

水稻土壤管理及施肥技術

文圖／賴文龍

前言

作物需肥量深受作物種類、品種、生理特性、氣候、土壤性質、土壤肥力情形、栽培管理及病蟲害發生情形等因素影響。因此，對作物合理施肥推薦用量，避免施用過量的肥料，致作物無法全部吸收，而污染環境及水源。肥料施用於水稻田中，三要素肥料之氮肥的有效性約 30~40%，磷肥約 5~20%，鉀肥約 20 ~ 40%，顯示大部肥料施用後造成揮發、淋失及固定沖蝕等損失，降低肥料效果。



增加稻作單位面積產量，施用適量的肥料為最佳方法之一，肥料效果深受到水稻品種，氣候、病蟲害及土壤肥力與特性等因素影響。由於，過去農民對水稻施肥，均依經驗法則來施用，所施用的肥料常常超過水稻生育期間養分吸收需要量，造成土壤酸化劣變，污染生態環境。要使肥料充分發揮增產及提升品質，依水稻生育期反應情形，適時、適量靈活調節施肥。配合水分管理，增加對土壤中養分有效性及肥料效果、降低損失等關係，合理化施肥與合理灌排水管理互相配合，才能發揮增產目標。

土壤管理

土壤酸鹼度對土壤中養分有效性之影響

土壤中之各要素養分有效性，在不同土壤酸鹼度下，變成大量溶出或不溶性被固定降低效果；因而，造成強酸性土壤中有些養分元素缺乏或過剩造成毒害等障礙。強酸性土壤中之磷被固定力增加，降低磷的有效性。酸性土壤中之鈣、鎂、硼易流失，而降低其有效性。硝化作用減低，致使銨離子濃度增加，降低作物對鉀、鈣、鎂等元素吸收，硝酸態氮降低作物對氮素吸收，降低土壤氮素的有效性。酸性土壤之微量元素錳、鐵、鋅、銅等要素溶性增加，易造成過剩對作物產生毒害，淋失過量反而會造成缺乏。



矽素為水稻必需要素，可使水稻莖葉強硬，抗倒伏和病蟲危害。矽酸能促使

水稻根部生長正常，提高對磷之吸收率，緩和氮肥過多之害。由於水稻對矽素需求高，可根據土壤肥力分析矽酸含量推薦施用矽酸爐渣用量，於整地前均勻撒施稻田表面，再行耕犁碎土混入土層中增加效益。一般酸性稻田土壤有效性矽酸含量較低，故於酸性稻田土壤施用矽酸爐渣(每公頃 1~3 噸用量)稻穀產量可獲 5-15%顯著增產；矽酸爐渣施後對後作亦有殘效，可停施 1-2 年後，根據土壤肥力測定結果再推薦施用量。



土壤有機質的地力維持

土壤有機質之來源來自植物、動物及微生物殘體經過土壤微生物分解及合成。由於本省位於高溫及多濕的環境下，土壤有機質分解快。本省約有 65%之土壤缺乏有機質，農民為增產而增加化學肥料用量，造成能源浪費，增加土壤病害發生及環境污染。因此，為使土壤有機質含量增加，必需施用有機質肥料或掩施農作物殘體，以提高土壤生產潛力。土壤有機質的功效甚多，如改善土壤團粒構造，促進通氣及排水，有機物質經土壤微生物分解礦化釋出養分提供作物營養所需。土壤有機物質可增加土壤緩衝能力，緩和土壤酸鹼度反應。土壤有機質可吸附及交換營養要素，提高土壤肥力，提供土壤微生物活動增加族群密度，減少土壤中有毒物質。

為解決土壤缺乏有機質，農田施用作物殘體、有機肥料等以增加土壤有機質含量，同時，亦可於冬季裡作休閒期間種植綠肥作物如苕子、埃及三葉草、油菜。減少耕作次數，儘量減少耕犁，減少土壤有機物質消耗，或栽培系統中採輪作制度栽培，有助增加土壤有機質含量。

稻作施肥管理

施肥量

水稻肥料用量受水稻品種的特性、栽植密度、土壤肥力、排水狀況、氣候、病蟲害、栽培管理及輪作制度等而決定肥料用量。水稻所需的養分大部分來自土壤，土壤中養分供給不足時或利用土壤肥力分析後，依土壤肥力及水稻生育期不同適時、適量施肥補足需求之肥料，有助於稻作正常生長。土壤中供給養分多時，則減少施肥量；土壤中供給養分量少時，應增加肥料施用量。所以必須了解土壤中肥力情形及提供水稻生育期養分吸收量，靈活調



節肥料用量。土壤中有機質含量或土壤氮素供給之效果，深受複雜環境及氣候因子影響，目前無法作為氮肥用量推薦，只能根據一般推薦量及氣候因素，利用肉眼觀察水稻葉色及葉姿靈活調整氮肥用量。磷鉀肥則利用土壤分析了解農田土壤磷、鉀含量多寡，來決定磷鉀肥的需要量。並依分析值分別區分為極低、低、中、高等四級，為向農民推薦磷鉀肥施用量之依據。

水稻生育時期對三要素肥料需要量各異，三要素肥料施於土壤後，部分水稻吸收外，另外亦造成部分損失程度不同。因此，依水稻生育期養分需求施用氮、磷、鉀三要素肥料補充。

氮肥

水稻對氮肥反應最敏感，施肥不當，影響水稻產量至鉅。缺氮時葉綠素含量低、葉變黃，秈稻可能呈現黃紅或褐色，葉狹小、分蘖少、植株矮小、生育不良、抽穗稍早、穗粒數減少、收量低。水稻生育初期氮肥過多，莖葉茂盛、葉色濃綠、無效分蘖數增多；抽穗期氮肥過多，莖葉軟弱易得稻熱病、青米多、米質低劣、品質降低。

水稻生育期各階段均可吸收氮素，各時期氮素吸收對稻穀的生產效率，以分蘖盛期及幼穗形成期，其對氮肥需求效果最大。分蘖盛期氮素充足與否，直接影響穗數。幼穗形成期則影響一穗粒數，稔實率、千粒重。因此，水稻栽培欲求高產，必須在分蘖盛期及幼穗形成期施足夠氮肥供給。

穗肥必須在幼穗長達 0.2 公分之日為中心二天內施用，若提前施肥則增加每穗粒數，降低稻穀稔實率，同遇到稻莖節間伸長時期，會使下部節間過長，易倒伏，降低稻穀產量。延後施肥時，因一穗粒數已決定，無法增加粒數，降低穗肥效果。穗肥施用量應視水稻當時葉色，葉片姿態，病蟲害發生情形，氣候狀況而定。葉色濃綠、葉片下垂、植株軟弱、病蟲害發生、陰雨日照不足等均不宜施用穗肥。因此，幼穗形成期前晒田使水稻葉色轉黃，葉片直立才能夠施用足夠氮肥，以達到增產效果。

水稻幼穗形成期前實施晒田，使土壤中多餘銨態氮氧化為硝酸態氮，再灌溉水後引起揮發。晒田期間水稻不再吸收多量氮素，開始貯藏澱粉，使葉片逐漸直立，葉色逐漸變淡轉黃綠色。晒田對水稻後期根部的健全有幫助，故晒田必須晒到表土面發生龜裂為止。

磷肥

農田經年大量施用過磷酸鈣之磷肥後，土壤中存有多量磷素，累積的磷素不易溶解。因此農民把磷肥施入土壤後，可溶性磷部分進入土壤溶液，部分被固定成為不穩性或穩定及不易交換的磷，使有效性磷轉為無效性，降低施用磷肥效果，且不易被作物吸收利用。

水稻缺乏磷時，分蘖數減少，葉狹窄而短，直立似劍形，葉色濃綠，老葉先端開始出現褐色斑點而死亡。磷在植物體移動容易，缺磷時在老葉出現缺磷徵

狀，植株生育受阻，根系發育不良，根數少呈赤褐色，成熟期延遲，穗短且多青米，死米、白米粒小，食味劣。

鉀肥

無機鉀肥如氯化鉀、硫酸鉀、硝酸鉀、硫酸鉀鎂等，鉀肥施用方法依土壤特性、作物別、栽培方式不同而異，可採條施、撒施、點施等方式。水稻用氯化鉀肥料採撒施於稻田表土層，鉀肥施入土中後，經溶解進入土壤溶液中，大部分鉀離子被土壤膠體直接吸附。作物根吸收土壤中的鉀離子後，會釋於出氫離子及有機酸，長期下來易造成土壤酸化。施用過量鉀肥時，造成鈣、鎂等陽離子減少吸收。

水稻缺鉀時，植株生長受阻而矮，葉片狹小，呈青綠色，稻株軟弱、稈細小、抗病蟲力弱、易倒伏或折斷。缺鉀由下葉開始而後逐漸往上葉移動，新葉呈暗綠色。根發育不良，呈根腐的症狀。無效分蘗數增加、提早抽穗、成熟、穗短、死米、腹白米多、品質不良、食味差。

矽肥

矽素為水稻必需要素，使水稻莖稈、葉片強硬，抗倒伏、抗病蟲害，防止爛根，使水稻根部生長正常，提高磷素之吸收率及緩和氮肥過多之害。矽酸爐渣的主要成份為氧化矽、氧化鈣、氧化鎂等，矽酸爐渣施用後至第二年仍有殘效之效果。

水稻缺矽素時，生長衰退，葉色淡，葉先端之葉脈間呈淡黃色條紋，而後褐變，葉部捲起成螺絲狀，延遲抽穗，呈白穗，畸形穀粒，稔實障害，莖葉軟弱，易倒伏，易罹稻熱病。



施肥法

基肥

氮肥施用於稻田表面後，易因土壤性質不同而異，造成脫氮作用損失或流失。因此，基肥施用於耕耘機第二次碎土整地前把肥料施下，混入表土0~12公分土層中才能減少損失。

磷肥施用於稻田土壤中，不易流失。水稻生育初期對磷肥吸收量較多，磷素

效率出現約在插秧後 15 天左右，因此，磷肥全量於基肥施用。

追肥

氮肥施用次數依稻田的保肥力而定，一般稻田的追肥施用次以 2~3 次(包括穗肥)。

鉀肥在土壤中移動性或固定性及損失量介於氮磷之間，施用次數分 2~4 次，一般著重於分蘖盛期施用。

氮肥施用時期與水稻生育之關係

生育期	施肥時期		備註
插秧前	施用基肥		於耕耘機第二次碎土前把肥料均勻撒施，混入 0~12 公分土層中。
分蘖初期	插秧後	一期 15 天 二期 10 天	施第一次追肥。
分蘖盛期	插秧後	一期 30 天 二期 20 天	氮肥用量調節，若分蘖少，葉色淡綠時用量增加，分蘖多葉片下垂，葉色深綠時應減少用量。 施第二次追肥
有效分蘖終止期	插秧後	一期 35~40 天 二期 25~30 天	分蘖數已足，開始間歇灌水，停止施肥。

臺農 67 號爲例)	北部	100~120	90~110	120，中南東部一、二期作各 160~190 及 150~180 公斤/公頃。 2.水田直播用量比照一般栽培增加 10~20%。 3.中南東部一期作強酸性土壤減施 20 公斤/公頃，石灰性土壤增加 20~40 公斤/公頃。
秈稻(以臺中秈 10 號爲例)	中南東部	130~150	100~120	
註：1. 較易倒伏之梗稻，早熟稻及圓型糯稻，比照一般梗稻減施 10~20%。 2. 長粒型糯稻推薦量與秈稻同。 3. 生產良質米時，氮素用量應較原推薦量酌減 10~15%。				

2.磷酐推薦量(公斤/公頃)

根據土壤肥力分析結果磷酐推薦如下表

土壤有效性磷(p) (白雷氏第一法)		磷酐推薦量(公斤/公頃)	
含量(ppm)	等級	一期作	二期作
0~1.6	極低	70~80	50~60
1.7~5.0	低	60~70	40~50
5.1~12.0	中	40~60	30~40
12.1~30.0	高	20~40	0~30
大於 30.0	極高	0~30	0~20

3.氧化鉀推薦量(公斤/公頃)

根據土壤分析結果氧化鉀推薦如下表

土壤有效性鉀 (K)(孟立克氏法)		氧化鉀推薦量(公斤/公頃)		備註
含量 (ppm)	等級	一期作	二期作	
0~15	極低	60~70	80~90	*排水不良土壤按推薦量每公頃增加氧化鉀(K ₂ O) 30 公斤。
16~30	低	50~60	60~80	**新竹及臺北地區砂頁岩沖積土和紅壤其「中」及「高」改爲「中」
**31~50	中	30~50	40~60	30~70ppm，「高」大於 70ppm。
**大於 50	高	0~30	0~40	

4.矽酸爐渣推薦量(公斤/公頃)

根據土壤肥力分析結果矽酸爐渣推薦如下表

土壤有效氧化矽含量(ppm)	矽酸爐渣推薦量(公斤/公頃)
<40	3000
40~90	1500~2000

肥料分配率(%)

施肥時期 肥料別	基肥	第一次追肥 一期插秧後 15 天 二期插秧後 10 天	第二次追肥 一期插秧後 30 天 二期插秧後 20 天	穗肥 (幼穗形成期)
氮肥	25	20	30	25
	*45—50	—	30	25—20
磷肥	100	—	—	—
鉀肥	—	40	60	—
矽肥	100	—	—	—

*細質地(粘質或坩質壤土)氮素施肥法

基肥施用於第二次耕耘前撒施，肥料混入表土 12 公分內土層中。

矽酸爐渣應於第一次碎土前全量施下。

早熟稻品種應著重基肥及早期追肥。

掩施綠肥作物殘體(每 10 公噸鮮草量)，應扣除氮肥用量約 20~30 公斤/公頃。

※掩施綠肥之水稻田氮肥施肥方法：

基肥 45%，第一次追肥 20%，第二次追肥 10%，穗肥 25%於幼穗形成期，穗長 0.2 公分前後二日內施穗肥。

穗肥施用量應視水稻葉色、葉片態勢、病蟲害發生情形及氣候因素等決定。

結語

稻米為國人傳統的糧食，過去稻穀生產以單位面積之增產，目前已完成階段性目標。加入 WTO 後，稻作耕種面積調降至 30 萬公頃生產，將以品質提升為要件，生產良質米或有機米，符合市場消費者需求。水稻栽培以推薦良質米品種、增施有機肥料、種植綠肥，掩施農作物殘體、深耕、施用矽酸爐渣等改善土壤理化性、生物性等措施。培育農田地力，依土壤肥力、質地、氣候、病蟲害等發生情形及水稻生育情形酌量增減肥料量，適時、適量提供水稻生育、生產品質佳稻米。