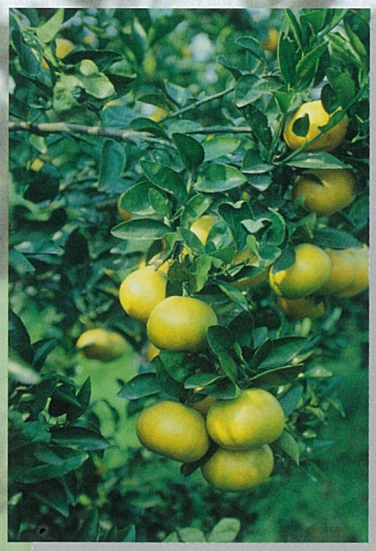
作物合理化施肥研討會專刊











II-4

中華永續農業協會
行政院農業委員會農業試驗所 編印

中華民國九十一年九月

作物合理化施肥研討會專刊

桃園區農業改良場台北分場會議廳(十月三十日)
基隆市農會會議廳　　(十月三十一日)
花蓮區農業改良場蘭陽分場會議廳(十一月五日)

主　　編　　黃欽榮　林俊義
　　蔡武雄　廖慶樑

執行編輯　　王鐘和　林毓雯
　　黃維廷　丘麗蓉

行政院農業委員會　　補助

中華永續農業協會　　主辦
行政院農業委員會農業試驗所

台北縣政府　　協辦
基隆市政府
宜蘭縣政府
桃園區農業改良場台北分場
花蓮區農業改良場蘭陽分場

行政院農業委員會農業試驗所　　編印

中華民國九十一年九月

序

為滿足人類生活所需，現代化的集約式農業生產，大量的施用化學肥料，雖然達到顯著之增產效果，但也逐漸呈現地力日趨衰退以及土壤環境遭到破壞，對自然環境生態亦造成負面影響，農產品的品質也難以提升。

適量及均衡的養分供應為確保作物產量和品質的重要關鍵之一，肥料供應不足作物的產量會受到影響，但是，過量施肥不但對作物本身和生態環境均會造成傷害，也浪費寶貴的肥料資源和農友的金錢。因此為確保農產品品質及環境的維護，近年來農政單位積極的推動作物合理化施肥技術研發及推廣應用。合理的施肥技術必須考量不同作物種類及生育階段之營養需求，配合科學化的土壤及植體營養診斷技術，推薦合宜的肥料種類與用量，適當的施用時期與方法、適當的施用有機資材，可達到節約肥料，提高產量與品質，增加農民收入，及兼顧農田地力及生態環境之維護。

為增進農政及農業從業人員之作物合理施肥的知識，中華永續農業協會與行政院農業委員會農業試驗所合作辦理三場「作物合理化施肥研討會」，邀集國內有關專家授課，預計將有二百多人參與盛會。課程之內容涵蓋合理化施肥之理念及技術，茶、水稻、蔬菜及果樹等各類重要經濟作物的施肥技術，以及有機資材的特性及應用技術等。授課之講稿業由本協會林秘書長及工作同仁辛苦編印成專刊，對從事永續農業推廣的人員及生產的農民甚具參考價值，茲值付梓，特為之序。

行政院農業委員會副主任委員 黃欽榮 謹識
中華永續農業協會理事長

民國九十一年九月

序

近代的農業經營，為供應世界人口快速成長所需的糧食及物資，致力於高產量品種之育成，以大型農機具耕作，單一作物之連續種植，並投入大量的化學肥料，雖達到增產的目標，但也對環境造成衝擊。

為確保農產品的品質及環境維護，推行合理化施肥是當務之急，合理化施肥應該包括肥料種類之選擇，適當之肥料用量，施肥位置與時間，平衡之施肥等等，缺一不可，為目前施肥推廣上重要的課題，政府農政單位早已注意並且非常重視。另外在經濟自由化、國際化的潮流下，公營肥料公司已民營化，過去建立之肥料產銷制度可能發生變化，肥料價格因反映成本亦可能調漲等衝擊，因此加強合理化施肥，減少肥料浪費，降低施肥成本，提高農產品的量與質，以增加農民的收入，就更為重要了。

中華永續農業協會及行政院農業委員會農業試驗所合作辦理「作物合理化施肥研討會」預計將有農政及農業從業人員共計二百五十多人參加，會中講授合理化施肥之意義及重要性、不同種類經濟作物之合理施肥技術、有機質肥料的特性與施用技術等，對提昇相關從業人員之知識，及永續農業合理化經營的推展，甚具意義，各授課專家之講稿，已彙集成專刊，可做為推動永續農業合理化施肥技術之參考，特為之序。

行政院農業委員會農業試驗所所長 林俊義 謹識
中華永續農業協會秘書長

民國九十一年九月

目　錄

黃欽榮理事長序---------- I

林俊義所長序---------- II

合理化施肥之意義與重要性----------黃伯恩　1

茶園合理化施肥----------廖慶樑　5

水稻合理施肥技術----------王鐘和　11

小胡瓜合理化施肥技術----------廖乾華　25

蔬菜園合理施肥及連作障礙因應策略-------王鐘和　29

花卉合理化肥培管理----------張庚鵬　49

果園合理化施肥----------黃維廷　65

宜蘭地區寄接梨合理化施肥示範----------詹朝清　87

不同有機資材之特性及其施用技術---------林毓雯　93

堆肥液在有機果菜栽培之應用----------江志峰　105

合理化施肥之意義與重要性

黃伯恩

行政院農業委員會農糧處農產科

前　言

長期以來公營肥料產銷體制下，爲減輕農民負擔，採取低肥價政策，尤其七十年代中期以來，肥料資源充裕，民營肥料在市場上參與競爭，農民購買肥料可自由選擇。又因農村勞力短缺，工資昂貴，爲節省施肥工資，表面撒施及少次多量之粗放施肥方式，致肥料使用量偏高且有浪費現象，也對環境維護造成負面之影響。

隨著肥料自由化民營化時代的來臨，過去由政府補貼之低肥價政策勢難維持，肥料價格將反映成本而調整，政府爲緩衝肥價調漲對農民之衝擊，制訂「肥料政策調整方案」，在六年調適期間內，由臺灣省政府糧食處以漸進式調整肥料銷售價格，每年調漲幅不超過六%，肥料出廠價與零售價間之價差由農委會予以補貼，惟補貼金額逐年減少，六年之後不再補貼，肥料價格將由市場機能反映。

爲降低農民施肥成本，政府從技術層面推動合理化施肥措施，教育並宣導農民依農業技術單位之需肥診斷服務推荐之施肥量、施肥法合理施肥，減少施肥浪費以挹注肥價調漲增加之費用。依據各農業試驗改良場所多年來試驗示範成果顯示，依照需肥診斷推荐量施肥對產量與品質沒有影響，甚至有增加產量或改善品質之效益。

合理化施肥之意義

農作物從土壤中吸收的各種營養要素有多有少，需要量較多的有氮、磷、鉀，稱之爲三要素，由於三要素影響作物生產及產品品質至巨，也占施肥成本最大部分，因此，三要素肥料之施用量、施用方法及使用肥料種類之選擇，是作物肥培管理上重要課題。一般而言，短
期作物可依土壤分析測定來推荐肥料要素用量，長期作物尙需作植體（葉片）分析診斷才能推荐合理施肥量。

需要量較少的矽、鎂、鈣稱之爲次量要素，常因作物及土壤特性需作選擇性之使用。依土壤反應測定結果，在酸性土壤，含鈣、鎂石灰資材之使用相當重要，惟一些嗜酸作物如茶、鳳梨等除在極強酸性土壤（pH 值 4.0 以下）則無需使用；酸性稻田則需使用含矽之肥料，如矽酸爐渣等。

需要量甚微小的鐵、錳、銅、鋅、鉬、硼等爲微量要素，一般土壤中含量應可充分供應，但局部性及地區性或有微量要素之缺乏情形，一旦缺乏某種要素則影響生育產量至大，此種微量要素之使用就不能忽視，惟微量要素缺乏時需依其徵狀及分析診斷確認後方可施用，不能盲目施用，以免發生毒害或污染土壤。

各種要素需用與否及使用量之多寡，需仰賴土壤分析及植體（葉片）營養診斷技術之綜合應用，各地區農業試驗改良場所及其他農業學術機構多年來做了許多相關之試驗研究，建立各種作物之不同要素含量濃度等級資料，作爲作物需肥診斷服務推荐施肥之依據。參照農業技術單位之推荐肥料種類及用量、方法施肥是爲合理化施肥。八十七年度起推動合理化施肥措施計畫，由各農（茶）業改良場依各地作物別編印作物施肥推荐手冊，作爲農民施肥參考依據。

相關配合措施

合理化施肥措施除上述肥料用量推荐外，應包括其他土壤肥料技術之綜合應用，以達到提高產量與品質，並維護農田土壤永續生產力之目標，因此尚有下列措施：

1.有機質肥料使用推廣：在高經濟價值作物常需使用有機質肥料以提高產品品質。因有機肥料種類多，包括木屑堆肥、樹皮堆肥、禽畜糞堆肥、豆粕類、及綠肥等，其肥效係依其所含有機質在土壤中經微生物分解礦化釋出之養分要素而異，故有機肥料之施用應依其碳氮比預估礦化率及可釋出之養分要素量。又連續使用有機肥料時，除當作所施有機肥料之可礦化量外，前期土壤中有機質之可礦化量亦要評估，才能確實明瞭可由有機質供給之要素量。一般可以化學肥料和有機肥料配合施用，應將有機肥料可釋出之要素量扣抵化學肥料用量，才符合合理施肥目標。

2.綠肥作物之利用：在農地休閒期或休耕田種植綠肥作物，尤其是荳科綠肥具固氮能力，爲提高農田肥力有效方法，一般短期作物可將綠肥作物納入當地耕作制度，長期作物如果樹種覆蓋綠肥作物，爲良好土壤管理方法。

3.微生物肥料應用：開發利用土壤有益微生物提高土壤營養元素之供應及有效性，或增加對病蟲害之抵抗性，減少化學肥料及農藥之使用，目前已推廣應用者有毛（大）豆接種固氮根瘤菌、洋香瓜育苗接種菌根菌，已具有相當成效。

4.其他有施肥機之開發，節省施肥工資，並將肥料施入表土之下，減少肥料損失，提高肥料效率，如水稻插秧兼深層施肥機已由高雄區農業改良場開發及推廣。地區性問題土壤改良，如強酸性土壤施用石灰資材矯正酸度，以提高肥料效率及生產力；壓實及硬盤層土壤深耕改良，根域環境改善增進地力。

合理化施肥之重要性

施肥是提高農產品產量及品質之有效方法，但要達到施肥預期目的，肥料種類、用量、使用方法並應配合作物類別、栽培管理等技術妥善之應用，作物獲得充分及均衡養分供應，才能得到產量高及品質優之農產品。

隨著社會經濟之發達，國民生活水準提升及消費之需要，農產品品質高級化、精緻化之需求下，作物之肥培管理更不能不重視，施肥不當易導致植物養分不均衡、鹽分累積過剩毒害及病虫害嚴重發生、農產品品質低下等現象。因此，合理化施肥爲提升農產品品質重要之一環，而瞭解土壤肥力及養分供應能力，是達到合理施肥必要步驟，農業試驗所及各區農業改良場都能提供分析服務，請農友多加利用。

茶園合理化施肥

廖慶樑　王爲一

農委會農業試驗所農化組　農委會茶業改良場

肥培是爲了補強栽培者希望作物依照其理想生產而執行的重要手段之一。採收茶菁及根、莖生長會消耗樹體及土壤中的礦物元素，這也是茶樹施肥的最基本需求。但是不同類型肥料施入土中後，各元素的移行、被吸收與茶菁利用的時間差卻不能不知，否則施肥效果難以彰顯。

茶樹爲多年生常綠木本作物，在正常情況下，可將樹體分成 1.葉片與 1-2 年生細枝，2.分枝與主幹，3.根群等三個部分。三者原本幾乎以等比率生長，且各盡天職；也就是根群吸收水分及礦物養分，粗枝與主幹支撐樹型並作根群與葉片間水分、礦物與有機養分的交流管道，而 1-2 年生細枝則著生與分散葉片，使其能盡量爭取最大的光合作用空間，三者同心幫助茶樹生長。唯隨著採收方式、修剪、留養、病蟲害、天候逆境、樹齡及生產制度需求等，常會改變葉片與 1-2 年生細枝所應佔有的比率，此點會對後續數個生產季產生相當程度的影響，也常造成肥培管理與茶菁產量與品質上的困擾。

就台灣而言，自然生長的茶園，一年可抽 4-5 次新梢；若經過採摘，則可抽 5-7 次新梢。唯近年來國內已逐漸放棄夏茶、甚至二水與秋茶的生產，由於大部份的農友採取無作爲的留養，在秋、冬茶生產前所修剪掉的生物量，遠超過整年茶菁生產量的兩倍以上，而這些留養枝在高溫、強光下生長量大增，將造成基層葉片受到遮陰、養分競爭與病蟲害的影響而落葉，待修剪後，不但葉層變薄、葉片衰弱，且隱藏

了相當多的病蟲害，對第二季後的生長不利。

表一是由歷屆經鑑定爲優良包種茶成茶的元素分析結果，也成爲茶園管理的重要肥培指標之一；吾人可借此，選取適宜比率的肥料與種類。但若從每生產一公噸茶乾，吾人僅從茶樹移走 40-60 公斤氮素的觀點而言，似乎僅有施肥量十分之一的氮素，發揮了生產效益；不過若再考量吾人必須修剪掉兩倍以上的留養量，憑白棄置如此得來不易的大量樹體氮素，實值得深入檢討。

表一、茶菁適宜礦物元素含量範圍

元　素	含量適宜範圍	元　素	含量適宜範圍
氮 N(%)	4.00～6.00	鐵 Fe(ppm)	90～150
磷 P(%)	0.25～0.40	錳 Mn(ppm)	300～800
鉀 K(%)	1.50～2.10	銅 Cu(ppm)	8～15
鈣 Ca(%)	0.25～0.55	鋅 Zn(ppm)	20～40
鎂 Mg(%)	0.15～0.30	鋁 Al(ppm)	400～900

茶樹爲常綠作物，在放認生長狀態下，一年中的生長量仍因溫度、日照及雨水的增加而增加；不過包種茶的品質卻反向而馳。因此站在樹體氮素的有效管理與茶菁生產經濟效益考量下，生產模式必須做到最有效的調整。

茶芽萌發生長的初期，不能或很少累積養分，這些有機及無機養分需要由成熟葉片及根群提供。又春茶與冬茶萌發初期，易受突發性的低溫與乾旱阻礙，影響茶菁產量與品質甚巨；不過由常年田間觀察可知，凡葉層厚度夠的健康植株，耐逆境的能力較強，茶菁的產量與品質受到的損害也較小。

茶業改良場利用中剪後重新培養樹勢的茶園，分別於春、冬茶萌芽前，由基部進行摘葉處理，發現春、冬茶的產量與葉層厚度成正相關，並可提高其毛茶精製率。其中春茶的產量與芽長、芽重及芽數均有關，而冬茶則與茶芽的數目關係最爲明顯。經由元素分析發現，成熟葉片中的氮素會因茶菁生長而降低，尤以最上層 10 公分的葉層可減少 15-20%的氮；茶菁生長時，是有能力吸引靠近組織的養分移入，因此平時

培養健康的葉層，成爲茶菁生產的保障。茶業改良場建議，春、冬茶生產期，茶樹的葉層最好能保持 20 公分以上的厚度。

茶既爲常綠作物，根群也必終年吸收養分供給地上部生長。雖然吸肥效率呈現季節上的差異，不過由於茶樹必須依照吾人在經濟生產上最合理的生長模式生長，才能發揮最大的經濟競爭力，所以先規劃出地區最理想之生長模式之後，再進行施肥管理的後續補強作業，方有較大的實質意義。不過無論如何，茶樹仍需肥料生長，施肥作業也不能停頓，因此本章節雖暫不做任合何施肥量與施肥期之建議，但仍對施肥通則與理由加以解釋。

雖然施肥的方法能影響肥料施用的效益，但一旦肥料進入土壤後，各元素主要是藉溶於水後才進行縱、橫向之移動，雨水或灌溉水是上項動力的主要來源。肥料採撒施方式時，必須經過雨水不均，甚至流失的考驗，所以施肥效果較難估算，埋入或少量多施是較能確保肥效的方法。

一般氮肥溶解的速度較快，與土壤的結合性較小，所以移動性也大，很容易在短期內發生肥效；磷肥與土壤的結合性大，易被固定，所以最好藉由深耕方式，也就是物理力量來移近根群；鉀肥則在兩者之間。故每兩年做一次茶園翻土是有相當大的意義。由於氮素在土壤中的移動性較高，所以除非少量多施，經由有機質分解所產生的氮素，仍是土壤最穩定的氮素來源。

有機質能提供茶樹生長的好處甚多，但農友常忽視有機質分解釋出氮的速度緩慢，且爲其重要特性之一。加上目前尚有不少農友毫無一般等量氮素的有機肥價錢是化肥的 7-12 倍概念，並存在以肥料價錢來估算肥效，而非以氮含量來換算肥效的習慣，常造成單用等價的有機肥後，茶菁發生缺氮之案例，故需在此加以說明。有機質含量達 60%以上的有機肥料，剛開始釋出氮肥的量雖稍高，但整體的釋出時間卻往往長達一年以上，因此若單施有機肥料，除非換算的氮量足，否則很難滿足茶菁生長時的大量需求，必須藉重化肥做臨時

性的補充，所以介於二者間的合理化施肥較易爲農友所採納。

唯前述茶芽萌發生長表現主靠樹體原養分的蓄積量，施肥的功能除提供本次茶菁生長所需的部分需求外，最重要的還是在逐漸補足本次由樹體移入茶菁的養分虧損，如此方能防止基部葉層脫落，減弱樹勢，並貯備下一、二次茶菁生長所需。所以即使施用速效性的化肥，也往往需在 3-6 個月後，才能展現其最大的施肥效益，更遑論緩效性之有機肥。此點又可由二水茶及冬茶生產期易造成基部葉片脫落高峰，且手採茶園較機採茶園與葉層厚度大者較小者落葉量小得到旁證。此也爲爲何農友們不斷嘗試不同種類、品牌與用量的肥料後，依然難以獲得穩定及普遍性結果之原因，因爲問題的重心仍是在樹體本身的狀況，肥料的效益是長遠的，但極易爲不同的茶園管理作業所掩蓋。所以今後應加強葉層厚度管理與肥效時間差的概念。

由表一得知，茶樹是重氮肥之作物，需要鉀、鎂，但較不喜磷、鈣。由於化肥的成分固定，吾人可依茶園之狀況，挑選適宜比率的化肥，詳見茶業改良場茶園推薦施肥手冊；但長期施用化肥，是有可能會造成微量元素的缺乏。有機質肥料與茶樹同爲生物體而來，含有生物所需的各種元素，所以又稱全效性肥料；唯在茶樹較不喜磷、鈣的前提下，應儘量避免使用含骨粉、血、鳥糞、魚蝦等動物性有機肥料，以免磷、鈣等元素於土壤中累積過多。

由於市售有機肥之品牌甚多，爲防止不肖業者將不潔之資材，尤爲遭工業廢棄物污染後的資材甚至汙泥混入有機肥中，宜選擇政府登記有案並推廣之有機質肥料，因爲政府均對其加以抽檢與規範，成爲農友的保障；農友切記勿貪圖便宜，購買來路不明的產品，以防遭受重金屬污染。施肥最重要的原則是：不論施肥多辛苦，但施錯了，決難從土中收回。在此介紹幾種重要的選購重點：1.認清廠牌及政府核案的肥料證號，2.註明元素比率，3.確定肥料腐熟完全且不具高溫，4.不具雜質，5.含水量適中。

若嫌有機肥費用太高，以栽種綠肥就地翻耕的方式，也可以增加茶園有機質。唯切記，綠肥生長是會從土壤中吸取大量養分，造成土壤暫時性貧瘠，故需配合化肥施用；且綠肥生長不可高過茶棚面，以免因遮陰，造成茶樹落葉與病蟲害滋生。栽種綠肥宜先衡量農閒的自家人力，以免耽誤茶園正常作業。

另近年以農產加工廢棄物，諸如苡芒殼、花生殼等厚厚的鋪設土面(約每公頃 50 噸)，以達防除雜草、減少土壤水分蒸散及逐步分解供給茶樹養分之目的，有減輕有機肥與雜草防除成本效果外，初步觀察，對茶樹的生長也確實有利。唯在鋪設的初期仍應補充少量化肥，以免發生初期缺氮現象；且每兩年仍需翻耕一次，打斷上浮之茶樹根群，以免當這些資材價格上揚，缺乏經濟效益時，茶樹也因根群長期上浮，一時失去抗旱之能力，造成茶樹衰敗，甚至死亡的風險。另外巨量有機生資材在茶園土表長期自然發酵，是否會對茶園生態及部分礦物元素造成累積影響，仍待長期觀察評估。

最後肥料倒底要施在那裡才能發揮最大的經濟效益？首先施肥的目的是供給茶樹生長所需，而非雜草生長或單純的流失、揮發與土壤固定用。故園主必須在自身茶園中尋找根系的分佈，以爲未來精準施肥做準備。茶樹多以扦插或壓條方式繁殖，但扦插苗或壓條苗主根不發達而形成側根群，成木後根群一般多在土表十到四十公分內，以覆碗形狀分佈。雖然品種間會因土壤深淺、地勢與耕作習慣的不同，而調整其根群的分佈。但基本上茶樹的根群可分成，上浮的細密根群，以吸收養分及感應溫度來促進生長；至於下沉的根群，則以發揮吸收水分，渡過旱季的功能來保命。

基本上，茶樹扦插苗的根群是以橫向生長爲主，故幼木期根系往橫向發展力量較大；但成木後，茶樹必須經常接受耕犛、採摘與修剪，且整體蒸散量擴大，故向下的力量加大。又茶樹的根系在發育過程中會受到土壤坡度的影響，當根系在水平發展受阻後，才會向深處發展，不過力量會相對減弱。

所以種在等高線小平台植株的根系，會因種植在平台的外緣與中間，而發生根系分佈的重大改變。種植在小平台中間的茶樹，經多年發育後，外側的根系細且密；而種植在平台外緣的茶樹，其內側的根系因爲有較多的水平生長空間而較密，反之根系則量少且粗。施肥應以細密根群爲主要標的。同理可應用到緩坡種植的茶園。

另外，肥料是靠水及土壤對各元素吸附的能力進行移動，已如前述，故當地的雨量分佈、茶園坡度與土壤特性應加以計算，方能將肥料順利的送進根群範圍，達到精準施肥之目的；就像將魚餌送進魚口一樣，經濟又不污染水源。最後若農友一時仍無法理解上述的這些生物與物理因素關係時，少量多施仍爲有效施肥的不二法門。

水稻合理施肥技術

王鐘和　林毓雯　黃維廷　江志峰

農委會農業試驗所農化組

前　　言

水稻爲臺灣地區栽培面積最多之作物，合理之肥培管理除了其經濟意義外，積極的更有維護生態環境之意義。水稻的生育受品種、氣候環境、栽培方法及土壤肥力等因素影響，本省已往亦已累積相關之試驗結果釐訂有稻田之氮肥、磷肥及鉀肥之推薦用量，使水稻之施肥推薦邁向科學化。近年來在複作制度下，由於不同作物之施肥情況截然不同，上作施肥所殘留肥分和作物殘體對次作物之養分吸收將有莫大影響(Hayami,1975)，故土壤養分之測定及作物需肥性之診斷益加重要。

水稻之營養需求特性及其管理要領

(一)水稻的營養需求特性

瞭解不同種類作物營養需求特性以及土壤與肥料的性質，則是能否達到此境界之重要關鍵。依據前人探討不同作物營養需求之水耕試驗資料可知蔬菜作物需要較高濃度之養分供給才能生長正常，果樹次之，而水稻則最低(表 1)(謝克終 1986)。

表 1. 各種作物適宜之養液濃度，單位爲 ppm

作物名	氮	磷 酸	鉀
禾本科	10	10	25~35
果 樹	100	10	100
蔬 菜	210	31	234

(諶克終 1986)

水稻由於品種、栽培方法以及土壤肥力不斷改進，肥料需要量不斷變化，故有關肥料需要量之試驗亦從未間斷。由田間肥料需要量試驗求得施肥效應與土壤中有效養分含量之相關資料顯示；其中以磷鉀之測定值與施肥效應之關係甚佳，爲磷、鉀肥需要量推荐之依據(表 2，作物施肥手冊 1996)。

表 2.水稻之土壤有效磷、鉀速測值與氮磷鉀三要素推薦用量

作物別	氮素推薦量 (公斤/公頃/作)	土壤有效磷 (白雷氏第 1 法) 等級	速測值 (ppm)	磷酐推薦量 (公斤/公頃/作)	土壤有效鉀 等級	速測值 (ppm)	氧化鉀推薦量 (公斤/公頃/作)
水稻（粳稻）中南東部		極低	0~10	一期 70~80	極低	0~45	一期 60~70
	一期 110~140			二期 50~60			二期 80~90
	二期 100~120	低	11~30	一期 60~70	低	46~90	一期 50~60
	北部			二期 40~50			二期 60~80
	一期 100~120	中	31~65	一期 40~60	中	91~150	一期 30~50
	二期 90~110			二期 30~40			二期 40~60
（秈稻）	一期 130~150	高	66~175	一期 20~40	高大於 150		一期 0~30
	二期 100~120			二期 0~30			二期 0~40
		極高	大於 175	一期 0~30			
				二期 0~20			

水稻對三要素之反應以氮素最爲敏感，氮素缺乏則發育不良，產量不高，但施用過量，或施用時期不當，易因生長過旺導致罹患病蟲害或引起倒伏而減產。水稻自播種至收穫之任何階段均可吸收氮素。前人研究指出以含有穩定低濃度氮素的養液栽培水稻，已能使水稻生長良好(表 3，張淑賢及洪崑煌 1979)，但就各生育階段所吸收氮素對稻穀生產之效率而言，則以分蘗盛期及幼穗形成期爲最大。分蘗盛期及幼穗形成期氮素養分充足與否，影響穗數、稔實率及千粒重，因此欲穫高產，必需在這兩個時期充分供應氮素肥料。氮肥施於稻田表面後，極易因脫氮作用而揮失，且亦有一部分流失，其損失量因土壤質地而異。因此，氮肥需分次施用，其中基肥需混入土中才能減少損失，而漏水過速之水田則不施用基肥。分蘗盛期之追肥應視分蘗狀況;穗肥應依葉色，調節施用。磷肥以一次作基肥施用爲原則，鉀肥則著重追肥分施，避免過早施用而流失(表 4，作物施肥手冊 1996)。

表 3. 精谷產量之比較

養液 NH^{4+}-N	精谷重(公克/每株)		
ppm	一期作	二期作	平均
2	26.7[x]	16.3	21.5
4	32.3	11.6	22.0
8	30.4	16.9	23.7
16	24.5	16.7	20.6

[x]：數據爲兩品種收量平均(資料整理自張淑賢及洪崑煌 1979)

表 4. 水稻生育階段氮肥分施率(%)

品種	施肥期 地區或質地	基肥	插秧後一期 15 天、二期 10 天	插秧後一期 30 天、二期 20 天	插秧後一期 45 天、二期 20 天	幼穗形成期(穗肥)
稻	質地較細者(黏土、黏質坋質壤土	45~50	—	30	—	25~20
	質地較粗者(砂質壤土)	25	20	30	—	25
秈稻	南部	30	—	30	40	—
	中北部	25	—	25	30	20

註：1.桃、竹苗地區質地較細土壤基肥亦可增爲 75%，穗肥照舊。

2.施用穗肥增產效果最大之時期爲穗長達 0.2 公分前後二天內，又穗肥施用與否及其施用量視葉色、葉片態勢、病蟲害以及氣候情形決定之。秈稻南部地區如在幼穗期發生葉色變黃情形，亦應施穗肥。

3.採用側條深層施肥時，僅施基肥，並根據實際需要施用穗肥。

4.一般基肥施用時，應在耕耘機第一次碎土後，把肥料撒施再行第二次碎土，肥料混入表土 12 公分內土層中。

5.早熟稻應著重基肥及早期追肥。

(二)稻田施用有機質肥料之效應

有機肥料對旱作有其重要性，但對於稻田則尚有商榷餘地。有機質肥料中之綠肥依據以往的試驗結果，肥效與化學氮肥並無二致，故其後作應減施氮肥，以避免氮素供應過度之負效果(王鐘和等 1994)。日本之試驗資料顯示堆肥之肥效施用之初期表現雖不如化學肥料，然在長期施用情形下，其肥效有優於化學氮肥之趨勢(圖 1)(Suzuki et al,1990)，我國亦有類似之試驗結果(林家棻等 1973)，但因其增產幅度不大，且有機肥料價格

高於化學肥料，故除了有機水稻栽培以外，在稻田實在可以不必提倡有機肥料之使用，僅以鼓勵作物殘株還原於土壤即可。蓋在稻田狀況下，只要化學肥料使用適宜，作物生長被促進，其收割後之殘株即維持一定的有機質含量；即使多施有機質亦因分解迅速而難提高土壤有機質水準。比較 50 年代與 60 年代稻田土壤之有機質含量，可見 60 年代雖未施堆肥，但因化學肥料施用之增加及普遍，土壤中有機質含量並未見減低，且有提高之情形(表 5)(林家棻等 1967，林家棻 1981)。

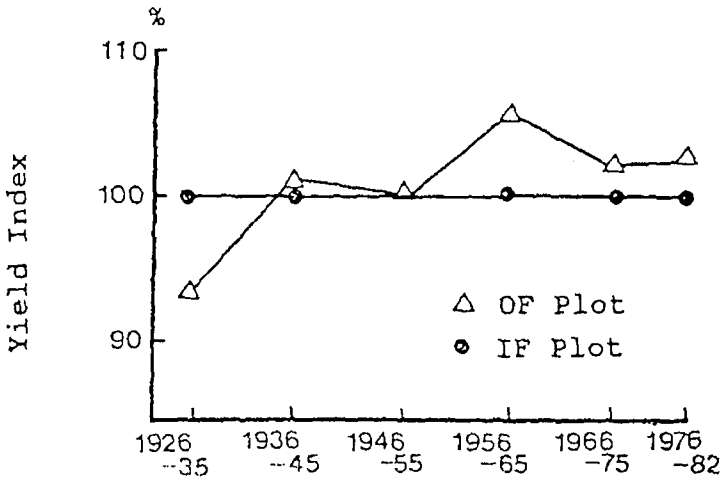


圖 1. 有機質肥料與化學肥料連用試驗稻穀相對收量之變遷

（資料來源：Suzuki et al.1990）

表 5. 台灣水田土壤有機質含量之相對比率及分級表

有機質含量		1959-1967	1978-1981
分級	%	(%)	(%)
很低	>1	14.0	6.7
低	1-2	50.6	38.1
中等	2-3	26.9	33.1
高	3-4	8.3	16.0
很高	>4	—	6.1

資料來源：林家棻等 1967，林家棻 1981

(三)深層施肥

爲減少氮肥氨化揮發或脫氮損失，日據時期即有氮肥全層施肥法之提倡，將肥料撒施後犁耕稻田使氮肥與土壤充分混合，然後插秧。惟因插秧時農民繁忙，常失去施用基肥時機而於插秧後才施追肥。即使如此，當時亦因追肥與人工中耕除草配合進行，肥料仍有機會拌入土壤中。自從水田殺草劑普遍推廣以後，稻田不再需要人工除草，分蘗期所施追肥不再有拌入土壤機會，使氮肥損失機會大爲增加。在這種背景下，試驗結果顯示：除了漏水嚴重之粗質地仍採用肥料分施法之外，對於中或細質地土壤，則可以採用以需肥量之 75%當基肥以耕耘機拌入土壤中，另 25%當穗肥的施肥法；既省工又可減少氮肥損失(連深等，1977)。若能將 75%的需肥量於插秧時或插秧後不久，以施肥機點施水稻株間約 7~10 公分深處，則肥效更加顯著；高雄區農業改良場即研製「高改式水稻深層施肥機」於插秧後 7~10 天以人工操作將氮肥用量之 75%行深層點施，另 25%當穗肥，結果較標準分施方法可節省 15~30%氮肥而仍可維持相同的高產量(鄒運豐及林順台 1980)。此種結果曾於 61~64 年間在全省各地示範而獲得良好結果(鄒運豐及林順台 1986)。巨粒尿素之深施較細顆粒尿素之深施，易掌握施肥位置而獲

得更佳效果〈鄭榮賢等 1982〉。惟此等肥料之機械深施因需要人工相當多，後來未見普及。近年來該場已進一步研製「插秧兼深層施肥機」，利用動力插秧機附掛深層施肥機方式，可一次完成插秧和施肥兩項作業(高雄區農業改良場 1993)，預期將有推展機會。

(四)稻田特殊施肥管理

1.稻田矽酸肥力之改進

水稻爲典型的需矽作物，土壤中雖含大量矽酸，卻爲作物不易利用者。而農業試驗所亦於民國 48 年(1959)起之數年間進行全省性試驗，結果顯示矽酸爐渣之肥效在北部的砂頁岩沖積土及紅壤最爲顯著，以每公頃施用 1.25~2.5 公噸，平均獲得 10%之稻穀增產，並可增加稻熱病抗性；並於 67~70 年(1978~1981)間進行大面積示範和推廣，普遍獲得良好結果。據全省 5,730 個代表性稻田土壤樣本的有效態矽含量測定結果，低於 40ppm 者占全樣本數之 45%；低於 90ppm 者則占全樣本數之 7o%，可見矽是僅次於三要素在台灣稻田中易缺的要素。

2.水稻窒息病之防治

水稻窒息病係由於土壤排水不良，稻根受土壤中還原性產物毒害，呼吸受阻所致，故稱窒息病；罹病水稻鉀素含量較低而鐵含量則稍高，經多施鉀肥及改善灌排水、避免在高溫期施用有機質肥料等措施，水稻生育可獲顯著的改善。

3.缺鋅稻田之改良

鋅爲臺灣稻田中唯一顯現缺乏症狀之微量元素。首例於民國 61 年(1972)在花蓮之石灰質片岩沖積土稻田發現。經過鋅肥的施用後亦解決了該地久已存在，俗稱「水瘟」而不明原因之水稻生理病，惟面積並非很大。66 年(1977)在台東長濱至成功一帶黑色土發現的水稻缺鋅則最爲嚴重，施鋅有顯著效果，面積達三千多公頃。嗣經

田間示範，以每公頃施用 30~50 公斤氧化鋅，較對照區第一、二期作平均增產各達 25 及 15%，農民相繼倣效，遂解決該地區過去長久存在的低產問題。

4.胡麻葉枯病易發生地區之施肥改進

東部地區部分稻田易罹胡麻葉枯病問題，亦於民國 66 年(1977)前後發現與土壤之有效性鉀、錳、矽及陽離子交換能量低有關。遂由田間試驗証實施用矽酸爐渣對於稻穀之增產有效，施用鉀和錳亦略有效果。

有機水稻田之養分管理

有機米栽培，因係屬全有機栽培模式，必需全部使用有機資材來供應水稻生育之養分，長時間大量地投入有機肥料於土壤中，是不可避免的。因此，合理而適切的施用有機質肥料，爲有機水稻經營成敗之重要因素。必須注意下列事項:

(一)妥善利用稻草

稻草爲稻米生產的副產品，其產量受到水稻品種、環境(氣候及土壤)與栽培管理的影響。我國稻穀年產量以 200 萬公噸計算，則我國每年就有約 200 萬公噸稻草的產出，是一種大宗的農產廢棄物，有是一種資源要妥善利用於水稻機械收穫後，將聯合收穫機排放在田面上的稻草，經過人工略加翻動，使其分佈較均勻經過幾日曝曬，質地較軟化後，才耕犁掩埋入土壤中。並且爲避免分解過程中產生有機酸、重碳酸根及硫化氫等因還原作用而生成之產物及氮素固定作用等之影響，至少在插秧前二週以上，就需將稻草耕犁掩埋入土壤中，既可提供土壤有機質，其分解放出之營養元素，亦可補充土壤之養分。根據 Park(1988)長達 16 年之調查資料(表 6)，

在韓國將稻草就地掩埋施入稻田中，對不同品種之水稻均略有增產作用，其增產作用不高之原因爲稻田之還原狀態，本來就較利於有機質的涵養，有機質不會快速分解，較易維持在適當的水準，因此只要適當的施用氮、磷、鉀三要素肥料，水稻即可生長良好，即使稻草移除，但稻田中仍留存有稻樁及稻根(約佔全株生質量之15~20%)已可使稻田維持適當的有機質含量。

值得注意的是，施用稻草或堆肥對後作旱作均有顯著的增產效果(甚至施稻草的效果還高於堆肥呢！)，其原因當然是旱作物對高養分濃度的需求較水稻強，施用有機質材(不論是稻草或堆肥)有利於養分的提供及保肥和保水能力的提昇，當然對生長有明顯的助益。

另外也要注意的是，由於稻草具有高的碳氮比(約60~70 之間)，掩埋入土壤中後，會從環境中固定氮、磷等養分以促進分解，雖然可配合施入氮、磷等化學肥料，但爲節省資源及配合政府推廣之栽植綠肥作物的政策，可於水稻收割前將綠肥種子(如夏季綠肥田菁或冬季綠肥埃及三葉草與油菜等)撒種於稻田中。水稻收穫後，綠肥已在稻草下發芽生長了。如果水稻與後作物之休閒時間短，則與稻草同時掩埋之綠肥田菁(約生長 30 天，高度約 30 公分)雖然生質量較不高，但卻因極幼嫩，氮素含量高，碳氮比甚低，掩埋後可快速分解，釋放無機養分，配合稻草一起掩埋，可以供應稻草分解所需的養分。

如果兩期作間之空閒時間較長，則可以使綠肥有較長的生長期間，累積大量的生質量與養分，一般而言，乾物質可達 5.5 公噸/公頃左右，而氮素量則可達 100 公斤/公頃以上，且其碳氮比也僅約 20~30 之間，施入土壤中仍能快速分解，供應稻草分解時所需的無機養分，又可提供土壤大量的有機質，改善土壤物理、化學及生物性質，提昇土壤肥力。惟要避免後作物因氮素吸收過量(由綠肥、稻草、土壤及肥料等來源供應之氮素)，產生不良

的影響，應配合減少部份有機肥料用量，一定要記住「種綠肥，後作一定要減肥」的口訣。

表 6. 施用有機質肥料對作物產量之影響(1962-1977)

作　物	調查地點	產量(公噸/公頃)			調查地點	產量(公噸/公頃)		
		N.P.K.	N.P.K+堆肥	指數		N.P.K.	N.P.K+稻草	指數
水田 Japonica	815	4.78	4.97	1.04	324	4.83	4.96	1.03
水田 Japonica X induca	61	6.57	6.73	1.02	64	6.79	6.84	1.01
旱田作物 大豆	61	1.53	1.93	1.26	49	1.57	1.86	1.19
大麥	19	1.80	2.27	1.26	1	2.86	4.24	1.48
小麥	14	1.90	2.24	1.18	3	2.10	2.66	1.27
芝麻	4	0.61	0.66	1.09	3	0.62	0.76	1.23

(二)合宜選用有機質肥料

有機質肥料種類繁多，大致可分爲難分解型與易分解型兩種:難分解型一般是以稻穀、樹皮、木屑、作物殘株等堆製腐熟而成之有機質肥料，含豐富纖維質，但氮、磷、鉀三要素含量較少，因其在土壤中的分解較慢，適宜用在改良土壤理化性質和促進土壤微生物活性，使作物根部有良好生長環境。易分解型一般以禽畜糞、動物性廢棄物、油類等腐熟而成之有機質肥料，含纖維質較少，氮、磷、鉀三要素含量高，其所含養分在土壤中分解釋放較快。施用時應注意其釋出之要素含量，適時、適量供應作物生長所需。此外，連年施用有機質肥料後，除了當作所施有機質肥料之可礦化養分量外，亦要評估土壤累積之既有有機質之可礦化養分量，以二者之和作爲預期可由有機質供給之要素量。此外，有機質肥料如未經醱酵完全，施用後易因繼續在土壤中醱酵，產生危害作物根部之物質，滋生病原菌及雜草滋生等現象，故在施用前要注意其品質。

(三)長期施用須注意事項

此外，長期過量的施用有機質肥料除了可能造成土壤中累積多量的有機質、礦化氮素量超過作物生長所需的氮素需要量，造成作物產量、品質下降及污染環境，相關長期施用有機質肥料之試驗均有土壤中磷及鉀鈣鎂要素高量累積之現象，其對土壤環境及其他養分元素之影響，值得加以關注。故長期施用有機質肥料時，應配合施含氮量高之有機資材，既可減少有機質肥料用量，且可避免上述現象產生。指出甚多研究報告共同之結果，長期施用有機質肥料有提昇土壤 pH 值至鹼性之現象，鑑於部份營養元素在鹼性之土壤環境中有效性降低，及鹼性環境易使銨態氮肥以氨氣之型態揮散，長期施用有機質肥料時，土壤 pH 之變動趨勢，實需加注意。相關試驗亦指出長期施用有機肥區表土萃取性銅與鋅量顯著高於化肥區，雖然禽畜糞堆肥施用於農田對土壤肥力有所助益，但長期施用時，其所含重金屬仍須加以注意，因重金屬在土壤中不易回收，且有機質肥料之施用量甚大，施用有機質肥料是否使農田土壤受重金屬污染之顧慮值得重視。

稻田施磷鉀肥之效應本就較低，且依據近年來水稻豐欠試驗之資料顯示稻田磷鉀肥力已較往年提高(連深 1998)，故理想的有機資材應採用礦化速率快且氮素含量高，磷鉀含量較低之菜籽粕、花生粕等豆粕類有機質肥料，因其礦化速率快，易於適時供應及調節水稻生育所需，不但較符合經濟成本，且能避免磷鉀過度累積及充分供應氮素。但仍要注意施用時期及施用量以求氮素供應之平衡，施宗禮及謝元德(1994)年指出施用高量豆粕類有機質肥料時，因氮素供應過多，對水稻生育產生不良效果。

(四)有機水稻施肥實例

台中區農改場李健搴及陳榮五(1998)報告指出菜籽粕是中部地區水稻有機栽培使用之主要有機質肥料，其氮：磷酐:氧化鉀之比率爲 5.3：2.3：1.3。其推薦量每公頃爲 4,000 公斤，1/2

當基肥使用，約於整地前 10 天用，可以避免插秧後，因菜籽粕醱酵產生之高溫對水稻生長產生危害，並可適時提供水稻初期生長所需之營養元素，1/4 做爲追肥，供應水稻營養生長期間養分之吸收，1/4 做爲穗肥使用。一般慣行之水稻栽培，穗肥於幼穗形成約 0.2 公分時施用最爲適當，但有機質肥料需要時間進行礦化作用，才能釋放出營養成分，因此建議一期作約於幼穗形成前約 8~10 天，二期作約於幼穗形成前約 6~8 天施用最爲適當。有機質肥料應避免於幼穗形成期後再施用，以免因穀粒充實期間，有過量的氮素供應，不利於稻米品質的提昇。

著者執行之蔬菜、水稻輪作有機栽培試驗也顯示，長期施用全施用禽畜糞堆肥，在控制氮素用量以避免磷、鉀過度累積之狀況下，有機栽培區有氮素供應較化學栽培區不足之現象，故水稻產量較低，而部份(50%)有機肥料量改施菜仔粕後，因氮素礦化烯化速度較快，故可改善缺氮及避免磷、鉀等營養鹽過度累積之問題。

有機水稻田應用綠肥之策略

綠肥作物應用在有機農場經營耕作制度中，可採行下列幾種方式：

(一)輪作方式

綠肥植物與主作物輪流耕作是常見的方式，豆科綠肥與非豆科如玉米之輪作，或與水稻輪作之水旱輪作方式。另外，在冬季蔬菜生產過剩，價格大跌期間，種植冬季綠肥埃及三葉草、油菜、或苕子等，可舒緩蔬菜生產過剩，避免價格慘跌。且綠肥提供之養分可有效提供下一期作物生長所需，達到節省肥料資源，降低生產成本的目標。

(二)綠肥施用要領

土壤有機物之增減，端視施入有機物在土壤中之總量，及在土壤中分解速率之快慢而定。土壤中有機物分解速率則受有機物種類、性質及氣候土壤條件之影響甚大。若其他外界因子不變，有機物之碳：氮比（C/N ratio）是決定分解速率快慢及有機質（腐植質）生成之主要因素。一般而言，有機物之碳：氮比愈高，表示含有較多之纖維素及木質素；且表示分解緩慢，是形成土壤中有機質之主要來源。反之，碳：氮比較低之有機物，在土壤中很快被微生物分解而變成無機態養分爲作物所吸收利用。因此，從增加土壤有機質及提高土壤地力之角度來看，應當選擇有機物總量多且碳：氮比高之綠肥較佳；即綠肥作物生長至成熟期才犁入土壤中爲宜。綠肥的施用如前所敘，其數量、性質均會影響後作作物之生長，需依綠肥的作物種類、株齡、生產量及下期作物的種類而有不同。水田施綠肥之注意事項:水稻田如過量施入綠肥，在分蘗期因過多氮素釋出，水稻吸收氮素過量，易產生過多的無效分蘗，會有不良效果出現，因此，綠肥不應過量外，亦需提早翻犁綠肥，而達到提早腐熟綠肥，減少綠肥可能引起的缺失。尤其土壤排水不良區的水田，需避免過量的豆科綠肥。

有機水稻田栽植滿江紅亦可視爲綠肥之一種，水稻生育初期滿江紅可協助抑制雜草生長，避免雜草競爭養分，惟此時期滿江紅也略與水稻競爭養分，水稻生育中期曬田時，滿江紅大量死亡，植體經分解可釋出大量養分(尤其氮素)，應注意避免該時候水稻氮素吸收過量，對子實生產不利。

小胡瓜合理化施肥技術

廖乾華

桃園區農業改良場台北分場

前　言

台灣夏天高溫悶濕的氣候，所帶來的病蟲害問題，可說是農民夏季種植有機蔬菜最頭痛的問題，立枯病、粉蝨與白粉病等均是種植小胡瓜最常見的病蟲害，而噴灑化學藥劑是最有效且最簡單的防治方法，唯對人體的傷害亦不小；爲顧及人體安全，種植有機蔬菜的農民遵從昆蟲專家的建議利用粘板與瓢蟲等物理性與生物防治性的方法來防治粉蝨對小胡瓜的危害，只是這些方法若在粉蝨危害嚴重時，其防治效果實在有限，因此宜從改進種植環境及栽培方法，以降低病蟲害發生的機率，減少使用農藥的頻率，甚而達到免用農藥的境界；土壤病害方面可以從施用有機質肥料的材質去著手探討，腐熟的有機質肥料理應除了改善土壤物理性及提供作物養分外，其豐富的有益微生物相應對病源菌的族群繁殖有抑制作用，因此如何利用土壤微生物族群間之相剋原理，營造一個適合作物根系生長的土壤環境條件來減少土壤病害的發生，實是肥料專家與植病學者應共同攜手合作的方向；合理化施肥即是適時適量提供作物生長所需的養分，避免過量與不足，因此作物施肥量與時期決定，需根據土壤現有的肥力條件及作物生長狀況來作適度的調節，而非一成不變的採用固定的方法固定的施肥量，檢視土壤現有的肥力狀況是合理化施肥必須的先前作業，此外亦需注意生長環境的氣溫及、水分管理及栽培技術，如此才能達到預期作物的產量與品質。

改善溫網室生長環境條件

溫網室於潮濕悶熱的夏天，由於通風性較差，其室內溫度往往高達 35℃以上，成爲作物生長的限制因素，爲使作物生長環境適宜，設置溫網室時，必須考慮其方位，使之易於通風，且需簡易的設計如太子樓、開天窗，或於頂部裝置自然通風器，以導引熱空氣向上排放逸出，降低網室內部的溫度，週邊亦宜裝設通風扇，正午時分啓動，加速空氣的對流性，以減少熱氣在網室內蓄積，影響作物生長。

小胡瓜網室栽培技術

將農產廢棄物骨粉、牛糞、谷殼、米糠、木屑等材質依 0.5、1、4、0.5、4 之容積比率經高溫發酵後製成栽培介質，將此栽培介質填充於寬約 30 公分，長約 60 公分，高約 10-15 公分之塑膠籃中，塑膠籃底部爲網狀鏤空，便於水分滲漏及小胡瓜根部向下穿出延伸，將育苗盤之成株小胡瓜移植至塑膠籃中，每籃植 1 株；搭設網架並於網架基部培土築高畦，將植小胡瓜之塑膠籃置於畦上，於小胡瓜苗旁插棍，援引瓜蔓，攀爬上網架。水分管理方式爲幼株時澆灌，成株後溝灌，如此在水分充足下，可減輕白粉病的發生。在施肥技術上，於第一次採果後，每籃撒施 43 號複合肥料 20 公克，約含氮、磷、鉀各 3 克，若實施有機栽培則施用氮、磷、鉀含量約在 2% 之有機質肥料 150-200 公克，爾後每星期每籃施用 43 號複合肥料 20-30 公克，或氮、磷、鉀含量約在 2% 之有機質肥料 100-200 公克，或每籃澆灌氮、磷、鉀含量總量分別約各含 3-4 公克之腐熟有機液肥，施肥量需依照小胡瓜生育情形及產量酌情增減。生育期間如有枝條和葉片感病或葉片黃化，應立即剪除，枝葉如過於茂密，則除必須疏葉以外，必須調整氮素與鉀肥的比率，降低氮素的施用量及提昇鉀肥用量。夏天網室栽培小胡瓜宜搭設拱形網架以增加空氣的流通性，若以

竹竿搭設直立式銳角網架，則必須加大行株距，宜採 1.2 公尺*0.8 公尺較適宜，且須注意通風方位，否則可能會因環境悶濕加上通風不良，易導致病蟲害嚴重發生。冬天種植小胡瓜，因氣溫較低且東北季風較強，通風性良好，搭設拱形或直立式銳角網架均可，病蟲害發生機率較小，進行有機栽培之成功率較大。袋植或籃植離地栽培，以滴灌方式供給水分及養分，此種栽培方式需倍加小心，否則因根系生長侷限於籃子或袋子的狹隘空間，其緩衝空間有限，水分及養分的供需平衡若有差池，則可能導致植株的死亡。

露天栽培

根據作物施肥手冊所載，每公頃施用堆肥 10 噸的情況下，三要素的每公頃的施肥量爲：氮素 250-300 公斤，磷酐 120-180 公斤，氧化鉀 300-400 公斤；分施比例如下：

小胡瓜施肥時期及分配率（％）

肥料別	基肥	一追	二追	三追	四追	五追
氮肥	10	15	15	20	20	20
磷肥	60	20	20			
鉀肥	20		40		40	

，但是因爲此肥料推薦量爲南部高雄區農業改良場根據高屏地區之試驗結果所擬定，對於北部地區紅壤而言，只能僅供參考，且現在農民大多使用複合肥料，因此，北部地區農民需根據農地土壤肥力，先行調整土壤酸鹼度，如果土壤 pH 值低於 5.5，則整地前每分地先施用苦土石灰 100 公斤，若低於 5.0 則施用 200 公斤，低於 4.5 施用 300 公斤，整地後約 3-5 天，每分地再施用腐熟有機質肥料 1000-2000 公斤，及 43 號複合肥料 20 公斤，作畦、架網或立支柱，行株距約 120*80 公分，爾後可是小胡瓜生育情形及產量，每分地每兩星期施用 43 號複合肥料 20-30 公斤。

結　　語

作物栽培，其實說難並不難，只要注意土壤的水分、養分、氧氣、溫度及立地環境的溫度與相對溼度條件是否適當即可，然而說簡單亦不簡單，稍不留意，即可能前功盡棄，因爲作物不會說話，我們必須隨時去噓寒問暖的關照它，觀察其生長勢，適時適量是作物施肥的準則，然而要確實做到卻有其相當的困難度存在；栽培小胡瓜，其健康指標即是植株生意盎然，葉片即使在正午時分，仍需昂然挺立，如可達到此目標，則此小胡瓜之壽命，必可加倍延長，若再加以小心管理，則達有機栽培之目標，並非難事。

蔬菜園合理施肥及連作障礙因應策略

王鐘和　林毓雯　丘麗蓉

農委會農業試驗所農化組

前　言

台灣之氣候條件，一年四季皆適於蔬菜生長，目前栽培之蔬菜種類甚多，大部份蔬菜生產採行成本較低的露地栽培方式，但夏季常有颱風豪雨等不良氣候，使蔬菜之產量及品質不穩定。利用設施栽培蔬菜，可穩定生產，提高品質，並具調節產期平衡供需的功能，因此在全省各蔬菜產區都有農友採行。近來亦有少部份農民於設施內進行水耕蔬菜之栽培，以養液來供給及控制蔬菜生長所需之養分，或者於袋裝之培養土直接種植甜椒，小黃瓜、蕃茄等瓜果類蔬菜，並以滴灌供給蔬菜生長所需之水分及營養元素。此外，因應夏季蔬菜供應不足之需要，夏季於高冷地栽培蔬菜亦佔有一定比例。

不同蔬菜種類的要素需求量不同，且不同生長階段的蔬菜對營養元素的需求亦異。此外，設施內、露地及高冷地蔬菜生育之環境亦不相同，如何有效合理的施用肥料，使蔬菜生長快速，生育強健，增強抗病能力，提高蔬菜單位面積的產量及品質，達到既不浪費肥料資源且兼顧環境生態保護。則爲蔬菜栽培者及相關農政及研究人員努力的目標。

「連作」(monoculture) 一詞在農業耕作制度上是指在同一土地上經年重複種植相同作物而言。早年的農業家，從連續栽種同種作物的方式下得到低產的經驗，因此，在早期歷史上，人類就已意識到爲了維持土地生產力，作物輪作制度是必須的，但其中理由安在，卻未必了解。近代農業經營，

農民爲了增加作物單位面積之產量與提高耕作效率，採行單一作物耕作方式，並大量施用化學肥料及農藥，雖然創造了顯著的增產效果，但也逐漸呈現地力日趨衰退以及土壤環境生態遭到破壞，造成對自然環境生態之影響等負面效果，農產品的品質也間接受到影響。因此，維護人類賴以生存之生態環境實爲當務之急，在農業產銷之立場，保育農業環境及資源以維持農業之永續性實爲今後農業發展之重要途徑，亦爲世界農業發展之趨勢。

蔬菜園施肥要領

一、露地蔬菜之施肥管理

露地栽培蔬菜，受自然環境因素(光照、溫度、雨量、風等)的影響頗大，雖然生產之蔬菜品質及產量較不穩定，但因生產成本低，故本省大部份蔬菜栽培仍採此種方式。一般而言，蔬菜生長期間較短(尤其是葉菜類)，在短期間要吸收大量營養元素(圖 1)，生產大量物質，適當充足的供給肥料是必要的手段。

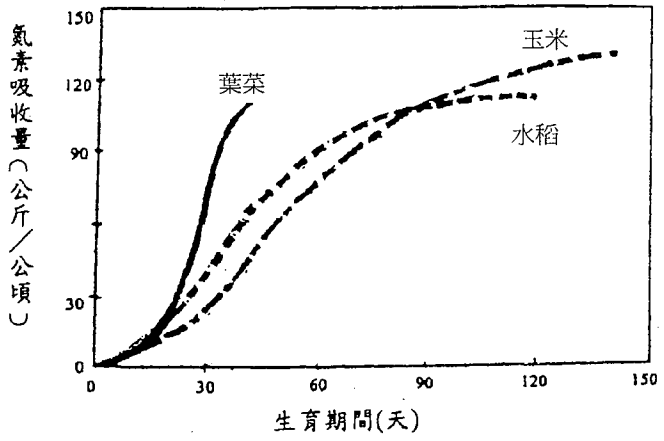


圖 1.葉菜.水稻及玉米生育過程累積氮素吸收量之比較

瞭解不同種類蔬菜之生育及養分吸收特性，參酌栽培地之氣候及土壤條件，配合栽培管理措施，適時、適量的供給肥料，可獲較佳的產量及品質。蔬菜各生育期間養分吸收情形因種類不同而異，其情形如圖 2。

葉菜類蔬菜之地上部（葉部）或全株均可爲販售之產品，生育期短，極短時間內即吸收了大量營養元素，除了初期生長較緩，養分吸收較少，隨後即快速的生長及吸收養分至收穫爲止，故肥料之供給要充足（尤其是氮素，以促進葉部生長），來滿足其初期之生長及隨後之快速吸收生長期。

根菜類蔬菜由於生長中後期根部肥大時，原地上部植株所含之營養要素可再轉移至收穫部位，因此應注意生育初、中期三要素肥料的施用及生育中、後期有充分之磷、鉀吸收促進根部肥大，且應避免生育後期過度吸收氮素，葉菜類蔬菜之結球菜類亦是類似情形。

果菜類（含豆類）蔬菜由於開花後有一段時間係營養生長及生殖生長同時進行，因此生長中、後期的養分供給亦相當重要，此外亦應注意與開花結果有密切相關之磷、鉀肥之施用。

豆類蔬菜如接種根瘤菌時，因有固氮之功能，故氮素肥料量可減少，以發揮固氮的功能。

蔬菜肥料施用一般依種植時土壤肥力的高低，施以基肥(氮、鉀比率一般爲 25%~50%，磷肥葉菜類及豆類蔬菜爲 100%，其他生育期較長之根菜類、結球菜類及瓜果類則保留部份作爲追肥，施用量因蔬菜種類而異)，其後依種類不同再追施 1 至數次之氮、鉀及磷肥(可參考台灣省政府農林廳編印之作物施肥手冊中各類蔬菜之施肥方法)。

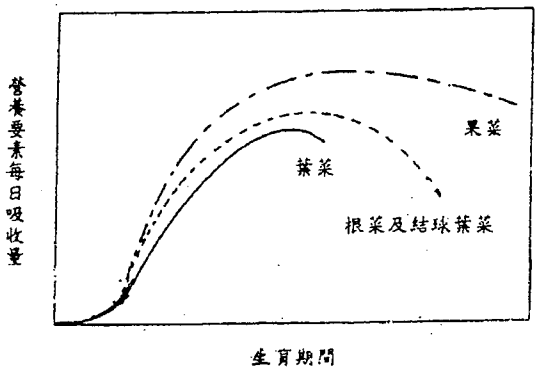


圖 2、不同種類蔬菜之生育及養分吸收經過

雖然不同種類蔬菜作物在吸收養分上有著顯著的差別，但與其他種類作物相比較，蔬菜作物仍有其一定的共同特性，那就是: (1)高需肥性:蔬菜作物在極短之生育期要吸收大量養分，生成大量之生質量，因此單位時間內單位面積養分之需求量遠高於其他作物。(2)喜硝性:蔬菜作物爲旱田作物，長期演化之結果，蔬菜作物對氮素之吸收以硝酸態氮爲主。(3)鹽基置換量高:作物根系鹽基置換量爲根系活力之指標，鹽基置換量高代表根系養分吸收能力強。 (4)對土壤環境品質之要求度高:蔬菜作物普遍較其他種類作物不耐土壤環境逆境例如:不耐酸性及不耐土壤高鹽分濃度、不耐旱、不耐土壤空氣不足及不耐浸水等等。

二、設施蔬菜之施肥管理

以栽培設施控制蔬菜生長環境，可避免遭受夏季豪雨侵襲，與提高冬季設施內溫度，達到調節蔬菜生產期並穩定蔬菜產量與品質的目標。本省高溫多雨，施用之肥料尤其是氮肥，容易被雨水淋溶而流失，只有少部份被植株吸收，設施內則無此問題。因此設施內栽培蔬菜若施用與一般露地栽培同樣之肥料，常會造成土壤中鹽分累積，不利蔬菜生長。

著者1999年曾指導桃園市147處蔬菜園農友之施肥技術，

由蔬菜園表土之土壤分析資料顯示，大部份原屬強酸性土壤蔬菜園之 pH 已顯著提昇，約 30%左右已超過 7.0(表 1)，有機質含量也大幅提昇，高於 3%之蔬菜園達 84%(表 2)，EC 值(土水比爲 1:5 之測值)大於 1.0ms/cm 之蔬菜園達 31%(表 3)，由於 EC 值(土水比 1:5)之測值乘以 6~7 倍左右約爲土壤飽和抽出液之 EC 值，因此 EC 值(1:5)1ms/cm 相當於飽和液 EC 值 7ms/cm 左右，由於蔬菜作物較其他種類作物不耐鹽害，EC(1:5)大於 1ms/cm，已達顯著影響蔬菜作物生長之範圍，因此有農友反應，蔬菜常有生長異常之情形。有效磷鉀鈣鎂之含量均大幅的高於一般水田或雜糧旱田，有些甚至達數十倍以上(表 4 至表 7)。顯示土壤中累積了相當高量之營養鹽類。交換性鈣含量與 pH 之相關圖顯示高量之鈣含量與 pH 有極顯著之正相關(圖 3)，值得注意的是，其中有幾處蔬菜園之 pH 雖然爲強酸性，但卻含有高量之交換性鈣及高的 EC 值(表 8)，此種爲假性酸性，因土壤中含有多量之各種離子所致，此種蔬菜園如果施用石灰資材，不但無幫助，反而使鹽分累積更加嚴重。

表 1. 147 處蔬菜蔬菜園表土 pH 之分佈(桃園市，1999)

PH (1:1)	蔬菜園數目	比率 %	累積比率 %
<4.5	4	2.7	100
<5.0~4.5	16	10.9	97.3
<5.5~5.0	16	10.9	86.4
<6.0~5.5	23	15.7	75.5
<6.5~6.0	27	18.4	59.9
<7.0~6.5	18	12.3	41.5
<7.5~7.0	41	27.9	29.3
≧7.5	2	1.4	1.4
合計	147	100	100

表 2. 147 處蔬菜蔬菜園表土有機質含量之分佈(桃園市，1999)

有機質含量%	蔬菜園數目	比率 %	累積比率 %
<2.0	0	0	100
<3.0~2.0	23	15.7	100
<4.0~3.0	99	67.3	84.3
<5.0~4.0	20	13.6	17.0
<6.0~5.0	2	1.4	3.4
>6.0	3	2.0	2.0
合計	147	100	100

表 3. 147 處蔬菜蔬菜園表土 EC 之分佈(桃園市，1999)

EC(1:5) ms/cm	蔬菜園數目	比率 %	累積比率 %
<0.5	49	33.3	100
<1~0.5	52	35.4	66.6
<1.5~1	20	13.6	31.2
<2.0~1.5	13	8.8	17.6
<2.5~2	8	5.4	8.8
<3.0~2.5	3	2.0	3.4
>3.0	2	1.4	1.4
合計	147	100	100

表 4. 147 處蔬菜蔬菜園表土有效磷含量(桃園市，1999)

有效磷含量（mg/kg）	蔬菜園數目	比率 %	累積比率 %
<100	3	2.0	100
<200~100	12	8.2	98.0
<300~200	67	45.6	89.8
<400~300	60	40.8	44.2
≧400	5	3.4	3.4

合計	147	100	100

表 5. 147 處蔬菜園表土交換性鉀含量(桃園市，1999)

交換性鉀含量 (mg/kg)	蔬菜園數目	比率 %	累積比率 %
<200	2	1.4	100
<500~200	36	24.5	98.6
<1000~500	42	28.6	73.2
<1500~1000	40	27.2	44.6
<2000~1500	17	11.6	17.4
<2500~2000	3	2.0	6.8
<3000~2500	3	2.0	4.8
≧3000	4	2.7	2.7
合計	147	100	100

表 6. 147 處蔬菜園表土交換性鈣含量(桃園市，1999)

交換性鈣含量 (cmol/kg)	蔬菜園數目	比率 %	累積比率 %
<10	31	21.1	100
<20~10	39	26.5	78.9
<30~20	43	29.3	52.4
<40~30	30	20.4	23.1
>40	4	2.7	2.7
合計	147	100	100

表 7. 147 處蔬菜園表土交換性鎂含量(桃園市，1999)

交換性鎂含量 (cmol/kg)	蔬菜園數目	比率 %	累積比率 %
<3.0	23	15.7	100
<6.0~3.0	50	34.0	84.3
<9.0~6.0	54	36.7	50.3
<12.0~9.0	19	12.9	13.6
>12.0	1	0.7	0.7
合計	147	100	100

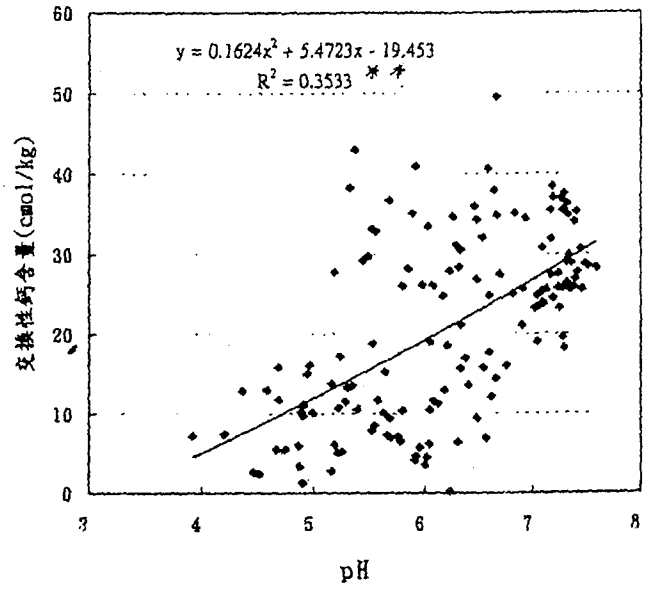


圖 3. 147 處蔬菜園表土 pH 與交換性鈣含量之相關（桃園市，1999）

表 8. 若干蔬菜園表土 pH、EC 及交換性鈣含量(桃園市，1999)

Item	pH (1：1)	EC(1:5) (ms/cm)	Exch.Ca (cmol/kg)
Range	5.18 ~5.56	0.63 ~2.42	27.7 ~42.9
Mean	5.41[x]	1.18	33.9

[x]：7 處蔬菜園平均

解決鹽分過度累積之方法有:(1)浸水：以大量水洗移走鹽類離子。(2)客土或深耕:可稀釋降低表層土壤鹽類離子之濃度。(3)換土:移走含高鹽類離子之表層土，加入由外處移來之乾淨土壤。(4)種植耐鹽作物或綠肥作物:如玉米、田菁等吸收土壤中累積之鹽類離子，並可將植株耕犁掩埋，增加有機質且可釋放養分供下作蔬菜使用。有鑑於此，掌握每作蔬菜種植前土壤中殘餘之營養要素量，加上該作期間內土壤可能礦化供應之養分量，作爲調節該作施肥量之診斷及施肥推薦工作，甚爲重要。設施內溫度較高，有機質分解快，且複作指數高，土壤耕作較頻繁，易損害土壤之結構，應注意有機質之補充，尤其是分解速度較慢之纖維性有機質肥料，不但可克服連作障礙，且可改善土壤理化及生物性質，提昇蔬菜產量及品質。

其他於設施內以養液供給蔬菜營養分之水耕及袋裝培養土滴灌栽培，需依蔬菜種類及生育階段，供給適當含量及比例之營養元素，才能確保較佳的產量與品質。

三、石灰資材之施用

據統計台灣地區耕地土壤中 pH5.5 以下強酸性土壤占總面積之３５％，大部份的蔬菜作物均不耐酸，在酸性環境下生長受抑制，需以石灰資材調整土壤 pH 值達 6.0 以上才能正常生長。施用石灰粉、苦土石灰、煉鐵爐渣等石灰資材均可調

高土壤 pH 值，糾正土壤酸性。爲要調整土壤反應所需石灰資材當依土壤之質地或陽離子交換能量而異；黏質土壤或陽離子交換能量大的土壤爲多。石灰質材料之需要量亦依其中和力之大小而異；石灰石粉中和力如當１００，則硝石灰和煉鐵爐渣（包括矽酸爐渣）之中和力各爲１２０～１３５及６０～８０，可依中和力之大小分別增加或減少用量。又酸性土壤本身，鈣、鎂、矽等要素之供應亦是較低，作物栽培上易缺此等要素，是故上述石灰資材既爲改善土壤酸性之良劑，亦爲植物營養上之鈣、鎂、矽質肥料。惟石灰資材如施用過量，將導致鐵、錳、銅、鋅及硼等要素之溶解度減低，易導致其缺乏，故其施用亦應注意適量。

四、有機質肥料之施用

有機質肥料之功能甚多；諸如：改善土壤物理性；包括增進土壤團粒構造，保水力、通氣性、調節土壤溫度，降低總體密度及土壤流失等。對土壤化學性亦有助益；包括提高陽離子交換能量，增加營養分儲存能力，較大緩衝能力等。此外，並可使土壤微生物相多樣化，微生物活性增加，減少病原菌生長。因此普遍地被施用於作物栽培上，藉以改善農田土壤之理化及生物性質，提高作物產量與品質。

有機質肥料種類繁多，大致可分爲難分解型與易分解型兩種：難分解型一般是以稻殼、樹皮、木屑、作物殘株等堆製腐熟而成之有機質肥料，含豐富纖維質，但氮、磷、鉀三要素含量較少，因其在土壤中的分解較慢，適宜用在改良土壤理化性質和促進土壤微生物活性，使作物根部有良好生長環境。易分解型一般以禽畜糞、動物性廢棄物、豆粕類等腐熟而成之有機質肥料，含纖維質較少，氮、磷、鉀三要素含量高，其所含養分在土壤中分解釋放較快。施用時應注意其釋出之要素養分量，相對的減少化肥要素用量。此外，連年施用有機質肥料後，除了當作所施有機質肥料之可礦化養分量外，亦要評估土壤中累積之既有有機質之可礦化養分量，以二者之和作爲預期可由有機質供給之要素量。

五、綠肥及有益微生物之利用

綠肥作物是綠色植物整體或植體之部份於幼嫩期或成熟期供翻犁掩埋入土壤中當作肥料及改善土壤理化性質之作物。綠肥作物生長期間能吸收固定土壤礦化之營養元素，豆科綠肥更可固氮，減少養分之淋流及土壤之流失，並可抑制田間雜草之生長，綠肥掩埋後迅速分解釋出其所含之營養元素，種植後作作物時，應減少肥料用量，以充分利用綠肥釋放之養分。有益微生物如固氮菌、溶磷菌、菌根菌、拮抗病等，其功能甚廣，例如可增進土壤氮素來源、增加養分的有效性及溶解度、釋放植物生長素、增進作物養分吸收、與病原菌產生拮抗作用等，施用時應適當調整化學肥料之用量，以發揮其功能。

六、土壤診斷與施肥推薦

相關的調查及試驗結果顯示多年栽培蔬菜後，蔬菜園土壤肥力顯著提昇，土壤中累積多量營養鹽，圖 4 中顯示在高肥力蔬菜園因爲土壤能提供多量營養元素供給蔬菜生長所需，其合理的肥料施用量(圖中之 a)遠較低肥力蔬菜園(圖中之 b)少，如果未能適切減少肥料施用量，將造成蔬菜生育受阻，產量顯著降低的情形。

爲改善此種情形，針對設施蔬菜園施行「科學化的減肥」則是當務之急，那就是施行科學化的土壤診斷，藉以了解土壤的肥力狀態，並據以調節施用的肥料量。土壤速測是土壤肥力的快速診斷方法，係利用科學分析方法測定土壤樣品的若干物理化學性質與有效養分含量，可掌握每作蔬菜種植前土壤中殘餘之營養要素量，加上該作蔬菜生長期間內土壤可能礦化供應之養分量，作爲調節該作蔬菜施肥量之依據，此項施肥推薦工作甚爲重要。台灣地區以往已完成應用土壤速測進行水稻、玉米、甘蔗、花生、大豆等作物之磷、鉀需肥診斷試驗，推薦合理的磷、鉀肥施用量。此項土壤磷、鉀肥力的診斷技術，也可有效的應用於蔬菜園磷、鉀肥力的診斷，

提供磷肥及鉀肥施用量之參考依據。因此土壤診斷目前最缺者乃土壤有效態氮供應能力之測定，實因土壤有機質礦化有關因素複雜，氮素礦化量之預估較難故。

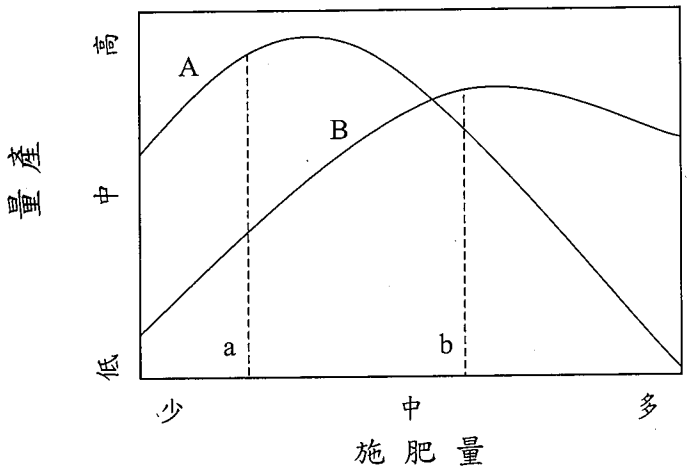


圖 4. 不同土壤肥力蔬菜園施用肥料之蔬菜產量反應曲線之比較
(A：代表肥力高的蔬菜園；B：代表肥力低的蔬菜園)

農業試驗所之研究成果顯示採取葉菜類蔬菜園表層土壤(0-15公分)加入純水直接以電導度計測定電導度值(EC值，土壤與水之比例爲1比5)，電導度測值愈高，表示土壤中游離的離子量愈多，也就是土壤中的可溶性營養鹽類愈多。依據美國鹽土研究所之資料：飽和土壤抽出液之EC值達2 ms/cm(相當於土壤和水比例爲1比5法之測值約爲0.3 ms/cm)時，較不耐鹽作物的生長已會產生不良影響，而蔬菜作物即較其他種類作物不耐鹽害。飽和抽出液EC測值達4 ms/cm(相當於土壤和水比例爲1比5法之測值約爲0.6 ms/cm)時，絕大部份的作物生長已顯著受到抑制。

試驗結果進一步也顯示 EC 測值與土壤中之硝酸態氮含

量呈極顯著之正相關。經過盆栽試驗及田間試區之驗證，結果均相同(圖四)。故此法可有效應用於葉菜蔬菜園現場土壤氮肥力診斷以推薦氮肥施用量；依本方法在塑膠布溫室設施內(因無雨水淋洗且蒸散量大，易形成鹽分累積)或排水較差容易鹽分累積之葉菜類蔬菜園土壤，測定之 EC 值大於 0.4 ms/cm(此時土壤中之硝酸態氮含量大於 100 ppm)時不必施用氮肥，EC 值界於 0.4 至 0.3 ms/cm 時較農政單位編印之作物施肥手冊中氮肥推薦施用量減施 3/4 量，EC 值界於 0.3 至 0.2 ms/cm 較氮肥推薦施用量減施 1/2 量，EC 值界於 0.2 至 0.1 ms/cm 較氮肥推薦施用量減施 1/4 量，EC 值小於 0.1 ms/cm 則依氮肥推薦用量施用(表九)。惟土壤中氮素動態會受土壤有機質及水分含量影響，當土壤之有機質含量較低或排水良好，入滲速率高時，氮素易流失，此時依氮肥力診斷推薦減施之氮肥量要減少。應用此土壤氮肥力立即診斷推薦氮肥施用技術，將可節省肥料支出，增加肥料利用效率，增加農民收益，對生態環境之維護亦有助益。

表 9.依據葉菜類蔬菜園表土(0-15 公分)電導度測值推薦氮肥用量對照表

電導度值 EC(1:5)[x] Ms/cm	硝酸態氮含量 NO_3^-—N (ppm)	氮肥減施率[z] % A	B[y]
大於 0.4	大於 100	100	75
0.4 至 0.3	100~75	75	50
0.3 至 0.2	75~50	50	25
0.2 至 0.1	50~25	25	0
小於 0.1	小於 25	0	0

註 x：電導度值係以土壤與水之比例爲 1：5 之樣本測定。

y：如爲新墾之葉菜蔬菜園其土壤有機質含量低於 2.0%者或土壤入滲速率較快之蔬菜園，氮肥減施之量需減少。

z：係指較作物施肥手冊中氮肥推薦用量之減施比率。

蔬菜園連作障礙的因應策略

一、連作障礙的成因及影響

連作最大益處是增加土地利用率，減低耕作成本，提高利潤。但同一作物連作日久，弊病即生，明顯之特徵即產量降低。有關連作導致減產之問題，中外皆然。早期研究結果均歸因於土壤肥力之耗損，養分之涸竭，或土壤構造之變壞。然由於連作導致土壤物理及化學性質之改變,常干擾土壤微生物，包括土壤病原菌(soil-borne-pathogens) ，彼此之交互作用。因此，連作之結果，往往造成所謂「土壤疲乏」(soil fatigue)，而土壤疲乏之形成係因連作引起土壤中養分不平衡，誘發微生物相改變及土壤病蟲害，或有毒物質之積聚。有毒物質是來自作物根分泌物，作物殘體分解產物及微生物代謝產物。毒質之積聚與作物種類及微生物活動均有密切關係。本省糖研所過去對本省連作蔗田生產力減低之理論與改進曾有詳細之研究報導，連作蔗田低產主要原因係宿根萌芽不良生育受阻所致，此現象與宿根根圈真菌生態不平衡所形成之優勢菌 *Fusarium oxysporum* 及 *Trichoderma harzianum* 分泌代謝毒物有關，而秋植甘蔗生育受阻應歸因於甘蔗殘體刺激土壤中上述優勢菌大量繁殖，此等真菌分泌代謝物質毒害甘蔗所致。

連作常發生作物的生長不良或缺株的問題，甚至施用肥料也不能完全改善，常見如幼苗的枯萎及爛根，生長點或新生枝葉不正常，或不能伸展，有的引起病害而枯死等等的問題。連作的土壤問題發生依作物的種類、土壤、氣候及栽培管理的差異，其嚴重性就有不同。有的作物只要連作一次時，就有生長不良的問題，例如薑、綠豆、瓜類的西瓜、茄科如青椒、番茄、多年生的蘆荀、桃、蘋果等，尤其是桃及蘋果在同老株之位置，再種新株幼，就有嚴重之缺株問題。而有的作物是需經多次連作才能看出連作之土壤問題，例如許多的蔬菜，如十字花科類，連作數年後即有明顯問題發生。一年

種植多種作物的農業地區，尤其是台灣位於亞熱帶－熱帶區，在同一塊田中一年生產二次以上或更多次數的土地，連作問題是常常可見；耕地面積小的地區，也是常見有連作的需要性；設施農業在網室或特定蓬式中生產高經濟作物時，爲了增加一年中之單位面積生產，連作密集生產，更是容易產生問題土壤，嚴重者甚至產生不能再生產某種特定作物的困難。

每一種作物有它特別的營養需求及代謝特徵，需求土壤中的營養比例、種類、及水份與氧氣都依作物不同而有差異；在代謝上，各種作物都有或多或少的差異，合成不同的代謝產物，於是在作物的分泌物及殘質中的分解物都有其特色。由於上述的需求及代謝的特徵，連作可能引起上一作物影響下一次的作物生長，它的原因可能包括如下：

(一)土壤物理性變差

1.頻繁的重機械耕耘或湛水狀態下耕耘常造成土壤壓實，形成犁底層，影響土壤通氣及排水，限制作物根系生長。

(二)土壤化學性變差

1.作物吸收大量的營養元素，導致營養元素之不足供應。
2.作物吸收大量的正離子營養元素，導致土壤酸性增加。
3.大量的前作殘質，由於碳氮比高，在分解時，微生物大量繁殖，而氮素被微生物吸收，引起氮之缺乏現象。
4.作物的根分泌有毒的物質，或殘質分解時釋出的毒物質或微生物釋放出的有毒物質，在土壤環境中若達到某一臨界濃度後，即將引起另一作物的毒害作用。
5.長期連作後土壤有機腐植質的降低，旱作的連作易使土壤有機腐植質含量加速減少，值得重視，因爲穩定的有機腐植質是土壤優良特性的基礎。
6.長期連作的不當栽培管理及施肥：由於作物的偏向管理，例如過度的灌水及排水，使土壤營養分加速淋洗及土壤流失，或是過分的施用化學肥料，尤其是短期蔬菜栽培常見過度施肥後的鹽分累積，在土壤表面上形成白色粉末的鹽類，都會是連作障礙的原因。

(三)土壤生物相劣化

1.長期連作後病蟲害增加：由於病原菌及蟲體對作物都有或多或少的偏好性及專一任定性，例如危害番茄的病蟲可能不一定會危害其他葉菜。如果連作時病蟲的族群逐漸增加或一次耕作即增加很多，於是次作將受該增加的病蟲危害了。病蟲的個體可能存在於土壤中或作物的殘質中，都可能是引起連作障礙的原因。

2.由於土壤微生物專一化的結果，造成有益微生物族群及數量減少，生物相不平衡。

二、蔬菜園的連作問題

蔬菜作物原本就因生育期較短，複作指數高，而在設施高溫環境下，一年之中可栽培之期作數更形增高，尤其是葉菜類蔬菜生育期甚短，一年之中栽培的期作數常可達 10 作以上。因此，設施蔬菜栽培可說是一種高集約式的密集生產。蔬菜作物吸收土壤中大量的營養元素，需要施用較多的肥料以提供生長所需，因此設施蔬菜園較其他田間更易發生土壤問題，土壤肥料管理良否，直接影響設施中作物的產量及品質。另外，長期連作同一作物或同一類之作物也容易衍生連作障礙之問題，嚴重影響作物生長及農民收益，這些都是設施蔬菜栽培時要注意的地方。有了健全的生長環境之後，才能使蔬菜作物在最適宜的條件下，達到周年生產，提高農民所得，滿足消費大眾的需求，增進國民的營養與健康。

三、連作障礙的克服方法

（一）客土、換土：在植床中填入新的土壤，或將之全部更換，使病原性降低或改善土壤物理、化學性。

（二）深耕：將表土與底土翻耕，交換之用意有如客土、換土，使土壤之生物、物理、化學性重新調整。

（三）湛水：是最古老改善連作方法，耕作後利用淹水技術減少病原菌、害蟲、線蟲等殘存之機率，同時湛水更具

淋洗殘存鹽基之效果。

（四）輪作、休耕：就設施栽培之立場而言，輪作或休耕是有違經濟經營之原則，但嚴重發生連作障害時，輪作爲最有效之方法。因輪作、休耕在減少病原寄主情形下，自可使病原性降低，並改善土壤物理、化學性。

（五）土壤消毒：利用物理或化學方法，如太陽能消毒（以透明塑膠布覆蓋土壤）、燻蒸、高溫、蒸氣消毒或化學藥劑灌注燻蒸來殺死病原菌。此一方法雖然較爲經濟性，但易使土壤生物性之生態相形成真空破壞平衡，如遇再感染時發生性形將更爲嚴重，且經常消毒之後將使土壤形成死土。

（六）土壤改良劑之施用，如有機質，有機酸或土壤滲透劑、微生物製劑等之施用，有助於改善土壤物理，化學及生物相。

（七）種植清淨作物或綠肥作物：如高粱、玉米等好肥性強，或豆科如田菁、太陽麻、虎爪豆、羽扇豆等，都有助於減少鹽類蓄積、平衡土壤養分，並可將植體翻犁田中使回饋土壤，增加有機質。

（八）補充營養元素：補充不足或不均衡之營養元素，連作可能引起營養之缺乏或不均衡，需要補充添加，以施用於土壤或葉面施肥供應之。

（九）施有益微生物：施入有益微生物，連作的毒害物質可用解毒菌，消除或降低有毒物質濃度。

（十）清除作物殘體：清除田間作物的殘體，有些殘體是毒物質及病蟲害的來源，因此清除作物殘體，可減少毒物質或病蟲害的危害。

四、輪作的意義及實施要領

輪作(crop rotation)是指在同一土地上以一年或多年爲一週期輪流栽種不同種類作物而言。輪作制度自古以來即被認爲較優良且合理之耕作制度，主要是輪作系統中作物種類

順序時常交替更換，而不同作物對養分需求各異，此恰可減低造成土壤養分不平衡之問題，維持良好之土壤理化性質。同時輪作本身更可避免因連作所發生之土壤病蟲害問題。因此，輪作制度常被視爲一種維持地力之耕作方式，一般農民樂於採用。一個優良輪作系統必須依賴前後作順序組合適當與否而定。換言之，前後作組合不當，常導致前作收穫後因土壤養分收支不平衡、土壤病蟲害滋長或前作殘體分解產物而抑制後作生長。此外，前作水田在浸水狀態下重機械耕耘之耕作方法，常導致土壤構造劣化，磷有效度降低，犁底層密度增加，對後作雜糧生長不利。

每一種作物都有其最適生長的氣候環境，對於土壤特性之反應也各不相同，以往大家認爲可以改良土壤以適應作物，但是，所付出費用成本很大，並難達到滿意程度。因此，對作物於栽培環境之適應性，應先充分瞭解，並予以選擇安排種植適合該地區以及該季節之作物，以便達到管理上省工省能源的效果。

輪作即將不同的作物考量其適宜之氣候及土壤環境而順序種植，可增加土壤生物之多樣性。達到維持地力及改善連作障礙之理想耕作方式，一個優良的輪作系統必須兼顧到作物特性與土壤生產力維持等問題，作物特性，首先須了解作物生理習性及前後作物搭配順序是否適當等問題，輪作田的生產潛力取決於輪作系統中前後作作物順序及肥培管理等因素。各期作作物收穫後地上部殘体或根系回歸於土壤，成爲維持土壤生物活性的重要能源。而土壤生物活性常是土壤肥沃度的主要影響因子。因此，前作物的種類、數量、與殘体性質是輪作系統中影響後作物生育表現良窳的指標。

輪作之方式，可以採用水田與旱田之耕作制度的輪替，既可有效的消除病蟲害與雜草之滋生，且可避免旱作連作所引起之土壤酸化及生產力降低等現象；豆科作物與其它非豆科作物之輪作，可以充分利用生物固氮，減少肥料用量；深根性與淺根性作物之輪作，可增加根生長之深度，有利於通

氣與排水性之改善，以及利用較大容積之土壤養分，使作物養分達到均衡之目標；又需肥性多與需肥性少之作物輪作，可以免除土壤可溶性鹽分累積，造成一般耐鹽性差的作物生長受阻礙之不良現象。輪作制度之實施與土壤肥培管理得當，可以消除許多作物之土壤衍生性病害，並減低許多害蟲之族群與雜草的發生。

結　語

生產高品質農產品是農業經營者追求的目標，要想達到此目標，完善的養分管理是必要的手段，應用土壤診斷推薦肥料施用量是達到此目標的不二法門，尤其設施栽培容易造成養分累積，所以此項工作將愈加重要；應用土壤氮肥力診斷技術，將使設施栽培葉菜類蔬菜的肥培管理更加科學化、合理化，進而維護農地、作物及人類的健康，達到兼顧生產與生態維護，永續性農業生產的目標。

葉菜類使用設施栽培，一般而言因肥料流失量較少，所以其施肥量要比露地栽培推薦之施肥量少，尤其在設施內溫度較高，有機質分解快，又因複作次數多，土壤耕作較頻繁而容易損害土壤之結構，施肥時應注意有機質之補充，並採行適當的輪作，如此不但可克服連作障礙，而且可確保土壤疏鬆，避免夏季土溫過高。同時因氮素在土壤中甚易變動，而磷鉀等營養元素則較不易變動，故栽培葉菜類蔬菜時，應約每半年至一年施行土壤分析，測定有效磷鉀等營養元素含量，供推薦磷鉀肥之合理施用量，並於每作採收後，測定土壤電導度，推測其有效態氮素含量，以供下期作推薦氮肥施用量之參考。

有了健全的生長環境，才能使蔬菜作物在最適宜的條件下，達到周年生產，並提高農民所得，滿足消費大眾的需求，增進國民的營養與健康。

花卉合理化肥培管理

張庚鵬 李艷琪

農委會農業試驗所農化組

花卉之合理化肥培管理

何謂合理化肥培管理？簡單地說，就是讓所施用之肥料達成最高效率的生產量的肥培管理方式稱之。但是，要達成這種目標可不容易。首先，得先明瞭栽植土壤（或介質）之理化性質，然後，按所栽種花卉作物之特性（長、短期採收，品種差異等），參酌不同生育時期（苗期、營養生長期、生殖生長期等）、氣候（光照強弱、溫濕度高低等）、栽培方法（整枝、灌溉方法等）等因子之影響，以適當比率、適當量之肥料，適時以最佳的施用方法施用。接著，以一套簡單而實用的方法來進行肥力監控也是必須的，當栽培環境（如大量雨水沖淋等）或作物生育條件（如大量採收切花等）發生變化時，可以隨時掌握肥力變化情形，給予適當的肥料補充。

由上述可知，影響肥培管理的因子眾多，並且各因子間通常都環環相扣。只要其中有一個環扣鬆掉了，就有可能讓整個作物生產遭受到嚴重的負面影響。因此，在栽種作物之前，先擬定一套完整的施肥計畫是必須的。唯有針對現場實際的需求，將肥料的種類、施用量、施用法進行適當的調整，才能真正達成合理化之肥培管理。以下將對影響肥培管理的重要因子作進一步的介紹：

(一)栽培基質

無論栽培基質爲土壤或其他介質（如泥炭土、岩綿等），其物理（如質地、團粒結構、孔隙度等）及化學（如酸鹼度、

有機質、要素含量等）性質均與肥培管理息息相關。在擬定肥培管理流程時，基質之理化性質常被列爲最優先考量之因子。下面簡單列舉幾個較典型的基質理化性質影響肥培管理事例，以供參考：

1.在粗質地土壤（如砂質土、石礫地等）栽種作物，由於土壤之保水保肥力均弱，施肥方式宜採用少量多施；若一次施用多量的肥料，不僅易造成肥傷，且肥料也易大量流失。

2.坋質粒含量高、團粒結構不佳之土壤容易在大雨襲打或高水位淹灌後，土壤表層結成一層硬皮。當結皮現象發生時，施於土表的肥料就不易爲作物所吸收，根系也易因通氣不良而生育不佳。因此，在作物栽種前，即宜預作處理；或在土表覆蓋一層有機質（如稻草、蔗粕等）以防大雨直接沖擊；或加入大量有機質與土壤混拌，以改善土粒之團聚性；或採窄畦、低水位淹灌之方式；皆有助於防止土壤結皮現象之發生。

3.部份地區土壤中要素含量不均衡，易引起栽種作物之要素缺乏或過剩毒害。例如在強酸性紅壤易發生缺鎂及錳毒害；在石灰黏板岩沖積土（如濁水溪流域）因土壤 pH 值高，易發生鐵、錳、鋅、硼等元素之缺乏。栽種作物前，即應預作防備。

4.採用無土養液栽培作物時，其介質不同，則供液方式及養液之要素組成亦應不同。例如以椰子殼、蛇木屑等栽種作物，由於介質質地粗，給液宜以噴灌方式；若以泥炭土、岩綿等爲介質，則可以選用滴灌或噴灌。若以泥炭土栽植作物，由於介質錳鐵比過高，初期應多供給鐵而少給錳，以防缺鐵現象發生。若以岩綿爲介質，由於介質 pH 值高，栽植初期應多供給鐵、錳以防缺乏。

(二)生育特性

花卉作物的種類繁多，其生育特性也不盡相同，肥培管理自應針對不同之生育特性作必要之調整。以下將針對幾種

重要的生育特性及其肥培管理之重點作簡單之介紹：

1. 生育時期：簡單分爲苗期、營養生長期、開花期等，球根花卉尚有蓄球期。苗期栽培僅須少量肥料，肥料過量易致生育不良或肥傷。營養生長期當以較高比率之氮肥爲主，以生產足量的枝條及葉面積。開花期則應適度將氮肥降低，提高鉀肥，因此時若氮素過多，枝葉繁茂將對開花不利。蓄球期則須將氮肥降至最低，提高磷、鉀肥，以利球體之養分蓄積及擴大。
2. 採收期區別：花卉作物若依採收期長短，可區分爲短期及長期作物。短期作物如百合、劍蘭、菊花等，其採收期常集中在一小段時間內；長期作物如玫瑰、非洲菊、文心蘭等，其切花通常可以經年採收。短期作物之肥培管理著重於基肥之使用，追肥只用於輔助不足。長期作物因須長期維持植株之生育旺盛，而基肥僅能維持一段時間，因此追肥之使用技術相當重要。由於經年採收，其氣候因子變化較大，肥培管理也須要相應調整，此點在第三項中將再作說明。
3. 品種：花卉作物因以觀賞爲目地，故而品種繁多。不同品種常須搭配不同之肥培管理。以玫瑰爲例，黛安娜與薄粉均爲粉紅色系，在生育速度上薄粉遠超過黛安娜，其所消耗之肥料自然較多，應提供較多之肥份。在非州菊，粉紅色系常較橘紅色及黃色系品種需求更多的鐵，故而常在高溫季節，栽培非洲菊的簡易溫室內見到嚴重缺鐵的粉紅色系，及缺鐵徵狀較輕的橘紅及黃色系。

(三)氣候因子

氣候因子對作物的影響是相當鉅大的，花卉作物自然也不例外。除了生理方面的影響，在營養上，氣候因子也扮演著相當重要的角色。氣候對作物的影響一般主要的因子爲光照、溫度，露地栽培者尚有雨量等。光照及溫度影響作物對營養要素的吸收及利用率，水分（如雨水，灌溉水等）使加入的肥料溶解，如此才能爲作物的根系吸收及利用。

一般說來，高溫高光照的條件下，氮素的吸收及利用特別的快，因此作物常呈現新生枝葉繁茂的景象；此時，可能導致巨量元素如鈣的缺乏(鈣素在高溫、通氣不良的條件下，吸收率降低）及鉀的潛在性缺乏（鉀量不充足時，在艷陽下易致全株葉片軟垂），或微量元素如鐵的缺乏。而在低溫低光照時，作物的生育速度緩慢，此時，應提供較高濃度的氮肥及磷肥（磷素在低溫時，被吸收率大幅降低），以促進作物的生長。

水分是作物生長所不可或缺的要素。正常說來，只要溶氧量充足，水分愈多，作物生育愈旺盛。在營養上，水分是營養要素（肥料）溶解的必要溶劑，只有溶於水的營養要素才能爲作物吸收利用。在設施栽培中，水分常可藉由所設置的管路供應；但在粗放的露地栽培中，水分常由灌溉溝渠或雨水提供。值得注意的是，雨水提供的水分量由於難以掌控，常易發生肥料大量流失的現象，是故如何預防及補救亦爲肥培管理的重要項目之一。

(四)肥料之選擇

肥料的種類可說五花八門。以種類區分，有化學肥料、有機肥料、微生物肥料；以性質區分，有單質肥料、複合肥料、綜合性肥料；以釋放速率區分，有速效性肥料、緩效性肥料。在眾多肥料種類裏，應該挑選何種肥料施用？何種肥料最能達成高產、高品質的目的？在抉擇肥料的種類之前，下列三個原則是必須先明瞭的：

1. 已知作物生長所必需的營養要素有巨量要素：氮、磷、鉀、鈣、鎂、矽，
微量元素鐵、錳、銅、鋅、鉬、硼，及碳、氫、氧（可由空氣及水中取得）。肥料之使用（不論選用任何種類、性質之肥料），其主要目地均在適時、適量地補充作物所不足的營養要素。
2. 除了少數含有毒害物質（如有害重金屬、酚酸等）之肥料外，肥料無所

謂優劣，只有各具不同性質之差異而已。例如，化學肥料要素成份含量高、速效，不當使用易致肥傷。有機肥料含有廣泛之營養要素，緩效，在部份問題土壤中多施且可改良理化性，但肥效低且難以精確掌控要素比率。

3. 肥料之選擇，務須考量所栽種作物之生育特性、栽種基質之理化性及氣候因子之影響。在作物生育特性方面，例如栽培短期內採收的劍蘭，選用有機肥或化學肥均能達成效益；若栽培長期採收的玫瑰，則速效性追肥的選用即顯得重要。在栽種基質之理化性方面，如栽種基質爲極粗（如砂土、石礫地等）或極細（如重黏土）質地之土壤，多施用有機質肥料以改善理化性質實爲良策。在氣候因子之影響方面，例如在高溫高陽的季節栽種作物，氮素易致過剩，若選用一般有機質肥料，宜添加鉀肥含量高的化學肥或有機肥。

考量上述三項原則後，再依肥料之價格，及個人現有的設備與操作習慣，即可選出適合於個人使用之肥料。

(五)肥力監控

爲了讓所栽培作物能達成高產、高品質之目的，恆定地維持基質中適當的要素比率及要素量（即最佳肥力）是必須的。然則，肥力如何監控呢？一般說來，最精確的肥力監控方式爲，定期（且爲短期，須能顧及生育過程中的變因）採取基質及植體樣本，進行要素分析，如此即可精確地測知基質及植體中之要素比率及含量。可惜的是，要素分析常須昂貴的儀器及需耗去相當多的時間、人力，因此此法常礙滯難行。依據筆者多年的田間經驗，應用簡單的 EC（電導度）測定法似爲一較可行之肥力監控法。由於基質的 EC 測定容易（僅須取一份基質，加入五份純水攪拌後即可由電導度計測定），而經由電導度值即可粗略得知基質中之要素總量。但此等肥力監控法須特別注意二項原則；第一：得先建立 EC 值與肥力之關係式，如基質 EC 值爲某數值時，氮、磷、鉀

等要素之濃度爲若何，升高或降低時，各要素之濃度又變化若何，如此，吾人即可直接由基質之 EC 值來判斷要素之總量，並定出適當肥力之 EC 值範圍。第二：由於基質之 EC 值僅表示基質中要素之總量，並無法表示各要素之比率；因此，當所使用的肥料多樣化（不同肥料之要素比率不同）時，或栽培環境有變動（如大雨使基質中之氮肥大量釋出）時，即使其 EC 值相同，由於要素比率不同，應有不同的肥力意義界定。

露地栽培花卉作物易遭逢之難題：

本省於露地栽培花卉作物時，常易遭逢下列難題，致使生產無法穩定，亦無法達成高產、高品質之目的。

(一)病害

一些致命性的病害，如彩色海芋的細菌性軟腐病，百合之根腐病及萎凋病等，均爲土壤傳播之病害。致病之菌類不僅不易殺除，部份在惡劣條件下可形成厚膜孢子，等待下作之爲害。是故，此等作物在露地栽培除了要選擇病害爲害較輕之季節（如彩色海芋及百合須選擇秋、冬季）外，連作栽培亦爲一大忌諱。如此，即造成栽培者需時常換地耕作之大不方便。

(二)蟲害

露地栽培由於空間開闊，各種大、小型害蟲皆可能爲害作物。由於一般蟲害防治所需噴施的農藥毒性，常較病害者嚴重許多，在一些生育快速，高採收頻率之作物，爲顧及噴施農藥後的殘毒爲害，蟲害常扮演結束作物生產的重要殺手。

(三)氣候條件

颱風、梅雨、頻繁的午後陣雨都易導致植株生育衰弱，病害猖狂，致產量與品質下滑。雨水及陰天易使花卉之授粉成

功率大幅下降，減低產量，低溫亦使花卉作物之生育極明顯減緩甚或寒害死亡等。

(四)肥培管理

肥培管理是一門深奧的學問。每個農民都懂得栽培作物時需施用肥料，但每個栽種園的植株都常因營養狀態不同而呈現不同的風貌。良好的肥培管理須針對氣候因子、土壤理化性質、品種、整枝方式、經濟因子等作適度的規劃、調整，如此才可望有最佳的產量、品質顯現。一般因肥培管理不良而造成的生產障礙處處可見，本省露地栽培最常見之營養障礙爲氮肥施用比率過高。如此,在花卉作物易因營養生長態過於旺盛而使植株枝條細長，當遭逢強陽高溫時(尤其陰雨後之高陽)，葉片即呈軟垂,對花卉產量不利。另，氮素過高時,由於葉片過於茂盛，易致通風不良，病蟲害嚴重。

當前本省之簡易設施內養液栽培花卉類作物

前述露地栽培花卉類作物具有種種的困難度，部分有心農友乃設置簡易塑膠布溫室，多數並以泥炭(裝袋或裝入保麗龍盒)爲介質，進行養液栽培。此等農友期待此種栽培法能發揮下列之優點，達成穩定,高產、高品質之目的：

1.於溫室內可防止外來之雨水，如此可減少細菌性病害(如彩色海芋之細菌性軟腐病、百合根腐病等)。
2.以消毒過之泥炭作爲介質，最麻煩的軟腐病、根腐病及萎凋病等病害可以適度控制，進而解決連作障礙問題。
3.塑膠布溫室在冬季時可得相當程度之保溫效果，如此全年栽種不成問題。且由於溫室四周裝設防蟲網，可有效防止軀體較大(如夜盜蛾、金龜子等)之蟲害。
4.由於採用養液栽培，作物生育所需的養分、水分可得良好之掌控。

相當可惜的，以此等栽培法栽種果菜類作物者，截至目前爲止，幾乎難以找出一處經年生產及管理優良之栽培園。探究其因，主爲下列各項：

1.簡易塑膠布溫室內在高溫季節，易致異常高溫(夏季甚至在40°C 以上)，若加上通風不佳，植株易生育、授粉不良，白粉及露菌病之發生也常較露地栽培者嚴重。
2.若在簡易溫室栽種生育快速、高產之作物（如玫瑰、彩色海芋等），由於其生育時所消耗的水分量極龐大,以泥炭爲介質，若沒有相對應之適當管路系統管理(目前栽種者之養液管路系統均甚粗劣,且適當之管路維修方法尚待建立。)，尤其在高溫時常因水分供應不足而造成生育障礙。
3.目前本省養液栽培方面之研發及實用推廣尚屬初萌芽階段，以養液栽培作物,在遭逢不同氣候、生育特性、整枝方法、作物種類與品種等等因子影響時，須有適當的養液組成之調整,一般農友若無此等經驗,遭遇困難時則無法應對。
4.乾淨的泥炭介質經過一作之栽培後，由於消毒方式不夠完整及正確，經第二、三作以後，病害發生之情形普遍嚴重。
5.由於溫室內異常高溫，品種選擇及整枝方式之對應不良。

理想之花卉作物設施養液栽培實例-岩綿養液栽培

近年來,高經濟價值之花卉類作物(如球根花卉)之穩定,高品質、高產之生產技術普遍受到國人重視。而欲達成此等目的,當然須有異於傳統栽培方式之精緻栽培方能當之,而養液管理尤爲精緻栽培之重點項目。在園藝作物栽培進步的國家如英國、法國、荷蘭、美國等,養液栽培之研究發展均有數十年乃至百年之經驗,甚至鄰近我國的日本在近二、三十年內養液栽培之研發應用亦呈現蓬勃發展。國內養液栽培技術之研發起步甚晚,雖有少數有心研究者歷經多年之研究試驗,然普

遍農友們對養液栽培仍甚感陌生。近十數年來,從洋香瓜、葉菜類之純水耕栽培,泥炭袋植小黃瓜、番茄,至岩綿栽培番茄、玫瑰等,養液栽培在農作物實際生產上向前踏出了一步。值得注意的,由於國內在養液栽培上之研究報告甚少,實際從事生產的農友們對普遍之相關知識及經驗亦顯不足,養液栽培目前在國內可謂路途艱辛,亟待有心者投入更多心力。

以養液栽培作物時,介質的選定可說是首要的工作。一般選擇介質時,須針對介質本身的物理、化學性質,介質消毒(重覆利用時)之完整性,及介質成本等作全盤之考量,因爲各因子皆會影響養液栽培管理之難易度及整體栽培成本。本部份將針對以岩綿爲介質時之養液管理作進一步之說明。

岩綿作爲溫室栽培用介質迄今雖僅 20 餘年,但在一些生產技術密集的國家如荷蘭、英國、美國、日本等,其對岩綿之重視及栽培面積均年年增加。由於岩綿之物理性特佳(當板狀岩綿灌滿水後,水和空氣的比率恰爲根系發育之理想狀態),加上洗鹽容易,及岩綿是完全無菌之資材,且容易調節其質地內之溫度等等,作爲栽培介質可能是除了土壤之外,被園藝進步國家研究最多者。以下將針對設施內岩綿養液栽培時養液之配製及岩綿內養液組成分濃度之管理等二大部份作重點式之闡述:

(一)養液配製

完整的養液配製至少須包含水質分析、酸度調節、養液配方之選擇及肥料量計算等項目。茲簡單介紹如下:

1. 水質分析:養液栽培之首要條件爲良好的水質。在配製養液前,須分析用水的 pH、EC、硝酸態氮、磷、鉀、鈣、鎂、鈉、氯、硫酸根、鐵、錳、銅、鋅、鉬、重碳酸等項目。其中首先考量的是鈉、氯;若用水中含量過高,如不用較大量之供液量的話,則岩綿內的 EC 值會逐漸昇高而抑制作物的生長。用水中的鈉、氯濃度以低於 60ppm 爲宜。其次,用水中的鈣、鎂、硫酸根一般都有相當高的濃度,在計算肥料用量時須併入考量。另外,用水中的重屬元素如鐵、錳、銅、鋅、鉬等,必須

注意不可高於必要（標準添加量）之濃度，且在添加重金屬元素時亦須將用水中之濃度計算在內。

2. 酸度調節：培養液的酸鹼度一般以 pH 表示，岩綿中之 pH 值以經常保持在 5.0-6.0 爲適宜範圍。若用水水質之重碳酸含量高於 50ppm 時，常有添加酸的需要。用水中重碳酸濃度的測定，可使用定量的用水，添加稀釋的酸，使其降到 4.5 爲止，再乘以係數即得。例如，將 100cc 的用水，添加 0.01N 之鹽酸至 pH4.5，所使用之鹽酸量再乘以 6.1 即爲水中之重碳酸量。求得重碳酸濃度後，再依表一即可算得所需添加之酸量。經酸度調節後之培養液 pH 約在 5.5-5.8，正確值尙有其他因素之影響。

表一、將 100 倍高濃度養液稀釋時，高濃度原液 1,000 公升之酸添加量

用水所含重碳酸濃度(ppm)	所要降低之重碳酸濃度(ppm)	添加 62%之硝酸液量公升(l)	添加 83%之磷酸液量公升(l)
50	0	0	0
75	25	3.4	3.8
100	50	6.8	7.6
125	75	10.2	11.4
150	100	13.6	15.2
175	125	17.0	19.0
200	150	20.4	22.8
225	175	23.8	26.6
250	200	27.2	30.4
275	225	30.6	34.2
300	250	34.0	38.0

3. 配方選擇及肥料用量計算：在園藝作物栽培進步之國家如荷蘭等，各種重點作物已發展出適當的岩綿栽培之養液配方。一般說來，養液配方之選擇及修正常須考量氣候（溫度、光照）、栽培管理方式、作物種類及品種等等因子（參考表二、表三）。

在肥料用量之計算方面,以農試所進行之玫瑰岩綿栽培試驗爲例,初步所採用之養液配方爲日本園試改良處方,經水質分析及修正、酸度調整（至 pH5.6）後,所需之肥料用量如表四、表五所示。

表二、荷蘭 Sonneveld 氏等之番茄養液配方與調整配方之要素含量比較表

要素	Sonneveld 氏	調整配方濃度(ppm)		
	配方濃度(ppm)	幼苗～第一花房著果	小果～中大果	中大果～收穫
硝態氮	192	60～112.5©	45～115	36～85
銨態氮	17.5	17.5～60	35～105	35～84
磷	38	38	38	38
鉀	342	360～420	300～375	360～420
鈣	170	250～350	300～400	300～400
鎂	48	36～48	36～48	36～48
鐵※	0.84	2	2	2
錳	0.55	0.55	0.55	0.55
鋅	0.33	0.33	0.33	0.33
硼	0.32	0.32	0.32	0.32
銅	0.05	0.05	0.05	0.05
鉬	0.05	0.05	0.05	0.05

©：各要素適宜範圍濃度之調整依據氣候條件（高低陽、日夜溫差）及品種等。

※：新使用之岩棉或含錳較高之有機介質(如泥炭等)及幼苗期，鐵之用量需斟酌提高。

表三、荷蘭 Sonneveld 氏等之番茄養液配方與調整配方對聖女小番茄及農友 301 番茄生育、產量及品質之影響(1995, 8)

調查項目※	Sonneveld 氏配方		調整配方	
	聖女小番茄	農友 301	聖女小番茄	農友 301
節間長度（cm)	29.4	22.3	19.3	14.6
尻腐率(%)	46.4	78.2	2.1	12.2
產量(公斤/株)	0.71	1.3	0.94	1.9
甜度(°Brix)	5.3	3.9	8.1	5.9

※ ：節間長度、尻腐率及產量之調查，均爲 20 株之平均值；節間長度之計算自頂端往下數 3～5 節，產量及尻腐率乃取第 4～6 段之花房果實。甜度調查亦取自第 4～6 段花房果實，但爲 5 株平均值。

表四、玫瑰岩棉栽培大量要素之肥料用量(日本園試改良處方)

	大量要素(meq/l)							1 當量之重量(g)	1 噸水之需肥量(g)
	NO_3	H_2PO_4	K	Ca	Mg	SO_4	NH_4		
目標值	11	3.5	4.5	6.5	2.0	2.0	2.0		
用水成分(農試所)	--	--	0.1	2.7	1.0	1.1	--		
需補充之濃度	11	3.5	4.4	3.8	1.0	0.9	2.0		
硝酸鉀	4.4		4.4					101	444
硝酸鈣	3.8			3.8				118	448
硫酸鎂					1.0			123	123
磷酸一銨		3.5					1.16	38	133
硝酸銨	0.9						0.9	80	72
硝酸(65%)	1.9							63	118(ml)
合計	11	3.5	4.5	6.5	2.0	2.0	2.06		

表五、玫瑰岩棉栽培微量要素之肥料用量(日本園試改良處方)

	微量要素(ppm)						肥料之分子量 (g/mol)	1噸水之需肥量(g)
	Fe	Mn	B	Cu	Zn	Mo		
目標值	2.0	0.5	0.25	0.05	0.2	0.05		
用水成分(農試所)	--	--	0.02	--	--	--		
需補充之濃度	2.0	0.5	0.23	0.05	0.2	0.05		
蟹合鐵	2.0						382	13.7
硫酸錳		0.5					223.1	2.03
硫酸鋅					0.2		287.6	0.88
硼酸			0.23				61.8	1.31
硫酸銅				0.05			249.7	0.20
鉬酸銨						0.05	1163.9	0.08
合計	2.0	0.5	0.25	0.05	0.2	0.05		

(二)岩綿內養液組成分濃度之管理

定期在岩綿內採取養液進行要素分析,不僅可以瞭解作物的營養狀態是否正常,亦可依此作爲養液修正之重要參考。已知某些元素較易爲作物吸收,因此這些元素在岩綿中之濃度有較標準供液爲低的趨向(如氮、磷等)。相反地,作物吸收較困難的元素,則在岩綿中有累積現象(如鈣、鎂等)。是故,吾人在設定岩綿內養液之目標濃度及容許範圍時,常須先行考慮此等因素。下面將討論岩綿液之 pH、EC 管理及洗鹽等工作。

1. pH 之管理:

岩綿之適宜 pH 範圍約爲 5.0-6.0,而容許範圍約爲 4.5-7.5。於 pH8.0 以上和 pH4.0 以下時,根之伸長、發育易受阻礙。用水中如含有重碳酸濃度 50-60ppm 時,因其具緩衝作用,可維持 pH 值之穩定。若用水中重碳酸濃度爲 0 或附近時(例如高海拔地區之山泉水),則 pH 值之上下變動激烈,可添加重碳酸鉀等肥料以增加其緩衝作用。而若重碳酸濃度高於 60ppm 時,pH 則有上升之現象,此時需添加適量硝酸、磷酸等以控制 pH 值在適當範圍。以農試所之用水爲例,由於含有 146ppm 之重碳酸,在配製養液時,乃參考表一,一噸養液加入 65%濃硝酸

118cc,使養液之 pH 值可維持在 5.6 左右（表四）。

事實上,岩綿內之培養液由於受到諸多因子之影響（如不同離子被根系吸收後所起之化學變化、根系釋出根酸、不同水分蒸散量及供液量引起之離子效應等等）,其 pH 值乃是變化多端的。吾人在養液 pH 之管理,必須先求供液 pH 之穩定,並定期測定岩綿中養液之 pH,當出現容許範圍外之數值時,則須於短時間內進行低濃度、高供液量之洗鹽工作。

2. EC（濃度）管理：

岩綿養液栽培之 EC（電導度,養液濃度）管理可簡單分爲三大部份;一爲標準供液之 EC,二爲岩綿內根系範圍養液之 EC,三爲岩綿內養液可容許範圍之 EC（表六）。標準供液之 EC 應力求穩定,因其濃度直接影響岩綿內根系範圍養液之 EC。一般說來,岩綿內養液之 EC 由於離子累積效應,其數值均略高於標準供液之 EC。而在岩綿內養液可容許範圍 EC 之設定上,通常以上下限 20-30%爲準,視供液方法可作適當調整。

表六、不同作物之岩棉養液栽培其供液與根圈內養液最適之 EC 範圍(1992,C.Sonneveld)

	作物				
	番茄	甜椒	胡瓜	玫瑰	非洲菊
	EC(ms/cm)				
供液	2.3	1.7	2.2	1.6	1.7
根圈內養液	3.0	3.0	3.0	2.2	2.2
容許範圍	1.84~3.6	1.36~3.6	1.76~3.6	1.28~2.64	1.36~2.64

在實際栽培上,受到不同栽培季節（氣候因子）、不同生育時期、不同作物及不同品種等因子之影響,作物生長所需之養液濃度是頗有差異的,須按實際狀況作適度之調整。另外,對於岩綿內養液之取樣分析檢查,應注意影響蒸散量的各種因子,如溫室內不同位置、氣候因子、岩綿置放之水平程度等,各因子均可影響 EC 數值。取樣時,應找適當的固定位置,且取數點之混合（避開生育較差的部位）,則樣本的代表性較好。

3．洗鹽：

當岩綿內根圈範圍養液之 EC 和 pH 超過容範圍，或各離子間之組成明顯地失去平衡（植株生育不良或呈現某些要素缺乏、過多之症狀。）、或不需要的鈉離子高度蓄積時；就必須提高供液量，以低濃度之培養液在短時間內行大量沖洗，以得洗鹽或修正濃度之效果。以愈多之供液量進行沖洗時，其洗鹽效果愈快，但排液量愈多，成本較高。若以清水或極低濃度供液洗鹽時，洗鹽效果雖高，但因根圈養液濃度變化劇烈，易引起植株一時生育受到障礙，切宜謹慎。

以上即爲岩綿養液栽培時之養液配製及管理要點。在實際栽培上，除了養液之管理外，仍有許多須搭配之重要事項，茲將較重要者摘述如下：

1．溫室內之硬體設計，若欲高溫季節栽種（尤其在平地，通風狀況不夠良好者），風扇、水牆或水霧不可或缺(當然在特殊情形下，自動天窗亦可考量)。如此，異常高溫不致發生，病蟲害之控制亦容易許多，唯初成本較高。

2. 供應水分及養分之管路系統，務須請具實際經驗者設計，養液供應量、供應方式及管路維修均須十分注意。

3. 須有優良的養液專家，能針對不同氣候、品種、生育期、整枝方式進行養液要素組成之調整，並隨時維持最佳供液量及要素含量。

4. 栽培地點之選擇相當重要；若欲栽種高光高產之作物，原則以本省中南部、東部爲主，北部地區恐陽光不足或冬季過冷而致產量不足。

5. 乾燥的岩綿塵絮對人體有害。雖然其危險度只限於局部的，且一時性的，並不像石綿製品的長期嚴重性；但在操作乾燥岩綿時，仍宜戴口罩以防吸入，工作處儘量維持通風良好。而在岩綿廢棄物之處理（一般密度 90g/l 以上者，正常狀況下可使用 5 年以上），國外有回收再生及土壤掩埋（岩綿一般爲玄武岩纖維，埋入土中多年後即風化爲土壤）等二種。

果園合理化施肥

黃維廷　王鐘和 江志峰 吳婉麗　張愛華

農委會農業試驗所農化組

果園合理化施肥之目的(重要性)

因應政府逐年減少補貼或不再補貼肥料價格之政策，肥料價格將由市場機能反映，推行合理化施肥以減少施肥浪費挹注肥價調整之費用。應用土壤與葉片營養診斷技術推薦施肥，以確保果樹不受最少養分律之限制而能充分生產品質優良之果實，並依循報酬遞減律之原則，使施肥量符合經濟上最大之利益。果樹施肥合理化係增產並改進果實品質，及降低生產成本提升競爭力之有效途徑，尤其我國即將進入世界貿易組織，更應積極從合理化之土壤與肥培管理著手，促進果樹栽培持續發展。

過量和粗率之施肥，不僅肥效降低，肥料養分流失或逸散會污染水源，而逸散的氣體亦具溫室效應，從環保與農業資源永續經營之觀點，肥培實須慎加規範與規劃。

果園土壤管理促進合理施肥

合理與事半功倍之施肥需了解與掌握果園土壤理化性質，從土壤管理著手，土壤提供果樹的機械支撐及空氣、水分、養分等，爲果樹生育之基礎，土壤性質影響根的生長，水分及養分的吸收利用，良好果園的土壤立地條件，肥料效果容易發揮施肥量就可減到最少，因而降低施肥成本。一般而言，理想的果園土壤條件與土壤管理要點，大致如下：

a.土層深厚(1公尺以上)，中質地土層疏鬆排水良好的砂質壤土或壤土

粗質地的石礫地及砂土，雖通氣好但保水保肥力差，須經常灌溉與施肥，細質地粘土粘重，排水通氣不良，根系伸展不易。平地排水不良之果園雨季容易積水，浸水爛根，必須採用高畦及設置排水溝幫助排水，坡地如土層沖刷變淺易受旱害，須注意水土保持。

b.維持土壤酸鹼度 pH 於 5.5～6.5 間

對大部分的果樹而言 pH5.5～6.5 爲適宜的範圍，當 pH 值低於 5.0 時，果樹根易受鋁錳毒害，鈣鎂缺乏，磷易受固定，減低有益微生物的活動。pH 高於 7.5 以上，鐵錳銅鋅等微量元素易缺乏，可以葉面施肥補充，氮肥宜選用硫銨。坡地果園，鹽基易沖涮，土壤呈強酸性(pH<5.0)，須施用石灰改善。

石灰的施用法：

①石灰的種類

強酸性葉片未缺鎂之果園可施用石灰石粉或爐渣，如缺鎂就必須改用白雲石粉(苦土石灰)，以同時補充鎂，對酸性之中和力而言，如以石灰石粉 $CaCO_3$ 中和力爲 100，則生石灰 CaO 爲 179，消石灰 $Ca(OH)_2$ 爲 135，碳酸鎂 $MgCO_3$ 爲 119，苦土石灰(白雲石灰)$CaO+MgCO_3$ 爲 100-119，另外石灰爐渣，矽酸濾渣及蚵殼粉爲中和性效果較低之非純石灰類。石灰粉粒愈細，中和效果愈好。

②石灰的施用法

pH 低於 5.0 之土壤，採果後均勻撒施全園，樹冠外圍施量應稍多，並須翻土混入 15-30 公分土壤中，(因不易移動須與土壤混合)每株約 5-7 公斤，換算成每年每公頃施量，砂質壤土約 1 噸，壤土或坋質壤土 1.5 噸，粘質壤土 2 噸。石灰宜與腐熟堆肥同施以免土壤硬化，且施後一個月才施用化肥，以免影響肥效。

c.合理的管理土壤有機質，使土壤有機質含量 2%以上

土壤有機質爲動植物殘體經土中微生物分解後所餘下安定的黑色腐殖質，其功用爲促進土壤團粒構造生成，使土壤疏鬆，改善排水通氣性，並增加保水保肥能力。部分土壤有機質仍可繼續

被微生物分解，再釋放養分供作物吸收利用，爲營養要素之貯存庫。台灣高溫多雨，土壤有機質分迅速，多數果園例如柑桔有六成以上低於 2%以下，需酌量施用有機堆肥與草生栽培期提高土壤有機質含量。

果園施行草生栽培是比較經濟可行之增加有機質的方法，因施用有機質肥料，不僅價格高，體積龐大而運送及施用均費工，欲達改善有機質含量之目的，每公頃至少須 20 噸以上之堆肥，有機肥如含氮高，施用過多而無酌減施化肥，則植株可能有氮素過高之症狀(夏秋梢旺盛，結果少，轉色遲)，又施用未經發酵腐熟之有機肥，容易傷根。行株間留草或植草，割草覆蓋樹冠下，及土中的草根俱是有機質之來源，果園中修剪下之枝條粉碎後施入土中亦是有機質之來源，園中種植苕子，多年生落花生，埃及三葉草或紫雲英、虎爪豆等綠肥，不僅增加田園景觀之美，又可保持水土，且綠肥也是有機氮素源，也可減施化學氮肥，一舉數得。

d.<u>供給充足之營養要素</u>

除上述 pH5.5-6.5 及有機質 2%以上外，土壤有效磷 80ppm 以上，土壤交換性鉀與鎂均 100ppm 以上，土壤交換性鈣 1000ppm 以上，俱爲果園土壤較佳之肥力狀況。

e.<u>經濟合理之施肥可避免鹽害</u>

台灣降雨量高，只要土壤排水良好，依土壤與葉片營養診斷及施肥手冊推薦施肥，不致施肥過量，而引起 EC 值過高造成的鹽害。

合理的施肥(適量，適期，適當位置與方式)需考慮影響肥效之因素

施肥量的決定，理論上爲果實及枝條養分含量扣減土壤天然供給量再除以肥料因沖刷、逸散與滲失後之實際吸收率而得，但實際之估算甚難，經由農業試驗場所的田間試驗，表 1-3 所列柑

桔荔枝高接梨之施肥推薦量可供參考，農民依自己果園土壤特性及土壤與葉片營養狀態，考慮下列因素酌予增減調整之。

(1)氣候影響

日照會影響肥效，日照足則光合生產潛力增加，氮肥效果顯著，陰天多氮肥需要量可減少，而鉀肥必須充分供給，始能維持正常之光合速率，高溫有機氮礦化迅速，根之吸收率也高，作物需氮量降低，低溫作物對磷之吸收可能受阻。水分成爲限制因子時，作物乾物生產量減少，肥料需要量亦減少。

(2)土壤理化特性

前已述及 pH 對養分之吸收及化合態或有效性之影響，土壤質地差異影響保水保肥力，粗質地之砂土或礫地，施肥量須增加施肥量 30-40%，粘質土則可酌量減施 20-30%。除質地外，有機質含量、土壤構造、土壤是否壓實與硬盤皆會影響排水通氣性，而直接或間接影響養分之有效性與吸收，故土壤管理爲施肥合理化之重要工作。

(3)作物生育習性

落葉果樹或荔枝秋冬休眠忌施氮肥或灌水，否則不利光合成產物之累積，影響翌年開花著果，一般而言，果樹採收後之禮肥及新梢枝葉尚未生長之基肥，較重氮肥，以符合營養生長期之需求，而生殖生長之開花果實發育與肥大成熟之追肥則以磷鉀爲重，每種果樹之生育階段皆不同，如能充分掌握瞭解果樹之生育習性，則可於適當時期，對不同比例之氮磷鉀三要素作合理之分配，以滿足果樹生育需求，表 4、5、6 爲施肥時期及比率分配，可供農友參考，並依田間生育觀察而調整控制。至於施肥位置與方式需配合施肥時期，開花著果後及果實肥大期之追肥，考慮施工成本，可配合下雨後或灌概後土壤濕潤狀態，全園撒施樹冠下外側，覆蓋雜草植物殘枝葉或覆土淺耕。而基肥的有機肥及石灰宜深耕施入土壤，施溝或施肥穴最下層置放石灰或苦土，中層爲有機肥，最上層才置施化肥與覆土。若干深施的方式可輪替使用，例如①環施：樹冠外圍直下四周環狀開溝深及寬各爲 20 及 30 公分。②條施：適用高齡果園，

兩株間開溝。③穴施：樹冠外圍直下，周圍鑽挖 4-5 穴，深 30-50 公分，直徑 15-20 公分。

表 1、柑桔三要素推荐量（公克／株／年）

樹齡或產量		三要素用量			換算成台肥複合肥料	
		氮素	磷酐	氧化鉀		
幼樹	一～三年生	75	75	75	四三號	500
	五年生	150	150	150		1,000
成樹	40 公斤／株	500	250	375	五號	3,125
	60 公斤／株	600	300	450		3,750
	90 公斤／株	800	400	600		5,000
	120 公斤／株	1,000	500	750		6,250
	150 公斤／株	1,200	600	900		7,500

表 2、梨的三要素推薦量（克／株／年）

樹齡	氮素	磷酐	氧化鉀	折合肥料	有機肥(公斤)
1~3 年生	75	75	75	四十三號複肥 500	5~10
4~5 年生	150~200	150~200	150~200	四十三號複肥 1000~1300	10~20
6~7 年生	550	350	350	四十三號複肥 2300 公克、尿素 500 公克	30~400
8~10 年生	850	500	500	四十三號複肥 3400 公克、尿素 840 公克	40~50
10 年生以上	1200	700	700	四十三號複肥 4600 公克、尿素 1190 公克	50~60

表 3、荔枝施肥量（公克／株／年）

①幼樹：每株全年施肥量（公克）		
N(氮肥)	P_2O_5(磷酐)	K_2O(氧化鉀)
100-200	100-200	100-200
②成樹：依去年收量、樹勢、營養抽梢及氣候狀況酌量調整。		
N(氮肥)	P_2O_5(磷酐)	K_2O(氧化鉀)
300-500	300-500	300-1000

表 4、柑桔的施肥時期分配率(%)

肥料別	基肥(採收後)	追肥(春肥)	追肥(夏肥)
氮肥	40	40	20
磷肥	50	50	0
鉀肥	30	30	40
品種	基肥施肥時期	春肥施肥時期	夏肥施肥時期
椪柑	11 月~12 月	2 月~3 月	6 月~7 月
柳橙	12 月~ 1 月	3 月~4 月	7 月~8 月
文旦	11 月~12 月	2 月~3 月	6 月~7 月
葡萄柚	11 月~12 月	3 月~4 月	7 月~8 月

表 5、梨的施肥時期及其分配率(%)

肥料別	基肥（落葉後）	追肥		禮肥
		謝花後	中果期	
有機肥	100			
四十三號複肥	70			30
尿素		50	50	

表 6、荔枝的施肥時期分配率：

肥料別	採　收　後	謝　花　著　果
N(氮肥)	1/2-2/3	1/3-1/2
P_2O_5(磷酐)	如使用單質肥料過磷酸鈣可一次全施，如使用複合肥料則配合氮鉀肥分施。	
K_2O(氧化鉀)	1/2	1/2

(4)肥料種類及性質

目前市售之化學肥料有單質肥料、複合肥料、緩效性肥料(常見化肥之要素含量如表 7)，有機肥料也常混入化肥出售，農友常用的有機肥大致可分動物質、植物質、蒿桿類及商品堆肥，詳細種類及要素含量與碳氮比如表 8-11 所列示。肥料施用前宜先瞭解其所含要素之種類型態(如銨態或硝酸態氮肥)與含量，以及何時供給作物吸收利用(分解速率)。尤其是有機肥料一作或一年的礦化分解率必須列入施肥量的估算，以酌扣化肥施用才不致施肥過量。碳氮比高(30-60)之稻蒿、木屑堆肥或樹枝堆肥，土壤中分解慢，一作(水稻)期間之礦化率據測定約爲 10-30%，碳氮比低者(8-10)如綠肥、豆粕及雞糞，土壤中分解速率與化肥相近，礦化率幾乎近 100%。碳氮比中等(10-15)之豬糞、牛糞堆肥則礦化率約 85-50%，假如豬糞堆肥之三要素含量爲 3.0，2.5，2.2%，而預估礦化率爲 80%，則施入每公噸當作要素釋出量將達氮、磷酐、氧化鉀各 24、20 及 22 公斤，均宜自推薦之化肥施量中扣減。

表 7、常用主要化學肥料及有機質肥料要素含量

肥料名稱	要素含量（%）							有機質（%）
	氮素	磷酐	氧化鉀	氧化鎂	氧化鈣	氧化矽	氧化錳	
硫酸銨	21							
硝酸銨鈣	20							
尿素	46							
過磷酸鈣		18						
硫酸鉀			50					
氯化鉀			60					
臺肥 1 號複合肥料	20	5	10					
臺肥 5 號複合肥料	16	8	12					
臺肥 39 號複合肥料	12	18	12					
臺肥 43 號複合肥料	15	15	15	4				
臺肥 1 號有機質肥料	1.5	4.0	3.0	1.5	7.0	8.0		60
臺肥 2 號有機質肥料	4.0	4.0	4.0	1.0	1.0	2.0		60
臺肥特 1 號有機複合肥料	11	11	11					30

表 8、動物質肥料成分表（%）

肥料名稱	氮	磷酐	氧化鉀	氧化鈣	肥料名稱	氮	磷酐	氧化鉀	氧化鈣
鯡渣	10.0	4.5	1.0		蒸製骨粉	4.0	23.5	0	33.0
沙丁魚渣	9.0	5.0	0.8		皮革粉	12.0	3.4	0	-
鯖、青花魚渣	7.0	11.7	0.3		乾血(血粉)	13.0	2.0	1.0	-
雜魚雜碎渣	7.7	9.3	0.3		鯨肉渣	9.2	1.3	0	0.5
鱈魚渣	7.4	11.2	0.7		鯨骨粉	3.0	25.0	0	-
魷魚渣	2.8	1.0	0.2		骨灰	0	35.0	0	46.0
蟹殼粉	4.5	3.5	0.5	28.5	魚粉	4.8	4.3	0.2	0.5
蝦殼粉	4.6	1.9	0.8		羽毛粉	13.4	0.3	0.1	-
蚵殼粉	0.2	0.1	0.02	28.8	毛髮	13.0	7.5	0.1	-
雜魚小魚蝦	4.5	2.5	0.3						

表 9、蒿類成分表（%）

名　稱	碳氮比	氮	磷酐	氧化鉀	名　稱	碳氮比	氮	磷酐	氧化鉀
稻桿	61	0.6	0.1	0.9	碗豆莖葉		1.0	0.4	1.0
稻殼	72	0.5	0.2	0.7	蠶豆莖葉	38	1.6	0.3	2.0
米糠	20	2.0	3.9	1.5	甘藷莖葉		1.1	0.5	1.3
小麥稈	75	0.6	0.2	0.6	玉米稈	51	0.5	0.4	1.7
高粱稈	73	0.7	0.3	1.9	油菜稈	62	0.6	0.3	1.1
大豆稈	30	1.5	0.5	0.6	茶渣	16	3.1	0.5	0.6
大豆莢		0.8	0.2	2.3	蔗渣	105	0.4	0.1	0.3
花生稈	28	1.7	0.4	1.3	菸葉渣	18	2.6	0.8	5.4
花生	22	1.7	0.8	1.0	菸莖	14	1.7	1.1	5.6

表 10、植物質肥料成分表（%）

肥料名稱	氮	磷酐	氧化鉀	碳氮比	肥料名稱	氮	磷酐	氧化鉀	碳氮比
大豆粕	7.0	1.3	2.1	5	燒酒粕	5.0	1.0		
油菜籽粕	4.6	2.5	1.4	8	蔥麻籽粕	5.4	2.2	1.5	4.5
落花生粕	6.3	1.2	1.3	8	咖啡粕	2.0	0.5		
胡麻粕	5.0	2.0	1.9		澱粉粕	0.7	1.5		
向日葵粕	5.2	1.7	1.4		菸草粕	2.0	1.5	15.0	
米糠油粕	2.5	5.0	2.0	15	紡織棉粕	0.7	0.5		
醬油粕	3.0	0.8	0.5		海草粉	1.5	0.5	4.0	
芝麻粕	5.8	3.2	1.5	10	椰子粕	4.5	1.2	2.7	
棉籽粕	3.4	1.6	1.0		松樹木屑	0.1			730
					松樹皮	0.2			220

(摘錄自「有機農業驗証檢驗師研習班」講義)

表 11、商品堆肥之成分含量（%）

堆肥名稱	氮	磷酐	氧化鉀	碳氮比
香菇廢棄介質	1.35	1.06	0.44	27
金針菇廢棄介質	0.94-3.5	0.78-4.4	0.48-1.2	
豬糞堆肥	0.9-5.7(2.5)*	0.7-9.4(2.9)	0.1-2.6(1.0)	9-48(15)
雞糞堆肥	0.4-5.7(2.1)	0.7-9.6(3.7)	0.3-6.6(2.1)	6-94(19)
牛糞堆肥	1.2-3.9(2.2)	0.8-5.1(2.3)	0.4-3.2(1.6)	
蔗渣堆肥	1.22	0.25	0.49	21

＊括弧內平均值

利用葉片與土壤分析促進合理化施肥

果樹爲多年生之深根性作物，而土壤爲果樹生長之立地環境，土壤中養分被作物吸收之難易深受土壤酸鹼值影響，土壤有機質及土壤有效性養分含量多寡等肥力與理化特性均與果樹樹體營養及生育有密切的關係；葉片爲果樹行光合作用與根吸收之養分進行同化之器官，葉片各要素濃度之變化當可反應作物之營養

狀況，並與產量及品質相互關連。應用科學分析的方法(土壤及葉片分析營養診斷)的目的爲測知個別果園之肥力與樹體營養狀況，並參酌農友以往的施管理記錄，檢討修訂出經濟合理之施肥措施，推薦農民採行，以矯正果樹營養缺失，提升果實收量與品質，並避免不必要與浪費之施肥，降低施肥之成本。

目前農試所、各區農業改良場與各地農會聯合成立一果園土壤及葉片分析營養診斷服務網，且發展完成果園資訊系統，以電腦進行初步診斷與推薦，再經農改及農會指導人員現場指導與複診，即可送交農友採行。實施營養診斷最重要的第一個步驟，爲土壤與葉片樣本之正確取得，如取樣方法錯誤，所採之樣本不具代表性，則徒耗費人力、物力與時間，且將造成推薦錯誤的結果。列舉數種果園土壤及葉片取樣的方法，簡要介紹如下：

(一)梨之葉片與土壤採樣方法

A.葉片採樣方法

採樣時期爲 5～6 月上旬，採樣部位如圖 1 中所示，採取短果枝上之成熟葉(頂端算起第 3 或第 4 葉)。每株自東西南北各方位之枝條約採 4～6 葉。選擇生長正常樹勢平均之植株，循 U 字型路徑採樣(圖 2)，逢機採約 80～100 葉混合成一樣本，置於塑膠袋內，註明姓名、園址、採樣日期，當日就近送往農試所農化系土壤與植體分析診斷中心或農業改良場清洗處理(如無法當日迅即送件，則須冷藏)，同園內生長特異或疑有障礙問題之植株，可另外採樣調查，但不具代表性。

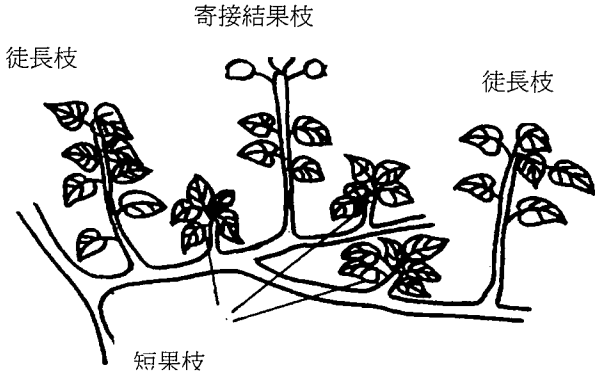


圖 1.梨葉片採樣部位(短枝頂端算起第 3 或第 4 成熟葉)

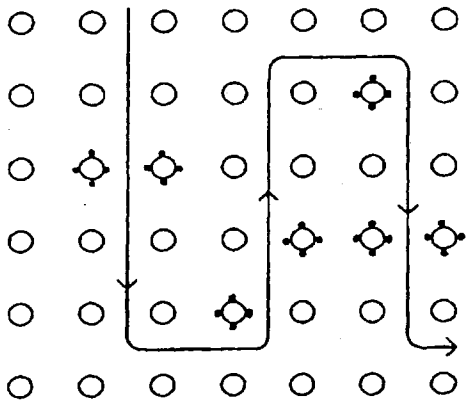


圖 2.循著 U 字形採取葉片的方法

B.土壤採樣方法

準備兩個臉盆及清潔之塑膠袋，標明土壤深度爲 0～20 公分，20～40 公分，採樣部位如圖 3 所示位置，於株間即水平棚架上兩樹枝條交會處，或距樹幹 1.0～1.5 公尺以上處，先將土表雜草及其他雜物清除，再以鋤頭，圓鍬或土鑽分別按深度 0～20 及 20～40 公分採取上下等量之土壤，如採到目視可辨之肥料，則須丟棄另於別處取樣，全園視面積大小共逢機採取 6～10 處土壤，分別裝入兩個標有深度之塑膠袋，再註明農友姓名，連同葉片樣本一併送到農試所或農業改良場。

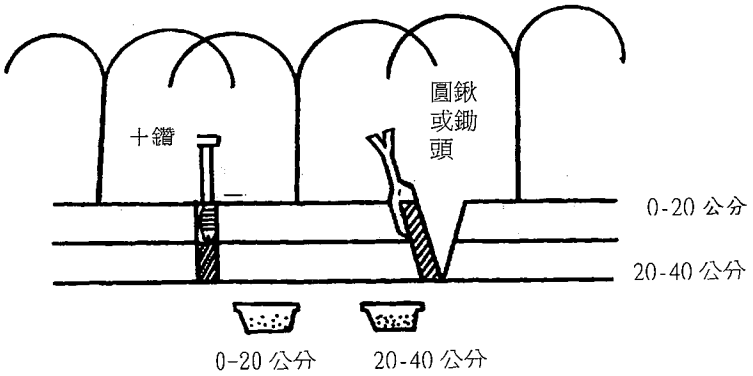


圖 3.梨園土壤採樣方法，株間或水平棚架上兩樹枝條交會處下方，依 0-20，20-40 公分深度，分層採土。

C.填寫施肥記錄

土壤及葉片分析資料，尚需配合農友詳實填寫之施肥記錄，才能診斷出營養缺失(不足或過多)之原因。診斷結果也須根據農友之施肥管理記錄推薦經濟合理之肥培管理措施。故樣本送請分析之同時，請詳細確實填寫，一併送件(表格請參考表 12)。依本所開發之果園營養診斷系統對土壤與葉片分析結果之解釋與推薦之實例如表 13 所示。

(二)柑桔之葉片與土壤採樣方法

A.葉片採樣方法

8 月下旬至 9 月上旬採取當年生未結果枝的春梢，自頂端算起的第三或第四個葉片做爲樣本，春梢的頂端還必須不長夏、秋梢和果實(如圖 4)。每樹自東、西、南、北方位之肩高處各採一葉，即每樹共採四葉，循 U 字形路徑，逢機選擇生長正常的植株採葉。全園視面積大小，共採取 50 至 100 葉混合爲一樣品。置於書寫姓名田、園址與採樣日期之塑膠袋，送件方式如(一)之 A 梨的採樣法中所述;採葉時需注意不可誤採夏、秋梢、結果枝及抽新梢的春梢葉，否則即診斷錯誤。夏、秋梢的葉片通常爲鮮綠色，葉緣鋸齒較深且油細胞明顯，易受潛葉蛾危害；當年生春梢葉片則爲深綠色、葉緣平整、少有病蟲害。牢記這些性狀有助於分辨。

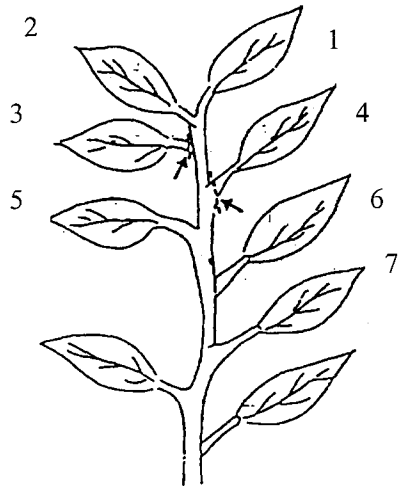


圖 4.葉片採樣部位(春梢無結果枝且爲停止梢第三或第四葉)

B.土壤採樣方法

在樹冠外圍直下方採土。先將土表雜草拔除，然後以土鑽、鋤頭或圓鍬等工具依 0～20 公分，20～40 公分兩個深度分別採土(如圖 5)，分盛於兩個容器內。全園視面積大小分散採取 8～12 處，都按採樣深度分別裝入這兩個容器內，再分別混合而成兩個樣品。每一樣品混合均勻後約留取 600 公克，分別裝入標有深度、姓名、及品種的塑膠袋內。送交農試所農化系土壤與植體診斷分析中心。

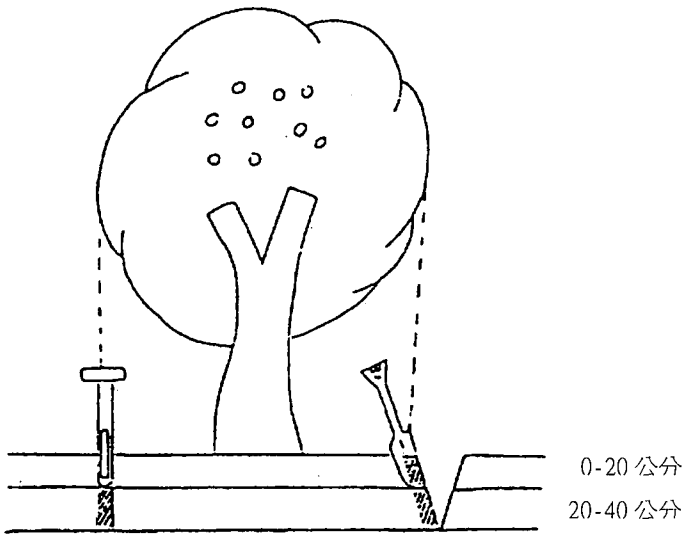


圖 5.土壤採樣部位與深度(於樹冠直下，依 0-20，20-40 公分，分層採土)

(三)、荔枝之葉片與土壤採樣方法

A.葉片採樣方法

採葉時期爲開花期(2-4 月)。採樣部位爲花穗下段之剛成熟葉(如圖 6)，全樹東西南北方位均採，每園逢機選 10～20 株具代表性之果樹牌採樣(避免病樹或生長勢特差者)，計約 80～120 片葉子，裝入紙袋或塑膠袋，標明農友姓名，送件地點與方式如同(一)之 A 梨的採樣方法中所述。



圖 6. 採葉時期爲開花期，採樣部位爲花穗下段之剛成熟葉

B.土壤採樣方法

如(二)之 B 柑桔之土壤採樣方法中所述。

(四)葡萄之葉片與土壤採樣方法

A.葉片採樣方法

於盛花期採取與花房對生位葉之葉片(如圖 7)，全園視面積大小共逢機採取 50 至 100 片葉，摘下後立即將葉身與葉柄分開(如圖 8)，一同裝入塑膠袋內，標明農友姓名、園址與採樣日期，送件地點與方式如同(一)之 A 梨之採樣方法中所述。



圖 7、葡萄葉片取樣方法，於盛花期採取與花房對生位葉之葉片



圖 8、葡萄葉片摘下後立即將葉身與葉柄切開

B.土壤採樣方法

準備兩個臉盆及清潔之塑膠袋，標明土壤深度爲 0-20 公分，20-40 公分，於葡萄株間或行間採土，先將土表雜草及其他雜物清除，再以鋤頭、圓鍬、或土鑽分別按深度 0-20 及 20-40 公分採取上下等量之土壤(如圖 9)全園視面積大小共逢機採取 6 到 10 處土壤，按採土深度分別置入兩個臉盆內混合，混勻後各取約 600 公克土壤分別裝入標有深度及農友姓名、園址之塑膠袋內，送交農試所農化系土壤與植體診斷分析中心。

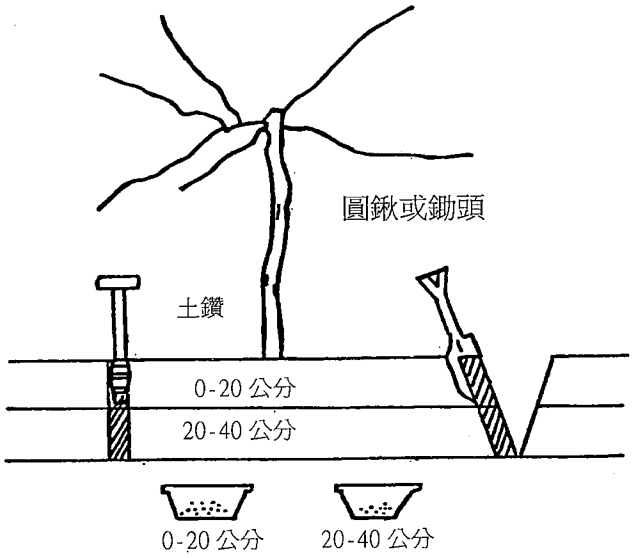


圖 9、葡萄園土壤採樣方法，於株間或行間，依 0-20，20-40 公分深度，分層採土

表 12、施肥記錄表：　　民國____年____月____起

施肥目標	施月日期 ／ ／ (年/月/日)	肥 料 種 類、用 量、用 法
基肥		肥料名稱　每包幾公斤　全園用幾包　或每包下幾株 臺肥複合肥料__號: □尿素□硫酸銨□硝酸鈣: 過磷酸石灰 氯化鉀 有機肥名稱_____：每包____公斤，全園____包或每包下____株 其他：_____：_____ _____：_____
第一次追肥		肥料名稱　每包幾公斤　全園用幾包　或每包下幾株 臺肥複合肥料__號: □尿素□硫酸銨□硝酸鈣: 氯化鉀 其他：_____：_____ _____：_____
第二次追肥		肥料名稱　每包幾公斤　全園用幾包　或每包下幾株 臺肥複合肥料__號: □尿素□硫酸銨□硝酸鈣: 氯化鉀 其他：_____：_____ _____：_____
土壤改良		那一種：□石灰　□苦土石灰　□蚵殼　□爐渣　□其他 用量：一分地施用幾包？_____包，每包幾公斤？_____公斤 用法：□撒施　□條施　□是否與土壤混合？　□有　□無
有機肥料		有機肥名稱_____：每包_____公斤，全園_____包或每包下　株 有機肥名稱_____：每包_____公斤，全園_____包或每包下　株
葉面施肥		名　稱　用　量（稀釋倍數） _____　_____ _____　_____ _____　_____

表 13.土壤與葉片分析診斷推薦之實例

土壤葉片分析診斷結果　　台灣省農業試驗所　　04/18/96

果園編號：1
果樹種類：梨　　期作：　　果樹品種：梨　　樹齡：
農戶姓名：黃榮信　　農戶地址：宜蘭縣羅東鎮尚智街 17 之 2 號 3 樓
採樣日期：07/24/84　　果園地點：梨山
每公頃株數：350
地勢：　　坡　度：
灌溉設施：　　土層深度：
天然災害：　　過去產量：
病蟲害情形：　　防治情形：
生育情形：
＊過去肥料慣用種類及施用量(公斤/株/年)：
化學肥料：
氮素：1.8　　磷酐：0.7　　氧化鉀：1.4
有機質肥料：
興農長壽醱酵：10.0
石灰質肥料：
石灰石粉：4.0
＊土壤理化性質及各要素含量：

深　度	酸鹼度	交換性鋁	有機質	CEC質	地	有效性磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
cm		ppm	%			ppm	ppm	ppm	ppm
0-20	5.9	--	9.2	--	未測	328	919	2200	232
20-40	4.2	--	5.8	--	未測	284	261	332	40
40-60	0.0	0.0	0.0	0.0	未測	0	0	0	0

＊CEC(me./100g)：陽離子交換能量　　＊--：未測

分析項目	適中範圍	分析值	等　級	修正等級	肥料推薦量及其他建議
氮(%)	2.00-2.60	2.38	中	稍高	按慣用量減 1/6～1/4
磷(%)	0.12-0.14	0.19	高	------	按慣用量減 1/4～1/3
鉀(%)	1.20-2.00	1.93	中	------	按慣用量
鈣(%)	2.30-3.00	1.52	低	------	施白雲石粉 1.5 公噸/公頃，每年繼續施用以改變 pH 至 5.5-6.0 爲目標。
鎂(%)	2.30-3.00	0.23	低	------	同上
硼 ppm	21.0-150.0	22.4	中	------	不施。
銅 ppm	10.0-20.0	8	低	------	可能缺銅，應視果園實際情況或經再驗後，審慎推薦，以防銅在土壤中累積。
鐵 ppm	35-45	71	高	------	不施
錳 ppm	30.0-200.0	96	中	------	不施
鋅 ppm	20.0-90.0	25	中	------	不施

附註：1.因鉀鎂比例高，鉀用量應酌減。
2.以上推薦係屬初診，須經現場人員複診認可或修正後方可執行。複診結果應回報農試所便存檔。
3.複診結果：表土之 pH 較去年有改善，底土尚差，葉片鈣鎂低，施白雲石(苦土)建議深施，儘量混入下層土。

未來果園施肥合理化之加強重點

1. 落實葉片與土壤分析營養診斷調整施肥的工作，鼓勵農友勤作記錄，詳實記錄每回施肥種類與用量，累記全年果園之總施肥量，估算每植株的三要素施用量，供第二年依營養診斷的結果進行施肥改善之憑藉與參考。(記錄的項目格式參見表12)
2. 果園選擇宜平地化，果樹植株修剪矮化，密植者進行疏刪，以利施肥噴藥採收之作業或機械操作，不僅增加光照促進省工管理。
3. 施肥習慣宜調整爲少量多次，配合生育期需要適時施用以提高肥效，果實發育期如逢乾旱，坡地果園需重視灌溉管理與設施，平地的水分管理除灌溉外，宜注意改善排水，避免鹽分毒害物質累積之問題。
4. 推行植生覆蓋或草生栽培，果園植體殘株或收穫物之非經濟部分力求回歸土壤以保育水土。

宜蘭地區寄接梨合理化施肥示範

詹朝清

花蓮區農業改良場蘭陽分場

前　言

行政院農業委員會爲因應台肥公司民營化，提早傳達肥料政策轉變訊息，避免化肥價格漲幅過大，採逐年減少前糧食局銷售肥料補貼方式，以六年爲期，至第七年即不再補貼，同時擴大推動合理化施肥，藉推荐施肥田間示範，適度減施化學肥料，減輕肥價上漲的衝擊，及兼顧環境生態，維護農田土壤永續利用，達成配合行政院核定肥料政策調整方案爲目標。

近年來栽培橫山梨果農以人爲落葉方式進行產期調節，或以橫山梨徒長枝寄接高品質溫帶梨花芽，生產「寄接梨」以提高橫山梨之經濟效益，宜蘭縣於 20 多年前由三星鄉萬德村果農李坤養先生在水田種植橫山梨 0.2 公頃並嫁接梨山的溫帶果樹成功後，發展出新興高價值的經濟作物。目前已建立出三星鄉上將梨、冬山鄉山水梨、員山鄉樂水梨等品牌。又宜蘭縣休耕面積達 10,000 多公頃，爲配合農民覓求適當作物，行政院農業委員會花蓮區農業改良場除積極研究開發新作物品種外並配合本項作物辦理各項栽培技術肥培管理試驗以改善品質。經調查統計農民單位面積之化學肥料施用量顯著偏高，造成土壤理化性惡化及作物生產成本提高，有鑑於此，積極輔導農民，採行經濟合理施肥措施，減少化學肥料的施用量，以維護農地長期生產力及生態環境並配合永續農業發展特辦理本項示範。

實施方法

本場於示範前參照各地區土壤特性、作物栽培模式，應用作物需肥診斷技術，依據土壤肥力分析、葉片營養診斷或作物施肥手冊分別推薦土壤管理與合理施肥法。並印製各項作物合理化施肥推荐手冊及土壤與施肥管理實施情形紀錄表，分發農民使用。本次示範 88 年 4 月～89 年 8 月，地點在宜蘭縣三星鄉大隱區段，經土壤及葉片植體採樣診斷分析結果，本區段土層淺、質地中粗、保肥力偏低、肥效快、肥料易於流失，建議少量多次施肥或改變施肥方式（養液噴灌、葉面施肥等），土壤養分中等，缺硼鎂，葉片鈣含量偏低及缺乏鎂，因此微量元素要補充，土壤 PH 在 5.5～5.7，屬於微酸性土壤，建議施用石灰資材、白雲石粉，每公頃 1 公噸予以改良。葉片含氮量高於標準濃度，故應減少氮肥施用量 1/4 ～ 1/2，對照區每株肥料三要素施用量 N:P:K=2.68:1.62:2.31 公斤，示範區推薦施肥量每株 N:P:K=1.73:1.62:1.64 公斤，有機質肥料可選數種分年輪流使用，或選 2～3 種同時施用。

（一）土壤分析

在寄接梨收穫後採取土壤分析結果顯示（表一），施肥示範區 pH 值示範前後爲 5.6 及 5.7，對照區均爲 5.5，均屬於微酸性土壤低等級之範圍，有機質含量示範區平均分別爲 5.2 及 5.3%，對照區平均分別爲 4.9 及 5.0%；均屬於高等級之範圍。有效磷含量示範區平均分別爲 118.5 及 108.8ppm，對照區平均分別爲 146.6 及 146.3ppm，均屬於高等級之範圍，有效鉀含量示範區平均分別爲 281 及 161ppm，對照區平均分別爲 208 及 236ppm，均屬於高等級之範圍。由此土壤分析結果得知，經示範後有降低之趨勢，而且寄接梨果園肥料施用量有過多及浪費之現象，今後仍應繼續以合理化之施肥予以校正。

表一、寄接梨合理化施肥示範區與一般施肥對照區之土壤分析

處理 \ 調查項目		採樣日期	酸鹼度 pH	有機質 OM(%)	有效性鉀 K_2O(ppm)	有效性磷 P_2O_5(ppm)
示範前	示範區	88.8.16	5.6	5.2	281	118.5
	對照區		5.5	4.9	208	146.6
示範後	示範區	89.5.16	5.7	5.3	161	108.8
	對照區		5.5	5.0	236	146.3

（二）葉片分析

示範前後在寄接梨果實肥大期採取未結果枝條之葉片分析其營養元素含量顯示（表二），寄接梨合理化施肥示範區葉片氮、磷及鉀含量示範前平均分別爲 2.81、0.20 及 1.36%，示範後分別爲 2.94、0.22 及 1.28%，屬於高等級、高等級及中等級之範圍；一般施肥對照區示範前平均分別爲 3.16、0.26 及 1.46%，示範後分別爲 3.96、0.31 及 1.36%，屬於高等級、高等級及中等級之範圍。由此寄接梨葉片分析及根據降低寄接梨生產成本推廣手冊梨園之土壤與葉片分析營養診斷，梨暫定之葉片要素濃度適宜範圍（表三）比較結果得知，寄接梨植體有發生部份營養過剩及浪費的現象。

表二、寄接梨合理化施肥示範區與一般施肥對照區之葉片分析資料

處理 \ 調查項目		採樣日期	氮	磷	鉀	鈣	鎂	鐵	錳	銅	鋅
			%					ppm			
示範前	示範區	88.4.16	2.81	0.20	1.36	0.87	0.21	66	48	3	30
	對照區		3.16	0.26	1.46	0.86	0.21	54	50	4	36
示範後	示範區	89.5.12	2.94	0.22	1.28	0.68	0.24	53	50	3	36
	對照區		3.96	0.31	1.36	0.71	0.31	56	52	4	38

表三、梨暫定之葉片要素濃度適宜範圍

元素別	氮	磷	鉀	鈣	鎂	鐵	錳	銅	鋅	硼
	%					ppm				
葉片要素適宜範圍	2.00	0.12	1.20	2.30	0.25	35	30	10	20	21
	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|
	2.6	0.14	2.00	3.00	0.50	45	200	20	90	150

※資料根據降低寄接梨生產成本推廣手梨園之土壤與葉片分析營養診斷 p.53

果實產量性狀、糖度和經濟效益

合理化施肥示範區和一般施肥對照區之寄接梨產量性狀和果實糖度調查結果顯示（表四），示範區寄接梨果徑在 7.4～9.6 cm，核徑在 1.9～3.5 cm之間，而對照區分別在 7.3～9.4 cm及 2.0～3.6 cm之間，示範區及對照區果粒重平均分別爲 291.4 及 289.8 g，一穗果粒數平均分別爲 4.3～4.4 粒，果實糖度平均分別爲 13.0 及 12.8° Brix，每株產量平均分別爲 53.7 及 52.0 公斤／株，合理化施肥示範區比一般施肥對照區產量可增產 3.3%和提昇果實糖度 0.2° Brix，可見過量的施用肥料，對整個寄接梨產量非但沒有實質幫助，反而降低了果實的糖度。

表四、寄接梨合理化施肥示範區與一般施肥對照區之產量與品質

調查項目／處 理	果徑 cm	核徑 cm	果粒重 g／粒	果粒數 粒／穗	糖度 ° Brix	產量 公斤／株	產量 指數
示範區	7.4～9.6	1.9～3.5	291.4	4.3	13.0	53.7	103.3
對照區	7.3～9.4	2.0～3.6	289.8	4.4	12.8	52.0	100

寄接梨合理化施肥示範區和一般施肥對照區之經濟放益分析結果顯示（表五），11 年生寄接梨合理化施肥示範區，每株生產成本 3,870 元，低於一般施肥對照區的 3,950 元，合理化施肥示

範區每株純收益有 1,500 元，高於一般施肥對照區每株 1,250 元達 20%。可見寄接梨合理化施肥除可降低肥料成本，亦可增加公頃產量及提昇果實糖度，提高農民收益，更可避免土壤污染，維護自然生態。

表五、寄接梨合理化施肥示範區與一般施肥對照區之經濟效益

調查項目 / 處理	產量 (公斤/株)	價格 (元/公斤)	產值 (元/株)	生產成本 (元/株)	收益 (元/株)	指數
示範區	53.7	100	5370	3870	1500	120.0
對照區	52.0	100	5200	3950	1250	100.0

結　論

經示範調查結果，對照區每株肥料三要素施用量 N:P:K=2.68:1.62:2.31 公斤，與示範區推薦施肥量每株 N:P:K=1.73:1.62:1.64 公斤，對照區之氮肥及鉀肥施用量明顯的比示範區超量許多，約有 4～5 成左右，經示範後土壤與葉片分析結果得知，寄接梨果園肥料施用量均有過多及浪費之現象，但示範區有降低之趨勢，今後仍應繼續以合理化之施肥予以校正。尤其是在宜蘭地區強酸性的土壤，更須依據土壤、葉片植體分析結果及參考農林廳編印「作物施肥手冊」所提示，配合管理經驗才不致浪費肥料，並可選擇肥效高之資材，依據分析推薦採用合理施肥量及施肥法，將可發揮最高肥效，生產量豐質好的寄接梨，進而可以增加農民之收益。

不同有機資材之特性及其施用技術

林毓雯　王鍾和

行政院農業委員會農業試驗所農化組

前　言

自人類歷史進入農耕時代以來，有機資材在田間的使用即非常普遍。尤其在早期化學肥料尚未普及以前，環境中所能取得的有機資材，就是肥田的唯一物料，諸如作物殘體、動物糞尿等都是廣爲使用的資材。化學肥料價格便宜以後，因爲肥效迅速、體積小、施用方便，因此有機資材的使用被大量取代。一直到最近，由於環保意識抬頭，廢棄物的處理受到重視，再加上化學肥料長期不當施用後，常造成部分養分的累積及微量要素的缺乏等土壤劣化的現象，有機資材的使用又再度受到重視，在各種作物栽培上廣爲應用。

有機資材大多具有體積澎鬆、富含有機成分的特性，施用到田間可改善土壤物理性、化學性或生物性，進而促進作物的生長。然有機資材種類繁多，成分各異，不同資材養分釋出特性不同，即使商品名稱相同之有機質肥料，其肥效也會隨原料成分而異。因此在施用前有必要對其肥分進一步了解，並充分配合作物的生理需求及土壤環境特性，方可確實掌握其施用技術，達到增加收益、提高品質、減少環境污染的目的。

有機資材的特性

有機資材普遍具有體積澎鬆、富含有機成分的特性，肥分則因資材的成分而異。目前本省農民使用在田間的有機資材種類，包括市售有機質肥料、作物殘株、綠肥、糞尿、自製的堆廄肥等。而根據肥料品目及規格表，把有機質肥料類分爲植物渣粕肥料、副產植物質肥料、魚廢物加工肥料、動物廢渣肥料、副產動物質肥料、乾燥菌體肥料、氮質海鳥糞肥料、禽畜糞加工肥料、禽畜糞堆肥、垃圾堆肥、雜項堆肥、混合有機質肥料、雜項有機質肥料、雜項有機液肥及等品目，因此施用到田間的有機資材種類之多可見一斑。要確實掌握有機資材的施用技術，有必要對資材的成分、分解特性作詳細的了解。

1.有機資材的成分

由於有機資材的種類繁多，因此成分差異很大。以肥料成分中的氮素含量多寡而言，依序爲污泥、油粕類、禽畜糞及禽畜糞堆肥，作物殘株則一般含氮量較低；磷鉀含量則以禽畜糞及禽畜糞堆肥較高，其中尤以家禽糞尿含量最多，而作物殘體含量較低。若以有機資材乾物部分的組成而言，作物殘株含有較高的粗澱粉、纖維素、木質素等碳水化合物，禽畜糞及禽畜糞堆肥則含有較高的灰分（表一）。

表一、常見有機材料之成份

	全碳	全氮	C/N	灰份	粗澱粉	纖維素	木質素	粗蛋白
污泥	44.2	7.0	6.3	14.9	11.6	7.5	13.6	43.6
發酵牛糞	25.8	2.7	9.5	51.4	4.1	5.2	25.1	17.0
完熟堆肥	27.1	2.5	10.9	45.1	6.7	6.8	21.3	15.6
乾燥牛糞	30.9	2.0	15.5	39.8	10.9	15.9	17.3	12.4
中熟堆肥	31.4	2.0	16.1	37.7	7.9	13.4	25.4	12.2
樹皮堆肥	37.6	2.0	189.3	33.2	4.9	12.2	36.7	12.2
未熟堆肥	33.4	1.6	20.9	26.9	11.1	29.6	18.8	10.0
木屑堆肥	42.2	1.9	22.0	16.2	7.8	30.4	30.3	12.0
發酵製紙渣	31.0	1.1	28.5	43.3	4.2	15.7	24.2	6.8
水稻根	41.1	0.9	45.9	15.5	22.8	31.8	17.1	5.6
稻桿碎片	39.1	0.7	59.3					
稻桿粉末	39.1	0.7	60.2	12.8	25.0	37.0	11.2	4.1
稻谷殼	40.1	0.5	74.1	18.6	16.3	41.9	20.6	3.4
小麥桿	42.2	0.3	126	10.9	21.6	48.2	15.5	2.1
製紙渣	40.6	0.3	140	18.1	6.8	55.2	15.3	1.8

鋸木屑	50.4	0.2	242	1.3	10.9	48.2	30.5	1.3
試藥木質素	66.5	0.1	923					

（資料來源：洪，1995）

2.有機資材之分解

有機資材添加到土壤中以後，由於其含有微生物所需的營養，微生物繁殖時會從有機資材中取得養分，其中以碳素及氮素最爲重要，除了用來合成微生物體之外，另一方面是供應新陳代謝所需的能量。因此，有機資材的成分會隨著微生物的活動而分解，分解的過程中有機成分漸漸減少、體積變小、氮素及無機養分的百分率增加。影響分解的因子包括資材本身的成分及其他環境因子如：溫度、水分、空氣、無機養分等。

針對不同資材的分解特性，學者已經進行許多研究，大致可分爲難分解型與易分解型兩種:難分解型一般是以稻殼、樹皮、木屑、作物殘株等含豐富纖維質的資材堆製腐熟而成之有機質肥料，氮、磷、鉀三要素含量較少；易分解型一般以氮、磷、鉀三要素含量高的禽畜糞、動物性廢棄物、油粕類等資材腐熟而成之有機質肥料，含纖維質較少，其所含養分在土壤中分解釋放較快。糞尿類肥料中又以新鮮糞尿比堆肥化過的易於分解，家畜糞中則以雞糞的分解最快，其次依序爲豬糞、肉牛糞、綿羊糞、乳牛糞。至於作物殘株的分解方面，一般豆科作物的分解比非豆科作物快，分解速率依序爲三葉草＞花生＞大豆＞燕麥＞高梁＞小麥＞玉米。

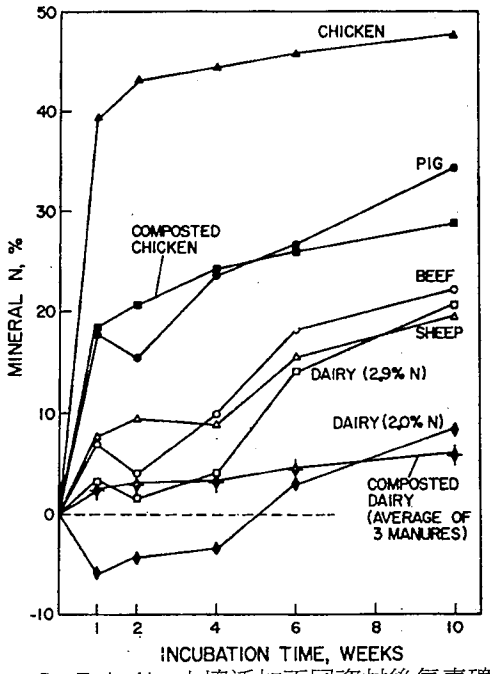
3.有機資材的氮素礦化特性

有機資材中氮素絕大多數爲有機態，必須先經過微生物分解後釋出無機態氮素，才能供作物吸收利用，這種氮素由有機態轉爲無機態的過程即稱爲礦化作用。由於有機資材的肥效主要決定於氮素的供應量，因此，其氮素礦化特性與資材的施用技術有密切的關聯。

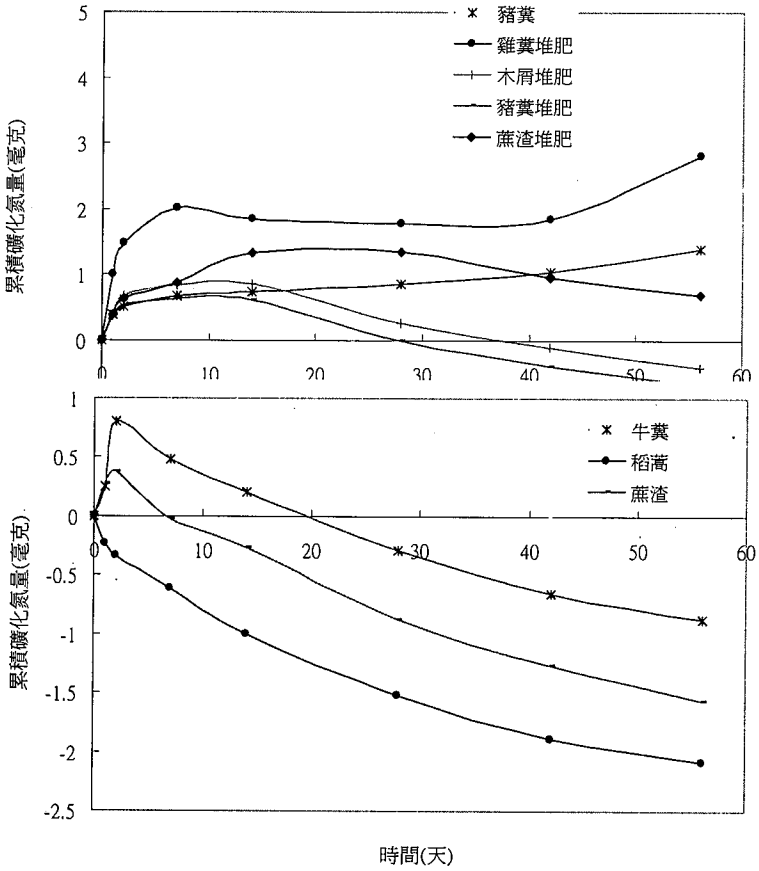
根據以往對有機資材氮素礦化特性的研究資料顯示，大部分的糞尿類及堆肥資材，會在施用初期不斷有無機氮素釋

出，大約 1 到 2 週後達到高峰後，維持一段時間（長短因資材而異）無機氮素增加極少或甚至降低，之後會有第二波的氮素釋出，尤其以豬糞及雞糞兩種資材其氮素釋出可持續達 6 個月以上。另外，含纖維質高的有機資材如：稻草、木屑、蔗渣等，則自施用後皆呈現無機氮素減少的現象，表示這類資材不但不能供應作物氮素，還會用掉土壤中的氮。至於含氮量高的有機資材如：豆粕，施用初期會有一段微生物分解的遲滯效應，無機氮素釋出極少，這段時間大約維持 2、3 天，之後氮素就會大量放出，一直持續到 2 週後釋出量才漸漸減少，總計兩週氮素釋出量幾乎占 36 週釋出量的三分之二。

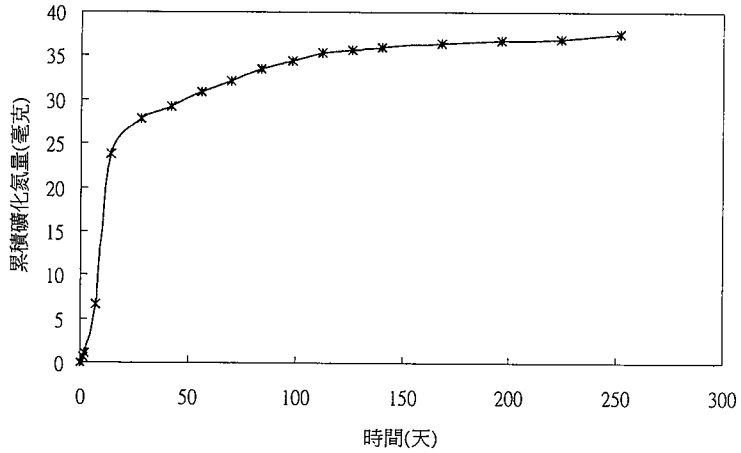
若對資材的成分加以分析，可發現氮素礦化特性與資材本身的碳氮比有相當大的關聯。由於微生物需要從資材中獲取碳及氮源以合成體質，且其體質本身的碳及氮有一定比例，因此資材的氮素含量及碳氮比，常左右資材分解過程可否有多餘的氮素釋出，一般碳氮比越低者氮素越易礦化，當有機資材的碳氮比在 15 至 20 以下時，經微生物分解後，能有多餘的無機氮素釋出供作物吸收。



圖一、SanEmigdio 土壤添加不同資材後氮素礦化曲線
（資料來源：Castellanos and Pratt，1981）



圖二、有機資材孵育 8 週之氮素礦化特性曲線



圖三、豆粕之氮素礦化特性曲線

有機資材的功用

(1)改善土壤物理性

由於有機資材質地酥鬆、表面積大、顏色深等特性，因此可增加及穩定土壤團粒，改善土壤構造，增進土壤通氣性及保水力，有助於根之穿透，使植物生長良好，且減少土壤沖蝕。同時也可促進土壤吸收熱能，增加土壤溫度。

(2)改善土壤化學性

有機資材中含有植物所需養分，如氮、磷、鉀、鈣、鎂等，分解後可供植物吸收，且分解所產生的有機酸等，可溶解及吸附被土壤礦物固定的無機營養元素，增加其有效性、提高土壤的保肥能力。另外有機資材中也含有植物生長的活性物質，如維他命及荷爾蒙等，可促進植物生長。

(3)改變土壤微生物相

有機資材富含微生物生長所需的養分，因此可使土壤微生物相多樣化，微生物活性增加，減少病原菌生長。

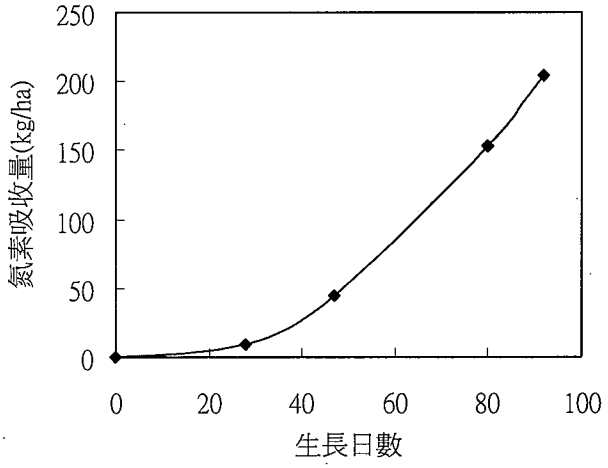
作物的養分需求

不同作物之生長期及養分吸收特性不同，不同時期之氮素礦化量對不同作物的影響各異，大部分作物在生長初期都需要氮素的供應，但由於植株矮小，需要量並不大，對於中長期作物而言，其氮素吸收高峰期則多在發芽後一個月至兩個月之間。

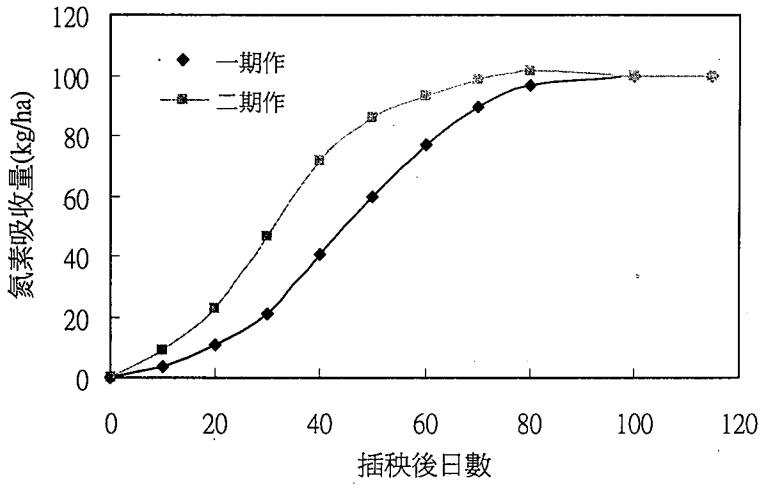
以個別作物來看，大部分蔬菜作物由於生長期較短，具有在短時間內吸收大量養分及水分的生理特性。尤其葉菜類蔬菜之生育期更短，除了初期生長較緩，養分吸收較少外，隨後即快速的生長及吸收養分至收穫為止。根菜類蔬菜由於生長中後期根部肥大時，原地上部植株所含之營養要素可再

轉移至收穫部位，因此除了生育初、中期對三要素肥料的需求外，生育中、後期更需有充分之磷、鉀吸收促進根部肥大，葉菜類蔬菜之結球菜類亦是類似情形。果菜類蔬菜由於開花後有一段時間是營養生長及生殖生長同時進行，因此除了生育初期對三要素的需求，生長中、後期的養分供給亦相當重要，尤其是與開花結果有密切相關之磷、鉀肥之施用。豆類蔬菜如接種根瘤菌時，因有固氮之功能，故氮素肥料量可減少，以利發揮固氮的功能。

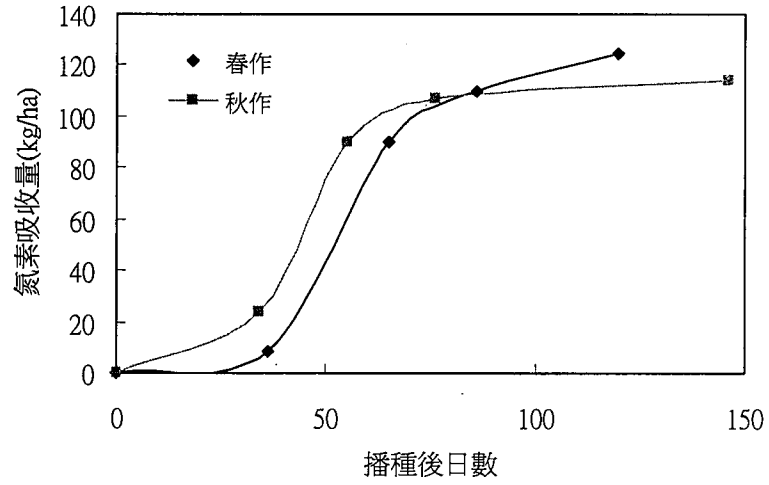
穀類作物則初期植株小，養分吸收少，到了生育中期，營養生長旺盛，養分吸收量大幅增加，至於生育後期之生殖生長期，養分大量由葉轉移至子實，由土壤中吸收的養分又降低。以本省的水稻而言，氮肥吸收高峰期一期作約在插秧後 30 至 60 天，二期作則在 20 至 50 天。玉米之氮素吸收高峰期則在膝高期至雄穗抽出期之間，以台農 351 而言，約為播種後 30 至 60 天之間。



圖四、甘藍之氮素吸收特性（資料來源：連，1974）



圖五、水稻之氮素吸收特性(資料來源：王，1975)



圖六、玉米(台農 351)之氮素吸收特性(資料來源：王，1993)

有機資材施用技術

1.資材的選擇

施用有機資材的目的各不相同，有爲了增進土壤肥力，也有爲了改善土壤物理性、生物性等，因此，要先對不同有機資材的成分及分解礦化特性加以了解，再配合田間實際需求加以選擇。一般若爲了增加土壤肥力，則應選用含肥料成分高者，如：乾燥禽畜糞、禽畜糞堆肥、綠肥、油粕等易分解的資材；若是爲了改善土壤通氣、排水等物理性，則應選用含肥分少、疏鬆的資材，如：蔗渣、泥炭、樹皮堆肥等；如果是爲了改善土壤的微生物相，則可視需求選用各種添加微生物菌體的有機資材，諸如添加固氮菌、溶磷菌、菌根菌等有機資材。

2.施用量

有機資材的肥效主要決定於氮素的釋出量。不同資材氮素的釋放特性不同，而且不同作物之生長期及養分吸收特性也不同，因此對於施用量的決定要謹慎，並非所有資材對同一種作物都有同樣的肥效，而同一種資材對不同作物肥效也不會相同。

一般豬糞堆肥肥效的估算，是以所含總氮素的二分之一爲可釋出氮量，牛糞堆肥氮素釋出較少，故可以總氮的三分之一來估算。泥炭等資材由於含氮量低，一般多用來改善土壤物理性，可不必考慮其肥分，但施用量大時，也要把化學氮肥酌量減少。

另外，有機資材一般作爲基肥一次施用，且部分有機資材在製成的過程會添加或產生相當量的無機氮素，因此除了考慮其總氮量外，對於無機氮素的量也必須留意，以免一次太多無機氮素造成對種子及幼小植株的傷害。

3.施用方法

(1)基肥:基肥通常都於種植前施下，水稻及葉菜類採全面撒施後耕犁;瓜果類或根菜及結球菜類可以按一定距離條施，

以耕耘機或培土機作畦後種植，或於作畦後在畦中央開溝施下有機肥，覆土後種植於畦兩邊；大型瓜果類蔬菜穴施混土之效果佳；果樹則可採全園撒施或環施。

(2)追肥:短期性作物施用化學肥料時，多數使用基肥即足夠其全期生長之需要,但一些長期性作物或者栽培有機蔬菜，亦有施用有機質肥料爲追肥。追肥使用量視作物種類和生長時期而不同，短期葉菜採取撒施在地面距離基部約 10cm 左右；條狀種植的作物如瓜果類或根菜及結球菜類、糧食作物的玉米、高梁等，則條施於植株基部附近；果樹則可採全園撒施或環施。如果使用含氮較高之油粕類有機資材或油粕液肥則可獲得較快效果。

4.施用注意事項

(1)作物的每一生長時期對養分之需求量不同，故理想的施肥方法要能配合作物的生長時期，適時適量的施用肥料。有機質肥料施於土壤中需經過分解過程始可釋出作物所需養分，即使是充分腐熟的堆肥，也不能克服適時適量供應作物足量的養分之困難。故有機質肥料的施用若能配合適量化學肥料，更符合經濟效益。

(2)未經腐熟的有機資材施用之後，必須經過分解才能釋出有效養分，且在分解過程會釋出對作物根系有害物質（如有機酸），因此有必要提前施用，使經過部分分解後再種作物，以免造成對作物的傷害或是初期養分不足的現象。例如豆粕、綠肥等資材，必須於作物種植兩週前即施用。

(3)有機質肥料不能與石灰資材混合一起施用，以免所含之氮素在鹼性環境中，以氨氣型態揮散。其次，排水不良的土壤應避免一次施用多量有機質肥料，造成土壤在嫌氣狀態下，引起作物根部的傷害。

(4)有機資材必須經過分解才能釋出養分，假如每年添加到土壤中資材的量超過被分解的量，久而久之會造成有機質及養分的蓄積，影響耕地及地下水的品質，因此施用時不能只考慮單作的需要量,應該把前作的殘留量也一併計算。

其次，有機資材的施用量一般均以氮素含量來推估，但許多資材中含有相當量的磷鉀（如禽畜糞堆肥），磷鉀移動性不如氮素大，長期施用也會造成養分失衡，所以使用此類資材時，有必要搭配適當化學氮肥或高氮素有機資材一起使用。

(5)市售有機質肥料由於部分原料來源含有重金屬，如禽畜糞中通常含有來自飼料添加物中的銅、鋅。重金屬在土壤中的移動性很低，長期施用會造成重金屬的累積。因此在資材的選用上最好能以不同原料者互相搭配(如作物殘體、禽畜糞、豆科綠肥)，以減低對環境的衝擊。

堆肥液在有機果菜栽培之應用

江志峰 王鐘和 黃維廷

農委會農業試驗所農業化學組

摘 要

堆肥液爲腐熟完全的堆肥經水萃取後所得到的萃取液，近年來爲國外從事有機農業農民所使用於病害防治與養分補充的溶液。本文除介紹堆肥液與製造方法外，另探討國內堆肥製造堆肥液的可行性及其效果，在一項試驗中，篩選適當之有機質肥料，進而製造堆肥醱酵液，並進一步探討對胡瓜及洋香瓜生長使用效果及病害(葉生性病害)之防治效果。由收集國內常用的二十種有機質肥料，進行全成分分析，根據有機質肥料之夾雜物有無、鋅銅之含量超過標準與否，含鐵量過高與否亦爲篩選爲基準，再選擇其中六種有機肥進行堆肥液製造，針對堆肥液之品質，進一步篩選兩種堆肥液在簡易溫室中參加胡瓜和洋香瓜之栽培試驗。結果顯示，兩種堆肥液對兩種作物的白粉病均有防治效果，其中代號 A 的堆肥液效果最好，兩種作物中以洋香瓜的效果較好與對照（未作任何處理）相比之發病葉數指標值爲 23% ，與化學藥劑相當。由參試堆肥液之 EC 值與白粉病病葉數、指標值之相關分析顯示，堆肥液防治效果之好壞與堆肥液之 EC 值有顯著之正相關關係，未來利用堆肥液防治胡瓜或洋香瓜的白粉病仍有必要進一步進行田間試驗，同時對其防治機制進一步加以探討。

關鍵詞：堆肥液、胡瓜、洋香瓜、葉生性病害、白粉病、有機質肥料

前　言

堆肥具有抑制作物病害的特性，很早即被發現，且自 1973 年來一直爲被研究的對象(Hunt et al, 1973)，而最近的研究則於堆肥液體抽出液用於作物病害的防治。由於農業的永續經營逐漸受到重視，當中在有機農耕的作法下，近年來，堆肥也逐漸的恢復使用，也包括新型式的堆肥資材，如醱酵工業的廢棄物、造紙工業廢棄物等。

目前國內有機農業的實施，在病蟲害的防治的措施上概可分爲(1)栽培防治(2)物理防治(3)生物防治(4)自然農藥防治(謝，1998)，用拮抗性微生物或有益微生物防治作物病害是其中的方法，但以單一菌種想達到防治的目的，常無法有顯著的效果，其中有研究指出，在複雜田間的條件下，對於真菌性的植物病害，以生物性的防治方法控制，常無達到很好的效果，不論以土壤中的微生物或其代謝物去誘導作物對病原菌產生抗性，或常從田間土壤分離得到的 *Pseudomonas spp.* 去抑制病原菌如 *Erwinia carotovora* 等。但是以經堆肥化生物方法改善土壤性質，能有效的抑制土傳性的植物病害(Hoitink, 1980；Lumsden et al., 1983；Hoitink and Fahy, 1986；Hadar and Mandelbaum)，其中堆肥液的開發爲其方法之一。

本文之主要目的在於介紹國外堆肥液發展的過程，並藉由筆者過去兩年所從事有關於堆肥抽出液應用於溫室有機瓜果之栽培的試驗結果，試著開發出本土性的堆肥抽出液爲有機農民使用，當施用作物時對其生長之影響及減輕白粉病之效果，以探討產品的穩定性及將來商品化的可能性。

(一)堆肥液(茶)之定義

堆肥液又稱堆肥茶(compost tea)是美國農部新近推介給該國有機栽培農民使用之新產品，具有促進作物生長且具

降低作物葉部病害之效果，是爲本世紀有機農業萌發之新技術(emerging technology)，已在美國植病學會會員間，掀起研究熱潮。堆肥液不同於堆肥抽出液，它可能在抽出過程中加入微生物的食物源釀造，是一些微生物生長的「起始劑」，更不同於淋洗液，雖然最後的產物可能同樣具提供養份與抑制病原菌的能力，但它可能在抽出過程中去除一些對作物有害的病原菌，在使用上增加其安全性。

(二)堆肥抽出液的作用機制

堆肥抽出液噴施於葉面上對其葉圈(phyllosphere)影響的活性物質，至今被鑑定出包括微生物細菌(*Bacillus* and *Pseudomonas*)、酵母菌(*Sporobolomyces* and *Cryptococcus*)、真菌(*Trichoderma*)和放線菌(*Penicillium*)，但無特定的菌種，在一些堆肥抽出液也有兼嫌氣菌和嫌氣菌的存在，因此，似乎是多類型微生物致使產生抑制病原菌的潛力，這也是目前爭論的地方，根據國外的研究(Cronin,1996)所提出，嫌氣性處理的堆肥液對蘋果黑星病(apple scab)的抑制較好氣性處理有較好的效果，此研究顯示病害的抑制乃由嫌氣性微生物產生代謝產物所作用，雖然如此，對於作用的機制而言，並無單一機制能解釋，就過去的研究可歸納四個機制：

1.抑制病菌孢子發芽
2.誘發寄主抗性
3.與寄主的拮抗與競爭作用
4.產生化學抑制劑。

從一些生物檢定(bioassay)的試驗照片可看出堆肥抽出液的效應，剛開始是一些活菌株的作用，但過濾或滅菌的方式處理抽出液，對病原菌也有減低其活性的效果，這可說明包括一些化學性的拮抗物質如酚類和氨基酸等(Trankner, 1992)，或者一些的代謝產物，如抗生素，其生物抑制活性在堆肥液中扮演一重要的角色。假如以預防性的施用堆肥抽出

液，無論在實驗室、溫室或是田間，其對於在葉上或是果實上的不同種真菌性病害，有顯著的的防治效果，是否與堆肥液中含多種代謝產物有關，或微生物與病原菌之間產生養份的競爭作用，抑或有其它因素，值得進一步探究。過去的研究顯示，堆肥液中含有微生物(尤其是細菌)對於它的活性是必要的(Stindt and Weltzien, 1988)，同時在其它的實驗也證明，誘導寄主產生抗性，也是堆肥液之所以會抑制效應的原因之一(Samerski and Weltzien, 1988)，因此，堆肥液抑制病原菌的機制，並不是單一的效應。國外的一項堆肥液對於大麥白粉病菌(*Erysiphe graminis*)的防治效果顯示，在未噴施堆肥液前，種植於施用堆肥土壤的大麥，其新生葉獲得一些的抗性，假如此時在噴施堆肥液，其防治的效果更好，因此，堆肥液的作用機制或許是一些不同抑制效用伴隨的結果。

(三)使用堆肥液當殺菌劑的製作探討

堆肥液因含有養分故亦可當做噴洒葉片之追肥使用，適時補充堆肥施用養分供應之不足。堆肥液製作簡單一般農民均可自行製造，值得在我國開發研究，轉移技術給廠商生產或農民直接製造利用。

堆肥液之製造，在歐美許多有機農法耕作者都有其秘密且獨特之配方，而且許多配方也正在被測試中，使能促進作物生長且減少病害之發生（Ingham and Alms, 1999）。而我們對於堆肥液之研究仍是處於一起始時期，無論學術部門或應用部門均有必要對有關影響之因子加以進一步之探討及瞭解（Ingham and Alms,1999）。堆肥液對於不同作物的病害，並沒有一致性，在製作過程及施用有四點值得研究。

1. 萃取量：一般新鮮的堆肥與水的比例爲 1：5-10，比例須經試驗後調整。
2. 萃取時間:一般爲 7-14 天,但 Urban and Trankner(1993)，

曾利用牛馬糞尿堆肥以 24 小時的萃取時間所製成的堆肥液能有效的防治豆類灰黴病。

3. 過濾：將堆肥液的上清液，以 200 mesh(75 micro)的篩網過篩，避免堵住篩孔，過濾前 8 小時，不要攪拌堆肥液。

4. 噴施：堆肥液噴施的器具需每隔一段時間消毒一次。

如果想要使用堆肥液，有必要先作一些試驗，同時必須注意若稀釋堆肥液後的效果，通氣的時間，最重要儘量使用新鮮的堆肥液。

(四)農產和商品化堆肥液對抗真菌性病害

國外有許多關於堆肥液對作物病害的研究相當多，Weltzein（1989）報告一些禽畜糞與蒿稈堆肥抽出液對胡瓜白粉病具有控制效果，對葡萄之白粉病及露菌病亦有防治效果；Yahalem et al.（1994）指出廢棄菇類堆肥之抽出液則對蘋果黑星病（scab）具有抑制效果；馬糞堆肥之抽出液則對葡萄葉片病原菌（*Pseudopeziza fracheiphila*）具有抑制作用，而且田間防治效果良好（Ketterer and Weltzien,1987）；Kai et al（1990）則指出樹皮堆肥抽出液則對鐮刀菌引之萎凋病具有抗菌作用。同時也有堆肥液的商品上市及開發各種生產堆肥液的器具，或許可讓我們尋找出一條適合我國農民利用堆肥液的模式，及讓堆肥製造廠開發另一個商機。

材料與方法

一、堆肥液的篩選與製作

1.製作堆肥抽出液之有機質肥料篩選。

本研究第一階段首先由中、彰、投及其他縣別收集 17 種有機質肥料進行成分分析，進而淘汰 Cu、Zn 及 Fe 含量不

合規定或含夾雜物者，再行選取六種有機質肥料進行堆肥液製作進而再選取兩種堆肥液參試。

2.堆肥水溶液之製作方法係修正於德國學者 Heinrich Weltzein (1986)所發展出的方法則使用 10L 之塑膠桶以堆肥（乾重）：水＝1：3 之比例裝於廢棄之麵粉袋，每天攪拌一次，浸漬 7 天後以紗布過濾供試。

二、溫室試驗

1.參試作物：胡瓜、洋香瓜

2.試驗處理：(1)未噴施任何液劑(對照) (2)噴施自來水 (3)A 堆肥液 (4)B 堆肥液，另於胡瓜試驗中加蘇打水處理、洋香瓜試驗中加蘇打水及藥劑(撲克拉猛)的處理。以上處理約每 7 天噴一次。盆栽採泥炭土爲介質。

3.病害及產量調查：白粉病調查則利用發病作爲判定防治效果之指標及調查每棵作物之產量。

結果與討論

(一)堆肥液的抑病效果

堆肥液的抑病效果是對所有作物都有一致性。參試作物爲胡瓜和洋香瓜的栽培試驗中，各種處理兩作平均對胡瓜和洋香瓜白粉病防治效果，如表一和表二所示。結果顯示對白粉病之防治效果，在胡瓜試驗中，堆肥液以 A 廠牌（代號爲 CH）之效果最好，指標值爲 48% ，值得注意的是蘇打水 0.5% 加 Tween 展著劑平均爲 22% 。洋香瓜的試驗中，顯示 A 廠牌（代號爲 CH）堆肥液維持良好之白粉病防治效果，指標值爲 23% 與藥劑撲克拉猛的抑病效果類似，B 廠牌和噴施小蘇打水 0.5% 加 Tween 展著劑，在洋香瓜白粉病抑病效果的表現上亦類似。兩種堆肥液對兩種作物於白粉病抑制效果上，A 堆肥液較 B 堆肥液爲佳，若以抑制效果當成一種結果，兩種

堆肥液誘使作物產生抗性的機制，洋香瓜似乎較胡瓜有好的表現。

表一、 溫室胡瓜噴施堆肥液白粉病病葉數調查

處理項目	抽出時間(天)	病葉數	「指標值（%）
對照（無處理）	—	6.25	100
噴水處理	—	4.67	75
A 堆肥液（CH）	7	3	48
B 堆肥液（CC）	7	3.8	61
蘇打水	—	1.4	22

「指標值爲與對照病葉數之比值

表二、 溫室洋香瓜噴施堆肥液白粉病病葉數調查

處理項目	抽出時間(天)	病葉數	指標值（%）
對照（無處理）	—	64	95
噴水處理	—	67.3	100
A 堆肥液（CH）	7	15.3	23
B 堆肥液（CC）	7	26	39
蘇打水	—	25.8	38
藥劑(撲克拉猛)	—	16.9	25

「指標值爲與噴水處理病葉數之比值

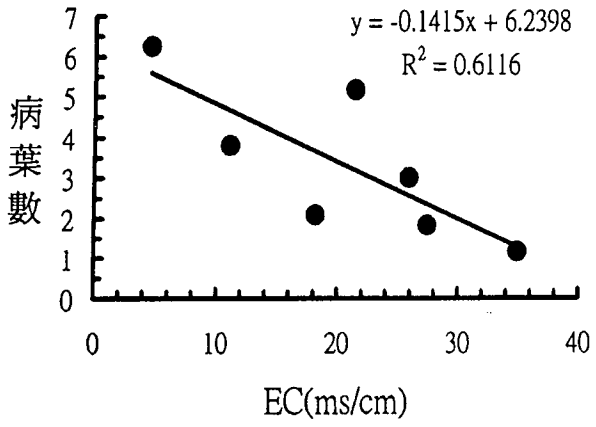
另觀察堆肥液之防治效果似乎與堆肥液之 EC 值有密切之關係，在胡瓜的試驗中結果顯示 EC 值與病葉數及指標值分別有良好之相關性（如圖一及圖二），然高 EC 值對作物葉肥傷的嚴重性，是否須加以稀釋使用，抑或以肥培管理方式控制，都須進一步探究，以提高堆肥液的商品化。

(二)堆肥液商品化的可能

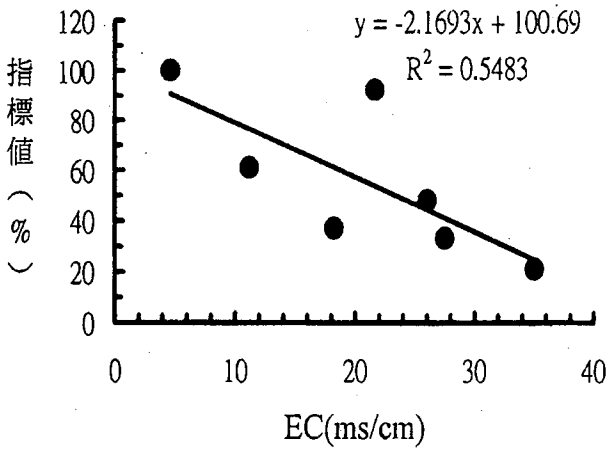
一般而言堆肥液防治作物病害是容易理解，但如何施用而且有效，操作上是不容易的，因爲堆肥資材的來源是各式

各樣，而使得堆肥液的性質不穩定因而限制它商品化的可能，然而堆肥液不同於堆肥淋洗液，但也必須定義堆肥液的品質，以能得到在田間一致性的效果，在歐洲強調以堆肥的年齡做爲標準，以枯葉殘莖爲資材的堆肥，它的病害抑制性會從三個月後慢慢減少，以馬及乳牛糞尿爲資材的堆肥可以保持有9-12個月的抗真菌性病害的性質(Dittmer,1990)。

堆肥液的保存期限也是商品化的問題。一般堆肥液必須於萃取後 7 天內施用完，但在另一研究也指出，以乾燥堆肥形態和過後再以水萃取出堆肥液的抗病原菌的自然農藥性質其可保存較長的時間(Dittmer,1991；Trankner, 1995)。



圖一、堆肥液EC值與胡瓜白粉病病葉數相關關係



圖二、堆肥液 EC 值與防治胡瓜白粉病指標值

主要參考文獻

1. 謝慶芳 1998 病蟲害自然防治法 pp. 45-57 農作物有機栽培技術專刊 陳榮五 主編 台中區農業改良場 彰化 109pp。
2. Grobe, K.1997 It's a new era for farm compost. Biocycle 38:52-54.
3. Ingham, E.R. and M. Alms 1999 Compost Tea, Manual 1.1, Soil FoodWeb, Inc.,pp42.
4. Kai, H. T. Ueda and M. Sakaguchi 1990 Antimicrobial activity of bark-compost extracts. Soil Biol. Biochem. 22:983-986.
5. Ketterer, N. and H. C. Weltzien 1987 Studies on the effect of compost extract on the infection of grapevines by *Pseudopeziza tracheiphila.*
6. Weltzein, H. C. 1989 Some effects of composted organic materials on plant health. Agri. Ecosys. And Env. 27:439-446.
7. Cronin, M.J., D. S. Yohalem, R.F. Harris, and J.H. Andrews. 1996.

Putative mechanism and dynamics of inhibition of the apple scab pathogen Venturia inequalis by compost extracts. Soil Biology & Biochemistry. 28：1241-1249.

8. Hashimoto H. 1977 Theory and Application of Orgaic Soil Amendment, p. 25. Noubunkyou, Tokyo (in Japanese).
9. Hoitink H. A. J. and P. C. Fahy 1986 Basis of the control of soilborne plant pathogens with composts. Annual Review of Phytopathology 24：93-114.
10. Matsuguchi T. and T. Nitta 1988 Effects of organic amendments on root development and the rhizosphere microflora of moncropped upland crops. Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutrition 59：1-11.
11. Papavizas G. C. and C. B. Davey 1960 Rhizoctonia disease of bean as affected by decomposing green plant materials and associated microas. Phytopathology 50：516-521.
12. Suzuki T. and S. Ishizawa 1965 Soil microorganisms, their activities and soil fertility. Bulletin of the National Institute of Agricultural Sciences 15：181-189.
13. Hoitink H.A., A.G. Stone , D.Y. Han 1997 Suppression of plant diseases by composts. HortScience 32(2):184-187.

作物合理化施肥研討會專刊

編　者：中華永續農業協會
　　行政院農委會農業試驗所
發行人：黃　欽　榮
　　林　俊　義
發行所：中華永續農業協會
　地址：台中縣霧峰鄉中正路 189 號
　電話：(04)23302301
承印者：信成文具印刷有限公司
　地址：台中市興中街 106 號
　電話：(04)22224617

中華民國九十一年九月出版　　非賣品



II-2

9 789868 003415
ISBN 986-80034-1-5 (平裝)