

# 有機質肥料在花卉栽培上之施用技術

張庚鵬

行政院農業委員會農業試驗所農業化學系

## 一、 有機質肥料之優缺點

有機質肥料之施用可謂歷史久遠。早期人類能使用的肥料別無選擇，只有有機質肥料—即動物性的糞尿、屍骸，或植物性的堆肥。事實上，有機質肥料在提供植物營養，改良土壤，提高作物產量和減輕環境污染上也確實扮演著重要角色。在探討有機質肥料之施用技術前，吾人宜先熟悉有機質肥料之特性，明瞭施用有機質肥料之優缺點。

### (一)有機質肥料之優點

1. 提供作物生長所需的營養物質：有機質肥料中既含有大量元素，也含有微量元素，為一綜合性的肥料，故能夠為作物提供全面的營養(表一)。經常施用有機肥料的土壤，一般不易發生微量元素的缺乏。此外，有機質肥料尚可提供有機營養(礦化過程中產生之中間產物如葡萄糖、氨基酸、核酸等)、抗生物質(如人尿中含有生長素等)、腐植質及 CO<sub>2</sub> 等，對作物之生長之促進具有正面的意義。

表一、家畜糞肥的養分含量(乾物)

(孫等, 1983)

		牛糞	豬糞	雞糞	羊糞
大量元素	有機碳(%)	39.9	41.6	33.4	41.4
	全氮(%)	0.87	1.25	1.78	1.25
	水解氮(ppm)	1788	2692	4934	1784
	NH <sub>4</sub> -N(ppm)	3360	3430	3780	150
	全磷(%)	0.37	0.64	0.62	0.59
	有效磷(ppm)	2460	4710	2970	2950
	全鉀(%)	0.53	1.05	1.37	0.95
	有效鉀(ppm)	4000	7780	9350	6990
微量元素 (ppm)	Mo	3.7	3.0	3.4	4.2
	Mn	355	291	172	143
	Cu	16.3	50.0	23.0	18.0
	B	22.8	21.7	30.8	24.0
	Zn	187	199	146	130
	Fe	1592	1845	1921	1901

2. 提高養分的有效性：由於有機質具有較大的離子交換量，能夠提高土壤的保肥性，這對於移動性較大的養分離子如 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>++</sup>、Mg<sup>++</sup> 等的保存起了很大的作用。此外，有機質肥料在礦化分解過程產生的有機酸、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>、CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 等對難溶性養分有溶解作用。又，有機質分解過程中產生的大分子化合物對鐵鋁氧化物有掩蔽作用，因而可以減低對磷、鉬和其它元素的固定作用。
3. 提供長期穩定的肥效：有機肥料中的營養元素除了鉀等元素外(參考表一)，絕大部分是與有機化合物結合或呈有機態存在，所以作物不能直接吸收。只有經過礦化作用，轉變成簡單的有機化合物或無機狀態後，才能為作物所吸收。是故，有機質肥料是一種緩效性肥料，其提供要素的方式為長期而穩定的。
4. 改善土壤理化性質：適當施用足量的有機質肥料，對理化性不良的退化土壤具有相當正面的意義。在物理性質方面，可以降低土壤總體密度，增加穩定性團聚粒子數量，改善通氣狀況；增加土壤的保水、保溫性質，提高作物的抗旱、抗寒能力。在化學性質方面，可提高土壤的陽離子交換量和增加對酸鹼衝擊的緩衝性能。
5. 提高土壤微生物的族群數量：施用有機質肥料為土壤微生物提供大量的碳源，促進微生物的生長和繁殖。施用有機質肥料的土壤微生物總數比不施肥或施用化肥區要多得多(表二)，因而有利於土壤游

離氮及大氣氮素的生物固定，增加磷、鉀肥的釋放及抗生物質的產生，及增加土壤酵素的活性。

表二、化肥和有機肥對土壤有機質含量和土壤生物量的影響\*

處理	C %	N %	細菌總數 個/克乾土	菌絲長度 米/克乾土	原生動物數 個/克乾土
無肥區	0.84	0.099	$1.6 \times 10^9$	38	$1.7 \times 10^4$
化肥區	1.00	0.115	$1.6 \times 10^9$	41	$4.8 \times 10^4$
廐肥區	2.59	0.251	$2.9 \times 10^9$	47	$7.2 \times 10^4$

\*引自英國洛桑農業試驗站小麥長期連作試驗地材料

6. 減輕環境污染與緩和能源和資源的緊張：在農畜牧業集約程度較高的地區，所生產的糞尿和廐肥數量龐大。若不加以利用，大量散發的臭氣不僅污染了空氣，被水淋失的養分(尤其磷肥)又造成了水質的優氧化。因此，若將這些糞尿和廐肥施到廣闊的土地上，在微生物的作用下進行自我消除，既減輕了環境污染的機會，又提高了土壤肥力。並且，由於有機質肥料取代了部分化學肥料，不僅減少了化學肥料工廠的排污量，也緩和了生產化肥所需消耗的能源和資源的緊張。

## (二)有機質肥料之缺點

1. 養分含量低，施用成本高：有機質肥料的養分含量低，若欲進行純有機質肥料栽培作物，且獲得高產，則單位面積所需要的有機質肥料量勢必遠較化學肥料為高。此外，有機肥在堆腐過程、運輸和施用上亦需花費大量勞力，因此，施用有機肥成本常較施用化學肥者高出甚多。
2. 養分之釋放速率難以掌控：如前3項所述，有機質肥料所提供的養分為緩效性的，須經過礦化作用才能為作物所吸收。而土壤中的礦化作用與氣候因子(光照、溫度、通氣性、降雨量)、栽培方式(施肥深度、灌水頻率等)、土壤理化性質及微生物活性等多重複雜因子相

關，欲明瞭有機質肥料所提供之各營養要素在土壤中之釋放情形已屬不易，更難以侈談掌控其釋放速率。

3. 要素成分固定，缺乏調整要素比率的權宜性：操作高經濟價值作物的精緻栽培時，在高產量、高品質的要求下，作物常須依不同生育時期，不同氣候因子之影響，而有不同的營養要素比率相配合。若只施用有機質肥料，由於要素成分固定及緩效性，除非有化學肥料之補助，否則勢將難以調整出適當之營養要素比率。
4. 部分有機肥料帶有病蟲之媒源：未充分腐熟的動物性糞尿及廐肥，常帶有金龜子、蒼蠅等有害昆蟲之幼蟲。本省在大量施用雞糞或豬糞地區，蒼蠅與蚊蚋孳生之速度極為驚人。另外，一度感染病害之植物殘體所製成之堆肥，若無完整的腐熟過程，病媒將二度為害作物。

## 二、有機質肥料在花卉栽培上之施用技術

一般說來，完整的有機質肥料施用技術應包含適當的有機質肥料之選擇及正確的施肥法與施肥量。以下將針對有機質肥料在花卉栽培之施用技術，逐項進行討論。

(一) 選擇最適當的有機質肥料：市售有機質肥料的種類繁多，栽培作物時可依現地需要及肥料成本等二項原則進行篩選。

1. 現地需要：有機質肥料大致可分為難分解型與易分解型二種。難分解型通常以稻殼、樹皮、木屑、作物殘珠等堆置腐熟而成之堆肥。此等有機肥含豐富纖維質，在土壤中分解速度慢，氮、磷、鉀三要素含量較少。易分解型一般以禽畜糞、動物性廢棄物、製油類豆科作物殘渣等腐熟而成之有機質肥料。此類肥料含纖維質較少，氮、磷、鉀三要素含量較多，所含養分在土壤中分解釋放速度較快(表三)。

表三、常見有機質肥料三要素含量(作物施肥手冊)

有機質肥料	氮素	磷酐	氧化鉀
	-----%-----		
一般堆肥	0.35~0.90	0.07~0.45	0.31~0.90
草木灰	1~2	4~10	
乳牛糞尿混和物	0.60	0.15	0.45
豬糞尿混和物	0.50~0.65	0.28~0.35	0.35~0.40
乾雞糞(純)	3.00	3.10	1.30
花生粕	6.55	1.00	
大豆粕	7.52	2.27	

若栽種作物之土壤為粗質地土壤(如砂質土、石礫地等)，或坩質粒含量高、團粒結構不佳，易於土壤表層結成硬皮的土壤，則依現地需求，宜先改良土壤的理化性質，此時應選擇難分解型之有機質肥料。若施用有機質肥料之主要目的為提供作物生長所需的養分，則易分解型有機質肥料有較佳的肥效。

2. 肥料成本：肥料成本即肥料之價格，以經濟效益來看，肥料成本當然是越低越好。一般說來，在腐熟程度完整，及需求相同(易分解型或難分解型)之條件下，要素種類、分量常為決定肥料價格的重要因子。例如，在乾(純)雞糞與粗糠雞糞的比較上，其所供應要素的種類和比率大致相同，但分量乾雞糞約為粗糠雞糞的3~5倍。市售上，乾雞糞每公斤約為2~2.5元，粗糠雞糞約為0.8~1元，即反應出分量與肥料價格之相關。又如，禽畜糞動物性廢棄物與豆粕類之有機質肥料比較，由於豆粕類之要素分量較高(尤其氮肥)，其售價也常較禽畜糞肥高出3倍以上。另外，有機質肥料之要素釋放速度及施肥成本(施肥所需耗損之工時)，亦常為肥料價格之參考值。

## (二) 正確施肥法與施肥量

為讓所施用之有機質肥料達成最高效率的作物生產量，正確的施肥法與施肥量是不可缺的。為達成此種目的，首先，得先明瞭栽植土壤之理化性質，然後，按所栽種花卉作物之生育特性(長、短期採收，品種差異等)，參酌不同生育時期(苗期、營養生長期、生殖生長期等)、

氣候(光照強弱、溫度高低等)、栽培方法(整枝、灌溉方法等)等因子之影響，選用適當的有機質肥料，以正確的施用法施入正確的肥料量。接著，以一套簡單而實用的方法來進行肥力監控也是必須的，當栽培環境(如大量雨水沖淋等)或作物生育條件(如大量採收切花等)發生變化時，可以隨時掌握肥力變化情形，給予適當的肥料補充。下列將針對影響施肥法與施肥量的重要因子作進一步的探討：

1. 栽培土壤：栽培土壤之物理(如質地、團粒構造、孔隙度等)及化學(如酸鹼度、陽離子交換能力、要素含量等)性質與肥培管理直接相關，常為肥培管理之優先考量因子。下面列舉幾個土壤理化性質影響有機質肥料管理之事例，以供參考：

- (1) 在粗質地土壤(如砂質土、石礫地等)栽種花卉作物，由於土壤之保水保肥力均弱，宜先選擇富含纖維質之難分解型有機質肥料，以改善土壤之理化性質；再搭配部分高養分含量之易分解型有機質肥料，以提供作物充足之養分。難分解型有機質肥料之施用法宜採全面撒施混拌，且為防止肥料流失，宜逐年施用。施用量約每公頃每年 10~20 噸，連續施用 5~10 年以上。易分解型有機質肥料之施用法及施用量則應參酌其他因子，依實際狀況再作決定。
- (2) 粉質粒含量高、團粒結構不佳之土壤容易在大雨襲打或高水位淹灌後，土壤表層結成一層硬皮。當結皮現象發生時，施於土表的肥料就不亦為作物所吸收，根系也因通氣不良而生育不佳。克服此種結皮現象即可選用難分解型有機質肥料，其施用法採用全面撒施混拌，施用量每公頃約為 100~150 公噸，可維持 3 年以上之改善效果。
- (3) 雖然有機質肥料中已含有各種作物生長所需要的巨量和微量元素，但在部分地區土壤中要素含量不均衡，若長期施用有機質肥料，因要素拮抗現象及作物之特殊需求等因子之影響，可能導致要素缺乏或過剩毒害現象發生。例如在強酸性紅壤，土壤中鎂含量原本就較低，而多數有機質肥料中雖含有鎂，但因鉀含量遠高於鎂，長期施用時將因鉀、鎂拮抗而使缺鎂現象益形嚴重，須額外提供鎂之來源(例如施入硫酸鎂、苦土石灰等)，才能解決缺鎂問題。又如，在夏季高溫季節(尤其在簡易設施內)，數種對鐵需求較高的花卉作

物(如非洲菊、玫瑰等)，若栽植於 pH 值較高的土壤中(例如濁水溪之粘板岩沖積土)，極易發生缺鐵現象。此時施入有機質肥料(尤其富含纖維質之肥料如泥炭、木屑等，錳含量尤高。)，將因肥料中的鐵、錳拮抗而使缺鐵現象嚴重，須另外補充鐵肥。

2. 生育特性：花卉作物的種類繁多，其生育特性也不盡相同，肥培管理自應針對不同之生育特性作必要之調整。以下將針對幾種重要的生育特性及其肥培管理重點作介紹：

(1) 生育時期：花卉作物的生育期可簡單地分為苗期、營養生長期、開花期等，球根花卉尚有蓄球期。苗期栽培僅需少量肥料，肥料過剩(尤其氮肥)易致生育受損或肥傷。營養生長期當以較高比率之氮肥為主，以生產足量的枝條及葉面積。步入開花期則應適度將氮肥降低，提高鉀肥，因此時若氮素過多，枝葉繁茂將對開花不利。蓄球期則須將氮肥降至最低，提高磷、鉀肥，以利球體之養分蓄積及擴大。針對作物各生育期的養分需求，有機質肥料的施用法及施用量在可能的範圍內亦須進行調整。在肥料三要素一氮、磷、鉀中，有機質肥料中的氮大多為有機化合物，礦化釋放的速度(與水分、溫度、土壤、微生物等因子相關)甚為緩慢，只有少量的礦質氮、尿素和尿酸能在短期間為作物吸收。有機肥中的磷較易礦化，全磷的一半很快為作物利用。鉀幾乎全為水溶性鉀，因而是速效性的。因此，依據有機質肥料之要素釋放特性，掌握各生育期之不同營養需求，乃為有機質肥料施用技術的重點項目之一。

(2) 採收期區別：花卉作物若依採收期長短，可區分為短期及長期作物。短期作物如百合、劍蘭、菊花等，其採收期常集中在一小段時間內；長期作物如玫瑰、非洲菊、文心蘭等，其切花通常可以經年採收。以有機質肥料栽培短期花卉作物，由於有機肥之氮肥釋放速度緩慢，前期應注意氮肥之不足(尤其施用含氮低之有機肥)；而於下期作，則應考量氮肥的後續釋出。長期作物因須長期維持植株之生育旺盛，而基肥僅能維持一段時間，因此追肥之使用技術相當重要。以有機質肥料栽培長期花卉作物，前期亦應注意氮肥之不足，一段時間後(視氣候條件、作物生育狀況及肥料種類決定時間之長

短)，則應注意鉀肥之不足(鉀肥溶解釋放快速)。追肥可使用有機肥或化學肥，通常化學肥較經濟且能符合實際需求。由於經年採收，其氣候因子變化大，肥培管理也需要相應調整，此點將於下文繼續說明。

- (3) 品種：花卉作物因以觀賞為目的，故而品種繁多。不同品種常須搭配不同之肥培管理。以玫瑰為例，黛安娜與薄粉均為粉紅色系，在生育速度上薄粉遠超過黛安娜，其所消耗之肥料自然較多，應提供較多之肥分。在非洲菊，國內粉紅色系常較橘紅色及黃色系品種需求更多的鐵，故常在高溫季節，栽培非洲菊的簡易溫室內見到嚴重缺鐵的粉紅色系，及缺鐵症狀較輕的橘紅及黃色系。遭遇此種缺鐵的情況，雖然有機質肥料亦能供應鐵，但通常供量仍嫌不足，須額外提供螯合鐵或硫酸亞鐵方能有效地改善。
3. 氣候因子：氣候因子對作物的影響是相當鉅大的，花卉作物自然也不例外。除了生理方面的影響，在營養上，氣候因子也扮演著相當重要的角色。氣候對作物的影響主要的因子為光照、溫度，露地栽培者尚有雨量等。光照及溫度影響作物對營養要素的吸收及利用率，水分(如雨水，灌溉水等)使加入的肥料溶解，如此才能為作物的根系吸收及利用。

一般說來，高溫高光照條件下，氮素的吸收及利用特別的快，因此作物常呈現新生枝葉繁茂的景象；此時，可能導致巨量元素如鈣的缺乏(鈣素在高溫、通氣不良的條件下，被吸收率降低)及鉀的潛在性缺乏(氮鉀比過高，在艷陽下易致全株葉片軟垂)，或微量元素如鐵的缺乏。而在低溫低光照時，作物的生育速度緩慢。此時，可提供較高濃度的氮肥及磷肥(磷素在低溫時，被吸收率大幅降低)，以促進作物的生長；或提供較高的鉀量，以抵抗寒害等惡劣氣候。針對不同氣候因子的影響，有機質肥料的施用亦應相應進行調整(依不同肥料的各要素成分、要素釋放速度等因子，選擇適當的肥料，正確的施肥量及施肥法)，才能使所栽培的作物得到更高的產量及品質。

水分是作物生長所不可或缺的要素。正常說來，只要溶氧量充足，水分愈多，作物生育愈旺盛。在營養上，水分是營養要素(肥料)溶解



的必要溶劑，只有溶於水的營養才能為作物吸收利用。在設施栽培中，水分常可藉由所設置的管路供應；但在粗放的露地栽培中，水分常由灌溉溝渠或雨水提供。值得注意的是，雨水提供的水分量由於難以掌控，常易發生肥料大量流失的現象，是故，如何預防及補救亦為肥培管理的重要項目。

4. 肥力監控：為了讓所栽培作物能達成高產、高品質之目的，恆定地維持土壤中適當的要素量及要素比率(即最佳肥力)是必須的。然則，肥力如何監控呢？一班說來，最精確的肥力監控方式為，定期(且為短期，須能顧及作物生育過程中的變因)採取土壤及植體樣本，進行要素分析，如此即可準確地測知土壤及植體中要素的比率及含量。可惜的是，制定穩定的採樣方法已屬困難，加上要素分析常須昂貴的儀器及須消耗相當多的時間、人力，此法常滯礙難行。

依據筆者多年的田間經驗，應用簡單的 EC(電導度)測定法似為一較簡單可行之田間肥力監控法。由於土壤的 EC 測定容易，而經由電導度值即可粗略得知土壤中水溶性要素之總量。但此等肥力監控法須特別注意二項原則；第一：得先建立 EC 值與不同有機質肥料、施用後不同時期之肥力關係式。如在施用後某段時期，土壤 EC 值為某數值時，氮、磷、鉀等要素之濃度量若何，升高或降低時，各要素之濃度量又變化若何。如此，吾人即可直接由土壤之 EC 值來判斷要素之總量，並定出適當肥力之 EC 值範圍。第二：由於土壤之 EC 值僅表示土壤中要素之總量，並無法表示各要素之比率。因此，當所使用的有機質肥料多樣化(不同肥料之要素比率不同)，或栽培環境有變動(如大雨使土壤中之氮、鉀肥大量釋出)時，即使其 EC 值相同，由於要素比率不同，應有不同的肥力意義界定及施肥方式之調整。

表四說明了以 EC 測定法監控施用雞糞之百香果園一作之肥力變化情形。在氣候正常的年份(1994)，土壤 EC 值呈穩定的下降；當遭逢氣候驟變時(1995 年 4~5 月之連續大雨)，土壤肥分大幅流失，EC 值亦大幅下降，此時若無適當的肥料補充，百香果的生育大受影響，產量亦將大幅下滑。

表四、施用雞糞(30 噸/公頃)之百香果園之肥力變化情形(埔里大坪頂)

年	EC 值(水 : 土 = 5 : 1)						
	3 月	4 月	5 月	7 月	9 月	11 月	12 月
	-----ms/cm-----						
1994	0.46	0.43	0.41	0.28	0.18	0.15	0.12
1995	0.47	0.38	0.12	0.13	0.11	0.09	0.07

註 1. 雞糞施用時期為栽種作物前一星期之 2 月初，施用法為全園撒施混拌。

註 2. 1995 年 4~5 月間，連續二十數日大雨。