

水稻土壤與施肥管理技術

賴文龍、郭雅紋、曾宥絃、陳鴻堂

水稻需肥量深受品種、生理特性、氣候、土壤性質、土壤肥力、栽培管理及病蟲害發生情形等因素影響。因此，水稻合理施肥推薦用量，在於避免過度的施用肥料致水稻無法全部吸收，而污染生態環境及水源。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%，顯示大部分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。

適量的施用肥料為增加稻作單位面積產量最佳方法之一，肥料效果深受水稻品種、當地氣候、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，依經驗法則以單質肥料或複合肥料計量，用量常常超過水稻生育期間三要素養分需求量，造成稻株生長旺盛、病蟲密度增高、稻株倒伏而影響稻穀成熟及增加無效分蘗數致抽穗不齊、穀粒不充實、米質差。為使肥料充分發揮增產及提升品質，應依水稻生育期情形及土壤肥力狀況，選擇合適肥料種類，適時、適量靈活調節施肥。另，配合水分管理，避免深水狀態施肥，而使肥料滲漏流失，應以淺水狀態施肥，增加肥料有效性，總之，合理化施肥與合理灌排水管理互相配合，才能達到水稻增產的目標。



▲肥料放於入水口，易造成用肥過度及肥傷



▲肥料隨灌溉水引流至田裡易導致肥料流失



▲深水時施肥，易造成隨水分滲漏流失



▲過量施肥將造成抽穗不齊

如何提高土壤中養分有效性

強酸性土壤中之磷易被固定呈無效磷化合物，而降低磷的有效性；硝酸態氮型肥料則不適用於浸水農田，因施用後不易被土壤吸附，及在厭氣環境下會發生脫氮作用致肥效降低。

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。水稻根部生長正常，可提高對磷之吸收率及緩和氮肥過多之害。酸性稻田土壤由於有效性矽酸含量較低，水稻對矽素需求量相對較高，故酸性稻田施用矽酸質肥料(每公頃1～3噸)可使稻穀產量增產5～15%。

土壤有機質的地力維持

為增加土壤有機質含量，必須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，促進透氣及排水，且有機物質經土壤微生物分解礦化後，可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。土壤有機質尚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及增加族群密度，減少土壤中有毒物質。

農田施用有機質肥料等以增加土壤有機質含量，亦可於第二期作水稻收穫後(裡作休閒期間)種植苕子、埃及三葉草、油菜等綠肥作物，於盛花期(營養養分最豐富時期)掩施入土壤中以發酵釋出肥分，可提供下一期水稻生育之養分，且有助於增加土壤有機質含量。



▲稻草置於田間堆肥化後再掩施於土壤中



▲稻草收集後可製作堆肥



▲燃燒稻草將污染空氣品質



▲稻草燃燒後只增加鉀肥，對水稻所需肥分助益不大

稻作施肥管理

水稻所需的養分大部分來自土壤，土壤中養分供給應依土壤肥力及水稻生育期適時、適量調整。土壤中有機質含量或土壤氮素供給之效果，深受環境及氣候因子影響，目前僅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。磷鉀肥則可利用土壤分析瞭解農田土壤磷、鉀含量多寡，來決定磷鉀肥的需要量；依分析數值區分為極低、低、中、高等四級，做為推薦磷鉀肥用量之依據。

氮肥

水稻對氮肥反應最敏感，施肥不當，則影響水稻產量至鉅。水稻生育初期氮肥過多，常致使莖葉茂盛、葉色濃綠、無效分蘗數增多；孕穗期氮肥過多，則莖葉軟弱易倒伏、抽穗不齊、米質差。

水稻生育各期均可吸收氮素，以分蘗盛期及幼穗形成期，對氮肥需求最大，分蘗盛期氮素充足與否，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，欲求水稻高產，必須在分蘗盛期及幼穗形成期供給足夠氮肥。

穗肥必須在幼穗長達0.2公分之日起2天內施用，若提前施氮肥則增加每穗粒數，降低稻穀稔實率，如遇到稻莖節間伸長時期，則會使下部節間過長而軟弱倒伏，稻穀產量降低，米質差。延後施肥時，因一穗粒數已決定，無法增加粒數，穗肥效果降低。稻株葉色濃綠、葉片下垂、植株軟弱、病蟲害發生時、陰雨日照不足等環境均不宜施用穗肥；因此，幼穗形成期前徹底晒田，才能使水稻葉色轉黃，葉片直立方能夠施用足夠氮肥，以達到增產效果。

水稻幼穗形成期前實施曬田，必須曬到表土發生龜裂為止，此舉可使土壤中多餘銨態氮氧化為硝酸態氮，由於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，有利於水稻後期根部的健全發育。



▲水稻成熟期之生長情形



▲倒伏後穗上穀粒易發芽，米質變差



▲稻株倒伏後易受病蟲危害而枯死



▲過量施肥致植株軟弱倒伏

磷肥

農田經年大量施用過磷酸鈣或含磷複合肥料後，僅水溶性磷進入土壤溶液供水稻吸收，另部分被固定成為難溶解的磷化合物，使有效性磷轉為無效性磷，不易被水稻吸收利用。

水稻缺乏磷時，則分蘖數減少，植株生育受阻，根系發育不良，根數少，成熟期延遲，穗短且青米粒多，白米粒小，食味劣。



▲追肥如含有磷肥，田面易產生青苔



▲撒施磷肥於田面易生青苔(左)；磷肥施用後翻入土壤中之田面(右)



▲撒施磷肥於田面易產生青苔



▲青苔覆蓋田面，遮蔽水稻生長，造成缺株

鉀肥

撒施氯化鉀肥料於稻田表土層，鉀肥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；施用過量鉀肥時，則造成鈣、鎂等陽離子減少吸收。

如何選合乎水稻生育所需之肥料種類及施肥時期

水稻生育期所需肥料以硫酸銨、尿素、過磷酸鈣、氯化鉀及1、5、39及43號複合肥料等肥料為主。施肥時以撒施，稻田保持淺水狀態，並於曬乾2～3天再行灌淺水；深水施肥易使肥料肥分隨田水滲漏入土壤中而流失，降低肥效。

基肥

以硫酸銨或尿素、過磷酸鈣或39號複合肥料等肥料為主。氮肥施用於稻田表面後，因土壤性質不同而造成脫氮作用損失或流失。因此，基肥施用時期為曳引機行第2次碎土整地前保持淺水狀態，撒施硫酸銨混合過磷酸鈣或單施39號複合肥料等；如選擇混合尿素與過磷酸鈣做為基肥時，應分開施用並混入0～12公分土層中才能減少潮解損失。

水稻生育初期對磷肥吸收量較多，磷素效率約出現在插秧後15天左右，促進水稻秧苗提早分蘖，增加水稻有效分蘖數，因此，磷肥全量應於基肥施用。



▲裝填肥料至動力施肥機



▲利用施肥機於第2次整地前淺水狀態施基肥

追肥

第1及第2次追肥以硫酸銨或尿素及氯化鉀或1、5號複合肥料等肥料為主，穗肥則以硫酸銨為主或施以1、5號複合肥料。氮肥施用次數依稻田土壤的保肥力而定，一般稻田的追肥施用次以2～3次(包括穗肥)；氮肥一般著重於分蘗盛期及幼穗形成期之施用，鉀肥施用次數則配合氮肥分1～2次。



▲人工撒施肥料



▲以施肥機撒施肥料

水稻三要素用量 (作物施肥手冊 2005，中華肥料協會編印)

1. 水稻三要素推薦施用量(公斤/分地)

期　作　別	氮　素	磷　酐 *	氧化鉀 *
一　期　作	14	6	5
二　期　作	12	5	6

* 土壤未做分析者，磷、鉀肥推薦量依中級推薦量；已做分析者則依分析值推薦磷、鉀肥用量。

2. 水稻施用時期及分配率(%)

肥料別	基 肥	第 1 次追肥 插秧後 I 期 15 天 / II 期 10 天	第 2 次追肥 插秧後 I 期 30 天 / II 期 20 天	穗 肥 (幼穗形成期)
氮 肥	25	20	30	25
磷 肥	100	—	—	—
鉀 肥	—	40	60	—

3. 水稻施肥時期之三要素用量及單質肥料用量(公斤/分地)

期作	要 素 別	總量	基肥	第 1 次追肥 插秧後 I 期 15 天 / II 期 10 天	第 2 次追肥 插秧後 I 期 30 天 / II 期 20 天	穗 肥 (幼穗形成期)
一期作	氮 素 (N)	14	3.5	2.8	4.2	3.5
	硫酸銨	66.7	16.7	13.3	20	16.7
	磷 酐 (P_2O_5)	6	6	—	—	—
	過磷酸鈣	33.3	33.3	—	—	—
	氧化鉀 (K_2O)	5	—	2	3	—
	氯化鉀	8.3	—	3.3	5.0	—
二期作	氮 素 (N)	12	3	2.4	3.6	3
	硫酸銨	57.1	14.3	11.4	17.1	14.3
	磷 酐 (P_2O_5)	5	5	—	—	—
	過磷酸鈣	27.8	27.8	—	—	—
	氧化鉀 (K_2O)	6	—	2.4	3.6	—
	氯化鉀	10.0	—	4.0	6.0	—

複合肥料之使用

基肥一般以硫酸銨及過磷酸鈣等肥料混合後施用，但為節省肥料拌合及運送之勞力，可使用含高磷之39號複合肥料(12-18-12%)為基肥，以提供水稻所需要的全部磷肥及部分氮、鉀肥。追肥用硫酸銨或尿素混合氯化鉀等肥料為主；或使用含高氮之1號(20-5-10%) 或5號(16-8-12%)複合肥料施用。



▲撒施複合肥料均勻分佈於田面



▲以施肥機施用39號複肥做為基肥

水稻施複合肥料用量(公斤/分地)

肥料別	期作	基肥	第1次追肥 插秧後Ⅰ期15天 /Ⅱ期10天	第2次追肥 插秧後Ⅰ期30天 /Ⅱ期20天	穗　肥 (幼穗形成期)
複合肥料1號	一期	—	—	21.0	17.5
	二期	—	—	18.0	15.0
複合肥料5號	一期	—	17.5	—	—
	二期	—	15.0	—	—
複合肥料39號	一期	33.3	—	—	—
	二期	27.8	—	—	—

常用於水田之肥料



▲硫酸銨(N 21%)



▲尿素(N 46%)



▲過磷酸鈣(P_2O_5 18%)



▲氯化鉀(K_2O 60%)



▲鋅磷基複合肥料1號(N-P_2O_5-K_2O=20-5-10%)



▲鋅磷基複合肥料5號(N-P_2O_5-K_2O=16-8-12%)



▲鋅磷基複合肥料39號(N-P_2O_5-K_2O=12-18-12%)



▲鋅磷基複合肥料43號(N-P_2O_5-K_2O-gO=15-15-15-4%)



▲鋅磷基複合肥料142號(N-P_2O_5-K_2O=23-6-10-3%)



▲有機質複合肥料39號(N-P_2O_5-K_2O=12-18-12-40%)

不可用於水田之肥料



▲硝磷基特1號複合肥料(N-P_2O_5-K_2O=20-5-10%)



▲硝磷基特5號複合肥料(N-P_2O_5-K_2O=16-8-12%)



▲硝磷基特42號複合肥料(N-P_2O_5-K_2O-MgO=23-5-5-3%)



▲硝磷基特43號複合肥料(N-P_2O_5-K_2O-MgO=15-15-15-4%)