有機質肥料種類與利用

林木連

行政院農業委員會農業試驗所

有機質肥料爲人類寶貴的資源，雖然有機質肥料大部份是來自農畜產廢棄物，但這些仍含有作物可資利用之必需養分，利用科學及省工之製造方法，一方面使得資源可以好好被再使用，一方面也可使這些廢棄物不因處理不當而污染大自然的生態環境。

有機質肥料之製造生產顯然對能源之依賴不像化學肥料那樣高，基於來自礦石的磷、鉀肥生產有耗竭的一天，要使農業能永續地經營下去，自然界養分的循環利用，在日後有機質肥料應當是佔有相當要之地位。

一、有機質肥料之定義

凡肥料成分以有機質型態爲主者均稱之。一般動植物體或殘體、新陳代謝產物、有機廢棄物，經過適當的堆積、發酵或其他處理後可施用於農田當做肥料者，都可稱作有機質肥料。

在我國之肥料管理法規中，把有機質肥料定義爲須含有 60% 有機質之肥料才能稱作有機質肥料，其著眼點主在於透過含高有機質之肥料施用以改善農田之地力。而能被稱爲有機複合肥料的是指內所含有機質在 30% 以上者。

二、有機質肥料之種類

基於農工業副產業或廢棄物充分利用之原則，有機質肥料種類實在繁多，但我們仍可將它依來源之不同做一簡單之分類，即可把有機質肥料分爲：1.植物性有機質肥料。2.動物性有機質肥料。3.有機廢棄物由來肥料。4.有機質土壤改良資材。5.堆肥。若依取得之方式則可分爲自給有機質肥料及市售有機質肥料。

（一）植物性有機質肥料

植物性有機質肥料之種類有油粕類、樹皮、稻稈、蔗渣、鋸木屑、穀殼、花生殼、米糠、果蔬處理殘餘物等。

1.油粕類

油粕是指富含油分之種子經榨油或溶劑提油後剩餘之殘渣，亦稱油餅。

油粕可做爲家禽畜及魚類之飼料，一部分可做爲有機質肥料施用於農地。台灣因爲沙拉油及其他種食用油工業發達，所生產之油粕如大豆粕、花生粕數量相當多，其他種粕類如菜籽粕、棉籽粕、蓖麻粕、胡麻粕、椰子粕則自印度或泰國進口以供肥料用。

台灣地區之油粕類主要使用在高經濟價值之溫帶果樹如高接梨、茶樹及高冷蔬菜。

主要油粕類有：

（１）大豆粕

大豆粕爲有機溶劑提油後之殘餘物，所含之氮素大部份爲蛋白質型態。它在土壤中分解成銨態之氮素爲所有植物性油粕中，最爲迅速者。磷素則大部份爲有機態，肥效遲緩。鉀素大部份爲水溶性，含量約 2% 左右，次於鉀含量很高的椰子粕。大豆粕之 C/N 比（碳氮比）約在 4.7 左右，屬低碳氮比有機質肥料，在土壤中分解迅速。

大豆粕爲屬單價高之有機質肥料，它的高氮素含量在多量施用下，幾乎可與化學肥料之肥效相比，然亦可供給其他微量元素，但磷、鉀素之含量則顯然不足，仍須由化學肥料加以補充。大豆粕在夏季施用後分解迅速，可做追肥使用。

豆粕切忌與尿素共同施用，以免尿素急速分解而使氨氣揮散掉。與其他豆粕類一樣，大豆粕切忌長期儲放，尤其在氣候潮濕的情況下，易引起微生物發酵，增加以後施用之麻煩，同時肥分亦會損失。與其他粕類一樣，老鼠很喜歡咬吃肥料袋中之大豆粕，應注意妥善貯藏。

（2）花生粕：

不含殼之花生粕其氮素含量幾乎與大豆粕相當。含殼之花生粕肥分稍差，但卻含較多之纖維性有機質，對土壤物理性改良較有助益。與其他粕類一樣，油分殘餘量之多寡會影響在土壤中分解之速率。

（3）蓖麻粕：

蓖麻粕除含氮量高外，磷素之含量亦高。其成分與菜種粕、棉籽粕約相當。

C/N比約在4.5左右。蓖麻粕在土壤中之分解速率較大豆粕遲緩，但無機態氮素之硝化作用較大豆粕爲快。蓖麻粕仍不能單獨當完全肥料使用，仍須補充不足之磷、鉀素。施用蓖麻粕對土壤大型，團粒之形成，透水性之改善有其正面之效果。

（4）棉籽粕：

棉籽粕之特性是含有高量的磷素，雖然遠比米糠粕的磷（P_2O_5）含量5.82%爲低。棉籽粕之C/N比在4.5左右。棉籽粕因含纖維質果皮，故施用棉籽粕可比其他豆粕類獲得維持較長久之有機質。

（5）胡麻粕：

胡麻粕乃一非常高價之油粕類，其磷素含量稍低。由於胡麻粕乃用壓榨法提油，故其殘存之油分較其他油粕以溶劑提油者爲多，故在土壤中之分解速度稍爲遲緩。

（6）米糠粕：

米糠粕乃由蒸熱榨油脫脂而成。米糠粕一般一部份充做飼料用，一部當做肥料用。米糠粕之特點爲氮素含量只爲一般油脂之1/2至1/3，然磷素含量卻相當高（5.82%）。C/N比則高達15左右。米糠粕在土壤中之分解速率要比未經榨油之米糠來得快，因米糠含有15-20%左右之油脂。

其他種類之粕類尙椰子粕、亞麻仁粕、桐子粕，所含之肥料成分多少不同，但性質卻很相近。各種粕類肥料成分對照表如表1，可供做爲估計施用粕類時總氮量之參考。

表一、各種粕類參考成分對照表（%）

種　　類	氮N	磷酐P_2O_5	氧化鉀K_2O
棉籽粕	5.38	2.61	1.90
蓖麻粕	5.50	2.83	1.20
椰子粕	4.28	1.24	2.67
亞麻仁粕	5.09	2.06	1.33
花生粕	6.55	1.33	1.00
花生殼粕	5.07	0.98	1.50
大豆粕	6.50	1.37	2.14
桐籽粕	2.94	1.04	0.77
胡麻粕	5.07	0.98	1.50

粕類肥料之共同特色是單價高、低碳氮比，一般在土壤中分解迅速，肥料爲有機質肥料中屬較快者。粕類質輕，且因爲是提油後之產物大部份具有美好之芳香味，一般種質高經濟價值作物的農民甚爲喜歡使用，尤其是高級茶業產區。油粕類在土壤中的分解須靠微生物的參與，所以寒冷季節粕類分解就緩慢，宜當基肥使用。油粕類比較被認爲是屬養分型之有機質肥料。

近來製成條狀或粒狀且添加化學肥料之粕類複合肥料已有甚多品牌生產，此等商品具有機質肥料與化學肥料同時施用節省施肥勞力之優點。

2.其他農產品加工副產物及稿稈

製糖副產品如蔗渣、糖蜜、濾泥，含有高量之有機質。粕類如釀酒粕、醬油粕、酢粕、豆腐粕、煙草粕含有肥料成分及高低不一的有機質，經適當之處理堆肥化後都可當肥料使用。

據估計台灣年產稻穀約 50 萬噸，玉米穗軸 20 萬噸，稻草 260 萬噸，甘蔗葉 210 萬噸，這些都是優良的堆肥材料。谷殼除被大量用做爲田園之覆蓋材料外，也被添加入家禽畜排泄物中，以促進糞便之醱酵及提升家禽、家畜糞堆肥之有機質含量。

食用或榨油用之花生，其所遺留花生殼則廣泛被用做茶樹行間之覆蓋材料，用以防止雜草之生長及保持土壤之水分，且有防止土壤沖蝕之效果。此類覆蓋材料腐爛後則爲土壤有機質之廣大來源。

本省盛產之稻草一年估計約有 260 萬噸，惜部份農民均採燃燒之方式處理，不僅會污染環境，增加空氣中 CO_2 及 N_2O 之含量，造成溫室氣體效應，稻草稈中之氮、磷、硫成分也會因燃燒而損失掉，內所含之有機質也完全泡湯。

3.樹皮堆肥

台灣地區木材工業發達，每年約消耗六百萬立方公尺以上之原木，使得所產生之樹皮、鋸木屑廢料數量相當龐大，此等樹皮廢料之來源尙包括化學纖維工業及紙漿工業等，是爲豐富製造樹皮堆肥之來源。

（1）樹皮堆肥之特性

樹皮堆肥具有高含量的有機質，其含量約在 70-80% 之間，且有機質中所含之木質素相當多是其特性。木質素在土壤中分解緩慢，且是土壤中轉化爲腐植質之來源。樹皮堆肥是高度安定之有機質肥料。

樹皮堆肥陽離子交換能量高約 70m.e/100g 左右，具良好之保肥能力。樹皮堆

肥之保水能力也相當良好。

樹皮堆肥之氮磷鉀素含量稍低，以一廠牌之成分爲例分別在 1.2% （N），1.1 % （P_2O_5）及 0.5% （K_2O）左右。醱酵時混有雞糞、米糠之樹皮堆肥則 N、P 之含量較高。

樹皮堆肥爲良好之土壤改良劑，使用時開溝深施配合化學肥料施用，效果良好。

（2）製造方法

目前台灣樹皮堆肥有數家廠商在販售，然便宜之樹皮堆肥有賴自家生產，以降低使用成本。樹皮堆肥製造方法簡述如下：

①向鋸木廠或其他來源收集樹皮，載回後應用機械及人工操作打碎。

②將樹皮材料以 20-30 公分厚平鋪地上，以 5-10% 之容積量，添加土壤、雞糞、米糠等材質，以供給微生物源及其活動之養分。人工之操作量一次用量以 200-300 公升爲宜。

③澆水並將原料攪拌均勻，適度之堆積材料含水率爲 55-60% 之間。水分含量 65 % 以上，通氣不良，微生物活動緩慢。

④將混好之原料堆積，高度以 1.5 公尺爲宜，寬、長各 2 公尺，即最小堆積單位爲六立方公尺，因爲有適當之容積才能提高醱酵之溫度，且保溫較良好。

⑤堆積方式之選擇應配合個人勞力、可利用空間及機械而定，一般以室內堆積，免受雨水干擾，效果較爲良好。簡易之堆肥設施。亦可用空心磚組合成堆肥槽。

⑥利用長型溫度計追蹤樹皮堆肥之發熱狀況做爲翻堆作業之參考。堆肥化良好之堆肥應續保持醱酵溫度 65-70℃二十幾天左右。大約一個月後就實施翻堆工作。

⑦翻堆時應再澆水，調整水分含量，翻堆再堆積後之溫度若能在第 25 天保持 62-65 ℃表示堆肥之製造已成功。

⑧將堆肥儲藏 2-4 個月以利後熟。後熟期間應注意加水及攪拌以免過分乾燥。後熟期間若能施行翻堆 1-2 次則更能促進堆肥之腐熟。

（3）樹皮堆肥之利用

在國內外，尤其歐美、日本，樹皮堆肥之利用範圍愈來愈廣，如應用在林業有苗圃之基肥、苗木覆蓋；農作物、蔬菜之基肥及覆蓋；其他如綠化樹木、果園、花卉等園藝用。樹皮堆肥之用量：苗圃約每公頃 30-40 噸；綠化樹木：樹木高 1 公尺以下 3-5 公斤，樹高 2-3 公尺者爲 10-15 公斤，樹高 4-6 公尺者爲 20-40 公

斤；一般花卉園藝使用每公頃 10-30 噸；一般果樹園每公頃 10-20 噸；當覆蓋材料，苗圃以淺覆蓋 2-3 公分，農作物及果樹則爲 5-10 公分左右。

綠肥之種類與利用

凡種植植物或自然生長之植物，在其生育期間將其耕入土壤中，以增進土壤養分以供作物利用或改良土壤的理化、生物性質都可以稱作綠肥作物，或簡稱綠肥。

人類栽培綠肥作物已經有很久遠的歷史，我國古代的除草肥田及養草肥田可以說是綠肥利用的雛形，到公元三百年左右的西晉時代就已經知道綠肥的栽培利用，根據史書的記錄，那個時候種植的綠肥是西元 129 年由張騫自西域引入之苜蓿。

台灣在日據時代已積極引入綠肥作物，較重要的有由印度引入田菁、苦勞豆、羽扇豆等。台灣光復以後的農復會及有關農業試驗機關所亦相繼引入。

綠肥作物是人類重要之資源，好好利用綠肥是提高土壤生產力及維持土壤永續生產所必需。由社會經濟之層面來考慮，利用綠肥才能減少化學肥料之施用，部份替代高價有機肥料之投入。

（１）綠肥的益處：

①綠肥可增加土壤之氮素養分

豆科綠肥作物可固定空氣中游離的氮素，增加土壤的氮素養分。綠肥作物具有養分循環的功能，深根性綠肥作物可將深層土壤之養分攝取，而在植體本身變成有機質分解後在表土層釋放出來，即可增加表土層之養分量。

②綠肥可改良土壤之性質

綠肥可增加土壤有機質含量進而增加土壤之腐植質，促進團粒構造，增加土壤之保水力，增加土壤之陽離子交換能力，提高土壤的溫度。

③綠肥可提高土壤之微生物活性

綠肥之有機質是微生物分解之食料，可以促進有益微生物之繁植及活動，除了促進養之釋放，亦對土壤礦物養分之有效性有所俾益。

④綠肥作物本身及其所含之有機質具有減低土壤沖蝕之功用。

綠肥作物本身可阻礙部份雨水之直接打擊土壤造成沖蝕。其根系及植株本身之有機質具有膠結土壤之功能，使減輕土壤之沖蝕。

⑤綠肥種植一般在休閒地，故可暫時性藉由綠肥作物吸收土壤養分以保存在植體

中，以避免被流失掉，亦可暫時控制病蟲及雜草之危害，且可減輕連作之障礙。

⑥綠肥作物種植現金成本一般而言投入少。

⑦有些綠肥可使農家有額外收入，如大豆、花生爲固氮綠肥，但亦可收穫種子售賣。廣泛種於澳洲之白魯冰，種子則爲飼料用，植株及根部則可促進後作麥田之肥力。

（2）綠肥的缺點

①種植綠肥會有：時間、勞力、土地及灌溉之壓力，這些成本可能會抵消掉所節省之化學肥料成本。

②少數綠肥種子可能昂貴稀少或不易獲得種子。

③綠肥翻埋可能成本偏高及困難。

④綠肥作物可能給主作物帶來病蟲危害。間作物綠肥有時會與主作物產生水分及養分競爭。

⑤綠肥能提供作物之養分量及時效難以預測。

（3）理想的綠肥特徵

一種優良的綠肥作物最好能具有下列特徵：

①多用途，如可收穫種子又可當做綠肥用，花部既可觀賞又可當蜜源。

②生長快速，生長期短，養分累積量高。

③耐蔭性強，不怕淹水，耐旱，耐酸性土，耐冷及耐熱，對環境之適應性強，栽培容易。

④對水之利用效率高。

⑤爲始氮量之需求低，生育早期就具有固氮能力，且全生育其之氮素累積率高。

⑥可定期釋放出養分，地下部儲氮量高者爲優。

⑦對光週期不敏感，抗病蟲危害。

⑧種子生產量高，且發芽率良好。

⑨翻埋容易。

⑩對根瘤菌具交叉接種能力，且接種效果良好。

（4）綠肥的種類

綠肥種類繁多，依不同的區分法敘述如下：

①依來源區分可分栽培綠肥和野生綠肥，前者如田菁，後者如馬唐。

②依栽培之生長季節來分可分冬季綠肥、夏季綠肥、春季綠肥、秋季綠肥及多年生

綠肥。

台灣四季不太分明，以分冬季綠肥及夏季綠肥較爲簡便。屬於冬季之綠肥如羽扇豆、苕子、紫雲英、豌豆、埃及及三葉草、義大利黑麥草、油菜等；屬於夏季之綠肥如田菁、青皮豆、綠豆、豇豆、落花生、太陽麻。

多年生綠肥是指栽種利用年限在一年以上之綠肥，是屬於長期性之綠肥，一般是指種在荒地、坡地、農田空地上。屬於多年生之綠肥作物如紫花苜蓿、賽葛豆、胡枝子、 蝶豆、多年生黑麥草。多年生樹種可兼作綠肥之速生樹種如銀合歡在非州及中南美洲有用植巷作物（alley cropping），當做綠肥之實例栽培。

習慣上都把綠肥分爲豆科及非豆科綠肥二類。屬於豆科之綠肥有田菁、青刈大豆、紫雲英苕子、太陽麻、花生、虎爪豆、蠶豆、豌豆、羽扇豆、富貴豆、綠豆、烏豆、埃及三葉草、珠兒豆、米豆。

屬於非豆科類之綠肥有蕎麥、油菜、大菜、黑麥草、滿江紅等。

豆科綠肥作物：

綠肥作物大部份是屬於豆科，因爲

－豆科綠肥作物與根瘤菌共生，能固定空氣中之氮素供自己生長所需，於田間栽培不必
供給額外之氮肥。

－豆科植物生長迅速，栽培容易，能短期獲得高生草收量，且植體含氮量較非豆科植物
高。

－豆科植物莖葉多柔軟，拌入土壤中分解容易。

－大部份豆科植物因葉片較大，地表覆蓋性良好。

－部份豆科作物屬深根性，能利用土壤深層養分，有利養分循環應用。

豆科綠肥作物爲人類珍貴之資源，其種類相當繁多。根據報告，大陸之豆科綠肥種源約有 532 種。現代生物科技雖能使基因相互移轉或再重組，但基因質之喪失卻難再恢復，豆科綠肥種源是地球自然資源的一部份，它們是一種能源植物，人類必須好好加以保育利用。

非豆科綠肥作物：

此類作物並無固定氮素能力，種植時須視作物之生育情形酌施化學肥料。因植體含氮量 低，故栽培本類作物主在增進土壤之有機質。非豆科綠肥作物一般在下列

環境條件下栽培：

－貧瘠土壤，缺少有機質，且各種豆科植物生長不良，或生草收量不高。

－土壤有機質分解旺盛如熱帶地區高溫多雨有機質消耗快速，故需補充多量之有機質，若無適當之豆科綠肥作物供栽培可採用非豆科綠肥作物。

－部份非豆科綠肥作物，尤其十字花科綠肥花期長，爲良好之農業景觀及蜜源植物，如雲林地區之養蜂收集花粉產業須要而於冬季廣植油菜。

－氣候、土壤均不宜豆科綠肥，或因後作農時緊迫，若種植豆科綠肥未能有良好綠肥收量。

非豆科綠肥植物主要有裸菜、燕麥、玉米、黑麥草等，屬禾本科；油菜、芥菜、大菜則屬十字花科，蕎麥則屬蓼科。

於大陸江南及越南水稻田常用之滿江紅水生蕨類植物則爲非豆科固氮綠肥作物，則屬槐葉萍科，經由藍綠藻之共生固氮可供水稻田部份氮素。

一般而言，非豆科綠肥作物均具綠肥作物的良好條件即生長期短或適應短日照，同時生長強盛可善用土壤之養分，栽培管理容易，產量高，無重大病蟲害問題。

（5）綠肥作物栽培方式

綠肥之栽培方式依農地經營、栽培期及主作物種類之不同可分三種方式即：

①主作法

綠肥本身是一種主作物，都利用在休閒地種植，一般採取之綠肥種類以生育期長，且生長收量多者，如此才能供給作物多量之養分及有機質。一般能利用休閒地種植綠肥之農地爲大農場、或政策性之轉作綠肥、或土地特別貧瘠之農地須補充有機質及養分時才採用。台糖公司之自營農場常用蔗田休閒地種植太陽麻以增加蔗田之地力。

②間作法

於主作物行間或主作物尚未成長時周圍種植綠肥作物，如於梨樹周圍種植三葉草，或多年生黑麥草。本省北部之茶園於民國四十幾年間曾有八千多公頃間作黃花羽扇豆之推廣面積。

③裡作法

在作物收穫後即整地或不整地種植綠肥，等綠肥作物成長，在次一作種植前將綠肥耕犁埋入土中當做肥料。農業試驗所過去試驗成功之例子：於台南白河、

新營、學甲三地，於一期水稻或春作玉米（或春用高粱）收穫後，採夏作種植田菁，於九月間應用「圓盤切割式不整地施肥播種機」，實施秋作玉米不整地栽培，發現比整地栽培玉米有較好之產量。田菁及大豆（或毛豆）常是本省農田輪作系統常用之綠肥作物。

（6）本省主要綠肥作物栽培法

綠肥的栽培是屬於有機質肥料之應用，綠肥可以說是土壤保養的補劑，在農政單位大力推廣種植綠肥及鼓勵休耕農田轉作綠肥作物政策下，綠肥的種植又漸漸受農民重視。

本省田菁的種植以中南部爲多，苕子則以彰化種植較多，油菜則以雲林爲主，大菜則分佈在台東，休閒蔗田則偶見有太陽麻之蹤跡，埃及三葉草及紫雲英則以北部分佈較多。本省新社鄉之種苗改良繁殖場則爲供應本省綠肥種子及豆科牧草之大本營。一般綠肥之推廣，農會或鄉鎮公所亦扮演重要的角色。

一些重要綠肥之栽培簡要敘述如下：

①田菁

適用於本省中、南部及東部種植，播種適期爲 3~7 月間有雨滋潤之季節，播種量每公頃 30 公斤，通常於第一期水稻收穫前二週撒播。

田菁掩施最佳時機爲株高 1 公尺以上較適宜，因此時葉柔軟，肥效高，若埋入土中分解速度較快，故以早期耕犛爲佳。

②油菜

播種適應期以 10 月中旬至 11 月上旬爲佳，若春作休耕可於 2~4 月間播種。油菜之播種量每公頃約 7~8 公斤，行撒播。油菜播後可視它的發育情形施用化學肥料。

油菜適當之掩埋時機爲第一期水稻插秧前 3 星期整地時犁入田間與土壤充分混合，並應保持適量之土壤水分。春作宜在油菜半數開花掩施。

③大菜

屬十字花科，形狀與蘿蔔相似。適於稍冷之季節種植，於第二期水稻收割後作 2~3 公尺寬畦，施行點播，株距約 50 公分，播種量約每公頃 10~20 公斤，掩施時期與方法與油菜頗爲類似。

④太陽麻

太陽麻喜溫暖、日照充足之環境，惟不耐浸水，適合旱地栽培，爲台糖公司

蔗田常用綠肥。可春植亦可秋植，於作物收穫後耕犁整地、土壤稍爲濕潤即可翻埋犁入土中。

⑤大豆類（大豆、青皮豆、烏豆）

青皮豆及烏豆均屬大豆類，在本省一年可栽種三次即春作、夏作及秋作。大豆類又依採收時期不同可分爲毛豆及成熟大豆二類。毛豆之栽培在屏東地區最多。

大豆類綠肥作物之栽培一般以高屏地區爲多，大部份利用第二期水稻收割前二週不整地直接播種於田間。每公頃播種量爲大豆 40 公斤，青皮豆 30 公斤，烏豆 60 公斤。大豆類作綠肥時，可看生育初期生長情形酌施氮肥以促進生長。田間若乾旱，應進行灌溉。

大豆類綠肥約在播後 70－80 天可達最高生草收量，即可犁入土中，一般配合插秧，大部份於水稻種植前二週作業。

⑥羽扇豆

又稱魯冰，乃取其英文名 lupin 之故。羽扇豆爲古老之綠肥作物。耐寒、耐旱及耐酸性土壤，適合本省北部茶園及中、高海拔茶園種植。初次種植羽扇豆應接種根瘤菌，否則生育欠佳。

一般播種時期爲秋、冬採後九月下旬至十一月上旬，土壤濕潤時開植溝播種，株距約 30 公分，條播後覆土，每公頃播種量爲 15 公斤。

種植黃花羽扇豆須自行留種。若種白花羽扇豆市面上有種子出售，惟白花羽扇豆生草收量稍低。適合種植羽扇豆之茶園爲四~五年生以下之茶樹，利用茶樹行間種植，既可提供茶樹肥分亦可防止雜草生長，約在翌年 2~3 月間即可翻埋入土中。

⑦苕子

苕子爲越年生纏繞性草本豆科植物，莖長約 1－2 公尺，葉爲羽狀複葉，花呈紫紅色。每公頃生長良好苕子莖葉收量可達三萬公斤以上，其含氮成份約爲 0.48%。

⑧紫雲英

紫雲英爲越年生草本豆科植物，莖分枝多、葉互生、羽狀複葉。性喜溫暖，惟具抗寒性，適宜排水良好的壤土或粘質壤土，太乾旱或潮濕之土壤不適合種植。

本省適合種植紫雲英之地區爲中部、北部及東部。播種適期爲 10 月中旬至 11 月中上旬，可行播種，每公頃種子量爲 10 公斤。播種前爲促進發芽率可先將種子先行浸水 10 小時。目前紫雲應販售之種子並未附接種劑，可從去年種植紫雲英而

生長良好之田區取土壤施行接種，比例 1 公斤種子約須混合 20 公斤接種土。如土壤的 pH 在 5.0 以下則需施加石灰調整 pH 值，以促進紫雲英之生長。

紫雲英可在開花盛期時翻埋耕犁入土中以當綠肥使用，耕犁時期約在主作物播種前 2－3 週間。生長良好之紫雲英每公頃之生草收量約 2－3 萬公斤。

⑨埃及三葉草

埃及三葉草爲溫帶一年生豆科草類，原產於小亞細亞，以後傳到埃及廣爲種植，並因其三片小葉故名埃及三葉草。一般綠肥用三葉草以單刈型者爲主。埃及三葉草性喜中性之土壤，而氣候以冷涼之地區種植爲佳。適合種植於本省中、北及東部地區，適當之播種期爲 10 月中旬至 11 月中旬，每公頃播種量約爲 10 斤，以用撒播爲主。播種前先行將種子浸水６－８小時，可確保發芽力良好。浸種後風乾再與根瘤菌接種劑充份拌合供播種用。

酸性土壤地區種植埃及三葉草當綠肥時施加石灰效果良好，生草收量可大幅增加。

⑩豌豆

爲一年生或二年生草本，蔓長者可達二公尺，羽狀複葉。豌豆生性強狀，耐寒力強，適應性良好。

在台灣之播種期以１０－１１月爲佳，太晚則防礙隔年水稻之插秧。種植方法爲二期稻作收穫後，整地播種覆土，若冬季雨量多時應作高畦，以利排水，點播時穴距５０公分，每穴２－３粒，每公頃播種量約８０－１００公斤，在結實初期即可整地翻埋入土中以當綠肥，每公頃生草收量約一萬斤左右，含氮量約４５公斤。

由於化學肥料的價格低廉，耕作勞力的缺乏使得過去綠肥作物在本省農地之利用受到限制。但近年來農田地力之維護又漸漸受到政府政策上之重視，有機質肥料之研究與推廣已被注入新的興奮劑，綠肥作物之種植在本省又漸漸被勾起記憶，能利用綠肥來改良自己農田的人是勤奮、有知慧，瞭解綠肥的好處的農民。

（二）動物質有機肥料

動物質肥料主要包括魚肥、屠宰場廢棄物、海鳥糞、人糞尿、家禽畜排泄物等。

1. 魚肥

（1）魚粕

將雜魚肉及其內臟蒸煮後壓榨油分以除去脂肪及水分，再將其乾燥，如磨成粉者爲魚粉，除了做飼料用外亦有當肥料使用，惟在台灣施用此種肥料之例子極少，茶園因需多量氮肥亦有農民施用。

魚粕或魚粉之特點爲高氮且高磷成分，全氮素 7-10% ，全磷則在 4-9% 之間，鉀素在 1% 左右。

魚粉爲速效性之肥料，因所含氮素幾存於蛋白質或氨基酸之中，故施用初期因產生 NH_3 關係會使土壤 pH 上升而後因硝化作用進行再使土壤 pH 值下降。

魚粉爲低碳氮比之有機肥料，施用後在土壤中分解迅速。魚粉連年施用會使土壤有肥沃化之現象，須變更位置施用，不要每年施用同一地方。魚粉雖含高氮磷成分但因鉀素含量少，不能當完全肥料施用應補充化學鉀肥。

（2）乾魚

乾魚主生產於沿海地區魚獲量多時，利用日光能 2-3 日間晒乾而後磨成粉當飼料或肥料使用。日本有施用於果樹及茶樹之例子，乾魚粉因含脂肪較多故肥效較上述之魚粉慢。

2. 屠宰場廢棄物

雞、豬、鴨、牛、羊等屠宰場之血液、內臟、皮毛、角蹄、骨頭等均可作爲肥料。

（1）肉粉

屠宰場或畜品加工廠之廢肉經煮沸，去除上層浮油，然後用壓榨機再除脂肪及水分，經乾燥磨成粉末，一部份可作肥料使用。

肉粉含氮量平均約 8.2% ，磷素 3-4% 之間，鉀素含量較少。

（2）骨粉

骨粉在商品之名稱肉骨粉、生骨粉、蒸製骨粉、脫膠骨粉四種。

①肉骨粉

材料爲廢肉、內臟及骨骼調製乾燥磨成粉者。肥分特點爲氮素約 6% 左右，比肉粉低，但磷素可達 10% ，屬高磷成分有機質肥料。

②生骨粉

將生骨壓碎或加水煮沸，以除去部份之脂肪，然後在粉碎製成。生骨粉氮素約 3.4% ，磷素 18.7% ，但磷素肥效遲緩，適用多年生作物果、茶樹施用。

③蒸製骨粉

將生骨稍加搗碎在加壓斧以 2 個氣壓左右加壓蒸煮 2-4 小時，以除去脂肪，或用苯
或苯以脫去脂肪，乾燥磨碎而成，爲市售骨粉之大宗。骨粉有機質含量少，對土壤改良效果不佳。主要之肥效爲高含量之緩效性磷約 20% 。
④脫膠骨粉爲製造膠質之副產物，脂肪含量極少。

（3）乾血（血粉）

乾血爲屠宰場之大量廢棄物，一般有加醋酸及硫酸使促進初期凝固，再用加熱使血液最後凝固、乾燥而製成血粉。乾血亦有作爲堆肥之材料，以提高堆肥之含氮量。

乾血含高量之氮素，磷素則在 1% 以下，爲速效性動物質有機質肥料，但價格偏高。

（4）其他動物性肥料

蒸製蹄角粉：含氮量約 10% ，但因型態大部份爲有機性之幾丁質，在土壤中分解緩慢，宜當基肥使用。

蒸製蹄角骨粉：因含骨粉所以含磷量較高，亦屬緩效性有機肥，宜當基肥使用。

蒸製皮革粉：氮約在 6-10% 之間，含磷、鉀量少，氮素之肥效屬遲效性，宜當基肥使用。

3.海鳥糞

多分佈在熱帶大陸沿海之島嶼上。因海鳥以魚類爲食物，故糞尿中之氮、磷含量甚爲豐富。

海鳥糞之出產地如秘魯、智利、澳州等地。海鳥糞所含之氮爲尿酸及尿酸鹽，且多變爲碳酸銨等鹽類。

海鳥糞因海鳥所生長停留之島嶼，氣候型態不同可分氮質鳥糞與磷質鳥糞。氮質鳥糞都分佈於雨量稀少地區，因糞便發效慢，且少雨故銨鹽之損失也較少。在日本氮質鳥糞公定規格之氮素含量不得少於 12% 。台灣亦有商人由國外進口鳥糞販賣，但價格偏高。

磷質鳥糞則分佈於高溫多雨地區，鳥糞中之銨鹽較易流失，磷酸鹽與石灰化合而沉澱積聚。一般磷質鳥糞含 P_2O_2：20-25% ，N：4-6% 之間。

4.人糞尿

本省過去稱爲下肥，其重要性可以說完全消失，因各家庭廁所以改爲沖水馬桶式，人糞尿多經由下水道排出而不用。在都市具有衛生下水道處理廠者則在經由

各種污染處理後，將處理液經由河川或海洋放流。剩下之污泥乾燥後有製成粒狀之污泥供農業、林業利用，但因含一些重金屬並不受歡迎。

人糞尿可以說是功成身退之有機肥料，中國大陸過去二千多年農田土壤肥力之保持可以說是依靠人糞尿。我們也應對人糞尿有所認識。

人糞尿之肥料成分含量因人種、年齡、生活環境、食料而有所差異。其成分如下表：

表二、人糞尿之肥料成分含量

水分	有機物	灰分	N	P_2O_2	K_2O
		%			
9 5	3.4	1.6 0.19	0.45	0.13	

人糞尿因衛生問題之考慮須腐熟後才能使用，一般夏天須二個星期，冬天須四星期左右。腐熟之人糞尿氮、磷、鉀素爲速效性的。因氮素大部份變爲銨態，故應注意防止氨之揮發，如加水稀釋使用，施用後應覆土，土壤乾燥及天氣炎熱時不要施用以免氨氣揮發損失。人糞尿年年施用易使土壤變成酸性，宜利用石灰中和回來。

4.家禽畜排泄物

台灣由於生活水準之提高，豬肉外銷之興盛，使得近幾年之家禽畜糞便總量都達八、九百萬噸之多，數量可謂相當龐大。這些廢棄物的產出使得台灣有五十幾家左右之有機肥料廠，製造家禽糞有機肥料出售，充分利用雞豬牛糞生質能源，使其在回歸農田。

（1）牛糞尿

本省養牛事業發達，以養乳牛者爲多，肉牛甚少。牛糞尿視牛齡、飼料及敷料種類不同，其成分亦有別，但因牛以吃草爲主飼料所以牛糞中有機質含量也較多可達 15% ，牛糞中含水量亦較多，碳氮比約在 16 左右，牛尿中含鉀量就相當高，約 1.3% 左右。

牛糞肥效較差，含有成分中有效率，N 爲 30% ，P 爲 60% ，K 爲 90% 左右，而牛尿則百分之百有肥料效果。牛糞之氮屬遲效性之氮，因此施用時考慮作物之養分

吸收之時效性。最好牛糞堆肥與化學肥料配合施用，以 30% 牛糞堆肥當基肥使用，而 70% 使用化學肥料（以氮素之需要量來估計）。牛尿不經腐熟即可施用，但生牛糞及乾燥牛糞因施後有機質極速分解，須於作物種植前一個月施用，且土壤水分須適當使牛糞在土壤中迅速分解。

在本省具規模之牛糞堆肥廠不多約僅二家，分佈於雲林崙背及苗栗市。一般此種堆肥廠製造之有機肥品質較穩定可直接施用於農田。

（2）豬糞尿

豬糞之含水量比牛糞少，但所含肥料成分卻較多，因此對豬糞是種肥料之感覺性較強。

豬糞之碳氮比大約爲 12，其氮肥之有效率大約是 70% ，磷也是 70% 左右，而鉀約在 90% 左右。豬糞之缺點是臭氣味道強，因此在製造堆肥時其技術必須加以克服，否則常易引起臨近住家環保抗爭問題。

豬糞尿之成分因飼養方法不同如飼料之種類、糞便尿之收集方式而有很大之不同。台灣養豬是一種大產業，據調查約有六萬戶養豬戶，每年約有七百萬頭在養豬，故產生之廢水及糞便處理問題不可忽視。

過去老式之堆肥製造方法因堆積時間長及花費勞力多，佔用面積大，幾乎已不被使用。代之而起的是設計新穎之豬舍如利用稻穀或木屑來作吸收豬糞尿之廄肥墊料、固液分離機、刮糞機配合大型有機肥料廠之豬糞堆肥製造銷售以解決養豬廢棄物問題。

本省畜產試驗所亦開發送風管式之豬糞堆肥製作設施提供新式之堆肥製造方法，以縮短製作堆肥所需之時間，其方法是利用鼓風機供應空氣，以增進微生物分解有機物，使發酵作用提高，縮短發酵之時間。

豬糞堆肥因豬糞原料之肥料成分及添加稻穀之百分比多少而有不同，以豬糞稻穀製作之堆肥爲例，其含水分爲 20% ，有機質 60% ，氮 1.5% ，磷 3.1% ，鉀 1.2% ，是良好之有機質肥料。本省利用豬糞爲主原料製作堆肥之有機肥料廠商約有十幾家之多。

（3）雞糞

雞糞之成分因雞之種類、雞齡、雞之健康情況、雞飼料成分等而有不同。然雞隻因尿少、糞多，且所食爲穀類，故生雞糞所含水分較少爲 60% 左右。雞糞因糞尿同體，所含肥料成分爲家禽畜糞中較多者，碳氮比一般小於 10，爲家禽畜糞

中之速效性有機肥。氮速之形態大部份爲尿酸態，銨態者較少，故將雞糞乾燥氮素之損失也較少。

食用豆餅之雞隻，其雞糞中所含氮素較多。卵雞之雞糞含水量比肉雞爲高，且雞糞中石灰質成分也較多，故製成分之雞糞堆肥 pH 值約在 7-8 之間。下表爲採卵雞糞之成份含量：

表三、雞糞之成分含量（ % ）

種類	水分	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
生糞	73.7	2.24	1.88	1.12	3.99	0.52
乾燥糞	19.0	2.96	5.19	2.43	9.14	1.15

＊伊達昇（1991）

一般市售袋裝之雞糞有機肥料爲配合政府規定有雞質肥料應含有機質含量 60 % 以上之規定都有添加粉碎谷殼、鋸木屑或其他有機質材料之成分，同時也因這些成分之添加較利用於發酵作用之促進。但因有機質材料之添加會降低肥料成分。

未腐熟之雞糞不宜施用到有種植作物之土壤中以免引起再度發酵，傷害到作物之根系。生糞或乾雞糞應施用到土壤後一個月才可播種作物。連年施用雞糞應變更施更施肥位置勿使局部土壤有肥沃化之現象，尤其雞糞的磷素含量高，應注意土壤有效磷素含量之增加。另雞糞爲鹼性有機質肥料，雖施用到酸性土壤有改良土壤，中和土壤酸性之效果，但對性喜酸性作物如茶樹應注意使土壤 pH 勿超過 5.5 以上之範圍。

（三）有機廢棄物肥料

現今是一個講求資源有效循環利用的時代，因此一些有機廢棄物在農業生產上仍有其用途存在，如乾燥菌體肥料爲食品醱酵工業如味素工廠之有機廢棄物，仍含有可資利用之氮、磷、鉀素，是一種有機質肥料，在日本有甚多商業化產品。

污泥肥料爲有機廢棄物之一種，除下水道污泥外尙有食品工廠如豆奶製造廠廢水處理污泥，紙漿廠之紙漿污泥都含有高鈣成分，，可作爲土壤改良劑。

茶渣則爲本省飲料茶工廠盛產之廢棄物，每年已有一萬公噸以上數量，一般

混入畜糞中製成堆肥。

（四）有機質土壤改良資材

一些甲殼及貝殼類，含有高量的鈣及幾丁質，可以磨成粉末施用，有減輕作物土壤病害之效果，如蕃茄的萎黃病，一些作物的根腐病，蔓割病等。此類資材不是在供給作物養分，故被稱爲有機質土壤改良劑。

其他種類之有機質土壤改良資材還有：

1.泥炭類

泥炭爲水生及沼澤植物之遺體，它們被長期保存在水中以半分解之狀態存在，因爲沼澤中缺乏氧氣所以細菌及化學之分解速度很慢。

泥炭之形成須要相當久長之時間，它可以說是古代生物經長期沈積轉化而成的產物，尤其出現於冰河後期。它在土壤中分解甚爲緩慢，因爲保水力強，含陽離子交換能量大，是一種相當良好之土壤改良劑。

泥炭因產地不同，沈積之質材種類不同，腐熟程度及處理方法不同等而導致泥炭之組成分有很大的差異。

國外泥炭已是被應用很久之有機肥料，在台灣大部份被用在育苗介質上。

2.腐植酸類

腐植酸不易被分解，且構造穩定，可當長效性有機質肥料應用，是一種優良之土壤改良劑。腐植酸並不含大量之營養素，不屬養分型之有機質肥料。

（五）堆肥

堆肥是有機質肥料的一種，堆肥是利用含氮率低之動植物廢料及動物排泄物經堆積、分解腐熟後的產物。而廄肥是家畜排泄物加上褥草類及少量飼料殘物的混合物，在溫暖地區一般須要堆積儲藏一段時間才施用，以製成方法來看，廄肥也是堆肥之一種。

1.堆肥的目的

堆肥的目的在於：透過堆積材料之適當配合，使有機廢棄物在適當之控制條件下讓其發酵腐熟，以縮短有機物分解及成爲穩定之有機質肥料所需要之時間，且能生產出品質優良適合一些作物施用之有機質肥料。

2.堆肥製造須經堆積腐熟之原因

（1）降低碳氮比

堆肥材料通常是使用碳氮比高之質材，此等質材如未腐熟之樹皮、生雞糞若

直接施用於土壤初期，將使這些廢棄物在土壤中產生分解，使微生物的繁殖生長而與作物間產生養分之競爭，尤其是氮素的攝取競爭，對作物之生長頗爲不利。經由堆積後，有機物之分解，碳氮比逐漸降低至穩定後便達到腐熟。一般而言碳氮比在 30 以下時，直接施用對作物養分之吸收並無害處。

（2）改善堆肥材料之物理性

植物性有機材料如莖稈、枯葉、稻草，大都堅硬強韌，物理性不好；動物性排泄物則味道難聞，經堆積腐熟後可變成脆細、柔軟、鬆散、味道良好，利於撒佈與土壤混合。

（3）減少有害成分

有機物分解時可能產生對作物有害物質如硫化氫、甲烷、氫氣、酚、有機酸等，對根系之發育發生障礙。若經堆積分解可減少有害成分。

（4）消滅病菌、蟲卵及雜草種子

堆肥腐熟期間溫度最高可達 65℃至 75℃，可殺死大部份病菌、蟲卵、雜草種子，以免施用時傳染給作物及土壤。

（5）增進肥效

堆肥腐熟可促進堆積材料之礦化作用，增加氮、磷之有效性。

（6）避免直接施用於土壤時產生高溫缺氧，影響作物生長。

3.堆肥製造應注意之要點

（1）場地之選擇

堆積材料及堆肥成品運搬方便，有水源。堆肥場以面向南方，溫暖和避風寒者爲佳。自製堆肥以在自家農田附近較適宜。大型堆肥場之設立應注意環保，尤其是廢水、廢氣排放問題。如果是製造商品化之有機肥料廠應辦理工廠登記。

（2）堆肥材料之選擇及調製：

① 堆肥材料應是來自取得容易，穩定，且不付出高額之收購費用者，尤其能免費獲得，更是降低堆肥生產成本之方法。

②堆肥材料之碳氮比最好調整於 20:1 至 30:1 之間，太高之碳氮比會延長腐熟時間。較低之碳氮比則可能在堆積腐熟過程造成氨的揮發損失。

③堆積之材料水分應調整爲 60% 左右。

④添加膨鬆物質如鋸木屑、稻殼、稻草等物質堆積材料中，以改善通氣效率。

⑤一般而言，堆肥材料最適之酸鹼度爲 pH7 左右。

⑥對木片、樹皮、竹類等物質應適當地切斷成薄片或鋸屑，以利微生物之發酵。

（3）堆積及翻堆

①傳統堆積式之堆積材料比例爲約 30 平方公尺堆積 5 噸堆肥材料，用人工定期翻堆，約 1-2 星期翻堆一次。爲節省人工可用鏟土機翻堆或用輸送帶。

②可應用其他較省工之翻堆方式。

③發酵方法尙有袋裝堆肥發酵法、堆肥房配合壓縮機送風通氣發酵法、發酵槽配合自動攪拌機發酵法。

④堆積之溫度須能初期上升至 65-70℃之間，且維持此一溫度一段時間而後逐漸下降至周圍溫度，溫度上升有一定之模式，爲監測有機物之堆積是否成功之方法。

（4）後熟

又稱二次發酵法，目的在使堆肥充分腐熟，須做水分之調節及翻堆貯藏等工作。

（5）堆肥腐熟判斷方法

①碳氮比必須低於 20。

②總含氮量必須高於 2% （乾基）

③還原糖比率必須低於 35%

④陽離子交換能力漸趨於 100me/100 克土

⑤種子發芽試驗

堆肥愈腐熟，發芽率會愈高，發根情形愈良好。方法爲取 5 克風乾堆肥，加 100cc 60℃溫水，歷經靜置 3 小時後過濾，取濾液置於培養皿，上放一層濾紙，然後放上種子（如小松菜）測定發芽率。

⑥ 由堆肥之外觀、氣味判斷之，如腐熟良好之堆肥是中等疏鬆、黑褐色、有泥土味，酸鹼度是中性或微酸性。

本省由於畜牧業之發達，根據 1993 年之估計，本省主要禽畜糞固形物排泄量約有一千三百萬公噸，爲了處理這些畜產廢棄物，而使得很多廠商利用各種堆肥技術包括堆積式發酵法或現代發酵設備之堆肥技術，如台肥公司之利用生物反應器把適當配方比的有機質原料，在控制微生物活動的有利條件下，快速製造堆肥，從事銷售。台糖公司爲處理每年 30 萬公噸之蔗渣，亦有含添加各種成分如豬糞尿濾泥、或酒精廢醪之蔗渣有機肥商品製造。

三、微生物資材

微生物資材是土壤改良資材之一種，亦被稱之爲微生物肥料。微生物資材在日本已成每年 3 萬公噸以上之產業，在台灣則尚是起步中。惟政府已將其列入重要科技發展項目。

微生物資材之原料構成，所含之必須成分爲菌體及酵素，吸著劑，其他次要之構成成分爲肥料成分、營養源、其他成分。

微生物資材之製法有液體培養法及堆積（發酵）培養法。製法一般都關係到專利。其效果不外強調有促進有機物分解增加有機或無機養分之有效性、減輕土壤病害、土壤改良、增加土壤微生物相、促進作物生育。目前國內外市場上較具商品化之微生物肥料包括根瘤菌、菌根菌、溶磷菌、堆肥發酵菌等。