水稻有機栽培技術

● 方再秋

一、前　言

有機農業大約從1980年代在全世界開始興起，台灣也因經濟繁榮，國民所得及生活水準普遍提高，在全球有機農業發展潮流影響下，高品質且安全衛生之農產品日益受到消費者重視。台灣地處亞熱帶農作物容易滋生病蟲害，往往因農藥的施用，而造成消費者產生對農產品農藥殘留的疑慮。有機稻米係指在土壤及水源未受污染之地區種植改良場推薦之適栽品種，栽培過程中不使用化學肥料、農藥及生長調節劑，藉著堆肥與綠肥及天然礦石等培育地力並提供植物養分，收穫後與一般慣行農耕法所生產之稻穀分開乾燥、貯藏、碾製及包裝。水稻是台灣栽培面積最廣且最主要的農作物，因此，推廣水稻有機栽培有其意義與價值，特別是有機米具備安全、衛生及香Q味美等特性。以目前的觀點看有機農業，具有環境生態保育、有機質廢棄物再利用、水資源維護及土地永續經營等，更重要的還是一種理念的實施。

二、有機米栽培管理

有機米栽培管理可分爲地點選定、品種選擇、地力培養、育苗、整地插秧、肥料施用技術、雜草管理、病蟲害防治、灌排水管理與收穫調製等。

(一) 地點選定

依據「有機農產品生產規範－作物」第二點之生產環境條件：1.農地應符合農業發展條例所規定供農作使用之土地。2.農地應有適當防止外來污染之圍籬或緩衝帶等措施，以避免有機栽培作物受到污染。3.灌溉水質及農地土壤重金屬含量應符合本規範訂定之標準(表1)。4.農地應施行良好之土壤管理及水土保持措施，確保水土資源之永續利用。因此，水稻有機栽培田應選擇在改良場規劃爲良質米適栽區內，日照充足、空氣清新、水與土壤都不受污染之環境，且儘量避免病蟲害易嚴重發生地區，再者爲避免鄰近一般慣行農法耕作田區之農藥污染，有機栽培田宜儘量毗鄰且形成集團栽培。

表1、有機農業灌溉水質及土壤、有機質肥料之重金屬容許標準量

重金屬項目	灌溉水質	土壤(mg / kg)	有機質肥料(mg / kg)
砷 (As)	1.0 (mg / L)	15	50
鎘 (Cd)	0.01 (mg / L)	0.39	5
鉻 (Cr)	0.1 (mg / L)	10	150
銅 (Cu)	0.2 (mg / L)	20	100
汞 (Hg)	0.005(mg / L)	0.39	2
鎳 (Ni)	0.5 (mg / L)	10	25
鉛 (Pb)	0.1 (mg / L)	15	150
鋅 (Zn)	2.0 (mg / L)	25	800
酸鹼度	6.0~9.0 (pH)		
電導度	750(μ mho / cm，25°C)		

註：土壤砷及汞為全量，其餘為0.1N HCL抽出量。

(二)品種選擇

水稻有機栽培選擇之品種應以消費者的喜好爲考量，同時兼具抗病、抗蟲、不易倒伏等適應性強之特性，同時稻穀產量宜在一定水準範圍。良質米推廣品種中，對於病蟲害均具有不同程度之抵抗性，目前本區栽培較多的品種有台粳9號、台中秈10號及台粳14號等。

(三)地力培育

土壤培育爲有機米生產重要的一環，有機農業之長期施肥目標，在使土壤中含有一定量之有機質，而土壤診斷結果可以作爲施用有機質肥料的參考。栽培農戶可將土壤送請改良場檢測，包括質地、有機質含量、電導度 (E C)、酸鹼度(pH)、陽離子交換能量(C . E . C)、土壤有效磷與交換性鉀、鈣、鎂及有效態矽酸等，並針對已檢測土壤提出肥力改善方案，配合堆肥廄肥、綠肥或土壤改良劑等各種營養資材之施用，以供土壤培育之用。由於台灣地處亞熱帶，耕地土壤有機質含量普遍偏低，爲培養地力，有機稻田應於第二期作收割後種植油菜、苕子、埃及三葉草、大豆或青皮豆等綠肥作物以增加肥力。台灣北部地區稻田主要綠肥作物種類之養分含量及最適掩埋時期如表2。

豆科綠肥種子撒播時，若爲第一次栽培地區，播種前種子應接種根瘤菌劑再行播種，如無接種菌劑，可自曾經種過豆科綠肥栽培田，採取田土爲接種源，每公斤種子拌20公斤田土撒播即可。綠肥掩埋後殘體隨即醱酵分解，產生醱酵熱，對秧苗根部生長不利，故插秧前宜儘早完成掩埋作業，爲使綠肥作物充分腐熟，最遲應於插秧前15天翻犁，翻犁後田區保持適當水分，以加速作物殘體醱酵分解，對水稻生育後期養分吸收利用較爲順暢，並可防止根系生長受阻，同時綠肥植體掩埋較深，對水稻根系發育愈有利。施用綠肥後，後期水稻生育期間所需肥料量，應將綠肥殘

表2、北部地區主要綠肥作物鮮草量、養分含量及掩埋時期

種　類	鮮草量(公斤/公頃)	氮	磷　酐	氧化鉀	掩埋適期	備註
田　菁	25-30	0.42-0.52	0.07-0.12	0.15-0.42	一期作播種後約60～80天 二期作播種後約50～60天	田菁生育最旺盛期，枝葉生長茂盛。
苕　子	25-30	0.56	0.13	0.43	開花期	開花期植株營養成分高、莖葉柔軟多汁，掩埋後容易腐熟分解。
紫雲英及三葉草	20-30	0.48-0.56	0.09-0.18	0.24-0.55	開花期	同　上
太陽麻	20-30	0.37-0.39	0.08-0.14	0.14-0.23	開花後二週	播種發芽後約40～50天左右開始開花，枝葉生長茂盛。
魯冰豆	25-30	0.35-0.50	0.07-0.14	0.24-0.39	開花盛期	開花盛期植體養分累積至最高峰，鮮莖葉產量也達最高。
油　菜	20-35	0.46	0.12	0.35	開花盛期	同　上

體所能釋放之養分扣除，避免水稻生育後期造成肥料量過剩，產生倒伏及發生病蟲害。水稻收割時將稻稈切碎，翻犁入田裏亦可改善土壤物理性質，並提供土壤部分氮、磷、鉀、矽及微量要素等。掩埋綠肥或稻稈時添加石灰以中和酸性，亦可促進分解，土壤pH值低於5.5時，每公頃可施石灰1.5～2公噸，以調整土壤pH值及綠肥或稻稈分解時產生的有機酸。

(四)育　苗

水稻秧苗培育的好壞關係整個栽培過程順利與否，爲確保稻米品質，育苗用之種子應取自經種子檢查室檢查合格之採種田種子。稻種之殺菌可利用溫湯浸種方式，先以54℃溫水浸5分鐘，再以56-57℃處理15分鐘，然後迅速放入20℃以下之冷水中5分鐘，可有效殺菌。若栽培的品種具有休眠性，應該先以物理或化學方法打破休眠，如以食用醋酸稀釋1000倍浸泡24小時，或收穫後充分曬乾並儲放兩週以上，始進行浸種作業以確保發芽整齊；育苗土的選擇可以有效預防苗立枯病的發生，苗土以紅壤心土、pH值在4.5～5.0間最佳，亦可選擇取代育苗土之介質，如木屑、土壤加木屑(1：4)、土壤及木屑加泥炭土，由於利用介質進行育苗，可減低來自土壤病源菌之感染；播種時宜採疏播，每箱播種量在200～220公克最適；肥料可

用有機液體肥料替代化學肥料，於播種後覆土前澆濕即可；水稻移植/時秧苗苗齡以2.5～3.0葉較佳。

(五)整　地

有機稻田之整地宜分次實施，第一次整地時配合施用有機肥料(基肥)、前作之稻稈或綠肥作物植體耕犁埋入土中，田間保持適當水分，以促進有機物質醱酵分解。經15～20天後再行第二次整地，整地時應力求平整以利灌排水，確保秧苗存活率，且可利用田間淹水以抑制雜草生長。

(六)插秧作業

水田耕犁耙平後，因土壤較爲鬆軟，應等候約二天左右，待泥漿完全沉澱而土表稍爲凝聚時，進行插秧作業以提高秧苗成活率，及避免秧苗自然下沉，或插秧太深導致高節位分蘗，影響將來抽穗整齊度，進而影響稻米品質。因此，插秧工作良否，初期影響水稻之成活及單位面積株數，後期影響抽穗及成熟整齊度，故必須確實做好此項工作。其應注意事項如下：

1.適期插秧：把握插秧適期使得水稻生育能避開低溫冷害，或抽穗與成熟期時避開梅雨、颱風、寒流或東北季風的影響，而獲得較高產量與品質。一般而言，南部高屏地區第一期作若提早插秧，可能於水稻生育初期、幼穗形成期或孕穗期受低溫影響；北部地區第二期作若延遲插秧，則可能於抽穗期或成熟期遭受低溫爲害而導致稔實率降低、穀粒不飽滿與產量降低進而影響米質。

2.插秧密度：目前插秧工作大都以插秧機操作，依現有插秧機之規格均採寬行密植方式，行距27～30公分，株距13.5～16.5公分爲宜，每公頃約插植224,467～246,914欉。插秧時每欉苗數不宜過多，以每欉5～7支苗爲宜，若每欉秧苗數多，再加上分蘗所增加之支數，使莖稈無充分的空間伸展，將造成欉內競爭的空間排擠作用，則莖稈柔細，不利於一穗粒數的發育，且對於病蟲害的抵抗性亦較差，同時因過於繁密造成通風不良，成爲病蟲害滋生的溫床，易於倒伏，對於產量並無實質的助益，反而影響稻品質。因此，應視土壤肥力、品種別與肥料別，加以適當調整，通常每公頃秧苗數約爲220～250箱。

3.插秧深度：插秧時應予淺植並避免植傷，插秧過深會抑制下部節位的分蘗，而由上部節位開始分蘗，使分蘗期間延長，造成抽穗不整齊及成熟期不一致，導致未熟青粒米、死白米以及胴裂米增加，降低碾米品質。因此，水稻插秧不宜過深，插秧深度以土面下2～3公分爲宜。

4.南北走向：爲使稻株能全面接受日照及增加通風性，培養健康植株以減少病蟲害及倒伏之發生，插秧時植株行向最好安排南北走向。

(七)肥料施用技術

水稻有機栽培所使用之肥料包括綠肥及有機質肥料，綠肥掩埋於稻田中，可節省有機質肥料的施用量，其數量受綠肥種類、掩埋數量、植體柔嫩程度及當時土壤條件礦化速率等之影響。綠肥掩埋後之水稻氮肥適當施用量，是依據以往農田氮肥

使用量，扣除綠肥所含氮量的50～70 %，避免氮肥使用過量。施肥技術上應注意有機質肥料的種類、施肥量與施肥法及施用時期等。

1.有機質肥料的種類：一般堆肥材料之選擇，必先瞭解作爲堆積主體的有機材料之碳氮比，而以相對碳氮比之材料作爲配合。例如以稻桿類碳氮比高者爲主體，則可配合碳氮比較低的雞糞，豬糞、豆粕及鳥糞等；如以豬糞碳氮比低者爲主體，則選擇碳氮比高的木屑、廢棄菇類堆肥或穀殼等作爲配合材料。無論任何材料之選擇，均應以來源豐富、取得容易及成本低廉爲原則。目前有機米產銷班大都直接購買已經醱酵腐熟之有機肥，因此，僅考量有機肥種類、主要成分含量及成本即可。

2.施肥量與施肥法：水稻有機栽培肥料的使用，必須依據土壤質地及肥力，交替使用不同有機質肥料，並配合土壤檢測，在不同期作更換使用有機肥種類(含配方)，避免某些養分含量因長期施用造成過度累積現象，如此可減低投入有機肥料之成本，亦即以營養均衡爲原則。因此在種植前須先在田中逢機取土壤樣品進行分析，瞭解土壤中有機質及主要元素磷、鉀等之含量，以作爲土壤管理及有機肥施用之依據。有機肥料施肥量之計算方法，主要爲氮素推薦量除以肥料要素成分，所得結果再除以該肥料種類之礦化率。例如北部地區以牛糞堆肥爲主，其氮含量約爲1.5%，礦化率約爲50%，每公頃基肥施用以氮素120公斤估算，每公頃基肥推薦量約爲16,000公斤，其計算方法爲120公斤除以1.5%，所得結果再除以50%。一般有機質肥料含肥率並不高，施用量相當大，因此都以基肥方式施用。

3.施肥時期：肥料依施用時期分爲基肥、追肥及穗肥，基肥係指整地時施用之肥料，必須深犁入土層，一般於插秧前2～3週施用最爲適當；追肥則是指水稻生長期間所施用的肥料，追肥之目的在於促進水稻分蘖及中期生育；穗肥旨在促進一穗粒數的增加，一般化學栽培施用時期在於幼穗形成約0.2公分時最適當，但有機質肥料因需經分解礦化始能釋放養分元素，因此第一期作約於幼穗形成前8～10天，第二期作約於幼穗形成期前6～8天施用最適當。然因北部地區主要以牛糞堆肥爲主，由於牛糞堆肥施用數量龐大且釋放緩慢大都作基肥施用，生育期間如有缺肥現象，再酌施豆粉作爲追肥或穗肥。有機質肥料應避免於幼穗形成期後再施用，以免因穀粒充實期間有過量氮供應，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。

(八)雜草管理

台灣位處亞熱帶，高溫多濕，雜草與水稻競爭極爲激烈，在無除草情況下，稻穀產量平均減少25%，同時影響稻米品質甚鉅。水稻有機栽培嚴禁使用殺草劑，然而台灣水田雜草種類繁多，大部分是以種子繁殖，亦有部分以球莖繁殖。雜草種子除已存在者外，主要隨灌溉水、風或鳥傳播，因此地處水源頭之水田，其雜草往往

較下游者少。目前應用在水稻有機栽培的雜草防除技術有下列幾種：

1.種植綠肥：前期作休耕或第二期作收割後種植綠肥作物，由於綠肥作物生長快速且茂密，可抑制雜草生存的空間，所以種植綠肥可以減少雜草的種類及密度。

2.整地法：提早於插秧前15天進行第一次粗整地，田間保持濕潤狀態，讓水田中之雜草種子提早萌芽，待插秧前三天再進行第二次整地，將已發芽之雜草掩埋，耙平時力求平整，以免較高處易滋生雜草。

3.覆蓋穀殼：插秧成活後田間保持湛水狀態，每公頃施用穀殼4～5噸，待穀殼吸收水分後下沉而覆蓋於田面，可抑制雜草種子發芽。

4.高溫法：水稻生育初期，施用未經腐熟醱酵細微粒子之植物性有機物質，利用微生物快速分解，消耗土壤中殘存的養氣，使雜草種子無法獲得足夠氧氣發芽，此法湛水不宜太深，配合陽光提高水溫以達到抑制雜草的效果。

5.繁殖滿江紅：水稻成活即施放滿江紅，每公頃50～100公斤，飄浮於水面且生長迅速，可達覆蓋及抑制雜草的效果。

6.放養鴨群：水稻移植後即開始飼養小鴨，待水稻達最高分蘖期時，將鴨群放養任其游走於田間，利用其活動造成田水混濁，導致雜草種子難以發芽，而達抑制雜草之效果。

7.人工除草：上述方法無法達到預期效果時，可藉由人力拔除，或使用桃園區農業改良場研發之插秧機附掛不鏽鋼除草鋼片，於插秧後10～15天除草。人工除草可將空氣帶入土壤中，對水稻的生長有正面的意義。

(九)病蟲害防治

水稻生育期間往往會有病蟲害的發生，水稻有機栽培不可使用化學農藥，如何有效降低病蟲害的發生，則有賴精湛的栽培管理技術。病蟲害的發生必須有致病蟲害之病原菌或害蟲源的存在，感病蟲的作物及誘發病蟲的環境，三者缺一則不發生病蟲害。再者，當病蟲害發生輕微時，不必急著進行防治，此即爲經濟危害的觀念。北部地區較常發生之病蟲害及其管理如下：

1.稻熱病：稻熱病菌感染水稻及產孢，需要有水膜及近飽和之相對濕度，而山區因霧氣重濕度高有利發病，因此採用抗病品種外，田區應儘量避免設置於山區。氮肥施用量宜適中，因氮肥施用過多會使抗病品種的抗病性降低而容易發生。稻殼及稻草經分解後會釋出矽酸化合物，施用矽酸爐渣及鉀肥可增強水稻組織之硬度，進而降低稻熱病的危害程度。

2.紋枯病：在稻田整地後，紋枯病菌常以菌核型態漂浮在水面或附著於雜物，隨風漂游至風尾田角，若能將該田角之漂浮物撈起，可降低紋枯病種源數量，而減輕其致病率。水稻生育期間避免過於茂盛或葉色過於濃綠，由於此種狀況較易罹患紋枯病，另灌排水應採取輪灌方式。

3.白葉枯病：此病由病原細菌所引

起，因強風豪雨造成葉片傷口，病菌則由此侵入，北部地區第二期作較易發生。主要危害葉片、葉鞘，侵入途徑爲傷口或自然開口，因此，晨露未乾前避免進入稻田，以減少人爲喘染病原菌。水稻白葉枯病之預防，除栽培抗病品種外，在水稻分蘗盛期至幼穗形成期，視稻株生長其氣候條件是否易發生此病，可每隔1～2週噴施拮抗微生物劑(枯草稈菌及放射菌300倍交替噴施)。

4.縱捲葉蟲及二化螟蟲：縱捲葉蟲之發生與氣候有密切關係，在水稻生育中候期，若遇高溫多雨，則有利於縱捲葉蟲之生存。若發現每平方公尺有一隻成蟲，可於成蟲出現後10天左右噴灑蘇力菌，隔7天再噴一次，可獲得良好之效果。就二化螟蟲而言，可使用二化螟蟲性費洛蒙偵測，若二化螟蛾出現高峰期後10天左右(卵孵化期)，且幼蟲尚未蛀入稻莖前，噴灑蘇力菌，若二化螟蟲已進入葉鞘或莖內，則無防治效果。

5.水象鼻蟲：成蟲於水稻秧苗期或移植初期危害其葉面，可用黑殭菌每公頃2公斤稀釋1000倍加以防治；幼蟲常發生於水稻生育初期，本田積水較深之處，所以整地時避免田區不平或灌水太深可有效預防，若發生時將積水較深處引導排出，並進行晒田至少10天，可減少幼蟲密度。

6.福壽螺：福壽螺遍佈於任何有水的地方，繁殖力非常旺盛，主要危害剛移植之水稻嫩株，如不加以防治將造成嚴重缺株。目前使用在水稻有機栽培的防治方法包括：a.於田區入水口裝置鐵絲網，以隔絕來自灌水溝之螺體，另於排水口平舖30公分的塑膠浪板，防止福壽螺逆水而上。b.檢拾螺體或摘除卵塊，亦可減少福壽螺的爲害。c.施用農試所利用無患子抽出液，研製開發成功之「益無螺」粒劑，每公頃10～15公斤，即可有效殺死福壽螺。

(十)灌排水管理

水稻生育期間灌排水管理技術，與水稻產量與品質有密切的關係，水稻依不同生育階段其管理方法有別。水稻在移植後，必須給予較長時間的湛水，第一期作持續時間約30～35天，第二期作約20～25天，灌水深度爲4～6公分。主要因第一期作插秧後低溫，第二期作插秧後高溫，湛水管理可以有效緩衝環境對水稻生育初期，所造成的不利影響，以及湛水可以造成土壤的還原狀態，土壤中無足夠的氧氣，可以抑制雜草種子的發芽，達到有效控制雜草的目的。

第一期作約插秧後30～35天，第二期作約20～25天，必須力行晒田，晒田是水稻有機栽培過程中相當重要的田間管理，因晒田可造成土壤中水分不足，促使水稻根系往下紮根，不僅可以有效預防水稻生育後期倒伏，更充分利用較深層的土壤養分，有利於水稻後期的生長。再者晒田可以造成水稻暫時無法吸收養分，而產生生育短暫停滯現象，有效抑制無效分蘗及植株抽高，並加強植株硬度，避免水稻生育後期倒伏。水稻有機栽培在長期湛水情況下，往往造成土壤過度還原，土壤中可能

累積有毒物質，不利於水稻生長，晒田則有利於氧化分解。

水稻幼穗形成期，是水稻一穗粒數及雄蕊與雌蕊分化形成最重要的時期，需要大量的水分及養分供應，才能確保一穗粒數及稔實率。抽穗期則因抽穗、開穎及授粉均需大量的水分及養分供應。上述兩個生育期，乃水稻全生育期間需水量最多之時期，一般均施以10公分左右之深水灌溉。而孕穗期則採行輪灌即可。

水稻齊穗後植株最上部三片葉子，爲主要進行光合作用合成碳水化合物之工廠，需仰賴充足的水分輸送轉存至穀粒，此期又稱灌漿期，仍應採用3～5公分之淺水灌溉至抽穗後約18天。然而當發現水稻齊穗後植株葉色仍過於濃綠時，不宜採行湛水管理，改採輪灌方式，可有效降低土壤中氮有效性，使水稻減緩對氮的吸收，藉以提升稻米食味品質，並可加強植株健壯，進而降低病蟲害的危害，可確保稻穀產量。

水稻抽穗後約18天開始進入黃熟期，上部葉仍繼續進行光合作用合成碳水化合物，此時仍不宜太早斷水，以免影響穀粒的充實導致不飽滿，應採用3～5公分之輪灌，直至收穫前5～7天才完全斷水，以避免心腹白的增加，影響稻米品質。

(十一)收穫與調製

水稻最適收割時期爲穀粒呈金黃色，穗的基部仍有2～3粒爲黃綠色時最適宜。如太早收割則青米率增加，稻穀容積重亦會降低；太晚收割則米粒容易胴裂，尤其是第二期作會顯著增加直鏈澱粉含量，影響食味品質。因此，水稻應適時收割。水稻收割後稻穀應立即進行乾燥，避免於高溫下堆積過久，同時乾燥機應專用，避免與一般慣行栽培法之稻穀混合使用。乾燥作業採三段式變溫乾燥較爲理想，即剛收穫之稻穀以55℃進行乾燥，待稻穀含水率降至20%時，以50℃繼續乾燥至稻穀含水率16 %時，再以45～47℃進行乾燥，直至稻穀含水率降至14～16 %爲止，如此可確保食味品質，及提高碾米之完整米率。

三、結　語

水稻有機栽培因具有土地永續經營、環境保護及廢棄物再循環利用之意義，然而水稻有機栽培生產成本較高，病蟲害防治亦較困難及消費市場開拓不易，爲目前推廣水稻有機栽培所遭遇之最大困難。有機米可憑藉其高品質、無污染等競爭優勢，並配合有機驗證機制，取得顧客信賴，同時把握未飽和的有機市場，加以宣傳並推展銷路，發揮其市場潛力，同時讓消費者了解食用有機米，不僅以食用安全衛生爲考量，更應以保護我們生活環境及提昇生活品質爲出發點，共同盡一分心力，因爲多生產一分有機農產品，則多出一塊淨土，這是我們的期望。 ■