

健康果園的永續經營

Sustainable management of a Health orchard

蔡東纂

國立中興大學植物病理學系

台灣安全高品質農業推廣協會

安全高品質的果品產出，須良好環境品質、園藝施作與病蟲害管理之整體作為。周年園區果樹的生育診斷，適時克服天候逆境和生理障礙，及早因應病蟲害之孳長蔓延等是平時功課。培育健康抑病土及強壯樹體，成為永續性經營模式，是長遠良策。

優良環境品質(highly environmental quality)，建立在生態原則(ecological principles)，更須適地適種。植地(site)意味著栽植地點周圍的全年天候條件，如雨量、日照和溫度等。季節性的雨量涉及果樹各生育期的需水性和品質，須顧及乾早期之給水和雨季之排水。光質、光量、光周期之光總量是作物光合作用合成產物之關鍵來源；輻射熱則攸關果實生長品質，低溫累積時數也是作物休眠和花芽分化之生理需求。土壤質地涵括 50%的有機腐植質和無機礦化物，50%的孔隙度以填充水、土壤溶液和空氣，更須豐富活性高的生物族群。通常 pH 值在 5.5- 6.5，有機質含量 3.4% 以上，視為正常。

最佳的砧木(planting stock of the highest quality)和良好的穗砧組合(combination)是果樹栽植的重點。砧木品系的選擇第一要務是適地性，合乎植栽區域的氣候、雨水、溫度、陽光及土質等需求，使根系生長無礙。再者，與穗株生長勢搭配合宜，以生產品質良好果品，減少生理障礙情事。作為砧木本身條件，須健康不感染任何病蟲害，生長齡期一致，根系良好，品種純正等。

果園企劃(grove design)事關日後管理與產值，須視海拔地形、水文、土質、面向等資料詳加規劃，樹間距(tree spacing)和位置須考量 8 年後樹齡的株型與樹冠承載容量(canopy bearing volume)、給水、施肥及採收之車道，甚且坡坎的建設等。最主要的是陽光的獲取，通常直射的日照並非最有效率的光合作用效應，而是介於全遮蔭和全日照間，故針對果樹種類有特定的樹型和整枝修剪方式。幼年植株，樹冠容積量小，宜充分累積養份，發展根系，樹型宜採樹高和樹裾(下位枝葉)2 比 1 之倒杯狀。成熟植株，整枝修剪則需求陽光效益、通風和果實生長位置之良好設計。樹幹、主枝、亞主枝、側枝至結果枝須如河流之順暢，切忌同質或角度小之競爭性產生，更須逐年計畫性更新，以維持良好生長勢與產質。

植物所需的大量元素有 C、H、O、N、P、K、S、Ca、Mg，少量元素如 Fe、B、Mn、Cu、Mo、Zn、Cl 等，大抵為 16 種。果樹與

草本植物的營養需求不同，多年生作物長期生長於定點，吸收的養份為該處土壤空間所存在者，須依氣候和土壤條件適時適量補充，以免因根系吸收及淋洗而有所欠缺。周年施肥計劃須自採收後禮肥作起，以補充耗損養份，累積翌年萌芽開花至坐果之樹體內營養，再者因樹上已無果實，光合作用產物可多量轉流根系，更是培養根系，開拓根域的最佳時機。除了嫁接梨及文旦柚外，台灣多數果樹採收期後已是歲年終時節，為年度乾早期，此時若以顆粒性肥料撒施，無法藉雨水溶入土中，最好是以氮磷鉀平均性即溶肥料，以澆灌方式施用。基肥的施用，歷史甚久，已成為農友們的栽作習慣，期間在春天雨前，材料為含氮量高之有機肥，如雞糞、粕類和廐肥等。有機肥能供給植物較完全的養份，也可改善土壤，活化土中微生物，但須完全腐熟，否則醱酵期間有礙根系生長。緩效性的高氮肥施用，往往在春天無法來得及分解供植物吸收，尤其是暖冬寒春的氣候型態。夏秋兩季高溫多雨，適值果實發育期間，高氮引致的氮肥遲緩效應，在夏季萌生大量夏梢，和中小果競爭養份，導致果實細胞分裂期至肥大期成長不良；秋季萌生多量秋梢，又與肥大期及成熟期果實競爭水份及養份，以至果實橫向生長不佳，果汁率低或吊汁等現象。基肥最好以完全腐熟之纖維性高之難分解型搭配易分解型之有機肥料為宜，磷肥可全年量一次給足。於樹冠下範圍挖坑埋施。追肥意在針對作物周年栽培期間每

個生育階段適時供給最需養份，或補其欠缺不足之元素。依土壤質地、結構與氣候條件，且須診斷植物營養狀況，調適營養生長與生殖生長；整枝修剪、疏花、疏果及適當葉果比等皆為生育調控之重要施作。追肥須講究效率，故多以即溶肥料之葉面噴施或根部灌施為主。

根系是礦物元素主要吸收器官，尤其是根尖後段之根毛區，木質部已分化完成，可大量吸收離子，且快速運移。根系吸收面積直接決定果樹的吸收能力，因此果樹的根系要求是樹冠下根系擴展面大，根量多，且活性高，更須深入土壤內層。如柑桔根系可深入土層 5-6 公尺，水平分佈 5-10 平方公尺，但多數根系仍分佈在以主幹為中心的樹冠下 10-50 公分的土層中。就周年性根系生長而言，通常萌芽前根系即提早生長，亦有例外者。冬季休眠或乾旱後，開春 3 月中旬後根系開始一年中之生長，4-5 月中旬達最高峰。植株萌芽至開花結小果期間，根系生長降至最低量，植株生育所需養份為去年落葉前光合作用產物及禮肥貯積在樹體內者，非當下根系自基肥所吸收的。6-8 月間，結果短枝長成，根系生長又進入另一個高峰。果實快速肥大期，根系生長停滯。10-11 月之硬核期，根系又有一個生長期。根系生長無明顯的天然休眠期，可周年發育，但與土壤溫度、濕度、氧氣及養份有關。通常，細小吸收根在冬季果樹休眠期、大雨、淹水等逆境與根表面木栓化時死亡。大的支根、側根及主根則可生長多年。

礦物元素與碳水化合物及脂肪不同，不能利用於呼吸作用中，它定位在「原料」之基礎功能上，可作為有機化合物的成份，組合細胞的滲透及緩衝性系統，活化酵素，也因此參與新陳代謝及同化作用。必要元素中的 C、H、O 來自空氣和水，其餘由土壤微生物分解得來。除了上述 16 種元素外，如 Na、Si、則歸在有用元素，除此則認為是非必要元素。根系吸收礦物元素以離子態為主，水為載體。各礦物元素皆有其獨特的生理功能，欠缺或過量時，植物器官組織即呈現異常，包括形狀、大小、色澤、著生等，甚至影響全株生育健康及存亡。

果樹生長年限長，自幼苗期即有病蟲害、衰弱症、生理障礙及死亡風險。每種果樹，不同品種和栽培地區會招致的主要、次要及偶發性病蟲害也有所差異，因當地氣候條件左右了病菌和害蟲的繁衍孳息、傳播、殘播、殘存、休眠、感染、入侵、致病等生態因素，而有周年性及季節性之別。就病害而言，有經由種子、苗木、土壤、水流傳播的土壤傳播性病害，如疫病、褐根病、白紋羽病、線蟲病等，致植株衰弱至死亡，可長期殘存根部、基部及土壤中成為感染源。地上部真菌及細菌性病害，周年孳生於樹幹、枝條、葉片、花及果實上，季節性的風、雨、溫度等形成其傳播、感染、入侵及發病條件，故有其好發期。病毒或類病毒，常藉由昆蟲媒介、帶病菌穗或砧木、嫁接

工具等傳送感染。

植物生理障害是非生物因素引致的病害(abiotic diseases)，如礦物元素缺乏或過量之中毒；環境因素導致水份不足或超量之逆境、高低溫障害、日照低量或日燒、土壤鹽積過高、風害等；肥料及農藥施用不當造成之肥傷藥害等。

肇因於生物或非生物因子造成植物成長生育不佳，樹體日益衰弱，是大多數果園品質和產量的限制因子，統稱衰弱症(decline)。其原因如有害生物引起的根、基、樹幹腐敗、流膠、龜裂等，植株呈其黃化、矮化、小葉、少葉、枝枯等漸進式或猛爆型衰亡。犁底層導致的排水不良，水位太高，常是農友植前疏忽的重點。衰弱症的防治對策是永續農法的基本施作。

衰弱症的起因多數和根系的功能及作用層面攸關。根系扮演支撐植物體、吸收水分和營養元素、產生促進植物生長激素與貯存養份功用。好的根系必須有足夠數量與高功能活性。絕大多數的植物體所需水分由根吸收，水是礦物元素、養份、新陳代謝產物等物質的載體，藉由維管束的輸導和細胞膜的滲透擴散遍及樹體，亦即水參與了植物光合、吸收、同化等作用之物理、化學反應。因此果樹在生育期間不可有水逆境(water stress)。水分是細胞原生質的重要成份，佔生長組織鮮重的 80-90%，使之維持膨脹狀態，方可有生長動力。通常葉片日

出後之早晨開始含水量逐漸下降，午後 2-4 時為最低點；日照減緩後，又逐漸上昇，夜間 12 時達最高點。葉片水分蒸散量高，也將果實水分攜出，使體積變小，過多的秋稍，常使成熟中柑桔果實果肉顆粒化(granulation)，乃其衍因。果樹多為春夏生育旺盛，秋季成熟，冬季休眠，其枝葉含水量自秋天始降，冬季持平，春季後始升。果樹植株地上部位器官不斷的蒸散，須根系水分持續的吸收上引，其根/梢比(root-shoot ratio)代表了吸水面積和失水面積的比率。修剪後的果樹，失水面積減少，根系原在，全株失水量降低，反而使單位葉片的蒸散量提高。故根/梢比越大，移植成活率越高，苗株或移植株須有足夠根量，去除老枝葉；保護傷口，是為重要措施。土壤溫度低的冬季，因根的透水性低，水黏性增加而使水分通過根細胞阻力變大，加上根系生長遲緩，根系吸水等功能不佳，較不宜移植。

果樹的生命周期，自種子萌芽，植株生育以迄老化死亡，其間依種類而異。幼年期生長速率快，以營養生長為主，不進行生殖生長。成年期即進入生殖生長，可開花結果的生育階段。老化期，生長速率降低，多年的生殖生長，也使營養器官老化，光合作用衰退，根系功能退敗。縮短幼年期，促果樹提早生殖生長而開花結果，其方法如嫁接矮性砧木、大角度整枝、環狀剝皮、修剪、摘心、斷根、捻枝等。成年期，主莖幹發育成熟，莖伸長緩和，頂端優勢減弱，亦即營養生

長變慢，開始了生殖生長。老化期的來臨，環境因子的水分及溫度逆境，管理上過度偏向開花結果的生殖生長，忽略了植株經常性和年度性的養份與根系調養，皆為其促成因素。

根系老化衰敗或罹病是果樹提早衰亡的主要原因，「根本」之道即在養根固本，良好根系才有生機昂然的植株。其作為即是永續經營的開始。衰亡的前兆是葉片小而少、黃化、落葉，枝條細弱、枯梢多，果實變小，著果率低，開花多為無葉花序，花朵小，花瓣色淡而薄等。樹體內在的原因為養份貯積不足，著果量超高，根系不佳；外在因子為淹水、土壤飽和含水量時間長、乾旱缺水、寒害、肥傷、藥害、病蟲害感染為害等，須正確診斷改進。

果樹永續栽培法，首先得去除園區內主要病害病原菌及蟲害等有害生物，這是短程(short term)的作為，可以拮抗(微)生物或化學藥物清園。改善水分管理措施和設施，如排水溝及給水管路施設。再者，培育草生植被，草生植物在果園內有減少土壤沖蝕，增加土壤通透性及有機質含量，活化土壤內大、中型及微生物之族群社會生態，調節園區內溫度及水分，促進天敵之孳生等功能。草被植物的選擇以低矮型、地表固著性佳、無攀緣性、無刺、與其他雜草競爭性強、不開大型花，以免薊馬繁生、非豆科植物，減少蟎類孳生、非真菌，細菌，線蟲之寄主等性狀為佳，以禾本科及繖草科多年生草本植物為宜。草

被植生，是果園內很有效土壤有機碳貯積(soil organic carbon pools)的工廠，更是自營(autotrophic)及異營(heterotrophic)微生物棲息的基地。其三，以強腐生性微生物製造液態肥料，每月二次澆灌，除供果樹生育所需外，也供給土壤益生菌營養。強腐生菌須環境競爭優勢的拮抗微生物，俾利長久存活於果園中，也扮演植株健康之防護角色，這才是永續管理的長程(long term)作為。

通常，有機和永續的作物保護作為，以生物防治為主體。微生物對病害的防治分為特別與一般抑制(specific and general suppression)，前者靠微生物的寄生(hyperparasitism)及產生抗生物質(antibiotics)奏效，其效果較短，不穩定，花費高；不如化學藥劑的效果迅速，速率高且價格便宜。所以，針對主要病及害蟲，可便給施藥。一般抑制作為是長程施作，微生物發揮競爭生長空間，排拒或淨空有害病菌入侵及生長繁衍的機會，另外的功能是誘發植物體產生系統性抗病(systemic resistance)與促進植物生長(plant-growth promotion)。就如人體罹病須即時服藥或手術切除患部，再者得調養生息，繼之養生頤天年，也有短長程療癒程序。

二十一世紀的農業，著重在生態建立，有健全的生態環境才有有機和永續農業存在的價值。根系的健康及壽命決定果樹的產值年限，歸根究底，就是培育及維持健康的抑病土(suppressive soil)。一般衰弱

的果園復健須三至五年時間，熱、亞熱帶常綠果樹，周年生長，休眠期短或不明顯，永續作為施作效果顯著。二十多年來，台灣的柑桔、梨、甜柿、番石榴、棗、酪梨、茶園等有許多成功案例，農友們得充實農業知識，果樹健康診斷正確，作好果園周年施作流程設計，善用資材，必有好收成。