有機質肥料在水稻栽培上之施用技術

黃山內　林晉卿

台南區農業改良場

一、 前言

水稻是好水耐熱並能提供豐富熱能的糧食作物，台灣位處亞熱帶地區，年平均溫度高於 20 度，年平均雨量在 2,000 公釐以上，故水稻栽培在台灣的農業生產上有其重要地位，爲其他農作物所不能替代。台灣稻作栽培面積曾高達每年 75-80 萬公頃，民國六十八年以後逐漸下降，目前僅爲 36 萬公頃。稻米產量與年需求量 160 萬公噸比較，產銷已趨於平衡。水稻田另有保護生態環境的效果，包括：涵養地下水源、調蓄暴雨洪水機能、安定河川流況、降低下游排水流量、淨化水質、防止土壤沖蝕、調節微氣候、洗除土壤鹽分、及提供水鳥庇護、繁殖、覓食場所等，而面積廣闊的水田，對空氣濕度和溫度也有調節作用。然稻田耕作亦有其負面效果，如肥料、農藥的大量不當施用，促使溫室氣體（如甲烷、氧化亞氮等）的生成，及與其他產業競爭水資源的分配。

近年來稻作生產技術已有長足的進步，包括 1.稻作品種改良—如抗蟲病害品種、良質米品種、抗旱性品種、產量穩定品種等。2.稻作栽培技術改進，包括(1)耕種技術及施肥技術改進：如良種繁殖制度之建立、稻種消毒、種植期調整、殺草劑使用、正條密植及寬行密植、宿根再生栽培技術的改良、直播栽培技術的建立、緩效性肥料問世、以及側條施肥機與深層施肥機的開發。(2)病蟲害防治技術改進，分別有藥劑防治與生物防治兩方面。(3)機械化栽培：水田整地、插秧、收穫的機械化

已達 98%，可有效解決農村勞力不足的問題，並降低稻米生產成本。此外，新技術的研發，如利用錘刀式割草機及中耕機附掛再生稻割椿機之研製，改進大面積水稻再生栽培技術，水稻插秧兼深層施肥機之改良，節省肥料及人工等。3.稻米收穫後處理技術之提升，包括稻穀倉儲加工自動化處理，乾燥、倉儲及加工、分級技術等的加強。由於水稻生產技術不斷的改進，使得台灣地區日趨老化的農村結構，維持著一定的水稻栽培面積。

目前因應農業政策的變更，稻米進口勢難抵擋，稻穀保證收購價格勢必退讓，然農糧爲國防要件之一，稻米必定不得放棄生產；而台灣水資源分布不均，旱澇常害，水稻生產第一期作，氣候適合，產量較高，然經常遇乾旱缺水，第二期作雖無缺水之慮，且有蓄洪、補助地下水之功能，但因氣候因素，產量較差。諸如此等，如何從中取得平衡？爲兼顧環境的保護及時代的趨勢，稻米生產策略必須作某些調適，如 1.擴展稻米的用途 (增加高品質稻米及米食加工品)。 2.生產上的改良：(1)省水(2)省工(3)少用農藥。3.生產上的調整：(1)注重政策性的生產調整(2)強化氣象預測能力，用於擬定稻米生產計畫(3)轉作及休耕地應予妥善保養，維持生產水稻的潛能。

此外，輪作栽培有利於土壤肥力之平衡，間作栽培可用作爲減少主作物病蟲害、雜草等的手段。在講求生態平衡的前提下，來規劃農地長程的利用，如此作物生產量，或許不如現代化學性農法，但其因優良的產品品質而獲致利潤的提高，將可補償其產量之損失。水稻的栽培方法非常簡單，不一定要使用化學肥料和化學農藥來生產，因此水稻推行有機栽培，不但可以兼顧生產、稻米品質，也可維護稻田的環境生態。

稻田於地力及生產條件優良的地區，維護其生產；生產力偏低或品質較差的地區，辦理生態、地力維護，以供必要時，即可恢復農業生產。並配合各地區水源狀況與生產條件，訂定未來水旱田輪作模式，以稻米及地區性農特產互相輪作，以確

保我們的糧食並淨化我們的環境。

二、台灣的水田土壤

(一)台灣水田土壤的生成、種類及其分佈

影響水田土壤生成較重要的因子除時間、氣候外，以地形及母質爲主要。台灣水稻田土壤的環境相當複雜，就地形而言有溪流、階段、盆地、沖積平原及沖積平原與斜坡地開發成之梯田；就母質而言有砂岩頁岩質、粘板岩質、片岩及片麻岩質、安山岩質、泥岩海積物與更新世或較老之紅壤。

臺灣的水田土壤可以概分爲下列六類：

1.紅壤：紅壤本是高溫多雨環境下的產物，質地粘重，臺灣紅壤中二氧化矽之含量相當高，在70%以上，鹽基幾已完全流失。大致可分爲分佈於山麓地方的「幼紅壤」及自台北之觀音山以南至民雄附近，間或至鳳山、恆春等台地之「老紅壤」。

2.砂岩、頁岩質沖積土：砂岩、頁岩質之沖積土，自北而南遍佈於臺灣本島的西側。北部之砂岩、頁岩質沖積土與南部性質相異，北部之岩石係在淺海構成，組織粗疏，含鹽基甚少，故所成之沖積土，質地較粗，多爲砂質土壤，反應爲酸性；南部之岩石屬泥岩，組織甚細，且含多量之鹽基，故所成之沖積土，質地較重，多爲粘質壤土，土壤反應自微酸性至微鹼性，砂岩、頁岩質沖積土在臺灣的面積最廣，是主要的稻作土壤。

3.粘板岩質沖積土：粘板岩沖積土土壤呈深灰黑色，質地粘重，屬於粘質壤土、坋質粘壤土及壤質粘土，鹽基飽和，反應爲中性及鹼性，石灰及鎂之含量甚高，粘板岩沖積土是臺灣最肥沃的沖積土，此種土壤分佈區域有三：即彰化濁水平原、宜蘭平原及屏東平原。

4.片岩質沖積土：花蓮平野及東部山谷間之土壤屬之。除花蓮、臺東平野外，分佈面積甚爲狹小，土質以砂土、壤土爲主，土壤中石灰含量甚多。

5.鹽漬沖積土：臺灣的鹽漬沖積土，以鹽土爲主，大都因海水侵入而成。土壤反應大都在 pH7.5 至 8.0，分佈於臺南、嘉義沿海一帶。

(二)水田土壤的特性

1.pH 之改變：土壤浸水之後，pH 在酸性土壤中通常上升，而在鹼性土壤中則下降，4 到 12 週後，大部份土壤 pH 達 6.5~7.0。浸水土壤之 pH 變動對水稻田會造成如下幾個影響

(1)對植物吸收營養元素之直接影響：植物之吸收陽離子，達到最高量之 pH 範圍爲 5 至 7，但對陰離子之吸收，則在超過 pH6 時即減少。

(2)對營養元素及毒害物質之濃度的影響：pH 值對於浸水土壤中之鐵、錳、鋁之濃度有直接影響。除某些酸性硫酸鹽土壤外，在浸水數週後，pH 值提高，鋁之毒害隨之消失。CO_2及有機酸在低 pH 時比高 pH 毒性更顯著，浸水可減輕其毒害。

(3)對土壤溶液化學平衡之影響：酸性土 pH 之提高或石灰質土與鹼土 pH 之降低，能促進浸水土壤中磷之溶解度，一個浸水土壤之 pH 增高，會降低鎂、鈣及錳離子之濃度，當土壤浸水後，水溶性鋅與銅之濃度降低，而鉬之濃度增高。

(4)對微生物活動的影響：在浸水土壤中，有機質之分解，主由嫌氣性細菌之作用，其功能以接近中性時爲最大。因浸水引起酸性土之 pH 提高，促進微生物硫酸根還原反應的進行，會導致含硫酸根離子土壤的硫欠缺。

(5)對水稻的關連：水稻生長最適的 pH 約爲 6.6，在此 pH 時，微生物釋放有機質中之氮與磷均最高，銅、鋅、鉬

之釋放亦較多，毒害物質(鐵、錳、鋁、CO_2及有機酸等)會降低到毒害限度之下。但是脫氮作用及硫酸根還原作用，在此 pH 時比低 pH 更厲害。土壤浸水的實用管理上，應在種植時使其 pH 達到 6.6，對於石灰質土或鹼土中時，可於移植至少兩週前，施用有機質於浸水土壤中以促成之。

2.氧化還原電位之降低：好氣狀態之土壤浸水後，氧化還原電位逐漸降低，殘留氧之還原首先發生。而在中性土中，其次爲硝酸鹽之還原，再其次爲錳；在酸性土中，則錳先被還原，再次爲硝酸鹽。以後二價鐵可能出現，更後是硫化物，甚至於氫氣以及甲烷。

3.氧化缺乏：水稻在氧氣極端缺乏時仍能發芽，氧氣不足且有利於幼芽之伸長，但對幼根則有阻止伸長之作用。

4.二氧化碳之過量：過量之二氧化碳對植物有害。水稻土壤中二氧化碳之濃度，平均爲 5%，故不致發生毒害。但施用多量有機肥之水田，在有機物分解之初期可能產生多量之二氧化碳，致爲害水稻。以綠肥作物爲水田肥料，其量過多，每有毒害，二氧化碳之積聚，可能爲其原因之一。

5.可溶性鐵之增加：水田中可溶性鐵之濃度高於旱田。在一定限度內，可溶性鐵對水稻之生長有利，但過多之鐵足以引起病象。在還原性土壤中，二價鐵之濃度遠超過錳；而鐵之毒害與鉀之缺乏，在禾本科植物中常相共存。

6.可溶性錳之增加：土壤經浸水以後，錳之溶解度增加，在一定限度以內對水稻的生長應屬有利。水稻因錳缺乏或過多均會導致減產，經多年耕作之水田，土壤中之錳因浸水而還原，並多量流失而沉積於下層。

7.硫化物之毒害：在浸水 4 至 6 週以內，硫酸根離子還原成硫化氫，如土壤含硫酸根離子甚低，硫之欠缺可能會出現，尤其是以尿素作氮肥時。在水田中，如有多量鐵存在，

則硫化氫會與鐵化合而成溶解度極小之硫化鐵，不足爲害；惟在缺鐵之土壤，硫化氫在土壤中積聚至發生毒害。水稻受硫化氫毒害以後，可能因呼吸作用受阻，妨礙稻根之吸收養分，鉀與矽之吸收減少，而易受稻熱病之侵害。硫化氫也可能降低銅與鋅之有效度。硫化氫在旱田中，其量至微。

8.有效性矽之增加：浸水土壤中矽之有效性較高，土壤 pH 之增高，使得土壤溶液中水溶性矽量之增加。矽之吸收量增加對水稻之生長確屬有利。

9.無機氮之變化：水田土壤，由於淹水，氧的擴散受阻，整個土體可能是還原性的，但有兩個氧化性區域，一個是水土交界面的氧化層，另一個是根與土壤的交界面，造成水田土壤的氮素循環比一般土壤複雜。水田土壤中，氨的揮發，除取決於土壤因子和大氣因子，也與水層的許多特性有關，如水層的 pH 值、CO_2 分壓、氨的濃度、鹽基總量、pH 緩衝性、水溫、水的流動狀況、水深、藻類生長情況、含磷量等，水層和大氣性質的影響更強於土壤性質的影響。水田土壤中硝態氮消失，亞硝態氮產生，銨態氮積聚，硝態氮肥效不及銨態氮。水田土壤的脫氮損失、淋溶損失較大，氮素的淋失在水田高於旱田。於浸水狀態，有機氮的礦化速度較慢，硝酸還原作用比旱地有利，此有利於氮素累積。

10.有機質之嫌氣性分解：有機肥對水田之利益有三方面：(1)供給植物營養分，其中以氮爲主(2)改良構造(3)促進根部之通氣。然則水田施用有機肥亦可能有缺點 (1)促進脫氮作用(2)可能使水稻受丁酸及二氧化碳之害(3)產生多量之有毒還原產物，例如二價鐵及錳離子等。

11.磷酸鹽溶解度之增加：土壤經浸水之後，其磷酸之有效性增加。

簡言之，稻田浸水之肥力益處包括：(1)增加氮、磷、鉀、

鐵、錳、鉬之供量(2)降低錳及鋁之毒害。其不利影響爲(1)氮依脫氮作用而損失(2)減低硫、銅、鋅之有效度(3)產生某些妨礙作物吸收養分或直接對作物發生毒害之物質。

三、有機質肥料的功能、種類與特性

土壤有機物擔任多種土壤中活的角色(1)具植物養分吸持力。(2)具鉗制與供應植物養分特別是微量要素之"鉗狀"型態。(3)具有水分與養分緩衝能力，調整土壤溶液之酸鹼性。(4)分解可供給植物養分，且經由微生物，合成生長調節劑、抗生劑。(5)提供微生物生活物質。(6)改善土壤結構及耕犛性。

(一)有機質肥料的來源種類大致可分爲

1.綠肥之栽培：

大部分綠肥作物可藉與土壤微生物之共生作用，固定空氣氮素，掩埋時因其碳氮比又低，是一種潛在相當高效率之氮源，具有固定土壤與覆蓋土表之功用，且免除運費與施用費之開支，並幫助消除病蟲害與雜草。好的綠肥作物應具備生長期間短，快速及高養分之累積能力，能忍受遮蔭，耐浸水，不怕乾旱，溫度，累積氮素量高，抗病蟲能力強，容易掩埋，掩埋後分解快，可產生多量之種子，且種子之發芽力要高。水生綠肥如滿江紅放養於水田裡，不佔耕地而能充分利用自然資源，累積大量氮素和生物量，今日又重新引起重視。

2.作物殘體：

作物的殘體包含蒿桿、殘椿、根部等。稻蒿之植物養分含量並不高，其含氮量從 0.4~1.1%、磷 0.02~0.17%、鉀 1.1~3.7%、含矽 3.5~6.6%，稻蒿含有豐富的鉀與矽，值得回歸利用。碳氮比約爲 51，木質部含量爲 7.7%。水稻田因浸水還原，有機物分解較慢，故在兩期稻作下，因留在土壤中的根與莖基每公頃約有 5~10 噸，土壤有機質含量已可維持不減，若另將地上物回歸土壤，則尙可增加土壤有機質含量；反之

以水旱或旱作輪作，則即使地上部作物殘株回歸土壤的乾物量每公頃在9噸左右，土壤有機質仍將逐年漸減。

3.動物排泄物：

動物排泄物的量，在台灣相當的龐大，是一種容易分解且含多量植物養分之有機物，可以當作有機肥料使用。因可溶性鹽含量高，使用上應特別注意。禽畜糞直接施用於土，可能有環境衛生、臭味問題，或造成土壤局部缺氧、還原性太高、土壤溫度昇高，或釋出有毒的物質，而影響作物生長及環境衛生的安全，且存於農畜產廢棄物中之病菌、害蟲，有的會影響種子萌芽、使作物病害發生的機率增加，或造成人、畜的感染，故使用上以採取經發酵過程製成之堆肥，較爲合乎衛生安全。最近因這些排泄物或排泄物堆肥，爲了特殊目的在生產前後，曾被加入一些外來物質，所以還要注意這些添加物的存在量是否會引起毒害或污染等問題。

4.工業廢棄物與副產品：

工業廢棄物與副產品包括蔗糖廢棄物與其副產品、稻殼、味素及啤酒廠副產品、及其他食品廠之副產有機物如茶渣、油粕、魚骨粉等。稻殼是一種極耐抗分解且養分低之有機物，碳氮比91，富含矽，可高達14.5%，體積龐大膨鬆，可當作土壤改良劑。

5.都市廢棄有機物：

一般先進國家已將都市有機廢棄物于以分類並堆肥化。都市廢棄物包括有機物垃圾堆肥與污水處理廠產生之污泥，使用上應注意寄生蟲之傳染及重金屬之累積問題。

6.生物性肥料：

主要利用某些微生物能固定空氣中之游離氮素，或能溶解利用土壤中無效性植物養分的功用。目前較廣爲農民應用的有固氮菌、溶磷菌及菌根菌等。

有機質材料因種類不同，而其無機成分含量及其他物理化學與生物性都有很大的差別。遭受污染較爲嚴重之材料，仍以

不使用於農作物栽培爲宜。

(二)影響有機質肥料在土壤中分解的因素

影響有機質肥料在土壤中分解速度的因素，包括：(1)有機添加物本身的化學性質(2)週圍環境的物理與化學狀況(3)溫度(4)氧氣的供應量(5)濕度(6)pH(7)有效態的礦物質量(8)植物殘體的碳氮比 (C/N) (9)有機添加物原有的分解與狀況等等。所添加之有機物質，C/N 的比值必須合適，如果氮素的含量夠，則分解的速率可以提高，反之氮含量不足，則碳素礦化時，必須藉助外在的氮源，自然易影響其分解速率。如果在添加缺氮的有機物質(如稻稈)，也同時補充含氮化合物，則可促進其分解速率。動物排泄物、肉骨粉、魚雜粉、豆粕等，其碳氮比都較低，施用後分解率快肥效快，其他如作物殘體之 C/N 大，分解慢，且易奪取土壤氮而造成缺氮現象。

施用新鮮有機物時需留意兩個問題：(1)新鮮材料之碳氮比較高，在土壤中分解初期易引起作物缺氮(2)新鮮材料在分解初期之中間產物之毒害。因此一般新鮮材料必需堆置一段時間，或於作物種植前 20~30 天施入土中，並保持適當水分狀態，使其進行發酵，消除可能有害的中間代謝產物，同時也降低碳氮比，若施用碳氮比甚高的資材，尙須在基肥時增施氮肥。

因有機質肥料的養分釋出，需經土壤微生物分解，故就相同要素養分的施用量而言，有機質肥料所表現的肥效在施肥當作，常較化學肥料爲低。因此以碳氮比較高、分解率較低之有機質肥料連續每作施用時，其一時未能分解之有機質會累積，但隨時間亦會陸續分解，釋出養分。因此連年施用機質肥料時，亦要評估土壤中有機質肥料的殘留肥效。

不同有機資材對作物之氮素肥效，因其分解之難易程度，及碳氮比與含氮率之不同而互異。對一期作水稻而言，在同爲 130 公斤施氮總量下，各有機肥料之氮素肥效爲油粕類>化學肥料>禽類堆肥>樹皮堆肥。

四、有機質肥料在水稻栽培上之施用

(一)水稻田的施肥原則

每公頃生產7公噸稻穀，氮、磷酐、氧化鉀需要吸收的量，分別爲98、55、92公斤/公頃。水稻達成高產與優良品質之重要因素爲每平方公尺穗數，每穗粒數，稔實率與千粒重，全都受植物養分供應之影響。穗數決定於生育初期，每穗粒數與稔實率則是相對的，幼穗形成期之氮素過多，粒數則多，但稔實率反而減少，千粒重則視後期植物養分之供應情形。故水稻的施肥原則，即在使各個生育期能供應適當的養分。

二期作時，氣象因素造成水稻分蘗的減少，穗數無法提高，千粒重下降。如果成熟期時的溫度高，晴天日數多，則可提高二期作產量，因此分別育成適應於各地區二期作的品種爲根本解決的方法。但若欲以栽培管理來改善，如穗數減少，可改用旱秧田育苗，密植或5-7本植。穎花數及千粒重的減少，可用多次施肥法補救，惟有稔實率的降低主要由抽穗時下雨或陰天所致，恐難加以改善。

晒田至高張力有助於提高水稻根系活性，但可能因而增加後期對氮素的吸收，以致於有提高蛋白質及降低顆粒澱粉含量之趨勢。故高張力晒田必需配合氮肥減施策略。

二期作水稻於正常田、強酸性土以分蘗期及後期(幼穗形成期、孕穗期)施重氮較爲重要，水稻初期吸肥緩慢，肥培要點在後期之稔實率與千粒重之提高；排水不良田及鹼性土因其pH較高，以多量基肥耕入土中或深施爲宜，可減少氮之揮失。一期作水稻，以基肥60%(耕入)，穗肥40%或基肥60%(深施)，穗肥(視實際稻株生長勢調節施肥量及施用期)爲宜。

(二)水稻田有機質肥料的施用

在水田缺氧的環境中，有機碳化物只能進行不完全的代謝，因此常有大量的中間產物與甲烷、氫等還原性廢氣釋出。在水稻田較深層的泥濘環境中，有機物質轉變幾乎完全是在無

氧下進行。有機酸更易於產生與堆積。

以微生物的消長來看，當幼嫩多汁的綠肥作物被犁入土壤中時，細菌的數目將會急劇地增加，土壤原生動物的數目，也會有類似的上昇，綠肥植物殘體的添加，對放線菌與真菌菌數的增加，影響力似乎很小。如果加入土壤的是成熟作物的殘體如稻稈，因之而生的微生物菌群，以真菌類的增加量最顯著，但細菌與放線菌的數量也一樣會提高。單醣分子或其它簡單糖類最有利於細菌的繁殖，澱粉最易刺激放射菌的增加，纖維質則特別會影響真菌的發展。富於蛋白質或胺基酸的有機物質，可刺激具有產生芽胞能力的桿菌繁殖。

有機物的適當施用量必須依其養分釋放特性、作物需肥量、環境維護及投資報酬率來決定。從投資報酬率來看，水稻栽培幾無施用有機質肥料之誘因。而又由前人之研究得知，水田在施用化學肥料之外，若再加施適量有機物，增產效果不如旱田作物。故爲維持水田之有機質含量，推廣農民以聯合收穫機將稻草切碎犁入土中，以做爲土壤有機質之來源並循環利用其養分，較爲可行。

過量施用石灰質材，將造成土壤有機質大量被分解，土壤變硬，爲減少施用中和劑的副作用，應配合施用有機質肥料。選擇適合應用之堆肥，首先要了解各種堆肥的原料、養分含量、腐熟度、經濟效益等原則。糞便類要注意是否含病菌，或因分解甚快而污染環境。菇類太空包堆肥要注意是否腐熟，及是否含不良病菌或有毒酚類物質，任何有機質材有其優點及缺點，以能發揮其優點及減少其缺點爲宜。施用有機質肥料搭配化學肥料時，要知道增那一種養分來搭配。此外，亦須應用土壤速測，定期診斷土壤養分狀況，以便修正施肥措施。對於生育期短的水稻品種，氮素全以緩效性肥料施用，恐無法充分供應作物生育初期所需。水田之化學氮肥的半量可以用堆肥來取代，而不影響產量或有增產效果。

(三)有機米的栽培

1.地力培養

每期作由稻田生產之稻稈於收穫時即將其剪斷均勻撒佈田間，並於二期作收穫後種植豆科綠肥，並加施穀殼翻犁至土壤中，以增進稻田之有機質含量，並提供部分氮、鉀、矽等養分元素之供源。於附近地區畜牧場容易取得之有機物如牛糞、雞糞、豬糞、穀殼等爲腐熟堆肥之材料，製造有機質肥料，並以堆肥撒佈機施用。

2.雜草防除

利用綠肥輪作、施用穀殼及人工等方法，並配合適當水分管理，可以抑制雜草的發生。稻殼覆蓋防除雜草技術：於插秧前力求整地平整，插秧後秧苗挺直時，每公頃覆蓋約 4 噸稻殼，並進行淹水處理，可防除大部分的雜草。

3.肥培管理

(1)種植豆科綠肥

第一期作在水稻收穫前 7~10 天，第二期作在水稻收穫後將綠肥種子撒播田間；綠肥種類夏季爲田菁、太陽麻，秋冬季爲青皮豆、烏豆、埃及三葉草、紫雲英，其播種量每公頃爲 20~50 公斤，可增加土壤有效性氮及有機質，並抑制病蟲及雜草發生。

(2)有機質資材之使用

A.植物性資材

稻稈：收穫時每公頃稻稈約有 5 公噸，以聯合收穫機加掛之切割裝置，將稻草切成 2 至 3 寸均勻撒施田間，經曝曬數日後即可翻犁掩埋至土中，可以改善土壤物理性質，並提供土壤碳源及部分氮、磷、鉀之營養元素。

穀殼：爲碾米之副產物，每公頃產量 1 公噸，質地疏鬆富含矽、鉀，掩埋可改善土壤物理性及防止雜草發生。

豆粕：有效性氮、磷酐及氧化鉀含量較高，本品多爲新鮮材質，應提早施用。

菜籽粕：爲中部地區水稻有機栽培之主要使用肥料，其推薦量每公頃爲 4,000 公斤，1/2 當基肥使用，約於整地前 10 天施用，1/4 做爲追肥，1/4 做爲穗肥使用，一期作約於幼穗形成前 8-10 天，二期作約於幼穗形成前 6-8 天施用最爲適當。

苦茶粕：使用在水稻有機栽培，防除福壽螺效果非常好，防治福壽螺時，土壤中的其他生物如水蛭、蚯蚓等亦會致死，因此施用時不宜過量，每公頃以 50-100 公斤爲原則，水稻插秧後於田埂四周均勻撒佈。

B.腐熟禽畜糞堆肥

雞糞堆肥：每公頃施用 5 公噸，可爲水稻生育早、中期三要素主要之供源。

牛糞堆肥：每公頃施用 10-15 公噸，可爲水稻生育中、後期氮素及鉀肥之供源。

豬糞堆肥：每公頃施用 8-10 公噸，分解供肥速度中等，可供中、後期水稻生育所需養分。

C.矽酸爐渣

土壤有效性矽含量低於 40ppm 之農田，每公頃施用 2~3 公噸，可提供水稻植株所需之鈣及矽元素，使葉片直立，提高光合作用率，增強稻株抗倒伏性與稻熱病、白葉枯病之抗病性。

D.資材施用

有機質肥料及矽酸爐渣體積龐大、人工撒施不容易，必需以堆肥撒佈機於整地前施入田間，機械化可減輕人力負擔。有機質肥料應避免於幼穗形成期後再施用，以免於穀粒充實期間，有過量的氮素供應，不僅使稻株易於倒伏，亦會提高穀粒中的粗蛋白質含量，不利

於稻米品質。

稻熱病是在水稻肥份吸收過量及土壤中矽含量太低的情況下發生，一般土壤中矽含量，應維持在 15ppm 以上，胡麻葉枯病是在稻株缺肥及土壤中矽含量太低的情況下，較容易發生，土壤中有充足的矽含量及避免施用過量的氮素，均可有效降低白葉枯病的發生。水稻有機栽培需留意適量有機質肥料的施用，及補充土壤中充足的矽含量。

目前水稻有機栽培如何降低生產成本，利用生物科技，加強企業化經營，建立地方品質，以塑造本地區有機產品之形象，是爲重要的課題。

五、結語

提高水稻單位面積產量必須從品種、栽培技術、土壤條件及氣候因子等方面共同考量。而爲培育土壤永續生產力，則須研究如何以最經濟的方法來維持或增加土壤有機質含量。有機廢棄物如果任意棄置，不僅污染環境，亦是一種資源浪費，若回歸到土壤，不僅可改善土壤性質，提高土壤生產力，亦可協助解決廢棄物污染問題。然有機物用於水稻生產必須考慮合理施用量的問題，以免影響作物產量和品質。因此必須分別從土壤改良、養分供應、環境維護及有機廢棄物處理等方面共同考量。有機肥的養分釋放曲線需配合水稻生長所需，若有機肥三要素比例不適合作物要素需求或土壤之肥力狀況，可能影響產量和品質，因此要加以調配或配合化學肥料施用。

爲追求農業永續經營，除了使用有機資材充當作物營養，且用以改善土壤的物理性、化學性，促進微生物族群繁殖外，也講求利用作物與作物之耕作體制，例如多作、間作及混作等之集約栽培。主要係利用不同作物間對於不同生長因素的配合利用，並期有病蟲生物防治與忌避驅隔之功用。稻田的糊仔及間作栽培有：一期作水稻與甘藷、瓜類、毛豆、甘蔗、茭白、

葡萄等間作，以及二期作水稻與豌豆、大豆、番茄、馬鈴薯、葉菜類等間作。今後農作物栽培希望能在生態平衡的前提下，來長程規劃農地之利用，藉由輪作、混作及間作制度之精密控制，允許作物、土壤、昆蟲、微生物……等等之自然消長，達到永續生產的目的。



相片一
焚燒稻草造成空氣污染

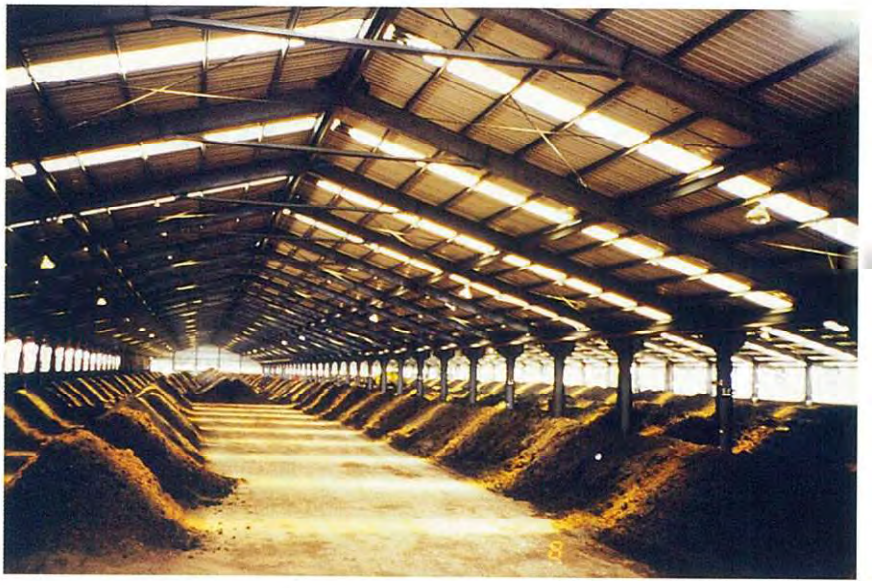


相片二
稻草切碎直接回歸農田可提供土壤有機質及其它養分



相片三
油菜掩埋可提供氮0.47%、磷酐2%、氧化鉀2%及多種植物養分

相片四
大型農畜廢棄物資源處理中心（以動物排泄物混合廢棄太空包製成堆肥）





相片五
水稻田施用穀殼可改善土壤物理性並防治雜草

相片六
朴子市水稻有機栽培示範觀摩

