

農糧領域產業需求研發議題

—有機農業—

議題一、有機農業對土壤健康和氣候變遷的影響

摘要

近年來，有機農業的迅速擴張代表了人們對氣候變遷的重視。生態系統提供的服務整體價值較高，且無論是以單位面積或每噸產品之生產量來看，有機農場的能源使用較傳統農場來的低。有許多報告指出，在有機管理下可增加土地之碳儲存量，這些變化增加了土壤的生物性及物理性。另一方面，氣候變遷對作物選擇及輪作制度造成了直接的影響，此部分可大致區分為有機及傳統耕作二系統來探討。然而，在降雨區邊際的有機耕作系統由於耐旱能力的提升，探討部分可能更具有彈性。因此，健康土壤的維持及適應氣候變遷的管理應用策略，將是因應未來氣候變遷的成功關鍵之一。

中文關鍵字：有機農業

英文關鍵字：Organic Farming

(一)有機耕作對土壤及氣候變遷的重要性

近年來由於對環境生態保護的意識抬頭等因素，被視為是最具永續經營理念有機耕作方式遂成為新農業發展趨勢之一。有機農業因減少使用化學肥料及農藥，對環境生態的多樣性有明顯的助益（Hole et al., 2005）。因傳統慣行農法在農耕上投入大量的資源，過量的施用氮肥造成溫室氣體 N_2O 的逸散，密集的耕作過度消耗能源，在今日重視減緩全球暖化及節約能源議題的情況下，以較低資源投入的有機農業來取代傳統農法，確實有其價值和意義（Mäder et al., 2002; Gomiero et al., 2008）。另一方面，有機耕作投入大量有機堆肥，改善土壤品質，促進作物生長，而透過根部碳素釋入增加耕地土壤有機碳，可將碳固定於土壤中（IPCC, 2000；Lal, 2004a；Lal, 2004b）。土壤有機碳庫（soil organic carbon pool）所代表的是土壤有機碳的含量或儲存量。對生物圈扮演著重要角色，與土壤的物理、化學及生物性質有密不可分的關係（陳等，1998），甚至影響土壤之生產力，對於作物生長與發育而言是相當重要的部分，而對陸域生態系更是不能忽略的一環（Studdert et al., 1997）。土壤有機碳量被證實與耕作制度（Studdert et al., 1997）、耕犁方式（López-Fando et al., 2007）、及肥料管理等栽培管理操作有關。

(二)研發新方向—土壤有機碳的新測量方法

由於燃燒石油、森林過度砍伐等，使得全球溫室氣體(二氧化碳， CO_2)的含量逐年增加。為了有效地長期觀察氣候變化，科學家開始進行對農業環境中土壤有機碳的監測，並發展一些評估方法觀察耕作方式的改變對大氣中碳含量的影響。伊利諾大學土壤科學教授 Olson 於 Dixon Springs 地區進行長達 20 年的資料蒐集，並發展一個新的測量方法，這個測量方式可更準確地測量從大氣中移出並在土壤中以有機碳形式積存的碳原子含量。Olson 教授指出，比較未耕作土壤與使用傳統耕作模式的土壤，未耕作土壤的有機碳含量較高，因此可得知未耕作的土壤有較多的有機物質，這對作物生產方面是十分重要的。然而這並不表示未耕作土壤對保存大氣中的碳有著必要的作用。其原因僅是由於未耕作土壤的碳流失率通常

較傳統耕作土壤來的低。這個意外性的發現是由於 Olson 使用一個土壤有機碳的前處理測量方法來比較土壤有機碳在相同的耕作模式下，隨著時間的推移所造成的變化。這個方法程序不僅可推估土壤中穩定狀態的碳庫，也可測量於實驗一開始、實驗中、實驗結束之土壤有機碳含量。以單一處理作為基準或控制組，及其他耕作方式進行比較性實驗，但假如土壤樣本僅在實驗中結束時測試一次，或是未耕作的土壤，即不適合當作實驗的處理組，用以檢測土壤有機碳積累情形。這個比較方法假設前提為「傳統耕作方式的基準線為一個穩定的狀態，研究起始及研究結束之土壤有機碳含量是相同的」並不成立。未耕作土壤被用作實驗處理組需要進行與本身的比較，以確定土壤有機碳是否隨著時間推移而積累。

Olson 教授利用了 20 年的時間，比較調查從 Grantsburg 部分區域斜坡處因侵蝕作用而形成的土壤，土壤樣本從地下 30 英吋深度處採集，Olson 教授並嘗試將土壤有機碳含量的積累、儲存等，或由於耕作方式的轉變而造成的碳流失等數據加以量化。研究顯示，隨著實驗時間的推移，土壤有機碳的流失量需要以土壤有機碳獲得量減去土壤有機碳之淨儲存量來獲得。其後再藉由土壤實驗室方法及田間試驗方法來進行土壤有機碳濃度的量化。Olson 教授指出，土壤有機碳的積累是大氣中二氧化碳經由植物轉移至土壤的過程。植物殘株，及其他有機固形物皆會成為土壤有機物質的一部分。土壤中積累的碳保存時間從短期(不立即釋放至大氣)至長期(千年)不等。在研究進行過程中，發現，這些土壤有機碳積累過程將會增加土壤有機碳的淨儲存量，且研究結束所測得含量較為前處理所測得之基準線來的高，並導致大氣中二氧化碳之淨回收量減少。最後，Olson 教授強調，這些測量方法對未來氣候變遷的預測有極大的助益。

(三) 結語

近年來，由於氣候變遷、環保意識的抬頭以及農業的永續發展，有機農業逐漸成為各國農業之重點發展方向之一。過去幾十年來，使用傳統耕作方式已造成土地地力過度消耗，造成土壤貧瘠及土壤物理性質不佳，化學肥料及農藥的施用，更造成環境汙染。有鑑於此，各國紛紛提倡以保護環境為出發點之永續農業，有機農業漸成為各國新興農業耕作型態。相較於以往的傳統耕作型農業，有機農業所顧及的層面較廣(包含了全面的生產系統)，並藉由避免使用化學合成的肥料、農藥和轉基因生物，進而減少對環境的有害影響。除此之外，有機耕作更可有效增加土壤有機質及土壤碳積存量，不僅可改良及保護土壤，同時也可達到作物增產之目的。因此，長期測量土壤中有機質及有機碳含量便成為各國科學家監測土壤肥力的方法之一。在未來，這些測量方法對未來氣候變遷的預測有極大的助益。

表 1. 有機農業國內外議題方向比較表(資料來源：本研究整理)

關鍵字(Key words)	國外議題	國內議題
有機栽培 (Organic Farming)	1. 氣候變遷	1. 有機栽培技術
	2. 土壤保護	2. 有機質肥料
	3. 有機栽培	3. 有機栽培病害

(四) 參考文獻

1. 陳昶璋、許明晃、蔡東融、黃文達、楊棋明。2010。有機耕作對土壤碳庫之影響。科學農業 58 (10,11,12):162-170
2. Elizabeth Stockdale. 2011. Organic Farming: Pros and Cons for Soil Health and Climate Change. Soil Health and Climate Change Soil Biology 29: 317-343
3. University of Illinois College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences (2013, February 1). New protocol recommendations for measuring soil organic carbon sequestration. ScienceDaily. Retrieved April 1, 2013, from

<http://www.sciencedaily.com-/releases/2013/02/130201114123.htm>

4. Erhart, Eva, Hartl, Wilfried. 2010. Soil Protection Through Organic Farming: A Review. Organic Farming, Pest Control and Remediation of Soil Pollutants Sustainable Agriculture Reviews 1:203-226