石的土地上，因耕作需要將清除的石塊，砌在平台階段的位置上，也可由土的淤高而逐漸形成平台階段。
	寬壟階段	橫跨坡面、每隔適當距離所培築的寬底土埂和淺溝。當農藝方法在坡面上實施，逕流匯積將造成沖蝕時，階段就可將逕流截阻而安全排除，也是緩坡大農場的重要方法，為美國所普遍應用，臺灣的適用範圍有限。
農藝方法及植生方法處理	等高耕作	可使坡面的流水在向下坡流動時遭受截斷、改向、並且增加等高方向的地面水入滲，因而可大幅減弱土壤的流失。
	山邊溝植草	以纖維、稻草、棉織等材料粘附草種及肥料鋪植於坡面，以保護邊坡之方法。
	台壁植草	種植草苗覆蓋邊坡之方法。
	覆蓋與敷蓋	台灣地區常用的水土保持覆蓋植物大致為百喜草、百慕達草、甜根子草、黑麥草、相思樹、黃槿、九芎、台灣赤楊、及山鹽菁等。 敷蓋則是指將割刈的草類、作物殘株，以保護土地免受沖蝕的措施。
	草帶法	在坡面上帶狀種植強莖密生草類，使移動的土壤截於帶上。
	坡地防風	防止風吹蝕坡地土壤，導致土質鬆落。
道路處理	農路支線	為方便農地運輸作業。
	園內道	坡地農園內，方便農地作業之小道。
	作業道	方便機具於農地間運輸之小道。
	道路植草	於開挖之道路旁栽種綠色植物，以保護土質狀況。
	植生護坡	為利用適生植物之導入作業，以達坡面保護之目的。包括「打樁編柵」、「固定框植生工」、「鋪網噴植」、「切枝壓條」及「圓木格框護坡」等。
安全排水處理	截水溝	沿近似等高方向、橫跨在被保護的土地或保護物的上方，用來攔截逕流，並將其導至安全處排除的溝渠。
	排水溝	是排除坡地逕流的縱向溝渠，坡地上流速大，必須植草、磚石等砌襯作保護，或用預先鑄造的混凝土製品裝設，常搭配跌水等以增安全。
	草溝	如同草地的溝渠，在較低漥之草坪設計雨水的導引渠道，於渠道末端收集之。雨水即可自然入滲到草坪中，增加地下涵養水分的功能。
	L型側溝	用於渲洩逕流，防止溝身及路基沖蝕，保護邊坡，利於淤積物清除。
	過水溝面	通常作用於銜接主排水溝，以減緩水流速度，保護溝面。
	跌水	因排水溝坡度陡，水流速度大，易發生溝底沖蝕，在適當地點建造垂直落差，此種構造物即稱跌水，可減緩流速，安定渠道。

	小型涵管	可分散排水的沖刷,也可增加野生動物棲息與穿越道的路徑。但涵管的設計必須要有預防阻塞之設計,以免造成排水不良之問題。
防災設施處理	蝕溝治理	蝕溝治理的作用,是用以穩定蝕溝、防止沖蝕擴大,攔阻泥沙,減少下游災害。
	防砂壩	為攔蓄河道泥砂輸送、穩定河床及兩岸崩塌、防止侵蝕所構築5公尺以上之橫向構造物(5公尺以下謂潛壩)。
	農地整坡	農地整坡係指以機械開挖整地、整修坡面,使其利於農場耕作管理。
	農地沉砂池	作用在於攔阻砂石逕流破壞農地的一種排水設施。
灌溉設施處理	坡地灌溉	為灌溉方式之一,通常以管道節水灌溉為灌溉坡地的最佳方式。
	水源設施	為獲得灌溉之水源的最基本設施,可自高處配管引水;或自低窪之埤圳或河谷將水抽引至較高之農區。
	抽水設施	由水源地將水抽到儲水槽之設施,如抽水馬達。
	輸配水設施	將儲水槽內之水經由管路之分配而輸送到管路末端以供作物所需之設施。
	農塘	為一種灌溉設施,也有涵養水源之功能。
	蓄水設施	為一種灌溉設施,蓄水之功能。
坡地農場規劃前之先驅作業	整體規劃	農場規劃之前置作業。

經由表3所列,欲在坡地農員園上防止土壤沖蝕災害採取之各種水土保持方法,應按下列原則依序考慮:

1. 土地利用要在合理原則下,妥善規劃農場上之各種設施。
2. 盡量採用植生方法以避免雨滴直接打擊地表而發生飛濺沖蝕現象。
3. 交互配合使用植生方法、農藝方法、工程方法以增加土壤之抗蝕力。
4. 促使到達地表之雨水滲入土中,以減少地面逕流。
5. 增加地面粗糙率,降低地面逕流水之流速,預防土壤大量沖刷。
6. 地面逕流須妥善導入安全排水系統。
7. 對於易發生沖蝕、崩壞之地點(農路、排水溝等地),應予加添適當保護措施,確實做好排水系統的建置。

另外,台灣地處亞熱帶,季節分明。冬季旱季漫長,而夏季因颱風季節之特性,降雨集中且雨勢豪大。加上台灣特殊的地理環境,地勢陡峭、地質疏鬆、農地狹小以及土壤抗蝕性較差。因此,必須尋找適地適用的方法,才能有效地做好農地水土保持的工作。

針對農地水土保持之方法如上表所示林林總總,在方法上的運用必須多元交相運用。參酌本地氣候及地理條件,設計規劃出一套系統性之耕種方法以及水土保持法,即

能使有機農業推展至永續農業。

二、傳統方法的不足

分析傳統水土保持的方法，多從物理性防護為主要防護面向。不論是從工程方法處理、防災設施處理、農藝方法及植生方法處理、灌溉設施處理、安全排水處理、道路處理進行區域的水土保持方法。雖然在效果上經過審慎的規劃設計，確實能達到水土維護的功效。但，卻僅能治標而無法治本，且隨著土質結構的轉變，水土亦不易保持，反倒需投注更多的資源與資材，方能持續維持水土保持的功效。如此，對於耕種農民不啻為另一項沉重的負擔。本文試著從傳統水土保持法欠缺的面向探討，進而補足傳統法的不足之處。

(一) 化學性防護面向

若說物理性防護為一治標的做法，則化學性防護為一治本之做法。因此，兩者之間必須做有效率的交互運用，方能達到水土保持治標且治本的效果。何謂化學性防護，簡單來說即利用生物化學方法恢復土壤健康。一般來說，達到土壤化學性改善常見的辦法有以下幾種方法：

1. 動物排泄物：牛糞等(家禽牲畜糞)、海鳥糞。
2. 殘體：蚵仔殼粉、魚精。
3. 植物廢棄物：青草粉（蘭尾草、黑糠、米糠）、稻稈、稻殼、豆餅、蓖麻粕、黃豆粉、雜草廢棄物、綠肥（苕子粉）、樹皮、蔗渣、苦茶粕、芝麻粕等等。
4. 其他（混合）：堆肥（半熟即完熟）、樹皮堆肥、蔗渣堆肥、商業有機質肥、半發酵肥、紅土、完熟機肥（堆肥）、苦土石灰、矽酸爐渣等等。

上述幾種性質的方法皆能有效增加土壤中的有機質以提供土壤所需之養分與能量。

(二) 生態結構面向

傳統的水土保持方法就結果來看，僅能防護區域內之水土不至於迅速流失掉。但如果有一種水土保持法是能夠經由土質的改善，漸漸地回復地力改善生態基盤，甚至建構與恢復區域內之生態系統。如此，不僅能使土壤改善，進而能形成和諧的生態環境。這也正是傳統水土保持法所無法達到的成果。

(三) 經濟價值面向

傳統水土保持法綜合了許多的水土保持技術以及不同形式的防護措施，就結果上來看，確實達到不同程度的預防效果。但，就其經濟效益而言，對一個農民來說；尤以小耕農來說，是個不敷成本的方法。換句話說，因為傳統方法的重點僅在土壤保護，並未考慮種植產量，在農民的經濟考量下，不易主動配合施行。

肆、有機農業的新農藝方法

一、理論基礎--生態系重建

建構區域生態系的關鍵因素即為生態基盤，至於組成生態基盤的重要元素即為物理、化學、生物。然而，組成生態基盤的三元素則是立基於土壤健康的恢復。因為土壤的健康能影響土壤的物理、化學、生物三大項目（Stevenson, 1982；Schnitzer, 1991）。

（一）土壤復育

土壤組成成分有礦物質、水分、空氣、有機質。就其個別功能上礦物質主要影響土壤質地、疏水程度以及土壤的透氣程度。由於土壤具有多孔體的性質，因此，在孔隙裡主要儲存著水分以及空氣。土壤中的水分會因受重力而移動，水分移動會影響養分的分布以及土壤的肥力。空氣的作用，土壤中之空氣對於植物的生長與微生物的活動有很大的影響，任何植物在生長期對土壤空氣都有一定的需求。土壤有機物質包括動植物死亡以後遺留在土壤中的殘體、施入的有機肥料以及經過微生物作用形成的腐植質。而腐植質佔土壤中有機物質的 70-90%，對土壤的肥力影響很大。而有機質在作用上並且能發揮有效保存土壤中的水分以及改善土壤中空氣之品質，以利微生物生長。因此大量增加土壤內的有機質，為恢復土壤健康的第一步。

（二）表土物理防護

表土是極為脆弱的物質，很容易被水沖蝕以去，而這層脆弱的土壤因為含有如上述之空氣、水、有機質及礦物質，這些成分又是農作物生長的必要物質，因此在防護技術層面上面臨許多考驗。土壤流失常見的型態即為沖蝕，因為水蝕不但將土壤本身帶走，而且還會將土壤中的養分帶走。這些養分可供應作物生長時所需，所以土壤中養分的流失實為加速了土壤的劣化。當一個地方經過長期的沖蝕作用後，其表面土壤層被完全沖蝕掉而由底土外露變成新表土。這層新表土對於作物的生長，是極為不利的。

因此，如何穩定土壤層完整的結構即為一門重要的課題。預防沖蝕作用造成地表逕流大量沖蝕表層土壤則是重要的工作項目。水土保持物理防護的方法眾多，根據《水土保持手冊-農地篇》所列共有 35 種防護表土土壤遭沖蝕作用沖刷流失的方法。土壤的物理防護，其防護重點著重於：

1. 防止表土層之土壤遭受沖蝕作用而沖刷。
2. 預防沖蝕作用造成土壤結構的改變。
3. 穩定區域土壤發展之完整性。

物理防護就其結果與成效來看，它是比較針對沖蝕作用而進行的一種應對方法與措施。因著台灣特殊的地理環境、地質特性與氣候條件，相對地遭受沖蝕作用的威脅會來的大許多。因此，在防護措施上會針對性地將沖蝕作用可能帶來的威脅降至最低。

根據現地現況不同的條件，物理防護可針對不同的條件採取相對應的防護措施，本研究將其整理歸納為以下三點準則：

1. 根據地形地貌主動興建工程。
2. 種植植物形成天然防護網。
3. 針對區域地形、地質與氣候條件因應防護措施。

(三) 化學恢復

化學恢復的主要功用在於，透過有機物質的施放，提高有機物質在土壤中的含量，藉此增加土壤中的養分以及植物生長過程所需之生長要素，並且提高土壤中微量元素。

以往的水土保持法，強調物理性的防護，從工程設施的積極建設中，防止水土的流失。隨著投入的資材，而有相對的防護效果。如此的防護技術確實能達到預期的成果，但隨著水土流失，相對投入的資材更勝以往。倘若能讓土壤中的養分自然循環的再生，將是防止土壤養分與肥力流失最好的解決方法。

另外，禁止使用農藥與化學肥料，將可促進土壤生物與微生物的生長；利用其交互作用，恢復土壤肥力，減少對化學資材的需求，同時也能增加農作物之產量。

(四) 生態恢復

隨著生態保育觀念之普及，生物在空間環境區域內的生存率，即為生態保育優劣的重要指標之一。生物恢復的主要面向可歸納為以下三點。

1. 生物恢復的管理者角色

在生物恢復的功能上，園區內可同時存在著管理者與生產者；換言之，一個生物牠可以是管理者也可以是生產者。在管理者的角色上，小到細菌，大到家禽類各司其職。可產生不同程度之管理土壤、土質的功用。益菌，可以有效分解有機質中作物所需之養分。如蚯蚓即可創造土壤中流動的空氣也可以分解有機物質供作物使用。家禽類，可以抑制雜草叢生，讓耕地土壤的養分能充分被耕作物吸收，保持土壤地力。在土壤與土質的管理上，生物確實能做到管理的作用，甚至能調解土壤在育成的過程中提供所需的幫助。

2. 生物恢復的生產者角色

生物恢復的另一個面向即為生產者的面向。土壤中的養分會隨著作物的吸收而產生不同程度的流失。然而，生物恢復的另一項功能就是能夠提供土壤所需之養分。例如家禽類排泄出來的糞便經過蚯蚓消化後排泄出來的物質即為土壤組成成分中重要的有機物質的來源之一。因此，在生物恢復上它是兼具管理者與生產者的雙重角色。

3. 生物食物鏈概念利用

生物食物鏈是生活在同一環境中的生物，彼此間不是以其他生物為食，便是被其

他生物所食，這種藉食性關係而直接串聯起來的一組生物，稱為食物鏈。

由此食物鏈的概念運用在水土保持的新思維上，即能產生很大的效果。在穩定的食物鏈中供應與需求其實是處在一個平衡的狀態。尤其是當一個區域形成了一個自然發展的食物鏈機制，便能產生此生態環境的平衡狀態。

二、有機農場的實質規劃設計

有機農場在規畫設計上可分為三大項來討論，分別為農場空間規劃、土壤復育工程以及病蟲害管理。以下分述此三項規劃工作，並於第四項簡述農場設計規劃注意事項。

（一）農場空間規劃

以生態系觀念重新建立一有機農場，農場主要分為三部分，一為隔離帶，阻隔鄰近的汙染源，並且設置內排水溝將場內用水排出，區分內外排水系統，傳統水土保持農藝法為調整耕作方法與作物適性，然而普遍水質、汙染源交互影響的環境中，必須切入一面，從生態系中之小生態圈開始復育起來，因此，首要之務便是建立只出不進的排水系統。

農場的另外一部分為生態圈，以兩種方式互相配合，第一種為半密閉網室，為防止放養之鳥、蛙類，以及畜養之動物於一定範圍內作工，如同一種小型食物鏈，並且防止過多蚊蟲進入，網室之鋼架之間可鋪上網面，進行立體栽植，也能有效防止病蟲害，地面種植、立面種植、藤架種植，達到三面種植，以提高空間利用；第二種為生態復育區，主要建立復育池，其採用生物多樣性培育水生動、植物，並有家禽及鳥，平衡生態，也可增加農場肥料來源及收入。農場設施部分，除了農路動線的妥善規劃以外，必須特別設計灌溉設施，需有幫浦透過水管配送滴灌的液肥，只需於畦地附近配置出水口。

（二）土壤復育工程

進行空間規劃的同時，可以開始著手土壤改良的工程，健康的土壤必須具備以下重要的成分（Moore, 2004）：

1. 礦物質：很容易從岩石粉中取得。
2. 能量：陽光、順磁性與其他輻射能。
3. 有機質：當地所生，或用來覆地或堆肥的原料。
4. 微生物：透過微生物，植物才得以吸收礦物質。
5. 水分：越是潔淨、有能量或天然的水越好。
6. 空氣：植物需要二氧化碳，好的土壤會吸收溫室效應所產生的氣體。

標準化學肥料會使土壤酸化，無法與其他的養分順利互相作用，基本而言，可以使用在地的天然資材作為混合成分，開始製作堆肥，「肥沃森林的土壤富含腐植質，來自腐敗、富含礦物質的葉子以及龐雜的土壤生命，這些不斷掉落的有機材料持續地堆疊，土壤因為這堆疊的表層而保持涼爽與濕潤，腐植質的膠質分子有極佳的保水性。」

(Moore, 2004) 並且透過微生物產生的弱酸性消化液，協助溶解礦物質，微生物增長快速，堆肥等於接種微生物，給予微生物養分，微生物分解一些養分，使土壤與植物受用。

當微生物開始活化土壤，土壤便已進入復育的工程，此時良好的耕作方式，直接地呈現於土壤的水土保持狀態，少耕及少量或避免鬆動土壤，利用微生物、蚯蚓等作工，也能防止犁田過程中傷害了這些生物的活動。

滴灌液肥的設施為集中肥料以及吸收，可避免傳統灌溉方式，在大量地噴刮表土時，造成土壤沖蝕，可以維持土壤保水及透水性，並使團粒穩定化。

留株採收(又稱宿頭)為透過採收作業，大量減少表土破壞，以切或割下植株的方式，將根部留下，可以繼續生長，並且不會破壞土壤的節構。

(三) 病蟲害管理

透過鳥、蛙類吃蟲的天性，防止一部分的蟲害，另外為栽種方式的間雜輪替、多面利用，可有效預防單一作物造成的病蟲害，另外可以種植忌避作物以達驅蟲之目的，再透過物理性的有機肥料作預防。

(四) 農場設置注意事項

本單元以實作方式，說明營造有機生產環境的過程，並在生態多樣性與生態平衡的條件下，提出實證方法：

1. 地點：盡量選擇交通便利、無污染的農地。
2. 程序：採用漸進式、人性化的方式，執行轉作過程。在兼顧農民生計下，執行有機栽培轉作，才能適當地減少衝擊。
3. 規劃設計：農場建設需考量原來的生態系統，以生態復育為原則，進行整體的規劃設計。
4. 操作程序有以下六點：
 - (1) 整地：依地勢做好排水設施與畦地規劃，避免久雨造成農作物因泡水而損失。
 - (2) 土質改良：須注意五個要幾點：
 - A. 保水性良好。
 - B. 排水良好。
 - C. 微生物相佳。
 - D. 地下生態系統健全。
 - E. 土壤活力復原。
 - (3) 水質：使用無污染的天然溪水或地下水（至少應使用自然淨化過的水源）。
 - (4) 肥料：使用良好的有機肥。
 - (5) 病蟲害控制：運用天敵與忌避作物，以降低蟲害損失，並強化植株健康，以抵抗病害。
 - (6) 雜草控制：使用輪作技巧，適度地進行雜草控制。同時也應有草生耕作的觀念轉化。

伍、案例--野薑花有機農場

一、野薑花有機農場地理環境

(一) 園區基本資料

1. 地點：台中縣太平市德明路 18 之 1 號
2. 面積：1.5 公頃。



圖 1 野薑花農場位置圖

(二) 園區空間利用分布

1. 占地：15,000 M²，實際從事耕作面積：6,000 M²，其餘做為堆肥場，生態復育、農路設施。
2. 主要設施：網室 4,500 M²
3. 生態池網室外四座、網室內六處
4. 露天菜園 4,000 M²
5. 綠色隧道（百香果棚）1 處 200 M²
6. 生態溝 250 M
7. 溫室（兼辦公室）100 M²
8. 木製平台 30 M²
9. 堆肥區 600 M²
10. 碎石步道 600 M²
11. 貨櫃倉庫 2 處
12. 大門 1 處（寬 4 M）
13. 停車場 300 M²
14. 牧草綠籬 400 M
15. 生態保育特區（迷你動物區）1,000 M²

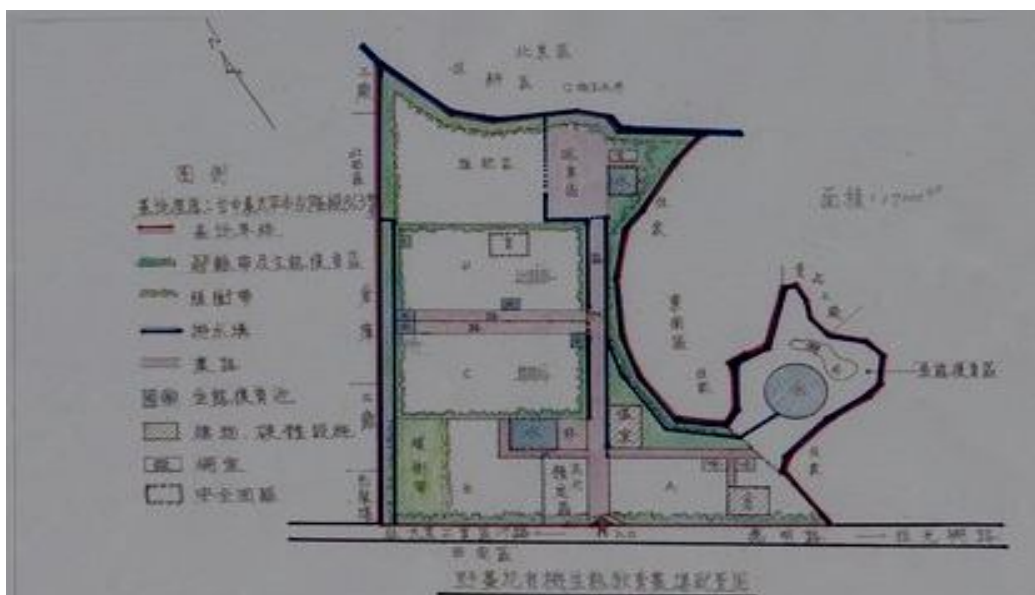


圖 2 野薑花農場空間利用配置圖

(三) 園區軟、硬體設備

1. 箱型送貨車一部
2. 水井一座
3. 液肥噴灌設備一套
4. 蜂巢兩箱
5. 活動廁所一座

(四) 園區管理組織

1. 廠長兼送貨員一名
2. 整地種植一名
3. 採收施肥一名
4. 果園雜草整理一名

二、有機農場的操作

(一) 物理防護措施

本農場在物理性防護上強調隔絕農場外圍的汙染成分。農場坐落於太平市的工業區，鄰近農場周圍皆為工廠使用區。因此，如何有效隔絕工廠排放出來的汙水、汙染源則是本農場在物理性防護的措施中最重要的工作。

在初期規劃上便針對此一問題進行有效的杜絕方法，即為設置隔離帶。隔離帶的設置等於是本農場經營的關鍵之處，尤其是周圍有這麼多的汙染源。在實際的設計上分成三個部分，截水溝渠、退縮空間、內部排水溝渠。此等皆為有效杜絕外界汙染的實用方法。

農場隔離帶的設置對於一個發展有機農業方向的農場來說，等同於農場的第一道防護線。有機農業的成敗，往往取決於隔離帶的規劃周不周全，有沒有辦法有效杜絕農場外的汙染。因此，隔離帶在農場規劃的角色上相形重要。

退縮空間的設置銜接著隔離帶，最大的功用在於做為一個緩衝地帶。當來自農場外的汙染，突破隔離帶的防線時，此時退縮空間的設置就會發揮其最大的功效。退縮空間在設計上等同於農場的第二道防線。因此，妥善設計規劃退縮空間，對於農場的未來發展也可產生關鍵的作用。



內部排水溝渠的設置就主要功能上來說，除了可以產生有效排水的功能外，就物理防護來說她可以調節農場的水，讓剩餘的雨水能有個疏通的管道，一方面保持農場內水土的保持，另一方面避免農場內多餘的水浸泡栽種的作物，導致作物泡在水裡。因此，Z 內部排水溝渠在設置上等同於農場的第三道防線。在規劃設計上也是一門重要的步驟。

(二) 化學防護措施

本農場在化學防護措施上主要是以投入大量的有機物質作為土質的改善與培育。設置堆肥區以製造土質改良時所需之有機物質。

另外，農場也飼養了家禽類動物，計有雞、鵝、鴨、豬、羊、狗、魚。由排泄出來的糞便可做為有機肥，以供應作物生長。



(三) 生物防護措施

野薑花農場在生物防護措施上，於園區內直接引進生物作為園區管理的工作。本農場自然復育食蟲天敵計有樹蛙、青蛙、癩蛤蟆、蚯蚓、草蜥蜴、石龍子、椿象、蛇、蜈蚣、小瓢蟲、螳螂、蜘蛛與狼蛛及各種鳥類。



(四) 野薑花農場輪作策略方案

1. 輪作步驟（雜草抑制、土地改良）

本農場分成四個階段進行輪作策略，主作物：生長期三個月，可多次採收；次要作物：生長期短，一次採收（抑制雜草生長）

(1) 第一階段（0~20 天）

主作物：高麗菜（三個月）

次作物：小白菜（20 天）

(2) 第二階段（21~60 天）

主作物：高麗菜（三個月）

次作物：玉米（60 天）

採收作物：小白菜



(3) 第三階段 (60 天)

主作物：高麗菜 (三個月)

次作物：玉米 (60 天)

採收作物：高麗菜

(4) 第四階段 (61~90 天)

主作物：高麗菜 (三個月)

次作物：玉米 (60 天)

採收作物：高麗菜芽、玉米。更新翻土 (翻耕)

2. 重點說明：

(1) 利用短期生長作物抑制雜草生長

(2) 主要作物可長效收成提高效益

(3) 第二期次要作物種植玉米主要為殘株可為更新之土壤改良基質 (粗纖維、氮肥)

(4) 更新翻土為兩畦 (畦面與畦底) 之輪更

(5) 種植密度以主作物為主

(6) 主次作物選用之季節變化可參照農民曆上建議之作物

(五) 農地生產實作

1. 土壤改良

物理性改良——為以有機質提供孔隙增加土壤含水性，提供生物作為食源，翻耕時添加固體有機肥 (粒狀)、火山灰 (粉末狀)；種植期添加糖醋液。生物性改良——因無農藥土壤內含大量蚯蚓，可促進土壤活性，利用玉米與其他作物殘株施於土壤表土，以及栽培深根性作物栽培，例如蘿蔔，提升保水性。

2. 作畦

一塊田地僅有兩次用犁，第一次為復耕時作畦，第二次為輪作時，以一邊之隆土填入原本種植植株的壟，谷壟轉變，可維持地力。



3. 種植：分為播種與移植

- (1) 催芽：方法為泡水4小時，以細網篩乾。泡水季節：春天至秋天。如中途欲暫止催芽，可利用冷藏行之。



- (2) 育苗：為有機栽培之育苗盆，可穩定成長率。



- (3) 種植：將苗植入畦壑中，集中養分注入及吸收。



(4) 將育苗植株種入畦壟中，集中養分注入及吸收。



(5) 傳統散種也可豐收，若不能控制養分分配及植株收成大小。



(六) 田間管理

1. 雜草管理

以飼料餵雞，借雞的消化系統分解食物，排出糞便即為肥料。餵食之際，將飼料灑至雜草中，雞為了吃飼料，以雞爪啄開雜草，也達到抓除雜草之功效。平日，雞群於菜園內四處找蟲吃，減少蟲害之時，也是翻除雜草。雞糞含有大量有機質，土壤內的蚯蚓食用後再排出有肥份之優良土壤，如此促使土壤形成團粒狀，改良土質，增加肥力。如此方式，得以不再耕田、鬆土，增加生產時間，減少肥料施用，並確保農產品之品質。雞成熟後下蛋，有機環境產出之雞蛋品質，優良且具有高價值，以雞蛋收入換取飼料，可省下購買肥料之費用。



2. 病蟲害防治

透過生態控制法，原理為設置半開放生態系統，運用生物食物鏈方式抑制病蟲害，可用簡易封閉網室、水池、鳥室等設施，形成半密閉的生態圈，養殖綠繡眼以控制鱗翅目害蟲，青蛙與蟾蜍則可抑制昆蟲生長。於植株周圍散播菸草粕、混合苦茶粕 1：1 比例之肥料，為保護葉菜之葉面，可將菸草粕與水磨碎攪拌，倒入葵花油混合，透過管線噴灑至植株葉面，形成保護膜，但是此法不建議經常使用，因葉面本身有天然膠質，可自我保護，噴灌會將膠膜打散。



3. 翻耕

利用短期生長作物以抑制雜草生長，主要作物可長效收成提高效益，第二期次要作物種植玉米主要為殘株可為更新之土壤改良基質（粗纖維、氮肥），更新翻土為兩畦（畦面與畦底）之輪更，種植密度以主作物為主，主次作物選用之季節變化可參照農民曆上建議之作物。

4. 節水灌溉系統

慣行農法常用泡水與自動噴灌系統進行田間供水供給作物滋長，如此行為不但浪費水源，也造成生態破壞。土壤裡面的微生物相因泡水而損失、蚯蚓也因泡水而滅亡。如此又讓土壤硬化，阻礙透氣，所以每次耕作種植之前又要犁田鬆土，又再一次破壞生態，如此反覆，不但增加成本，而且對於整個有機生態造成負面走向。肥料也很容易跟隨水流失，多層損失、多層傷害。

改用節水率作方式方法如下：

(1) 以單點供給肥水，給作物需要之處，供作物生長，幼苗期、成長期、採收期作物所需肥水不等量。給予控制可省水、省肥，並且保護作物葉面之臘質可抗病、抗蟲之益處。

(2) 單點施水肥加益菌殺蟲等資材，與水肥一起施作，省工、且不會因為散噴而損失材料，省工又省材料。

(3) 葉面定時噴液肥兼作病蟲防治，噴灑所需要避免浪費，也是省錢措施。

(4) 採用此法在平地，減少地下水抽取，預防地層下陷，每 1000 M² 每天只需 2T 肥水，100 公頃田地只需一口井，足可應付所需。

5. 液肥、水肥

(1) 液肥製作：以黃豆等資材作為液肥原料，需以磨米機磨碎，加入適當菌種活化並增生有益菌，約放置三天以上，使用前可加入菌種喜愛之糖蜜，促進效果，發酵期間避免日曬。使用液肥時，以 1：100 以上的比例與水混合攪拌。



6. 採收：以切或割下植株，並留下殘株的根部及少許葉面(如照片所示)，採用未裸露表土的方式，具有良好的水土保持成效，並可且節省重新播種及時間上的成本，很快地即可繼續進入第二次收成期。



三、野薑花農場成本分析與淨收益

本文試以一農戶種植面積 2 分地為例計算。選用栽植高麗菜為例。一般高麗菜在市場上尤以高山高冷蔬菜為市場接受度頗高的蔬菜，因高冷蔬菜在先天氣候環境等條件下，生產出來的高麗菜具有結實、甜度、脆度都在品質以上，相較於平地栽植高麗菜通常都能有較好的價錢。因此，平地栽植高麗菜若無法突破氣候、環境等天然條件限制的話，有機栽植絕對是個值得投資的方向。

有機栽植高麗菜與慣行農業栽植高麗菜最大的不同之處在於，能夠充分利用栽植的蔬菜，做最大的經濟效益。有機栽植的高麗菜在採收第一次之後，還有高麗菜芽與第二代高麗菜可以採收。如此的採收方法，確實做到了少耕田而多收入的成果。以下試著計算：

1. 種植株數：3,000 株/分地
2. 種植期間：約 75 天(兩個半月)
3. 收成量：3 斤/株(平均重量)
4. 收成金額： $(3 \text{ 斤/株}) \times 6,000 \text{ 株} \times (25 \text{ 元/斤}) = 450,000 \text{ 元}$

實際成本與淨收分析：

- (1). 菜苗費： $(3 \text{ 元/株}) \times 6,000 \text{ 株} = 18,000 \text{ 元}$
- (2). 肥料與病蟲害防治費： $(5 \text{ 元/斤}) \times 18,000 \text{ 斤} = 90,000 \text{ 元}$
- (3). 其他損耗： $(3 \text{ 元/斤}) \times 18,000 \text{ 斤} = 36,000 \text{ 元}$
- (4). 成本共計 144,000 元

(5).淨收益 $450,000-144,000 = 306,000$ 元

(6).平均每月淨收入 $306,000 / 2.5 = 122,400$ 元

本研究以一農戶栽植 2 分地的高麗菜，從投資成本到淨收入試算，平均每個月收入為 122,400 元。當然，實際盈收仍須綜合各項影響因素，例如天候的影響、菜價的波動、菜的供需量等等因素。但，透過本文試算，2 分地的產值平均每個月能有這樣的盈收。

陸、結論與討論

一、本研究於農藝法突破之處

根據本文檢討傳統水土保持法在農藝水土防治措施的部分，會產生三點限制：（一）化學性防護限制（二）生態結構限制（三）經濟價值限制。而透過本研究設計規劃的有機農業經營管理模式，就結果上來看是可以突破的地方。在化學性防護部分，本研究充分運用有機物質以及有機肥料的投入，解決土壤養分流失所需要的養分來源。透過本研究設計的新農藝法除了能達到水土保持目的外，也能確保土壤中作物所需的養分也能保持住。而且在本研究的理論架構基礎中，除了化學性防護作用外，尚能達到物理性防護以及生物性之防護作用。土壤經過三大防護的作用下更能彌補傳統水土保持只著重在防止水土流失的措施上更能確保土壤與土壤中的養分能被保留住。

在生態結構上，本研究從土壤的土質改良做起，連帶的達到土壤復育、平衡的生物食物鏈關係，進而形成區域的生態環境復原結果。這同樣也是透過本研究設計規劃的農藝法所能達到的成果。

在經濟價值效益上，本研究之農藝法可按著不同地形與環境，設計規劃管理者所需求的有機農法模式。本研究所設置之有機農場，因為處於環境惡劣、土質貧瘠的地方。因此在初期的設計規劃上投入了大量的有機質以及設施之建置，以加速土壤土質改良的成效。換言之，若身處環境條件、地形條件良好時，則更可依管理者本身財務能力，去調整執行有機農法的耕作方式，效果自會更佳。

二、本研究欲改善之處

檢視有機農業在經營管理時的三大技術關鍵課題；土地肥力的保持、雜草的抑制、病蟲害控制，本研究仍有為臻完善之處。此為本研究在未來設計規劃上須再努力之處。經過本研究實際操作的結果，土地肥力的保持與雜草的抑制，在管理上已收良好之成效。唯有在病蟲害防治這一環，杜絕作物遭病蟲害的威脅，還無法做到百分之百之效果。

病蟲害控制主要可分成蟲害防治與病害防治兩個層面加以探討。（一）關於蟲害防治也包括農場中會破壞作物的田鼠。在防治措施上，本農場運用生物食物鏈的概念，引進會吃蟲的鳥類以及家禽類，作為管理上的幫手。在作物遭受蟲害威脅的情況尚能控制的住，惟鳥類有時也會成為破壞作物的威脅之一。這種情形確實是本文所無法控制的結果。（二）在作物病害的部分則是本研究亟欲改善之處，因為作物的病害防治仍無法做到有效防治的地步。本研究僅能於作物上噴灑防治蟲害的有機肥料，然病害實為本研究尚待努力突破改善之處。

參考文獻

一、中文部分

1. 台灣省水土保持局與中華水土保持學會(1992)水土保持手冊—農地篇。行政院農委會
2. 阮春發, 1995年6月, 〈永續性農業的思想及其經濟層面之研究-以台灣為例〉, 台大農經所學位論文, pp.165-169。
3. 姜萬勤、張新華、舒仲英編著, 陳鴻輝校訂 2001年。臺北: 文京圖書。
4. Alanna Morre(2001/2004)《揭開石器時代的農耕奧妙》(曾紫玉、陳澄譯)。臺北: 琉璃光。
5. 董時叡, 2002, 「從全球觀點探討台灣有機農業之發展」, 中華農學會報, 3(4):311-324。
6. 謝佳慧, 2001, “台灣的有機農業”, 雜糧與畜產, 頁 2-9。

二、英文部分

1. Steveson F.J. 1982. Humus Chemistry. John Wiley & Sons, Somers, NJ. P.17.
2. Knorr, Dietrich, and Tom R. Watkins, 1984. Alternation in Food Production. New York: Van Nostrand Reinhold.
3. Schnitzer M. 1991. Soil organic matter-the next 78 years. Soil Science 151: 41-58.

三、網路部分

1. 有機農業全球資訊網
<http://organic.niu.edu.tw/default800.htm>, Last visited at 2010/1/27
2. 行政院農業委員會台中區農業改良場
http://tdares.coa.gov.tw/show_index.php, Last visited at 2010/1/27
3. 農資中心出版品瀏覽
<http://www.asic.org.tw/Content/Publication3/index.html>, Last visited at 2010/1/27
4. 行政院農業委員會
http://www.coa.gov.tw/show_index.php, Last visited at 2010/1/27
5. 中華永續農業協會
<http://www.tari.gov.tw>, Last visited at 2010/1/27

Study of Applying Organic Agriculture Principles on Environmental prevention and soil and Water Conservation Planning and Design

Abstract

Chen, Wen-Fu 、 Lin, Chin-Tsai

After nearly half decade of practicing the traditional cultivation methods, the soil of Taiwan farmland has become highly acidic in nature. As a result, the number of beneficial microorganisms has rapidly decreased, which in turn caused the serious ecological imbalance. Moreover, an excessive amount of pesticide residue has contributed to the increasing number of cancer-related illness. Thus, the concept of organic farming or “pesticide-free farming” has been valued by the consumers. Asking for the pesticide-free food has also become the essential to maintain a healthy lifestyle.

Another way to increase the yield of the agricultural products is to expand the cultivated land. As a result, the farmland has extended into previous forested areas, and more and more forests have become farmland. Unfortunately, the over- cultivated and neglect of the proper soil and water conservation gradually exhaust and erode Taiwan beautiful terrain. Furthermore, inappropriate high-mountain agriculture development has posed a strong threat to the homeland security and many recurrent major nature disasters caused by overuse of available land and insufficient land conservation. All of above palpable consequences have called upon an action of the national land restoration.

Such historical background of land utilization further reveals the importance of soil and water conservation. Unfortunately, the traditional soil and water conservation tillage systems by the farming practitioners from the early days may not be enough to meet the current double needs of “food safety” and “homeland conservation.” The traditional soil and water conservation program focuses on the prevention of soil erosion. The main techniques are to control and limit the terrain change and to increase the soil surface cover. However, such techniques do not specify how to work

in tandem with the organic farming and don't mention whether to alter the agronomic techniques could benefit the ecological or environmental restoration, either. Thus, a new farming approach not only needs to sustain the amount of soil and water, but also aims to further improve the quality of soil and water. The ultimate goal is to restore the ecology of all and yield the safe crop products. Based on the analyses of the present study, the primary aim is to plot a new agronomic method that not only is able to meet the needs of soil and water conservation, but also enables the recovery of environmental ecology as well as the production of healthy crops.

Key words: Organic Agriculture, Water and Soil Conservation, Homeland Conservation, Agronomic Technique, Ecological Engineering, Sustainable Engineering