

作物合理化施肥理念

陳榮五、邱禮弘、陳鴻堂、賴文龍、蔡宜峰、白桂芳

多施用化學肥料對農作物的品質及產量無助益。正當施肥方法必須將肥料埋入土壤中以利農作物根部吸收。撒施於土壤表面雖然省工，但氮肥容易在空氣中揮發流失，過磷酸鈣易被固定不能被吸收，鉀肥不能完全吸收；如遇下雨，則 90 % 以上的肥料將流失，造成極大的浪費。

前言

合理的施用肥料是確保作物在適地適種及完好的植物保護技術下，仍能夠增加品質及產量的重要措施。根據「台灣農產品生產成本調查報告」資料顯示(表一)，台灣地區農田單位面積的肥料使用量偏高，如能落實合理化施肥措施，將可有效節省化學肥料施用量的 30 % 以上。而合理化施肥就是依據作物的生長習性，配合土壤條件及肥料特性來調節不同種類肥料的施用量；如此才可有效節省農田肥料施用量，且可避免過量施肥所造成土壤酸化、鹽化及水源環境污染，對農作物的品質及產量毫無助益，而且又增加施肥成本。

植物營養與需肥診斷

作物的完整生長需自環境中攝取足量的必需營養元素，這些元素被公認的有 16 種，包括碳(C)、氫(H)、氧(O)、氮(N)、磷(P)、鉀(K)、硫(S)、鈣(Ca)、鎂(Mg)、鐵(Fe)、錳(Mn)、鋅(Zn)、銅(Cu)、硼(B)、鉬(Mo)、氯(Cl)等，以供作物正常生長。

這些必要元素的吸收型態，以碳、氫、氧係吸收自水(H₂O)及空氣中的二氧化碳(CO₂)與氧(O₂)，其餘 13 種必需元素則大部分由作物根部自土壤中以無機離子或分子的化學型態吸收。而土壤中這些營養元素的來源，大部分由土壤礦物風化或土壤中的有機物礦質化而來，雖然作物的生長發育所需的養分元素多寡不同，但其在作物體內的作用及重要性卻是相同，當任何其中一種要素缺乏時，作物就無法正常生長，並呈現典型缺乏徵狀，則必須靠人為施肥來補充土壤不足的供給量。相反的，當某一要素過多時，也可能產生對作物毒害徵狀或引起其他要素的缺乏。作物的營養元素是否充足，缺乏或過多，部份可藉由目視診斷，但藉由農田土壤肥力分析及作物營養診斷系統，將可準確判定作物的營養需求，因此本場長久以來即免費提供協助轄區農友自行送驗樣品的診斷分析服務。

合理化施肥原則

作物的生長過程所吸收必需養分是否充足，是受到最少養分所限制，因此若不補充作物所缺乏要素，即使其他的要素均已供給量充足，作物也無法發揮其生長效果。所以施用肥料時要先判斷土壤中是那一種要素最缺乏，針對最缺的要素施肥才能得到改善效果。

另一個施肥上必須考慮的因素，為施肥對作物產量的增加效果，因受報酬漸減率影響，當土壤中缺乏某種要素而施肥時，作物生長量必然隨著施肥量之增加而增加，但單位施肥量所能增加作物產量卻是隨施肥量之逐漸增加而逐漸減少，甚至施肥量增加到某一程度後產量就不再增加，甚至減產。品質與施肥量也有類似關係。因此如何以最經濟的施肥量來創造最佳的品質及產量，是合理化施肥的最高原則。

土壤供給作物吸收的要素中，以氮、磷及鉀三種要素因作物需求高，且土壤中常無法充分供給，故需要以肥料補充，就是一般所稱的三要素。而作物吸收量僅次於三要素者，有鈣、鎂及硫，一般稱之為次量要素。而其餘之要素因植物需求量極微，故稱為微量元素，一般土壤中含量已足夠供應作物所需，通常只在作物生長呈現缺乏症狀時，才做微量元素的施肥。反之，若作物並無微量元素缺乏之症狀，則不必刻意以施肥來補充之。

農田土壤質地

一般肥料在土壤中的移動及擴散，以氮素最快，鉀素次之，而磷素則不易移動。而土壤質地細，也就是較粘重時，因土壤孔隙小，土壤表面積大及吸附力強，所施肥料之移動較在砂質土慢，故肥料在細質地土壤肥效緩慢，相對的流失量亦較少，一次施多量之肥料不易造成肥害。反之，肥料在砂質土壤之肥效較速，而流失量也較多，一次之施肥量稍高則容易造成肥害，故氮、鉀肥應依據土壤質地的不同，採用不同的分施方法，也就是基肥施用量在砂質土壤應少於粘質土壤，且施肥位置應較粘質土壤遠離種植穴，同時施肥次數及施肥量應酌量的增加。磷肥在土壤中因易被土壤固定而不易移動，故磷肥若施於土壤表面時則不易被根部吸收。因此，磷肥在旱田應以條施方式施入土壤中的適當位置，而一般水田則應以全量當基肥，於水稻插秧前水田進行第二次整地耙平前施用，並使其與土壤完全混合。銨態氮肥施於旱田土壤表面，極易揮散損失，台中地區以彰化縣分佈最廣之石灰性粘板岩沖積土鹼性土壤尤其嚴重，故應於條施後，充分以土壤覆蓋為佳。在水田則採用深層施肥，以降低銨態氮肥在土壤表面的量，將銨態氮肥施入土壤深處的還原層，不但有防止銨態氮轉變為硝酸態氮後之脫氮損失，並可減少硝酸態氮受淋洗而損失。而硝酸態氮淋洗不但損失氮肥，而且可能影響地下水品質；當地下水的硝酸態氮濃度大於 10 ppm 時，就不適宜供作飲用水，因此施肥不當將會造成環境的污染。

採階段性施肥

作物的不同生育階段有其生理指標意義，其需肥的種類及吸收量也自然不同。以長期作物果樹而言，其營養生長期間著重三要素的均衡配置，而以氮肥多寡來控制結果枝的形成；一旦進入生殖生長階段，則依果實的生長發育曲線來配置三要素的比例，並以氮及鉀肥來調控果實肥大及結果枝的再抽長。而採用土壤灌注液肥及葉面噴施液肥是掌

握適時提供作物不同生育階段需肥的利器。

酸性土壤之需肥及改良

土壤的反應分為酸性、中性、鹼性，並以 pH 值來表示。pH 值 7 以下為酸性，而 7 以上則為鹼性，而作物對土壤酸鹼性的耐性有很大的差異。如水稻、茶及鳳梨是耐酸作物，但幾乎所有的蔬菜作物，尤其是甘蔗、白菜、菠菜、芹菜等和一般豆科作物等均不耐酸，而玉米及果樹則居中。不耐酸之作物在酸性土壤下生長，極易受到抑制，必須以石灰資材來調整酸度，使土壤中 pH 值達 6.0 以上，則不耐酸之作物才能正常生長。

肥料施入土壤後，受到土壤酸鹼度的影響而產生不同的肥效，包括氮肥的硝化作用，磷、鉀肥及微量元素的溶解與固定作用均與土壤反應有密切的關係。因硝化作用的進行以中性反應最適宜，過酸與過鹼的土壤反應均會阻礙硝化作用的進行，因而妨礙氮肥之肥效。酸性土壤中，鐵、鋁之活性強，磷素易被固定為不溶性之磷酸鋁及磷酸鐵，而降低磷肥的有效性。土壤過酸時，施用石灰資材以提高土壤的 pH 值，一般 pH 值達到 6.0 以上時，就應停止石灰資材之使用，pH 值在 6.0-6.5 間時，土壤中之各種養分的有效性均較高。反之，若 pH 值調整過高時，土壤中的微量元素之溶解度會降低，容易產生作物缺乏症狀。而石灰資材的使用量以石灰石粉(碳酸鈣)為例，每年每公頃用量應在 3,000 公斤以內，並應在短期作物種植前，或長期作物整枝休眠期施用為宜，而且石灰資材施用後應與土壤充分混合。

石灰資材中有一種是煉鋼廠的副產物，稱為矽酸爐渣，其成分中含有矽(Si)；矽雖非作物的必要元素，但因有資料顯示，植物細胞壁若含有適當的矽酸，可增強水稻對病蟲害的抵抗力及防止水稻倒伏等效果，故日本是將矽列為必要養分。因此，酸性土壤稻田在選擇石灰資材時，應可考慮使用矽酸爐渣，不但可中和土壤酸性且可供給水稻適量的矽酸。目前矽酸爐渣已被使用製成 SH 土壤改良劑，且已商品化。

微量元素之補充及毒害

一般土壤中所含的微量元素，已是足以供給作物生長所需要的量，因此不一定要追施微量元素肥料。而應於作物生長呈現微量元素缺乏症狀，或根據土壤及葉片分析值，已可判定作物是缺乏微量元素時，方可施用該微量元素肥料。若微量元素施用超過作物需要量，可能會發生毒害及污染土壤，尤其銅及鋅一方面是作物必要元素，同時亦是重金屬，實值得注意此施用上的安全性。

有機質肥料及綠肥之利用

有機肥料的施用，在化學肥料尚未被大量使用的年代，一直是農民補充土壤養分供給作物吸收的主要資材。傳統之有機肥料以堆肥及廐肥為主，因其所含的養分不高，通常是以改善土壤物理性或以維持地力為主。近年內由於農畜產廢棄物之種類及量的大增，相對的利用這些材料所生產的有機質肥料的種類與量也與日俱增，其中甚多有機肥含三要素成分高且礦化率高，故應考慮施用後其所能釋出之三要素養分量，並應酌減該化學肥料要素的用量。另外值得推薦大量使用的一種有機肥料，就是希望農民多利用農田休閒期種植綠肥，如夏季栽培田菁、太陽麻、大豆類(如青皮豆)，冬季栽培埃及三葉草、苕子或蕎麥等綠肥作物，亦可直接提供後續作物之養分供應及增加土壤的有機質含量；或配合農政單位的推廣施用微生物肥料，如溶磷菌及菌根菌等有益微生物肥料，以提高土壤磷素的有效性及增進植物根系的養分吸收效率。但無論是施用有機質肥料或種植綠肥作物，其對土壤的理化性改良效果，必須藉由充分與土壤中耕掩埋，才能達到百分之百的肥效，以降低對化學肥料施用的依賴程度。

表一、主要作物合理施肥推薦量及農友慣用量之比較一覽表

作物種類	施肥法	氮(N)	磷鉀(P ₂ O ₅)	氧化鉀(K ₂ O)
		公斤/公頃/年		
水稻	合理施肥量	230	90	120
	農友慣用量	380 (165%)	140 (156%)	220 (183%)
落花生	合理施肥量	60	106	120
	農友慣用量	459 (765%)	122 (115%)	175 (146%)
甘藍	合理施肥量	275	80	150
	農友慣用量	455 (165%)	170 (213%)	276 (184%)
柑桔	合理施肥量	185	98	141
	農友慣用量	405 (219%)	233 (238%)	362 (257%)
梨	合理施肥量	250	170	250
	農友慣用量	412 (165%)	260 (153%)	402 (161%)
葡萄	合理施肥量	260	225	225
	農友慣用量	396 (152%)	468 (208%)	774 (344%)
番石榴	合理施肥量	400	240	400
	農友慣用量	447 (112%)	474 (198%)	750 (188%)

註：1. 水稻施肥量由台中場統計中部地區之施肥平均值。
2. 合理施肥量採計自「作物施肥手冊」之推薦量的平均值；惟梨部份是採用梨 TGAP 之推薦用量。
3. 農友慣用量係取自農糧署編印之「台灣農產品生產成本調查報告」93-95 年之三年平均值。上述肥料施用量皆採計所施之化學肥料，並不含有機資材之施用量。
4. 括弧內之數值表示農友慣用量為合理施肥量的百分比。