

土壤有機質與蔬菜栽培

楊 秋 忠

國立中興大學土壤研究所

摘 要

蔬菜在生產中，將土壤的營養吸走，尤其在密集耕作制度下，土壤需有良好的保養，才能維持長期地力。爲了維持長期的地力，土壤有機質扮演重要的角色。因爲土壤有機質對土壤物理性、化學性及生物性影響甚鉅，功效甚多，因此，土壤有機質存在的質與量，將影響蔬菜的生產量及品質，其原因是土壤有機質具有下列之功效：(1) 有機質可改善土壤物理特性，改善土壤團粒構造，良好的土壤通氣及排水；(2) 增加土壤保水能力；(3) 增加土壤之保肥力，以吸附及交換植物營養元素，提高肥料緩效性；(4) 分解後釋放植物所需之營養元素；(5) 鉗合微量營養元素及協助植物營養元素之溶解度及有效性；(6) 增加土壤之緩衝能力，使土壤之酸鹼反應緩和；(7) 提供土壤有益微生物之活動，使土壤微生物進行對抗病菌大量發展；(8) 分解人爲或天然之毒性質及作用；(9) 色黑有助吸熱及早春種植等；(10) 部份組成成分有助植物代謝及生長之功效。蔬菜所需要的土壤有機質是來自甚多來源，主要可以從有機肥料、植體殘質、種植綠肥等，包括易分析及較不易分解有機質，其中易分解之有機質可迅速供應較大量營養，而不易分解之有機質則主要供土壤改良劑，其效果可維持較長。建立正確的施用有機質肥料，才能確保土壤有機質含量及蔬菜生產量及品質。

前 言

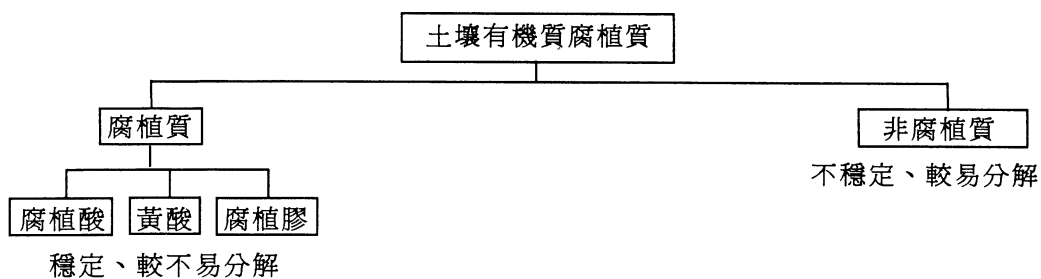
蔬菜生產的期間，每一期作都相當短，常見的有數週或數月即可收穫，尤其在台灣整年中均適宜種植不同的蔬菜，因此在密集生產下，吸收了土壤大量的營養，需要有較多次及多量的施肥栽培，於是蔬菜田較其他作物田更易發生土壤問題。加上土壤肥力影響生產蔬菜的產量及品質，而影響土壤肥力的因子與土壤有機質又有密切關係。

土壤有機質的含量一般常在5%以下，台灣位於亞熱帶及熱帶，有機質分解受高溫高濕的促進影響，因此，導致土壤甚爲缺乏有機質，約有65%的農田土壤有機質缺乏(<2%)(林，1967)，民國67年與49年之土壤調查有機質含量有14個縣略有提高，大都土壤有機質均在3%以下，(李及吳，1989)。但近年來因機械化後，農家飼養牛減少，廄肥減少將導致土壤有機質來源之減少。土壤有機質之功效甚多，影響土壤之物理性、化學性及生物性，進而影響營養成分之有效性及肥料的功效，蔬菜之生產也不例外，直接或間接受到土壤有機質之肥力控

制，本文將從土壤有機質的界定及其增進方法說明。

土壤有機質的界定

土壤的組成包括無機物、有機物及微生物，其中有機物即為「土壤有機質」，土壤有機質是指土壤中有機體分解後的產物或其聚合物。從特性上，「土壤有機質」包含「腐植質」及「非腐植質」、而生物之有機體或殘體在測定土壤有機質含量時，若未能取出將一并被測入，這種測定有機碳素量的結果是指廣義土壤「有機物」，尤其土壤的分析樣品中含大量斷根及殘渣，於是分析出來的土壤有機質含量偏高，常有誤解土壤穩定之有機質含量。



土壤有機質中的「腐植質」是從有機體(動物、植物及微生物)腐爛分解的物質再重組聚合成大分子量的物質，腐植質因聚合物質的大小及時間年代不同而有不同，特性上也有差異，一般常依萃取溶解的特性區分腐植質的內含物，將腐植質分為「腐植酸」、「黃酸」及「腐植膠」。因此，不要誤解以為腐爛的殘質就是「腐植質」。

土壤有機質中的「非腐植質」是指有機殘體及分解出來呈游離狀態而未被聚合在腐植質的物質，何如醣類、胺基酸、脂肪、蛋白質、核酸、木質素等物質。非腐植質中除了木質素外，其他的非腐植質都較易被分解及利用，因此在土壤中的變動較快也及較不穩定。當土壤中的殘質或剛施入的有機質較多時，土壤有機質含量隨時間的變化將有較多的改變，易分解的有機質將被分解的「礦質化作用」而減少，不易在土壤中殘留保存，且只有極少量被聚合的腐植質殘留在土壤保存下來。

土壤有機質的性質及功效

土壤有機質已被公認為在維持及增進土地地力上，扮演主要的角色，由於土壤有機質的複雜性，它的功能的範圍甚廣，是土壤的精華，也是為何土壤與石頭粉有很大差異的主要原因之一。土壤有機質能使土壤的物理性、化學性及生物性改善(表一)，達到適合農業生產的功效，增進蔬菜的生產量及品質。

表一、土壤有機質的性質及其功效

有機質的性質	說明	對土壤的功效
有深顏色	許多土壤的顏色較黑是由於有機質的影響，尤其在土壤浸水下更易顯現。	較易吸熱，提高地溫有助早春栽種作物。
有保水力	有機質的質地鬆，可保持水分，可吸水增重達20倍。	增加土壤的保水力，尤其砂質土壤更重要，可防止土壤乾縮的功效。
有聚結作用	土壤有機質多高分子之成份，有聚結土壤粒子的能力，形成團粒構造。	增加土壤的團聚穩定性及有助土壤通氣與通水性。
有親水性但不易溶出於水	土壤有機質是親水性，但由於與土壤粒子結合形成不溶性。	有機質不易淋洗。
有鉗合作用	形成金屬元素的複合物，包括 Cu^{2+} ， Mn^{2+} ， Zn^{2+} 及其他多價正離子。	增加微量元素對植物的有效性。
有正離子交換作用	土壤有機質具有帶陰離子之作用基，使正離子有交換的位置，正離子交換能力可達 $300-1400\text{meq}100\text{g}^{-1}$	增加土壤正離子交換能力，可占土壤總量的20~70%，有助保肥能力
有緩衝性	土壤有機質具有吸收氫離子及氫氧離子的能力。	緩和土壤的酸鹼度改變。
能被礦質化及被分解作用	被分解釋放氮、磷、硫、二氧化碳等無機物質及其他小分子有機物。	提供土壤微生物及作物的營養來源。
能結合有機的分子	影響農用化學物質的分解，累積殘存與生物活性。	改善農用化學物質的毒性，影響有毒物質的分解及累積。

土壤有機質的增進要領及方法

增進土壤有機質含量的方法上，可分為下列兩種：一為施用有機物或有機質肥料，二為減少土壤有機質含量的降低。前者為積極增進的方法，後者為消極的方法，在土壤有機質保養上，兩種方法都需要配合，才能有事半功倍的增進效果。

一、施用有機物或有機質肥料：

增進土壤有機質含量的最有效及最直接的方法就是施用有機物或有機質肥料。有機物或有機質肥料的種類甚多，包括「較易分解」及「較不易分解」兩大類，其中又以施用「較不易分解」的有機物最能維持較長期的增進效果。而「易分解」的有機物將在土壤中分解，能長期增進土壤有機質含量則較少。在未來推動增進地力方案的執行時，則應以補助不易分解的有機質肥料為主。不易分解的有機質含有較高的木質素或腐植物質，是主要不易分解的原因，例如泥炭、樹皮堆肥，腐植酸等是屬於不易分解的有機質，能殘留的時間較長，其中木質素是主要轉化成土壤腐植質的主要成分。

對於易分解及未腐熟的有機物或有機質肥料不是不能施用。是視為營養供應為主目標的功能，經有機物分解後釋放營養，但未釋放營養前，常發生營養被分解菌繁殖所固定，在分解中引起大量之氮固定作用，致使作物葉片黃化或微量元素缺乏。尤其未腐熟的有機質需提早施用，或不與作物的根系直接接觸，另外也有毒物質所引起之問題。

排水不良的稻田不宜施用過多易分解的有機質，或殘留太多稻草，因易引起嫌氣微生物分解產生有毒的物質及硫化氫，而引起作物根系死亡或抑制生長。

農田中的蔬菜土壤為了達到經濟效益的施用有機物質，可以配合不易分解及易分解型的有機質，達到供應作物營養及增進土壤有機質含量的雙重效果，避免過量施用易分解的糞便類有機質肥料，否則易引起分解釋放的營養大量流失，造成環境及水源的污染。

二、種植綠肥及覆蓋植物：

綠肥作物生長期中，阻止土壤養分之淋洗及減少土壤流失，綠肥翻入土壤後分解內含中易分解的部份，之後釋放出養分，另一部份為不易分解物，而致增加土壤有機物，為了長期保養土壤及維持生產力，尤其旱田種植綠肥是不可缺少的有效又經濟之保育土壤的方法。

綠肥栽種的植物很多，有的植物木質化少則易分解，有的則木質化多，即不易被分解；一般分為豆科及非豆科綠肥。綠肥不但對作物生長有利，又能維持長期保育土壤生產力，也曾有報導綠肥可克服根赤腐病之為害，有一舉數得之效。

三、要採用輪作系統：

輪作以定時更換幾種不同之蔬菜作物，可以有效維持土壤生產力，連續種植同一種作物，將使土壤有機物損失較大及土壤疲乏生病，而輪作之益處甚多，如上述輪作中栽植豆科或非豆科綠肥，將更有增加土壤有機質含量之效果。

四、減少耕犁及增加覆蓋：

排水良好的田，耕犁次數愈多時，土壤有機質之損失也愈多，減少整地耕犁之栽培可以有效防止土壤有機質減少，尤其蔬菜田耕犁相當頻繁，特別需要重視施用有機肥料。

雨水會沖刷土壤表土，表土保有較多之有機質，因此防止表土流失，對保持土壤有機肥

力相當重要，增加覆蓋及作物蘗稈殘葉置留農地，可補充農地有機質之缺乏，又可防止肥沃表土之流失，皆對土壤有機肥力保養上有所助益，但蘗稈留置農地需無引發病蟲害之材料。

選擇適當的有機質肥料為重要工作

有機肥料的種類甚多，可從形態，分解速度及腐熟度的不同來區分，有固體及液體有機質肥料在選擇有機肥料時，需依據作物土壤及氣候環境之不同而有適當的調整。在選擇有機肥料時，最基本的原則是：「易分解型」有機肥料需要配合「不易分解型」的有機肥料。使「易分解型」的在適時下分解供應營養，使「不易分解型」在保養土壤的物理、化學及微生物三相，達有機肥料的整合功效。一般固體有機質肥料都做基肥施用，而追肥可用液體有機質肥料。

以下將依作物、土壤及環境之不同來說明如何選擇適當有機肥料：

一、依作物的不同來選擇：

短期作物(如茄子、敏豆、菜豆等)在種植前，施用的有機肥需要腐熟度高，以免分解初期的缺點；多年生作物在收穫以後，可選用不同腐熟度的有機肥，提早施入土中，尤其坡地園可用未腐熟之有機肥當覆蓋，在著果後應以腐熟度高的有機肥如腐植酸及胺基酸為佳。使用未腐熟的有機肥最好能配合化學肥料(氮、磷、鉀、鎂肥等)及石灰鹼性質材，以便配合作物的需要。

選擇適當的有機肥料要重視作物的類別不同，生長期中的營養生長及開花結果的特性也有不同，不同特性的有機肥要能配合，才能發揮有機肥料的功效，否則也會有缺失發生；例如果菜類不能用太高的氮肥，如同豆科綠肥，則氮肥需減少施用，否則易引起不開花或落果之問題。

二、依土壤的差異來選擇：

選擇有機肥料需要配合土壤，土壤含有機質甚低時($<1\%$)，施用有機肥應考慮先求大量施用，並求土壤全層改善的效果，改善的土壤體積愈多則愈好，因此在一定投資經費下；選擇能購買量多的有機肥，並能以量取勝去改善全層土壤有機質的缺乏。土壤有機質含量較多($>3\%$)時，施用有機肥就可以不必太大量，除非是石礫地或坡地，才需要較多的有機肥。土壤貧瘠地區也可先利用綠肥作物(如田菁、太陽麻、虎瓜豆等)大量增加土壤有機物。

三、依環境差異來選擇：

一般蔬菜施用有機肥料以撒施翻犁或挖溝施入，尤其是坡地菜園則更需要覆土，防止雨水沖失，如果只採用表面撒施，所選擇的有機肥的形態以大塊狀或粒狀為佳，而粉狀易被雨水沖失，應施入土層中為佳。深施或液劑灑施、灌施對坡地施用有機肥及化學肥料，都將有

良好的效果，例如腐植酸液劑有機質對土壤全層改善有相當好的。

土壤地力的增進上應先打破或消除土壤的限制因子，而土壤的限制因子包括物理性、化學性及生物性因子，不同的限制因子之消除方法各有不同，其中是以增進土壤有機質含量的方法是最直接及最有效的方法，或者在用消除土壤限制因子後，一定要配合有機質的施用，才能整體性的改善土壤，因此，增進土壤有機質含量就可增加土壤的肥力、生產力及生命力，對蔬菜生產量及品質有密切關係。

參考文獻

1. 李子純、吳懷國 1989 農田土壤長期肥力變遷趨勢研究 77年度土壤肥料試驗研究成果報告 台灣省農林廳。
2. 林家葵 1967 台灣省農田肥力測定 台灣省農業試驗所報告第28號。
3. 楊秋忠 1991 土壤與肥料(第四版) 農世股份有限公司。
4. Chen, Y. and Y. Avnimelech 1986 The role of organic matter in modern agriculture. Martinus Nijhoff Pub., Dordrecht.
5. Schnitzer, M. and S.U.Klan 1972 Humic substanes in the environment. Marcel Dekker, New York.
6. Stevenson, F.J. 1982 Humus chemistry-grenesis, composition, reactions. John Wiley and Sons, New York.
7. Tate, R.L. 1987 Soil Organic Matter : Biological and ecological effects. John Wiley and Sons, New York.
8. Vaughan, D., R. E. Malcolm and B.G. Ord. 1985 Influence of humic substances on biochemical processes in plants. In Soil Organic Matter and Biollgical Activity. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk publishers, Dordrecht. P. 77-108.

Soil Organic Matter and Vegetable Production

Chiu-Chung Young

National Chung Hsing University

Summary

Vegetable production involves large utilization of soil nutrients, particularly in the intensive cropping system. Management of soil fertility is an important factor for vegetable production, since soil organic matter play a significant role in soil fertility. Organic matter contributes to crop production through its function on the physical, chemical and biological properties the soil. Some of the important and beneficial properties of soil organic matter are listed here : (1) improves soil physical properties, (2) increases soil water-holding capacity,(3) has high adsorptive of exchange capacity for nutrients,(4) slow release plant nutrients by the decomposition of organic matter,(5) aids in micronutrients and other nutrients through chelation and solubilization, (6) increases soil buffer capacity, (7) supports a greater and more varied microbial population which favors biological control for soil diseases, (8) reduces toxicity of toxic substances both natural and man made, (9) dark color favors heat absorption and eariler spring planting, and (10) certain components may exert plant growth promoting effects. Organic sources of the soil include a large and diverse group of substances that supply from farm manures and organic commercial fertilizers. Nutrient supply rate and proportion of organic matter were depend on type and source of materials. Peat, humic acid and woody composts with slow decomposition rate can be used to improve soil fertility for long periods. Establishment of correct methods for application of organic materials is essential for high vegetable quality production.

討 論

余增廷問：

- 1.有機質改良土壤性質遠比供應作物營養份來得重要，為使農作物生育更好，有機農業之推行是否應配合化學肥料之施用？
- 2.若干年後，如以有機肥料完全取替化學肥料，是否能生產足夠的農產品供應本省國民消費？

楊秋忠答：

- 1.有機質的種類甚多，分解速度及釋放營養份的比例都有不同，因此，有機質屬易分解型或已腐熟，則可迅速供應作物營養份，而有機質若屬於不易分解型，就是以改良土壤為主要功能。有機農業是以有機質及岩石粉為肥料的來源，就不施用化學的速效肥料，若因只用有機肥料而無法有良好生產的土壤，可能需診斷土壤而配合礦石粉或化學肥料之施用。
- 2.有機肥料是肥料的一種，供應的營養及速度有限，需配合礦物岩石粉，現有的土壤已施用化學肥料多年，若只用有機肥料，土壤地力不足時，作物生產常不高，是會出問題的。

吳明哲問：

土壤施用有機質，理論上植物會較健康，較耐病，進而減少農藥使用量。這概念在果樹栽培上已被普遍接受，但在葉菜類栽培上是否亦是如此？

楊秋忠答：

有機質肥料是保養土壤的重要材料，對土壤的物理、化學及生物性都有良好的改善，尤其是旱作，果樹及葉菜類都不例外，果樹是長年作物，葉菜是短期作物為多，有機質已腐熟的，對當作的效果較易顯現，若有機質腐熟度不高時，對當作較不易表現，但對下一作物是有效的，長期而言，有機質肥料對土壤健康是有效的。