第八章　設施花卉病害發生與管理

張清安

一、前　　言

近年來國內由於經濟環境快速改善，對於觀賞花卉之消費不僅〝量〞大幅增加，而且在〝質〞之要求上亦給予栽培者頗大之壓力。早年本省花卉產業雖然在品種上之更替十分迅速，但是在管理技術上與先進國家仍有顯著差距。然而近年來由於有心業者之投入，各項栽培技術已有相當進步，尤其在設施環境之改良與發展上令人有目不暇接之感。利用設施栽培花卉之目的不外改變天候條件之限制，以提升花卉品質，調整產期及降低病害威脅。但是危害花卉之病害種類繁多，利用設施改變植物生長環境，雖然可減輕某些重要病害之發生，但也常會又創造出原來屬於次要病害之適當生長條件，而形成另一限制因子。事實上此種例子在近年來花卉設施栽培上已屢見不鮮。歸究其因，業者對於每一種花卉病害之發生習性與生態，並未全盤掌握，以致利用設施雖壓抑了某一重要病害，卻也創造出另一病害之發病條件，造成病害重覆輾轉發生，對花卉品質之提升未蒙其利，反受他害。舉例而言，近年來玫瑰之栽培應用防雨設施雖然大幅改善了雨水對花朵之摧殘，卻反而造就了最適合白粉病發生的乾燥環境，形成了另一個限制玫瑰品質提升之因子。爲使業者能全盤掌握花卉病害之發生種類與生態，供改善設施與管理技術之參考。本文就花卉重要病害之種類，發生生態與防治原則略作介紹，筆者才疏學淺，爲文仍有多方疏漏，尙請各方學者專家不吝指教。

二、病害之定義

影響植物生長之因子很多，因子之間又可能相互牽引而變動。通常對於外界因子變動所造成之逆境(stress)，植物本身有能力加以補償，但是當這些因子變動過大而超出植物所能忍受之範圍時，其功能便出現異常現象，此即所謂之病害。事實上不同植物對逆境之忍受範圍可能不同，補償之能力也有所差異。因此植物之健康與病害之分際基本上是一種動態的平衡，常隨各人主觀意識加以分別，是無法以統一的原則與標準予以界定。以農業生產的需求而言，病害通常是指植物受到外界因子之影響，造成其外觀，生長速度或開花結實等功能發生〝明顯〞異常之現象者稱之。根據影響因子之性質可將病害進一步分爲急性與慢性二種。如果外界因子是屬於突發性之劇烈變化，使植物短期內無法調適而發生不正常之生長，此稱爲急性病害(acute disease)或傷害(injury)。另外有些外界因素對植物之影響是屬於長期性緩慢累積，

使植物逐漸表現出不正常之生長與功能則稱爲慢性病害(chronic disease)。造成慢性病害之因子極爲複雜，可能是單因子所造成，也可能是由多種因子相互影響而成。慢性病害中，由生物性因子所引起者因具有傳染性，又稱爲傳染性病害(Infectious disease)，另外由非生物性環境因子所引起者，則因不具傳染性稱爲非傳染性病害(Non-infectious disease)也有人稱其爲生理障礙(disorders)。

三、急性傷害

花卉之栽培由於對觀賞品質之要求較高，通常比其他作物在栽培管理上受到相對較爲妥善的照顧，所以一般花卉植物遭受急性傷害之例子較少。不過吾人常以〝溫室花朵〞來比譬過度之保護反而降低植物對環境變化的忍受能力，足證明花卉植物對於突如其來的環境劇變基本上是特別缺乏調適的潛能。因此栽培者尤需小心在管理過程中適當規劃，勿使急性傷害發生。加上花卉植物之經濟價值較高，而且講求〝絕對之觀賞品質〞，只要有傷害發生縱使十分輕微，也會造成全面價值之損失，業者不可不慎。一般而言，植物受到急性傷害所產生之徵狀與其他病害常無法有明確之區別，因此診斷時需把握下列三項原則：

㈠傷害經常是突然在一兩天內所有植株全面發生。而非由部份植株出現異常再蔓延至其他植株。常見之急性傷害之原因與徵狀請參考表一。

㈡傷害發生前應有環境劇變或加諸於植物之管理措施發生。而且這些管理措施通常是第一次在該植物上使用者。例如首次施用某種肥料或農藥等。

㈢當環境恢復正常或管理措施停止，植物會逐漸恢復正常。

四、非傳染性病害或稱生理障礙

當植物長期處於不適合之環境因子影響下，造成形態或功能之不正常即屬於生理障礙。影響植物生長之環境因子很多，不過最主要的是土壤因子包括其通氣性，顆粒狀態，保水性，pH值，EC值即可溶性鹽類含量等，養分因子即巨量與微量元素之適量、有效性與平衡，另外光照與空氣也是可能影響植物生長之重要因子。花卉植物之栽培對於環境之要求通常比其他植物更爲嚴格，一般業者雖然在管理花卉時已遠較其他作物周詳，但植物之生長講求的是平衡，〝過與不及〞均可能對植物之健康生長造成不良影響。在花卉上〝不及〞之現象顯然較少，反而照顧過份之情事屢見不鮮，例如施肥量偏高或過度頻繁，造成土壤中EC值偏高，甚至影響有效性微量元素之平衡等，另外澆水過多或過份頻繁亦屬常見。診斷生理障礙病害之要領除了可依據如表二所列各項因素所造成之徵狀加以判別外，亦應同時把握下列三項診斷原則：

㈠其發生常因地而異，也就是說不同管理方式下之植物，發生情形必有差異。

㈡其發生爲緩慢累積而成，不會突然一兩天內全面出現。

㈢不具傳染性，誘因排除後，症狀即逐漸減輕，生育恢復正常。

五、傳染性病害

此類病害由於是生物性因子所引起，因此特別具有傳染性。傳染性病害之發生必需具備三項要件，第一必需要有強致病力之病原生物存在。病原生物族群中不同個體間對同一寄主之致病力常有所差異，並非族群中所有個體均可造成病害流行，通常必需有強致病力之個體發生，並大量繁衍才會造成嚴重病害。第二要件是寄主植物本身必需是感病性品種，假設寄主植物具有抗病性，病害亦無法流行。第三要件則是需要有適合病害發生及病原生物生長之環境。例如水份、濕度、光照、植物之營養狀態等。此三要件構成病原，寄主與環境之三角關係稱爲病害三角形(Disease triangle)，缺其一則病害無法發生。

常見之病原生物有眞菌(即一般所謂之黴菌)，細菌、病毒、線蟲、等四種。此四種病原生物之特性與診斷原則分述如下：

㈠眞菌性病害

眞菌俗稱黴菌，事實上是一種不具葉綠素，無法行光合作用的微小型植物。由於無法自行合成食物，眞菌通常利用動植物殘體或其他有機物質行腐生行爲，以獲得其生命所需能量；或者行寄生行爲吸取活的動植物之養份作爲生長能量。地球上約有二十萬種以上的眞菌種類存在，其中約二萬種可以在植物上寄生造成病害。花卉植物病害中發生最普遍的也是眞菌病害。

眞菌依種類之不同其菌體形態之變化極爲複雜。絕大多數眞菌在其生活世代中都會產生一種類似高等植物之種子般的微小繁殖單位，稱爲孢子(spore)。孢子在適當的水份或濕度下會發芽形成一種長絲形管狀構造，稱爲菌絲。菌絲可繼續生長延長，產生分枝，或聚集而構成形形色色肉眼可見之菌體。菌體成熟後則會繼續產生孢子，而完成其生活史。以造成植物病害的眞菌而言，其菌體生長所需之能量即來自於直接吸取寄主植物之養份，或分泌酵素將部份寄主植物構造破壞分解後再行吸收。

眞菌性病害與其他病原生物所造成之病害最大之不同在於罹病植物之患部上可發現病原眞菌之菌體。而且同一種眞菌在不同寄主植物上所造成之病徵均大同小異。絕大數病原眞菌均具有主動侵入寄主植物體內之能力。其入侵之途徑有三，1.是主動由植物體表皮突破入侵；2.是由自然開口如氣孔、水孔入侵；3.是經由人爲農具操作，刮風，植物間磨擦，昆蟲危害，線蟲危害或甚至藉由其他眞菌危害所造成之傷口入侵。

眞菌性病害之傳播大多藉重其孢子，某些眞菌其生活史中雖不產生孢子，但亦會將菌絲特化成特殊之粒狀構造稱爲菌核，藉以傳播。部份眞菌之孢子可以隨風飛散，甚至有些可藉由氣流帶動在高空中作遠距離傳播。而有些菌類孢子因具黏稠性，必需藉由雨水沖刷才能離開其菌體而傳播。絕大多數眞菌孢子必需要在高相對濕度下才能發芽侵入寄主。有些眞菌孢子甚至要有游離水或露水下才能發芽。孢子除了擔任傳播與入侵之角色外，有些

孢子在不良環境如乾旱、低溫下可增厚其細胞壁形成所謂厚膜孢子或休眠孢子長期延續其生命，待環境好轉時再發芽生長。雖然眞菌孢子在其生活史中扮演重要角色，但並非所有眞菌性病害均僅仰賴孢子而傳播。尤其花卉植物大都藉無性方式如球根、塊根、鱗莖、扦插枝條等繁殖其個體，這些無性繁殖體中即可攜帶眞菌之任何部位包括菌體、菌絲或孢子而傳播。由於病原眞菌在不同片斷之生活史過程中對溫、濕度、水份、寄主營養狀態等環境因子可能有不同的要求，因此每一種眞菌性病害要能流行成災，與環境之是否適當有絕對之關係。欲妥善管理花卉植物避免眞菌性病害之損失，應掌握各種病原眞菌之生活史，傳播途徑，殘存方式與發病環境條件等資料進行規劃，再研擬綜合防治策略則可將損失降至最低。切勿輕信一概藉由藥劑之壓制可將眞菌病害防治於無形。表三列有本省花卉常見之眞菌性病害種類與發病生態資料，供作研擬綜合防治方法之參考。

㈡細菌性病害

自然界中細菌可說無所不在，一般空氣，土壤及水中，植物體表或體內，甚至人類或動物表面或體內均有其蹤跡。目前被發現的4,000多種細菌絕大多數都是有益於生態環境之平衡。已知可以引起植物病害的細菌有200多種。大部份植物病原細菌爲桿狀，具鞭毛可游動之單細胞微生物。一般必需在約1000倍顯微鏡下才能分辨其形態。

病原細菌無法如眞菌孢子般主動侵入寄主植物，必需藉由傷口或氣孔、水孔、皮目、葉痕、蜜管等自然開口入侵。在寄主植物體內有些細菌可以分泌酵素分解寄主組織造成軟化腐爛(soft rot)病徵。有些則分泌多醣體阻礙了寄主水份之輸送造成萎凋(wilt)。部份細菌會分泌毒質(toxin)殺死寄主細胞形成葉斑(leaf spot)，黃化(chlorosis)或壞疽(necrosis)病徵。甚至有些細菌可以分泌生長激素(plant growth hormone)，造成腫瘤(tumor)等畸形生長。

如同其他病害一樣，細菌性病害也必需在病害三要件(寄主、病原菌、環境)同時具足之情況下才能流行成災。一般而言，細菌性病害偏好發生於溫暖潮濕之環境。高濕狀況下，有助於細菌由自然開口入侵，也有利於細菌之快速繁殖。罹病植物在高濕下，患部容易產生大量細菌溢出體外，此稱爲菌泥(Ooze)。在高濕下植物表面容易產生水膜亦有助於細菌以鞭毛游動四處散佈。甚至若有雨水或灌溉水之協助可使細菌隨水滴飛濺傳播。因此在以上方噴霧方式灌溉之設施內通常細菌病害發生較爲嚴重。在有風的情況下，細菌更可藉助風力作遠距離的傳播。特別是當颱風侵襲時，不僅環境潮濕溫暖，又容易造成植物受傷，使細菌病害在颱風後更形猖獗。

一般細菌性病害發生後，病原細菌主要殘存在罹病植物之殘體中或直接存活於植物體表之毛或水孔附近，待遇及適當環境再侵入危害。除此之外細菌也可以殘存在土壤、栽培介質、雜草或其根圈土壤中。但細菌在土壤中因受其他微生物之競爭與抑制通常殘存時間較短。

本省已發現之花卉細菌病害有七種，有關其病徵，病原菌特性，危害寄主種類，發病條件與傳播殘存方式請詳見表四。

㈢病毒病害

病毒乃〝濾過性病毒(Virus)〞之簡稱，過去習慣上常將病毒引起之病害稱爲〝毒素病〞。病毒必須仰賴寄主細胞之酵素系統才能繁殖，因此病毒必需在活的寄主細胞內才能複製，寄主細胞死亡其繁殖立即停止，甚至大部份病毒會因而死亡，唯有少部份性質極其穩定的病毒可以繼續保持活性，待再次進入新寄主細胞後才能繁殖。病毒侵入寄主細胞後可以改變細胞之正常生化機能，並消耗寄主的能量以複製其後代。寄主由於生理機能失常，加上長期能量損耗，因而產生病態現象。

病毒之個體十分微小，必須在高倍電子顯微鏡下才能分辨其形態。目前發現可以感染植物的病毒約有四千種，較具經濟重要性之病毒其形態上大都呈球形、桿形、槍彈形及雙球形等。

病毒病與上述細菌或眞菌病害不同的地方在於後者大都造成局部性傷害，且很少是在細胞內繁殖。而病毒僅在細胞內繁殖，且會流竄至全身細胞。因此使用藥劑無法有效治療病毒病害。另外其他病原菌大都具有主動侵入與離開寄主植物之能力，而病毒由於存在於寄主細胞內，因此其傳播與侵入完全爲被動性，必須借助傷口或其他生物之媒介才能離開寄主細胞，進而侵入新寄主達到傳播之目的。

不同之病毒有不同之傳播方式，有的可能經由多種方式傳播，而有的可能僅能由一種特定方式傳播。目前已知之傳播方式包括：1.機械性接觸傳播，2.昆蟲媒介傳播，3.線蟲媒介傳播，4.土壤眞菌媒介傳播，5.花粉媒介傳播，6.蜘類媒介傳播，7.種子帶毒傳播，8.無性繁殖之種苗傳播等。由於病毒病無法以藥劑處理加以治療，只能以阻絕其傳播途徑之方式進行預防，讀者應掌握此一資訊，對病毒病之控制將有所幫助。有關本省花卉植物已知病毒種類、特性及傳播方式等生態資料請詳見表五。

㈣線蟲病害

線蟲爲多細胞圓形動物，主要分佈於土壤中。有正式記錄的線蟲至少有九千種以上。大部份線蟲對人類無害，大都以分解土壤中有機質及取食其他土壤生物爲生。但有約1800種線蟲在植物上行寄生生活，對植物之正常生長與功能造成危害。此類線蟲通稱爲植物寄生性線蟲(plant parasitic nematodes)。此類線蟲體長1-5 mm兩側對稱，無分節，胴體無色或半透明。典型的形態爲蠕蟲形，但少數種類爲雌雄異型，其中雌蟲特化成梨形或腎形等不同形態，成爲鑑定上之依據。線蟲在植物上取食主要以特化成中空注射針式之口針，穿透植物細胞，分泌酵素分解內容物後再吸取爲食。寄生性線蟲對植物之危害主要有如下幾種方式：

1. 線蟲蟲體完全侵入植物根部形成隧道，於其內鑽動取食，成熟，產卵而完成生活世代。此稱爲內寄生。內寄生線蟲危害結果通常造成植物衰弱、根系不良、根瘤、根腐等現象。此類線蟲對植物之危害最大，常見的包括根瘤線蟲、根腐線蟲、穿孔線蟲及包囊線蟲等。
2. 有些線蟲取食植物根部時僅前半段蟲體侵入，稱爲半內寄生。此類線蟲包括釘線蟲、螺

旋線蟲及環紋線蟲等。其危害嚴重程度較前者輕，但當環境合適，蟲口密度居高不下時，亦可造成植物相當之損害。

3. 部份線蟲取食植物根部僅以口針刺入植物體吸食汁液，其蟲體並不侵入植物根部，此稱爲外寄生性線蟲。因此此類線蟲之口針與體形均較前二者爲長以便於取食。此類線蟲除透過吸食汁液而造成或植物虛弱外，有部份種類甚至可傳播病毒，而造成進一步危害。常見的此類線蟲包括劍線蟲、刺線蟲、殘根線蟲及針線蟲等。
4. 少數種類線蟲主要危害地上部組織如葉部、心芽、花苞或葉鞘等，造成壞疽、腐爛、梢枯、褐化甚至畸形等現象。此類線蟲有的可侵入植物體內行內寄生，有的則以外寄生爲主，而有些種類則二者兼具。此類線蟲以葉芽線蟲最具代表性。

線蟲除了透過直接取食植物汁液而造成植物體之衰弱，或者於取食部份直接造成傷害以外，事實上被寄生之植物由於線蟲之取食，會逐漸降低對外來逆境(stress)如低溫、乾旱、病原菌及昆蟲危害之補償反應能力。由於此等能力之降低，常導致植物容易進一步受到其他病原生物的危害而造成更嚴重的損失。

危害地上部之葉芽線蟲其發生生態與其他危害地下部之線蟲種類略有不同。前者偏好高濕氣侯條件，特別在植物上覆有水膜時有助於線蟲之移行，再由氣孔或直接由體表入侵。花卉植物有集約密集栽培之特質，近年來省工之自動高位噴灑灌溉法普遍應用下，特別有助於葉芽線蟲之傳播與發生。葉芽線蟲可以脫水或休眠狀態殘存於受害植物組織殘體上多時，待遇及適當環境及植物幼嫩部位再度恢復取食危害。

危害地下根部線蟲主要存活於土壤中，然而大部份線蟲均偏好通氣良好之砂質壤土，對於排水不良之黏質土壤適應不良。對大部份線蟲而言15-29℃爲最適生長活動溫度，因此本省氣候條件十分適合線蟲病害之發生。

線蟲傳播最主要之方式是隨帶蟲之植物繁殖體之人爲散佈而傳播，其次透過帶蟲之土壤、介質、植材也是傳播之方式之一，另外雨水及灌溉水亦可攜帶線蟲蟲體或卵四處傳播。

六、病害發生生態

通常傳染性病害之發生嚴重程度常隨不同季節、地點甚至不同栽培者而有所差異。這是因爲每一種傳染性病害至少需要三種發生要件同時具足時才能流行成災。否則病害雖然偶而存在，但不一定會造成流行而使栽培者遭受經濟上之損失，如此便沒有防治之必要。如果業者仍一意將此偶發病害之可能由環境中移除，則所花費之成本勢將遠大於防治後所得之效果，事實上是十分不合乎經濟原則的。相信此亦非以經濟生產爲導向之栽培者之所樂見。因此一般栽培者應針對每一種病害發生流行所需之要件加以釐清，並據以預防，則病害之控制將可達事半功倍之效果。決定病害流行之三項要件爲：

㈠ 强病原性之病原生物必需存在於栽培環境中。

㈡ 所栽培之作物必需屬於感病性品種。

㈢空氣及土壤環境必需適合病原生物之侵入，繁殖與傳播。

此三項要件通稱爲病害三角形(Disease triangle)，但此原則僅適用於病毒以外之病原所引起之病害。對於病毒而言，除上述三要件外尚需第四項要件之存在才能發生廣泛流行。此第四要件即媒介病毒之生物性或非生物性因子，此四項要件合稱爲病毒病發生金字塔。

能夠影響病害發生流行及嚴重性的環境因子包括：

1. 溫度：每一種病原生物都各有其適宜之生長、繁殖甚至侵入寄主危害之溫度。如果能掌握各種病害發生之適當溫度，再配合對另一重要因子－濕度之了解，則通常可預知病害之發生，適時地加以預防。
2. 相對濕度：濕度與溫度同爲影響病害發生最重要之二項因子。尤其對地上部病害而言，除適宜之溫度外，病原菌還需要有合適之濕度才能完成其正常侵入、繁殖與傳播的功能。不同之病原菌對濕度之要求不同，一般而言高濕之環境有利病原菌之繁殖與傳播，但有些病原卻喜歡乾燥之季節，而有些則偏好雨季中發生。近來設施花卉廣泛使用的頂端噴灌法事實上與每日定期下雨無異，此環境極有利於某些病害如炭疽病及細菌性軟腐病之發生。
3. 土壤濕度：通常過度潮濕的土壤環境特別有利於土壤傳播性病害的發生，此種環境除了有利於病原菌的蔓延與繁殖外，由於土壤粒子充滿水份後會使土壤含氧量降低，而二氧化碳含量提高，造成植物根部逐漸虛弱，對病害之抗性因而降低。但有些病害卻特別喜歡於低土壤濕度下發生，例如當給水前後常發生土壤過乾時，特別有利於 Rhizoctonia 所引起之幼苗猝倒病之發生。
4. 土壤 pH 值與肥力：對許多土壤傳播性病害而言，酸性土壤環境常有利於病害之發生，但卻有些病原在酸性 pH 下會被抑制無法危害。因此針對不同作物上所面臨之病害相，栽培者應妥爲掌握適合病害發生之土壤狀況，以作爲研擬預防措施之依據。土壤 pH 值高低也可影響土壤中礦物元素之有效性，因此不適合之 pH 值相對也會影響土壤肥力，進而影響植物之營養狀態。植物之營養狀態雖不至於爲病害發生之直接誘因，但已有多數報告指出，不適合的營養狀態例如高氮之狀態下，植物對許多病害之抵抗性會顯著降低。因此栽培者應對自己栽培地之土壤狀態有清楚的了解(透過土壤測定)，再經由適當的調配，使地力維持最佳狀態。當作物能在合適的土壤條件下生長時對病害之抵抗性也會相對提高，受病害影響所造成之損害也會減至最輕程度。

七、病害之綜合防治

觀賞植物之栽培由於受到〝絕對之觀賞品質〞之限制，業者在栽培過程中爲了避免任何造成全面經濟價值損失之因素發生，通常均會給予其作物密集之管理措施，以維持品質之穩定。然而目前本省仍有多數栽培者未能把握正確的病害防治管理原則。而一味地以爲於病害發生後再施以密集之藥劑防治措施即可將病害壓制下來，當然如果所使用之藥劑效果十分優

異時，實不失爲一省工有效之防治措施。但是過度頻繁使用同一藥劑之結果常會造成病原生物產生抗藥性，使藥劑逐漸失去原有效果。此現象在本省農作物防治上早已屢見不鮮。更何況並非所有病害均能找到效果足以百分之百壓制病害發生之藥劑，以藥劑處理作爲唯一之防治方法實在是本省農作物栽培上的一項極爲危險的特質。事實上前已述及病害之發生是一連串因子聚合相互影響而成，任何可以影響〝病害發生三要件〞之因素都可以影響病害之是否順利發生。而農藥之使用只是針對壓制病原生物密度之一種措施而已。其他尚有多項因子包括提升作物抗病或耐病能力，感變病害發生之適宜條件或延緩及杜絕病害之傳播等等，都可以被用來減輕病害發生之壓力。但長久以來，由於一般栽培者迷信藥劑防治之效果，長期延用爲唯一之防治對策，已造成本省作物病害生態之失衡，許多國際上仍被普遍使用之藥劑在本省早已失去應有之效果，加上抗藥性病菌密度逐年升高，也造成本省各種作物相對地面臨更嚴厲之病害發生壓力。如此惡性循環下，栽培者被迫尋求更新之防治藥劑，或者任意提高原有藥劑之濃度或縮短使用間隔時間，也就更加重了問題之嚴重性與複雜性，此實非栽培者之所樂見，亦非全體國民之福。

要挽救此項缺憾，筆者認爲必需測底改變栽培者之病害防治觀念，將根深蒂固之〝防治唯賴藥劑〞之不當概念加以扭轉。以下筆者將就花卉栽培過程中正確之病害防治要領及原則依其重要性順序逐一說明，希有助於一般栽培者建立有系統之病害管理措施，以減輕病害發生壓力及損失。由於花卉種類眾多，栽培方法與生長條件差異頗大，造成不同花卉各有其特有之病害發生種類，限於篇幅本文無法鉅細靡遺涵蓋所有可能花卉之病害防治措施，而僅就觀念及原則問題說明以嚮讀者，疏漏之處在所難免尚請見諒。有關防治各種花卉病害深入之技巧或偏方，請各自參考其他專家學者之專題論述。筆者依自身經驗認爲病害綜合管理有如下十二項原則可資遵循。

病害綜合防治降龍十二掌

㈠對所栽培作物之健康與病害要能加以明確之診斷。

植物之健康與病害之分際是一種主觀之分別與認定，依不同作物，不同栽培目的及不同地點、環境甚至不同栽培者常會有不同之界定標準。對於生物性病原引起之傳染性病害而言，病害與健康之分野十分清楚，因此較容易讓人把握防治之時機。但是對於生理障礙等非傳染性病害，健康與病害之分際則難有統一之認定，連帶地會影響防治時機之準確把握。何況許多發生生理障礙之植株由於抗病力之逐漸降低，終究導致病原生物之感染而產生明顯之危害。因此栽培者本身應對自己作物之健康狀態，及達到健康狀態所需之生長條件如肥料、水分之管理、土壤介質之調配等均能有明確完整的掌握，如此當作物產生異狀之初期，栽培者即能適時加以掌控，避免進一步病害之發生。換句話說，不健康之植物是誘發病害流行之肇因，因此培養整體健康之植物，是病害防治之第一招。

㈡對任何栽培管理措施需有完整詳實之記錄。

栽培者需養成對任何管理措施包括土壤調配、施肥時間、方式及用量、藥劑處理時間、比例、劑量及方式等均有詳實記錄之習慣，以便於植物發生異常現象時能根據記錄，自行或由其他專家協助進行判斷，速謀解決。對於栽培環境包括氣溫、相對濕度、雨量、雨期

等及土壤狀況如 pH 值、EC 值、有機質及微巨量元素含量、通氣性等亦應有完整之掌握。

㈢對所栽培花卉可能發生之病害種類、發生生態、診斷原則及防治要領等資訊應儘量收集，以掌控可能發生狀況。

此可透過學術資料之搜集，與有經驗者之洽談或資詢農業推廣單位等方式達成。

㈣所栽培花卉全年中發生之病害種類、嚴重程度及品種品系間感病性差異應有完整之記錄

此一資料之建立可配合栽培環境之記錄形成一極具參考價值之全年病害消長資料，多年累積後可供擬定有效病害管理對策之根據。

㈤避免具有帶病可能之植株、土壤、介質甚至灌溉水進入栽培園

此爲栽培者最常忽略之重要防病措施。引入種苗、土壤或介質是一個栽培園不可避免的例行性舉動，但必需在確定沒有帶病危險時才放行進入園內生產區，否則必需先行隔離觀察，或更換土壤介質或施用藥劑後再移入園內，因此每一栽培園應規劃隔離緩衝觀察區，避免外來種苗立即與生產區接觸。若發現帶病植株則必需連同土壤介質一起銷毀，其盆具亦應經消毒後才可使用。

㈥使用不帶病菌之土壤或介質。

許多危害地下部之土壤傳播型病菌、線蟲，甚至有些病毒及少數危害地上部之眞菌、細菌大部份時間均棲息於土壤中，待接觸寄主後再感染危害。因此帶有病原生物之土壤是病害之最主要污染來源，必須妥善處理才能減輕病害發生壓力。土壤處理方式隨栽培規模、花卉種類及栽培方式等有所差異，但一般而言可把握如下幾項原則進行：

1. 土壤消毒法：土壤中含複雜之微生物族群，彼此間相互牽制而維持平衡，可以造成植物發病之土壤意謂著病原微生物之族群已失衡而過量。土壤處理之目的在於消除過度繁殖之病原生物族群，而不是要滅絕所有可能之微生物。常用之土壤消毒法有三種即乾熱法；此法適用於少量土壤之消毒，將微濕之土壤放在淺盤中，置於電熱烘箱溫度維持在93℃，處理時間隨土壤多寡而有不同，可用一直徑約 5 公分之馬鈴薯置於土表，當馬鈴薯熟透時即代表消毒完成。對於大量土壤之消毒可用蒸氣消毒法；以熱蒸氣通入土壤中將土溫維持於 80℃ 30分鐘，即可將有害微生物包括線蟲、昆蟲甚至雜草種子殺死，但保留大部份有益微生物族群。市面上已有商品化之蒸氣消毒裝置可供業者選用。由於使用蒸氣消毒必需注意土壤之濕度與鬆密度，蒸氣才能均勻達到土壤每一角落，假設溫度分佈不均不僅效果不彰，所殘餘之病原生物可能在短時間內佔據所有空間，反而造成更大之病害發生潛能。加上使用蒸氣在能源之耗費相當大，因此部份業者偏好採用較經濟的化學消毒法；即利用溴化甲烷燻蒸土壤，效果也十分優異，但溴化甲烷毒性強烈，操作時必需十分小心以避免中毒。
2. 經處理後之土壤必需儘速使用，以避免堆積過程中再遭病原生物污染。若儲藏時間過久未用，則使用前最好再經消毒後才使用。
3. 一般無土介質不需消毒即可使用，但業者在儲放介質過程中如果被土壤污染則仍有消毒之必要。因此必需注重堆積儲放介質及已消毒土壤之方式，除需選擇隔離及乾燥之地點外，儲放過程必需確定不與地面或雨水接觸以免遭受污染。

(七) 定期消毒栽培園之設施與器具。

除了栽培土會遭受病菌污染而導致病害發生外，設施內常用之器材如盆缽、水管、噴灌頭及管路、操作工具等，還有植床、植架、走道等亦必需列入例行消毒清潔之對象，消毒此等器具可用10倍稀釋之漂白水(次氯酸鈉)或18倍稀釋之福馬林進行浸泡，唯稀釋後溶液必需立即使用否則藥效會迅速消失。

(八) 田間衛生工作之確實執行。

栽培園內若發現有可疑發病植株應立即移出，其土壤與植株應立即銷毀，盆具則消毒後才可再使用。筆者經常發現許多業者雖然也會將可疑植株從栽培架上移除，但經常將其堆置於園內棚架下或角落形成重要污染來源，如此導致上述消毒措施徒勞無功。尤其對於一些發生後即難以防治之病害如病毒病、細菌性病害及土傳性萎凋病更應注意栽培環境之清潔，切勿遺留任何可疑病株於園內，否則一經蔓延會造成難以收拾之場面。

對於有些可以產生大量分生孢子的地上部眞菌病害如灰黴病、炭疽病，如果遺留病株於栽培園內，甚至丟棄殘體於栽培園附近，病菌之分生孢子仍可藉風雨傳至園中植株危害。因此清除之病株或殘體需移出園外並且最好能集中掩埋或燒毀以避免進一步傳染。對於有些弱寄生性病菌如灰黴病菌當它第一次入侵花卉時通常是感染已經受傷而枯死之植物體再由此部位產生大量分生孢子危害造成流行，因此若發現有受傷枯死之葉片或枝條應儘速摘除，有顯著降低灰黴病發生之效果。

(九) 避免葉部潮濕是防止葉部病害發生之不二法門。

花卉栽培技術中水分之供給是決定品質高低之重要環節。但不當的供水方式卻是導致病害發生之主要誘因。病菌之侵入、繁殖與傳播均需藉助適當的濕度才能完成。特別是許多眞菌孢子之發芽與侵入感染，通常需要在葉表有水膜之情況下才能完成，不同的菌類所需水膜維持之時間也會不同，例如白粉病菌孢子之侵入只需很短的水膜形成時間即可侵入危害，而露菌病、灰黴病則需較長的水膜維持時間，水膜時間不夠則無法侵入危害。因此栽培者若能改善給水方式或促進園內空氣對流，避免葉面水膜形成時間太久則必能有效防止葉部病害包括細菌性軟腐病之發生。在技巧上可把握下列幾項原則：

1. 避免過度密植，增加通風性，則水份容易揮發，縮短水膜形成時間。
2. 無風扇設備之設施，應避免午後給水。特別是頂端噴灌式給水者在午後會因低溫而凝結水膜不易揮散。此現象在冬季更加明顯，是灰黴病發生最佳環境。
3. 有加溫設備的溫室冬季應避免開啓風口，冷空氣灌入會造成氣溫突降而引發水份之凝結形成水膜。此現象極易導致白粉病之發生。
4. 有風扇設備之溫網室應於給水後儘速啓動以增加揮發效果，另外當夜間溫度降低時亦應開啓風扇增加空氣對流如此可避免水份之凝結。

(十) 老化植物與土壤之管理。

盆栽植物受限於有限之土壤介質空間，當生長時間超出一定範圍時，由於土壤介質中之營養組合、pH 值、通氣性、保水性等物理環境之自然劣變，植物通常會漸漸處於逆鏡(under stress)生長狀態，對於病害抵抗性也逐漸減弱。栽培園內若存有此種〝貨底〞時，

通常病害會由此類植物開始發生再逐漸蔓延開來。業者應妥爲處理此類植物，若仍有栽培價值，應更換介質，促進正常生長。行地生栽培之設施花卉亦應注意土壤性質之劣變及病菌或線蟲密度之升高現象，定期以輪作，浸水或休耕之方式來改善。

㈣抗耐病植物之利用。

不同花卉種類對病害發生之抵抗性常有差異。甚至同一種花卉之不同單株間之抵抗性也有不同，此類資訊訴之正式文獻記載的不多，但業者經多年栽培後常累積豐富之個人經驗，筆者認爲應進一步利用此項經驗，將具有抵抗性之品種或單株擴大繁殖成一品系栽植，則對某些不易防治之病害如細菌性、病毒性及土傳性病害之控制必有相當幫助。

㈤藥劑防治之應用。

必要時適時適量之藥劑處理是促使防治成功之臨門一腳，也是以上所述〝降龍十二掌〞中的最後一招，但切記必需在前面招數都使用完後才能祭出此最後一招，假設前面的招式使用後已能有效防治病害時，則這最後一招可保留爲老師父之獨門秘招。但是現階段本省病原菌生態丕變，已是今非者比，在病害發生潛勢極端惡劣，高手輩出之下，老師父的最後獨門招式也常礙於情勢必需常常施展出來。但是使用之時機與方式必需注意下列原則，否則道高一尺魔高一丈，常令英雄唏噓無策。

1. 經由正確診斷後，對症下藥。不濫用藥效不明藥劑，不任意提高濃度，不隨意混合藥劑。
2. 掌握施用時機。有些病害在適合發病之環境出現後即需立刻施用，否則當病害發生，病徵出現後再施用已無法壓制。
3. 確定危害部位。藥劑必需均勻且有效地達到危害部位才能表現藥效，絕非噴了就必然有效。
4. 避免長期重覆使用同一有效藥劑。應視病害發生潛勢之高低規劃輪流使用數種藥劑。即一般時期使用中等效果藥劑，而病害大發生前再使用優效藥劑，如此可避免刺激抗藥性病菌之發生，維持優效藥劑之使用時間。
5. 一種藥劑之藥效通常無法只由一次之施用即可表現出來，必須連續使用二至三次方能有效壓制病原生物之繁殖。
6. 注意施用藥劑之天候狀況，避免因過熱發生藥害或天雨沖刷而失效。
7. 注意藥劑之有效日期，使用及儲放方法以維持最佳效果。
8. 藥劑施用後其裝置如噴頭、噴管及藥槽之清潔不得疏忽，以避免不當藥劑之混合造成藥害或其他安全上之疏失。
9. 對所有使用藥劑之種類、劑量及施用方法與日期應有完整之記錄。如此對有效方法之重覆，避免無效藥劑之浪費，甚至追縱藥害發生之原因等均能有所依據。

八、結　　論

以上病害防治十二項原則之應用，乃筆者綜合己身經驗及科學文獻資料而成，對於種類

繁雜的花卉作物當然無法涵蓋所有病害防治之可能技巧。唯希望再次強調的是病害之成功防治與植物之綜合健康管理(Integrated health management) 之重要性及密切關連性。成功之病害防治事實上有賴於：㈠：旺盛植物活力之維持(plant vigor maintenance)；㈡：發病環境之避免(environmental control) ；及㈢：田間衛生嚴格之執行(sanitation)等三項基礎工作之確實推動，而農藥之適時處理僅是促使此項植物健康管理工作臻於完美之招數之一，但絕非唯一。

九、參考文獻

1. 安寶貞. 1992. 臺灣天南星科觀賞植物之疫病。植物病理學會刊 1: 79-89。
2. 張清安. 1994. 台灣花卉病毒病害。中華植物保護學會特刊新二號。台灣花卉病蟲害研討會專刊 p. 213-224。
3. 張清安. 1991. 蘭花病毒病。農民推廣專刊。40pp. 張清安編著。行政院農業委員會及台灣省政府農林廳補助出版。
4. 1994. 花卉病害之診斷。花卉病害診斷研習會專刊。中華民國植物病理學會編印 147pp.
5. 蔡東篡、程永雄. 1994. 台灣花卉線蟲問題。中華植物保護學會特刊新二號。台灣花卉病蟲害研討會專刊 p.225-242.
6. Powell, C. C. and Lindquist, R. K. 1992. Ball pest and disease manual: disease, insect and mite control on flower and foliage crops. Ball Publishing, Geneva, Illinois USA 332pp.
7. Strider, D.L. 1985. Diseases of floral crops Vol. 1 Praeger Press, New York, USA. 638pp.

表一、常見急性傷害之誘因與可能症狀

傷害原因	常　見　症　狀
農藥傷害	葉尖捲曲褐化，葉部產生斑點或斑塊，嚴重者葉片乾縮，葉部畸形。
殺草劑傷害	同上。
肥料傷害	葉尖褐化或出現斑塊，嚴重者葉片乾縮，落葉甚至全株萎凋。
日燒	葉片出現黃色或褐色斑點或斑塊。
寒害	葉片黃化落葉，老葉變小，新葉緊縮。
空氣污染	葉片黃化並有微小斑點，其後造成褐色乾枯。
化學物中毒	萎凋或大量落葉。
光照、溫度及相對濕度之突然改變	落葉。
機械傷害	全株中部份枝條葉片黃化，葉尖捲曲褐化。

表二、常見植物生理障礙之誘因與症狀

誘　因	可　能　症　狀
光照不足	生長不良，生育期延遲，植株褪色，枝條徒長，葉片變長，老葉黃化。
光照太強	老葉葉尖捲曲褐化，新葉變小緊縮，全株黃化嚴重者萎凋。
高溫水份不足	葉尖捲曲褐化，葉片出現斑點或斑塊，全株黃化，葉片乾縮。
低溫	生長不良，全株黃化，生育期延遲。
澆水過多	老葉黃化，葉尖捲曲褐化，輕微者生育緩慢，出現斑點或斑塊，嚴重者落葉，萎凋。
土壤過份乾燥	葉尖捲曲褐化，出現斑點或斑塊，全株黃化，落葉，萎凋或大量落葉。
土壤EC值偏高	葉尖捲曲褐化，落葉，萎凋或大量落葉。
營養缺乏	
1.缺氮(N)	老葉開始黃化，並向新葉逐漸蔓延，嚴重者全株黃化，矮化，生育延遲。
2.缺磷(P)	葉片偏紅或色澤深綠，植株矮化。
3.缺鉀(K)	由老葉開始出現外緣黃化或壞疽並逐漸向上位葉蔓延。
4.缺鐵(Fe)	低溫期容易出現病徵，新葉黃化或脈間黃化。
5.缺鎂(Mg)	由老葉開始出現脈間黃化，乾燥酸性土壤易發生。
6.缺鋅(Zn)	多發生於新葉，葉片變小，黃化或脈間出現壞疽，葉片增厚。
7.缺硼(B)	頂芽生育受阻，枯死，葉片捲曲，果實凹凸不平。
8.缺鈣(Ca)	頂芽新葉變形呈鉤狀，嚴重時亦會枯死。
微量元素不平衡	幼葉上有褪綠現象造成葉片呈黃綠狀。
土壤pH值不平衡	同上。

表三、本省花卉上常見之眞菌性病害種類及發病生態

病害種類	爲害花卉種類	發生生態
白粉病 *Erysiphe* spp. *Sphaerotheca* spp.	玫瑰、菊花、大理花、瓜葉菊、波斯菊、非洲菊、百日草、粉孔雀、杜鵑、秋海棠、冷水草等	易發生於低溫不下雨季節，本省秋末冬初開始爲本病發生盛期，至翌年雨季來臨後發病減緩，設施栽培之花卉有時全年皆可發生。
灰黴病 *Botrytis cinerea* *B. gladiolorum* *B. elliptica*	金魚草、玫瑰、聖誕紅、繡球花、唐菖浦、非洲堇、大岩桐、天竺葵、非洲菊、康乃馨、百合、杜鵑、秋海棠、菊花、朱蕉、夢綠絨及各種蘭花等	本病易發生於低溫(15-20℃)高濕(93% 以上)環境，因此多在本省冬春季節中連續陰雨後大量發生。
炭疽病 *Collectotrichum gloeosporioides*	本病寄主十分廣泛幾乎遍及本省栽培之所有觀賞植物	高溫多濕尤其多雨季節特別適合本病之發生，本病菌孢子具黏性，集生於孢盤上需靠游離水方能將其淋洗傳播。
銹病 *Puccinia* spp.	菊花(白銹病及赤銹病)、杜鵑、玫瑰、羊齒、冷水草等	喜發生於低溫乾燥季節，雨季來臨氣溫升高則逐漸減少至夏季完全消失，但山區可可全年發生。
黑斑病 *Septoria chrysanthemella* (菊花) *Diplocarpon rosae* (玫瑰)	菊花、玫瑰	周年均可發生但以高溫多濕之季節發生較嚴重，密植通風不良、高施氮肥均易助長長病勢。
露菌病 *Peronospora* spp.	玫瑰、洋桔梗等	本病菌喜好高濕，易發生於有露水之春秋涼爽氣侯，高濕有助於病菌孢子之產生而露水則可幫助游走孢子之傳播。
葉斑病 *Alternaria dianthi* *A. dianthicola*	康乃馨、非洲菊、雞冠花等	多雨季節容易大量發生。防雨設施栽培者發生較輕微。
赤斑病 *Curvularia trifolii*	唐菖蒲	每年5-10月爲發病盛期，尤以颱風侵襲後最爲嚴重，冬季則完全絕跡。
疫病 *Phytophthora* spp.	百合、非洲菊、康乃馨、滿天星、瓜葉菊、大理花、蘭花、大岩桐、蟹瓜蘭、火鶴花、聖誕紅及天南星科觀葉植物等40多種花卉。	依疫病菌種類不同其發病適溫有所差異，一般而言均在20-25℃間，但影響最大的應屬環境中之水份。連續10小時的過度潮濕即可引起本病之爆發。病菌又可藉雨水水、流水、風雨、灌溉水快速蔓延。
白絹病 *Sclerotium rolfsii*	本病菌爲多犯性菌類可爲害多種花卉，本省花卉中以百合、鳶尾、孔雀菊等受害較普遍。	本病易發生於有機質豐富，排水性佳且保水性良好之土壤，每年4-10月爲本病發生盛期，10月後病勢漸緩。病菌可在植物殘體或有機質中行腐生生活，其產生之菌爲主要之散佈及殘存構造。
腐霉病 *Pythium* spp.	菊花、百合、金魚草、三色堇、一串紅、鳳仙花，本菌爲害幼苗可造成猝倒，爲害成株則形成根腐。	過度或經常潮濕之土壤爲誘發本病菌危害之最主要因素。溫度的影響隨本病菌種類而異，部份菌種喜低溫而部份則偏好高溫，過高之EC值亦可能誘發本病之發生。病菌可以菌絲、游走孢子及休眠孢子形式傳播污染介質土壤，待環境合適時再危害。
立枯病 *Rhizoctonia* spp.	爲多犯性病原菌，寄主範圍極廣。	本病菌存在土壤中極普遍，可兼行腐生生，活以菌絲形態存活於植物殘體，或形成菌核殘存。據國外文獻指出土壤水份管理不良，時而過濕時而過乾則易誘發本病發生。
萎凋病 *Fusarium* spp.	本省唐菖蒲、百合、菊花、雞冠花及洋桔梗均有受害之情形。	本病菌可以菌絲、分生孢子或厚膜休眠孢子存活於土壤或植物殘體中，藉水流、灰塵、農器具、工作人員衣物鞋子等傳播。發病條件隨不同菌系而異，但一般而言植物本身生育狀況不良容易受害，因此預防此病應注重植物整體健康之維護，並避免土壤受本菌之污染。

表四、本省常見之花卉細菌性病害種類及發病生態

病名	病原菌	寄主範圍	發病條件	病菌可能殘存處或來源
葉枯病	Xanthomonas campestris pv. dieffenbachiae	天南星科花卉如粗助草屬、花燭屬、黛粉葉屬、蔓綠絨屬、合果芋屬、黃肉芋屬	溫暖多濕	罹病殘株、栽培苗、介質、農具
軟腐病	Erwinia carotovora subsp. carotovora E. chrysanthemi	彩色海芋、蝴蝶蘭、文心蘭虎頭蘭、素心蘭、四季蘭、報歲蘭等	溫暖多濕	罹病殘株、帶菌苗或球根、介質
褐斑病	Pseudomonas cattleyae	蘭科植物如嘉德利亞蘭、文心蘭、千代蘭等	溫暖多濕	帶菌植株、介質
腫瘤病	Erwinia herbicola pv. gypsophilae	滿天星、康乃馨、玫瑰、仙人掌,後三者台灣尚未發現	溫暖潮濕及傷口	帶菌母株、土壤、介質、罹病殘株
青枯病	Pseudomonas solanacearum	火鶴花、天堂鳥、銀柳	溫暖多濕	土壤、罹病殘株、野生寄主
萎凋病	Pseudomonas caryophylli	滿天星、康乃馨、星辰花	溫暖多濕	帶菌母株、土壤、介質
首腐病	Pseudomonas sp.	唐菖蒲	花芽分化及新球莖形成時期，加上高溫多濕	種球帶菌、土壤、罹病殘株

表五、已證實發生於本省花卉之病毒種類與特性

病毒種類a	傳播方式	寄主範圍	病毒來源
蘭花病毒	傷口接觸	蘭科植物	帶毒苗
ORSV	傷口接觸	蘭科植物	帶毒苗
CyMV	接觸，蚜虫	廣泛	帶毒苗、其他寄主傳入
CMV	浮塵子,蚜虫	尚不明	帶毒苗、其他寄主傳入
Rhabdovirus			
唐菖蒲病毒	接觸，蚜虫	豆,蘭,鳶尾科	帶毒苗、其他寄主傳入
BYMV	接觸，蚜虫	廣泛	帶毒苗、其他寄主傳入
CMV			
康乃馨病毒	接觸，蚜虫	石竹科	帶毒苗
CERV	接觸，甲虫	石竹科	帶毒苗
CMMV			
百合病毒	接觸，蚜虫	廣泛	帶毒苗、其他寄主傳入
CMV	接觸，蚜虫	百合科	帶毒苗、其他寄主傳入
LySV	接觸，蚜虫	百合科	帶毒苗、其他寄主傳入
TBV			
星辰花病毒	接觸，蚜虫	廣泛	其他寄主傳入
CMV	接觸，蚜虫	廣泛	其他寄主傳入
TuMV			
其他花卉病毒	接觸，蚜虫	天南星科	帶毒苗、其他寄主傳入
DMV	接觸，蚜虫	洋桔梗,小蒼蘭	帶毒苗、其他寄主傳入
BYMV	粉蝨	聖誕紅	帶毒苗、其他寄主傳入
TLCV	接觸，蚜虫	鳶尾	帶毒苗、其他寄主傳入
IMMV	接觸，蚜虫	大理花	帶毒苗
DaMV			

a:BYMV:Bean yellow mosaic virus;
CMV:Cucumber mosaic virus;
CERV:Carnation etched ring virus;
CMMV:Carnation mild mosaic virus;
CyMV:Cymbidium mosaic virus;
DMV:Dasheen mosaic virus;
DaMV:Dahlia mosaic virus;
IMMV:Iris mild mosaic virus;
LySV:Lily symptom less virus;
ORSV:Odontoglossum ringspot virus;
TBV:Tulip breaking virus;
TLCV:Tobacco leaf curl virus;
TuMV:Turnip mosaic virus.