第十一章　番石榴

番石榴土壤管理與施肥技術

臺中區農業改良場　陳鴻堂
臺南區農業改良場　潘佳辰
高雄區農業改良場　蘇博信

一、適宜栽植風土條件

(一) 氣候條件

番石榴為熱帶果樹，具樹勢強建，適應能力強等特性，性喜溫暖潮濕之氣候，最佳生育溫度為 15 - 32℃，最佳著果溫度則為 23 - 28℃。番石榴植株不耐低溫，當溫度降至 5 - 7℃，葉片將出現紅斑之寒害徵狀，而夏季多雨之環境，則容易造成落花、落果之現象，高溫環境下則易使果實發育成長快速，導致果肉易軟化，果實糖度降低。

(二) 土壤條件

番石榴田區土壤管理乃為多面向組合，包括土壤養分含量、土壤水分管理、土壤酸鹼值（pH）、土壤質地、土壤有機質等，因此，土壤分析與土壤資訊結合之土壤管理組資料庫極具重要參考價值。

土壤質地影響肥培方式甚深，粗質地保水保肥力較中細質地土壤差，肥料用量與施肥頻率所採取策略宜少量多次以減少流失，另外，土壤質地更影響灌水分管理方式，溼式管理為經常維持表土 5-10 公分左右土壤 8-9 分濕潤。於露天番石榴田區較難實行，可由土壤質地決定灌濕土層深度與灌溉頻率如下所示；質地黏重之壤土，黏壤土，黏土或留草，養分移動慢致保肥與水較佳，灌濕至 8-12 公分為止，因移動（慢）至 20 公分時養分約已耗盡，給水頻率應 1 次/ 4-5 天或 1 次/週。輕質地砂質土，砂壤土或無草則移動快保肥與水較差，灌濕至 5- 8 公分止，移動至 20 公分時養分約已耗盡，給水頻率應 1 次/ 2-3 天或 2 次/週。

土壤酸鹼值 (pH) 對養分之營養管理：最佳番石榴果園土壤酸鹼度為5.5到7.5之間，如為酸性土壤（pH 4.5-5.0），甚至4.0以下，其土壤交換性鈣與鎂含量顯示較不足，需施用苦土石灰改良土壤，一般pH 4.5- 5.0可能鎂，硼及鈣缺乏，可用施肥策略矯正。

土壤有機質管理：番石榴田區有機質含量大於 20 g/kg 為最佳，而當土壤有機質含量 10 g/kg 以下之石礫地或極砂土，保水保肥很差，應施用之非豆粕類但纖維質（氮素不高於 20 g/kg）或碳較高或 C/N 較高之有機質資材，或以含有機質之複合肥料取代部分化學複合肥料。但仍以水分與肥料藉管路少量多次管理重於有機質添加；維持適當之土壤有機質含量，除大量施用有機材質外，可實施草生栽培覆蓋與敷蓋，或利用殘枝落葉或稻草或刈割之雜草等敷蓋樹冠下周圍，減少水分的蒸發與維持土壤有機質含量。同時可避免土壤結皮。土壤有機質管理目的為改善土壤物理性質，增進肥料與水分於土壤之縱向的通透性，減少橫向流失。

(三) 主要栽培品種及產地分佈與產業介紹

依據民國 103 年農業統計年報顯示，目前臺灣地區栽植番石榴面積達 7,128 公頃，其中高雄市居冠，達 2,689 公頃，其次為臺南市，共栽植 1,372 公頃，而彰化縣則位居第三，面積佔約 1,182 公頃，其餘分佈於屏東縣（529 公頃）、雲林縣（311 公頃）、嘉義縣（255 公頃）及宜蘭縣（214 公頃）等地區。

目前栽培品種以珍珠拔最多，民國103年資料臺中地區彰化縣種植1,183公頃，南投縣159公頃，臺中市98公頃，根據統計民國102年番石榴生產費用每公頃59 - 63萬元，平均每公斤生產成本17.9元，生產費用以人工費每公頃之支出約40萬佔63%，肥料支出則佔9.3%，所以番石榴依據土壤特性與栽培方式合理調整施肥極為重要，不但可維護農田土壤永續生產力，而且可降低生產成本。

2013年統計資料顯示彰化縣種植1,193公頃，全縣26個行政區中以溪州鄉栽培面積為463公頃最多，其他鄉鎮依次為社頭鄉220公頃、二水鄉139公頃、員林鎮109公頃、田中鎮74公頃、永靖鄉49公頃、埔心鄉37公頃、大村鄉24公頃、溪湖鎮15公頃、田尾鄉11公頃、埤頭鄉10公頃、北斗鎮11公頃、其他為栽培面積0.03- 7.95公頃者有14鄉鎮市（圖1）。南投縣種植161公頃，在13個行政區中，番石榴栽培面積竹山鎮45公頃居冠、集集鎮31公頃居次、國姓鄉24公頃、水里鄉16公頃、名間鄉15公頃、草屯鎮10公頃，除信義與仁愛鄉外其他鄉鎮亦有零星之種植（圖2）。臺中市種植98公頃，各區栽培面積為0.5- 9.9公頃間，以東勢區栽培較多。

雲林、嘉義與臺南縣番石榴主要栽培品種及產地分佈與產業介紹

主要經濟栽培品種為珍珠拔、臺農 1 號（帝王拔）、高雄 2 號（珍翠）、水晶拔；紅肉品種則以彩虹拔及宜蘭紅心拔。番石榴栽培產地面積分布於臺南 1,372 公頃、嘉義 255 公頃、雲林 312 公頃（農糧署農情報告資源網）。

(四) 產地土壤母質與理化性

土壤酸鹼值圖顯示，彰化縣番石榴多數種植於中-微鹼性土壤，僅員林鎮與社頭鄉有少部分種於中-強酸性土壤（圖3），若pH值低於5.5之強酸性土壤，最佳之土壤管理策略為施用石灰資材，以提高果園土壤酸值。

南投縣種植面積較大之竹山與集集鎮大部分果園土壤都是中至微酸性（圖4），有利番石榴生長。

土壤有機質圖顯示，彰化（圖5）與南投縣（圖6）多數種植番石榴之果園土壤有機質含量為中低等級，須適時補充有機資材，或推廣草生栽培以提高有機質（圖10、圖五十）。

土壤管理組圖顯示，溪州鄉有多數果園種植於低地石灰性淺層排水良好沖積土與低地石灰性出質地排水良好沖積土（圖 7）。竹山鎮果園分布於非石灰性淺層排水良好沖積土與低臺地中質地排水良好沖積土，土壤表層之肥料大部分會隨地面水分往地層下移動作用，造成該土壤易流失養分（圖 8），若要達到高產目標，需加強施肥管理措施。

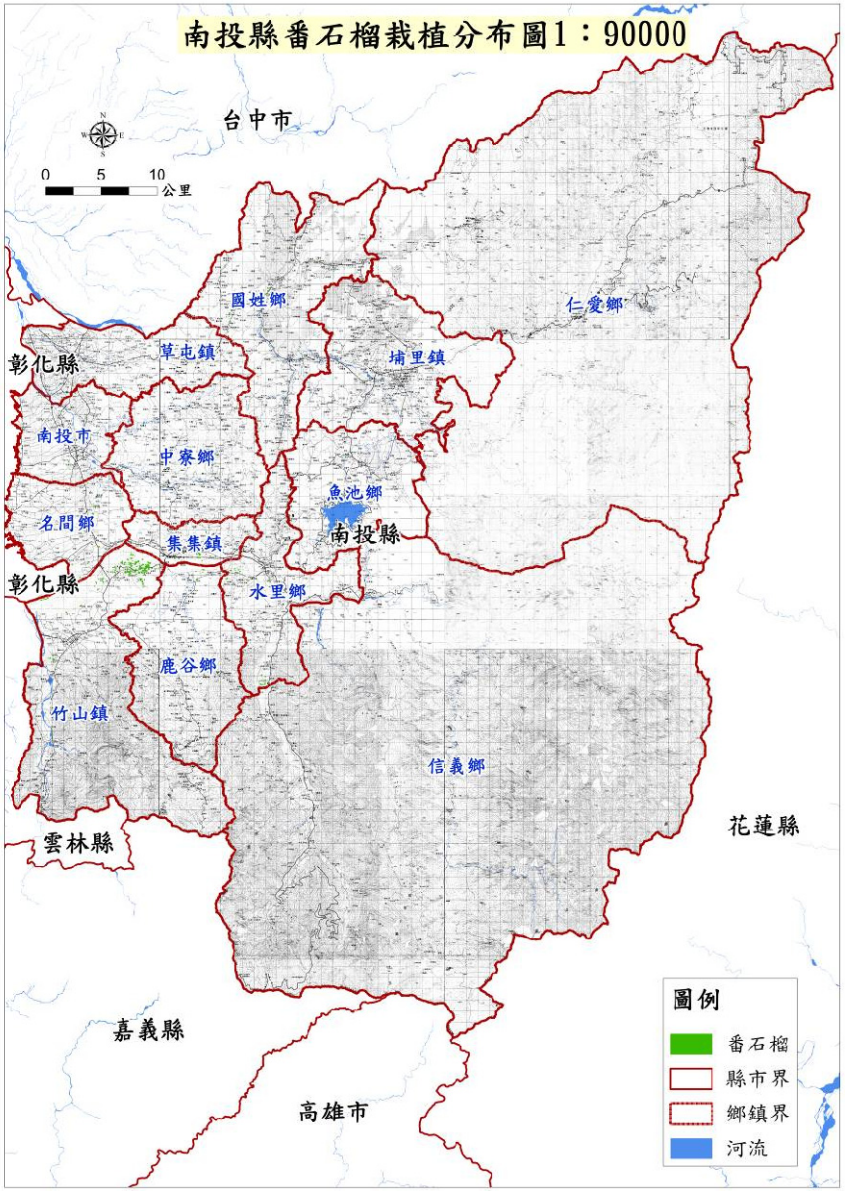


圖 2. 南投縣番石榴栽植分布圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

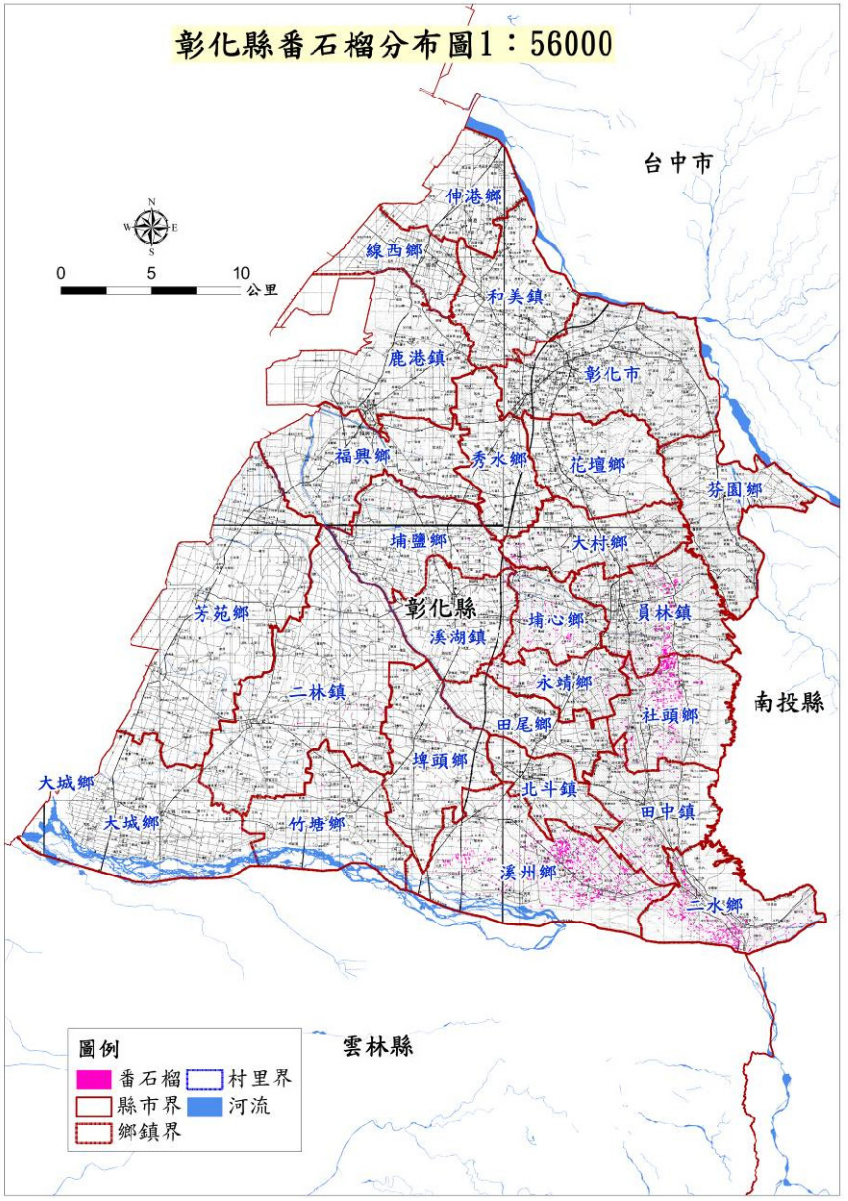


圖 1. 彰化縣番石榴栽植分布圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

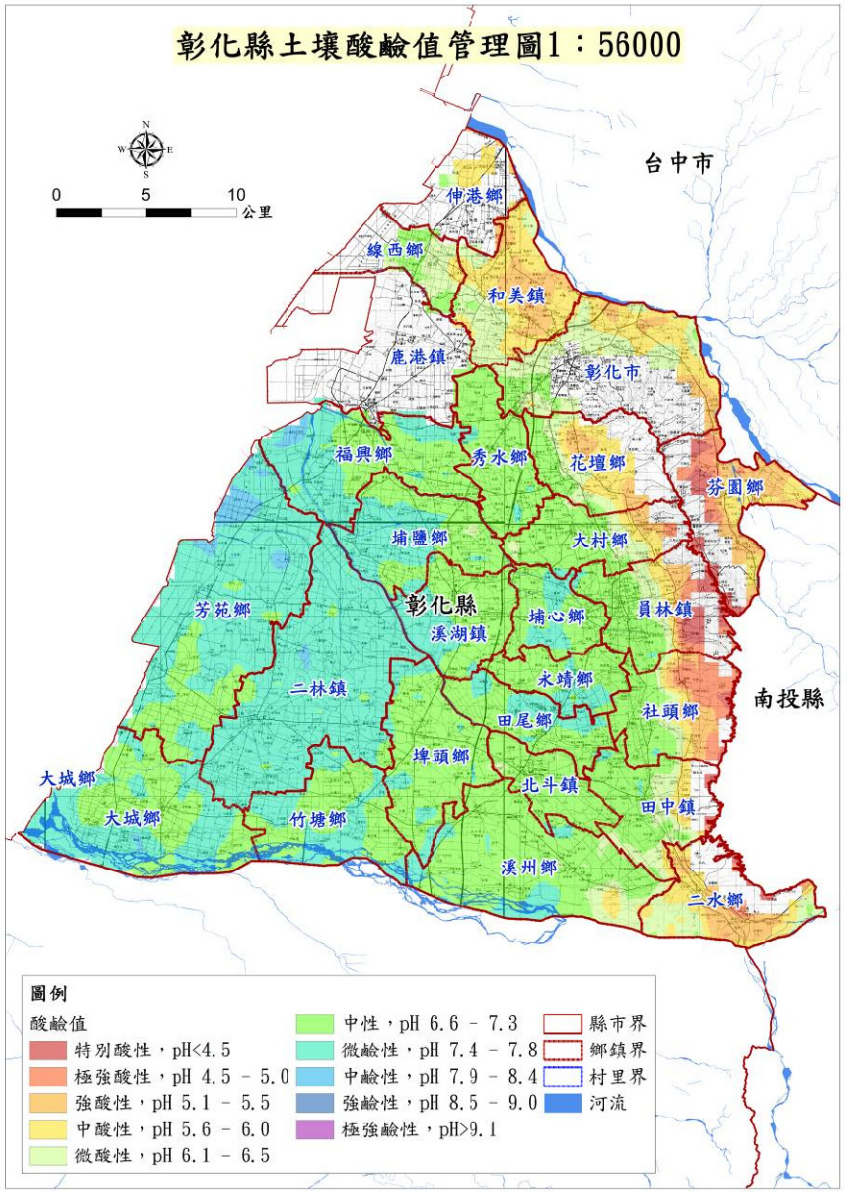


圖 3. 彰化縣土壤酸鹼值管理圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

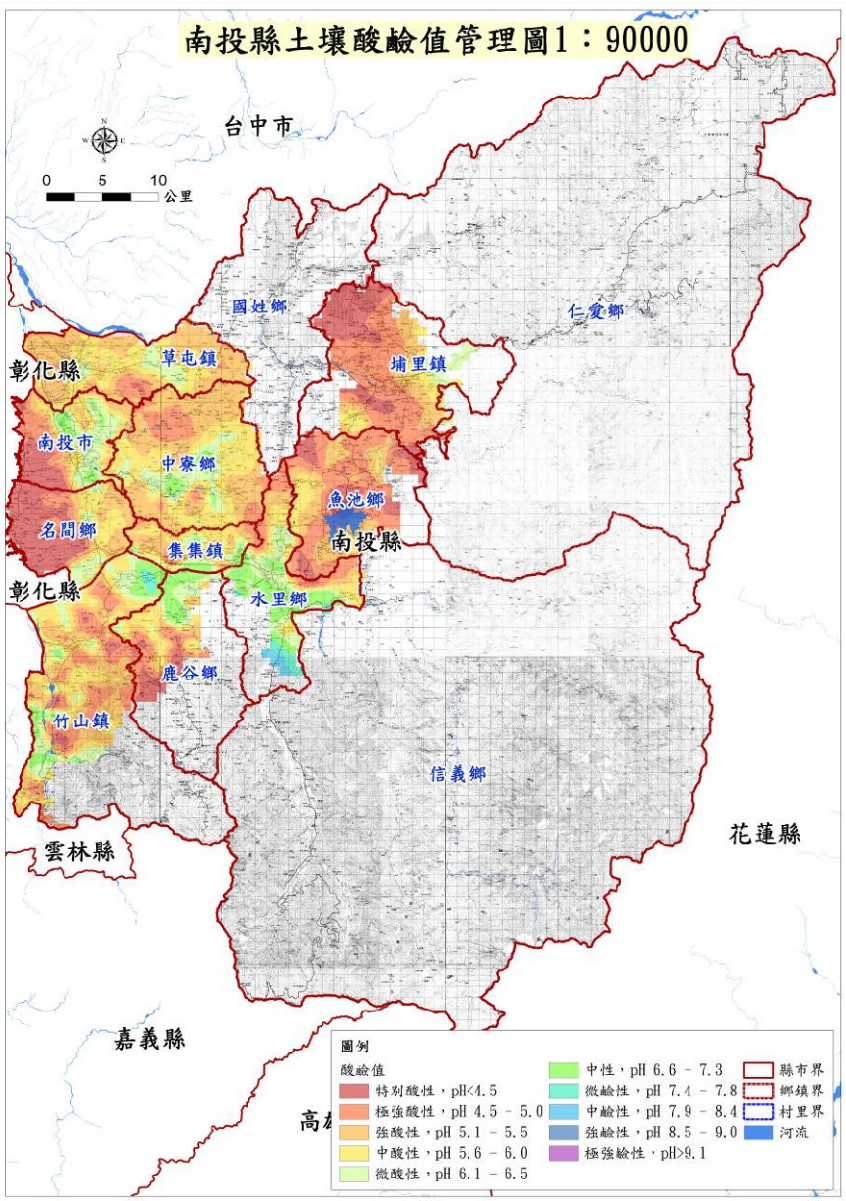


圖 4. 南投縣土壤酸鹼值管理圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

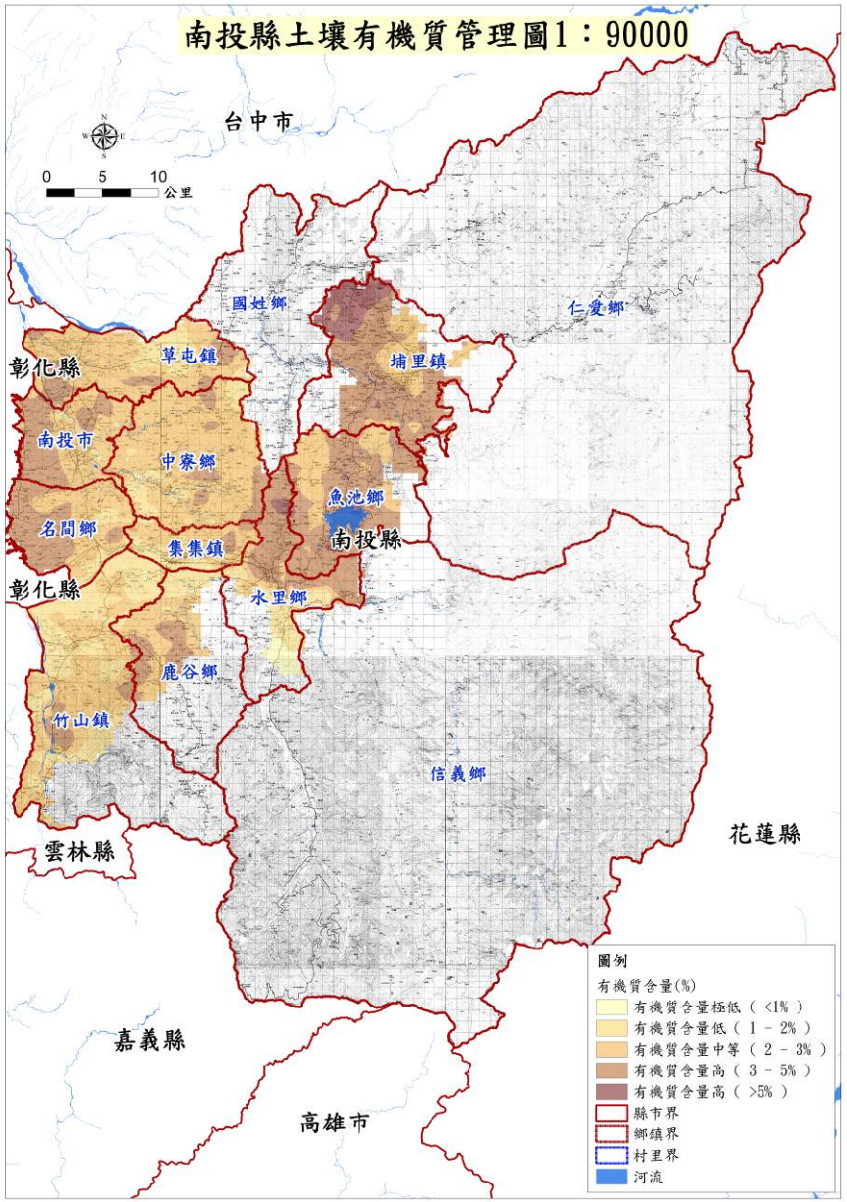


圖 6. 南投縣土壤有機質管理圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

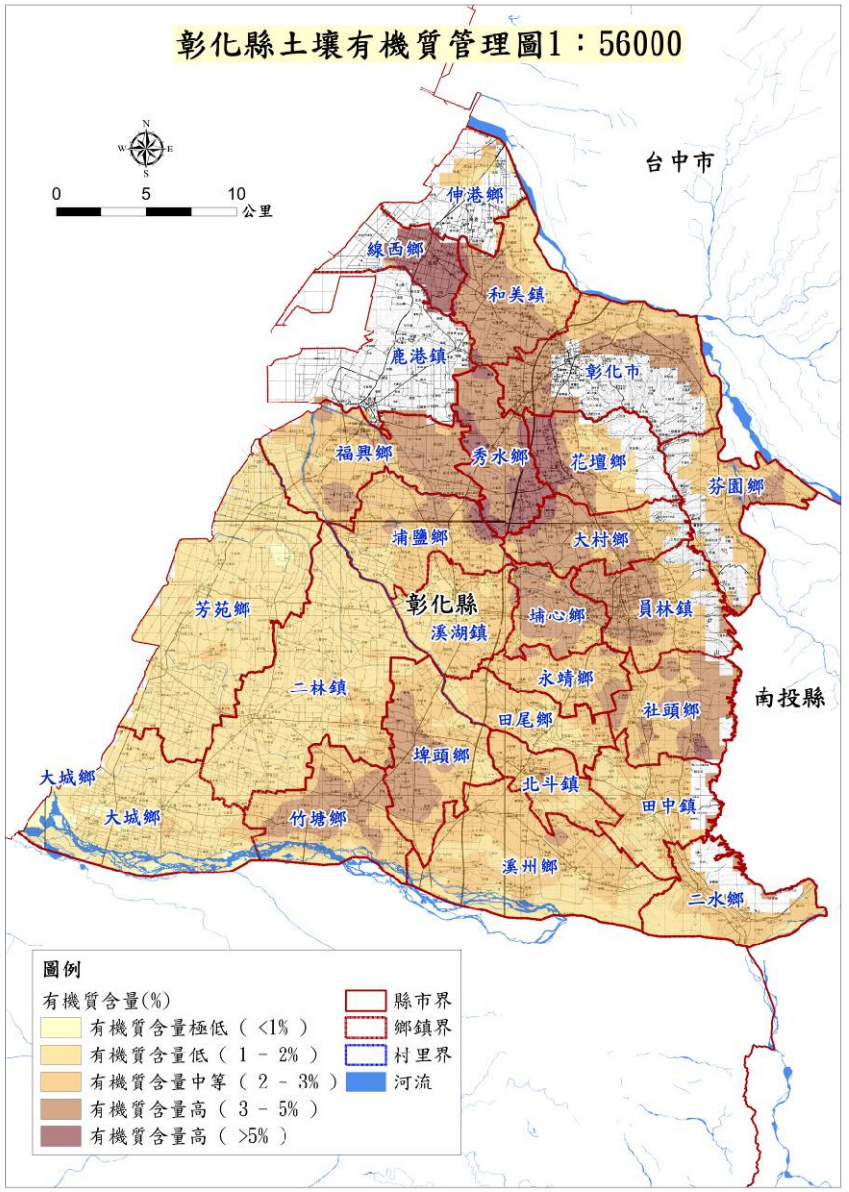


圖 5. 彰化縣土壤有機質管理圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

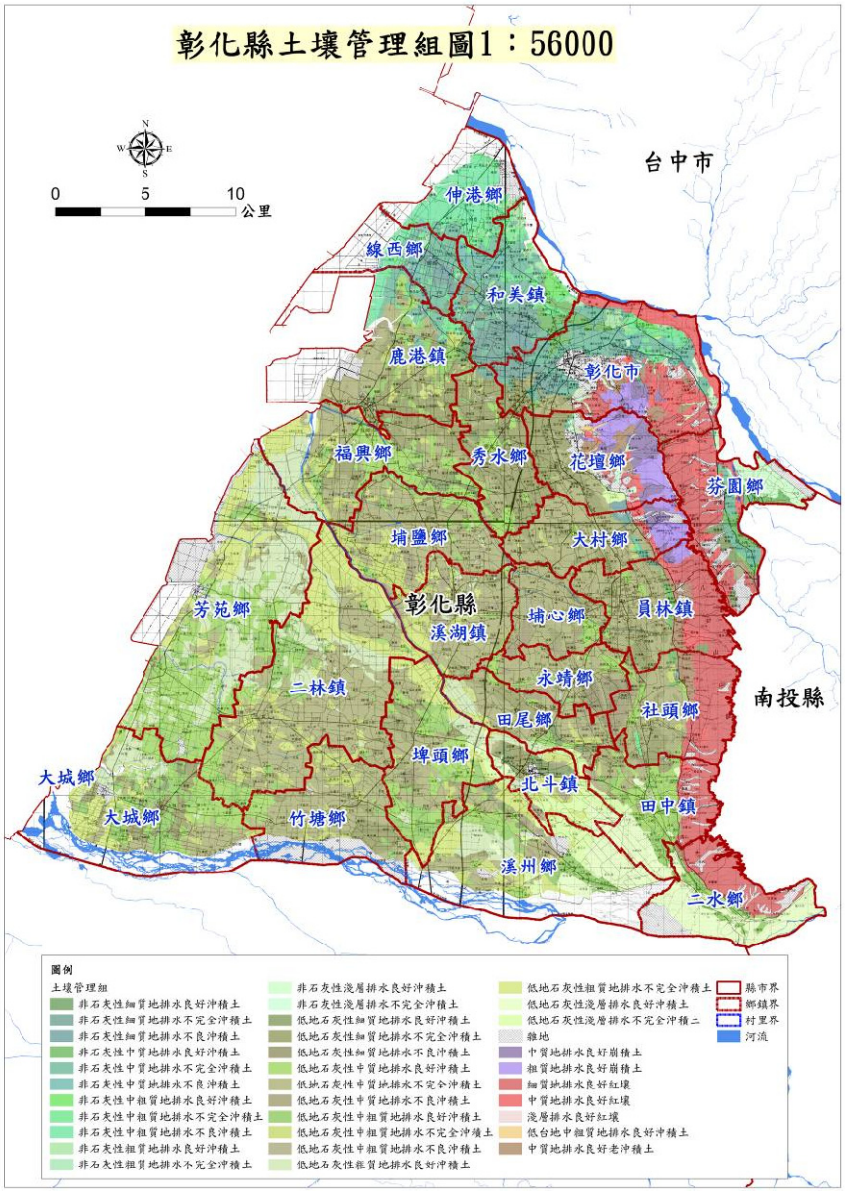


圖 7. 彰化縣土壤管理組圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

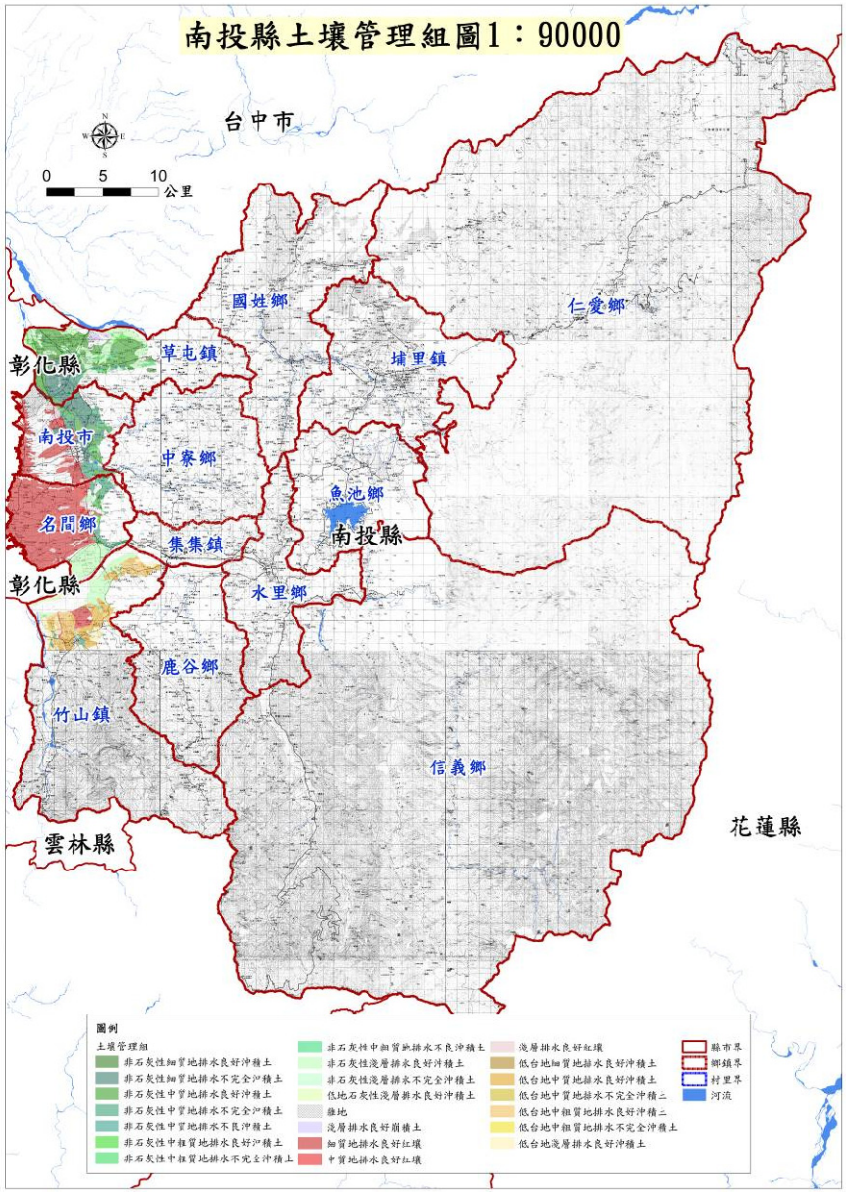


圖 8. 南投縣土壤管理組圖
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

目前高屏地區番石榴主要分布於燕巢、阿蓮、大社、旗山、田寮、岡山及高樹等地區；主要栽種品種包括珍珠拔、帝王拔、彩虹拔、水晶拔及珍翠拔等；高雄市為番石榴重要產區之一，主要以珍珠拔為主，其中燕巢區栽植面積較多，達 1,280 公頃，如下圖所示，燕巢區擁有特殊的泥火山青灰岩土質，所生產的芭樂香脆多肉且甜度較高，在拍賣市場上擁有”燕之巢”之響亮品牌。

依據土壤管理組圖得知，高雄市燕巢地區主要為排水良好之泥火山青灰岩土質，其排水良好，肥料易因沖刷而流失，所以施肥時應少量多次。

(五) 水分灌溉管理

肥料需在水分充足的情況下方能發揮最大之功效，水分太多則易造成根對養分的吸收受阻，並使肥料被沖刷或淋失，土壤水分管理則影響肥料溶解率與利用效率，可決定肥料用量與施肥頻率。一般而言，土壤根圈溶氧量充足，水分愈多，番石榴生育愈旺盛（水分佔植體組成 80 %以上）。水分是肥料溶解及運移的必要溶劑，只有溶於水的肥料才能被吸收利用。

番石榴田區水分管理大致可分乾式及半乾溼式兩種，乾式管理為看天下雨給水，生育時期 5 公分土層水分經常僅約大雨後飽和含水量之 30- 50%。將大雨後土壤水分程度當做 10 分濕，日晒與吸排水土乾至剩 4-5 分濕程度以下；因土壤長期相當乾，為確保收量，肥料用量甚高，需掘穴溝覆土，且施肥頻率少，追肥常利用雨後實施。半乾溼式則於旱季、施肥前後與重要生育時期有相當程度之淹灌噴灌補充水分，生育時期 5 公分土層土壤水分經常約大雨後飽和濕度之 50- 60%。將大雨後土壤水分程度當做 10 分溼，日晒與吸排水土壤約 5-7 分濕程度，因肥效已較乾式提高，肥料用量可酌減及省工撒施實施追肥，於不同生育時期以適當要素比率，及時滿足作物生育需求，可藉操作供給水量與頻率，調節控制肥料與水分於有效營養根域土層 30 公分內即完成吸收利用，做到節制至無多餘肥與水浪費，與無機會下滲污染地下水之精緻程度。

番石榴喜排水良好之砂質壤土，因此，番石榴園除了需維持適當水分外，若有積水情形則需排除；水分管理對番石榴肥培管理扮演重要之角色，番石榴生產過程中有兩個時期需要較高之水分，包括樹梢培養中後期及細胞肥大期（套袋後 2~3 週），樹梢培養中後期之肥料及水分供應影響葉片大小、顏色、厚度及花芽分化，細胞分裂期之肥料及水分供應則影響果實大小及果肉厚度，而細胞肥大期之肥料及水分供應則影響果實大小及品質。

利用水分張力計進行測試，此三個時段表面 20 公分水分應維持 5 - 10 kPa，換言之，夏季平約二至四天即需灌溉一次，而冬季則約五至七天灌溉一次，而其他時期則應維持 10 - 20 kPa，夏季平均灌水頻率為二至四天，冬季則約五至七天灌溉一次，但仍需視天候而調整。另外，在基肥開溝施肥後七至十天及果實採收前七至十五天則減少灌水。番石榴生產過程中勿使土壤水分變化太大而影響果實品質，如能使田區土壤有機質足夠且實行草生栽培，為較穩定之生產模式。

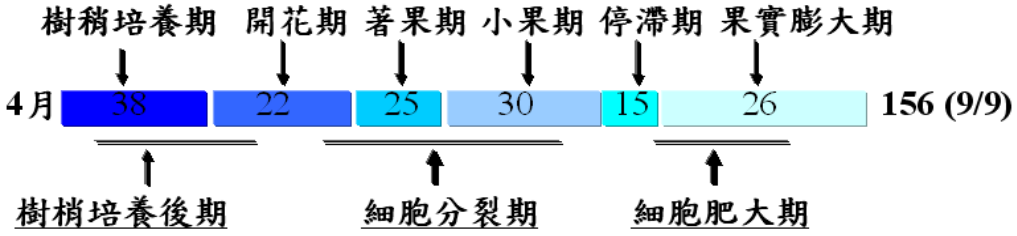


圖 9. 番石榴所需水分之兩個重要時期



圖 10. 果園實施草生栽培有助於穩定土壤水分含量

(六) 栽植密度及修剪時期

應寬行密植，行距約3.5- 4公尺，株距約2.7- 3.6公尺，0.1公頃栽植70- 80株為佳。行株距需根據耕作面積、勞力規劃、耕地面積大小而調整，可預留機械作業道，增加噴藥、施肥及機械操作的便利性與植株通風性。番石榴植株之枝條修剪至果實採收可視為一個生育週期，當修剪月份不同時，所需的生育日數也有所不同，一般約需6-7個月，如圖11所示。然而，生育日數亦會受樹勢、肥培管理及天候因素等條件影響。若要生產秋冬果，可於四至五月份開始陸續修剪，如要生產春夏果，則於九至十月陸續修剪；如要避免生產夏果，應避免於十二至三月期間進行修剪之作業。

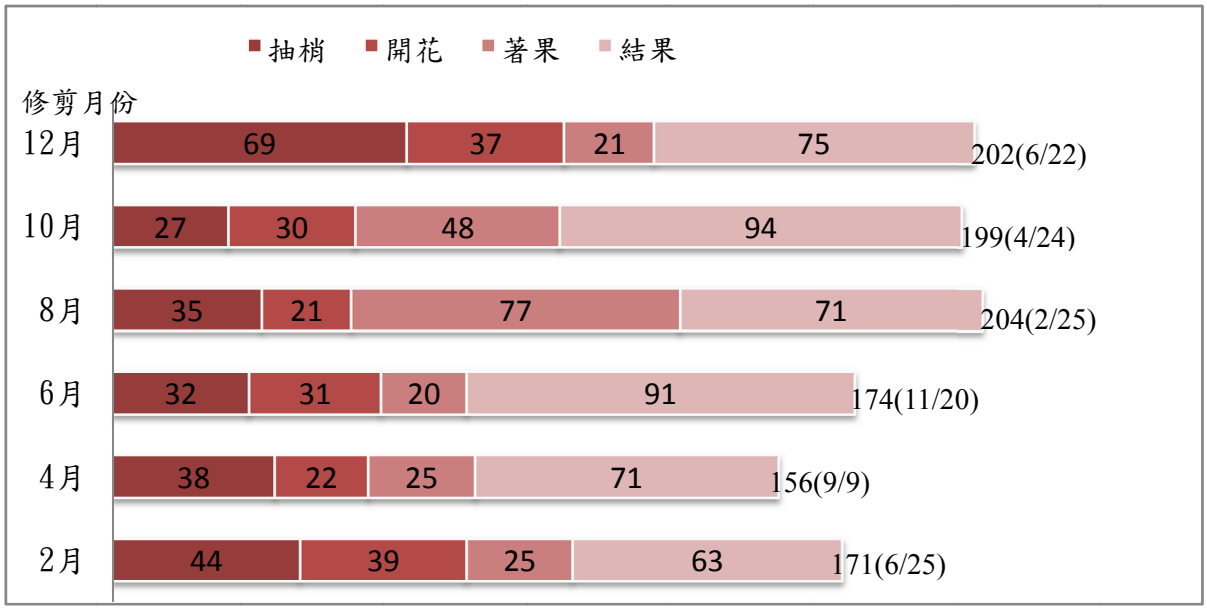


圖11. 番石榴修剪時期對生育日數之影響（黃明雅製）

二、土壤與葉片營養診斷

(一) 土壤養分需求與各種養分之功能

大量要素氮-磷-鉀之養分管理：番石榴田區土壤分析結果經常顯示土壤磷含量過高，表示番石榴田區磷肥已充足。番石榴之生育表現包括葉片厚薄，葉面積大小，葉色深淺與節間長度，主要受氮與鉀吸收比率之影響與調節，所以生育時期施肥宜適度調節氮與鉀肥比率，而磷肥只要適量即可。另外，需配合生育時期與氣候調整之肥培，如 1. 肥料施用量需依據氣候、作物各生育期、生育特性、肥力監控而給予不同比率氮鉀肥；2. 使用之肥料種類與搭配均單純與容易 (4 號複肥或 43 號複肥，氯化鉀，過磷酸鈣)及 3. 搭配水分管理後撒施方法，可施工操作容易與省工。

每一生長階段，甚至需考慮不同的日照、雨水、溫度等天氣條件，需要調整氮和鉀的比例。例如：小果期需要很高的氮鉀比以促進粒頭膨大，中果期後至轉色採收漸漸要提高鉀肥，以低氮高鉀肥之比例提升果實品質及風味，如天氣炎熱，土壤仍有殘存氮（例如有機質肥料中的氮還未分解釋放），中果期後將遇雨水恐促進大量吸收，致使徒長梢旺盛，番石榴果實發育成長快速，導致果肉易軟化，果實糖度低之現象。天氣炎熱時，鉀肥需增多以平衡氮的吸收效率。冬末初春枝葉生長期遇涼冷天氣，則需增加氮與磷肥，彌補氣溫低較差的吸收效率。春夏遇大雨，隨時補充因大雨而流失之肥分。

次量與微量要素，僅需針對特殊土壤母質與特定作物需求，另外供給與部分補充，如番石榴對鈣及硼之需求量較高。

(二) 養分缺乏與過剩毒害之營養障礙

肉眼診斷為檢視番石榴植株是否發生營養缺乏最直接之方法，以下為常見於田區番石榴植株營養元素缺乏判別及改善方法。

1. 缺氮易使生長受到抑制，嚴重時老葉枯乾掉落，植株之葉面積減少且葉片均勻黃化（圖 12、13）。應施用腐熟之堆肥或增施適當之氮肥，若根部因外在因素造成氮肥吸收受阻，可採葉面施用 300 - 500 倍二至三次加以補充。

2. 缺磷易出現於成熟葉，其葉緣出現紫紅色色素並向葉脈間擴展，後期則整個葉片呈紫紅色，缺磷之現象常出現在根系不健康之植株或低溫寒流後（圖 14、15、16）。應調整土壤酸鹼度至微酸性或中性（pH = 6.0- 7.5）並培養健壯樹勢，土壤灑施補充過磷酸鈣，並由葉面噴施高磷鉀 500- 800 倍四至七次，將逐次改善。



圖 12. 番石榴植株缺氮，生長受到抑制，葉面積減少，植株葉片均勻黃化 （林慧玲）



圖 13. 番石榴葉片缺氮之症狀（蘇博信）



圖 14. 番石榴植株缺磷，成熟葉片由葉緣開始出現紫紅色素（林慧玲）



圖 15. 番石榴葉片缺磷之症狀（蘇博信）



圖 16. 番石榴植株缺磷葉片近照（林慧玲）

3. 缺鉀則易出現於老葉，其葉緣及葉尖壞疽並漸向葉脈間蔓延，最後葉脈間將出現棕褐壞疽，此現象較易出現於淋洗嚴重之田區或根系不健康之植株（圖 17、18），應施用速效性鉀肥如氯化鉀，同時採用 200 - 500 倍硫酸鉀或 200 - 500 倍磷酸一鉀溶液葉面施肥每週一次，約二至三次將逐漸改善。
4. 缺鈣則易使頂芽生長受抑制，新葉扭曲變形，並出現暗褐色壞疽（圖 19、20、21、22）。應可於基肥或開花時期在植株間施用苦土石灰或鎂鈣肥 50 - 80 公斤/0.1 公頃或施用硫酸鈣 40-60 公斤/ 0.1 公頃，並由葉面施肥補充 200-300 倍鉗合鈣 500-1,000 倍或氯化鈣 300-500 倍噴施全株四至五次，逐次改善。



圖 17. 番石榴植株葉片缺鉀，由葉緣壞疽漸向脈間蔓延，最後葉脈間出現棕褐色壞疽 （林慧玲）



圖 18. 番石榴葉片缺鉀之症（蘇博信）



圖 19. 番石榴植株缺鈣，頂芽生長停頓，葉片扭曲變形，並出現暗褐色壞疽（林慧玲）



圖 20. 番石榴葉片缺鈣之症狀（蘇博信）



圖 21. 番石榴植株缺鈣葉片近照（林慧玲）



圖 22. 番石榴植株缺鈣，後期病徵頂梢有落葉現象（林慧玲）

5. 缺鎂則在中段葉片葉緣開始黃化，再延至葉脈間，但葉脈仍為綠色（圖 23、24、25）。通常酸性土壤較易發生缺鎂之現象，並同時伴隨缺鈣之現象發生。酸性土壤應可加施苦土石灰或鎂鈣肥 80 - 120 公斤/ 0.1 公頃，或施用硫酸鎂 40- 60 公斤/ 0.1 公頃，避免施過量的鉀肥及鈣肥，採葉面施肥則用 100 - 300 倍硫酸鎂每隔五至七天噴施葉片一次，連續五至六次。



圖 23. 番石榴植株缺鎂，病徵出現於中段葉片 （林慧玲）



圖 24. 番石榴葉片缺鎂之症狀（蘇博信）

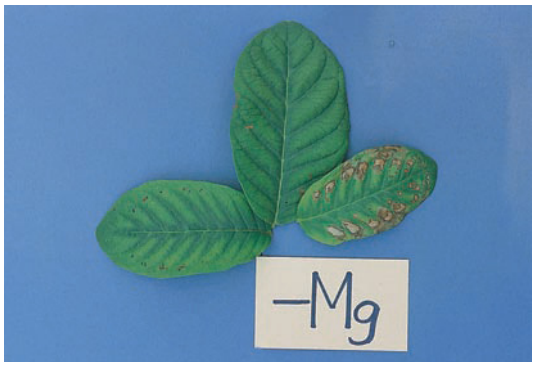


圖 25. 番石榴植株缺鎂，葉脈壞死（林慧玲）

6. 缺鐵常出現於新葉，葉脈間成淺綠至黃白化，嚴重時則整個葉片黃白化且頂芽壞疽（圖 26、27）。通常發生於鹼性土壤，應可施用硫磺粉 20-30 公斤/ 0.1 公頃加以改良土壤酸鹼度至 pH = 5.5-7.5。另外可擇用硫酸亞鐵 5- 6 公斤與多量堆肥混合並全面灑施，並採用葉面施肥用硫酸亞鐵 500-1,000 倍噴施二至三次，逐次改善，噴施時則以黃昏前為佳。



圖 26. 番石榴植株缺鐵，新葉均勻黃化，下位葉仍為綠色（林慧玲）



圖 27. 番石榴葉片缺鐵之症狀（蘇博信）

7. 缺硼則造成頂梢之生長點及新葉生長受阻，白化或褐化而壞死（圖 28-圖 45）。並抑制花粉及花粉管發育造成落花落果之現象。鹼性土壤之硼的有效性低，故缺硼通常易發生於鹼性土壤（pH > 8）。應可施用硼砂 10- 15 公斤/公頃，並可用產酸肥料如硫酸銨或硫磺等以降低根圈 pH，提高硼之有效性。開花前至果實發育初期發生缺硼之現象則可以 400- 600 倍之硼酸或水硼葉面噴施二至三次，逐次改善。



圖 28. 番石榴植株缺硼，頂芽壞死（林慧玲）



圖 29. 番石榴葉片缺硼之症狀（蘇博信）



圖 30. 番石榴植株缺硼，新梢變黑枯萎（林正忠）



圖 31. 番石榴植株缺硼，葉片呈嵌紋狀 （林正忠）



圖 32. 番石榴缺硼，新葉嵌紋及壞疽斑出現 （林正忠）



圖 33. 番石榴缺硼，新芽出現壞疽斑，新葉嵌紋 （林正忠）



圖 34. 番石榴缺硼，沿葉脈木栓壞死 （林正忠）



圖 35. 番石榴缺硼，沿葉脈出現壞疽斑 （林正忠）



圖 36. 番石榴缺硼，枝條表層凹陷 （林正忠）

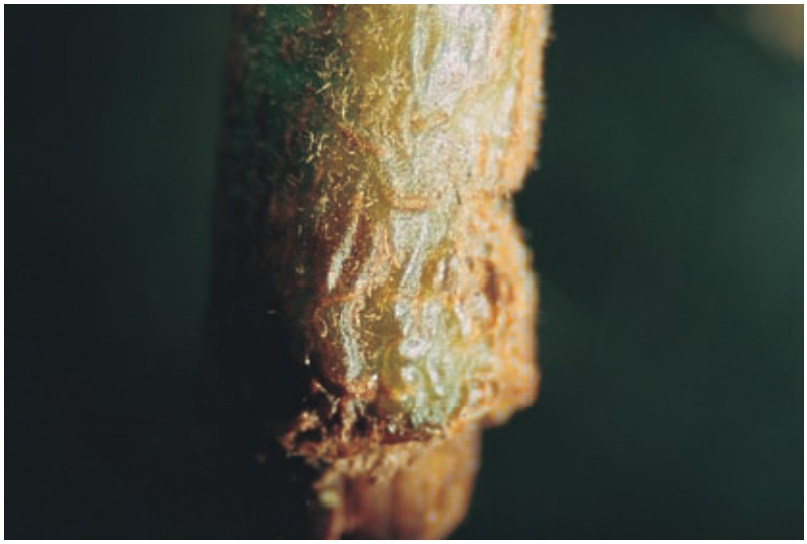


圖 37. 番石榴缺硼，果柄表層凹陷。（林正忠）



圖 38. 番石榴缺硼，果實病徵表現在果實內部無籽（林正忠）

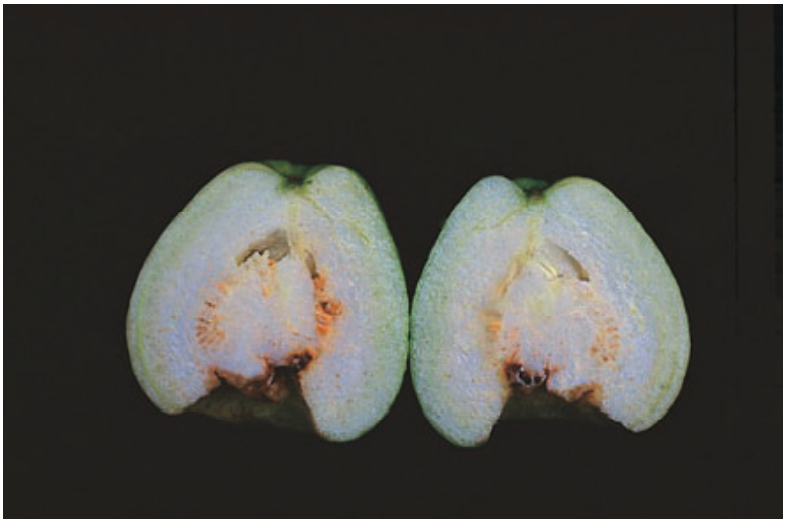


圖 39. 番石榴缺硼，果實底部出現缺鈣症，果實上部空心，種子變褐色 （林正忠）

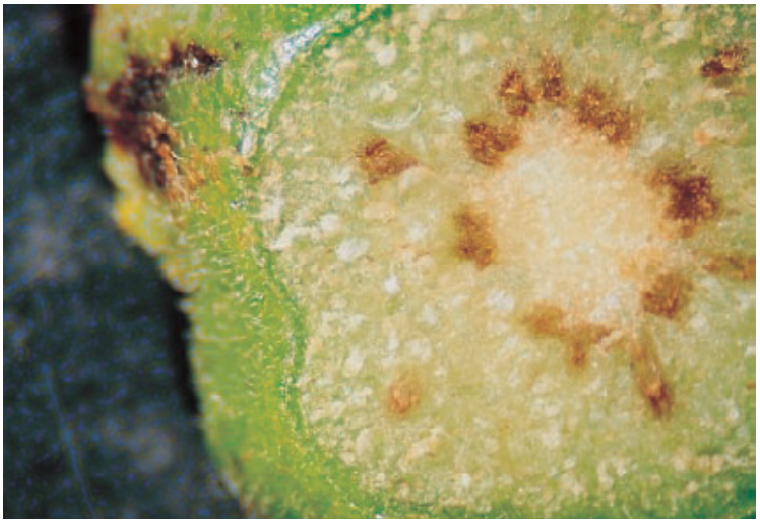


圖 40. 番石榴缺硼，果實頂部維管組織變褐色（林正忠）

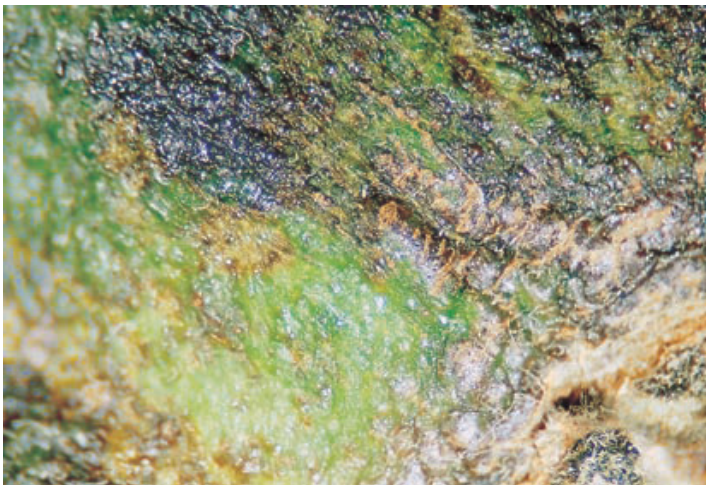


圖 41. 番石榴缺硼，果實外表皮連續橫裂木栓紋（林正忠）



圖 42. 番石榴缺硼，果實外表皮連續橫裂木栓紋（林正忠）



圖 43. 番石榴缺硼，果實橫裂木栓及綠色泡狀表皮（林正忠）



圖 44. 番石榴缺硼，果實表皮綠色泡狀俗稱蟾蜍皮（林正忠）



圖 45. 番石榴（水晶）田間低溫引起寒害（林慧玲）

(三) 土壤採樣方法

番石榴為多年生果樹，根系依土壤情況不同，一般可深入土中50公分以上。因此，土壤樣品採樣需分為表土及底土二類，簡單區分，0-20公分深之間土壤為表土，20-40公分深之土壤為底土（圖47）。

採樣時機分為整地與追肥前及雨季過後進行，應於整地與施肥前二至三週，先行將土壤採樣，寄或送至改良場進行土壤肥力檢測，再藉由改良場專業人員，依據土壤肥力報告進行施肥推薦。

採土時若土壤表層有雜草或有機質需先行刮除，再行採樣，而採樣位置於樹冠邊緣採土。一般而言，**樣本依農田面積大小，採取小樣本的個數**（表1），每塊田面積以0.1公頃時可採取表土五點，並將此五點土壤小樣品共置同一容器內，混合均勻，再從容器內取約0.5-1公斤土壤為代表樣品，置於乾淨之採樣袋或塑膠袋內，於袋外註明姓名、地址、地段地號等地籍資料、電話、作物別、採樣日期及表、底土等資料送件即可。

分析報告及推薦施肥方式，將於二至四週內完成，並以寄件、傳真等方式告知送驗者。此外，高雄區農業改良場為便民服務，在轄區內農會之推廣股，均寄放採樣袋，因此，如有需求，均可向當地農會索取採樣袋。



圖46. 番石榴果園土壤採樣位置為樹冠下，應避免直接採到所施之肥料（條施或穴施肥處旁5 - 10公分）為佳

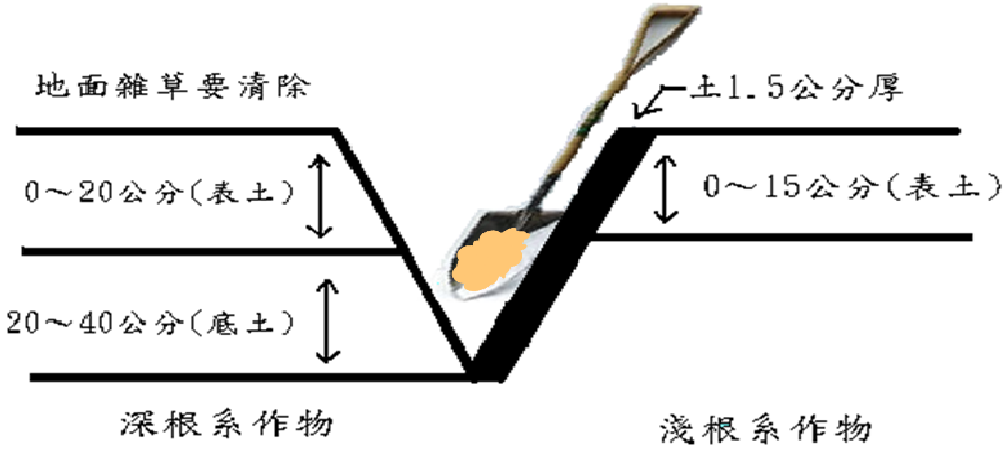


圖 47. 深根性作物（如果樹等）土壤採樣深度，以 0~20 公分為表土，20~40 公分為底土

表 1. 樣本依農田面積大小，採取小樣本的個數

農田面積（0.1 公頃）	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
小樣本個數	5	8	11	13	15	16	17	18	19	20

(四) 土壤肥力診斷

依據臺中區農業改良場進行多年之番石榴肥培管理研究資料顯示，暫定番石榴土壤肥力檢測結果診斷，適宜番石榴生長之土壤條件如下：

1. 酸鹼值為 5.5 - 7.5 ；
2. 以土：水＝1：5 （重量：體積）導電度應小於 0.33 dS/ m；
3. 有機質（OM）大於 30 g/kg；
4. 土壤以白雷氏第一（Bray No.1）法抽出後檢測磷的有效濃度 30-200 mg/kg 為適宜濃度；

5. 土壤以中性醋酸銨（1 M NH_4OAc）抽出後檢測有效鉀、鈣、鎂濃度分別是 50 - 300、571 - 1,150、48 - 100 mg/kg 為適宜參考濃度；
6. 土壤以 0.1 M 鹽酸抽出後分析銅及鋅的有效濃度，分別為 1 - 20 及 1.6 - 50 mg/kg 為參考濃度（表 2）。

表 2. 番石榴之土壤肥力診斷標準參考值

編號	pH	EC	OM	Bray 1 磷	交換性鉀	交換性鈣
		dS/ m	g/kg	mg/kg		
土　壤 檢驗項目 參 考 值	5.5-7	< 0.33	30-50	30-200	50-300	571-1150

編號	交換性鎂	交換性鈉	銅	錳	鋅	鐵
		mg/kg				
土　壤 檢驗項目 參 考 值	48-100	< 100	1-20	--	1.6-50	--

土壤 pH 值為水土比 = 1:1 時之測值；電導度為水土比=5:1 時之測值；磷以白雷氏第一法（Bray 1）萃取；鉀、鈉、鈣、鎂以 1 M 中性醋酸銨萃取；**銅、錳、鋅、鐵以 0.1 M 鹽酸萃取**。

表 3.　民國 104 年社頭鄉番石榴產銷班土壤分析

編號	pH	EC	OM	磷	鉀	鈣	鎂	鈉	銅	錳	鋅	鐵
		dS/ m	g/kg	mg/kg								
土　壤 檢驗項目 參 考 值	5.5 - 7	小 於 0.33	30 - 50	30 - 200	50 - 300	571 - 1,150	48 - 100	小 於 100	1 - 20	--	1.6 - 50	--
104FS0476	5.86	0.19	31.2	72	59	1,484	192	33	11	77	16	1,580
104FS0477	5.97	0.43	16.6	263	447	1,395	187	39	12	213	26	1,425
104FS0478	4.07	1.01	17.6	638	702	911	177	43	5	29	18	1,560
104FS0479	5.15	0.69	22.6	493	777	1,266	117	22	11	162	22	1,315
104FS0480	6.80	0.94	19.2	167	204	2,732	318	120	12	273	27	710
104FS0481	6.94	0.23	21.1	129	182	2,397	183	23	21	253	23	845
104FS0482	5.02	0.21	29.1	814	467	1,077	185	18	9	100	28	1,121
104FS0483	5.01	0.09	16.0	475	224	773	123	24	9	111	23	1,190
104FS0484	5.33	0.26	20.2	230	173	894	130	24	8	236	13	556
104FS0485	7.33	0.42	21.7	96	286	1,989	273	35	17	199	19	709
104FS0500	6.40	0.38	33.5	615	749	3,479	177	21	8	181	36	268
104FS0501	4.54	1.42	50.5	1,124	1,904	1,428	206	60	12	199	85	567
104FS0502	4.38	1.05	15.6	933	1,379	904	125	31	9	87	24	899
104FS0503	6.04	0.95	10.4	419	887	1,113	206	128	10	184	36	1,702
104FS0504	6.46	0.73	8.2	383	725	1,210	176	102	8	79	23	1,156
104FS0505	3.62	1.03	38.8	611	672	959	121	42	3	23	6	795
104FS0506	3.64	0.61	10.0	151	341	445	99	27	3	29	3	847

土壤 pH 值為水土比 = 1:1 時之測值；電導度為水土比=5:1 時之測值；磷以白雷氏第一法（Bray 1）萃取；鉀、鈉、鈣、鎂以 1 M 中性醋酸銨萃取；**銅、錳、鋅、鐵以 0.1 M 鹽酸萃取**。

以表 3 番石榴土壤肥力檢測樣品為例，果園土壤酸鹼值低於 5.5 樣品高於 52.9 %，導電度應大於 0.33 dS/ m 樣品高於 70.6%，有機質（OM）低於 30 g/kg 樣品高達 82.4 %（更有 41.2 %樣品之有機質含量低於 20 g/kg）需合理施用有機質肥料，土壤有效性磷含量大於 200 mg/kg 樣品佔 70.6 %，土壤有效性鉀含量大於 300 mg/kg 樣品佔 64.7 %，顯示果園磷與鉀肥施用已超過番石榴之需求量，應調降或改施用單質肥料，土壤有效性鈣含量大於 1,150 mg/kg 樣品佔 52.9 %，番石榴栽培於土壤有效性鈣含量低於 571 mg/kg 土壤，植株可能會產生缺鈣反應之樣品佔 5.9 %，土壤有效性鎂含量大於 100 mg/kg 樣品佔 94.1 %，土壤有效性鈉含量均小於 150 mg/kg 對土壤團粒構造之影響不大，土壤微量元素有效性銅與鋅含量均分別高於 1 與 1.6 mg/kg，在此土壤生長之番石榴應不易產生銅與鋅缺乏，但均有 5.9 %樣品之銅大於 20 mg/kg 與鋅含量高於 50mg/kg（表 3）。

由以上資料顯示若能掌握每一個果園之土壤肥力狀況，對番石榴之合理肥培管理有很大的幫助。

(五) 植體採樣方法

番石榴對無機養分反應敏感，在植株未出現營養缺乏徵狀時，就可進行葉片營養診斷。番石榴葉片採樣以生長均勻的果園為一採樣單位，依U字型採取，循著U字形行走果園時，可選定左右兩邊可代表性的果樹各一棵，在樹冠四方枝條上，逢機採取成熟葉片（圖48）。

每年九月中至九月底為高雄與屏東地區最適當採樣期，最適採樣部位則為第四及第五片葉片。

臺中、彰化與南投縣則在每年之七至八月間採取當年成熟之結果枝或未結果枝上，葉齡五至六個月葉片，每一果園約採30-50片。

務須樹冠四方的葉片有均等機會被取到，每區的採樣數目，以果園總株數的20 %為採樣株，約採取25-30片，合成一個樣本，裝入全新塑膠袋中，然後註明農戶姓名、住址、電話號碼、果樹種類、日期等，連同土壤樣本當天送往改良場分析。每一樣本所採葉片，必須樹齡相近，品種與砧木相同，所採之葉片應無機械損傷，或病蟲害侵襲者。

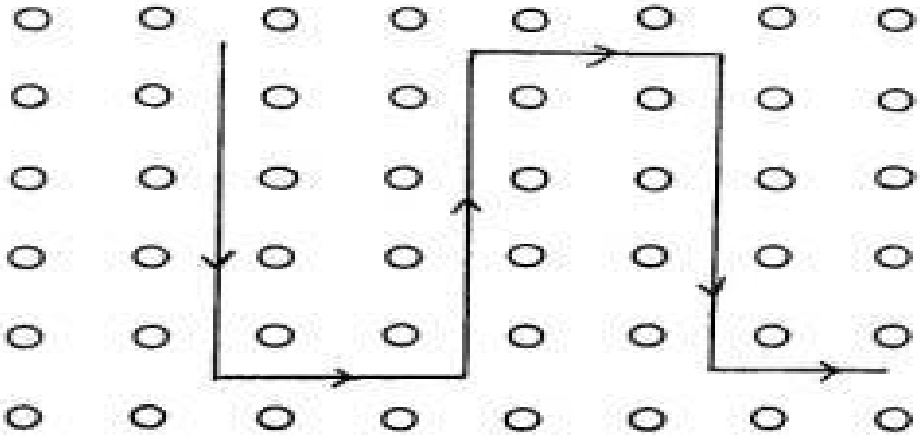


圖48. 果園區以U字型方式逢機採取葉片混合

(六) 番石榴葉片適宜之要素濃度診斷範圍

各場所訂定生產高品質番石榴葉片營養要素濃度標準

臺中區農業改良場（2016）訂定臺中市、彰化縣與南投縣生產高品質番石榴之五至六個月葉齡之葉片，營養要素適宜濃度範圍如下：

表 4. 番石榴葉片營養要素濃度範圍（2016）

氮	磷	鉀	鈣	鎂	錳	鐵	銅	鋅
———	———	g/kg	———	———	———	———	mg/kg	———
14.0-16.0	1.3-2.1	8.5-9.9	13.8-22.1	2.4-4.3	69-213	53-87	8-13	15-17

高雄區農業改良場（2016）生產高品質番石榴葉片營養要素濃度標準如下：

表 5. 番石榴葉片營養要素濃度範圍（2016）

氮	磷	鉀	鈣	鎂	錳	鐵	銅	鋅	硼
———	———	g/kg	———	———	———	———	mg/kg	———	
28.4±5.6	2.8±0.4	20.2±4.0	14.0±3.4	3.0±0.5	73±32	239±74	22±15	129±93	38±6

（林景和，2003）

花蓮區農業改良場訂定宜蘭與花蓮縣建議在每年之 7- 8 月間採取當年生成熟枝條葉齡 5~6 個月之第二對葉，每一果園約採 40 - 60 片進行分析。訂定花蓮地區番石榴適宜之要素濃度範圍如下：

表 6. 番石榴葉片營養要素濃度範圍（2016）

氮	磷	鉀	鈣	鎂	錳	鐵	銅	鋅	硼
———	———	g/kg	———	———	———	———	mg/kg	———	
7.0-10.6	1.0-1.4	5.8-11.2	17.3-21.1	小於 7.4	191-309	38-208	14-90	15-67	18-66

葉片隨地點、採樣方式等因素有很大之差別，整合以上三不同地區農業改良場試驗結果，氮適宜濃度範圍7.0 - 24 g/kg，磷適宜濃度範圍為1.0 - 2.8 g/kg，鉀為6 - 20 g/kg，鈣為14 - 22 g/kg，鎂不宜小於 2.4 g/kg

三、產地不同區域之土壤管理與施肥推薦

目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦

(一)臺中區農業改良場番石榴土壤管理與施肥推薦

臺灣種植之番石榴全年均可開花結果，因產期調節簡單，結果期甚長，果實產量高，對養分需求大。農果為維持良好之生長勢，增加番石榴產量，會隨時進行番石榴不結果枝之摘心作業，期待番石榴當年已成熟側枝上抽出的新稍能開花結果，並形成一株番石榴同時有可以採收之成熟果實、幼果、剛完成授粉之小果與正在開花（圖 49）並存。



圖 49. 番石榴可採收之果實與下期果之幼果同在植株上

研究顯示，隨著果實採收將養分移走，每生產 100 公斤番石榴鮮果所帶走的養分為：氮 1.83 公斤、磷 0.39 公斤、鉀 1.62 公斤、鈣 0.90 公斤、鎂 0.22 公斤、鈉 0.24 公斤。

2012 年調查彰化縣溪州鄉每株番石榴平均**果實每年產量在 52.3-64.0 公斤**（表 7），相當每年每株隨著果實採收將帶走氮 0.96-1.17 公斤、磷 0.20-0.25 公斤、鉀 0.85-1.14 公斤、鈣 0.47-0.58 公斤、鎂 0.12-0.14 公斤、鈉 0.13-0.15 公斤養分，因此，施肥量應視番石榴之實際生長狀況，並考慮果實採收量等因應與調整。

表 7. 2012 年養分管理試驗番石榴果實產量（彰化縣溪州鄉）

N- P_2O_5- K_2O-MgO（g/plant/year）	果實產量（kg/plant/year）	指數（%）
302 - 279 - 500 - 0	52.3	93.4
604 - 558- 1,000 - 0	64.0	123.5
321 - 586 - 491 - 0	56.5	98.6
321- 586 - 491 - 0	53.6	93.5
321 - 586 - 491 - 160	54.2	94.6
800 -1,888 - 1,600 -0	57.3	100.0

番石榴果園之土壤管理，若能實施草生栽培方式或種植綠肥（圖 50），則果園土壤水分穩定，較不易發生土壤過於乾燥而引起鈣、硼缺乏，此乃果園良好之土壤管理方式。若再配合於修剪前 30 天採集果園土壤樣品，送交轄區農業改良場檢測土壤肥力，依據檢測結果與建議方法進行合理施肥管理，則更能維持高產與高品質。



圖 50. 果園種植綠肥也是一種草生栽培

土壤 pH 過高易引起微量要素缺乏，反之，土壤 pH 過低土壤酸化嚴重者易引起缺鈣與鎂。若土壤 pH 低於 5.0 時，該果園應施石灰資材（表 8），如石灰石粉或苦土石灰（鎂鈣肥）。施用後須與土壤充分混合，才有改良土壤太酸之效果。並依土壤肥力診斷結果與株齡，每株施用 0.5-1.5 公斤逐年施用以降低土壤繼續酸化。石灰資材不可與銨態氮肥同時施用，以避免形成氨氣揮發，因此，果園應於施基肥前 30 天施用石灰資材。

表8、常用石灰資材之品質

資材名稱	主要化學成分	鹼　　度[1]	酸性中和能力[2]
石灰石粉	$CaCO_3$	56	100
消 石 灰	$Ca(OH)_2$	76	136
生 石 灰	CaO	100	179
苦土石灰	$CaMg(CO_3)_2$	53-59	90-105
石灰爐渣	$CaSiO_3$	36-48	65-85
矽酸爐渣	$CaSiO_3$	34-45	60-80
蚵 殼 粉	$CaCO_3$	51	92
蟹 殼 粉	$CaCO_3$	21-26	38-45

1 鹼度＝ %CaO＋%MgO × 1.39

2 以石灰石粉之鹼度為100時，各種資材之鹼度相對值。

土壤有機質含量過高之土壤，鐵、錳、鋅、銅等微量要素有易被固定的風險，導致番石榴不易吸收該元素，嚴重者造成缺乏障礙。土壤有機質低於 30 g/kg 之果園，應合理的施用優質有機質肥料為基肥，兼具改善果園土壤肥力。番石榴基肥可於四至六月極強修剪後開施肥溝（圖 51）施用，每年每株施堆肥 10-25 公斤並覆土（圖 52）。



圖 51. 番石榴果園先開施肥溝以便施用基肥



圖 52. 番石榴果園施用堆肥與化學肥料當基肥後以中耕機覆土

銨態氮施用過量，易引起土壤酸化，造成缺鈣或鉀之障礙，鉀肥施用過量易引起裂果及鈣、鎂缺乏。

土壤有效磷與鉀含量高於參考值時，依據番石榴栽培模式，配合各生育階段對營養的需求施用肥料，每株每年**極強修剪後**施用堆肥或有機質肥料 10-25 公斤與 43 號複合肥料（N-P_2O_5-K_2O-MgO＝15-15-15-4） 0.5-1.5 公斤為基肥，**開花前**施 5 號複合肥料（N-P_2O_5-K_2O＝16-8-12） 0.3-1.0 公斤，**幼果期**施 4 號複合肥料（N-P_2O_5-K_2O＝11-5.5-22） 0.3-1.0 公斤，**採收後**與下一期果之幼果期則依番石榴生長狀況與留果量多少，選擇上述適當之複合肥料 0.3-1.5 公斤（表 9）或參考選用單質肥料自行調配施用，避免長期施用氮磷鉀比例固定之複合肥料造成土壤養分不平衡與過量累積。

番石榴各時期之氮（N）:磷酐（P_2O_5）:氧化鉀（K_2O）適宜之比例，基肥為 1.0 : 1.0 : 1.0 或 1.0 : 1.5 : 1.0，追肥開花前為 1.7 : 1 : 1.3 或 1.0 : 1.5 : 2.0，追肥幼果期為 2 :1 : 4 或 1.0 : 1.2 : 2.0，選擇施用複合肥料時每株合理之施用量如表 9 所示。除考慮果樹株

齡與留果數量多寡外，依據果園土壤肥力診斷結果，果園土壤肥力大於參考值之土壤，番石榴每年極強修剪後施用優質堆肥 10-25 公斤，配合化學肥料（N:P_2O_5:K_2O 比例 1:1:1） 施用 0.3 - 0.8 公斤為基肥，施肥前先以中耕機做成施肥溝（圖 51），再將堆肥與基肥之化學肥料施入後，用中耕機覆土（圖 52）。

若依據果園土壤肥力診斷結果，肥力檢測值在參考值範圍內之土壤，番石榴每年極強修剪後施用堆肥 10-25 公斤，配合化學肥料（N:P_2O_5:K_2O 比例 1:1:1） 施用 0.3-1.5 公斤為基肥。番石榴於開花前化學肥料（N:P_2O_5:K_2O 比例 2:1:1.5）施用為追肥。幼果期之化學肥料（N:P_2O_5:K_2O 比例 2:1:4）施用為追肥。

表 9. 番石榴複合肥料種類與用量

生育階段	肥料種類	施肥方法	施用量(公斤/株)
施基肥前 30 天	石灰石粉（須依土壤肥力診斷結果施用量並於開施肥溝前施用）	撒施後耕犁	0.5-1.5
極強修剪後	堆肥或有機質肥料	溝施並覆土	10-25
	43 號複合肥料（15-15-15-4）	溝施並覆土	0.3-1.5
開花前	5 號複合肥料（16-8-12）	表面撒施	0.3-1.0
幼果期	施高鉀之 4 號複合肥料（11-5.5-22）	表面撒施	0.3-1.0
採收後與下期果之幼果期	依植株生育狀況與留果量多少選擇 5 號（16-8-12） 39 號（12-18-12） 43 號（15-15-15-4）複合肥料一種或單質肥料自行調配，依季節每 15-30 天施用	表面撒施	0.3-1.0

二、臺南區農業改良場番石榴管理作業及施肥推薦

民國 104 年臺南區農業改良場農友土壤送樣分析數據如表 10 所示。分析數據之誤差原因可能為採樣方法及轄區內番石榴農友送土壤樣品數而有差異。民國 104 年臺南區農業改良場土壤肥料分析實驗室接收轄區內農友土壤送樣之結果（表 10）顯示，因嘉義及雲林地區之樣品數較少，故僅列出臺南地區。

表 10. 民國 104 年度臺南場轄區番石榴土壤送檢分析數據結果

	EC (1:5)	pH (1:1)	有機質	有效性			
				磷	鉀	鈣	鎂
	dS/ m		g/kg	mg/kg			
臺南	0.16 ± 0.12	6.53 ± 1.2	26.9 ± 15.6	178 ± 189	157 ± 143	1,955 ± 1,130	266 ± 161

土壤磷以 Bray No.1 法抽出，鉀、鈣及鎂以 Mehlich No.1 法抽出。

[1]：數值表示為平均值 ± 標準偏差

進一步分析土壤有機質、有效性磷鉀含量比例（表 11），土壤有機質未達 30 g/kg 者，約七成，未達比例偏高，應施用品質優良及高有機質之有機質肥料能提供良好根

系生長環境，故於基肥時期可以選用低養分、高有機質資材或草生栽培（如種植綠肥大豆）以增加土壤有機質（圖 50）。

土壤 Bray-1 磷高於 50 mg/kg 者，約佔六成以上；土壤交換性鉀高於 100 mg/kg 者，亦佔六成以上。施用時需考慮作物根系是否有足夠能力吸收及植株所能保存的量。而施用鉀肥時，亦應考慮田間有效鎂之含量，鎂鉀比之適當值約在二左右，過低可能易發生鎂鉀結抗作用導致缺鎂。

表 11. 民國 104 年度臺南場轄區番石榴果園土壤送檢有機質、Bray-1 磷及交換性鉀分佈

	有機質 < 30 g/kg	Bray-1 磷 > 50 mg kg^{-1}	交換性鉀 > 100 mg kg^{-1}
臺南	70（26）	65（24）	65（24）

[1]:數值表示為"所佔比例（分析件數）"

表 12. 番石榴三要素推薦量（克/株/年）（一年二個產季為計算基準，每公頃施用 10-20 公噸堆肥下）

要　素	1-2 年	3-4 年	5-6 年	7-8 年	9-10 年	11 年以上
氮	60	120	200	250	300	400
磷　酐	60	120	120	140	180	200
氧化鉀	60	120	200	250	300	400

表 13. 番石榴施肥時期及分配率（%）

肥料別	開花期	幼果期	採收後
氮　肥	40	20	40
磷　肥	40	40	20
鉀　肥	30	40	30

葉面肥：開花期前後可以葉面施肥鎂肥 500-600 倍及微量元素 2,000-3,000 倍，一至二次，每七天施用一次。

三、高雄區農業改良場番石榴管理作業及施肥推薦

(一) 番石榴生長週期、管理作業及主要、次量與微量元素營養管理推薦

番石榴在生育生長期大量抽梢及葉片時期所需氮肥量較高，因此，生育生長期宜補充氮較高肥料，至於開花結果期之磷、鉀則極為重要，故當番石榴進入生殖生長期應控制氮肥的施用及提高磷、鉀肥的施用量；氣候因素方面，如陽光充足時光合成量會增加，因此，需充分供給肥料才可提高產量。

根據本場多年田間調查與試驗結果，擬定在一般土壤肥力條件下之施肥推薦與方法，輔導番石榴生產進行合理化施肥，並提升產量與品質。以下將簡單介紹各時期之番石榴合理化施肥步驟；番石榴合理化施肥為基肥施用前一個月採取田間土壤進行肥

力分析，並依土壤肥力分析進行施肥推薦，如土壤有機質不足，則可施有機質肥料或有機液肥加以補充，土壤有效性氮、磷、鉀不足時，則可經過精算後進行酌量增施；如土壤有效性氮、磷、鉀過多，則可經算後酌量減施。

基肥所需氮肥量較高但不可過量，故氮：磷酐：氧化鉀三要素比應為N: P_2O_5: K_2O = 1: 1.5 : 1或1 : 2 : 1，可施用國產推薦之腐熟有機質肥料搭配三要素較平均之化學肥料如43號複肥（15-15-15-4）及酌量施用過磷酸鈣（0-18-0）進行開溝施肥。

另外，也可利用有機液肥搭配三要素較平均之即溶化學肥料（如即溶43號（15-15-15-4））進行表面澆灌。

開花時期之磷、鉀需求量較高且需控制氮肥之過量供給，故氮：磷酐：氧化鉀三要素比應調整為N: P_2O_5: K_2O = 1: 1.5 : 1或1 : 1.5 : 2。肥料供給則在開花前半個月即需施用，應施用磷酐含量較高之化學肥料如39號複肥（12-18-12）。

結果期則需注意氮肥及鉀肥之施用之比例，小果期追肥則應調整化學肥料三要素施用量N: P_2O_5: K_2O = 1 : 1 : 2（冬果）或1 : 1 : 3（夏果）。套袋後之追肥（果實膨大期）如表14所示，應調整化學肥料三要素為N: P_2O_5: K_2O = 1 : 1 : 1.2（珍珠秋冬果-乾式）、1 : 2 : 3（珍珠秋冬果-半濕式）、1 : 1 : 3（珍珠春夏果-乾式）或 1 : 1 : 3至1 : 1 : 4（珍珠春夏果-半濕式）、1 : 0.5 : 2（紅心、帝王、水晶秋冬果-乾式）、1 : 2: 4（紅心、帝王、水晶秋冬果-半濕式）及1 : 1 : 3（紅心、帝王、水晶春夏果-乾式）或1 : 1: 5至1 : 1 : 6（紅心、帝王、水晶春夏果-半濕式）。

另外，番石榴植株之鈣鎂需求量較高，可酌量地面灑施鈣鎂肥，基肥可每株施用0.5公斤，開花期及小果期施用 0.3-0.5公斤或葉面噴施硫酸鎂及氯化鈣。土壤中磷移動慢，需在花芽分化前完成磷肥之施用，施肥地區需靠近根圈，施肥時期需提早（基肥）。

表 14. 套袋後追肥（果實膨大期）建議調整化學肥料三要素

品　種	水分管理	季　節	三要素施用量（N:P_2O_5:K_2O）
珍　珠（一稍留一果）	半濕式	秋冬果	1:2:3
		春夏果	1:1:3 至 1:1:4
	乾　式（淹水隔天即乾）	秋冬果	1:1:1.2
		春夏果	1:1:2
紅　心 帝　王 水　晶	半濕式	秋冬果	1:2:4
		春夏果	1:1:5 至 1:1:6
	乾　式（淹水隔天即乾）	秋冬果	1:0.5:2
		春夏果	1:1:3

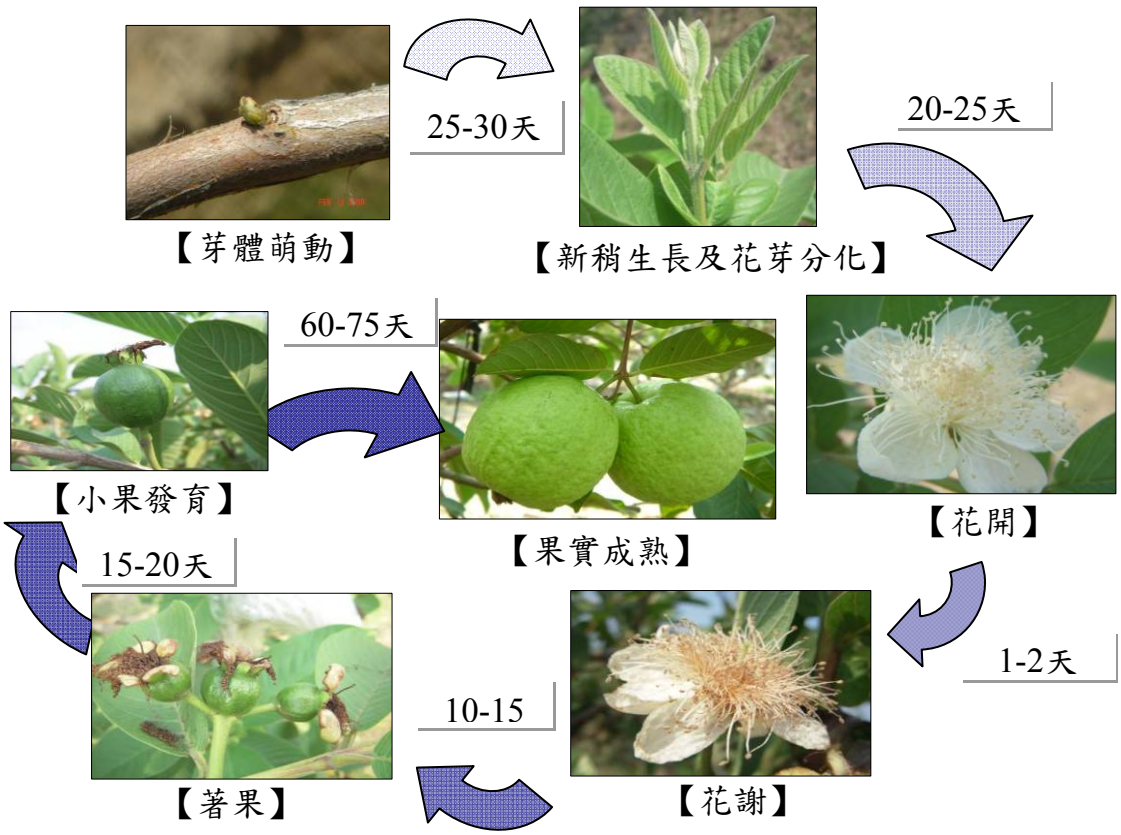


圖 53. 番石榴之生長週期

(二) 肥料三要素施肥量推薦

番石榴三要素施肥量推薦如下：以**一年兩個產季**為計算基準，番石榴每 0.1 公頃基肥施用量為堆肥或有機質肥料 1 - 2 噸、氮素 3.6-7.5 公斤、磷酐 3.6-4.2 公斤及氧化鉀 3.6-7.5 公斤；幼果期施用量為氮 2.4-5.0 公斤、磷酐 2.4- 2.8 公斤及氧化鉀 2.4- 5.0 公斤；採收期施用量為氮 6.0-12.5 公斤、磷酐 6.0- 8.4 公斤及氧化鉀 6.0-12.5 公斤。番石榴結果期長、產量高，養分消耗迅速，為維持植株正常生長，需依品種特性、樹勢強弱或留果量多寡加以增施或減施肥料，且需視時補充鈣、鎂及硼。

(三) 參考範例

番石榴合理化施肥示範實例如下：供試材料為珍珠拔，供試面積為 0.2 公頃；試驗執行期間為民國 103 年 6 月 1 日至 104 年 5 月 30 日，執行單位為行政院農委會高雄區農業改良場，試驗地點為高雄市燕巢區，試驗方法為依土壤檢測報告推薦合理施肥，試驗分為合理化施肥區（簡稱合理區）及農民慣行區（簡稱農慣區）兩組進行，合理區施以依土壤檢測報告推薦，土壤檢測資料如下表所示：

表15. 行政院農業委員會高雄區農業改良場土壤肥力檢測報告（民國103.06.30）

檢測項目	酸鹼度（1:1）	有機質（g/kg）	有效性				鐵	錳	銅	鋅	鈉	電導度（1:5）
			磷	鉀	鈣	鎂	mg/kg					dS/m
表土	4.7	13.7	142	54	524	63	595	28	1.4	3.2	23	0.12
底土	4.8	13.2	100	49	546	62	269	17	1.1	2.8	23	0.11
參考值	5.5至7.5	大於20	50至100	80至150	2,000至4,000	300至400	50至300	30至140	5至20	5至25	小於250	0.2至0.6

註：有效性磷 ＝Bray No. 1；有效性鉀、鈣及鎂使用雙酸法（0.1N 鹽酸 ＋0.1N 硫酸抽出）；鐵、錳、銅及鋅使用 0.1N 鹽酸抽出

表16. 行政院農業委員會高雄區農業改良場土壤肥力檢測報告（民國104.01.27）

檢測項目	酸鹼度（1:1）	有機質（g/kg）	有效性				鐵	錳	銅	鋅	鈉	電導度（1:5）
			磷	鉀	鈣	鎂	mg/kg					dS/m
合理區	6.3	19.5	194	344	2,432	344	328	46	1.5	7.3	25	0.19
農慣區	4.1	14.4	206	89	273	73	309	7.9	0.84	2.0	16	0.24
參考值	5.5至7.5	大於20	50至100	80至150	2,000至4,000	300至400	50至300	30至140	5至20	5至25	小於250	0.2至0.6

註：有效性磷 ＝Bray No. 1；有效性鉀、鈣及鎂使用雙酸法（0.1N 鹽酸 ＋0.1N 硫酸抽出）；鐵、錳、銅及鋅使用 0.1N 鹽酸抽出

番石榴合理化施肥試驗地區為排水良好之砂質土，肥料易流失，且無固定水源可供灌溉，因此，使用氮質較高之複合肥料培養植株生長勢，並於不同時期補充鈣、鎂等次要元素以改善土壤酸鹼度、鈣及鎂含量。試驗完成後，檢驗土壤養分變化，土壤酸鹼度由 4.7 提升至 6.3，有效性鉀由 54 提升至 344 mg/kg，有效性鈣由 524 提升至 2,432 mg/kg，有效性鎂則由 63 提升至 344 mg/kg，番石榴田區營養元素皆符合參考範圍，將有利生產高品質之番石榴果品。

合理化施肥試驗：

合理區之基肥（民國 103 年 7 月 14 日）為開溝施有機質肥料 450 公斤/0.1 公頃、特 1 號複肥（20-5-10）135 公斤/0.1 公頃、棕櫚灰（0.07-1.34-62.9）117 公斤及鈣鎂肥（CaO-MgO = 35-18）135 公斤/0.1 公頃。

開花期施用 39 號複肥（12-18-12）45 公斤/0.1 公頃、棕櫚灰（0.07-1.34-62.9） 27 公斤及鈣鎂肥（CaO = 35%，MgO = 18%） 45 公斤/0.1 公頃。

小果期則施用即溶 1 號（26-13-13）6 公斤/0.1 公頃、硫酸鎂（MgO:16%）1.2 公斤。

果實膨大期則施用特 4 號複肥（11-5.5-22）45 公斤/0.1 公頃、即溶 1 號(26-13-13) 12 公斤/0.1 公頃、氯化鉀（0-0-60）2.4 公斤/0.1 公頃、硫酸鎂（MgO:16%）1.2 公斤。

農慣區之基肥為表面灑施特 5 號複肥（16-8-12）120 公斤/0.1 公頃。

開花期施用特 5 號複肥（16-8-12）40 公斤/0.1 公頃。

小果期則開溝施用羊糞 1000 公斤/0.1 公頃、特 5 號複肥（16-8-12）40 公斤/0.1 公頃、硫酸鎂（MgO:16%）20 公斤。

果實膨大期則施用特 4 號複肥（11-5.5-22）80 公斤/0.1 公頃、特 1 號複肥(20-5-10）40 公斤/0.1 公頃及硫酸鎂（MgO:16%）20 公斤。

合理化肥料施用區之肥料成本為 10,344 元/分地（有機質肥料 4,500 元；化學肥料 5,844 元）合理化施肥區收益估計為 72,900 元/分地，淨收益為 62,556 元/分地；農民慣行區施用區之肥料成本為 7,152 元/分地（有機質肥料 4,000 元；化學肥料 3,152 元），農民慣行區收益估計為 34,560 元/分地，淨收益為 27,408 元/分地，故合理施肥區獲得較高之淨收益，農民收益增加 35,148 元/分地，調查結果合理區及農慣區施肥區之品質相似，如表 17 所示，但果型較大，交易價格較好，雖肥料成本較高，但農民總收益增加。

表 17. 合理區與農慣區番石榴果實品質比較

處理	果實品質調查（春果）				
	果重（g）	果長（cm）	果寬（cm）	果肉厚（cm）	可溶性固型物（°Brix）
合理區	440	10.2	9.08	2.0	8.68
農慣區	342	9.10	8.49	1.8	8.65



合理區



農慣區

圖 54. 合理區肥料控制洽當，植株生長勢較佳，果實碩大且產量較農慣區高

表 18 為民國 97 至 100 年全國番石榴合理化施肥示範農場統計，顯示各地之番石榴施肥差異極大，除影響單位面積產量與品質外，各地區氣候條件、栽培技術與土壤特性等均直接影響施肥效益。

表 18. 合理化施肥示範農場輔導成果執行效益

年度	場所	作物	農戶姓名	處理	N-P_2O_5-K_2O（公斤/公頃）	有機質肥料用量（公斤/公頃）	化學肥料成本（元/公頃）	病蟲害防治成本（元/公頃）	產品單價（元/公斤）	產量（公斤/公頃） 產值（元）
97	臺中場	番石榴	陳振雄	農民慣用量	342 (114-158-70)					8,500
				合理施肥量	260 (100-60-100)					7,600
97	高雄場	番石榴	藍永霖	農民慣用量	1,731 (873-321-537)					64,000
				合理施肥量	608 (198-203-207)					64,000
98	農試所	番石榴	張炳鑫	農民慣用量	1,270 (620-200-450)	0	29,500	47,000	29.0	36,000 1,044,000
				合理施肥量	520 (200-20-300)	5,000	11,500 (+18,000)	47,000 (0)	29.0	42,000 1,218,000 (+174,000)
98	農試所	番石榴	許 永	農民慣用量	1,070 (580-200-450)	0	28,500	49,000	29.0	36,000 1,044,000
				合理施肥量	0	8,000	0 (+28,500)	49,000 (0)	29.0	36,000 1,044,000 (0)
98	臺中場	番石榴	陳振雄	農民慣用量	1,312 (482-384-446)	7,500	30,570	0	25.0	35,000 875,000
				合理施肥量	1,183 (434-349-400)	8,000	27,575 (+2,995)	0	25.0	35,000 875,000 (0)
98	臺中場	番石榴	鄭富雄	農民慣用量	1,682 (603-518-561)	7,500	39,245	0	25.0	35,000 875,000
				合理施肥量	1,346 (455-414-477)	8,000	31,265 (+7,980)	0	25.0	35,000 875,000 (0)
98	高雄場	番石榴	何文盛	農民慣用量	561 (157-132-272)	4,000	12,665	49,000	32.0	25,800 825,600
				合理施肥量	369 (123-123-123)	4,000	8,610 (+4,055)	49,000 (0)	32.0	27,300 873,600 (+48,000)
100	臺中場	番石榴	許智明	農民慣用量	1,312 (482-384-446)	7,500	37,228	0	28.0	28,000 784,000
				合理施肥量	1183 (434-349-400)	8,000	33,575 (+3,653)	0	28.0	28,000 784,000 (0)
100	臺中場	番石榴	謝塗龍	農民慣用量	2,999 (949-767-1283)	15,000	83,737	0	25.0	32,850 821,250
				合理施肥量	2,834 (894-712-1228)	20,000	79,062 (+4,675)	0	25.0	32,850 821,250 (0)
100	高雄場	番石榴	黃一夫	農民慣用量	1,552 (416-254-882)	9,200	42,312	48,000	28.0	20,000 560,000
				合理施肥量	625 (122-155-348)	12,000	16,977 (+25,335)	48,000 (0)	28.0	18,000 504,000 (-56,000)
100	高雄場	番石榴	黃良興	農民慣用量	945 (155-136-654)	4,500	25,099	42,000	30.0	20,000 600,000
				合理施肥量	391 (80-83-228)	9,000	10,587 (+14,512)	42,000 (0)	30.0	20,000 600,000 (0)
100	高雄場	番石榴	黃耿嘉	農民慣用量	1,394 (252-182-960)	4,800	37,090	40,000	70.0	23,000 1,610,000
				合理施肥量	702 (137-175-390)	6,000	19,072 (+18018)	40,000 (0)	70.0	23,000 1,610,000 (0)
100	花蓮場	番石榴	林天南	農民慣用量	384 (150-84-150)	3,000	10,836	20,500	40.0	10,000 400,000
				合理施肥量	281 (108-65-108)	3,000	7,933 (+2,903)	20,500 (0)	40.0	10,000 400,000 (0)

四、結語

番石榴土壤之良好施肥管理，應採行草生栽培或栽培綠肥，並於每年施用基肥前採樣進行土壤肥力檢測與診斷，適時矯正土壤酸鹼值，直接提高土壤養分有效性。依據土壤磷與鉀含量選擇適當之肥料種類與施用量當基肥，再考慮番石榴樹齡、生長勢與果實留果數量多寡，調整幼果期與採收後與下期果之幼果期選擇適當之肥料種類與施用量，避免施肥不當引起土壤酸化，造成營養缺乏之障礙，或過量施用影響果實品質。