柑桔營養診斷之基礎及應用之現況

連　深　張淑賢　黃維廷　吳婉麗*

摘　要

果園土壤因採樣不易，變異又大，不易反應果樹營養狀況。反之，葉片取樣容易、變異較小，乃爲診斷之較佳對象。葉片分析輔以變異性較小之土壤測定，如pH、質地、有機質含量等，應爲果樹營養診斷之主要依据。

葉片之氮、磷、鉀濃度大約均隨葉齡之增加（果實之肥大成熟）而降，而鈣之濃度則隨葉齡之增加而增，但大体上以 8～9 月間（葉齡 5～6 個月）比較穩定，故葉片之採樣時期亦以該期間爲標準。又結果枝葉片之要素濃度一般均低於不結果枝，而且其隨葉齡之變化亦是較大，故採樣部位以非結果枝較宜，係以當年生春梢無結果枝第 3或 4葉爲標準。

經過長期的肥料試驗和田間調查，確定下列關係及葉片要素濃度之適宜範圍。(1) 在葉片氮素濃度2.8～3.5%範圍內，果實產量和品質(糖度、貯藏性、皮厚等)與氮素濃度均呈顯著負相關；故由此等關係訂定椪柑、柳橙之葉片適宜氮素濃度範範圍各爲3.0～3.2及2.9～3.1%。(2) 在葉片鉀素濃度 0.8～2.0% 範圍內，無論椪柑、柳橙果實大小均與葉片鉀素濃度均呈顯著正相關，但葉片中鉀素濃度與鎂素濃度卻有顯著負相關；故爲避免因鉀素濃度過高而缺鎂，同時亦顧及果實品質，乃訂定其適宜濃度範圍爲1.4～1.7%。(3) 在葉片鎂素濃度0.20～0.40%範圍內，果實糖度與鎂素濃度呈有顯著之正相關；鎂素濃度低於0.25%則呈缺鎂徵狀，乃訂其適宜範圍爲 0.27～0.50%。 (4) 其他呈現缺錳、硼、鋅等徵狀之葉片濃度 (均小於20ppm)，及呈現銅或硼過

*台灣省農業試驗所

高等毒害徵狀之葉片濃度（各達50及150ppm）亦經田間一一確認。各種要素濃度之適宜範圍綜合如下：

要素	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	----------%					----------ppm				
椪、桶柑	3.0-3.2	0.12-0.18	1.4-1.7	2.5-4.5	0.27-0.50	60-120	25-200	5-16	25-100	25-150
柳橙	2.9-3.1									

此種標準除了氮鉀外，其他要素實與 Chapman或 Embleton 等氏所提者相當接近。

依據上述基準本省柑桔果園之營養問題爲氮偏高，鉀、鎂、鋅、硼偏低及部分果園銅過高。此種結果係民國 71～72 年 160 點及民國76年100點果園調查所得，前後調查結果相當一致。

一、前　　言

『土壤速測』和『葉片分析』爲土壤肥力、作物營養診斷的兩種利器。多年生、深根性作物因土壤樣本之採取不易，『葉片分析』遂爲其營養診斷的主要工具。

藉葉片分析以診斷作物營養狀態，推測肥料需要量或其他土壤營養管理改良之原理係基於作物的生長量或收量、品質等與葉片中之要素濃度有特定的函數關係[17]；葉片中各種要素濃度低於各要素之特定標準（臨界濃度之下限）則植物生長受阻，收量減少或品質降低。反之，要素濃度高於各要素之特定標準（臨界濃度上限），亦會導致收量或品質之降低，如圖 1所示。

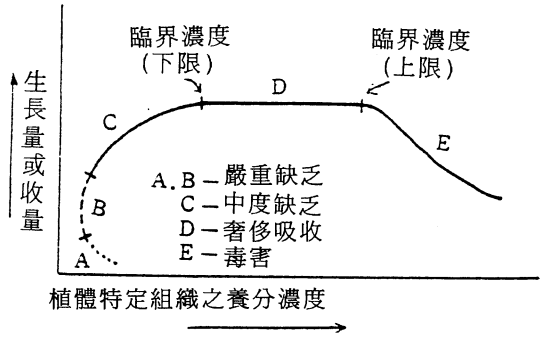


圖 1. 植體養份濃度與生長量或收量之關係[26]

但上述函數關係係假定葉片樣本之採取時期和部位一定，作物本身的條件（如樹齡、栽植密度、修剪方式、繁茂度等）及栽培的環境（氣候、土壤）等相似的情形下始能成立，故各地必須探討各該環境下不同品種作物之特定函數關係[9]。此亦即葉片分析之應用雖有多年歷史，但各地在其應用時仍需探討其要素濃度之葉齡及部位之變化以便決定取樣方法，並舉辦肥料試驗或實地調查以求診斷之基準濃度緣故。

果樹營養狀態之診斷除依据葉片各要素之臨界濃度或適宜濃度範圍爲主流外，亦有學者提倡以葉片中各種要素濃度間之平衡關係（比值）來診斷者，稱爲診斷推薦綜合系統[20.29]（Diagnosis and Recommendation Integrated System）。其優點尙有許多議論[24.25.26]，但無論如何，二者均以葉片各種要素濃度爲主要診斷對象卻是一致。此外亦有分析葉片中之特殊有機成分（酵素活性或代謝產物之濃度）以診斷作物營養者；如氮、磷、鉀、鐵、鋅、硫之營養各以植体組織中之asparagine, phosphatase, ptolecine, peroxidase, tryptoamine, arginine之活性或濃度診斷是[1]。惟此等生化學方法由於分析步驟較繁應用仍少。以下擬就本省葉片分析應用於柑桔營養診斷之研究及應用之現況介紹，以求指正。

二、本省柑桔葉片分析、營養診斷之基礎

應用葉片分析於營養診斷時葉片之取樣方法及要素濃度適宜範圍之訂定雖然均可參考外國資料，但如前言所述許多要素濃度之適宜範圍係隨作物之品種、栽培方法、環境等而變，並且作物生長的模式亦因地而異，故葉片之取樣及要素濃度之適宜範圍均需在現實的栽培環境下探討，重新釐訂。

1.**各種要素濃度之葉齡、部位等變異及取樣方法之釐訂**。

影響葉片要素濃度測值之因子很多，如葉齡、採樣部位（如葉身或葉柄或果樹上之位置、枝條上有無新梢生長等）、樣本大小及個人誤差等是。故在進行葉片分析供作營養診斷之前，對於此等可能影響葉片要素含量之因子均宜先加以詳細研究，求出反映營養狀況最敏感的部位及要素濃度之變異最小的採樣時期。

本省有關柑桔葉片分析採樣技術之研究，最早爲邱氏[5]於1961年以其試驗區之椪柑葉爲材料，探討 (1) 採葉時期（但未注意枝梢種類及結果與否），(2) 同一枝梢之第一至四葉位，(3) 每株採葉數（20，40或80）等對葉片要素濃度之影響。林氏[4]於1964年亦報告桶柑春梢未結果葉片要素濃度之經時變化。邱氏[22]再於1968年探討（1）結果梢與非結果梢葉片要素濃度之差異，（2）當年生春梢葉與去年生夏秋梢葉片要素濃度之差異等。最近張氏等[15.16.17]更以椪柑當年生春梢不結果枝，由頂端數第3、4葉爲對象，探討葉片要素濃度之經時變化，結果如圖 2。

概言之，柑桔葉片中之氮、磷、鉀、鎂濃度係隨葉齡之增加而降，而鈣（及鐵、錳）濃度則隨葉齡之增加而增，但大体上以 8～9月間（葉齡 5～6個月）比較穩定，故葉片之採樣時期也以該期間爲準。又結果枝葉片之要素濃度一般均低於不結果枝，而且其

隨葉齡之變化亦較大，故採樣亦以非結果枝較宜。至於同爲當年生春梢枝條，若其上有新梢生長，其葉片要素濃度亦會降低，故葉片之採樣亦以當年生春梢中不長新梢者爲宜。至於樣本數則每棵樹20，40，80葉之測定值差異並不顯著。

綜合以上試驗結果本省柑桔葉片分析之採樣方法規定採樣部位爲當年生非結果枝春梢由頂端數第 3或 4葉，其葉齡爲 5～6 個月；亦即採取時期在8～9月間。一般建議樹齡、栽培管理相同的果園（面積約0.3～0.5公頃），可以沿著其對角線逢機取20～25株，每株於目高處東西南北向各採一葉，合計80～100片爲該果園之代表性樣本。其他有關樣本調製方法已述於省農試所編印之『作物需肥診斷技術』(13) 冊中。

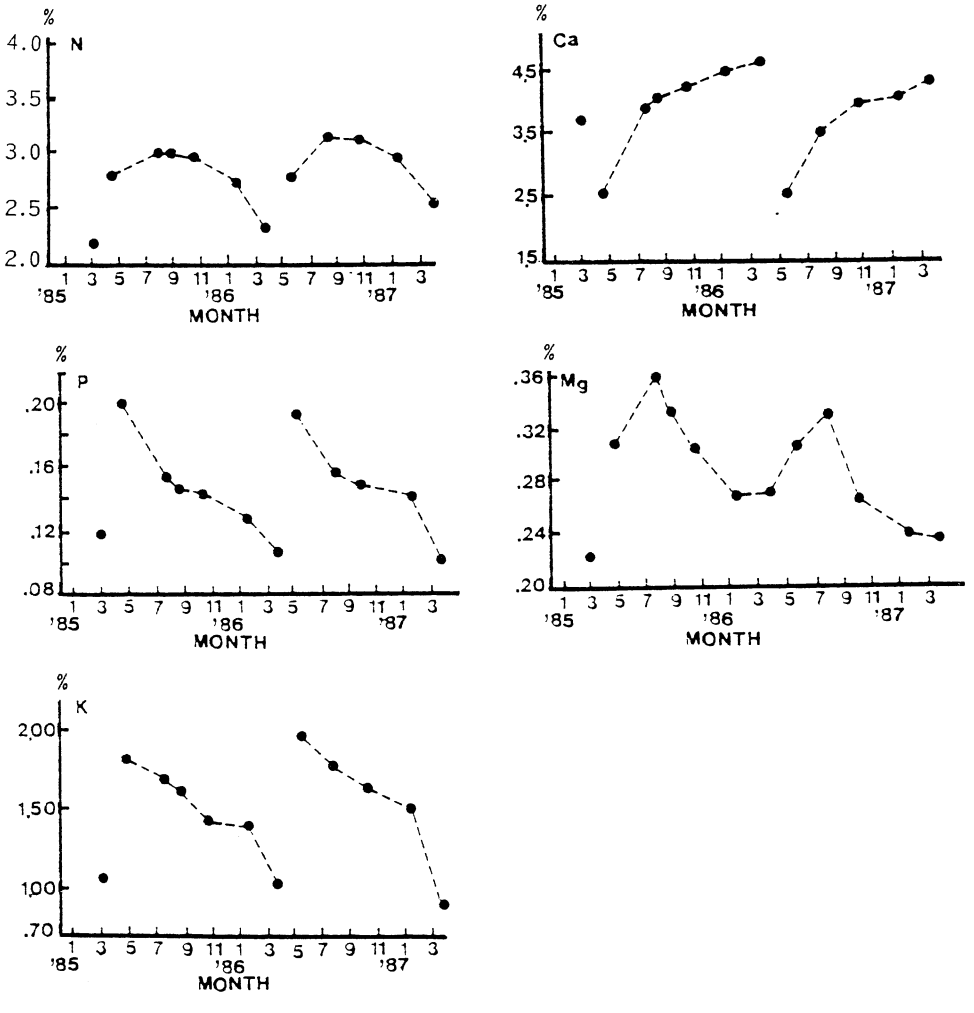


圖2. 春梢不結果枝第3、4葉片各種要素濃度之經時變化

2.**葉片要素濃度與柑桔產量、品質之關係及適宜濃度範圍之釐訂**。

葉片要素濃度之適宜範圍爲營養診斷之最重要依据。邱氏[6]曾以1971至1973年新埔、東勢、梅山等三處正常椪柑園之葉齡 5個月春梢非結果枝葉片各要素濃度，參酌國內外資料，提出本省柑桔之適宜濃度範圍。（表 1）

表 1. 邱氏早期所訂本省柑桔葉片各種要素之適宜濃度範圍與外國資料之比較

要素別	邱氏 1976 [6] 5個月葉齡春梢非結果枝椪柑葉 or Navel)	Chapman 1960 [21] 3～7個月葉齡春梢結果枝葉(Valencia, or Navel)	Embleton等 1973 [23] 5～7個月葉齡春梢非結果枝(Valencia,
N	2.9 ～3.5 %	2.2 ～2.7 %	2.4 ～2.6 %
P	0.12～0.18%	0.12～0.18%	0.12～0.16%
K	0.9 ～1.7 %	1.0 ～1.7 %	0.7 ～1.09%
Ca	2.5 ～4.5 %	3.0 ～6.0 %	3.0 ～5.5 %
Mg	0.25～0.50%	0.30～0.60%	0.26～0.60%

邱氏之標準中氮較 Chapman,Embleton 等氏所訂者爲高，而鈣則略低。此可能與品種不同（椪柑和桶柑與晚崙夏和華盛頓臍橙）及本省果園pH值較低，鈣含量較低等有關。惟就氮、鉀而言，適宜範圍實嫌太寬，亦缺實際的試驗依據，於是張氏等[12]乃於1982～1983年間再以同樣的採樣方法調查全省80個果園之葉片要素濃度，並就一部份果園進行施肥示範。更自1985年起選擇椪柑（東勢、卓蘭）與柳橙（白河、東山）各四處，設置氮鉀施肥量處理，每處理 6株相鄰果樹，計30株，逐株調查葉片營養狀況與果實收量、品質之相關[15.16.17]。此項氮鉀肥試驗現仍繼續進行，但根据所獲試驗結果已提出氮、鉀適宜濃度範圍之修正。

爰示試驗中所得柑桔收量、品質與葉片中若干要素濃度之相關，以示此等要素適宜濃度範圍修訂之依据。

(1).氮素適宜濃度範圍之修訂

圖 3示四個試驗地點，每地點30棵（氮肥與鉀肥各三變級之不完全組合，共 5處理、每處理 6棵）柳橙之收量與葉片氮素濃度之關係。由該圖可見葉片氮素濃度之變異範圍在2.8～3.5%；在該範圍內，收量與葉片氮素濃度有顯著的負相關，雖然仔細觀察亦不難發現此種負相關有不同果園的效果存在。1985和1986兩年的試驗結果合併，依然可

以獲得相同的結論（圖 4）。此項肥料試驗進行迄今已歷四年，雖然不同處理間葉片要素濃度及果實收量之差異均有擴大趨勢，但尚未達統計上之顯著標準。又果皮的厚度與氮素濃度有顯著的正相關（圖 5），而果周大小及果汁糖度則與葉片氮素濃度均有顯著的負相關（圖 6、7及8）。因氮肥施用過多而徒長夏梢增加，果皮增厚和粗糙、糖度降低，乃是常見的現象。

椪柑果實的貯藏性（以貯藏 3個月內的腐果率表示）與葉片中氮素和磷素濃度關係最爲密切，如表 2 腐果率與葉片各種要素濃度之單、複相關及圖 9 腐果率與葉片氮素濃度之關係所示。故氮過高非單對收量無好處，對於品質亦有顯著的各種負效果。由逐步消減法複相關分析可見，葉片氮磷濃度與腐果率關係最大，貢獻率達63%。

上述關係椪柑與柳橙大致相同（因篇幅關係未一一圖示），但葉片適宜濃度之上下限似以椪柑稍高，乃修訂椪柑和柳橙之適宜濃度範圍各爲3.0～3.2及2.9～3.1%，而桶柑之標準則依据邱氏報告[6]歸類於椪柑。

表 2. 椪柑葉片中各種要素濃度與貯藏 3個月內腐果率之相關及貢獻率
(1985,東勢、卓蘭 N K 試驗園,4果園共37株)

要　　素	相關係數	對腐果率總變量之貢獻率（%）
N	0.705	49.7
P	0.635	40.3
K	0.524	27.5
Ca	0.463	21.4
Mg	0.400	16.0
N P K Ca Mg	0.836	69.9
N P K Ca	0.806	65.0
N P K	0.791	62.6
N P	0.791	62.5

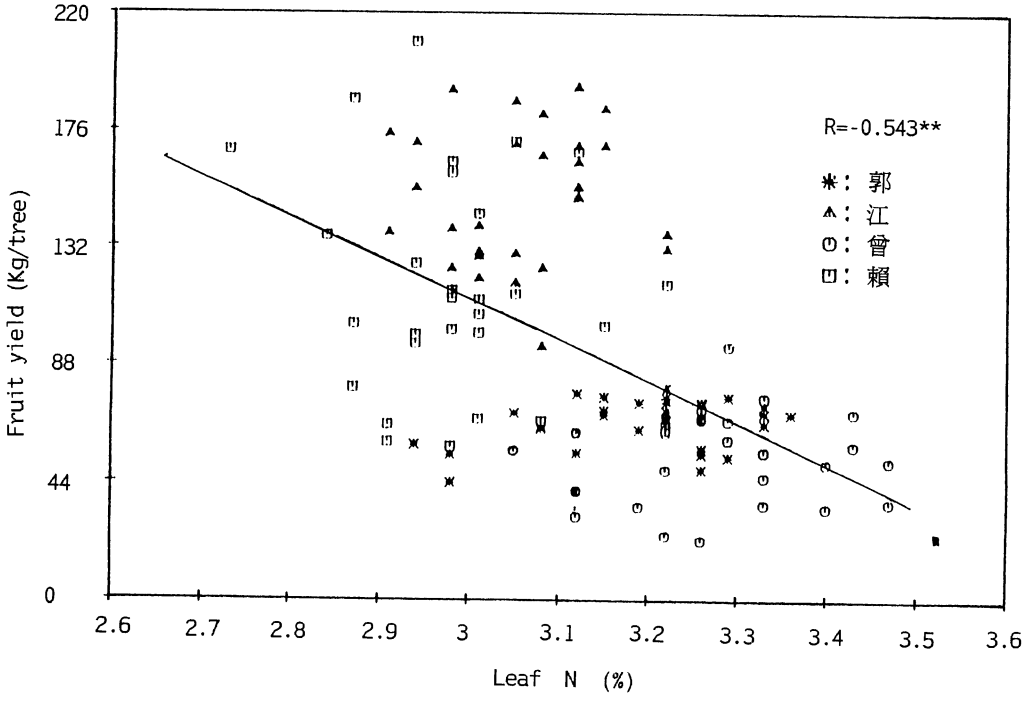


圖 3. 葉片氮素濃度與收量之關係（柳橙，1986，4 果園，每園 30 株）

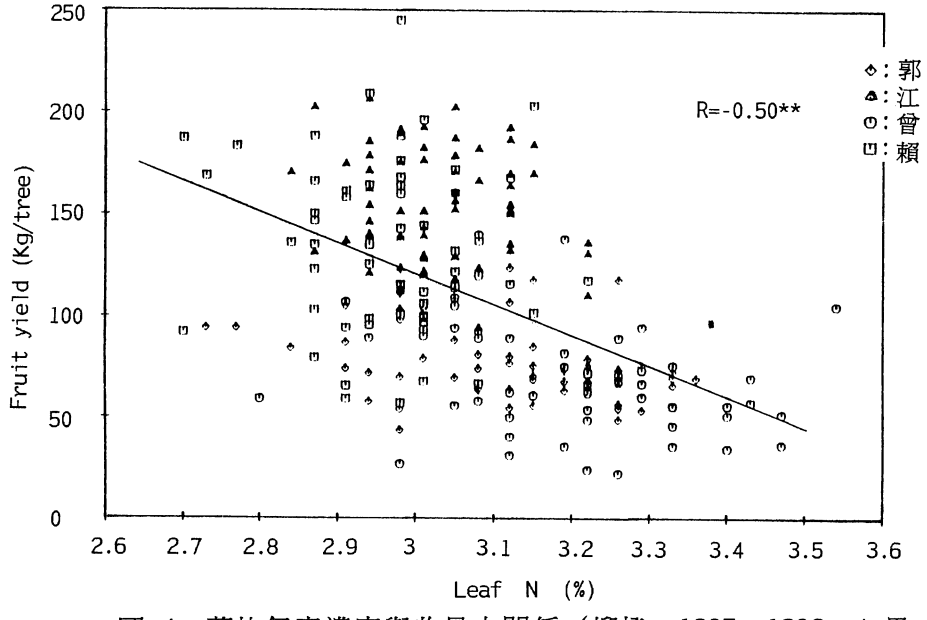


圖 4. 葉片氮素濃度與收量之關係（柳橙，1985～1986，4 果園，每園 30 株，兩年合計 60 株）

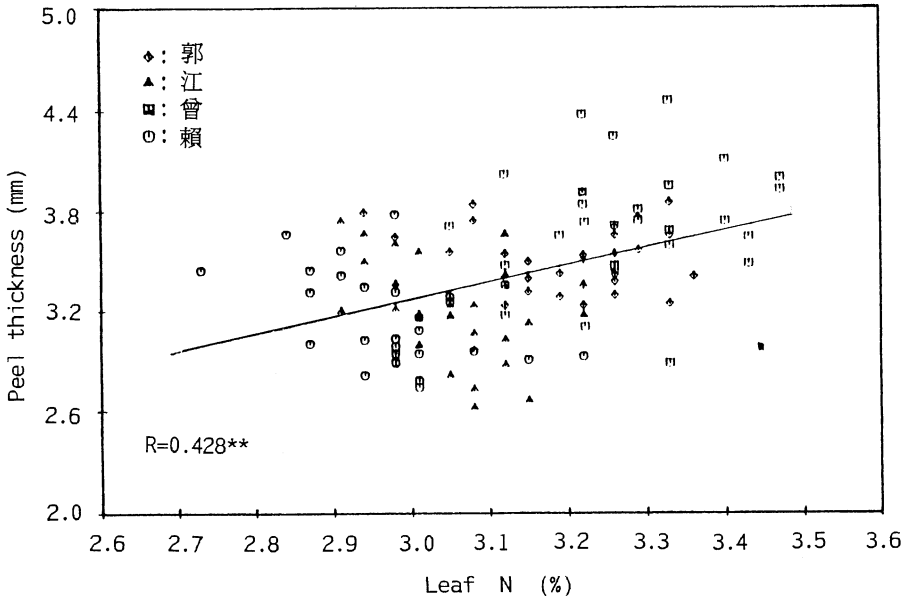


圖 5. 葉片氮素濃度與果皮厚度之關係（柳橙，1986，4 果園，每園 30 株）

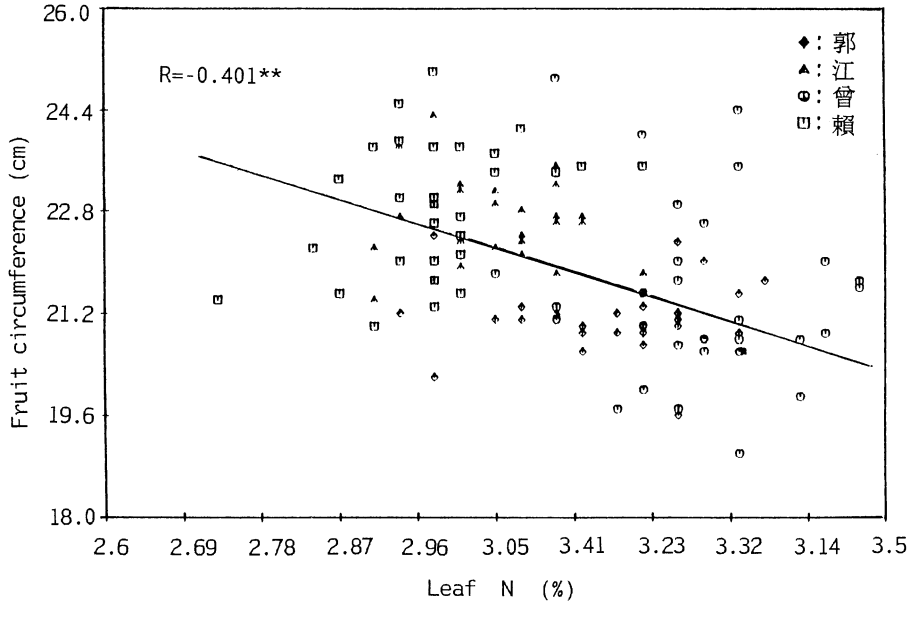


圖 6. 葉片氮素濃度與果周大小之關係（柳橙，1986，4 果園，每園 30 株）

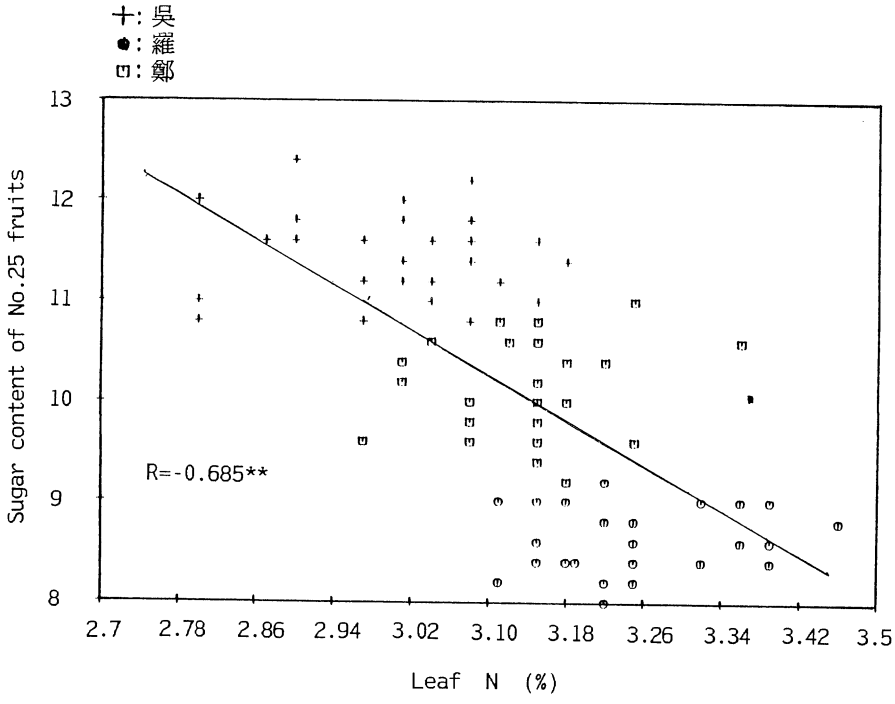
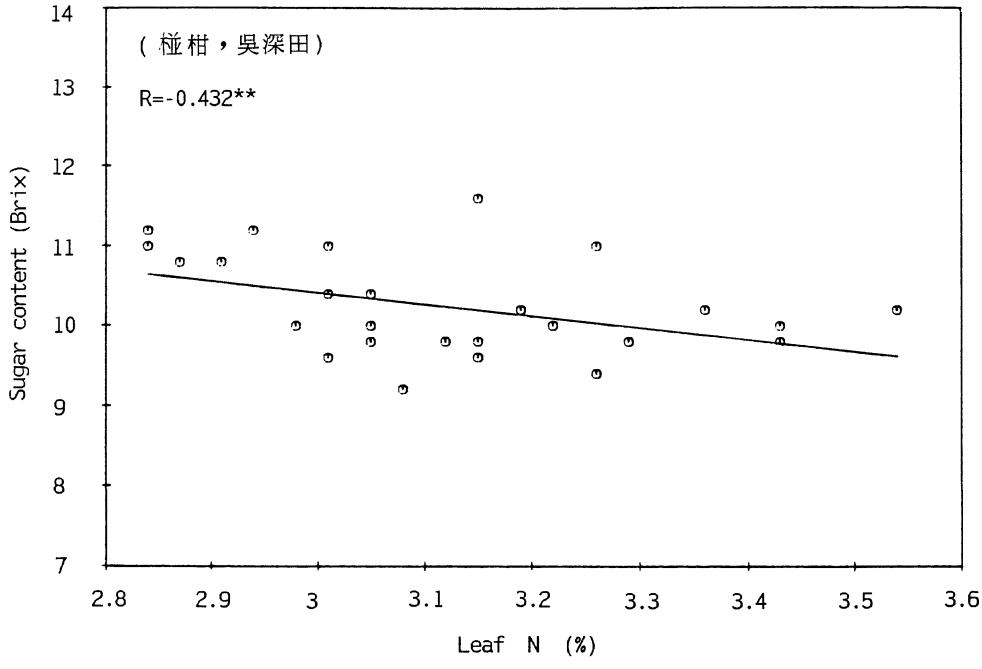


圖 7. 葉片氮素濃度與果實（果周 25 公分）糖度之關係
（椪柑，1987，3 果園，每果園 26 株）



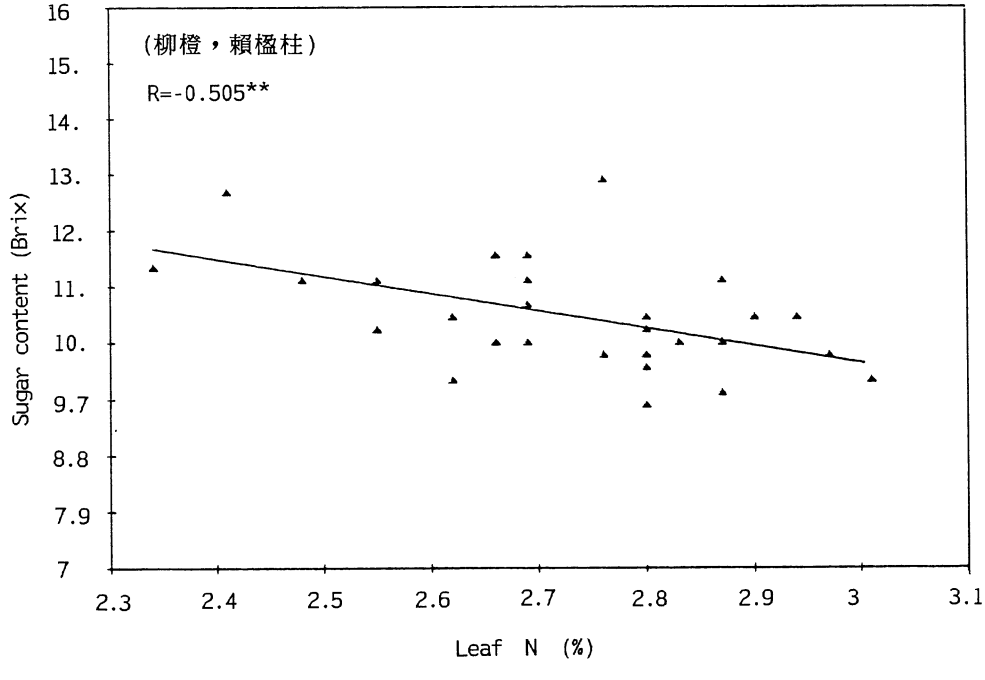


圖 8. 葉片氮素濃度與果實（果周 25 公分）糖度之關係
(椪柑，柳橙，1988，吳深田、賴楹柱果園各30株)

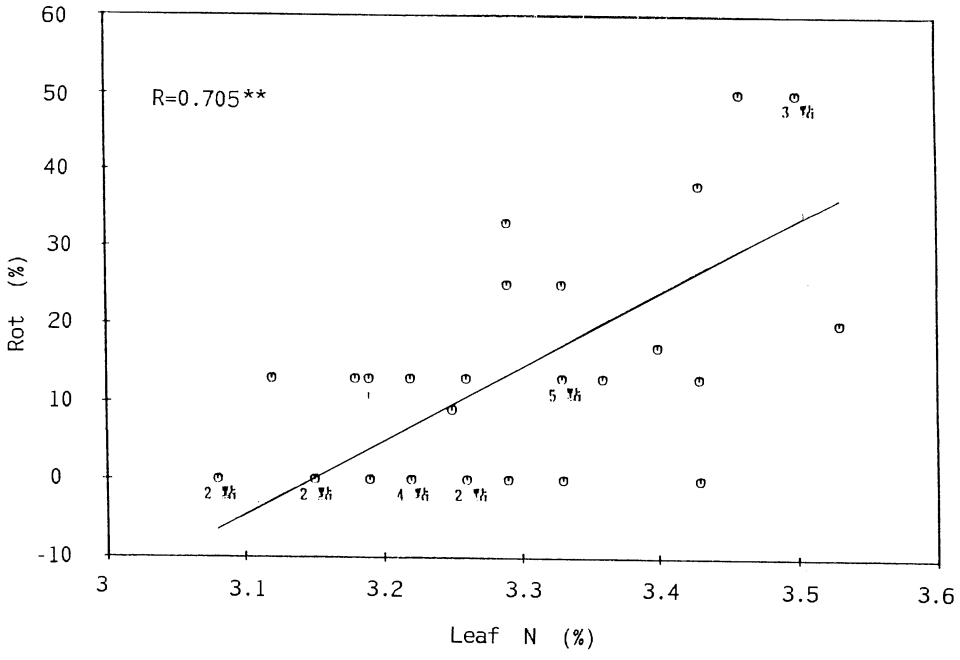


圖 9. 椪柑果實貯藏 3 個月內之腐果率與果樹葉片中氮素濃度之相關 (1985，N K 試驗，4果園共 37 株)

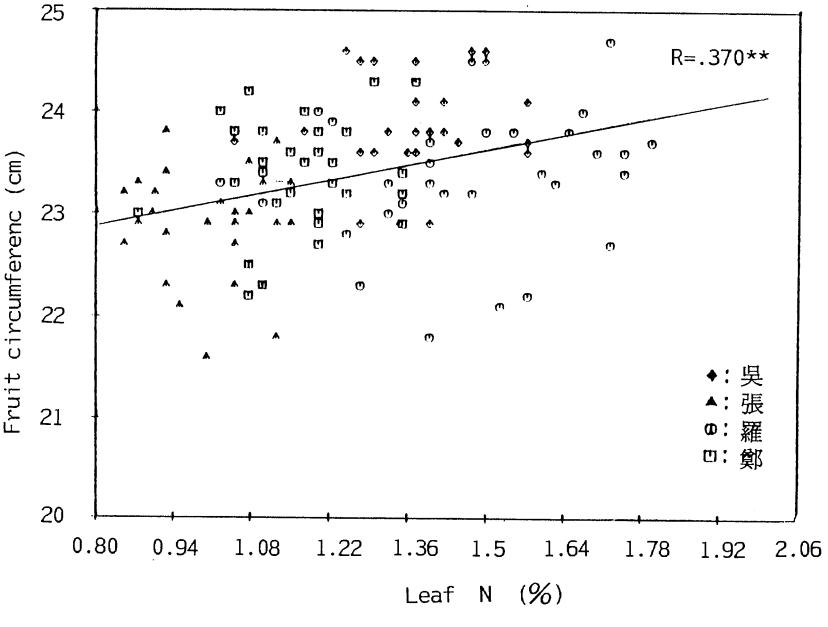


圖10. 葉片鉀素濃度與困周大小之關係 (椪柑，1985，4 果園，每園 30株)

(2).鉀素適宜濃度範圍之修訂

葉片鉀素濃度與果實的大小有顯著的正相關(圖10)，但葉片的鎂素濃度卻與鉀素濃度有顯著的負相關(圖11)。故葉片鎂素的缺乏固與土壤缺鎂有關，亦可能與土壤中鉀素過高有關。故鉀或鎂之施肥除應注意土壤中該個別要素之足否外，亦應注意要素間之平衡，以免因一種要素濃度之過高導致另一種要素之不足。此亦即鉀素濃度對果實大小雖有正效果，但亦不宜太高之緣故，其適宜範圍修訂爲1.4～1.7%。

(3).其他要素適宜濃度範圍之確認

由於本省柑桔果園土壤多屬强酸性，鎂素肥力低，故葉片缺鎂現象較爲常見。葉片缺鎂亦可能由於鉀素吸收過多所引起，但無論何因，呈現缺鎂時之葉片鎂素濃度卻相當一致，均在0.26%以下，如圖11所示。果實糖度、檸檬酸含量與葉片鎂素濃均呈正相關(圖12)，故葉片鎂素濃度之提高對果實品質之提高有利。

其他硼、錳、銅等要素之葉片濃度適宜範圍亦和鎂素情形一樣，係以田間柑桔呈現各該要素之缺乏徵狀時之葉片要素濃度所訂定；如缺硼之柑桔樹，其八月間之春梢非結果枝葉片硼濃度在20 ppm以下，而葉片因硼過高呈現毒害徵狀之葉片則硼濃度高達 150 ppm以上[7]；呈缺錳徵狀之椪柑，其標準葉片之錳濃度確認低於20 ppm[10]；呈缺鋅徵狀之柑桔葉片，鋅濃度概低於 20 ppm[10]；因施用過多波爾多液導致生育不良之椪柑其標準葉片之銅濃度則高達50 ppm以上[10]。

以上確認之鎂、錳、銅、鋅、硼等要素濃度適宜範圍實與 Chapman， Embleton 等[23]所報告者相似，可見功能與酵素活性有關之要素，其缺乏或過剩之臨界濃度實無太大之地域性或品種間差異，故有關基準可以互相通用。

基於以上試驗事實，本省柑桔葉片要素濃度之適宜範圍修定如表 3。本表基準與表 1 邱氏早期所訂基準之主要差異在於氮、鉀適宜濃度範圍之縮小。此項修訂係依据1982～1983年80處果園葉片要素濃度調查[14]，以及1985～1986年 8處，1987～1988 年 6處果園之氮鉀肥試驗和要素濃度調查[10,15,16,17]的結果，可見其得來非易。惟再看圖3～10 葉片氮鉀濃度與果實產量品值關係之分散性（如圖 3～7 就不同地點而言葉片氮濃度是與果實產量、品質確有負相關，但就各別地點之不同肥料處理果樹而言，則此種關係不顯著），則亦可了解追求所謂的適宜濃度範圍或臨界濃度之不易及其極限。

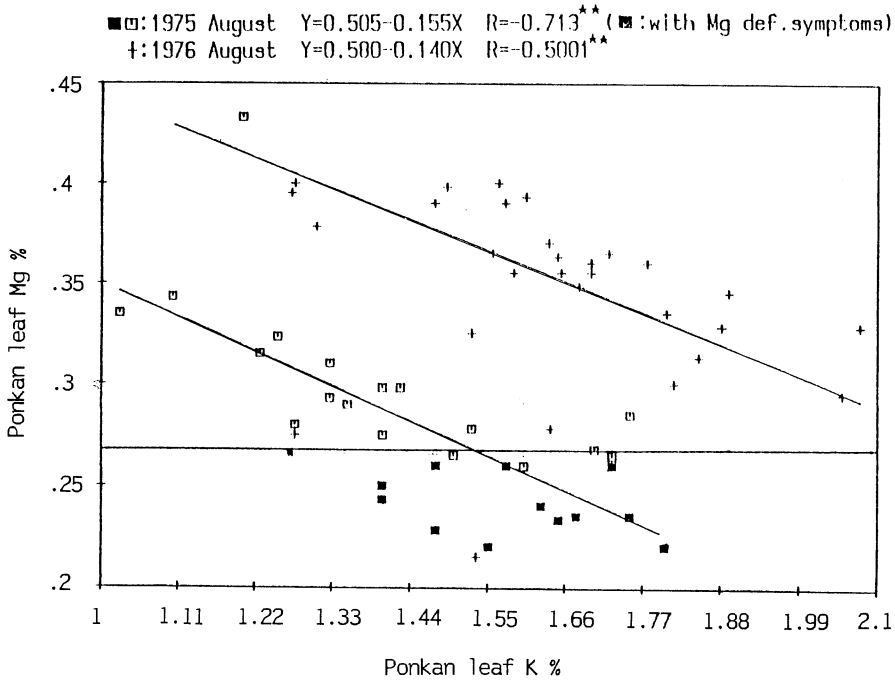
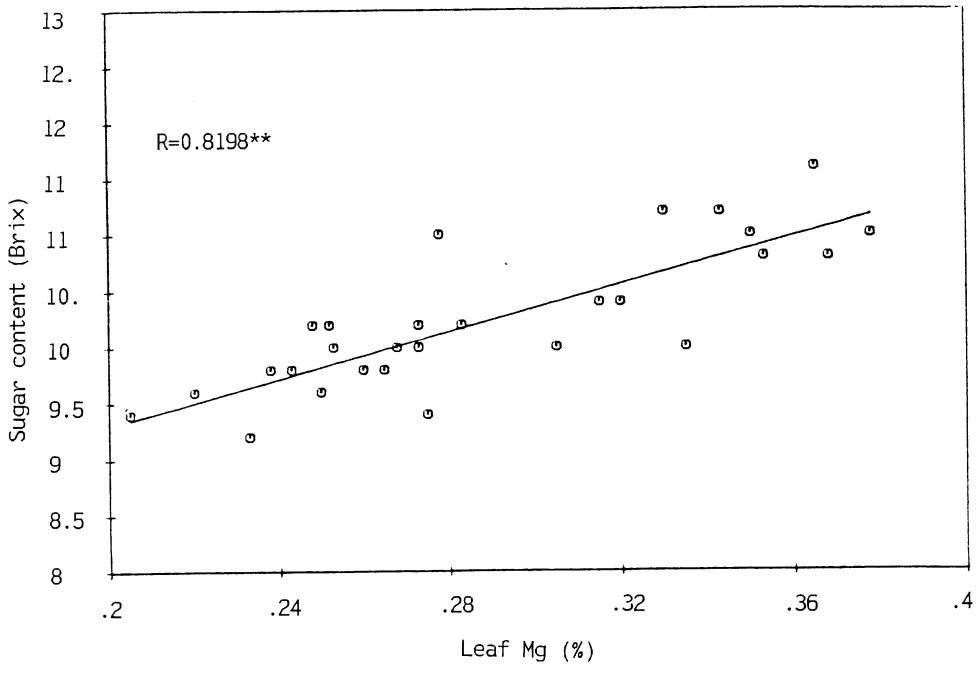


圖11. 葉片中鉀素濃度與鎂素濃度之拮抗關係及施鎂（1986年）之效果（椪柑，羅武雄果園，1985年未施鎂，1986年施鎂每株 0.8 公斤）



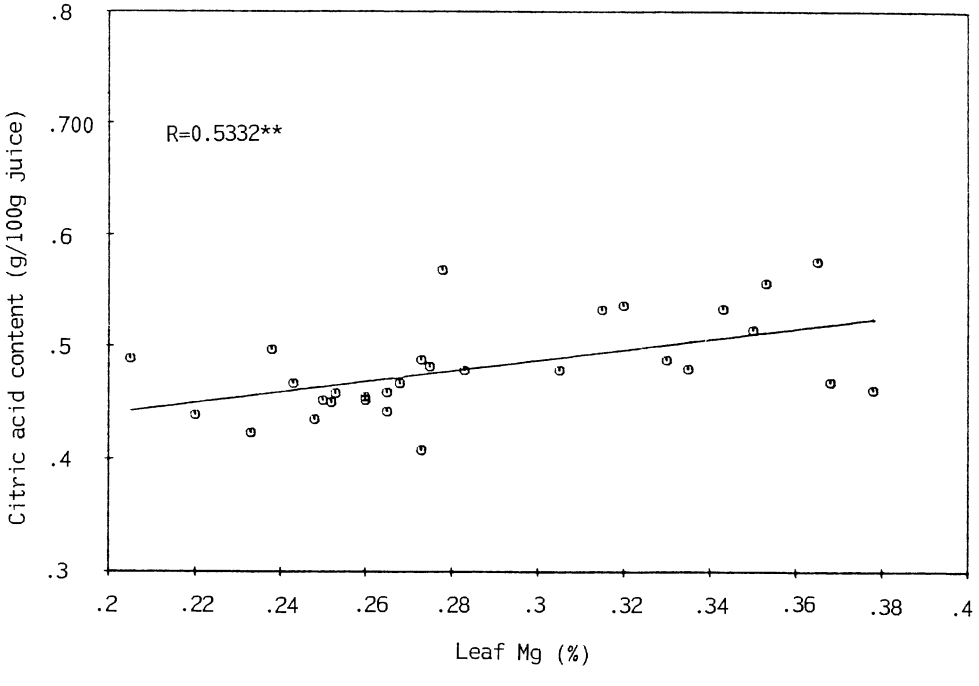


圖12. 葉片鎂素濃度與果實（果周 25 公分）糖度和檸檬酸含量之關係（椪柑，1988，吳深田果園，30 株）

表 3.　本省柑桔葉片各種要素之適宜濃度範圍現行基準

要　素	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	----------%					----------ppm----------				
椪、桶柑	3.0-3.2	0.12-	1.4-	2.5-	0.27-	60-	25-	5-	25-	25-
柳　橙	2.9-3.1	0.18	1.7	4.5	0.50	120	200	16	100	150

取樣部位：春梢無結果枝第3或第4葉

取樣時期：8～9月間

3.葉片中各種要素間連應及營養之判釋

以上各種要素之葉片適宜濃度範圍標準係依据葉片各種要素濃度與果實收量、品質或與葉片營養徵狀等關係分別求得，而果樹各種要素之營養狀況則以葉片中各要素濃度對照各要素之適宜濃度標準分別判釋。

由於葉片中不同要素間有拮抗或相助等連應，各種要素之平衡一向被人重視。例如氮素營養與磷素或硫素營養互有關連；氮素之適宜濃度因植体中之磷、硫濃度提高而提高（例如N/S = ～17 ）[27]。錳之毒害濃度隨矽素濃度之提高而提高（亦即錳之毒害隨矽素吸收之增加而緩和)[27]。至於鉀與鎂之吸收則有拮抗作用；常聞因鉀素吸收過多引起鎂素缺乏。

診斷與推薦綜合系統(DRIS)之方法即以葉片中各種要素濃度之比值評估各要素缺乏或過剩之順序。如斯由要素濃度間之比值判釋各種要素之營養狀況似較平常以各別要素之適宜濃度標準判釋之方法來得合理，並且亦可減小因葉片採樣時期不同所產生之變異。惟事實是否如此，尚有議論；例如氮與與硫之比值固屬重要，但如兩種要素濃度均低，其比值仍有屬於適宜範圍之可能，故個別要素濃度之評估仍甚重要[27]。

柑桔葉片中氮、磷、鉀、鈣、鎂各種要素濃度組合之相關僅以鉀與鈣及鉀與鎂間之負相關最爲顯著，其他要素間之相關則較不穩定或不顯著(表 4)。又如鉀與鎂吸收上之拮抗現象固示土壤中該兩種養分要素平衡之重要性，惟葉片中該兩種要素濃度之比值僅反應上述養分吸收上之拮抗，對於鎂素營養之判釋並無影響；即葉片鎂素濃度雖隨鉀素濃度之增加而降，但鎂素缺乏的臨界濃度卻相當一致(0.26%)，並不受鉀素濃度之影響，如圖11所示。

故DRIS方法以要素間的比值評估要素缺乏或過剩的順序雖屬合理，惟因其不能指出缺乏或過剩之程度，且其手續較煩，以臨界濃度或濃度之適宜範圍來判斷要素之缺乏或

過剩仍不失爲較簡便、明確的方法。DRIS方法中各種要素濃度之比值標準(norm)係由田間實際蒐集所得，亦無生理上之理論基礎。

作者之一曾以若干果園之葉片分析值爲例，比較兩種診斷方法，結果認爲DRIS方法非單手續較煩，診斷的結果亦較不符實際，將於本專輯中另文討論。

表 4. 葉片中各種要素濃度之相關係數（椪柑，1985～1986，ＮＫ 試驗　羅武雄果園，30 株）

Year	1985				1986			
Nutrient	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg
N	0.377*	0.073	-0.148	-0.386*	0.194	-0.100	0.363*	0.285
P		0.380*	-0.472**	-0.192		0.407*	-0.260	-0.093
K			-0.705**	-0.713**			-0.633**	-0.500**
Ca				0.462**				0.745**

三、從葉片分析資料看本省柑桔果園之營養狀況

張氏等[14]於1982及1983年在新竹縣峨眉、寶山及北埔，苗栗縣卓蘭、台中縣東勢及新社，嘉義縣中埔及梅山，台南縣白河及東山等地約 80多處椪柑果園（兩年合計169處），依照標準方法採葉分析以了解果園營養狀況，結果葉片中各種要素之濃度範圍及依据上述基準所判斷之果園各種營養級別（(1)低於適宜濃度範圍，(2)在適宜濃度範圍及(3)高於適宜濃度範圍）分布百分比如表 5。另『土壤及葉片營養診斷在果園施肥改進之應用』計劃1987年在苗栗縣卓蘭及台中縣東勢和和平共100個椪柑果園所作葉片分析、營養診斷結果[8]亦示於同表。

表 5. 本省椪柑葉片之各種要素濃度及各級別分布百分比

年度	1982，1983	1987
地區	新竹、苗栗 台中、台南	苗栗 台中
調查果園數	169	100
N (%)		
Range	2.36—3.92	1.95—3.78
Mean	3.25	3.19
<3.0	6	11
3.0—3.2	37	45
>3.2	57	44
P (%)		
Range	0.084—0.16	0.075—0.27
Mean	0.14	0.165
<0.12	5	20
0.12—0.18	95	37
>0.18	0	43
K (%)		
Range	0.65—2.06	0.50—2.40
Mean	1.21	1.40
<1.4	42	53
1.4—1.7	52	28
>1.7	6	19
Ca (%)		
Range	1.80—4.55	1.29—5.28
Mean	1.21	3.08
<2.5	42	21
2.5—4.5	52	75
>4.5	6	4
Mg (%)		
Range	0.14—0.52	0.11—0.44
Mean	0.304	0.272
<0.25	40	37
0.25—0.50	58	63
>0.50	2	0

續上表

Fe (ppm)		
Range	35—103	29—121
Mean	60.1	73.3
<60	50	14
60—120	49	85
>120	1	1
Mn (ppm)		
Range	16—308	14—516
Mean	76.5	85.63
<25	0	5
25—200	99	89
>200	1	6
Cu (ppm)		
Range	4—225	5—100
Mean	18.2	17.5
<5	3	0
5—16	76	68
17—22	12	20
>22	9	12
Zn (ppm)		
Range	14—108	11—89
Mean	31.4	33.1
<25	34	31
25—100	65	69
>100	1	0
B (ppm)		
Range	13—259	
Mean	37.6	
<25	37	
25—150	62	
>150	1	

由表 3 可見1987年100個果園之營養狀況調查結果與1982～1983年 169個果園之調查結果相當一致。爰就各種要素之營養狀況分述如下：

1.**三要素**

氮素濃度屬高者（>3.2%）相當普遍，佔調查果園總數之44～57%，顯示氮肥用量過多之問題相當嚴重。磷濃度以適中者居多，雖然1987年之調查結果屬高者亦達43%之

多。鉀濃度屬低者佔調查果園總數之42～53%，顯示鉀肥之施用有待鼓勵。

就柑桔園之三要素慣用量與果樹實際吸收量比較（表6），亦可見氮素用量偏高；慣用量(1.5～1.8 kg/tree)爲吸收量之3.1～3.3倍。如以慣用量與果實中含量比較則達11倍之多，可見氮肥用量實有減少必要。磷酐用量與吸收量或果實中含量比較則其倍數更大，亦示其用量過多的情形。表土常有高量之磷肥累積。

2.鈣、鎂

鈣濃度以適中者居多，(75～88%)惟鎂則屬低者居多，佔果園總數之37～40%。實際上柑桔缺鎂之徵狀亦是常見，嚴重者有落葉增加現象，故果園鎂素營養管理有待加强。

3.微量要素

1987年之調查結果示鐵濃度以適中者佔絕大多數(85%)。雖然1982～1983年之結果示有50%果園之葉片鐵濃度屬低，但鑒於調查果園土壤均屬酸性，並且亦無任何缺鐵徵狀報告，預料鐵營養應不成問題。

葉片之錳濃度亦以適中者居多(89～99%)，惟具有缺錳徵狀之果園卻亦能偶而遇見。此種缺錳果園之土壤，其pH值卻是屬低(4.8～5.2)，其DTPA-$(NH_4)_2CO_3$溶性錳含量在7～24ppm範圍，可見土壤缺錳並不限於鹼性者，雖然施用石灰過多的土壤較易出現。

表 6. 柑桔園三要素慣用量與實際吸收量之比較(公斤／株)

地區	調察園數	果實收量	慣用量 N 化肥	慣用量 N 化肥+有機肥	慣用量 P_2O_5	慣用量 K_2O	吸收量(估計)[1] N	吸收量(估計)[1] P_2O_5	吸收量(估計)[1] K_2O
東勢及卓蘭椪柑 (1982-1983)	19	84 [32]	0.96 [0.68]	1.54 [0.70]	0.82 [0.39]	0.97 [0.60]	0.50 (0.13)	0.092 (0.008)	0.34 (0.18)
卓蘭椪柑 (1987)	15	88 [23]	1.22 [0.45]	1.76 [0.58]	1.10 [0.69]	1.26 [0.48]	0.54 (0.16)	0.100 (0.009)	0.35 (0.19)
台南及嘉義柳橙 (1982-1983)	10	110 [56]	0.97 [0.41]	1.14 [0.47]	0.42 [0.24]	0.65 [0.33]	0.66 (0.18)	0.121 (0.011)	0.44 (0.23)

1) 依据高橋氏[12]，10公畝年產 6000公斤之溫州密柑果園之年要素吸收量爲N、P_2O_5、K_2O 各36、6.8、23.7公斤，果實中含量則各爲 9.8、0.6、12.4公斤。本表依此類推，收量100公斤之椪柑果園年要素吸收量及果實中要素含量以N、P_2O_5、K_2O 各0.6、0.11、0.4及0.16、0.01、0.21公斤計。

[ ]：標準機差　( )：果實中含量（公斤／株）

柑桔園三要素慣用量與實際吸收量之比較　　（續上表）

地區	調察園數	果實收量	慣用量／吸收量 N	P_2O_5	K_2O
東勢及卓蘭椪柑 (1982-1983)	19	84	3.1 (11.8)	8.9 (102.5)	2.9 (5.4)
卓蘭椪柑 (1987)	15	88	3.3 (11.0)	11.0 (122.2)	3.3 (6.6)
台南及嘉義柳橙 (1982-1983)	10	110	1.7 (6.3)	3.5 (38.2)	1.5 (2.8)

( )：慣用量／果實中含量

在兩次的調查結果中均可見到有不少果園之葉片銅濃度屬高(>17 ppm)，達21～32%；其屬過高者(>22ppm)亦達9～12%。葉片銅濃度之屬高顯然與波爾多液之施用有關。筆者等曾目睹並依据葉片分析(銅濃度達 50～160ppm)確認局部果園因波爾多液之泛濫導致生育受阻之情形。惟表 2調查果園中葉片銅濃度屬高者，尙無顯著生長障礙報告。是否爲波爾多液噴施後的一時現象，抑或其他因素尙待注意。王氏等[2]曾於 1974年間調查台中及新竹地區70處椪柑果園，亦有葉片銅濃度偏高情形之報告。

在兩次的調查中鋅濃度屬低者，各佔34及31%，可見缺鋅或接近缺鋅之問題相當普遍。惟据目睹經驗，此種低鋅果樹多與立枯病株有關，係在各果園中以局部存在。

硼濃度屬低者佔總數果園之37%(1982年～1983年之調查結果)，可見硼素營養管理應加重視，雖然顯著缺硼之情形並不多見。

四、果園土壤之肥力概況與變異

本省柑園多分布於坡地，土壤原本較酸，加上多年施用化肥，土壤更趨酸化。1982年所調查80點果園中有55點之pH低於5.0，其中pH低於4.5者有32點。1983年所調查81點果園中則有則有46點之pH值在 4.5以下(圖13)[14]。故本省柑桔缺鎂甚爲普見。惟土壤酸性而缺鎂之柑園雖多，並且若干試驗雖亦証實噴施硝酸鎂或施用白雲石粉有效[3 18]，惟其示範推廣卻仍待加强。

土壤有機質含量多在 2%以下(圖14)[14]，惟柑園施用有機質肥料卻不能說不普遍（施用量 5～20公斤/株,不等）。鑒於所用有機質肥料以粕類居多，其分解迅速，效果可能與化學氮肥近似，以及氮肥用量已經過多之事實，其土壤有機質管理實待檢討並需加試驗。

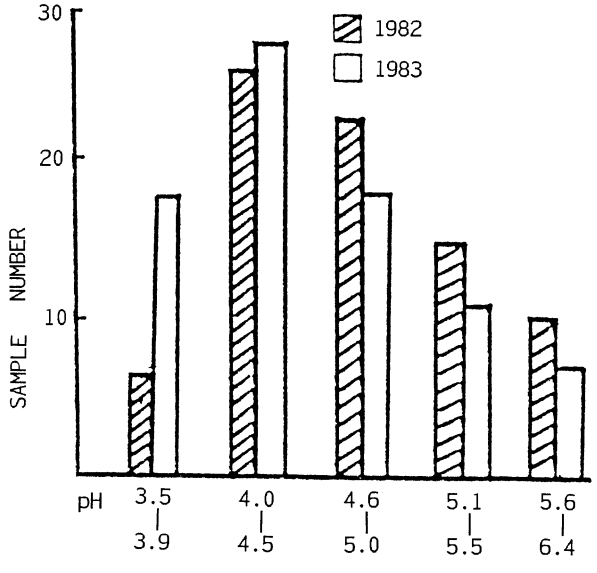


圖13. 本省主要椪柑產區土壤pH值分佈
(東勢、卓蘭共80～81點，1982～1983)

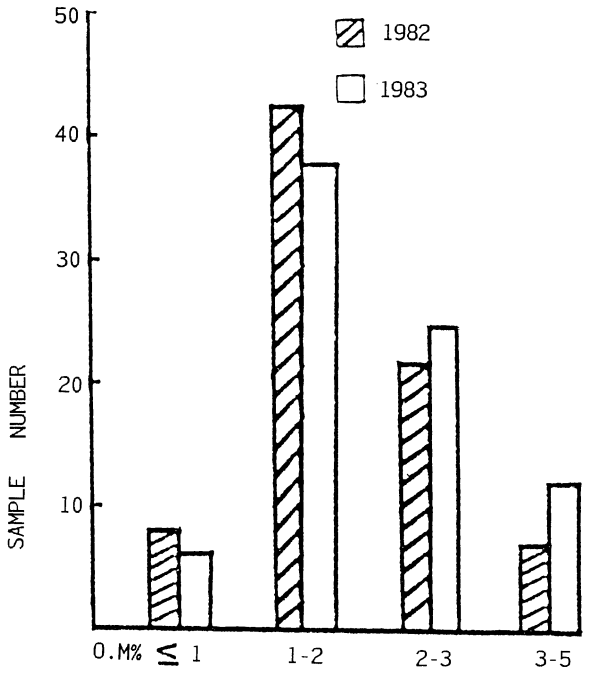


圖14. 本省主要椪柑產區土壤有機質含量分佈
(東勢、卓蘭共80～81點，1982～1983)

据張氏等[15]柑園表土(0～25公分)之有效性磷鉀含量平均均在200～300 ppm 左右，相當的高。惟因施肥之不均（如條施，穴施或僅施於樹冠某側），磷鉀含量測值變異很大。又因果樹根系深廣，僅測表土 0～25公分之肥力，亦無法代表果園之肥力狀況。

爲尋求可資代表柑桔園土壤肥力之土壤採樣方法，張氏等[15]建議土壤樣品應按 0～10,10～20,20～30,30～50,50～75公分逐層取樣分析，然後由 0～75公分之分析值加權平均以代表其肥力，可見其困難之一斑。故果園之營養診斷應以葉片分析爲主，土壤測定則以於變異性較低之性質，如pH、質地、有機質含量等爲宜。此等土壤性質之測定將可輔助葉片營養診斷，以便推薦較合理之肥培管理方法。

實際果園之營養診斷則除了以上各項測定外，更要聽取農家的慣行肥培管理方法，包括肥料種類及用量，以及病蟲害之發生狀況等。爲輔助營養診斷工作人員之資料整理及判斷並予施肥推薦之指引，陳等[11]已根据本文所提原則草擬果園營養診斷資訊系統一種，亦將於本研習會研討。

參 考 文 獻

1. 久保田 收治. 1980. 營養診斷. 化學 生物 18(8)：580-584.
2. 王中立、陳文蔚、洪偉郎、周廷檣. 1974. 台中區及新竹椪柑銅素營養問題之研究

．土壤肥料通訊第 275 期 pp.1321.
3. 台東區農業改良場 1972～1974 晚崙夏橙鎂肥效果試驗。61年至63年土壤肥料試驗報告，台灣省政府農林廳。
4. 林樸. 1964. 柑桔葉部氮素含量之季節性變化. 中國園藝10(1,2)6-14 .
5. 邱再發、林森岷. 1961. 利用葉片分析診斷柑桔營養狀態之研究. 農業研究10(2)：25-33.
6. 邱再發. 1976. 柑桔、梨及蘋果葉片營養診斷之研究. 中華農業研究25(3)：214-225.
7. 邱再發、張淑賢. 1983. 柑桔缺硼症之診斷與防治方法之研究. 中華農業研究32(2)：161-171.
8. 桃園區農業改良場、卓蘭鎮農會、台中區農業改良場、東勢鎮農會、台灣省農業試驗所. 1988. 土壤及葉片營養診斷在果園施肥改進之應用. 77-農建-10.2-糧-33(1) 號計劃片分析結果資料.
9. 連深. 1981. 作物分析結果的解釋與施肥推薦. pp.66-75, 作物需肥診斷技術. 台灣省農業試驗所特刊No.13.
10. 連深、黃維廷. 1988. 未發表資料.
11. 陳琦玲、連深. 1989. 果園土壤及葉片營養診斷資訊系統之初擬. 果園作物營養診斷應用研習會專輯, 台灣省農業試驗所特刊28號.
12. 高橋郁郎. 1958. 柑橘. 養賢堂東京. 摘自盛澄淵 1964. 肥料學. pp.307
13. 張淑賢. 1981. 植物樣本之採取調製與儲存. pp.47-52及190,作物需肥診斷技術. 台灣省農業試驗所特刊No.13.
14. 張淑賢、李峰憲、吳婉麗、連深. 1984. 柑桔經濟高品質肥培管理示範及葉片營養診斷標準之研究. 72年度土壤肥料試驗示範報告，台灣省政府農林廳.
15. 張淑賢、李峰憲、吳婉麗、連深. 1985. 柑桔經濟高品質肥培管理示範及葉片營養診斷標準之研究. 73年度土壤肥料試驗示範報告，台灣省政府農林廳.
16. 張淑賢、李峰憲、吳婉麗、連深. 1986. 柑桔經濟高品質肥培管理示範及葉片營養診斷標準之研究. 74年度土壤肥料試驗示範報告，台灣省政府農林廳.
17. 張淑賢、黃維廷、連深. 1987. 柑桔經濟高品質肥培管理示範及葉片營養診斷標準之研究. 75年度土壤肥料試驗示示範報告，台灣省政府農林廳.
18. 新竹區農業改良場、台中區農業改良場 1972～1975 柑桔石灰需要量試驗。61年至64年土壤肥料試驗報告，台灣省政府農林廳。
19. Bates T. E. 1971. Factors affecting critical nutrient concentrations on plants and their evaluation:a review. Soil Sci. 112:116-130.
20. Beverly R. B., J. C. stark, J.C. Ojala and T.W. Embleton. 1984. Nutrient diagnosis of Valencia oranges by DRIS J. Amer. SOC. Hort. Sci. 109(5):

649-654.

21. Chapman H.D.1960. Leaf and soil analysis in citrus orchards. Univ.Calif. Div. Agr. Sci. Ext. Serv. Manual 25 :pp.53.
22. Chiu T. F. 1968. Experiments on inorganic nutrition of citrus. soil and Fertilizers in Taiwan 1968. pp. 44-48.
23. Embleton T. W., W. W. Jones, C. K. Labanauskas and W, Reuther 1973. Leaf analysis as a diagnostic tool and guide to fertilization pp.184-205 in "The Citrus Industry" Ⅲ pp.184-205.
24. Davee D.E., T.L.Righetti, E. Fallahi and S. Robbins. 1986. An evaluation of the DRIS approach for identifying mineral limitations on yield in Napoleon sweet cherry. J. Amer. Soc.111(6):988-993.
25. Jones, Jr.J.B. 1988. Soil testing and plant analysis :procedure and use. Technical Bulletin No.109, FFTC. ASPAC.
26. Mackay D. C., J. M. carefoot and T. Entz 1987. Evaluation of the DRIS procedure for assessing the nutritional status of potato (Solanum Tuberosum L.). Comun.in soil sci. Plant Anal.,18(12),1332-1353.
27. Marschner, H. 1986. Nutrient interactions. Pages 399-400 in " Mineral nutrition of higher plants".Academic Press.
28. Smith, P. F. 1962. Mimeral analysis of plant tissues. Ann. Rev. Plant Physiol. 13:81-108.
29. Sumner M. E. 1982. The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS).Paper presented to soil/ plant analysts' seminar, Council on soil testing and plant analysis, Anaheim, CA., U. S. A.

Bases of leaf diagnosis for citrus and the nutritional status in Taiwan

S.Lian, S.S.Chang, W.T.Huang and W.L.Wu

Summary

The bases of establishing optimum nutrient criteria of citrus leaves for the diagnostic purpose in Taiwan have been reviewed, and the criteria established.

According to this criteria,the nutritional problems of citrus in Taiwan are high in nitrogen and low in potassium, magnesium, zinc and boron. Occasinally the content of copper is high, which might be related to the frequent foliar application of bordeaux mixture.

---

* Taiwan Agricultural Research Institute. Wufeng, Taichung, Taiwan. R.O.C.

討　論

邱再發問：農試所何時開始接受做農民葉片分析之服務 ？

連　深答：零星的服務很早即在本所及各區農業改良場進行。另自77年度起在省府農林廳主持，農試所和桃園、台中、台南、高雄、台東區改良場共同執行，及卓蘭、東勢等10個鄉鎮農會合作之下，進行『土壤與葉片營養診斷在果園施肥改進之應用』計劃，加强葉片分析診斷服務。78年度計劃服務果園 870點，涵蓋柑桔、梨、葡萄、枇杷、蕃荔枝、楊桃等果樹。

鄭耀輝問：柑桔葉片採樣時期爲8～9月間（果實尙未成熟），此時至果實成熟期間，如遇下雨，是否影響葉片的氮素含量？

連　深答：下雨後土壤的礦化及根部的養分吸收均稍會活絡，因此葉片的氮素濃度或許亦會受到影響。惟因時値果實肥大期間，養分之移動甚爲顯著，葉片中要素濃度所受下雨之影響應不致顯著。何況如考慮到採樣及化學分析本身亦有一定程度的變異，則這種變異應可忽視。

楊光盛問：圖 7中78棵果樹葉片氮素濃度與果實糖度之相關中，顯然可以看到 3個果園之影響（78點可分 3 組）原因何在？

連　深答：可能係由於不同果園之樹勢、修剪方式以及地理環境(如坡度、日照、土壤水分)等有所不同所致。但即使果園之影響顯著，仍可判定葉片氮素濃度高於 3.0％則果實糖度只會降低（不會升高）之事實。