



玖、香蕉-灌溉實物解說

台灣香蕉研究所

蔣世超博士 張春梅 黃山內

香蕉 (*Musa* spp.) 係多年生大型草本熱帶果樹，原產地為潮濕炎熱的東南亞、西太平洋地區及乾燥季風區的印度、菲律賓的天然叢林，至今仍可在該地區找到不可食用、帶有種子的二倍體香蕉祖先。二倍體香蕉經過長時間的雜交過程，產生雌不孕、可食用的三倍體雜交品種，這些三倍體雜交品種可以透過吸芽的生長作無性繁殖而散佈至世界產蕉地區，成為今日亞、非、拉等洲許多人民賴以維生的重要糧食作物，和小麥、稻米、及玉米並列為最重要的糧食作物。香蕉為當今世界貿易中交易量最大的水果項目，2006 年全球香蕉貿易的年交易量約為 1,680 萬公噸，且每年都呈增加的趨勢，全球香蕉總產量亦已達 8,000 萬公噸。

一、生長條件

地理上最適合香蕉生長的地區係在赤道至南、北緯 20 度之間，日、夜及夏、冬溫差相對較小的熱帶區域。適合香蕉生長的亞熱帶地區則是位於赤道南、北緯 20 度至 30 度之間，該地區的氣候特性為日、夜及夏、冬溫差相對較大，夏季有高溫的極端，冬季有低溫的極端，年雨量低且分佈不均。當水分為非限制因子的情況下，香蕉生長和發育的速率是由溫度決定。在亞熱帶地區，蕉株葉片展出的平均日溫門檻 (mean daily temperature thresholds, $(\text{maximum} + \text{minimum}) \div 2$) 是 16°C，其平均最低溫度 (mean minimum) 約在 11°C。植株停止生長的平均日溫門檻是 14°C 時 (無同化作用)，其平均最低溫度約在 9°C。蕉株生長 (同化作用) 和花芽分化的適宜溫度為 22°C，惟此時新葉展出率 (LER) 則下降，新葉展出的最適宜溫度是 31°C，同時符合香蕉生長和葉片展出的適宜平均溫度則在 27°C。亞熱帶地區的澳洲西部夏季高溫可達 40~45°C，在以色列冬季低溫可降至 0~8°C，均可因改變管理方式而成功植蕉，台灣的氣候冬季日夜溫差大，除了「偶而」的低溫可能對香蕉造成寒害外，全島海拔 300 公尺以下的地區均適合高風味品質香蕉的種植生產。

除溫度以外，雨量和灌溉水量是決定是否適宜植蕉的重要因子。由於 80% 的香蕉根系分佈在 30~45 公分的深度，葉面積指數高，蒸散量大，因此對水分的需求甚高。又雨量和灌溉水量是影響土壤水分潛勢 (soil water potential, SWP) 的重要因子，另一方面，土壤水分潛勢對蕉株的光合作用率有相當大的影響，土壤水分潛勢愈高

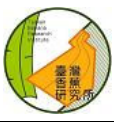


(數值愈負)，蕉株因水分逆境所受到的傷害就愈大，光合作用率和植株生理活性也就愈低。能使蕉株達到正常生長的供水量為每週 25 公厘，最佳的天然供水狀況為年平均雨量在 2,000 至 2,500 公厘之間，且能均勻分佈。潮濕的熱帶地區可完全仰賴雨水，在乾燥的熱帶和亞熱帶則須透過灌溉措施提供水分，以維持蕉株正常的生長和經濟的栽培。台灣地區在少雨乾旱的十月、十一月至隔年的四月、五月間，有效的水分供應是香蕉栽培過程中極為重要的工作管理項目，兩次灌溉間的土壤水分潛勢應不低於-20 kPa。

香蕉植株立基於土壤，經由土壤的媒介吸取其中的水分和養分，滿足其最適當的生理需求和生育條件。因此，香蕉種植地點的選擇必須將土壤的品質特性納入考量的要件。基本上，適合建立蕉園的理想土壤為排水良好、田間容水量高、地勢平坦有輕微坡度、土層深厚、地下水位低、高肥力及有機質含量、無土壤壓實、低黏質性、酸鹼值 5.8~6.5、無鹽分累積、質地中等、結構良好、少石礫的壤土及輕黏質壤土，沖積土又是其中最佳的選擇。台灣有許多香蕉園是設立在佈滿砂石的砂質地上，有生產成本高、生產力低的缺點。

二、栽培管理

- (一) 品種：在第一年種植或無黃葉病顧慮的蕉園中，可採用“北蕉”或矮化抗風的“台蕉二號”。罹病園則以種植耐病的台蕉 5 號”或抗病又豐產的“寶島蕉”為宜。
- (二) 種苗的選擇：以採用具有無病毒、高成活率、發育整齊、產期一致及可減輕一般病蟲為害等優點的組織培養苗為優先考量。如係種植吸芽苗，吸芽苗應選擇來自無黃葉病及病毒病之母株，苗齡 2~3 個月、具有「葫蘆頭、筆仔尾」形體的劍芽。如係以宿根栽培，則以來自優良無病母株且塊莖深埋之吸芽苗作為宿根留萌的材料。
- (三) 種植方式及密度：基本上，有兩種常用的栽培方式可供採用：
 1. 方形種植：行距 2.4 公尺、株距 2.1~2.4 公尺，每公頃可種 1,800~2,000 株。
 2. 寬窄行種植：寬行 3.6~4.8 公尺、窄行 1.6~1.8 公尺、株距 1.6~1.8 公尺，採三角形種植，種植密度每公頃約 1,700-2,000 株。在短期間有排水顧慮的地區植蕉，為防止蕉株浸水受害，可採高畦種植。
- (四) 種植時期：在南部地區生產 2~6 月冬、春蕉，應在前一年的 1 月下旬至 6 月中旬間種植。中部及東部地區因冬季氣溫較低，水分供應不足，宜在 2~4 月上旬完成種植。“寶島蕉”生育期較其它品種長約一個月，有提早種植的必要。生產 9~11 月秋蕉的中部坡地蕉區，因多為宿根栽培，留萌期宜選在 8~9 月間。



(五) 土壤管理

1. 肥力分析：蕉園在整地植蕉前應採取土壤樣本，委請農業試驗改良場、所進行分析，以瞭解土壤基本特性，作為未來土壤管理與施肥管理的參考。
2. 整地耕犁：植蕉前整地應以大型機械進行，耕犁深度至少應為 30 公分，以便將犁底層或不透水層打破，促進土壤內部向下的排水機制，避免雨季時，影響蕉株及根系發育。在有淹、浸水顧慮地區種植香蕉，應在整地時即建立高壟植畦，高度至少 30 公分。在整地同時應將田區內之灌、排水系統妥當設計並建構。
3. 土壤改良：酸性土壤的改良可於整地時施用石灰、苦土石灰、蚵殼粉或石膏，使之與耕犁層土壤充份混合，以提高酸化土壤之矯正效果，同時有供應蕉株鈣、鎂的功效，減輕鋁離子與重金屬毒害威脅。因土壤性質差異，通常每公頃施用量由一、二公噸至數公噸不一，正確的石灰需要量須經化學方法測定後推薦。

從土壤保育與地力緯護的觀點而言，有機質肥料和前作所殘留之假莖枯葉等均為最佳之土壤改良劑。有機質肥料應於蕉苗定植至少 14 天前施用，在整地時與植畦土壤均勻混合，或施於植穴中，覆土後始可定植蕉苗。前作所之假莖枯葉可鋪於種畦或開溝掩埋，作為新植蕉株之養分來源。

- (六) 肥培管理：香蕉為嗜鉀作物，蕉園施用的複合化學肥料，以現有市售的香蕉專用粒狀肥料特 4 號 (11-5.5-22) 為主。原則上，在一般正常蕉園土壤中種植組織培養蕉苗或吸芽苗的蕉株，平均每一蕉株供應 1.5~2.0 公斤的特 4 號複合肥料，即足夠全期生育的需求。肥料施用頻率原則上以每月一次，分六次於蕉株抽穗前後施用完畢；每次施用量分別為全量的 5%、10%、20%、30%、20% 及 15% (表 1)，施用量在 30% 的時機適為蕉株花芽分化階段。逢雨季時則視狀況再將每月用量分多次施用，以避免肥料流失。第一次施用時機在組織培養苗定植後一個月，或吸芽苗之新葉長出後。蕉株在抽穗以後的果房發育期間則無施肥必要。肥料施用的範圍，以在假莖四周植被下作全面撒施即可；肥料若能以表土略作覆蓋，可防止因淹、灌水或雨水而流，提升肥效。若計畫行宿根栽培，可於果串採收時，保留母株殘留之假莖約 1.0~1.2 公尺高，作為子代養份之迅速供給源，特 4 號複合肥料的全年供應量可在 1.0~1.5 公斤。

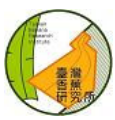
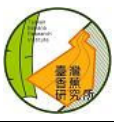


表 1. 蕉園之化學肥料施用計畫

施用時機 (種植後)	施用率 (%)	肥料類別		
		特 4 號複合肥	三要素混合肥	
			尿素混合肥	硫胺混合肥
			(克/株)	
一個月	5	75~100	70~90	90~120
二個月	10	150~200	140~180	180~240
三個月	20	300~400	280~360	360~480
四個月	30	450~600	420~540	540~700
五個月	20	300~400	280~360	360~480
六個月	15	225~300	210~270	270~360

尿素、硫胺、過磷酸石灰(鈣)、氯化鉀等單質肥料亦可施用於蕉園，但其相對用量宜視蕉園土壤肥力而調整，適量的氮肥與多量的鉀肥是施用基本原則；依四號複合肥料三要素的比例(2-1-4)調配是簡便的參考。蕉園是否補施氯化鉀，應視土壤之交換性鉀含量決定，施用量以每株 0.3~0.5 公斤為原則，於抽穗前分批施用。蕉株一般應於終花期採集葉片樣本，進行植體分析，瞭解蕉株之養份吸收狀況，俾作為第二年植蕉(或宿根)施肥管理的參考。中株期蕉株若呈現發育較慢或有施肥不足疑慮時，可在花芽分化期前(即植後 3~4 個月)採集葉片分析，作為是否需要調整施肥種類與用量的參考。雨季期間，切忌在雨水稍停時即進行大量施肥，以免傷害根系，降低肥效。

- (七) 水分管理：香蕉的草質根系分佈淺面廣，在栽培管理中極易因為處理不當而受傷或感病，水分的管理即為其一。香蕉的需水量大，但又忌土壤水分過高而傷害根群。因此，蕉園水分供應量的多寡與土壤水分含量的控制，對蕉株生育和健康管理上的影響佔有相當重要的地位。蕉株需水量平均每月約為 100 公釐，幼苗期的植株尚小，供水量可相對減少；植後 3 個月，隨著植株生質量迅速的增加，水分供應量與供應頻率即應適度增加。雨季時節可視狀況免去灌溉，初夏雨水尚未來臨前或冬季枯水期，須加強水分供應，每週至少供水兩次，每次以使根圈土壤潮濕為原則，避免過乾與過溼的土壤水分逆境。蕉園設置水分張力計來監控土壤水分時，以根系密集深度(15~30 公分)之土壤水分張力達-0.2~-0.3 分巴時，即應進行供水措施。水分供應以管路灌溉方式最易掌控，省工、省時、省水，可避免肥料流失或分佈不均，及黃葉病病原菌隨灌溉水流散佈田間。蕉株在蕉苗定植初期、花芽分化期及果房發育期，應特別注重適時與適量的水分供給。



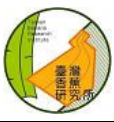
(八) 雜草防除：

1. 幼苗期：為避免雜草影響蕉株生長，蕉苗植後的三個月內是雜草防除的重要時期。藉由人工及機械除草，或以銀灰塑膠布、稻草、報紙等覆蓋田畦等均有防除雜草的作用，可確保蕉苗正常發育。植後初期若必須使用殺草劑時，宜選擇無風無雨之清晨以接觸性殺草劑（如固殺草）噴施，要避免噴施到蕉株或蕉葉。
2. 中株期：儘量以人工行機械除草，除必要時使用殺草劑抑制雜草滋生外，將割除的老葉或病葉覆蓋在母株四周，有抑制雜草的效果，惟雜草防除在此時已非蕉園管理的重點工作。
3. 抽穗期：可忽略雜草的存在，儘量以人工行機械除草，減少殺草劑的施用，如果做好葉部病害防治工作，則蕉園遮陰良好，雜草滋生自然受到抑制。

(九) 香蕉病、蟲、草害防治

1. 香蕉常見的主要病、蟲害

- (1) 嵌紋病：組織培養苗蕉園幼苗期最主要的病害，係由胡瓜嵌紋病毒媒介蚜蟲傳播引起。罹病蕉株出現嵌紋或呈畸型，心葉常壞死。天氣溫暖乾燥的季節最為嚴重。防治對象為蚜蟲。
- (2) 萎縮病：老舊及管理不良蕉園常見的病害，係由蕉蚜傳播之毒素病。受害蕉株新葉簇縮變小，葉緣白化變脆。防治對象為蚜蟲。
- (3) 黑星病：在高溫潮溼時，香蕉各主要產區全面發生，病菌孢子可由空氣、雨水及露水傳播擴散，秋季危害速度最快，在葉片上面出現許多粗糙黑色小斑點，本病亦危害果實，造成果實外觀品質不良的損失，病徵與葉片相同，提早套袋即可解決。
- (4) 葉斑病：目前僅在東部地區零星出現，初期出現在第三或第四片葉背面，為紅色條斑，進而轉呈黑色病斑，使葉片枯萎。
- (5) 黃葉病：為蕉園最嚴重的重要病害，係由土壤鐮刀菌引起，可隨吸芽苗、土壤、水流、機械及工具傳播。發病蕉株，由下方老葉先黃化，隨即快速枯萎。病株假莖自基部發生縱裂，受害蕉株塊莖及假莖維管束組織明顯褐化。
- (6) 球莖象鼻蟲：為老舊蕉園常見問題。任何季節均可發生，由幼蟲危害香蕉塊莖內部生長點組織造成壞死。
- (7) 假莖象鼻蟲：清園不佳的蕉園較易發生，幼蟲及成蟲似球莖象鼻蟲。受害假莖常出現蟲體排洩物，並流出透明之膠狀黏液。嚴重受害株，葉片及假莖易折斷，使果房受損。
- (8) 花荵馬：在蕉株生長期沒有危害，進入抽穗期後，若氣溫高且乾燥，受花苞香氣誘引進入花苞內部危害及繁衍。輕則造成果皮佈滿突起卵斑，嚴重時



以口器刺吸果皮，產生褐化疤痕（一般稱水銹），影響果實之外觀與商品價值。

2. 香蕉主要病、蟲、草害的基本防治（表 2）

- (1) 嵌紋病及萎縮病：蕉苗定植前期可噴施 40.64%加保扶水懸劑，每 5~7 天噴一吹，共噴 5~6 吹，降低媒介蚜蟲侵入傳播機會。在地表鋪置銀色反光塑膠布效果特佳。
- (2) 黃葉病：蕉區出現黃葉病時，病株儘快注射 40%嘉磷賽殺草劑液至假莖中心部位（200 公撮/株），促進病株枯萎，並燒燬之。
- (3) 黑星病及葉斑病：進入中株期之蕉株，雨季噴施系統性、不易被雨水沖刷之 25%普克利乳劑，每 3~4 週噴施一吹，共噴 3~4 次。旱季改噴保護性的 80%鋅錳乃浦可濕性粉劑，至採收前兩個月，每月均須噴施一次，但勿噴及果房，以免農藥附著並留下藥斑。配合勤割病葉，可提升防治效果。
- (4) 球莖及假莖象鼻蟲：老舊蕉園定植蕉株時，植穴或畦面務必施用 3%加保扶粒劑（30 公克/株），防治蟲害。進入中株期後，在蕉株假莖葉鞘撒施上述相同用量藥劑，視危害情況施用 1~2 次予以防治。
- (5) 粉介殼蟲：進入抽穗期蕉株之重要蟲害，假莖噴施 1,000 倍 50%加保利可濕性粉劑，預防蟲體移行果房，滋生附著。及早套袋阻絕為最佳防治方法。
- (6) 花薊馬：花苞抽出莖頂 5 日內，可採用下列一種藥劑進行防治花薊馬。
 - 5%陶斯松粒劑：在第 1, 2 葉鞘內，施放 30 公克/株。另外在雌花尚有 2~3 苞片未完全展開時，果房噴施一次 2.8%第滅寧乳劑 3,000 倍。
 - 2.8%第滅寧乳劑：每 5~7 天噴施一次，共噴三次。
- (7) 雜草：宜於無風無雨日之清晨施用殺草劑。在雜草高度未達 30 公分或未開花期進行噴藥防治，效果較佳。中株期前，不宜使用系統性殺草劑（如 41%嘉磷賽溶液），以避免發生藥害。

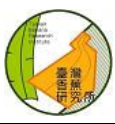


表 2. 香蕉病、蟲、草害防治用藥劑

病蟲草害	使用藥劑	用藥量	稀釋倍數	採收前停止用藥天數(日)
黃葉病	41%嘉磷賽溶液	200 公撮/株	50	
嵌紋病及萎縮病	40.64%加保扶水懸劑		1,000	10
黑星病及葉斑病	80%鋅乃浦可濕性粉劑	2~25 公斤/公頃	100~200	30
	25%特利得乳劑	0.4 公升/公頃	1,000~2,000	6
象鼻蟲	3%加保扶粒劑	54 公斤/公頃		21
粉介殼蟲	50%加保利可濕性粉劑		1,000	30
花薊馬	5%陶斯松粒劑	54 公斤/公頃		90
	2.8%第滅寧乳劑		3,000	90
雜草	13%固殺草溶液		100	30
	41%嘉磷賽溶液		100	30

*重點叮嚀

- (1) 3~5 月雨季來臨前高溫乾旱，嵌紋病媒介蚜蟲密度較高，採用綜合防治方法，可確保蕉苗成活及正常發育。
- (2) 蕉區出現黃葉病時，不宜輕易挖除，出現萎縮病及嵌紋病病株時，宜儘速撲滅。
- (3) 由於蕉株種植至抽穗約需展開 35~40 片葉數，噴藥前加強割除達 50%病斑面積的葉片，可提升葉部病害防治效果及降低噴藥次數。
- (4) 黃葉病田間傳播迅速，最好種植「寶島蕉」抗病品種，同時要避免排水不良、氮肥施肥過量，可減少傷根及弱化蕉株情形的發生。
- (5) 在花苞已彎曲時方才採行施藥防治花薊馬，無法達到防治效果。
- (6) 黑星病及葉斑病防治宜在清晨風靜時進行，噴藥前先行割除病葉，可加強防治效果。雨季使用 80%鋅錳乃浦可濕性粉劑時，每公頃要添加 4~6 公升礦物油，可以增加藥效。
- (7) 幼苗期施用殺草劑防治雜草時，須避免噴到蕉株或蕉葉，以防發生藥害。



3. 農藥殘留量的規定 (表 3)

依據 2002 年日本政府對進口香蕉農藥使用種類及其殘留量規定，我國外銷日本的香蕉，其栽培管理期間的病、蟲、草害防治，常用農藥限制下列 8 種藥劑，如果在病、蟲、草害防治時，依照規定的藥劑種類與濃度，在適當時期施用，不但可達到防治目的，將來所生長出來蕉果的農藥殘留量，亦可達到日本政府的規定及要求。

表 3 輸日台蕉農藥使用種類及容許殘留

農藥名稱	農藥種類	農藥容許殘留量 (ppm)	
		日本	臺灣
鋅錳乃浦	殺菌劑	2.0	2.5
普克利	殺菌劑	0.1	2.0
第滅寧	殺蟲劑	0.5	0.05
加保扶	殺蟲劑	0.3	0.5
陶斯松	殺蟲劑	3	1.0
加保利	殺蟲劑	5.0	0.1
嘉磷賽	殺草劑	0.2	0.1
固殺草	殺草劑	0.2	0.2

(十) 防風措施：香蕉的假莖高大脆弱，葉片寬大，容易遭受風害而倒伏或折斷。

以下措施可以降低香蕉受風害的損失：

1. 選種矮性品種，如“台蕉二號”。
2. 選在春季種植。
3. 種植後 2~3 個月，插立防風支柱。
4. 種植後 3 個月培土作畦，預防蕉株浮頭。

(十一) 除萌：香蕉栽植 3 個月後，塊莖即長出吸芽，蕉株未抽穗前，宜早日去除，避免耗費母株養分。可藉鐵錘在土面切除吸芽或點滴煤油至吸芽之中心部分，但避免傷及母株根部。

(十二) 清園：蕉株定植至抽穗可展開約 40 張葉片，定期割除病枯葉，可降低病菌感染原，減少黑星病、葉斑病等葉部病害，及假莖象鼻蟲、粉介殼蟲與蕉蚜的滋生危害。局部發病葉片，可將感染部割除，若一半以上葉面積出現病斑，整葉均需切除。

(十三) 整把疏果：

1. 整把：香蕉終花後、果指向上彎曲時，要進行整把作業，每果把的果指數留取 16~22 根，去除畸形果指，摘除花蒂。



2.疏果：依蕉株發育情形與季節蕉別，選留適當果把數，通常一片健葉可留一把。獅頭把、三層蕉、果指數不足 16 指及生長不整齊的果把均應疏掉。

(十四) 套袋：果房整把疏果後，套用褐色牛皮紙袋或藍色 PE 袋，進行果房保護。

(十五) 產期產量預估：香蕉套袋時，依不同月別之旬別在果串下端繫上不同色帶，作為產期、產量預估及採收之依據。

(十六) 採收熟度、飽度及開花至採收日數：熱帶地區生產的香蕉，因為白天與夜間的時數相近，晝夜間的溫差不大，其採收熟度可用果實年齡，及測量果指飽滿度來決定。亞熱帶地區生產的香蕉，隨著季節的不同，白天與夜間的時數相差較大，晝夜間的溫差亦大，以果齡及飽滿度決定採收熟度並不容易，故亞熱帶地區生產的香蕉，常常因採收熟度過高，導致運輸途中發生黃熟的現象。高屏地區的香蕉，因季節蕉的不同，果房發育的時間長短不一，一般管理正常的蕉園，採收時應參考蕉株開花至採收日數資料(表 4) 外，同時參照蕉株的葉片數、每株所留的果手數、及蕉果發育期間的氣溫與日照情形，才可保持最佳熟度的採收品質。

表 4 季節性香蕉開花至採收日數表

白露	立暑	大暑	小暑	夏至	芒種	小滿	立夏	穀雨	清明	春分	驚蟄	雨水	立春	大寒	小寒	冬至	大雪	小雪	立冬	霜降	寒露	秋分	季節															
八月	八月	七月	七月	六月	六月	五月	五月	四月	四月	三月	三月	二月	二月	一月	一月	十二月	十二月	十一月	十一月	十月	十月	九月	月															
上	下	中	上	下	中	上	下	中	上	下	中	上	下	中	上	下	中	上	下	中	上	下	旬															
四季蕉名																																						
秋 蕉																																						
冬 蕉																																						
春 蕉																																						
夏 蕉																																						
大 頭 夏 蕉																																						
大 時 夏 蕉																																						
白 皮 春 蕉																																						
綠 皮 春 蕉																																						
花 仔 蕉																																						
冬 蕉																																						
秋 蕉																																						
下	中	上	下	中	上	下	中	上	下	中	上	下	中	上	下	中	上	下	中	上	下	中	上	旬														
二月	二月	一月	一月	十月	十月	九月	九月	八月	八月	七月	七月	六月	六月	五月	五月	四月	四月	三月	三月	二月	二月	一月	一月	月														
九	一	一	八	八	八	七	七	七	六	六	六	五	五	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一	日														
五	一	一	八	八	八	七	七	七	六	六	六	五	五	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一	數														
分	八 分																		七	半	分	七	分	八	分	八	半	分	八	分	八	分	八	分	八	分	八	度

三、灌溉時期

作物需水的目的在維持植株正常的生理機制及補充因蒸散作用所導致之水分損失。當天然的降雨量無法滿足作物對水分的需求時，則須透過人工灌溉措施來補充。因此，人工灌溉措施實施的時機端視當地雨量而定。植蕉地區如雨量豐富且分佈均勻，如每個月都有 100 公厘的雨量時，即可免除灌溉，潮溼熱帶國家哥斯大黎加和巴拿馬即屬此。台灣雨量集中於五月中旬至六月中旬的梅雨季節和七月至九月的颱風季節，會有全年降雨量的 70%，其餘八個月，颱風季節結束後至梅雨來臨與梅雨結束後的半個月，大致均為乾旱季節，愈往南部，冬季日照甚強，乾旱程度愈為嚴



重，對蒸散量大、根系分佈淺的香蕉而言，是進行必要灌溉的重要季節。

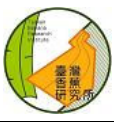
以個別蕉園而言，決定灌溉時機的簡單方法是在香蕉根系集中分佈的深度（約在 15~30 公分處）裝設水分張力計，監測土壤水分張力的變化情形，當張力到達-20 分巴時，即是灌溉的時機，因為蕉株在此張力即開始承受水分的逆境，可以不必顧慮土壤類型、季節、蒸散速率、雨量及葉面積指數等複雜的因子，惟水分張力計的使用推廣從未受到重視。

四、灌溉水量

適當的灌溉水量不僅要能滿足香蕉植株的水分需求，又要符合不浪費水資源、不造成養分淋洗流失的原則。灌溉水量應隨香蕉生長環境的改變，如季節、日照、溫度、風速、土壤、相對濕度及香蕉之生育期而異。在熱帶產蕉地區，每週至少要供應蕉株 25 厘米的水量始可得到滿意的生長。一公頃蕉園（植蕉 2,000 株）一天中因蒸散作用所移走的水量可達 30~63 立方公尺，平均一株每天可損失 15~31.5 公斤水量，或是 3~6 厘米的水量，10 個月間需消耗 900~1,800 公厘的水量，以例行的 A 型蒸發皿及作物因子（crop factor）估計，則每週需水量約為 1.0~1.4 X A 型皿蒸發量，亞熱帶地區約為 0.8~1.0 X A 型皿蒸發量，冬天的作物因子約為 0.6。為減少地表逕流及提高水分利用效率，每週進行 2~3 次的灌溉較為適當，相當於維持土壤水分在田間容水量的 80~100%，以台灣的氣候而言，蕉園土壤水分能維持在田間容水量的 65~80%，最有助於蕉株的生長和產量。蕉農憑個人經驗，以感覺和觀察進行傳統溝灌，灌溉水量與灌溉頻率難以掌握及估計，經常因供水過量導致土壤及養分流失，植株遭遇乾旱及浸水逆境，灌溉效益偏低，亦使生產力下降，蒙受無形的損失，蕉農進行蕉園水分管理的觀念和方法實有待檢討改善。

五、灌溉系統設備介紹

世界上主要產蕉區所使用的灌溉系統與設備有溝灌或淹灌、噴水灌溉（以下簡稱噴灌）、微噴灌溉及滴水灌溉（以下簡稱滴灌）等模式，經濟發展較差的產蕉國家多以溝灌行之，在熱帶地區大面積栽培的蕉園中則採用噴頭式噴灌系統。噴灌係以壓力將水流透過管路末端之小孔徑噴出，形成細小水滴進行灌溉。噴頭位置如高於樹冠（overhead sprinkler）之噴灌除供應水分外，還有預防霜凍寒害、降溫等作用，惟設置於植株高大的蕉園中，有耗費較高能源，亦可能受風力影響，導致給水不均、蒸發損失較大及不適用於加肥灌溉等缺點。噴頭若設置在樹冠以下（undertree sprinkler）則可彌補前者之缺點，但易使蕉株罹患葉部黑星病。許多產蕉國家亦同時在推展微量灌溉系統（micro-irrigation）的使用，包括旋轉式微量噴灌（micro spinner）、滴灌等。印度為世界第一大產蕉國，蕉園面積約有 65 萬公頃，最近幾年間積極大力推展滴灌系統在蕉園中的使用。中國大陸的蕉園面積約為 31 萬公頃，除多數行溝灌、噴



灌外，滴灌亦為其推廣發展的方向。

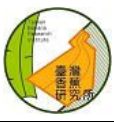
屬亞熱帶氣候產蕉區的加那利群島（Canary Islands）為西班牙自治區，位於非洲西北方的大西洋中，由於當地蕉園的灌溉水費昂貴，早於十餘年前即普遍使用滴灌系統，在高生產成本下，以即溶肥料搭配灌溉系統進行水分與肥料的管理，提高了產量與品質，使香蕉成為當地極為重要的產業。以色列蕉園亦然，滴灌系統成為香蕉園最成功的灌溉系統。旋轉式微量噴灌和滴灌在昆士蘭北部和南非蕉園推廣也極為成功。

相較之下，由於大部份台灣蕉園的灌溉水取得是較容易的，後因蕉農對於水分和蕉株生育及產量間重要性的認知不夠深刻，多採取簡單省本的方式進行，至今所採用的灌溉系統與設備仍是相當簡陋的，多數平地蕉園僅停留在傳統的引水或抽取地下水進行溝灌的階段。溝灌在砂質地、坡度不均或稍大的蕉園，會產生水分分佈難以掌握、水的利用率低、耗廢時間、大量水源及人工的缺點。噴灌則具有省水、省工、省時、保土、保肥等優點，對土地平整的要求不嚴格，適用於地形複雜的植蕉地區。多年來，在政府補助計畫的推動下，蕉園使用噴灌已有明顯增加的趨勢，平地蕉園使用 PE 多孔軟管噴灌的情形較使用噴頭灌溉普遍，山地與丘陵地蕉區多行固定式的噴頭灌溉。至於精細、省水、可肥水併行、需要較高技術的滴灌系統，已被證明確實對蕉株的生長、發育及產量有明顯正面的效果。過去因為植蕉者普遍有香蕉黃葉病失收的困擾，蕉園使用壽命短，養成新植 2 年後即換地種植的習慣，為了降低生產成本，對蕉園灌溉方法多不講求，至今尚未被推廣於蕉園中。惟近年來香蕉抗病品種的陸續推出，蕉農們對於黃葉病的特性、預防和處置逐漸有了認知，在可以延長蕉園植蕉年限的情況下，滴灌系統使用於蕉園水分及肥料管理應有很大的空間與潛力。

六、灌溉效益

蕉園灌溉可以提升香蕉產量，在夏威夷，應用滴灌系統的蕉園產量曾達到噴灌系統產量兩倍的紀錄。Hedge and Srimivas（1989）證實滴灌在香蕉生長、產量及水利用效益各方面均優於漫灌（basin irrigation）。在滴灌和噴灌系統下，因為土壤受濕模式不同及葉面蒸散冷卻，導致滴灌根系分佈較集中，噴灌根系分佈較廣。在熱帶地區，噴灌可以因降低蕉株葉溫，改變蕉園微氣候以減輕熱的逆境，並促進蕉株的生長和產量，但在冷涼的亞熱帶地區，噴灌反而會抑制葉片發生率，延長生長週期及產量，滴灌則無影響微氣候的效應。當比較噴灌、微量噴灌及滴灌三者之優點時，應以有效水量、水質（鹽分、有機質）、土壤種類和黏粒含量、地形及所需要的微氣候型態等為衡量的因子。以了達到香蕉根系分佈範圍的水量及灌溉水量的比值作為灌溉效率的評定時，溝灌的利用效率可達 65%，噴灌 80%，滴灌則在 90% 以上。

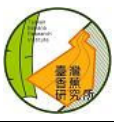
香蕉為高蒸散率、高葉面積指數、無休眠期的大型闊葉熱帶植物，其根系較多



數果樹淺，且自乾燥土壤中的吸水能力較弱，對缺水現象的生理反應敏銳，這些因素顯示香蕉植株對土壤水分含量的微小改變極為敏感。因此，正確的灌溉設計對蕉園管理而言是很重要的，以香蕉作為田間試驗和滲漏計試驗的結果證實，香蕉一年中需要大量的水分供應，而且“少量多次”（little and often）的灌溉原則可以得到蕉株最佳的回應。

七、操作管理及維護

- (一) 溝灌：蕉園以溝灌系統供應蕉株水分係台灣蕉園最普遍、粗放的香蕉給水方式，蕉農多抽取圳溝水、溪流水或地下水為水源，極少數以塘水為之。溝灌所需的設備單純，僅抽水機、輸水管路及電力或油料即可完成灌溉措施，操作簡單，維護容易。園區坡度及植畦方向應能配合抽水點位置，使灌溉水在田間作適當分佈，灌溉時間長短及灌溉水量多寡視蕉園土壤特性、植畦寬度、高度之改變及蕉農習慣而調整行之，多無困擾。蕉園溝灌須注意灌溉水品質，避免污染蕉園。經常檢視田區周邊護堤及田區內土壤是否有流失、移動及鼠類鑿洞的情形。以溝灌系統建立的蕉園須講求整地時坡度設計的精準度，坡度稍大即會造成下游積水溢流，入水口地區水量不足的問題。
- (二) 噴灌：在技術層面上，不論是穿孔軟管噴灌或是噴頭噴灌，所需的設備、操作與成本均較溝灌多且複雜，灌溉系統設計不當或考量不周，對給水效率及灌溉成本都有很大的負面影響。蕉農們為了降低設置成本，目前台灣蕉園中可見到的噴灌系統送水方式幾乎部屬於抽水機直送式，水量大小及輪流灌溉全靠制水閥控制，設施組件中缺乏過濾器，更無減壓閥、安全閥，因此，常見軟管噴孔或噴頭遭到砂石雜物阻塞，造成噴灑不均的情形。穿孔軟管經常因田間作業疏忽，如人踩、重壓、遭香蕉刀、剷芽器或竹梯劃破漏水，產生系統水壓降低、噴水不均等，嚴重者導致地表逕流及土壤沖失的問題，軟管因受到移動泥水覆蓋的情形亦常發生，以上現象都直接影響灌溉作業的效率，更換有瑕疵的軟管亦增加操作成本。在維護噴灌效率的管理上，除應維持軟管及PVC硬管的良好狀態外，還須加強水源及水質管理，留意軟管及噴頭的出水情形，清理管中存在的異物，避免出水口阻塞，調整適當的水壓，配備完整的各項組件實有其必要性。
- (三) 滴灌：在台灣香蕉的栽培歷史中，台灣香蕉研究所試驗農場是唯一曾將滴灌設施用於蕉園給水及肥料供應的生產者（附件一、附件二）。和多孔軟管噴灌系統相同，操作者應定期檢視抽水機及管路狀況，田間執行的各項措施均應避免傷害管路結構，並要防止鼠狗啃噬，破壞管路。除萌割葉所產生的無效吸芽、殘葉等植體宜移開管路運作範圍，並設置水質過濾器，以免影響灌溉效率。如係執行加肥灌溉（fertigation），每次在灌溉結束前，應以清水清洗管



路，使滴水孔不致因殘留鹽類結晶的累積而阻塞。灌溉水中如含有較高的鈣、鐵或碳酸鹽等成分，得定期以稀酸溶液（ $\text{Ph} < 4$ ）清洗管線。香蕉植株生長快速，根系發展旺盛，如何隨著根系的擴展調整滴管位置，以提高蕉株根系對水分及（或）肥料的吸收效率，是滴灌操作管理上的重要工作。

八、結語

香蕉在台灣種植超過二百年，香蕉外銷亦有數十年的歷史，香蕉栽培管理技術大部份已相當成熟，惟在水分管理的概念與方法上仍停滯未前。香蕉是需水量大的作物，栽培過程中的水分管理除了應滿足蕉株的水分需求外，水分供應的方式也直接影響蕉株的生育、產量、肥效、蕉園土壤及黃葉病發生狀態。目前，蕉農在香蕉生產的栽培技術上多已相當精進，面臨人工成本高、施肥效果不彰、蕉株產能不足、蕉園植蕉壽命偏短及水土資源未能有效利用的情況下，欲在香蕉生產的瓶頸上有所突破，宣導與鼓勵蕉園灌溉方法的改善應是最佳途徑。