

# 不同有機資材之特性及其施用技術

林毓雯 王鍾和

行政院農業委員會農業試驗所農化組

## 前 言

自人類歷史進入農耕時代以來，有機資材在田間的使用即非常普遍。尤其在早期化學肥料尚未普及以前，環境中所能取得的有機資材，就是肥田的唯一物料，諸如作物殘體、動物糞尿等都是廣為使用的資材。化學肥料價格便宜以後，因為肥效迅速、體積小、施用方便，因此有機資材的使用被大量取代。一直到最近，由於環保意識抬頭，廢棄物的處理受到重視，再加上化學肥料長期不當施用後，常造成部分養分的累積及微量元素缺乏等土壤劣化的現象，有機資材的使用又再度受到重視，在各種作物栽培上廣為應用。

有機資材大多具有體積澎鬆、富含有機成分的特性，施用到田間可改善土壤物理性、化學性或生物性，進而促進作物的生長。然有機資材種類繁多，成分各異，不同資材養分釋出特性不同，即使商品名稱相同之有機質肥料，其肥效也會隨原料成分而異。因此在施用前有必要對其肥分進一步了解，並充分配合作物的生理需求及土壤環境特性，方可確實掌握其施用技術，達到增加收益、提高品質、減少環境污染的目的。

## 有機資材的特性

有機資材普遍具有體積澎鬆、富含有機成分的特性，肥分則因資材的成分而異。目前本省農民使用在田間的有機資材種類，包括市售有機質肥料、作物殘株、綠肥、糞尿、自製的堆廩肥等。而根據肥料品目及規格表，把有機質肥料類分為植物渣粕肥料、副產植物質肥料、魚廢物加工肥料、動物廢渣肥料、副產動物質肥料、乾燥菌體肥料、氮質海鳥糞肥料、禽畜糞加工肥料、禽畜糞堆肥、垃圾堆肥、雜項堆肥、混合有機質肥料、雜項有機質肥料、雜項有機液肥及等品目，因此施用到田間的有機資材種類之多可見一斑。要確實掌握有機資材的施用技術，有必要對資材的成分、分解特性作詳細的了解。

### 1. 有機資材的成分

由於有機資材的種類繁多，因此成分差異很大。以肥料成分中的氮素含量多寡而言，依序為污泥、油粕類、禽畜糞及禽畜糞堆肥，作物殘株則一般含氮量較低；磷鉀含量則以禽畜糞及禽畜糞堆肥較高，其中尤以家禽糞尿含量最多，而作物殘體含量較低。若以有機資材乾物部分的組成而言，作物殘株含有較高的粗澱粉、纖維素、木質素等碳水化合物，禽畜糞及禽畜糞堆肥則含有較高的灰分（表一）。

表一、常見有機材料之成份

	全碳	全氮	C/N	灰份	粗澱粉	纖維素	木質素	粗蛋白
污泥	44.2	7.0	6.3	14.9	11.6	7.5	13.6	43.6
發酵牛糞	25.8	2.7	9.5	51.4	4.1	5.2	25.1	17.0
完熟堆肥	27.1	2.5	10.9	45.1	6.7	6.8	21.3	15.6
乾燥牛糞	30.9	2.0	15.5	39.8	10.9	15.9	17.3	12.4
中熟堆肥	31.4	2.0	16.1	37.7	7.9	13.4	25.4	12.2
樹皮堆肥	37.6	2.0	189.3	33.2	4.9	12.2	36.7	12.2
未熟堆肥	33.4	1.6	20.9	26.9	11.1	29.6	18.8	10.0
木屑堆肥	42.2	1.9	22.0	16.2	7.8	30.4	30.3	12.0
發酵製紙渣	31.0	1.1	28.5	43.3	4.2	15.7	24.2	6.8
水稻根	41.1	0.9	45.9	15.5	22.8	31.8	17.1	5.6
稻桿碎片	39.1	0.7	59.3					
稻桿粉末	39.1	0.7	60.2	12.8	25.0	37.0	11.2	4.1
稻谷殼	40.1	0.5	74.1	18.6	16.3	41.9	20.6	3.4
小麥桿	42.2	0.3	126	10.9	21.6	48.2	15.5	2.1
製紙渣	40.6	0.3	140	18.1	6.8	55.2	15.3	1.8

鋸木屑	50.4	0.2	242	1.3	10.9	48.2	30.5	1.3
試藥木質素	66.5	0.1	923					

(資料來源：洪，1995)

## 2. 有機資材之分解

有機資材添加到土壤中以後，由於其含有微生物所需的營養，微生物繁殖時會從有機資材中取得養分，其中以碳素及氮素最為重要，除了用來合成微生物體之外，另一方面是供應新陳代謝所需的能量。因此，有機資材的成分會隨著微生物的活動而分解，分解的過程中有機成分漸漸減少、體積變小、氮素及無機養分的百分率增加。影響分解的因子包括資材本身的成分及其他環境因子如：溫度、水分、空氣、無機養分等。

針對不同資材的分解特性，學者已經進行許多研究，大致可分為難分解型與易分解型兩種：難分解型一般是以稻殼、樹皮、木屑、作物殘株等含豐富纖維質的資材堆製腐熟而成之有機質肥料，氮、磷、鉀三要素含量較少；易分解型一般以氮、磷、鉀三要素含量高的禽畜糞、動物性廢棄物、油粕類等資材腐熟而成之有機質肥料，含纖維質較少，其所含養分在土壤中分解釋放較快。糞尿類肥料中又以新鮮糞尿比堆肥化過的易於分解，家畜糞中則以雞糞的分解最快，其次依序為豬糞、肉牛糞、綿羊糞、乳牛糞。至於作物殘株的分解方面，一般豆科作物的分解比非豆科作物快，分解速率依序為三葉草 > 花生 > 大豆 > 燕麥 > 高粱 > 小麥 > 玉米。

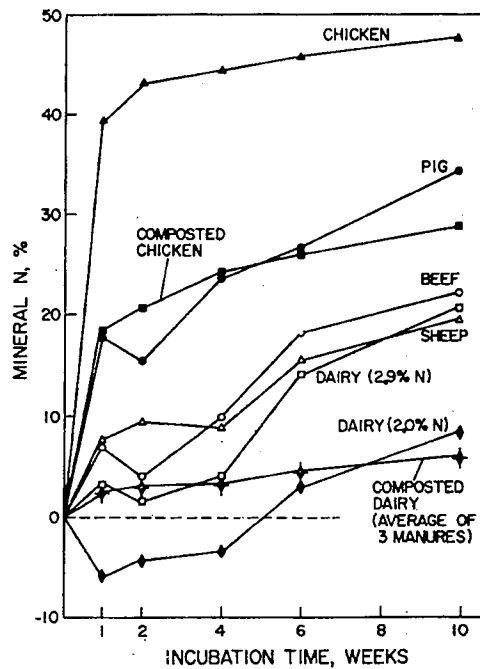
## 3. 有機資材的氮素礦化特性

有機資材中氮素絕大多數為有機態，必須先經過微生物分解後釋出無機態氮素，才能供作物吸收利用，這種氮素由有機態轉為無機態的過程即稱為礦化作用。由於有機資材的肥效主要決定於氮素的供應量，因此，其氮素礦化特性與資材的施用技術有密切的關聯。

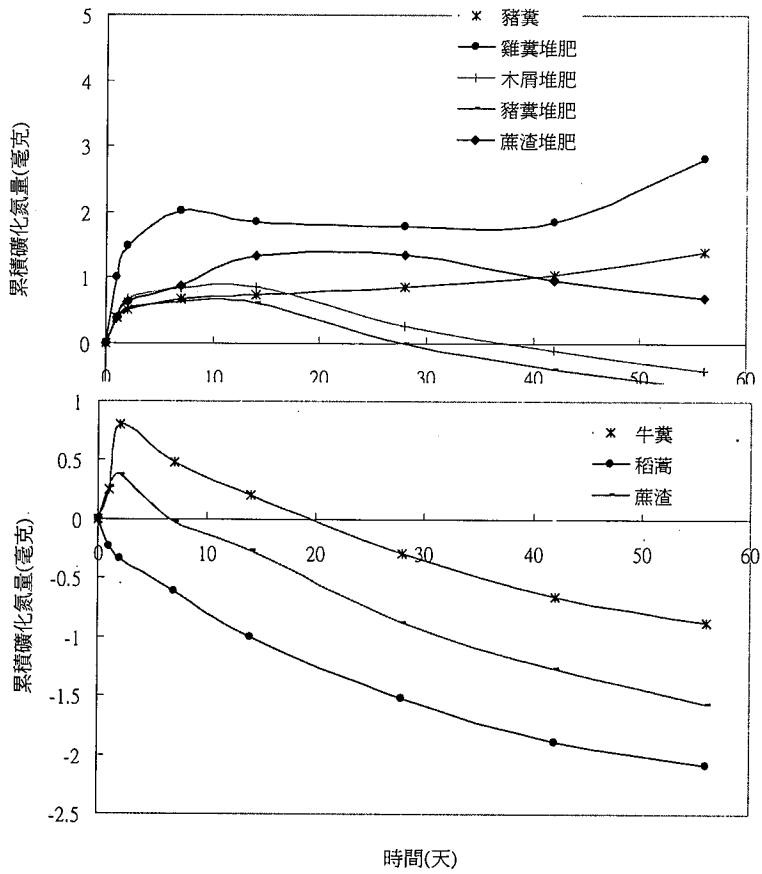
根據以往對有機資材氮素礦化特性的研究資料顯示，大部分的糞尿類及堆肥資材，會在施用初期不斷有無機氮素釋

出，大約 1 到 2 週後達到高峰後，維持一段時間（長短因資材而異）無機氮素增加極少或甚至降低，之後會有第二波的氮素釋出，尤其以豬糞及雞糞兩種資材其氮素釋出可持續達 6 個月以上。另外，含纖維質高的有機資材如：稻草、木屑、蔗渣等，則自施用後皆呈現無機氮素減少的現象，表示這類資材不但不能供應作物氮素，還會用掉土壤中的氮。至於含氮量高的有機資材如：豆粕，施用初期會有一段微生物分解的遲滯效應，無機氮素釋出極少，這段時間大約維持 2、3 天，之後氮素就會大量放出，一直持續到 2 週後釋出量才漸漸減少，總計兩週氮素釋出量幾乎占 36 週釋出量的三分之二。

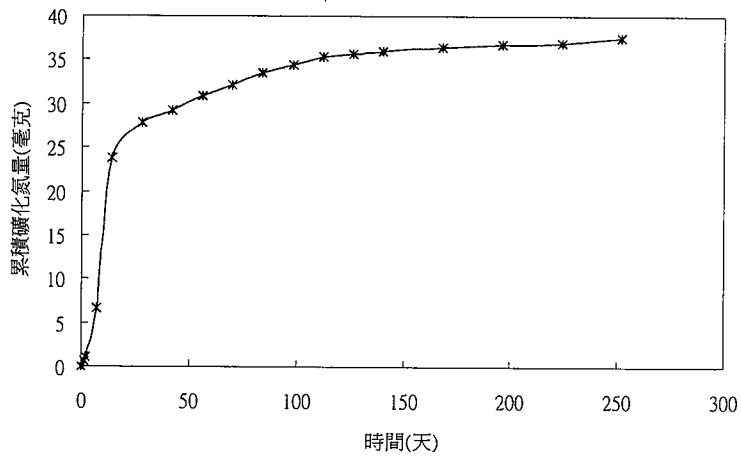
若對資材的成分加以分析，可發現氮素礦化特性與資材本身的碳氮比有相當大的關聯。由於微生物需要從資材中獲取碳及氮源以合成體質，且其體質本身的碳及氮有一定比例，因此資材的氮素含量及碳氮比，常左右資材分解過程可否有多餘的氮素釋出，一般碳氮比越低者氮素越易礦化，當有機資材的碳氮比在 15 至 20 以下時，經微生物分解後，能有多餘的無機氮素釋出供作物吸收。



圖一、SanEmigdio 土壤添加不同資材後氮素礦化曲線  
 (資料來源：Castellanos and Pratt, 1981)



圖二、有機資材孵育 8 週之氮素礦化特性曲線



圖三、豆粕之氮素礦化特性曲線

## 有機資材的功用

### (1)改善土壤物理性

由於有機資材質地酥鬆、表面積大、顏色深等特性，因此可增加及穩定土壤團粒，改善土壤構造，增進土壤通氣性及保水力，有助於根之穿透，使植物生長良好，且減少土壤沖蝕。同時也可促進土壤吸收熱能，增加土壤溫度。

### (2)改善土壤化學性

有機資材中含有植物所需養分，如氮、磷、鉀、鈣、鎂等，分解後可供植物吸收，且分解所產生的有機酸等，可溶解及吸附被土壤礦物固定的無機營養元素，增加其有效性、提高土壤的保肥能力。另外有機資材中也含有植物生長的活性物質，如維他命及荷爾蒙等，可促進植物生長。

### (3)改變土壤微生物相

有機資材富含微生物生長所需的養分，因此可使土壤微生物相多樣化，微生物活性增加，減少病原菌生長。

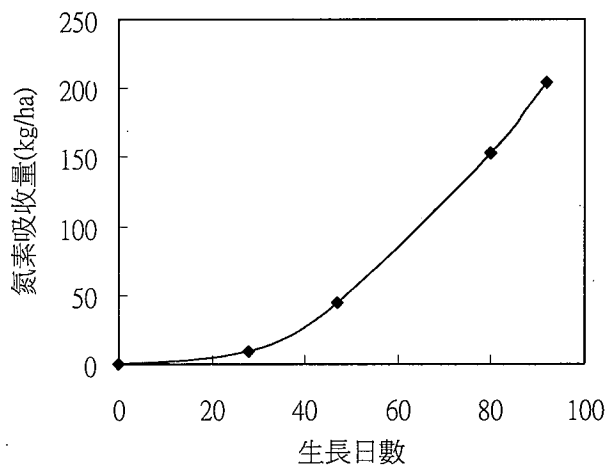
## 作物的養分需求

不同作物之生長期及養分吸收特性不同，不同時期之氮素礦化量對不同作物的影響各異，大部分作物在生長初期都需要氮素的供應，但由於植株矮小，需要量並不大，對於中長期作物而言，其氮素吸收高峰期則多在發芽後一個月至兩個月之間。

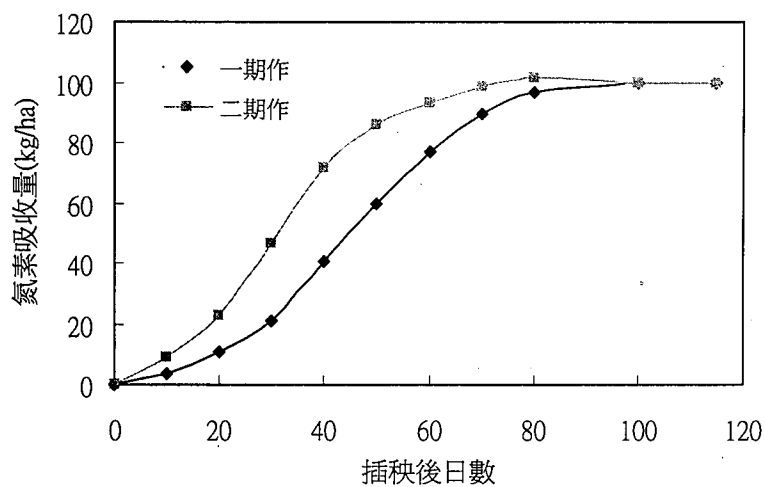
以個別作物來看，大部分蔬菜作物由於生長期較短，具有在短時間內吸收大量養分及水分的生理特性。尤其葉菜類蔬菜之生育期更短，除了初期生長較緩，養分吸收較少外，隨後即快速的生長及吸收養分至收穫為止。根菜類蔬菜由於生長中後期根部肥大時，原地上部植株所含之營養要素可再

轉移至收穫部位，因此除了生育初、中期對三要素肥料的需求外，生育中、後期更需有充分之磷、鉀吸收促進根部肥大，葉菜類蔬菜之結球菜類亦是類似情形。果菜類蔬菜由於開花後有一段時間是營養生長及生殖生長同時進行，因此除了生育初期對三要素的需求，生長中、後期的養分供給亦相當重要，尤其是與開花結果有密切相關之磷、鉀肥之施用。豆類蔬菜如接種根瘤菌時，因有固氮之功能，故氮素肥料量可減少，以利發揮固氮的功能。

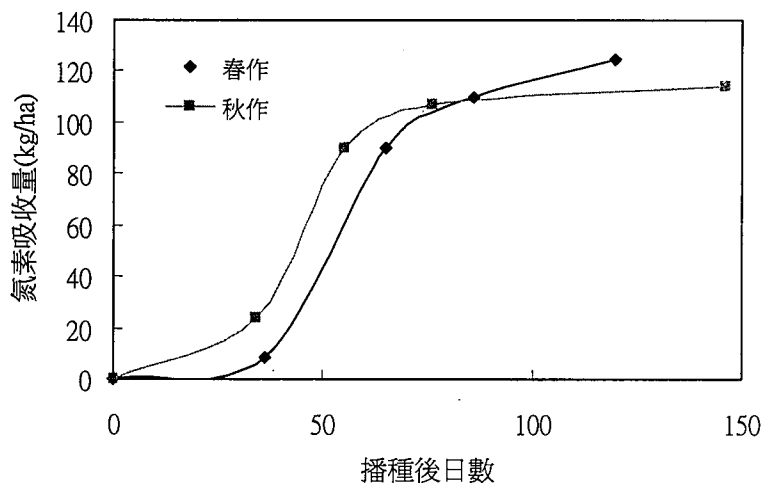
穀類作物則初期植株小，養分吸收少，到了生育中期，營養生長旺盛，養分吸收量大幅增加，至於生育後期之生殖生長期，養分大量由葉轉移至子實，由土壤中吸收的養分又降低。以本省的水稻而言，氮肥吸收高峰期一期作約在插秧後 30 至 60 天，二期作則在 20 至 50 天。玉米之氮素吸收高峰期則在膝高期至雄穗抽出期之間，以台農 351 而言，約為播種後 30 至 60 天之間。



圖四、甘藍之氮素吸收特性（資料來源：連，1974）



圖五、水稻之氮素吸收特性(資料來源:王,1975)



圖六、玉米(台農 351)之氮素吸收特性(資料來源:王,1993)



## 有機資材施用技術

### 1. 資材的選擇

施用有機資材的目的各不相同，有爲了增進土壤肥力，也有爲了改善土壤物理性、生物性等，因此，要先對不同有機資材的成分及分解礦化特性加以了解，再配合田間實際需求加以選擇。一般若爲了增加土壤肥力，則應選用含肥料成分高者，如：乾燥禽畜糞、禽畜糞堆肥、綠肥、油粕等易分解的資材；若是爲了改善土壤通氣、排水等物理性，則應選用含肥分少、疏鬆的資材，如：蔗渣、泥炭、樹皮堆肥等；如果是爲了改善土壤的微生物相，則可視需求選用各種添加微生物菌體的有機資材，諸如添加固氮菌、溶磷菌、菌根菌等有機資材。

### 2. 施用量

有機資材的肥效主要決定於氮素的釋出量。不同資材氮素的釋放特性不同，而且不同作物之生長期及養分吸收特性也不同，因此對於施用量的決定要謹慎，並非所有資材對同一種作物都有同樣的肥效，而同一種資材對不同作物肥效也不會相同。

一般豬糞堆肥肥效的估算，是以所含總氮素的二分之一爲可釋出氮量，牛糞堆肥氮素釋出較少，故可以總氮的三分之一來估算。泥炭等資材由於含氮量低，一般多用來改善土壤物理性，可不必考慮其肥分，但施用量大時，也要把化學氮肥酌量減少。

另外，有機資材一般作爲基肥一次施用，且部分有機資材在製成的過程會添加或產生相當量的無機氮素，因此除了考慮其總氮量外，對於無機氮素的量也必須留意，以免一次太多無機氮素造成對種子及幼小植株的傷害。

### 3. 施用方法

(1) 基肥：基肥通常都於種植前施下，水稻及葉菜類採全面撒施後耕犁；瓜果類或根菜及結球菜類可以按一定距離條施，

以耕耘機或培土機作畦後種植，或於作畦後在畦中央開溝施下有機肥，覆土後種植於畦兩邊；大型瓜果類蔬菜穴施混土之效果佳；果樹則可採全園撒施或環施。

- (2)追肥:短期性作物施用化學肥料時，多數使用基肥即足夠其全期生長之需要，但一些長期性作物或者栽培有機蔬菜，亦有施用有機質肥料為追肥。追肥使用量視作物種類和生長時期而不同，短期葉菜採取撒施在地面距離基部約 10cm 左右；條狀種植的作物如瓜果類或根菜及結球菜類、糧食作物的玉米、高粱等，則條施於植株基部附近；果樹則可採全園撒施或環施。如果使用含氮較高之油粕類有機資材或油粕液肥則可獲得較快效果。

#### 4.施用注意事項

- (1)作物的每一生長時期對養分之需求量不同，故理想的施肥方法要能配合作物的生長時期，適時適量的施用肥料。有機質肥料施於土壤中需經過分解過程始可釋出作物所需養分，即使是充分腐熟的堆肥，也不能克服適時適量供應作物足量的養分之困難。故有機質肥料的施用若能配合適量化學肥料，更符合經濟效益。
- (2)未經腐熟的有機資材施用之後，必須經過分解才能釋出有效養分，且在分解過程會釋出對作物根系有害物質（如有機酸），因此有必要提前施用，使經過部分分解後再種作物，以免造成對作物的傷害或是初期養分不足的現象。例如豆粕、綠肥等資材，必須於作物種植兩週前即施用。
- (3)有機質肥料不能與石灰資材混合一起施用，以免所含之氮素在鹼性環境中，以氨氣型態揮散。其次，排水不良的土壤應避免一次施用多量有機質肥料，造成土壤在嫌氣狀態下，引起作物根部的傷害。
- (4)有機資材必須經過分解才能釋出養分，假如每年添加到土壤中資材的量超過被分解的量，久而久之會造成有機質及養分的蓄積，影響耕地及地下水的品質，因此施用時不能只考慮單作的需要量，應該把前作的殘留量也一併計算。

其次，有機資材的施用量一般均以氮素含量來推估，但許多資材中含有相當量的磷鉀（如禽畜糞堆肥），磷鉀移動性不如氮素大，長期施用也會造成養分失衡，所以使用此類資材時，有必要搭配適當化學氮肥或高氮素有機資材一起使用。

- (5)市售有機質肥料由於部分原料來源含有重金屬，如禽畜糞中通常含有來自飼料添加物中的銅、鋅。重金屬在土壤中的移動性很低，長期施用會造成重金屬的累積。因此在資材的選用上最好能以不同原料者互相搭配（如作物殘體、禽畜糞、豆科綠肥），以減低對環境的衝擊。

