

# 有機栽培之土壤與肥料管理

鍾仁賜

台灣大學農業化學系

前言

土壤是植物賴以為生的自然體，故人類依靠土壤而生存，人類文明出現之一條件為有好的土壤。因為必須有充足的食物，人類才有時間去作生產以外的事情。就某一程度而言，好的土壤決定於人類及其利用的方式。除了種植作物之外，土壤對人類尚有許多用途，因此，土壤是值得一個國家花任何代價去保護的自然資源。

肥料與作物殘體在作物生產上的價值被發現之後，人類才能永續的利用土地。肥料的功用在提供作物生長所需的養分，在今日的食物生產上的貢獻，與農藥及品種平分秋色。然而不當的使用肥料卻能使土壤退化而失去生產力，故人類利用土壤的正當方式應該是保育地力而不是剝奪地力，應該是設法恢復土地的生產力而不是浪費資源。歷史已經用許多事實給現代人許多應好好利用土地的證據，但是現代的人似乎並未注意。肯亞格言說：善待你的土壤，它不是你的父母給你的，是你的兒女借你的。

影響植物（作物）生長的因子可以歸為兩類，其一為遺傳上的，另一為環境上的，兩者具有相同之重要性。遺傳因子決定作物生長之極限，無法藉由改變環境因子而改變之，如不同的作物，種在相同的條件下，其產量不同，對同一種品種而言，不同的品系，其產量可能也不相同，要增加產量只有藉新品種（系）之育出。高產品種所須之生產條件與低產者不同。一般而言，高產品種種在低肥力的土壤上，產量不會高，而低產品種即使種在肥沃的土壤，產量也不會高。

環境是指外界條件與影響一個生物生命與發展的總稱。環境對產量的影響可以由同一作物生長在不同的地方產量不同而得證。在所有環境因子中，已知對植物生長影響較重要的有溫度、水分、光照、光週期、空氣組成、土壤構造與空氣組成、土壤反應、生物因子、無機營養、限制生長的因子不存在、土壤空氣中的毒物質。有許多因子是互相關聯的，如土壤空氣與水分、土壤中的氧氣與二氧化碳濃度等。在這些環境因子中，有許多是與土壤性質直接或間接有關的。

## 土壤與土壤肥力

地表的岩石，在其所暴露的環境之下，經長時間的風化作用成為很細的物質稱為土壤，是植物生長的介質。雖然土壤似乎是由穩定的無機與有機物質所組成，但是它是一個動態的生命維持系統，活的生物是土壤中非常重要的一部分，且對土壤的一般性質與行為有重要的貢獻。經由土壤生物的作用，使土壤提供一個更適合生命活動的環境，其中植物的影響是最重要的：風化與有機物的累積；其他生物則主要與植物殘體的分解有關。因此，使土壤維持一個高度的動態系統，在作物生產上是非常重要的。即高的生物活性是健康土壤的顯示。在有機農業裡，也強調土壤是一活系統，發展有益的生物活性是有機農業定義的中心。

自古以來，人類即瞭解土地在作物栽培上的重要性，因此，努力用各種方法“積力於田疇”。而今日維持良好的土壤肥力，不但是使作物達於高產量與高品質之一必要手段，更是使農業永續經營所不可缺少的要件之一，農業則更是維持人類良好生存環境所不可少的。中國是文明古國之一，自古以來農業發達，歷世歷代在中國土地上養活無數的人口，正是通過多種途徑，“治田勤謹，培養地力，以盡地力之教”，且使地力“常新”，以達永續利用。

當其他的因子，如日照、水分、溫度及土壤物理條件均在最有利的狀態下，土壤肥力指為使土壤提供適當的量及在適當平衡狀態下的適當化合物以供植物生長的性質。因此，肥沃的土壤應具有良好的物理性、良好的化學性、良好的微生物性、豐富與平衡的養分含量以及不存在各種對作物生長不良之因子。適當的栽培管理應可以使土壤有良好的肥力而可被永續利用。

## 植物營養

植物體中有 5.0-10.0% 為無機養分，即無機養分是植物之構成分之一，因此，缺乏無機營養元素，植物也無法生長良好甚至無法生長。高等植物之必須元素是指植物生長過程中所不可或缺之元素。對高等植物而言，有十四個礦物必須元素（氮、磷、鉀、硫、鎂、鈣、銅、鋅、硼、錳、鉬、氯、鐵與鎳）已經確立，但是氯與鎳僅限於一些植物品種。當植物缺乏必須元素時，植物無法完成其生命循環；又因此元素在植物體內之功用無法由別

的元素取代，因此，缺乏時常會有特定之徵候出現；無機營養過多時，也常有特定之徵候出現。這些現象一般通稱為營養障礙。施肥的目的則是提供土壤中缺乏的植物生長所需的養分，以達到栽培作物的目的。氮、磷與鉀稱為肥料三要素，與硫、鈣與鎂合稱巨量要素，因為他們的量在植物體中相對的較多，而銅、鋅、硼、錳、鐵、鉬與氯則稱為微量元素，他們的量在植物體中則相對的較少。本來在土壤中即存在這些養分，但是由於土壤經長時間的風化，而使養分自土壤中流失，栽培植物的吸收則是農地土壤中養分減少的最主要原因。因此，要維持作物有一定的產量與品質，施肥是不可少的。

### 有機肥料的功用

肥料一詞，在日語為こやし、英語為 manure、德語為 Dünger、法語為 Manoeuvre 其原意均有動物排泄物意思。在中國古時糞字的意義，是指凡加到田裡用以持續再生產的物質。廣義的肥料是指任何有機的、無機的，自然的、合成的物質，能提供植物正常生長所需的一個或多個化學元素者。狹義的肥料則是指含有一個或一個以上之肥料三要素) 之製造產物稱之，又稱為化學肥料；肥料管理法所說之肥料係指供給植物養分或促進植物養分利用之物品。今日常用的名稱為化學肥料與有機肥料。在傳統農業裡，以化學肥料當做植物所需養分的主要來源，在有機農業裡，則不允許使用化學肥料，但是，有機肥料除了能提供植物生長所需之養分之外，還有多種功用，是化學肥料所無法有的，或者在化學肥料其作用較小。

#### 一、有機肥料的好處

施用有機肥料對土壤之物理、化學與微生物性質均有正面的效應。例如一個經過適當堆肥化作用的有機添加物，可以增加土壤的陽離子交換容量、增加土壤的保水力、減低土壤的總體密度以及誘導出有利的微生物族群。土壤雖然能夠供應適量養分，但是其構造不好或是其中只有有限生物者並不是產量高的土壤。因此，一般認為，蚯蚓多的土壤是肥沃的。耕土無法永續利用的原因之一為土壤有機物含量下降，因此，維持高含量的土壤有機物是達到經濟進步與環境品質的主要策略之一。土壤生質、生物活性及生物歧異度的增加與土壤有機物含量增加及好的施肥管理有關，此則又影響耕作體系內之土壤構造、養分循環及病與蟲的控制有關。

土壤中的養分含量也與有機物含量密切相關，長期添加廢肥的研究顯示其土壤肥力與作物產量均可高於施化學肥料的處理。除了因有機物之礦化而提供養分之外，因有機物含量高而導致養分之有效性高的機制是多方面的。如 Parsa 和 Wallace (1979) 報導，施用少量狗糞堆肥至石灰質土壤中而使高粱之缺鐵現象顯著改善並增加產量，也促進對鐵、鋅、銅與錳的吸收；有機物可以使土壤的 pH 值比施用化學肥料者高，也可以使土壤的 pH 維持在較穩定的狀態以及因增加土壤的團粒作用而增加水的滲濾；施用有機肥料使菌根真菌的感染比施用化學肥料者高；有機肥料經由有機陰離子抑制磷之固定作用及能置換被土壤吸附的磷而增加磷的有效性。

抑病土常是有機質多的土壤。Drinkwater 等人 (1995) 指出，施用有機肥料的土壤含有比施用化學肥料者之微生物活性與生質量高。如其中之木黴菌 (*Trichoderma species*) 繁殖體 (propagule) 密度較高。施用有機肥料也增加土壤抗植物病的潛能 (也就是使土媒病 (soil borne disease) 在停止的狀態)，尤其是真菌的猝倒病 (damping-off diseases)。如菌核菌屬 (*Rhizoctonium*)、凋萎病菌 (*Fusarium*) 及草苗立枯病菌屬 (*Pythium*)。其抑病的最重要機制為土壤中微生物的彼此拮抗，拮抗則來自產生毒素、抗生素、能源與養分的競爭及/或寄生。

土壤有機物含量高也可減少土壤之流失機會。

## 二、有機物之不良效應

許多有機物施到土壤中是沒有任何危險性，但是有些則對植物與土壤微生物造成毒害及不良效應。其中之一原因為釋放有毒重金屬至土壤中及使之在食物鏈中傳輸，因此，有機肥料之施用首先應考慮重金屬之存在與否，而有機的工業及都市廢棄物當肥料或土壤添加劑可能導致土壤中不必要之重金屬含量的增加。1992-1993 年，在澳大利亞維多利亞城之水果與蔬菜之調查中，即顯示有 10% 樣品之鎘含量過高。

Kirchmann 和 Tengsved (1991) 之研究顯示豬糞污泥中含有甚高量之酚 (phenol)、甲酚 (cresol) 及酞酸二丁酯 (dibutyl phthalate) 而下水道污泥中則含有高量之酚、甲酚、壬基苯酚 (nonylphenol) 及酞酸二乙基己酯 (di-2-ethylhexyl phthalate, (DEPH))。

地面水及地下水之硝酸態氮污染是環境中越來越嚴重的問題，一般認

為過量施用化學氮肥是主要的罪魁禍首，但是由有機肥料而來的污染也不可忽略。

### 有機肥料施用之基本原則

與化學肥料之施用相同，適當的有機肥料施用計劃可以對作物提供最適量的養分而達到最高產量與收益。基本上，施肥管理是確保土壤肥力，使土壤肥力不是作物生產的限制因子。影響選擇施用之肥料種類、量與施用位置之主要因子是肥料特性、土壤特性、作物特性與生長階段及肥料的殘效。

施用超過作物所需養分量之肥料造成土壤中養分之累積而使鹽含量之升高及導致土壤與植物體中鹽基不平衡。如 Dormar 和 Chang (1995) 之研究顯示連續二十年施用牛糞廐肥，使土壤中的有效磷含量由 9 上升至 1200 mg/kg，而 Hao 等人 (2003) 之研究顯示，施用高量的有機肥料使土壤中的硝酸態氮達到 80 至 100 mg/kg。此也會造成硝酸態氮在植物中累積。

理想的農業土壤應使其有機物含量至約 5% 左右。但是台灣地處亞熱帶，有機物分解快，一年之中，有機物分解可能達 1.5%。因此，這樣的高量 (5%) 不易達到，也無必要。因有機物分解快而會造成土壤中鹽分之累積與養分之流失與污染環境的機會。一般而言，使土壤有機物含量達到 3-3.5%，可以當做長期之施肥目標。因為施用有機肥料之最終目的即在使土壤中有一定量的有機物存在。

#### 一、肥料特性

施用有機肥料以提供氮且與作物生長需求之氮同步，是與以有機肥料當做土壤改良劑以提供持久穩定存在的有機物互相矛盾。因此，按照實際狀態，首先要確定施用有機肥料之目的主是要提供養分？還是其當作土壤改良劑？或者兩者之間要尋求一平衡點。

堆肥化作用 (composting) 是將有機廢棄物中不同的組成分轉變成相對較穩定、類似腐植質之物質而可以當做土壤添加物或有機肥料的生化作用；堆肥化作用協助改進有機廢棄物之理化性質及減少其對植物之毒性；堆肥化作用也被當作處理令人厭惡之有機廢棄物之最適當方法。因此，使用經適當堆肥化作用之有機肥料是有機農業經營者首先應該注重的。

養分的含量因堆肥的種類或堆肥原料之不同而有大的差異 (表一到表

四)。添加到土壤中的有機物含有不同的碳化合物而使其分解速率有大的差異。所添加的有機物之生物分解速率與量，視其所含之每一個碳化合物而定。Ajwa 和 Tabataba (1994) 指出，將有機物加至土壤中，起初會使二氧化碳的釋出急速上升，但是此又因有機材質之不同而不同；環境因子之不同也使有機物在土壤中的分解速率不同。其中以氧氣、水分、溫度、pH 值及有效的無機養分含量最重要。

Hadas 和 Pornoy (1994) 報導，通常成熟的堆肥 (mature compost) 的礦化常數每年約為 10%，Bitzer 和 Sims (1988) 則指出，家禽廐肥在施入土壤後之第一年會有 66% 有機氮礦化；Cabrera 等人 (1994) 則確證家禽廐肥會快速礦化。他們估計其中的有機態氮在施入土壤中後十四天之礦化率約為 35-50%；Griffin 等人 (2000) 則報導，在一季作物生長期間，不同的堆肥之有機態氮的礦化量不同：肉牛廐肥 25%、乳牛廐肥 35%、豬糞廐肥 50% 而家禽廐肥 60%。有機物在土壤中累積之能力，則與礦化速率成反比。因此，計算有機肥料的用量時，應考慮其在一季作物生長期間之可礦化氮量，但是也應考慮其殘效。通常一般肥料經過二三年後，再礦化氮之增加率是有限的。若有機肥料為不易礦化者則施入二三年後，再礦化氮會增加。如長期使用牛糞堆肥及其他堆肥，慢慢增加可礦化氮，但是有些材料之增加則有限，如雞糞堆肥。

## 二、作物的種類、特性及生長階段

對不同的作物施用有機肥料時，作物的氮吸收動態與氮的總吸收量一樣重要甚至更為重要。對作物的生長而言，氮的吸收動態是非常重要的。不同的作物其生育過程中乾重之累積情形不同，因此，對養分之需求情形不同。此外，一些作物也會對養分有特別的需求，如花生、煙草及芹菜對鈣的需求高，易發生鈣缺乏，而柑橘、玉米及水稻則易發生鋅缺乏；芹菜及蘋果易發生硼缺乏；花椰菜則需較多量的鉬。根系的發展與地上部一樣，不同的品種，甚至同一品種但為不同的品系，亦有很大的差異，故對根發展特性及相對活性的了解，有助於發展施肥的方法。

在作物生長期中，不同階段的養分需求不同，如水稻在生育初期，對氮及磷的要求量多，成熟期則不須太多之氮；果菜類與葉菜類的營養生長與生殖生長同時進行，因此，其養分吸收一直持續到收穫期。

### 三、土壤特性

在相同的氣候條件之下，土壤中有機碳的累積或有機物的礦化因土壤種類不同而不同。種種土壤特性如質地、坡度、排水性、酸鹼度、有效養分量均影響其中之微生物種類與數目，進而影響有機物的分解與礦化作用。

### 四、殘效

雖然不同的有機肥料的元素組成有很大的差異，一般而言，基於氮的有機肥料施用，造成磷的累積。如根據 Tran 和 N'dayegamiye (1995) 的研究，長時期每年施用 20 t/ha 牛糞堆肥使土壤中的無機與有機磷增加。短期間施入大量禽畜糞堆肥也會使磷在土壤中累積。其他元素，也會有相同的情形。如長期施用堆肥使土壤的 pH 上升到七以上，即是鹽基性元素累積的現象。因此，需要常常變化所施用之堆肥的種類，以免造成元素之不平衡，而不利於作物生產。

### 土壤管理

土壤是活的以及造成一個健康的土壤是有機農業的基礎。健康的作物、動物與人的基礎是健康的土壤，產生健康土壤的起點是打破土壤只是作物生長介質的觀念。Sir Albert Howard (1948) 把土壤肥力消退稱為生病 (dis-ease)。Eve Balfour 在其所著 *the Living Soil* 中提到培養土壤，以土壤餵食質物。因此，施肥不應只對作物，也應考慮土壤生物與環境生態的需要。即維持健康、具生物活力的土壤環境以供植物生長。實施有機農業之重要手段則是藉農場之養分循環、輪作，使土壤能形成適合作物生產之土壤肥力及產生對蟲、病與雜草之控制力。因此，對土壤性質之監測，是有機農業經營上之重要一環。一方面可以了解當前之土壤肥力狀態，另一面則可以了解所採用之施肥管理策略是否合宜，以做為往後施肥與土壤管理之參考。在土壤性質之監測上，以土壤酸鹼度、鹽分（以飽和水導電度或土水比 1：2 或 1：5 之電導度表示）(表五) 及有機物的含量三者最方便測量且最重要，其餘的土壤性質則包括有效養分含量與重金屬含量 (表六)。

#### 一、酸鹼度

土壤酸鹼度的測量在土壤肥力的診斷上是最重要的第一步。pH 在熱力學上有好的定義。目前的測定所使用的 pH 計對土壤酸鹼度的測量提供方便

的方法且有許多用處：1. 易測定、精確與價廉；2. 其值易解釋及相對的易瞭解；3. 廣泛的與一些元素的有效性相關（圖一）。土壤的酸鹼度太高與太低均影響其中之養分的有效性。如磷與鉬兩元素在 pH 低時，溶解度低，但是鐵、錳與銅則於 pH 大於 6.5 時，溶解度低；氮的礦化，在 pH 6.0-8.0 有最大的速率；磷約於 pH 6.5 時的溶解度最高；鉀則因鈣之施用而有效性下降，在酸性條件下則易流失；硫的礦化與氮所受的影響相似，但是其最大速率之酸鹼度範圍較廣。

## 二、 鹽分

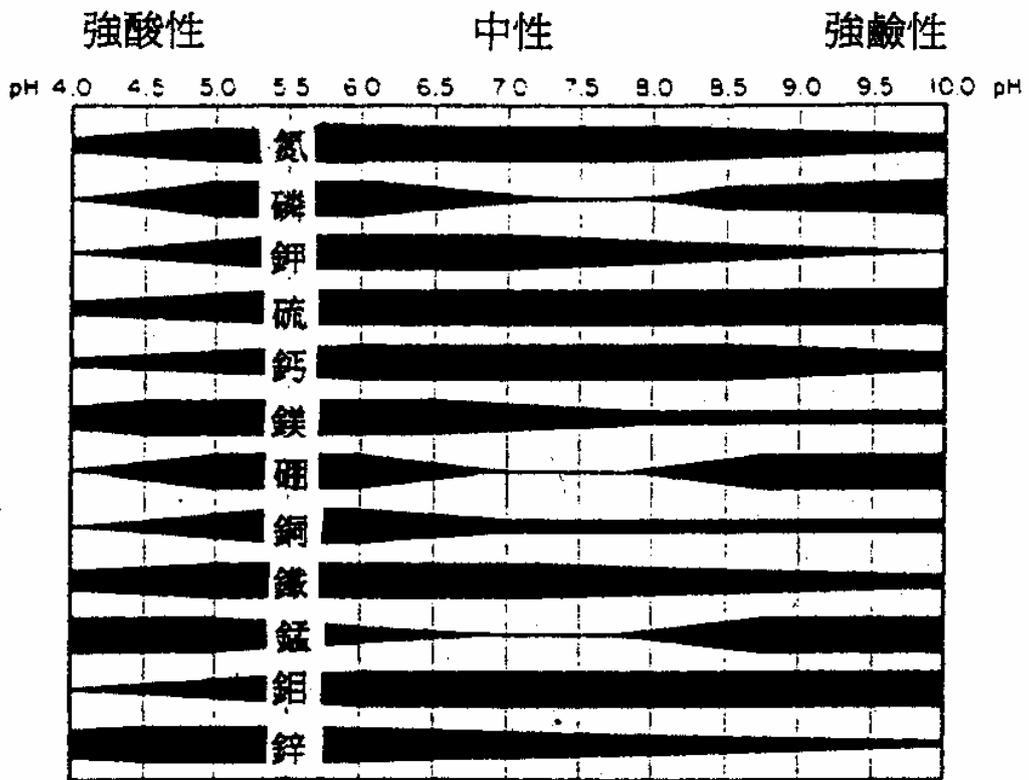
土壤中可溶性鹽類的量是土壤中可立刻為植物吸收立養分量的測量，因此，理論上，可溶性鹽類的量越多，植物可利用之養分量也越多。但是，當土壤中可溶性鹽類的量超過某一量時，會影響植物對水的吸收，因而使植物吸收缺水而死亡。所以，依作物之耐鹽性不同，土壤中可以累積的可溶性鹽類的量也不同（表五）。

## 三、 有機物含量

經長期施用有機肥料之後，使土壤中能形成某一定量的有機物，以發展適合作物生長之物理、化學與生物性質。

### 結語

強調土壤是一活系統，發展有益的生物活性是有機農業定義的中心。要使作物產高，土壤要有好的物理構造、高的陽離子交換容量及保水力，也應要有相當量的細菌、真菌及無脊椎動物。而這些可以經由提高土壤有機物而達成。在有機農業裡，農民應該尋找發展土壤是活系統觀念的指標。有機農業是永續農業的一環，永續農業應包括成功的管理資源以供農業生產，以滿足變化中人類的需求，並且維持及提高環境品質與保存自然資源，而此則又與適當的土壤管理與有機肥料之施用有關。



圖一、有機質土壤的酸鹼度與其中之養分有效性

表一、一些用做堆肥原料之物質的一些元素組成 (g/kg)

種類	碳	氮	碳氮比	磷	鉀	鈣	鎂
稻草	540-560	6.4-6.9	78-88	0.2-0.5	16.6-17.4	3.0-8.6	1.8-3.1
稻殼	390-520	3.6-7.0	74-108	0.3-2.0	2.3-10.8	1.1-2.4	0.3-2.4
米糠	500	2.04-3.37	22	10.7-19.5	11.9-20.3	1.3-2.5	4.5-10.7
高粱稈	530	7.3	73	1.1	16.7	4.3	3.7
玉米稈	550	8.1	68	1.6	13.4	2.5	2.9
大豆植體	520	17.6	30	1.6	10.9	14.1	6.9
花生植體	490	17.3	28	1.6	10.5	14.0	4.6
花生殼	530	16.0	33	1.5	10.7	4.7	2.0
花生粕	260-510	44.0-75.0	5.9-6.8	3.1-12.0	7.5-15.4	1.7-6.9	2.8-4.9
菜仔粕	480	34.0-59.6	9	4.2-25.0	8.3-14.3	3.0-9.8	3.5-5.6
芝麻粕	550	50.0-58.0	10	9.8-32.0	11.1-19.0	40.2	6.6
棉仔粕	260-540	39.0-58.0	6-11	7.9-11.8	9.1-12.9	3.9-10.0	4.6-5.2
椰仔粕	100	34.0	3	9.9	17.9	16.2	2.8
大豆粕	270-510	44.0-84.6	4-7	5.2-7.6	16.6-34.9	1.9-20.7	0.2-0.4
蔗渣	330-530	2.6-10.8	49-126	0.3-0.9	1.9-4.7	2.9	0.7
茶渣	460-510	25.2-36.4	14-18	1.9-2.2	4.1-5.4	3.3-4.4	1.6
向日葵粕			52.0	17.0	14.0		
蓖麻仔粕	450-460	46.9-57.9	8-10	7.9-8.6	8.3-12.0	5.9-15.6	5.5
茶仔粕	480-510	10.0-17.5	27-41	1.1-2.1	7.3-19.0	0.1-11.0	1.1-4.0
鋸木屑	400-580	5.6-14.8	27-102	1.3-13.4	0.8-10.0	3.5-41.3	2.2-5.6

表二、動物糞便之化學組成 (乾基, g/kg)

種類	碳	氮	碳氮比	磷	鉀	鈣	鎂
牛糞	250-400	18.9-2.35	15-28	2.1-2.4	6.1-29.0	1.4-14.3	3.6-12.6
豬糞	40-540	16.0-47.8	14-31	4.4-51.1	1.3-16.0	5.7-10.4	0.9-10.2
肉雞糞	250-470	6.0-410	8-28	6.1-30.5	6.4-35.0	11.2-90.0	3.0-12.1
蛋雞糞	270-320	6.0-29.0	9-14	6.1-29.7	5.9-31.5	5.2-58.6	1.8-10.8
羊糞	360-480	16.0-24.0	18-23	6.5-23.0	15.8-33.2	9.3-38.6	4.2-8.4

表三、一些動物質材之化學組成 (g/kg)

種類	碳	氮	碳氮比	磷	鉀	鈣	鎂
雞毛		88.5-136.2		1.2-2.0	0.4-0.9	2.2-4.7	0.3-1.7
魚骨粉		28.2-78.8		8.6-9.1	8.0-8.3		
魚粕		47.6-7.0		18.8-29.8	1.4-7.9	3.9-55.1	2.8-41.2
皮革粉	380-390	45.0-90.3	86-87	0.1-4.5	0.2-4.4	1.0-7.7	0.1-2.8
骨粉		83.5		11.5	3.9	50.2	1.8

表四、一些堆肥之化學組成 (g/kg)

種類	碳	氮	碳氮比	磷	鉀	鈣	鎂
牛糞堆肥	104-370	10.2-31.9	10.0-20.0	3.5-10.6	9.9-143	1.6-2.3	5.3-8.9
牛糞堆肥	150-290	12.0-39.0	4-24	3.5-28.8	3.3-5.0	13.6-164.3	4.2-22.8
豬糞鋸木屑堆肥	360-385	20.9-70.5	10-16	4.7-7.6	4.9-181	26.1-39.7	4.5-6.1
雞糞鋸木屑堆肥	280-310	22.5-24.6	11-14	17.4-18.9	2.3-28.8	62.1-68.8	0.9-1.1
雞糞堆肥	170-500	4.0-57.0	6-94	0.9-91.7	2.5-54.8	13.6-235.7	1.8-30.
牛糞茶渣堆肥	377-387	32.0-34.2	11-12	4.7-11.9	10.1-16.6	17.9	4.9
糖蜜蔗渣堆肥	224	17.5	13	2.6	35.1		
豌豆渣稻殼堆肥	360	280-30.0	12	1.6-4.6	10.1-14.9	24.5	3.2
蔗渣堆肥	240-348	16.2-29.0	8-21	2.3-7.0	10.4-35.8	55.1	6.9
蔗渣堆肥	120-480	8.5-35.4	9-38	0.8-11.5	3.5-41.0	14.2-16.0	6.5-8.2

表五、土壤電導度 (dS/m) 分級

電導度分級	水飽和土壤	水土比 1:2	水土比 1:5	說明
I	0-1	0-0.25	0-0.10	肥力偏低
II	1-2	0.26-0.50	0.11-0.25	肥力略低
II	2-4	0.51-1.25	0.26-0.60	適合作物生長
IV	4-8	1.26-1.75	0.61-0.80	肥力略高，
V	8-16	1.76-2.00	0.81-1.00	肥力偏高
VI	> 16	> 2.00	> 1.00	作物易受害

表六、施用不同量有機肥料土壤的一些性質

處理	pH (1:1))	EC <sup>1</sup> dS/m	O.M. <sup>2</sup> g/kg	TN <sup>3</sup> g/kg	Avail. P <sup>4</sup>	Avail. K <sup>5</sup>	NO <sub>3</sub> -N mg/kg	NH <sub>4</sub> -N	Ext. Cu <sup>6</sup>
CF	7.04	3.51	26.6	1.59	104	113	51	29	1.6
CK	7.83	2.56	25.1	1.52	84	73	17	26	2.2
Comp 1	7.77	3.15	31.4	1.94	105	141	54	26	2.4
Comp 2	7.64	3.53	38.0	1.89	131	240	89	19	2.3
Comp 3	7.54	4.58	46.1	2.39	157	411	159	13	2.9
Comp 4	7.39	5.17	53.0	3.12	183	613	200	6	2.7

1: electric conductivity of saturation extract.

2: organic matter.

3: total nitrogen.

4: Mehlich III extractable phosphorus.

5: Mehlich III extractable potassium.

6: Mehlich III extractable copper.