認識飼料玉米之土壤與肥培管理技術(上)

農試所農化組　譚增偉 郭鴻裕 江志峰 葉明智

一、前言

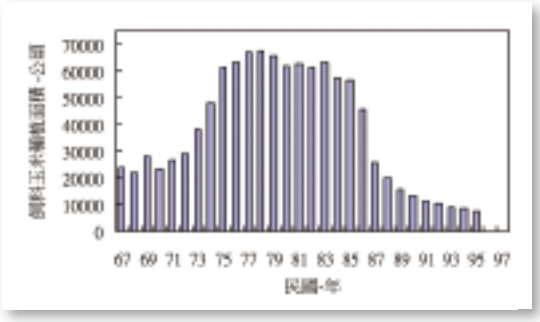
全球糧食危機頻傳，且糧價高漲，台灣目前雖不致缺糧，但為因應長期需求，農委會提出六大方案鼓勵糧食增產，包括：提高稻穀收購價格、大幅調降休耕給付、每年最多增加2萬公頃稻田和增產10萬公噸糙米、還要試種小麥、年增產3萬公頃飼料玉米。

回顧過去，政府曾於民國73年推行稻田轉作政策，鼓勵農民轉作飼料玉米、高粱以紓解稻米生產過剩壓力，以致飼料玉米的栽培面積急速增加，民國78年曾達67,345公頃，總產量達37萬6千多公噸；後因政府為因應加入世界貿易組織，須降低國內農業補貼等相關規範，遂推行水旱田利用調整計畫，民國87年又嚴格限制稻米轉作補貼，飼料玉米的栽培面積逐年遞減，至民國95年僅餘7,361公頃，總產量降為37,358公噸，今自給率不及其作為台灣主要飼料原料年需要量450萬公噸的1%，其餘均仰賴進口，花費外匯至鉅(圖一)。政府為提高玉米自給率，訂有保證價格收購，鼓勵農友栽培。在進口成本12元(97年7月1日到港口價格)與國內生產成本相近之際，玉米是目前復耕或轉作的理想作物。目前飼料玉米以嘉義和台南為主要產區，占90%以上。

作　　者：譚助理研究員增偉
連絡電話：04-23302301-408

二、土壤

玉米對土壤的基本要求為維持支持力、保水度與根系發展。不宜種植於保水力極差的砂質土、極淺層或石礫土，以及不利根系發育的黏重土壤及排水不良水田外，其它任何土壤均可栽培。雖然台農351號與台農1號玉米之耐酸性頗強，如能就強酸性土壤(pH值5.0以下)，每公頃施用矽酸爐渣3噸或石灰石粉2~3噸，於播種前二星期全面混入土中，以改良土壤酸鹼度在6.5左右，可增進土壤中各元素的有效性。玉米又為辨識多種營養元素缺乏症狀之良好指標作物；氮磷鉀鎂鋅五大元素，前三者要足夠，後二元不可少，任何一種出現缺乏症狀就不易有高產量，此為高產之基本要求。



圖一、台灣歷年來飼料玉米栽種面積。

今以台南縣佳里鎮與西港鄉之土壤特性為例，該地區土壤質地分佈多屬砂質壤土與壤土，合計佔95%，其他為坋質壤土佔5%，幾乎不見更粘的土壤如砂質粘壤土、粘質壤土或坋質粘壤土；又土層深厚，剖面中無質地突變情形，土層中有效水分供應充足；雖土壤pH範圍分佈廣，從強酸性至強鹼性(pH最低4.2最高8.2)，並可伴有鎂、鋅的問題，但這些問題都容易解決。有機質含量雖不高(佳里鎮0.87~2.67%，西港鄉0.7~2%屬偏低)，卻易顯現施氮肥的效果，故為栽種玉米頗適合的地區。相關之土壤特性與肥力表徵，均可由進入本所農化組網頁查詢；通常土壤肥力的相關分析並不需要每期作或每年送樣檢測，網頁的土壤資訊已可提供並解決大部分土壤肥力與作物營養問題。

三、肥料三要素及鎂鋅推薦用量

氮、磷、鉀三要素是玉米生長時的重要補充養分。磷的需要性與缺磷症在幼株特別顯著，在生育初期幼株所需磷量比成熟的植株要來得多，當土壤能充分供應幼株所需磷量，則很少發生缺磷症，但若幼株表現嚴重缺磷時，很少有機會能克服缺磷而正常生長者，並且此症狀將延續至成熟。缺鉀症有時反應在玉米穗上，使穗軸變小變形且先端子實無法生長而成錐形(圖二)，已形成之籽粒亦成熟不足，澱粉多而蛋白質少。土壤在酸化過程中如施氮肥之酸化，鎂較易流失，致酸性土壤特別在質地較粗的土壤，土壤中置換性鎂量少，易發生缺鎂症；土壤中置換性鎂量雖多，但鉀含量多時，亦會發生缺鎂，因鉀能抑制鎂之吸收。土壤缺鎂，視嚴重程度，施用硫酸鎂有時可達25-50%增產效果。缺鋅可以發生於相當範圍的土壤質地及土壤pH值，但它通常在砂質壤土或石灰質土壤被發現。

(一)肥料需求基準

收量6.5噸/公頃之玉米植株三要素吸收量為N、P_2O_5、K_2O各120、45、100~120公斤/公頃；一般旱田土壤氮肥之利用率為30%、磷肥最低為25%、鉀肥較高可達45%以上。今以佳里鎮營頂里北邊之坋質壤土為例，其有效性磷23 ppm、鉀58 ppm，則肥料三要素每公頃需求估計如下：

1.氮：(120 (植株吸收量)－65 (土壤、灌溉水及雨水供給量)) ÷ 0.3 (氮肥利用率) = 180公斤

2.磷：土壤中磷酐有效供給量 = 23ppm×2.5×2.29×0.25 (磷利用率) = 33公斤

磷酐需要量=(45(植株吸收量)－33(土壤有效供給量))÷ 0.25(磷肥利用率) = 50公斤

3.鉀：土壤中氧化鉀有效供給量=58ppm×2.5×1.2×0.45 (鉀利用率) = 78公斤

氧化鉀需要量=(110 (植株吸收量)－78 (土壤有效供給量)) ÷ 0.45 (磷肥利用率) = 70公斤

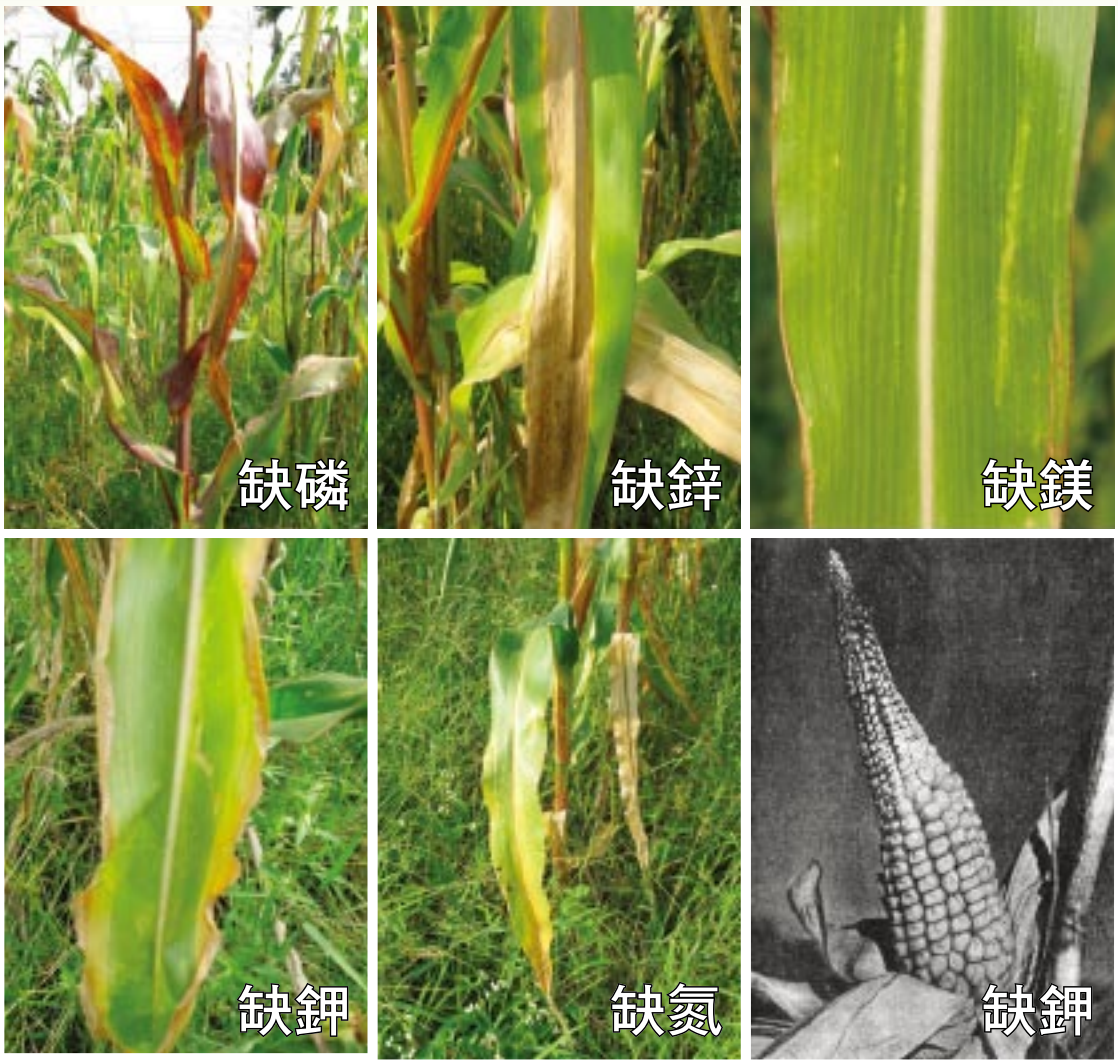
(二)氮素

以玉米收量6.5噸/公頃為基準，各預期產量之氮素推薦量如表一。一般每公頃施用量為150~200公斤，可視生產潛力調節之。又不整地栽培者因氮肥的揮失、固定等較多，而土壤氮的礦化供應卻減少，每公頃氮推薦量較整地者需增加20~30公斤。即一般施肥量相當於每公頃硫酸銨720~960公斤，如硝酸鈣為750~1,000公斤，如尿素為330~435公斤。原則上各種形態氮素玉米生育都無影響，但幼期玉米較喜銨態氮肥，而

稍後期則喜硝態氮肥。一般氮以硫酸銨為佳，因它同時可供應硫元素23%。若同樣每公頃6.5公噸玉米收量，其所需氮吸收量120公斤/公頃改由平均組成含氮0.39%之堆肥供應，則需此堆肥30.8公噸(相當於尿素261公斤)，再考慮堆肥之利用率時，實際需要量，當不止此數。

(三)磷酐

一般每公頃施用量為50~100公斤，相當於過磷酸鈣280~560公斤，如土壤經預測時，施用量依土壤測定值(白萊氏第一法為準)推薦如表二。



圖二、玉米缺肥症狀。

表一、飼料玉米各預期產量之氮素推薦量(公斤/公頃)

預期產量(公斤/公頃)	4,500	5,000	5,500	,6000	6,500	7,000	7,500	8,000	8,500	9,000
N素推薦量	125	138	152	166	180	194	208	220	235	250

(四)氧化鉀

一般每公頃施用量為50~100公斤，相當於氯化鉀80~170公斤，如土壤經預測時，施用量依土壤測定值(孟立克氏法為準)推薦如表三。

(五)鎂鋅用量

(1-1)鎂—葉面施用：鎂從葉面吸收良好，因此一旦發生缺乏症應儘早葉面噴施1~2%硫酸鎂溶液，每隔7天一次，連續五~六次。

(1-2)鎂—土壤施用：每公頃施用硫酸鎂200~400公斤，當基肥施用。在酸性土壤可用白雲石粉（苦土石灰）1000公斤/公頃，於種植前20天與表土混合。

表二、飼料玉米之磷酐推薦量
(公斤/公頃)

土壤中有效性磷含量 (ppm)	磷酐施用量 (公斤/公頃)
9以下	100~150
9~17	50~100
18~32	50
大於32	0~50

註：不整地栽培者需增加10~20公斤/公頃。

表三、飼料玉米之氧化鉀推薦量
(公斤/公頃)

土壤中有效性鉀含量 (ppm)	氧化鉀施用量 (公斤/公頃)
50以下	70~100
50~66	35~70
大於66	0~35

註：不整地栽培者，需增加10公斤/公頃。

(2-1)鋅—葉面噴施：於缺鋅症候出現時迅即噴施0.5~1.5%硫酸鋅液並加相同濃度的生石灰液，以避免葉片受傷。其濃度依照玉米生育期、噴時之溫度、日照強度等機動調整之。

(2-2)鋅—土壤施用：基肥施用氧化鋅（ZnO含Zn 78%）30~50公斤或硫酸鋅（$ZnSO_4 \cdot H_2O$含Zn 35%）80－120公斤/公頃，在石灰質土壤宜施用硫酸鋅。

(六)休耕(閒)田復耕之施肥調節

以上係就玉米在未經休閒之整地栽培而言。若為休耕一期以上之水田由於田區土壤進入另一種平衡狀態，原土壤中的氮經由長時間的淋洗損失，脫氮而損失嚴重，另一方土壤氮的礦化供應急遽減少；此時土壤中硝酸態氮含量僅為未休耕土壤20－50%，甚至更低，而有機質含量亦大幅減少，砂頁土壤減少0.2－0.7%，較粘者可達0.4－1.0%，如霧峰的砂壤中可由原來的1.6%降為1.1%，台南的坋質粘壤土從2.8%降為2%。故氮素推薦用量應增加30－40公斤。此同時，土壤中有效性鉀亦淋洗而損失，推薦用量酌增加10－20公斤。相反的，原土壤中用白雷氏法測定的磷的有效性，會因在旱田狀態磷吸附機制與無機磷型態之改變而顯著增加，此時推薦用量可減少10－30公斤，如台南的坋質壤中，其有效性磷為20 ppm，按原推薦用量50公斤，此時可減少為用量最多30公斤。

四、肥料施用時期

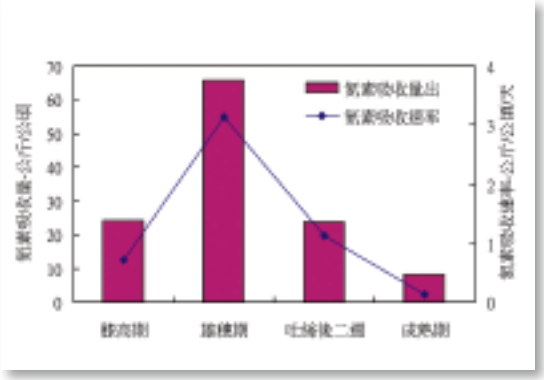
要知道玉米肥料施用時期，需先了解玉米的營養及生殖生長及其需肥時期(圖三)。當玉米從土壤吸收肥料，最多時期為自開花之前10天至開花後0~25天內，種子發芽後的一個月內，吸收肥料較緩慢，第二個月起吸收轉旺盛。玉米永久鬚根系於開花前均發育完全。雄穗

原體在種後25~30天內形成，此時株高約為人的膝蓋高度30~40公分，即所謂齊膝期。齊膝期後，莖節開始快速伸長，進入最旺盛的垂直生長期，此時期需要充足的水分、養分供應。雌穗原體的形成，在雄穗形成後7~10天，即種後35~40天時期。所以播種後25~40天的環境因子、肥料營養，將決定爾後玉米每株穗數及每穗粒數。由於雌穗原體的形成較雄穗遲，所以不良的環境，如氣候、養分、水分等對雄穗的影響較小，而對雌穗的影響較大。

雄穗形成5~6星期，即春作播種後60~75天，秋作播種後50~60天，進入開花及吐絲期，此時玉米生育最快速，抽穗後生育稍為緩慢下來。玉米在開花及吐絲期消耗最多養分及蛋白質，所以此時如果缺氮，將使雌穗穗形變小，影及產量。

依據上述玉米器官分化、生長過程、及需肥程度，可知基肥宜在播種前施用，追肥宜在播種後25天或當「齊膝期」(株高30~40公分)時施用，穗肥宜在播種後50天，或雄穗抽出期之 前5~10天施用。各要素施用時期及分配率如表四。

又複合肥料台肥39號(12：18：12)或43號不易潮濕，適合於機械施用。每公頃施用量400~500 公斤，均做基肥，於播種時施用，不足之氮素以尿素、硫銨或硝酸鈣於追肥時補足。由於磷肥對玉米幼期生育較氮肥重要，幼期缺磷將使植株變紫褐色幼苗生長緩慢，而台肥39、43號複合肥料含有高磷成分，為極佳的基肥。(待續)



圖三、飼料玉米不同生育階段之氮素吸收量與吸收速率。

表四、玉米之肥料施用時期與分配率

土壤質地別	要素別	基肥(整地時)	追肥 (播種後25~30天或株穗高30~40公分齊膝期)	穗肥 (雄穗抽出期前5~10天)
壤土或更黏土壤	氮N	50%	50%	—
	磷P_2O_5	100%	—	—
	鉀K_2O	50%	50%	—
砂質土壤	氮N	30%	40%	30%
	磷P_2O_5	100%	—	—
	鉀K_2O	50%	50%	—

註：不整地栽培者比照砂質土壤。在壤土或更黏土壤之氮素用量如不超過180公斤，可依上表施用，如超過，則超過部份宜移充穗肥施用。