

第七章 設施內病蟲害防治與連作障礙之改進

7.1 設施栽培之病害防治

簡易設施栽培農作物的型態可分為塑膠布溫室、尼龍網室及隧道式設施栽培三類。這些設施栽培的設立，主要是台灣地處熱帶與亞熱帶地區，夏天高溫多雨，冬天又有寒流和霜害，因此期望設施栽培能有效降低病蟲害的為害或避免遭受颱風、豪雨、霜害和寒流等不良環境的影響，進而達到提高農作物生產與穩定維持品質的目標。雖然設施栽培有效發揮防雨及保溫的效果，但卻因其內高溫多濕、通風不良或光線不足等特殊環境，以及農作物的密集栽培和長期連作與連續施用化學肥料造成土表鹽分累積，使得病害的發生更為猖獗，因而導致農作物的損失較露天栽培農作物還大。設施內病害發生的種類與其為害的程度，常與設施內栽培的農作物種類、栽植時間與栽培管理息息相關。目前簡易設施栽培的農作物，大部分以短期蔬果類作物較多，亦有少部分栽種百合或彩色海芋等球根花卉作物，因此，設施內常發生的病害種類有十字花科蔬菜幼苗猝倒病 (*Pythium* spp.)、十字花科蔬菜幼苗立枯病(*Rhizoctonia solani* Kuhn)、瓜類白粉病 [*Sphaerotheca fuliginea* (Schlechtend: Fr.) Pollacci]、瓜類露菌病 [*Pseudoperonospora cubensis* (Berk. & M. A. Curtis) Rostovzev]、萵苣萎凋病(*Fusarium oxysporum* Schl. f. sp. lactucum)、萵苣褐斑病 (*Acremonium lactucae* nov. sp.)、莧菜白銹病 [*Albugo bliti* (Bivona-Bernardi) kuntze]、彩色海芋軟腐病(*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*)、百合萎凋病(*Fusarium oxysporum* f.sp. *lilii*)等。為有效控管設施內病害的為害，必須針對病害之病徵及病原菌特性加以了解，才能減少病害的發生與提高農作物的品質。本文乃針對設施內常見的農作物病害病徵與推薦防治之方法作精簡的介紹，期能提供設施栽培者參考。

1)設施內重要蔬果與花卉病害種類與其防治方法

(1)蔬菜幼苗立枯病 (*Rhizoctonia* blight of vegetables)(照片 7-1, 照片 7-2)

①病原

Rhizoctonia solani 有性世代為 *Thanatephorus cucumeris*。

②病徵

發芽之種子尚未出土前被感染時，即腐爛於土中。出土後之幼苗遭受侵害時，近地際處之幼莖基部呈水浸狀褐變，導致幼苗萎凋死亡；苗株後期被感染時，土表莖部組織變成黑褐色，脫水縮，莖組織變細，全株生育不良，嚴重者植株腰折倒伏死亡。

③病原菌生態特性

本菌菌絲分歧處略成 90°，且有些微縮現象，不形成孢子，但能形成褐色菌核。菌核為本菌主要的存活構造及感染源。此外，本菌亦可以菌絲型態存活於植物殘體組織內或土壤中。

④防治方法

a.利用香菇太空包堆肥混合炭化稻殼(按三對一體積比)後，加入微量魚粉、蝦蟹殼粉、菜籽粕及生石灰後，製成抑病介質，培育菜苗之用。

b.在栽培介質中接種木黴菌，可預防立枯病菌的感染。

c. 蔬菜種子粉衣放線菌或枯草桿菌後，再行播種。

d. 推薦藥劑 23.2% 寶克隆水懸劑 1000 倍。

(2) 蔬菜幼苗猝倒病(Damping-off of vegetables) (照片 7-3、照片 7-4)

‡病原

引起蔬菜猝倒、根腐及種子腐敗的腐霉菌(Pythium)，有許多種，如：*Pythium aphanidermatum*, *Pythium debaryanum*, *Pythium utimum*, *Pythium irregulare*,

Pythium spinosum, *Pythium graminicola*, *Pythium splendens*.

‡病徵

本病菌在植物不同生長期造成的病徵，略有差異。當罹病性種子種入含有病菌的土中，受感染種子不能發芽，出現軟腐、褐色及萎縮等症狀，最後整個種子會崩解。種子若已發芽，但幼苗未突破土壤表面時即受感染，則受感染部位凹陷呈水浸狀，病斑擴大，細胞崩解，終至幼苗迅速死亡。這些幼苗在出土前受感染所引起的病害，稱為「前猝倒病」(Pre-emergence damping-off)。

當幼苗出土後受感染，通常感染部位在地基部或較地基部稍低之處，呈水浸狀，變色，細胞迅速崩解。此時幼苗莖基部變細，軟化，無法承受整個植株而倒伏，倒伏後病原菌繼續為害，終至幼苗萎凋死亡。此種病害稱為「後猝倒病」(Post-emergence damping-off)。

當成長株或老株受到感染時，通常僅在莖上形成小病斑，但是如果病斑擴大至環繞莖部，則引起矮化或死亡。此外，常見到的感染，僅限於根部，亦可導致植株矮化、黃化、萎凋及死亡等現象。

‡病原菌生態特性

本病菌體包括有管狀菌絲、游走子、游走孢子囊及卵孢子等構造。其孢子或靜止子在土壤中遇到寄主植物會發芽，成為本病害的重要最初感染源，但其在土中存活的時間非常低。因此，本菌主要以卵孢子型式存活於田間。卵孢子具有生理性的休眠，大量產生於寄主組織中，待寄主組織崩解後，卵孢子裸露於土中，並於土表有水的環境或外來營養存在下，直接發芽產生感染菌絲，否則以間接發芽產生游走孢子。

‡防治方法

a. 利用太陽能或 80℃ 熱蒸氣進行土壤消毒，太陽能消毒是先以透明塑膠布(0.025 mm 厚)敷蓋土面(敷蓋前先灌水)，經過四星期後種植；熱蒸氣消毒，是以管路導引熱蒸氣(80℃)至土壤中，消毒 2 小時左右，再進行播種工作。

b. 土中灌注亞磷酸液 1000 倍。

c. 施用發酵完全之香菇太空包堆肥，可降低猝倒病的發生。

d. 推薦藥劑 35% 依得利可濕性粉劑、66.5% 普拔克溶液

(3) 萵苣萎凋病 (*Fusarium wilt of lettuce*) (照片 7-5, 照片 7-6)

‡病原

Fusarium oxysporum Schl. f. sp. *lactucum*

‡病徵

病株矮化，葉片皺縮變形，下位葉黃化，逐漸萎凋死亡，莖基部及主根內之維管束褐化壞疽。

‡病原菌生態特性

本菌生長溫度範圍為 12~32℃，菌絲最適生長溫度為 20~24℃，厚膜孢子發芽最適溫度則介於 24 至 28℃ 間。厚膜孢子為本菌在土壤中之主要存活構造，其在土壤水分含量低時，發芽最佳，但水分過多時，發芽率明顯下降，且會誘使發芽管瓦解。

☞ 防治方法

- a. 採行輪作。
- b. 施用 S-H 土壤添加物，每分地 100-150 公斤，施用後灌水，一週後種植。
- c. 施用烏肥或尿素。

(4) 高苜蓿斑病 (*Acremonium brown spot of lettuce*) (照片 7-7)

☞ 病原

Acremonium lactucae nov. sp.

☞ 病徵

最初高苜蓿下位葉片出現褐色圓形斑，多在中肋及葉脈上，有時整條中肋呈褐色。嚴重時病斑也自葉脈擴散至葉肉組織，有時葉片基部及根部表面呈棕褐色，偶有單個大型褐色病斑出現於葉片上或一、二病斑融合成不整形褐斑，罹病葉片呈黃化的現象。

☞ 病原菌生態特性

本菌的最適生長溫度介於 24 與 28℃ 間，其分生孢子發芽與感染寄主的最適溫度均為 28℃。本菌主要以罹病葉作為初次感染源，並以厚膜孢子作為存活的構造。

☞ 防治方法

- a. 田間罹病葉的清除。
- b. 推薦藥劑 50% 免克寧可濕性粉劑、75% 滅普寧可濕性粉劑、25% 撲克拉乳劑、23.7% 依普同可濕性粉劑、50% 撲滅寧可濕性粉劑。

(5) 莧菜白銹病 (*Amaranth white rust*) (照片 7-8, 照片 7-9, 照片 7-10)

☞ 病原

Albugo bliti

☞ 病徵

本病菌為害葉片，基部老葉被害多。最初葉片背面出現白色突起小泡，略呈圓形，逐漸由白色變為淡黃色，後期泡斑破裂，露出白色粉末，是本菌之分生孢子（亦稱孢囊）。葉片表面呈淡綠色斑紋。

☞ 病原菌生態特性

本菌發芽侵入植物體後，在植物體內形成菌絲與吸器，以吸收寄主的養分。本菌的藏卵器與藏精器受精後會形成卵孢子。孢囊遇適當的環境可以釋放游走子，成為傳播病害的感染源。本菌可在土壤、植物體等處所存活越冬，為絕對寄生菌。

☞ 防治方法

噴射亞磷酸 1000 倍稀釋液 (100 公升水中加入亞磷酸 100 公克，氫氧化鉀 100 公克，即是 1000 倍稀釋液)，每七天一次，共二次。

(6) 瓜類白粉病 (*Powdery mildew of cucurbit*) (照片 7-11, 照片 7-12, 照片 7-13, 照片 7-14)

☞ 病原

Sphaerotheca fuliginea

☞ 病徵

葉表面出現白色粉末，最初數個斑點，最後佈滿全葉，後期白色粉末變灰色，秋季白色菌絲中生出小黑點粒（閉囊殼），但閉囊殼在台灣氣候條件下很少見。

♣病原菌生態特性

本病菌之分生孢子可藉風傳播，於乾燥、肥沃土壤、多汁的植體及光線不足的環境下，較易發生。本病菌的無性孢子發芽後，形成發芽管侵入植物組織細胞內形成吸器吸收養分，然後再由原附著器部位處產生表面白色菌絲及分生孢子。本菌分生孢子的存活時間很短，一般而言不會超過 3 星期以上。至於，其發病溫度則以 25 為最適合。

♣防治方法：

- a. 噴佈可濕性硫磺粉 600 倍，每 7-10 日一次，連續 5-6 次。
- b. 噴佈中興一百(植物健素) 400 倍。
- c. 噴射地吉 1400 倍。
- d. 噴射抗蒸散劑 200 倍。
- e. 噴佈臺灣寶(枯草桿菌) 800 倍。
- f. 推薦藥劑：29% 核鉸光動素可溶性粉劑、13.4% 邁克尼乳劑、5% 三泰芬可濕性粉劑。

(7)瓜類露菌病 (Downy mildew of cucurbit) (照片 7-15，照片 7-16)

♣病原

Pseudoperonospora cubensis

♣病徵

本病主要為害葉片，在台灣自九月間開始逐漸嚴重。由老葉開始漸向上蔓延，最初葉片表面出現黃色病斑，受葉脈限制，病斑多呈角形，濕度大時，病斑背面生出灰黑色黴狀物，清晨有露時較明顯。初期黴狀物白色，隨後漸轉為灰白色至灰黑色，致後期葉片枯死，只剩未受害葉柄及少部分葉肉組織呈綠色，影響產量至大。

♣病原菌生態特性

本病菌於 15~20 環境下，可在植株葉背形成病斑和產生孢子囊。孢子囊最適合發芽的溫度是 10 及 15 。孢子囊在相對濕度高達 100% 時，其發芽率可達 97.53% ，但隨相對濕度的減少，發芽率明顯降低。孢子囊在 30% 含水量土壤中，僅能存活 14 天左右。

♣防治方法

- a. 噴射 5-5 式波爾多液，每七天一次，連續 5-6 次。
- b. 噴射抗蒸散劑 200 倍。
- c. 噴射亞磷酸 1000 倍稀釋液(100 公升水中加入亞磷酸 100 公克，氫氧化鉀 100 公克，即是 1000 倍稀釋液)，每七天一次，共二次。
- d. 推薦藥劑 39.5% 普拔克溶液、37% 銅本達樂可濕性粉劑、82% 銅錳乃浦可濕性粉劑。

(8)彩色海芋細菌性軟腐病 (Bacterial soft rot of colored calla lily)(照片 7-17，照片 7-18)

♣病原

Erwinia carotovora subsp. *carotovora*, *Erwinia chrysanthemi*

2 病徵

彩色海芋各部位組織皆可遭受軟腐細菌為害出現軟腐病徵，尤其地下部種球受害時，於感染部位出現水浸狀壞疽病斑，隨著病勢的進展，種球便很快軟化腐爛，並伴有惡臭散發出來，同時地上部植株之外圍葉片呈現系統性的黃化與水浸狀之軟腐病徵，同一芽體長出之葉片皆會倒伏萎凋死亡。

3 病原菌生態特性

Erwinia 屬的軟腐細菌普遍存在於世界各地，最適生長溫度介於 28-30℃，可為害相當廣泛的作物。本菌可藉種薯、昆蟲、土壤、灌溉水、非寄主作物、田間雜草、空氣中之懸浮粒或雨水飛濺等方式傳播至健康彩色海芋植物上。本菌侵入植物組織主要由傷口或皮目侵入，因此，彩色海芋於摘花期間，軟腐病之發生較為嚴重。

4 防治方法

- a. 採用健康無病之種球
- b. 與禾本科或豆科作物進行輪作。
- c. 使用殺蟲劑減少昆蟲傳播。
- d. 推薦藥劑 68.8% 多保鏈黴素可濕性粉劑、12.5% 鏈黴素溶液或 16.5% 鏈土黴素可濕性粉劑。

(9) 百合萎凋病 (*Fusarium wilt of lily*) (照片 7-19)

1 病原

Fusarium oxysporum f.sp. *lilii*

2 病徵

本病菌可由百合的根部、莖基部或鱗片直接侵入百合植株，感染百合的鱗莖，尤其是鱗莖基部與根相連處。本菌可引起土壤中種球的壞疽與崩解，並可使地上部植株的下位葉提早黃化、落葉、生長不良及花苞消蕾，甚至使全株萎凋死亡。

3 病原菌生態特性

本病菌主要以菌絲或厚膜孢子在植物體、土壤及介質中存活。厚膜孢子發芽後，發芽管直接由百合植株根、莖或種球基部侵入。侵入的菌絲可在植株細胞間生長，遇到導管時，可自管壁之小孔伸入導管中，然後向上下生長，使得導管周圍的細胞間隙或柔膜細胞轉為褐色，且植株內的水分低於正常功能需求，最後導致植株萎凋而死亡。

4 防治方法

- a. 添加蝦蟹殼粉，可降低萎凋病菌的棲群數目。
- b. 採用輪作。
- c. 以得恩地、免賴得或腐絕處理種球消毒。
- d. 利用氯化苦消毒土壤或栽培介質。

結 語

簡易設施內因氣象因子、栽培密度及長期連作的效應，使得其環境和生態，和一般露天栽培的環境截然不同，因而在從事設施內農作物病害防治時，須妥善採納各種栽培防治法及非農藥防治法等技術，儘量避免採用化學藥劑防治法，才不會傷害人體健康與造成環境污染。因此，採行田間交替輪作，種植健康種子、種苗及種球，進行

土壤蒸氣處理等，才能維護設施栽培作物的健康。

(黃振文·鍾文全)

引用·參考文獻

1. 王添成。1990。精緻蔬菜病害之發生與防治。精緻蔬菜產銷改進研討會專集：157-169(桃園區農業改良場編印)。
2. 林益昇、羅朝村。1988。S-H 混合物防治胡瓜猝倒及根腐病。植保會刊 30:223-234。
3. 郭孚耀。1986。台灣精緻蔬菜設施栽培之探討與展望。台灣農業 22:83-92。
4. 黃振文、孫守恭。1998。植物病害彩色圖鑑 第 2 輯 蔬菜病害。160 頁。世維出版社。
5. 黃振文、孫守恭。2001。蔬菜有機栽培非農藥病害防治專輯。153 頁。財團法人台北市公農產銷基金會。
6. 鄭安秀、杜德一、劉興隆。1993。簡易設施蔬菜病害防治。蔬菜保護研討會專刊：221-229。中華植物保護學會編印。

2)設施無土栽培豌豆芽菜的根腐病及其防治

芽菜乃植物種子發芽後的幼苗當作蔬菜之總稱。芽菜不僅鮮嫩可口，且富含多種胺基酸、維生素及礦物質，自古即受人們所喜愛，亦是現代人的生機健康食品，而豌豆芽菜 (*pea seedling*, *Pisum sativum* L.) 為少數食用綠色嫩芽之豆芽菜，且被標榜為清潔蔬菜，市場價值極高，不僅可終年供應，在梅雨及颱風季節且能依需求而計畫生產，迅速供應市場，為農友及消費者所喜愛。豌豆芽菜的生長受溫度、浸種時間、播種量、栽培介質、種子品質及光照培養時間的影響，目前臺灣豌豆芽菜之栽培大多採用自澳洲進口之豌豆種子 - Dun peas (或稱 Dundale pea)，在設施內終年栽培，其栽培方式主要先將豌豆種子浸水數小時使之膨脹，取出平鋪於盛有栽培介質的育苗盤，在保持高濕度的育苗室內催芽，再將育苗盤移至設施棚內，接受間接光線而綠化，待苗高 12cm 以上即可自莖基部收割。

豌豆芽菜即採設施栽培，為了使豌豆迅速發芽且保持幼嫩可口的高品質，設施內必須維持高濕度，再加上終年連作，導致由腐霉菌 *Pythium. aphanidermatum* 和 *P. ultimum* 引起之根腐病嚴重發生，造成植株根腐、矮化，甚至死亡等病徵(照片 7-20)，夏季嚴重時可造成 90% 以上產量的損失；在冬天該病害則稍緩和，但仍造成減產。腐霉菌為重要的植物根部病原菌，出現之頻率受作物種類與溫度的影響，以不同種 (species) 同時或輪替出現於田間或設施作物根部。臺灣豌豆芽菜根部出現的兩種腐霉菌亦受溫度的影響，在夏季以 *P. aphanidermatum* 為主，冬季則是 *P. ultimum* (圖 7-1)。在台中縣霧峰鄉某一農場的危害調查顯示由於遮蔭與不斷大量澆水，農場內的日最高最低氣溫雖較栽培介質溫度的波動大，但兩者之時平均溫度卻非常接近。除了在夏季高於 24℃，在冬季偶而低於 16℃ 之外，大都落在 16℃-24℃ 之間。*P. ultimum* 出現於平均溫度 20℃ 以下的季節而造成危害；*P. aphanidermatum* 則出現於 20℃ 以上的季節，但必須在 24℃ 以上才可見地上部明顯病徵，尤其在 26℃ 以上病害更嚴重，產量也最低(圖 7-1)。

Fletcher (1984) 認為引起設施內苗圃之幼苗猝倒及根腐的病原菌 *Pythium* spp. 和 *Phytophthora* spp. 可能來自栽培資材或澆灌水，而 *Rhizoctonia solani* 大多來自栽培介質；亦有學者認為工作人員 栽培資材或風砂塵土將水耕蔬菜根腐病菌 *Pythium* spp. 攜入水耕設施內。而豌豆芽菜根腐病菌 (*P. aphanidermatum* 和 *P. ultimum*) 經檢測，少量存在於鋸木屑栽培介質及大量存在於設施內的塵土，但二者為初次感染源，不會造成嚴重病害，然而一旦引入病害後會迅速繁殖，存活於殘根而污染育苗盤，重複使用該育苗盤愈多次，病原菌密度會提高至 4,000 propagules/g debris 以上 (表 7-1)，而成為下次豌豆芽菜根腐病的最重要感染源。因豌豆芽菜根腐病的主要感染源是存在於育苗盤上，故處理育苗盤即可能防治根腐病。例如曬乾育苗盤 7 天以上、填高栽培介質至 6cm 或以上及鋪放塑膠布於育苗盤上，能延遲或阻絕病原菌感染芽菜根部，皆可達到防治的效果，但上述防治方法不僅費時費工，且仍有部分植株受到感染，防治效果不甚理想，若以施用 2000 ppm 次氯酸鈣浸泡育苗盤 24 小時，取出晾乾後再用以種植，則能有效防治根腐病而大幅減少產量損失 (圖 7-2)。(黃晉興)

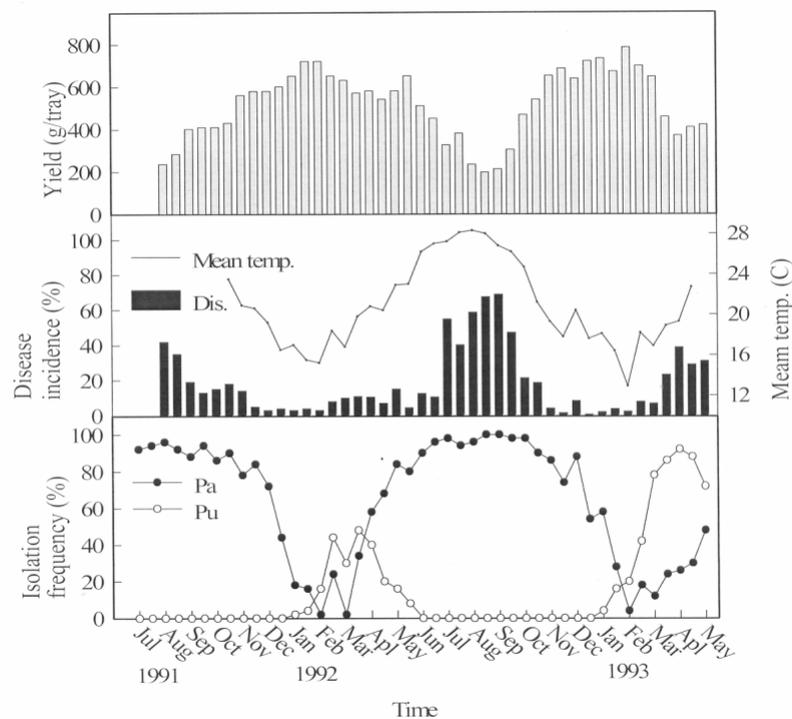


圖 7-1 設施內豌豆芽菜根腐病及對產量影響之週年變化。根腐病菌 (*Pythium aphanidermatum* (P.a.) and *P. ultimum* (P.u.)) 於設施內隨溫度之改變而有出現頻率之變化。

表 7-1 豌豆芽根腐病菌(*Pythium. aphanidermatum* 和 *P. ultimum*)接種源之來源

Material	接種源密度 (propagules/ml or g substrate)			
	霧峰-1 農場		霧峰-2 農場	
	Pa	Pu	Pa	Pu
水	0.0	0.0	0.0	0.0
種子	0.0	0.0	0.0	0.0
栽培介質	0.2	0.0	1.5	0.0
育苗盤上之殘留物	1297.0	3366.0	463.0	12667.0
設施內塵土	4605.0	70.0	913.0	3225.0

註 Pa =*P. aphanidermatum*, and Pu =*P. ultimum*.

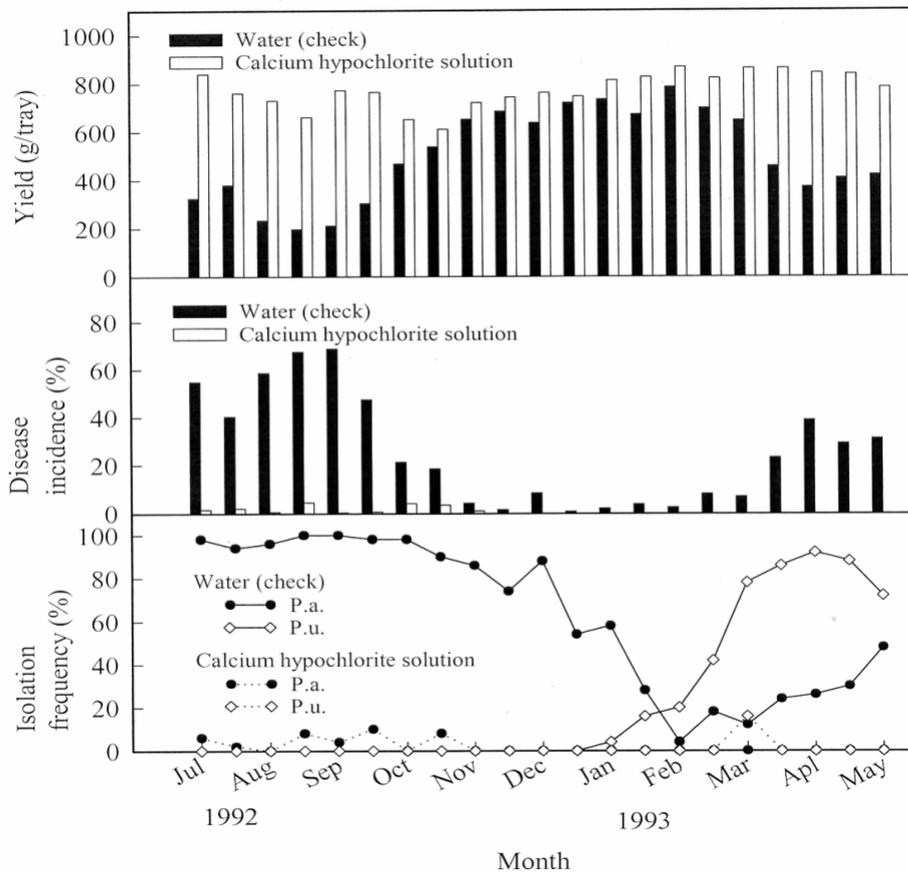


圖 7-2 利用 2,000ppm 之次氯酸鈣浸漬育苗盤 24 小時，晾乾後再種植，防治豌豆芽菜根腐病之情形 (P.a.= *Pythium aphanidermatum* (Pa); P.u.=*P. ultimum*.)

引用•參考文獻

1. 何偉真、黃泮宮、林正雄。1990。豌豆芽菜生產之研究。設施園藝之研究與技術開發計劃執行成果報告 416-425。臺灣省鳳山熱帶園藝試驗所編印。鳳山市。476 頁。
2. 黃晉興。1993。豌豆芽菜根腐病病因學、生態學與防治研究。國立中興大學植物病理學研究所碩士論文 61 頁。
3. 黃淑華。1991。水耕蔬菜根腐病之病因學、生態學及防治研究。國立中興大學植物病理學研究所碩士論文。台中市。66 頁。
4. 歐陽禹。1985。芽菜與豆。青春出版社，台北市。191 頁。
5. Fletcher, J. T. 1984. Diseases of Greenhouse Plants. Longman House, England. 351 pp.
6. Huang, J. H., and Lin, Y. S. 1998. Root rot of vegetable pea seedlings in soilless cultural system caused by *Pythium aphanidermatum* and *P. ultimum*. Plant Prot. Bull. 40:397-408.
7. Lin, Y. S., Huang, J. H., and Guon, Y. H. 2002. Control of *Pythium* root rot of vegetable pea seedlings in soilless cultural system. Plant Pathol.. Bull. 11: 221-228.

3)設施無土栽培作物之土壤傳播性病害及其防治

(1)無土栽培 (soilless culture)

狹義的無土栽培通常是指養液栽培 (nutriculture)，將植物所需元素以不同濃度調配成適合作物生長的養液配方，以提供作物生長期所需的養分，因栽培介質不同而有固體介質栽培、液體介質栽培及噴霧栽培。固體介質栽培有砂耕、礫耕、岩綿耕等；液體介質栽培即俗稱「水耕」(hydroponic culture)，如環流式、液體升降式、等量交換式、M 式及薄膜式等水耕；噴霧栽培，即作物根部暴露在氣室中，吸收霧狀養液的養分 (呂，1988)。而除了上述的養液栽培外，利用各種非土壤的固體介質來栽培作物，也廣義稱之為「無土栽培」，如一般最常見的泥炭土 (peat moss)、水苔、蛇木屑、椰殼纖維、鋸木屑、堆肥、稻殼、吸水紙等植物纖維，或蛭石 (vermiculite)、柔石或珍珠石 (perlite) 等礦物材質，或是海綿、岩綿 (rock wool)、polyurethane foam 等栽培用人造纖維，國外甚至使用地下水道污泥或樹皮等廢棄物 (Verkonck, 1983)。其中，礦物材質及人造纖維為惰性材料 (inert material)，通常微生物相單純且少量，而植物纖維及生物廢棄物則微生物相較複雜且量大 (Dickinson and Dooley, 1967; Gullino and Garibaldi, 1994)。無土栽培使用之介質種類與方式，因作物及介質來源而異，最主要目的是增加作物根部的通氣性，使肥份能快速的被利用，易於控制作物的生長及管理，並期望能免除土壤傳播性病害 (soilborne disease)。

(2)無土栽培作物的土壤傳播性病害

作物以無土栽培方式並無法免除土壤傳播性病害。土壤傳播性病害並非由土壤產生，而是土傳病原菌多喜好存活於土壤中，固無論作物於液體或固體介質栽培，只要該介質適合土傳病原菌存活，仍會發生土壤傳播性病害。一般常見的作物土壤傳播性病原有鐮孢菌 (*Fusarium* spp.)、菌核病菌 (*Sclerotinia sclerotiorum*)、立枯絲核菌

(*Rhizoctonia solani*)、白絹病菌 (*Athelia rolfsii*)、疫病菌 (*Phytophthora* spp.)、腐霉菌 (*Pythium* spp.)...等真菌,及青枯病菌(*Ralstonia solanacearum*) 軟腐病菌(*Erwinia* spp.)...等細菌,在一般土壤及無土栽培系統皆常出現,其中立枯絲核菌及白絹病菌喜好有機質高之介質,而疫病菌、腐霉菌、青枯病菌及軟腐病菌喜好含水量高之介質,尤其在水耕栽培系統中傳播特別迅速 (Fletcher, 1984; Jarvis, 1992)。無土栽培可控制作物養分需求,可促使作物快速生長,但也較易感病,加上種植同一品系作物,單純的微生物相,而且灌溉水的互通,或栽培器材的重複使用,適合特定病原菌的蔓延。這些病害中,以腐霉菌 (*Pythium* spp.) 及疫病菌 (*Phytophthora* spp.) 引起的病害最常見,因這些病原菌會產生具有游動能力的游走子 (*zoospore*),能在養液或水膜中游動,一旦發生病害,通常傳播迅速且嚴重。在台灣,以水耕蔬菜及豌豆芽菜根腐病為例 (由 *Pythium* spp. 引起), 病害嚴重時期常使產量僅為正常的四分之一甚至無任何收成 (Huang and Lin, 1998; 林與黃, 1993; 黃等, 1994)。

水耕栽培甚少使用有機材料,理論上可避免土壤傳播性病害 (Zinner, 1988), 因此被誤認為不會發生土壤傳播性病害,然而自然界沒有無菌的環境,特定的病原菌傳入水耕系統就會發生病害。水耕系統有其特殊之生態系,栽培系統中微生物相單純,一旦引入病原菌之後,因缺乏自然界的天然汰選,反而使部份病原菌增殖迅速,尤其一些容易在水中生存的病原菌會隨養液循環擴及所有作物,病害種類或許比土耕者少,但卻較為嚴重 (Bravenboer, 1974), 其中以腐霉菌 (*Pythium* spp.) 引起的根腐病最嚴重 (黃等, 1994; Bravenboer, 1974; Jenkins and Averre, 1983; Zinner, 1988)。

使用泥炭土、蛇木屑、堆肥等有機固體介質,基本上一般土壤傳播性病原菌傳入後,只要環境及氣候合適,仍然會發生病害,如 *Pythium* spp. *Phytophthora* spp. *Rhizoctonia solani*, *Thielaviopsis basicola*, *Fusarium* spp. 等病原菌常在設施無土栽培系統發現,而造成病害 (Fletcher, 1984; Jarvis, 1992)。筆者於國內以泥炭土栽培的設施蔬菜,即發現茄科作物疫病、白絹病、萎凋病、青枯病,瓜類萎凋病、疫病、根腐病....等,及苜蓿芽軟腐病、豌豆芽菜根腐病與疫病,許多於無土介質栽培發生的重要病害如表 7-2 所載。

表 7-2 曾報告於無土介質栽培發生的重要病害

作物	病原菌
非洲紫羅蘭 (African violet)	<i>Phytophthora parasitica</i>
秋海棠 (Begonia)	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>begoniae</i>
康乃馨 (Carnation)	<i>Fusarium avenaceum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. roseum</i> ., <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i>
水芹 (Cress)	<i>Pythium</i> spp.
胡瓜 (Cucumber)	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cucumernum</i> , <i>P. aphanidermatum</i> , <i>P. coloratum</i> , <i>P. intermedium</i> , <i>P. irregulare</i> .

(接下頁)

(續表 7-2)

作物	病原菌
萵苣 (Lettuce)	<i>P. aphanidermatum</i> , <i>P. ultimum</i> , <i>P. debaryanum</i> , <i>P. myriotylum</i> .
豌豆芽菜 (Pea seedlings)	<i>P. aphanidermatum</i> , <i>P. ultimum</i> , <i>Ph. syringae</i>
菠菜 (Spinach)	<i>P. aphanidermatum</i> , <i>P. dissotocum</i>
蕃茄 (Tomato)	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> , <i>Erwinia</i> spp., <i>Ralstonia solanacearum</i> , <i>Colletotrichum coccodes</i> , <i>Dydimella lycopersici</i> , <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>radicis-lycopersici</i> , <i>Ph. erythroseptica</i> , <i>Ph. nicotianae</i> , <i>P. aphanidermatum</i> , <i>P. myriotylum</i> , <i>P. silvaticum</i>

* 部分資料摘錄自 Gullina and Garibaldi, 1994。

(3)病原菌來源

於設施內進行無土栽培，通常初期很少發生病蟲害，使栽培者誤以為無土栽培不容易發生病害，主要因為栽培初期病原菌尚未引入設施內，或病原菌族群未達發病的程度，然而種植數次之後，發現病害漸漸嚴重，甚至突然爆發嚴重的疫情，常使栽培者措手不及。基本上，在設施內進出的物體都可能將土壤傳播性病原菌引入，如設施外的塵埃、操作的器具、種子、介質，甚至人體都會攜帶病原菌進入設施內，下述是病原菌可能引入設施內的途徑。

①溫室環境

病原菌會附著在溫室設施上，或由入口氣流進入設施內，故溫室外的病原菌有許多機會能夠進入設施內（黃等，1994；Rowe et al., 1977），而發生過病害的設施內，走道及植床下的塵土皆有機會殘留病原菌（黃，1993；Fletcher, 1984；Jarvis, 1992；Lin et al., 2002）。

②操作人員及器具

人員進出設施頻繁，特別是鞋靴、器具、機械等物，有機會將設施外的病原菌引入設施內，即使上一季未發生明顯的病害，但已有大量的病原菌存在植槽或器具上，將會危及下一季的作物（黃，1993；Fletcher, 1984；Jarvis, 1992；Lin et al., 2002）。

③水

灌溉水基本上不易帶有病原菌，但也有水源受到環境中腐霉病菌污染例子（Pickett-Popoff and Panter, 1994），若接收設施屋頂的降雨當作水源的一部分，也會收集到一些病原菌（Runia, 1995）。

④種子及種苗

種子帶病原菌等例子頗為常見（Jorgensen, 1978），如蕃茄萎凋病及早疫病皆可由種子傳播（Samson et al., 1942），而種苗也是將病原菌導入設施內的途徑之一（Fletcher, 1984；Jarvis, 1992）。

⑤栽培介質

栽培者要有所認知，泥炭土、蛇木屑、椰殼纖維並非百分之百不帶病原菌，重要

的無土栽培土壤傳播性病原菌，如 *Pythium* spp.、*Rhizoctonia solani* 及 *Fusarium* spp.（包括 *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*）都曾自泥炭苔分離出（Couteaudier *et al.*, 1985; Favrin *et al.*, 1988; Kim *et al.*, 1975），由介質夾帶的病原菌如 *P. aphanidermatum*, *P. irregulare*, *P. coloratum* 等腐霉菌會造成嚴重的胡瓜冠腐病（Crown rot）（Favrin, *et al.*, 1988）。

◎媒介昆蟲

Fungus gnats 及 shore fly 等昆蟲能將 *Pythium* spp. 或 *Fusarium* spp. 等病原菌攜入設施內，造成病害的來源（Gillespie and Menzies, 1993; Goldberg and Stanghellini, 1990; Jarvis *et al.*, 1993）。

(4)病害防治

要完全將病原菌阻隔在設施外，幾乎是不可能的任務，然而在操作管理上有許多方式是可以降低病害的嚴重程度，首先儘量降低病原菌引入的機會，發病初期則應將病株隔離，並處理化學農藥，而設施衛生、器具及介質的更新，或化學藥劑、非化學藥劑之消毒處理，才能確保下一期作的正常生長。

①避免病原菌進入設施

前述病原菌引入設施內的管道甚多，但能減少病原菌進入的機會便能降低病害的風險。設施入口前可鋪碎石層，入口可設置消毒池，將鞋靴、器具底部附著的病原菌阻絕在外，使用清潔的水源、介質及種苗更是重要。通常出現病徵（病斑、腐敗等）的種苗可由肉眼檢視，但往往一些無法由肉眼檢視之病徵，或帶菌而無病徵的種子或苗木，常常就將病原菌引入設施內，需有血清反應、栽培檢定等輔助的檢測方法（Jarvis, 1992），若能以溫水或藥劑浸種，苗木進入設施前處理化學藥劑，可避免許多病原菌的引入（Jarvis, 1992）。

②減少病原菌傳播機會

在無土栽培系統中，游離水豐富，是病原菌傳播的主要工具，尤其是循環式的養液或整槽的介質栽培，常導致一整個栽培槽甚致整棟設施完全無收穫的慘況。若經費許可之下，儘量以區隔的方式栽培，如分隔的養液槽，或介質以袋植的方式栽培，減少病原菌由病區傳染到其它區域（Jarvis, 1992）。另外以滴灌的方式取代噴灌，而大型作物靠近基部的枝條及葉片最好清除，以降低病原菌藉由地上部傳染。在台灣有許多無土栽培的設施使用袋裝的泥炭土來栽培胡瓜或甜椒，輔以不循環的滴灌供給養液，確實避免了許多土壤傳播性病原菌的傳播。

③減少病原菌的存活

重複使用的器材是土壤傳播性病原菌最可能存活的場所，在土耕栽培系統的存活場所是土壤，而設施無土栽培則是設施本身、栽培介質（包括養液）及植槽，栽培介質之處理如後述。設施內外、走道、植架下、使用的器材及植槽在栽培輪空期可用漂白水（次氯酸鈉）等物消毒，以減少病原菌存活的機會，如無土栽培的豌豆芽菜，發生根腐病後，設施內植架下及所使用的育苗盤即帶有大量的根腐病菌（Lin *et al.*, 2002），而育苗盤上的接種源才是造成嚴重病害的來源，於 2000ppm 的次氯酸鈉溶液（或次氯酸鈣）浸漬 24 小時再晾乾後，即可重複使用。

④施用化學藥劑

對於設施無土栽培的土壤傳播性病害，最先想到的多半是藥劑防治，一般於田間所使用的藥劑常被拿來使用，且多用於養液或澆灌於介質，不過病原菌不容易以化學藥劑來防治，因為藥劑不容易接觸到病原菌，且容易有藥害產生及農藥殘留的問題。藥劑中的免賴得 (benomyl) 及滅達樂 (metalaxyl) 為系統性移行的藥劑，較常在無土栽培中施用，但由於栽培系統的差異，施用的濃度、時機及對栽培系統的微生物之影響，應經評估後才能大面積使用，並應注意抗藥性的問題，如 *Pythium*、*Phytophthora* 已被報告容易對滅達樂產生抗藥性菌系 (Staub, 1991)。

⑤注意田間衛生

一旦栽植作物發生土傳性病害，應不吝將病株並甚至整槽或整袋的介質取出室外，並消毒植槽，收穫後的植株應儘速移出設施外，避免少數的病原菌在設施內繁殖。

(5)介質的處理

①養液或灌溉水處理

a.熱處理 在控制的實驗環境中，經過 95 10 秒鐘可殺滅水耕養液中絕大部分的病原菌，若在實際的養液栽培應用上，最好 95 而 30 秒以上 (Runia, 1995)，不過要注意這種處理方式易造成鈣的沈澱 (Gullina and Garibaldi, 1994)。

b.臭氧處理 利用 754mV 還原值的臭氧，以 10g/m³ 濃度處理灌溉水一小時則可除滅 99.9% 的真菌及細菌 (Runia, 1993c)，但嵌合鐵 (iron chelate) 的破壞須注意 (Jarvis, 1992)。

c.紫外線處理 養液經紫外線處理後，可防治 *P. aphanidermatum* (Stanghellini et al., 1984) 及 *Ph. cinnamomi* (Smith and Ousley, 1984) 所引起的水耕蔬菜根腐病害。在實際栽培系統，為達到理想的防治效果，建議使用高壓燈 250mJ/cm² 紫外光處理 (Runia, 1993c)。但也有報告指出紫外線的處理並未能達到防治病害的效果，反而會破壞嵌合鐵，造成植株缺鐵的黃化 (Daughtrey and Schippers, 1980)。

d.過濾 90 公分厚的石英砂做為過濾層，以 3-7m/day 的速率過濾灌溉水，能將大顆粒雜質隔離，但僅可除去 *Phytophthora* 的孢囊，無法過濾掉細菌或其他大部分的真菌的孢子，而利用微細過濾 (ultrafiltration) 養液或灌溉水以防治根部病害，僅於實驗規模測試，並無法實際應用於商業栽培系統 (Runia, 1995)。

e.碘及氯處理 病原菌 *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* 的分生孢子以 0.7ppm 的碘處理，可達到完全除滅的效果，但在實際的應用上，和氯水處理一樣，都須注意對作物是否造成傷害 (Runia, 1993c; Gullina and Garibaldi, 1994)。

f.施用農藥 養液中施用農藥依得利 (etridiazole) 20ppm 或依得利 20ppm 加 copper oxinate 5ppm，可防治由腐霉菌和疫病菌引起之水耕蕃茄根腐病 (Price and Dickson 1980)，另外 0.5ppm 的鋅錳滅達樂 (Metalaxyl MZ) 可有效防治由腐霉菌引起之水耕葉菜的根腐病，且藥劑殘留量低，但未登記於水耕栽培上使用 (黃, 1994)。

②固體栽培介質之處理

a.養分調配 增加鈣肥的含量，使作物的細胞壁較能抗病原菌的果膠分解酵素，或施用矽酸鹽 (如矽酸鉀)，可加強抗病原真菌的侵入及菌絲生長，可防治鐮胞菌 (*F. oxysporum*) 引起之萎凋病，或腐霉菌 *P. ultimum* 引起之胡瓜根腐病 (Cherif and Belanger, 1992; Gullina and Garibaldi, 1994)。

b.介質消毒

a)熱處理 許多病原菌在 60 的環境下 30 分鐘會死亡，腐霉菌及疫病菌等甚至在 53 30 分鐘死亡，而熱處理可用堆肥法、太陽能殺菌及蒸汽殺菌等模式 (Jarvis, 1992)，以後者處理時間短，廣被使用。在台灣，分別以 60 或 80 蒸汽處理設施土壤 30 或 20 分鐘，可有效防治百合萎凋病 (李及呂, 1998)，亦有研究人員利用 60 的蒸氣處理泥炭苔等介質 30 分鐘，可使栽培介質重複使用 (鄭及陳, 1997)，是非常值得推廣的防治方法。

b)放射線處理 以放射線處理介質的機會不多，如 100krad 劑量的珈瑪射線可防除培養土之疫病菌，而 250krad 可防除鐮胞菌 (Rattink, 1982)。

c)藥劑處理 利用溴化甲烷 (methyl bromide)、氯化苦 (chloropicrin) 等藥劑薰蒸介質，絕大多數的生物會被殺滅，包括病原菌、昆蟲、雜草及動物等，形成所謂的近微生物真空 (biological near-vacuum)，當然可防治病害，不過一旦病原菌引入，會造成嚴重的病害。此外，使用這類的化學薰蒸劑要特別小心，施用後 2 3 天內對生物有極強的殺傷力，而 7 14 天內仍有少部分的殘留 (Jarvis, 1992)。

c.生物防治 無土栽培系統的微生物相單純，但也適合某些微生物存活。若拮抗微生物在病原菌引入之前建立族群，則能延緩病原菌的族群建立，降低嚴重病害的風險，可大幅降低防治的成本，但並無法完全遏止病害的發生 (Paulitz, 1997)。如適量導入原本存在的拮抗細菌，可防治岩綿栽培的胡瓜根腐病 (Postma, 2000)；而泥炭土中添加 *Gliocladium virens* 可防治由 *P. ultimum* 及 *R. solani* 引起的根部病害 (Lumsden & Locke, 1989)；混合調配數種介質，可降低蕃茄萎凋病的發生 (蕭等, 1993)，其它尚有許多有益微生物添加於無土栽培的系統以防治病害，如 *fluorescent Pseudomonads*、*Bacillus subtilis*、*Streptomyces* sp.、*Trichoderma* spp.、nonpathogenic *Fusarium oxysporum* 等

表 7-3 設施作物的病害防治策略

時機	處理策略
預防	使用清潔的種子、苗木、水及器材。 多利用抗病品種及抗病根砧。 介質混和有益微生物、經藥劑或熱處理；利用區隔介質栽植，避免傳播迅速。 設施內保持清潔。 施用化學藥劑保護 注意設施內氣候，勿營造出適合病害發生的條件。
病害發生時	田間衛生（清除病株），以避免病原菌的快速傳播。 設施內氣候調整，以降低病害蔓延速度。 施用拮抗微生物或化學藥劑

結語

預防重於治療，在病害未發生前即做好防範措施，往往可節省許多防治的成本，前述的病原菌引入設施的途徑通常是無法完全阻絕，須要一些防治策略來加強病害防治的效果。設施作物栽培者應要注意，重複使用的物材是病原菌最可能引發病害的的來源，而設施作物土壤傳播性病害的防治措施，與露天栽培的防治模式稍有不同，主要可朝較精細的防治方法，要對病害的生態有初步的了解，再施以適當的防治措施。

(黃晉興)

引用•參考文獻

1. 李敏郎 呂理燦。1998。土壤蒸汽消毒防治百合黃化型病害。植保會刊 40:251-264。
2. 呂理福。1988。養液栽培之種類及其特點。pp8-20。養液栽培技術講習第一輯。鳳山熱帶園藝試驗分所編印。鳳山 102p。
3. 林益昇、黃淑華。1993。腐霉菌 (*Pythium* spp.) 引起水耕蔬菜根腐病。植保會刊 35:51-61。
4. 黃晉興。1993。豌豆芽菜根腐病病因學、生態學與防治研究。國立中興大學植物病理學研究所碩士論文 61 頁。
5. 黃淑華、林益昇、郭孟祥。1994。水耕蔬菜根腐病接種源來源、傳播與防治。植保會刊 36:41-52。
6. 黃淑華。1991。水耕蔬菜根腐病之病因學、生態學及防治研究。國立中興大學植物病理學研究所碩士論文。台中市。66 頁。
7. 鄭安秀、陳紹崇。1997。蒸氣消毒後栽培介質再利用之研究。植保會刊 39:403(摘要)。
8. 蕭芳蘭 黃振文、林俊義。1993。栽培介質對番茄萎凋病發生的影響。植保會刊 35:157-162。
9. Bravenboer, L. 1974. Pest and disease control in glasshouses in Northwest Europe. Outlook Agric. 8:95-99.
10. Cherif, M., and R. R. Belanger. 1992. Use of potassium silicate amendments in recirculating nutrient solutions to suppress *Pythium ultimum* on long English cucumbers. Plant Disease 76:1008-1011.
11. Couteaudier, Y., C. Alabouvette, and M. L. Soulas. 1985. Necrose du collet et pourriture des racines de tomate. Rev. Hortic. 254:39-42.
12. Daughtrey, M. J. and P. A. Schippers, 1980. Root death and associated problems. Acta Horticulturae, 98:283-291.
13. Dickinson, C. H., and M. J. Dooley. 1967. The microbiology of cut-away peat. Descriptive ecology. Plant Soil 24:172-196.
14. Favrin, R. J., J. E. Rahe, and B. Mauza. 1988. *Pythium* spp. Associated with crown rot of cucumbers in British Columbia greenhouses. Plant Disease 82:683-687.
15. Fletcher, J. T. 1984. Diseases of Greenhouse Plants. Longman House, England. 351 pp.
16. Gillespie, D. R., and Menzies. 1993. Fungus gnats vector *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. Ann. Appl. Biol. 123:539-544.

17. Goldberg, N. P., and M. E. Stanghellini. 1990. Ingestion-egestion and aerial transmission of *Pythium aphanidermatum* by shore flies (Ephydrinae: Scatella stangnalis). *Phytopathology* 80:1244-1246.
18. Gullina, M. L., and A. Garibaldi, 1994. Influence of soilless cultivation on soilborne diseases. *Acta Horticulturae* 361:341-354.
19. Huang, J. H., and Y. S. Lin. 1998. Root rot of vegetable pea seedlings in soilless cultural system caused by *Pythium aphanidermatum* and *P. ultimum*. *Plant Prot. Bull.* 40:397-408.
20. Jarvis, W. R. 1992. Managing diseases in greenhouse crops. APS press, St Paul, MN, USA, 288pp.
21. Jorgensen, J. 1978. Seedborne disease [Application of seed testing in plant disease controll. *Seed Science & Technology* 6:913-914.
22. Jenkins, S. F., Jr., and C. W. Averre. 1983. Root diseases of vegetables in hydroponic culture systems in North Carolina greenhouse. *Plant Dis.* 67:968-970.
23. Kim, S. H., Forer, L. B. Forer and J. L. Longenecker. 1975. Recovery of plant pathogens from commercial peat-products. (Abstr.) *Proc. Am. Phytopathol. Soc.* 2:124.
24. Lin, Y. S., J. H. Huang and Y. H. Guon. 2002. Control of *Pythium* root rot of vegetable pea seedlings in soilless cultural system. *Plant Pathol.. Bull.* 11: 221-228.
25. Lumsden, R. D., and J. C. Locke. 1989. Biological control of damping-off caused by *Pythium ultimum* and *Rhizoctonia solani* with *Gliocladium virens* in soilless mix. *Phytopathology* 79:361-366.
26. Pickett-Popoff, L. and K. L. Panter. 1994. Survey of *Pythium* and *Phytophthora* spp. In irrigation water used by Colorado commercial greenhouses to determine source of pathogen introduction. *Phytopathology* 84:1113. (Abstr.)
27. Postma, J., willemsen-de Klein, M. J. E. I. M. Willemsen-dekleinn, and J. D. Elsas. 2000. Effect of the indigenous microflora on the development of root and crown rot caused by *Pythium aphanidermatum* in cucumber grown on rockwool. *Phytopathology* 90:125-133.
28. Price, D., and Dickinson, A. 1980. Fungicides and the nutrient film technique. *Acta Hort.* 98:244-282.
29. Paulitz, T. C. 1997. Biological control of root pathogens in soilless and hydroponic systems. *HortScience* 32:193-196.
30. Rattink, H. 1982. Disinfection of potting soil by means of gamma-radiation. *Meded. Fac. Landbouwwet. Rijksuniv. Gent* 47:869-873.
31. Rowe, R. C., Farley, J. D. Forler and D. L. Coplin. 1977. Airborne spore dispersal and recolonization of steamed soil by *Fusarium oxysporum* in tomato greenhouses. *Phytopathology* 67:1513-1518.
32. Runia, W. T. 1994a. Disinfection of recirculation water from closed cultivation systems with ozone. *Acta Horticulturae* 361:361-369.
33. Runia, W. T. 1994b. Elimination of root-infecting pathogens in recirculation water

- from closed cultivation systems by ultra-violet radiation.. Acta Horticulturae 361:388-396.
34. Runia, W. T. 1993c. Water disinfection, sand filtration, iodine, hydrogen-peroxide activators. Annual Report GCRS 1992, 87-89p.
35. Runia, W. T. 1995. A review of possibilities for disinfection of recirculation water from soilless cultures. Acta Horticulturae 382: 221-229.
36. Samson, R. W., T. J. Nugent, and L. C. Shenberger. 1942. The importance of seed transmission of early blight and Fusarium wilt of tomato. Phytopathology 32:16.
37. Smith, P. M., M. A. Ousley. 1984. Epidemiology and control of Phytophthora root rot diseases of woody ornamentals. Annual Report Glasshouse Crops Research Institute, 102-105.
38. Stanghellini, M. E., L. J. Stowell, and M. L. Bates. 1984. Control of root rot of spinach caused by *Pythium aphanidermatum* in a recirculating hydroponic system by ultraviolet irradiation. Plant Dis. 68:1075-1076.
39. Staub, T. 1991. Fungicide resistance: Practical experience with antiresistance strategies and the role of integrated use. Annu. Rev. phytopathol. 29:424-442.
40. Zinner, T. M. 1988. Assessment of plant disease in hydroponic culture. Plant Dis. 72:96-99

4)蘭花的病毒病害

蘭花具有獨特的形態與豪華色彩鮮豔且氣質高雅充滿美麗，這就是蘭花能扣人心弦帶有一枝獨秀，他種花卉無法相比具魅力的地方。加上開花後花期壽命長是觀賞蘭花的最大優點。現在蘭花的栽培法已建立，成為人人都會栽培，又因原生球分生苗（Mericlone）育成技術的研發進步，同一優良品種能夠容易的大量生產，因此蘭花的價格成為每一個人都付得起願意購買，使蘭花的栽培成為與我們生活中具有密切關係的一種大眾花卉。

另一方面蘭花的栽培雖然變容易，但現在仍然還有未能解決的問題存在，即病毒病害的發生問題。蘭花的病毒病害是由多種類的病毒，感染在多種屬的蘭花上所造成，又是廣泛地發生，普遍分佈在世界各地。感染到病毒的蘭花，葉片會有鑲嵌、壞死斑出現，有時也會在花瓣上參入斑點，或壞死斑的病徵出現，明顯地降低觀賞價值，因此受到莫大的損害。然而一旦感染到病毒，這種病就沒有治療的農藥，成為不能治療的麻煩疾病。因此要預防蘭花的病毒病害的發生，就要去驅除其傳染源，並要切斷其傳染途徑，使之不要染到疾病，除此之外，別無其他預防的良策。為此，對於蘭花的各種病毒的性質就需要事先好好的掌握，又必須好好的明瞭其傳染方式。

因篇幅的關係，本文以蘭花栽培業者為主要對象，敘述主要的病毒種類及其有關傳染性質，病徵的特徵、診斷方法與防除法。至於病毒的遺傳基因之探討在此省略。

(1)病毒的種類與性質

蘭科植物所發生的病毒種類非常多，已知有 30 幾種。其中主要的病毒及其發生於蘭花已見諸於報告的蘭屬名稱示於表 7-4。如此表所示，依病毒的種類之不同，有的病毒發生在多種的蘭花種屬上，即宿主範圍非常廣泛的病毒，另外還有一些僅發生

於 1 2 個蘭花種屬而已，屬具有寄主範圍極為狹小性質的病毒。宿主範圍廣泛的病毒有東亞蘭嵌紋病毒 (Cymbidium mosaic virus : CymMV) 與齒舌蘭輪點病毒 (Odontoglossum ringspot virus : ORSV)，目前已知前者發生於 53 屬的蘭花上，後者知道有 35 屬會自然感染發生。寄生範圍狹小的病毒只有發生在石斛蘭 (*Dendrobium*) 屬的石斛蘭嵌紋病毒 (Dendrobium mosaic virus : DeMV) 及東亞蘭屬 (*Cymbidium*) 的東亞蘭嵌紋病毒 (Cymbidium mild mosaic virus) 等。但是蘭花的鶴頂蘭 (*Calanthe*) 與 *Dactylorhiza* 所發生的苜蓿黃脈病毒 (Clover yellow vein virus) 除了蘭科以外，還會發生在蠶豆、菜豆、豌豆、苜蓿等。又發生石斛蘭 (*Dendrobium*)、鶴頂蘭 (*Calanthe*) 的胡瓜嵌紋病毒 (Cucumber mosaic virus : CMV) 除了蘭科以外，亦會發生在蔬菜、果樹、花卉、雜草等多科多種屬的植物，乃是廣泛分佈於世界各地的病毒種類。因此之故，這種病毒的傳染，可以說皆會存在於溫室周圍到處所生長的植物上。並且蘭園中所栽培的多種類的蘭屬蘭花中，難免會被上述病毒種類中任何一種病毒侵入，感染的話通常都會在蘭園內造成嚴重的受害。

表 7-4 發生在蘭花上之主要毒素種類及其已知發病蘭科植物

毒 素		已 知 會 發 病 蘭 屬
Bean common mosaic virus	(BCMV)	<i>Dendrobium</i>
Bean yellow mosaic virus	(BYMV)	<i>Calanthe, Masdevallia, Spiranthes, Diuris, Pterostylis</i>
Calanthe mild mosaic virus	(CalMMV)	<i>Calanthe, Phalaenopsis</i>
Calanthe mosaic virus	(CalMV)	<i>Calanthe</i>
Carnation mottle virus	(CarMV)	<i>Cymbidium, Miltonia, Odontioda, Odontoglossum, Odontonia</i>
Ceratobium mosaic virus	(CerMV)	<i>Acriopsis, Appendicula, Beadlea, Bulbophyllum, Cattleya, Coelogyne, Dendrobium, Dendrochilus, Diplocaulobium, Eria, Eriopexis, Eulophia, Flickingeria, Grammatophyllum, Grastidium, Inobulbon, Oeceoclades, Paphiopedilum, Pedilonum, Phragmipedium</i>
Clover yellow vein virus	(CIYVV)	<i>Calanthe, Dactylorhiza</i>
Colmanara mosaic virus	(ColMV)	<i>Colmanara</i>
Cucumber mosaic virus	(CMV)	<i>Aerides, Calanthe, Dendrobium, Miltonia, Phaius, Phalaenopsis</i>
Cymbidium chlorotic mosaic virus	(CymCMV)	<i>Cymbidium</i> (春蘭)
Cymbidium mild mosaic virus	(CymMMV)	<i>Cymbidium</i>
Cymbidium mosaic virus	(CymMV)	<i>Aeridovanda, Aerides, Angraecum, Aporum, Arachnis, Arundina, Aranthera, Ascocenda, Bifrenaria, Brassavola, Bulbophyllum, Calanthe, Cattleya 系*, Coelogyne, Cymbidium (包括各種東洋蘭), Dendrobium, Den. phalaenopsis, Dendrochilum, Doritaenopsis, Epidendrum, Eulophiella, Grammatophyllum, Grastidium, Inobulbon, Laelia, Liparis, Lycaste, Miltonia, Monanthos, Odontioda, Oeceoclades, Oncidium, Paphiopedilum, Pedilonum, Peristeria, Phaius, Phalaenopsis, Phragmipedium, Potinara, Renantanda, Renanthera, Renantherella, Rhynchostylis, Sarcanthopsis, Schomburgkia, Schombolaelia, Spathoglottis, Stenoglottis, Trichosma, Vanda, Vandopsis, Vanilla, Zygopetalum</i>

(接下頁)

(續表 7-4)

毒素	已知會發病蘭屬
Cymbidium ringspot virus (CyniRSY)	<i>Cymbidium</i>
Dendrobium mosaic virus (DeMV)	<i>Dendrobium</i>
Dendrobium vein necrosis (DVNV)	<i>Den. Phalaenopsis</i>
Habenaria mosaic virus (HabMV)	<i>Habenaria</i>
Impatiens necrotic spot virus (INSV)	<i>Phalaenopsis</i>
Odontoglossum ringspot virus (ORSV)	<i>Achomburgkia, Aerides, Arachnis, Bifrenaria, Brassavola, Brassidium, Bulbophyllum, Calanthe, Cattleya</i> 系*, <i>Coelogyne, Cymbidium</i> [包括個種東洋蘭(金砂亦是)], <i>Dendrobium, Den. Phalaenopsis, Diplocaulobium, Epidendrum, Grammatophyllum, Grastidium, Kefersteinea, Laelia, Lycaste, Maxillaria, Miltonia, Odontoglossum, Oncidium, Phalaenopsis, Pleurothallis, Potinara, Rhynchophreatia, Vanda, Vanilla, Zygopetalum</i>
Orchid fleck virus (OFV)	<i>Acineta, Angulorea, Angraecum, Baptistonia, Bulbophyllum, Calanthe, Cattleya</i> 系*, <i>Cochleanthes, Cymbidium</i> (包括春蘭), <i>Dendrobium, Diplocaulobium, Dockrillia, Flickingeria, Hamelwellsara, Hormidium, Liparis, Lycaste, Masdevallia, Maxillaria, Miltonia, Odontoglossum, Oncidium, Pescatorea, Phalaenopsis, Polstachya, Stanhopea, Stenia, Zygopetalum</i>
Spiranthes mosaic virus (SpiMV)	<i>Spiranthes</i>
Tobacco mosaic virus-o (TMV)	<i>Cattleya</i> 系, <i>Cymbidium, Phalaenopsis</i>
Tobacco rattle virus (TRV)	<i>Orchis</i>
Tomato ringspot virus (ToRSV)	<i>Cymbidium</i>
Tomato spotted wilt virus (TSWV)	<i>Phalaenopsis, Oncidium</i>
Turnip mosaic virus (TuMV)	<i>Cymbidium, Calanthe, Orchis</i>
Vanilla mosaic virus (VanMV)	<i>Vanilla</i>
Watermelon mosaic virus-2 (WMV-2)	<i>Habenaria, Vanilla</i>

Cattleya 系包含 *Cattleya, Brassocattleya, Brassolaeliocattleya, Laeliocattleya, Sphrocattleya, Sophrolaeliocattleya* 等屬

病毒的性狀依種類而有所不同，其要點列示於表 7-5。這些性狀與各種病毒的傳染能力及傳染的方式大有關係，例如 ORSV 的病毒濃度而言，將病葉磨碎成液汁而稀釋到 100 萬倍時，其感染力還有高度侵入發病能力的存在。又病葉液汁經過 90 加熱 10 分鐘，還保有感染能力。並且病葉的汁液經乾燥而放置於室內，其病原性還能保持 1 年以上(終點未測定 汁液狀態冷凍保存則有 10 年以上)程度，具非常高的安定性，這就是本病毒容易傳染的原因。這種安定性高的病毒在所列的表內中有幾種可看得出來，如 CymRSV (簡略的病毒名參照表 7-4，以下相同) 或 CymMV 比較安定，但是 OFV 會發生在鶴頂蘭 (*Calanthe*)、東亞蘭 (*Cymbidium*)、石斛蘭 (*Dendrobium*) 及文心蘭 (*Oncidium*) 等多種屬的蘭花上，其耐熱性在 45-50 之間，又汁液經過 1 2 小時感染力就會消失，屬安定性差的病毒。因此如 OFV 雖然有可能會經接觸傳染，可說是機會甚低，但是本病毒可經由? 類媒介傳染而蔓延，所以在室外栽培的鶴頂蘭 (*Calanthe*) 常見會發生本病毒，並且容易擴散蔓延。

病毒粒子的形狀與大小：有關發生於蘭花的病毒粒子形狀，列示於照片 7-21 與

表 7-5，詳細省略。其形狀如圖所示大致分為球狀、短桿狀、棒狀及長絲狀。棒狀者有 ORSV 與 TRV，後者由長短 2 種粒子所組成（長粒子=193nm，短粒子=65nm），各粒子分別為具有不同機能的遺傳基因存在。即長粒子的遺傳基因是具有感染性與出現病徵，短粒子是不能自己獨立增值，需要靠長粒子的遺傳基因存在下才能複製，但是長短兩粒子的外被蛋白質之合成因子卻在短粒子上。CMV 具有分子量不同的 4 個病毒 RNA 核酸，其遺傳基因分別分散在同樣形狀大小 3 個粒子裡。如此的病毒遺傳基因分散在各別的粒子裡的病毒者，稱為多粒子性病毒。

表 7-5 蘭科植物毒素的主要性質之比較

病毒	Potyvirus 屬						
	TRV	ORSV	CymMV	BYMV	CalMMV	HaMV	WMV-2
粒子(nm)	193×24 65×24	300×18 (B)	475×13 (B)	750×13 (L)	764×13 (L)	750×13 (L)	750×13 (L)
不活化溫度()	75-80	90-95	65-70	55-60	50-55	60-65	50-55
稀釋限度	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁵	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁷ <	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁶	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁵	10 ⁻³ -10 ⁻⁴	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁶	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁵
保存限度	6個月以上	10年<	1-2個月	8-16日	4-8日	16日-1個月	4-8日
汁液傳染	+	+	+	+	+	+	+
蟲媒傳染	N	-	-	A	A	A	A

病毒	CMV	CymMMV	CarMV	CymRSV	ToRSV	OFV	TSWV
粒子(nm)	30(S)	28(S)	28(S)	30(S)	28(S)	105~120	85(S)x45(C)
不活化溫度()	65-70	85-90	85-90	85-90	50-60	45-50	40-45
耐稀釋終點	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁶	10 ⁻⁷ -10 ⁻⁸	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁶	10 ⁻² -10 ⁻³	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁵	10 ⁻² -10 ⁻³
耐保存期間	16日-1個月	1-2個月	3-4個月	10個月以上	1-2日	1-2小時	2-5小時
汁液傳染	+	+	+	+	+	+	+
蟲媒傳染	A	-	-	-	N	D	T

註：粒子單位 = 1/1,000,000,000m，B=棒狀，L=長線狀，S=球狀，C=短桿狀

耐保存期間是病葉的 10 倍稀釋汁液保存於 20 時，消失感染性的終點。

Potyvirus 屬的 BCMV，CIYVV，TuMV，SpiMV 等的不活化溫度省略，仍然都在同屬的表內記載的範圍。

蟲媒傳染：A=蚜蟲，N=線蟲，D=? 類，T=薊馬

+ =媒介， - =不媒介

(2) 病毒病害的診斷

對於蘭花的栽培業者，第一目標則是要如何防治病毒侵入感染，與其說鑑定病原病毒種類還不如說先判定是否有被病毒所感染，並將判定帶有病毒的植株早日決定是否拋棄為最重要工作，因此對病毒的診斷就有其必要性。為此病毒病害的診斷法務必用心去瞭解，病毒的診斷開始並不是要觀察所危害的病原粒子型態，而是要先從葉片、花朵上所出現的病徵觀察開始。

病徵診斷：病害的症狀是由於病毒的感染所引起諸器官的異常，而呈現各色各樣

不同的病徵表現出來。其病徵又因病毒的種類與蘭花的屬、種或品種間的不同組合，會有顯著的差異，從僅僅能識別的極輕微的程度（照片 7-22，照片 7-23）至顯明的鑲嵌葉片（照片 7-24，照片 7-25）或嚴重的壞死斑（照片 7-26，照片 7-27，照片 7-28）皆有之。甚至於其病徵不只出現於葉片上花朵上也會出現。又隨蘭花的生育環境或感染的時期等之不同，所出現的病徵也有各種各樣的變化。甚至於蘭花除了病毒之外，還有細菌性、真菌性或生理障礙所引起的異常病徵出現。這裡對病毒病害的診斷，更要求能和其他病原所引起的病徵能夠區分診斷才可以。

病毒病害一般易辨別的症狀是鑲嵌斑紋（照片 7-29，照片 7-30，照片 7-24，照片 7-25）。鑲嵌斑紋（退綠斑紋）起初在幼葉上首先出現不明顯狀的退綠斑（照片 7-31），之後成為濃淡不同的鑲嵌斑紋，退綠斑之前所出現不明顯症狀，是由於斑紋在葉肉內部先發生，這時需靠透光透過葉片才能看到的症狀。鑲嵌斑紋之外，多數退綠斑後來會引起壞死，即發生壞死斑紋（照片 7-29，照片 7-32，照片 7-28）。壞死斑是由於葉肉內部細胞的崩壞而成為黑褐色，甚至於不少的表皮會凹陷（照片 7-26，照片 7-30，照片 7-33）。又在花朵上花瓣產生條斑（照片 7-34），亦會引起植株生長發生障礙而引起發育不良。一般常發生的 CymMV 感染到東亞蘭（*Cymbidium*），洋蘭（*Cattleya*），蝴蝶蘭（*Phalaenopsis*）時，葉片會產生嚴重的壞死斑（照片 7-26~照片 7-29，照片 7-35），在洋蘭（*Cattleya*）或 *Lycaste* 因品種的關係，花朵亦會產生壞死斑（照片 7-26，照片 7-35）。朵麗蝶蘭（*Doritaenopsis*）或 *Aranthera* 亦會發生鑲嵌斑紋及壞死斑（照片 7-30，照片 7-36）。被 ORSV 感染的洋蘭（*Cattleya*）葉片不會出現病徵，呈現潛伏感染或有時出現大小不同的赤紫色斑點（照片 7-37），同時在花朵上發生嚴重的斑紋為其最大特徵（照片 7-34）。在東亞蘭（*Cymbidium*）時葉片發生鑲嵌斑紋及楔形的退綠斑（照片 7-24，照片 7-38）出現，甚至於在花朵上有斑點產生。在蘭園亦時常可看到 CymMV 與 ORSV 的同時複合感染在同一蘭株上。

CMV 感染的石斛蘭（*Dendrobium*）葉片出現輕微的退綠斑紋，花朵也會發生斑紋、花瓣短小（照片 7-22，照片 7-23）、被 OFV 感染發病的東亞蘭（*Cymbidium*）會發生嚴重的壞死斑（照片 7-26），但是在鶴頂蘭（*Calanthe*）的新長葉片看不到病徵，只在成熟的葉片上出現擴大性的退綠斑，之後變成綠黃色斑紋（照片 7-39），但其斑紋內的葉脈會帶綠色，斑紋的全體會呈現網狀為其特徵。

其他的診斷法：還有以電子顯微鏡直接觀察是否有病毒粒子存在的方法，或利用抗血清檢查有否抗原抗體反應發生的方法，或利用檢定植物以汁液接種，從接種葉觀察其感染反應的生物檢定法等。對於蘭花的栽培者而言，病毒粒子觀察在設備上有所困難，又血清反應務必手邊要有抗血清，否則執行反應檢查就有所困難。但是後者的汁液接種檢定，則不需要設備且執行簡單值得推薦。發生在蘭花的絕大部份的病毒，對於藜科中的紅藜（*C. amaranticolarman*）或是奎藜（*C. quinoa*）以汁液接種的話，在接種的葉片會出現退綠斑點或是壞死斑點（照片 7-40，照片 7-41）。如此的檢定將植物栽培於溫室，在該植物葉片上進行汁液接種，觀察有否感染反應，就能容易判斷是否有病毒的存在。接種方法熟練的話就能簡單進行。其他有關各種蘭花的病徵，因篇幅所限省略詳述。

(3) 病毒病害的傳染方法

植物的病毒病害是一種傳染病，但是可以說並不像真菌病害或是人類的流行性感

冒病毒 (influenza virus) 可在空氣中飛散傳染，那麼於植物上所發生的病毒到底如何傳染，主要是經由接觸傳染 (汁液傳染)、蟲媒傳染、種子傳染、土壤傳染及嫁接傳染。但是蘭花的栽培常要更新長年盆栽培育，而蘭花病毒病害的發生，都是在栽培管理期間時，由接觸傳染和蟲媒傳染為主。至於種子傳染在蘭花還未得到證明。

①分株或移植時的接觸傳染

盆栽的蘭花一般每 2~4 年，一再進行分株或移植換盆栽。那時會去除舊的材料，亦去掉老根或枯萎根。由於如此的作業，難免手指會接觸蘭花的根或種植用的材料。根系又是非常容易受傷。調查病株的根系能看到在生長旺盛的淡綠色尖端部含有多量的病毒存在。因此移植作業時受傷根的傷口，及敗壞的老根會釋出多量的病毒粒子，而作業時接觸到的手指、小刀、剪刀等器具，或是作業台會附著多量的病毒粒子。由此多數的蘭株連續進行移植作業時，其中只要有 1 株若是病株的話，如此所連續處理的蘭株，因手指或所用器具的污染病毒，則容易造成接觸傳播擴散。根又是非常容易被感染部位，蘭花病毒病害的發生之所以非常多，就是由於如此的栽培管理的接觸所傳染為最大的原因。

②蟲媒傳染

病毒由昆蟲類媒介而傳染，稱之為蟲媒傳染。但是病毒並非全部由蟲媒傳染，依病毒的種類之不同，區分為會經由昆蟲媒介傳染的病毒和昆蟲無法媒介傳染病毒之別，發生於蘭花上之病毒中的 BYMV、BCMV、CMV、CalMMV、CIYVV、CymMMV、DeMV、HaMV、SpiMV、TuMV 及 WMV-2 是會由蚜蟲來當媒介傳染者，而 OFV 及 TSWV 前者由溫室內姬葉? (*Brevipalpus californicus*) 媒介傳染，而後者 (Tswv) 是由薊馬所媒介。另外 TRV 是由土壤中線蟲當媒介 (土壤傳染) 所傳染。但是發生於蘭花特別多的 CymMV 或 ORSV，雖然病毒安定性高反而不經由蟲媒傳染。

蚜蟲對東亞蘭系 (*Cymbidium*) 或洋蘭系 (*Cattleya*) 成長的成熟硬葉加害機率較少，而易著生在花盆、蕾包、花梗，並且亦很會著生於如鶴頂蘭的葉片上。蚜蟲以口針刺進葉片的組織吸食汁液過活，吸食到病葉汁液時，病毒就會附著在口針上，再到健全葉片吸取汁液時，病毒就會傳到該葉片上。通常蚜蟲只要在病葉上吸汁 10~30 秒的短時間，口針即會帶有病毒，而只要在健全葉上取食 10~30 秒間的吸汁動作，病毒就會傳染過去。

③根水洗時的滯留水內混有病毒而引起的傳染

通常在分株或移植時皆會將根的洗淨為常有的事。水洗時常會使用水盆或水桶蓄水來水洗，這時所取用的蘭株只要混有 1 顆病株，由該病株放出多量的病毒粒子則會污染到水，之後用該水依次洗淨的植株，病毒則很容易由各株的根部很高的傳染機率侵入感染。因蘭花的根系是非常容易受病毒附著而染病毒。

④其他的傳染途徑

由於切花時的所用器具 (剪刀、小刀等) 受污染而傳染。因切病株從切口出來的汁液含有病毒附著在用具上，其所用器具再使用於其他的健全株時，病毒當會接觸到移該株而傳染。灌水到病株的話自花盆流出來的水，含有具病原性的多量病毒粒子，並且在灌水時飛濺出來的水亦會受污染。由於這些受污染水中的病毒，亦會有接觸傳染的機會。病株所種植材料 (水苔、袋等) 或盆鉢，亦會被病毒污染，這些若不經過消毒後再利用時就成為傳染源。

(4)病毒病害的防除法

至今治療病毒病害的藥劑現在還未研發製成，因此之故對於病毒病害的防除，目前可以說應以預防其發生之外別無良策。如此要預防病毒病害的發生，第一是要能除掉傳染源的病株，其次是以栽培管理方法切斷病毒傳染經路，以達到不罹病為最大原則。基於上述原則相關的防除法，其要點簡單敘述如下：

①不買賣帶有病毒病害的植株

要購買蘭花時，對病毒病害要先有所瞭解，選購無染病毒的植株為最重要，如此可從購買處的蘭園，觀察調查該蘭園的溫室栽培與管理狀況是否良好，對病毒病害的預防對策是否完整，而且要從無發病的苗床選購所需的蘭苗為最首要工作，雖然購買時看不到病徵，說不定已經感染到病毒，只是潛伏尚未發病而已也有其可能性。當然絕不能販售帶有病的植株給人家為絕對的商場道德。

②避免接觸感染

a.病株的燒卻及隔離栽培 既使病株只是 1 株，亦會成為傳染源，儘可能全部焚燒去除。但是碰到貴重的品種捨不得丟掉，為要保存其遺傳基因。如此的植株集中在溫室的一角落隔離栽培，不要成為傳染源而作萬全的管理才可。並且為了要保有優良遺傳基因作雜交時，務必充分注意不使病毒蔓延傳染最為要緊。

b.移植時的接觸傳染預防 盆栽的蘭花，如傳染方法項目內所敘述的，分株時因被病毒污染的手指、用具及作業台等造成人為的接觸傳染機率高。這種作業時的接觸傳染，要作完全預防對策為所有的蘭花業者之最重要的工作。一旦取到病株，自根系就會釋出多量的病毒粒子，因此會將污染附著於手指或用具類上的病毒傳染。如前內容所述那些易附著的病毒，特別是 ORSV 或 CymMV 的粒子，其性質安定可保持長期間的病原性，因此，為了安全起見每次處理 1 株時的手指或用具，甚至於作業台等都必要事先消毒。更需要舊株或有病嫌疑的植株移植時，作業台必須鋪報紙才可進行，且每次更新處理 1 株就要換紙如此對病毒病害傳染的預防才會有效果。

c.用具的消毒法 用具類較需要經過加熱或浸漬於消毒藥劑中 1~3 分鐘。可用稀釋 3 倍的 Rentemin 液（武田園藝 KK 販賣）或是使用 3~5% 的第三磷酸鈉液。用具類先要準備 2~3 套，使用時器具首先用水輕洗，然後放入上記的液體浸漬，如果用第三磷酸鈉消毒時，消毒後器具需要再一次用乾淨水洗淨才使用為妥。用過的器具再浸漬於消毒液中消毒，使用過的用具再浸漬在消毒液中消毒期間另取第二套器具使用，在這一段期間用過的第一套用具能得到完全的消毒。如此用具的相互消毒重複使用，只要事先準備 2~3 套就很夠用。

d.使用過盆鉢的消毒 由換盆使用過一次的盆鉢，再利用時一定要經過消毒才可再使用。盆鉢的消毒對病原性強，病毒濃度亦高，病毒性也安定的病害如 CymMV 與 ORSV 的病害，盆鉢的消毒更是有其必要性。

e.其他防治法 注意不要與病葉的接觸，或是灌水時要避免水滴的到處飛濺。而且要確實做到病毒病害的確實診斷，同時也要如上述除去病株為首要工作。

③害蟲的驅除

依病毒種類之不同有一些是經由蟲媒傳染的，那些蟲是蚜蟲、？類、薊馬或是線蟲。要注意防除不要讓這些蟲發生，在媒介蟲中以蚜蟲媒介傳染的病毒種類為最多，只要在病葉僅僅吸食 30 秒的短時間則可傳染病毒，因此若看到蚜蟲發生就應立即散布

藥劑驅除。?類主要發生在葉或花，薊馬容易在花器內著生，同樣都是以藥劑驅除防治。

④分株或移植時根的洗淨

如傳染方法的項目內所述，用水盆等的積水洗根時，既使只有 1 株病株，水亦會被病毒所污染，因此務必用乾淨的流水洗才是，以不使用積留水洗根為妥。

⑤原生球分生苗的育成

要培養原生球分生組織苗，所用的母株必須事先經過，確實檢查確定沒受病毒感染健全的健全株，才可使用當為親本株。特別是對 ORSV 想用生長點組織培養去除 ORSV 育成無病毒化苗，是非常不容易的一件事。

以上所述是蘭花的栽培業者為主要對象，僅對有關病毒病害防治必要事項的要點加以敘述。因病毒病害是不能治療的絕症，若是不能預防的話，不少人會遭受困境而放棄。這裡所提示事項只要能完全確實施行完全，就能達成防治病毒病害，培育出無病毒健全的蘭花。至於要更詳細的事項，請參照本人所著日本農山漁村文化協會所出版的「原色蘭花的病毒病害—診斷、檢定、防治」一書，（內容揭載彩色病徵等照片 240 幅，總頁數 196 頁）。

（井上成信；盧耀村·蔡金川譯）

7.2 設施栽培之害蟲與防治

台灣地區之蔬菜主要以冬季十字花科蔬菜為主要大宗，進年來因梨山地區高冷蔬菜栽培區之開發，已彌補夏季供需之不足。但近年來消費多樣化之風潮，也使短期作之施栽培蔬菜成為另類消費之蔬菜種類。而此種栽培方式，主要目的為藉由設施之結構阻斷害蟲之入侵(照片 7-42)，以減少農藥的使用，達到清潔蔬菜的品質，進而生產生機飲食之有機蔬菜栽培的目的。但礙於耕地面積有限，及設施成本的投入，農民皆採連作及密集栽培。因此，害蟲也隨栽培區之開發擴展其分布及為害範圍，且此類蔬菜皆為短期栽培作物，如小白菜、青江白菜、芥藍、油菜、芥菜、芹菜、蕹菜、菠菜、茼蒿、萵苣及莧菜等。包心葉菜類之包心芥菜、結球萵苣，果菜類之甜椒、番茄、花胡瓜、豌豆等較多。而在其上為害之害蟲的發生亦非常迅速，因此些害蟲個體較小、生活史短、具特殊之生活習性、不易被發現容易被疏忽，在短時間內其族群數目即可達到經濟為害限界，而造成經濟損失。較常見的種類主要以小型昆蟲如蚜蟲類、番茄斑潛蠅、銀葉粉虱、黃條葉蚤、南黃薊馬、細?及二點葉?等(王，1996)；蔬菜跳蟲則屬區域性發生的害蟲，鱗翅目害蟲則以小菜蛾密度較高，大菜螟及菜心螟為偶發性害蟲，其他如甜菜夜蛾、斜紋夜蛾、番茄夜蛾、紋白蝶、切根蟲及擬尺蠖等在密閉完善的設施中較不常發現。在設施中發生的害蟲，常因食物充足，氣溫適中，密度在短時間內快速升高，若防治不當除造成經濟損失外，且易篩選出抗藥性品系(陶及李 1951；馮等，2000)。因此，在防治上則需特別小心謹慎，用藥時須考慮農藥殘留問題及嚴守安全採收期。茲將目前較常應用之防治法簡述如下，以供防治之參考。

1) 農業防治

一般農作物的蟲害管理體系大體上可歸類為農業防治法、物理防治法、化學防治法、生物防治法及法現防治法(2,23)，而其中物理防治(王及林，1992；李，1977；賈，

1977; 陳及柯, 1994)、化學防治及生物防治又是主要三大防治法。所謂農業防治就是利用害蟲、農作物及生態環境三者之間的關係, 採用一系列之農業操作技術及以促使農作物之強勢生長發育, 進而抑制害蟲的繁殖、直接或間接地降低害蟲危害, 進一步創造有利於益蟲之生存及繁殖的條件, 使農作物免受或減輕害蟲為害的方法(2)。故農業防治的項目包括如下:

(1)耕作防治

土棲昆蟲主要以土壤為棲所, 大凡取食、生長和繁殖, 整個生活過程都與土壤有關。如金龜子、螻蛄、蟋蟀、黃條葉蚤(李, 1953)的幼蟲也都在土壤中生活和為害。有的害蟲生活史中某一時期生活於土中, 例如斜紋夜盜、果實蠅、瓜實蠅、蝦蟇天蛾等, 它們雖然經常取食的是植物的地上部分, 但是卻都在土壤中化蛹。在害蟲防治上或許可藉由土壤條件的管理, 吾人可從下面幾點著手:

①改變土壤環境的生態條件, 可以抑制害蟲的發育與繁殖。

②將藏在在地下害蟲翻至土壤表面, 改變環境之物理因子, 增加鳥類等生物天敵的捕食, 促使害蟲大量死亡。

③利用深耕, 將害蟲翻入土層深處, 使其無法由土壤中羽化出來。

④藉由植物的地上部的翻埋入土中, 使害蟲失去寄主而大量死亡, 尤其是雜草的清除, 更具防治效果。

⑤深耕時, 使土壤中部分害蟲的巢穴和蛹室, 遭到農耕機具破壞傷害, 而死亡。

(2)混作及輪作

往往在同一地區連續栽培同樣作物過久, 提供其連續食物及棲所則害蟲發生越激烈, 若以輪作方式, 可減少害蟲的發生, 例如十字花科與菊科葉菜類輪作在網室栽培可減輕病蟲害發生及連作障礙。煙草與水稻輪作可減輕病蟲害, 木瓜、玉米混種, 可減少蚜蟲傳播輪點病。

(3)避免氮肥過量

肥料之種類及用量, 往往影響害蟲之發生, 最明顯的例子, 氮肥過多, 作物趨於柔嫩, 枝葉過於茂盛通風不良, 易引發蚜蟲、木蠹、粉蝨及葉蟬等刺吸式口器害蟲為害。且氮肥之施用, 使植物組織含大量氨基酸, 且碳氮比降低, 使以上害蟲生育良好, 生存率增高, 體重增加, 如水稻氮肥施用過多, 褐飛蝨發生較嚴重(朱等, 1975)。

(4)物理防治 (physical control)

為利用各種物理作用以阻斷害蟲侵入、反射光忌避、驅離害蟲之方法, 包括徒手捕殺、色紙誘引, 以及溫、濕、光等環境因子之調節應用等等。

①遮網

以 32 目紗網蓋覆架設簡易溫室阻斷害蟲侵入, 邊網需埋入土中, 鑽入取食危害, 或避免有翅蚜蟲飛入傳播植物病毒。以防土棲害蟲爬行入侵。

②捕殺法

利用徒手或使用器械, 將害蟲之卵、幼蟲、蛹、或成蟲等驅殺之方法, 可分為直接捕殺與間接捕殺二類:

a. 直接捕殺 包括手捕、刺殺、壓殺、打殺等等, 方法雖較原始, 然運用適宜時, 效果顯著。如斜紋夜蛾之卵塊摘除; 蚜蟲、介殼蟲等之捏殺; 天牛、木蠹蛾等幼蟲之鐵絲鑽孔刺殺(9)等等屬之。

b.間接捕殺 有擊落、描落、拂落、摘採、粘捕、網捕等等，如金龜子、葉甲蟲、象鼻蟲之類，搖擊時，即行下墜，可以收集殺斃之。家庭所用捕蠅紙之殺蠅，為粘捕之代表實例。以捕蟲網捉捕飛行性之成蟲，應用尤為廣泛。

3 利用害蟲之特殊習性或趨性作用，以適當裝置將害蟲誘集而驅殺之方法稱為誘殺法。包括燈光誘引，顏色、水盤、黏紙誘引，此為趨光及趨色性之利用，如誘蟲燈及黏蟲板，作為多數害蟲之發生預測誘捕等即為其實例。

a.黃色水盤 最常被利用來偵測有翅型蚜蟲的棲群密度(郭，2002)。在早期木瓜輪點毒素病發生嚴重時，利用黃色水盤進行有翅蚜蟲偵測後發現與木瓜發病有密切關係，進而發展網室栽培阻斷有翅蚜蟲之傳病，達到防治的效果。

b.黃色黏蟲紙 誘捕在田間飛行穿梭的有翅型成蟲，如：雙翅目、同翅目、甚至鞘翅目種類的昆蟲。在田間最常被用來進行瓜實蠅或果實蠅的偵測，若配合甲基丁香油或克蠅香之誘引劑時(章，1980)，效果更佳。另外，黃色黏紙也大量被應用在網室栽培害蟲防治，如：螺旋粉蟲、煙草粉蟲、溫室粉蟲等(照片 7-43)，在溫室內大量發生之同翅目昆蟲種類(王及林，1992；林及王，1989；劉及王，1992)。另在早期非洲菊斑潛蠅初入本島時，黃色黏紙也被用來作為密度發生偵測的工具之一，其後因該蟲大量侵擊野生菊科雜草後，黃色黏紙則被應用於田間作為斑潛蠅類(如：蕃茄斑潛蠅、十字花科斑潛蠅、瓜類潛蠅)的防治工具(照片 7-44)，誘捕效果佳，推廣後被農民大量使用，但在粉塵多、風砂大的環境，效果會受到干擾，其優點為誘捕的昆蟲體不易逃離，也可用甲苯將特定的蟲體洗下保存。

c.藍色黏蟲紙 由於薊馬對藍色黏紙所反射的光波所誘引，因此被用來誘捕薊馬，及偵測薊馬的成蟲密度，作為施藥時機之參考(朱，1987)。在網室內設置黏蟲紙時，其高度需在作物的生長點上方 10 - 50 公分之間。近年來由美國進口大量的蘆筍、洋蔥、萵苣、草莓等農產品，常檢出帶有大量的檢疫害蟲 - 西方花薊馬，為偵測其是否侵入，則可在其機場、集貨場、大賣場及市場附近設置藍色黏蟲紙進行偵測。

d.綠色黏蟲紙 常被用來誘捕茶園的小綠葉蟬，而其顏色有些接近黃綠色，因此在野外同時對果實蠅及瓜實蠅也有誘捕的效果，同時也可作為害蟲偵測的工具。

e.燈火誘引 (light trap) 一般昆蟲的飛行大多藉由光盤(light compass)反應進行導向飛行，如：日行性的昆蟲，以太陽為導航的光源；夜行性則以月亮所發出的光為導航。但自從人類利用火、燈為光源後，使昆蟲更接近光源的中心，當牠們藉由光發出的射線以 80 度角切線飛行後，飛行軌跡便是螺旋狀朝著光源飛去，造成飛蛾撲火的自然景象。通常人們則藉此設計一些自動捕捉裝置(朱等，1982)，在風扇頂端裝設黑燈管引誘昆蟲，在風扇下方接裝網袋，利用風的吸力將飛行誘引來的昆蟲吸入網袋內，此種裝置在衛生昆蟲上常被利用來偵測瘧蚊成蟲、三斑家蚊成蟲等，作為密度監測的工具。另外在水稻田中，也被用來偵測二化螟、三化螟、瘤野螟、褐飛蟲、斑飛蟲、黑尾葉蟬等，鱗翅目及同翅目害蟲棲群動態，作為害蟲發生預報的參考。同時此種裝置也被應用在港口、穀倉、倉儲庫內，作為穀蛾、麥蛾、外米綴蛾及穀蠹等倉庫害蟲的監測。但在網室栽培，夜晚在漆黑的田間點燈工作時，極易誘引夜蛾科害蟲如斜紋夜蛾成蟲飛至燈火附近交尾產卵，待卵塊孵化後，初齡幼蟲隨即由網孔垂絲下降，隨風飄散落於葉片上取食危害。

(5)化學誘引劑

近年來則又開發特殊開口之誘捕器，使雄蟲因甲基丁香油引誘進入罐內無法逃逸，或將甲基丁香油與黏蟲膠合製成之氣壓噴罐，將膠水噴在樹幹、保特瓶外，黏捕果實蠅。

① 甲基丁香油 利用 methyl eugenol 添加乃力松殺蟲劑，以棉條、甘蔗板或將小瓶釘在木材小圓柱上，裝於黃色的誘殺器中，以緩慢釋放甲基丁香油，引誘田間的雄性果實蠅，進行害蟲偵測、大量滅殺成蟲或不孕性標識再誘捕等。

② 蛋白質水解物 蛋白質水解物為食物誘引利用強酸將啤酒酵母水解製成，或利用果實蠅或瓜實蠅喜好之糖蜜或瓜果如番石榴、檸檬、鳳梨、香蕉、洋香瓜、香料植物之九層塔切碎打成泥漿(劉等 1993)，或熟透的果汁混合廣效性之殺蟲劑，如納乃得或馬拉松做為食物誘引劑。於瓜果開花結果期雌成蟲進園產卵，果實蠅或瓜實蠅密度急速增加時，噴佈於較無行走之田埂雜草上，或附近成蟲棲息的遮蔭隱蔽處，但不可直接噴於果實上。壹週或毒餌不新鮮時更新，可同時偵測雌雄蠅密度(章，1980)。

(6) 網袋果實誘引

利用田間之醱酵落果或新鮮成熟番石榴約 0.3 ~ 0.6 公斤置於網袋內，在於網袋外加裝黃色粘紙 2 張，利用水果本身所發出之濃郁水果香味誘引成蟲。每公頃約 6 包，可捕捉到果實蠅之雌雄蠅，番石榴腐爛惡臭或粘紙黏滿蟲時，更新芭樂包，約 1 ~ 4 週更新 1 次。本地種或中山種番石榴香氣濃郁效果較佳，做為東方果實蠅雌雄蠅之密度偵測。

(7) 性費洛蒙誘捕法

費洛蒙 (pheromone) 為同種生物個體間用以傳遞訊息的一種化學物質，且可使接收的個體引起特定的行為反應，因此有人也稱此物質為“訊息素”如蜜蜂的警戒費洛蒙、螞蟻的追蹤費洛蒙、蜂后的抑制分化費洛蒙等。其中對交尾求偶有關的性費洛蒙 (sex pheromone) 則被昆蟲學家用來作為誘引雄蟲的特定物質，利用性費洛蒙配合黏蟲盒、水盆或誘捕器進行滅雄處理(照片 7-45)，或田間棲群密度偵測(唐及蘇，1986；唐及蘇，1988；顏，1988；蘇等，1989；鄭等，1992；劉等，1993)。更由於性費洛蒙在種間具有特定的專一性以形成種間隔離機制，避免不同種生物的雜交，因此可藉此達到特定種害蟲的偵測。早期的玉米害蟲中玉米穗蟲及玉米螟蟲學名皆採用歐洲種的學名 *Heliothis zea* 及 *Ostrinia nubilalis* 後來由於性費洛蒙的廣範使用發現，使用誘引歐洲種類的性費洛蒙在台灣及亞洲時誘引效果不佳，此時才警覺此類昆蟲在地域環境適應已演化為不同的種類，再進一步利用生物技術比對，而後定出專屬的學名玉米穗夜蛾 (*Helicoverpa armigera*) 及亞洲玉米螟 (*Ostrinia furnacalis*)，因此在害蟲防治監測時，皆應以所在地之害蟲族群進行費洛蒙之研究開發，以免造成種間差異影響防治效果，而國內目前針對多種害蟲已開發出有效的費洛蒙誘引劑有斜紋夜蛾、甜菜夜蛾、番茄夜蛾、銀紋夜蛾、二化螟蟲、小菜蛾、茶姬捲葉蛾、花姬捲葉蛾及甘藷蟻象等。(表 7-6) 應用之該害蟲的診斷偵測誘殺及滅雄防治。同樣的，在檢疫工作上也可針對正面表列禁止進口的檢疫害蟲利用其專一的費洛蒙誘引劑配合誘捕器設置於海港、空港及集貨區，進偵測監控，作為侵入預警，加強檢疫及燻蒸處理。

表 7-6 我國自行配製供應之昆蟲性費洛蒙

害蟲種類	開發狀況	害蟲種類	開發狀況
斜紋夜盜	實用階段	小 菜 蛾	實用階段
甜菜夜蛾	實用階段	甘藍擬尺蠖	實用階段
蕪菁夜蛾	實用階段	大豆擬尺蠖	實用階段
蕃茄夜蛾	實用階段	二 點 螟	實用階段
球菜夜蛾	改 進 中	甘 薯 蟻 象	實用階段
二 化 螟	實用階段	茶 姬 捲 葉 蛾	改 進 中
大 螟	實用階段	楊 桃 姬 捲 葉 蛾	改 進 中

但在性費洛蒙吊掛使用時，仍需注意誘捕器設置之距，通常以該費洛蒙有效距離的兩倍為設置的間距。因為昆蟲的飛行隨氣味走廊由低濃度往高濃度進行導向飛進入誘捕器中，若在有效範圍內設置過多的誘捕裝置度而會干擾昆蟲的導向，而降低誘捕效果。

2)生物防治

廣義的生物防治，除了外抗蟲性品種之利用(鄭，1965；Chang, *et al.* 1982)，不孕性雄蟲之釋放，有害遺傳因子之導入，費洛蒙之利用，競爭取，天敵之利用等等皆可包括在內。狹義而言，即利用捕食性天敵或寄生性天敵來防治害蟲，以壓制害蟲族群繁殖之各種治蟲方法，謂之生物防治法。可利用資源包括(一)捕食性(羅，1985a,b)及寄生性昆蟲。(二)病原微生物。(三)害蟲繁殖控制(侯，1977；邱，1985；何及羅，1992；)。

(1)天敵防治

關於天敵昆蟲可分為捕食性及寄生性兩大類，捕食性昆蟲有蜻挺(照片 7-46)、螳螂、椿象、草蛉、食蟲椿、食蚜蠅、步行蟲、瓢蟲、蟻、胡蜂等等。其中瓢蟲、草蛉(幼蟲)、步行蟲等較常被利用。寄生性昆蟲最主要的是寄生蜂和寄生蠅，如姬蜂總科(包括小繭蜂科)(照片 7-47)、小蜂總科、寄生蠅科。在近代最具成效的如 1888 年在美國加州為防治吹綿介殼蟲(*Icerya purchasi*)而從澳洲引進澳洲瓢蟲(*Rodalia cardinalis*)，此為以捕食性天敵防治害蟲最成功的例子。吹綿介殼蟲在 1905 年曾在台灣大發生，當時從夏威夷引進上述瓢蟲而得到同樣成功的結果，此為在亞洲地區生物防治成功之第一例。1950 年代，台糖公司也利用赤眼卵寄生蜂(*Tricogramma*)來防治甘蔗螟蟲(鄭，1977；蒲，1978)，近十餘年來，生物防治工作發展更加迅速。本省近年來為防治蚜蟲傳播木瓜輪點毒素病，推廣網室木瓜栽培成功防止毒素病之發生。但在網室內卻又發紅蜘蛛之大量發生，其後釋放草蛉捕食紅蜘蛛則又得以控制紅蜘蛛的肆虐。

(2)微生物防治

昆蟲族群與一般動物一樣，在自然環境中，也會遭受病原微生物之感染、寄生、發病甚至死亡。因此，由自然生態環境中發病死亡的蟲體，即可分離純化出昆蟲致病性病原。昆蟲致病性病原包括：細菌、真菌、病毒、微孢子蟲、立克次氏體及線蟲。

通常可利用寄主活體或人工培養基進行大量培養，撒佈至田間進行害蟲防治。尤其近年來有機栽培蓬勃發展，非農藥防治資材需求大增，此類害蟲防治資材極具開發潛力。

1 昆蟲寄生性細菌之特性

昆蟲寄生性細菌在害蟲防治上，最為廣泛且應用成功的種類，非蘇力菌(*Bacillus thuringiensis*)莫屬，由於可利用人工培養基進行發酵量產，已發展為一種微生物殺蟲劑，無殘毒餘慮，殺蟲範圍廣，防治對象包括：小菜蛾、大菜螟、菜心螟、玉米螟、甜菜夜蛾、銀紋夜盜、斜紋夜盜及其他鱗翅目之幼蟲，依其不同亞種而有專一之防治對象(侯，1977；周，1987)。目前國內引進開發的毒素蛋白，都針對鱗翅目之幼蟲，屬胃毒性。害蟲啃食噴灑過蘇力菌之葉片，進入體內之結晶體蛋白，導致細胞脹破，麻痺致死，過程一般約3-4天，死之蟲體黑褐色時可滲出惡臭黏液，屬緩效性。在高溫、強光或混合多種藥劑，尤其混合之殺菌劑pH值太高、太低或重金屬類，都會失去活性影響藥效，田間防治添加展著劑可增效。施藥時間以清晨或傍晚為宜。鱗翅目初齡幼蟲大多有群集性，把握幼齡幼蟲尚未分散前噴藥之防治效果較佳。粒劑可撒佈於植株之心梢或心葉，如玉米、甘藍、包心白菜，無滲透移行性。於傍晚施藥，藉露水溶化藥劑，設施內可大略噴水再施藥。玉米之雌穗害蟲可利用米糠炒香冷卻後加蘇力菌混合施於吐絲處。豆科、茄科與葫蘆科連續採收之作物，農藥殘留之問題嚴重，在採收前應儘量停用任何化學藥劑，如豆螟、瓜螟、甜菜夜蛾、番茄夜蛾、斜紋夜盜或擬尺蠖猖獗時，應參考蔬菜上小菜蛾之推薦用藥蘇力菌，濃度略為提高，添加展著劑，於秋至春季涼爽季節使用效果佳。其對雙翅目、膜翅目及脊椎動物不感染，對人體及有益寄生蜂安全性高，為應用最廣之微生物殺蟲劑。

2 昆蟲寄生性真菌病原之特性

昆蟲寄生性真菌病原為一個多用途之蟲生病原，可以用在不同的生態環境。通常以孢子或菌絲體形態，存在於自然界之害蟲族群中，造成昆蟲個體生病死亡。感染途徑是蟲生真菌孢子或菌絲附著在昆蟲體表，於潮濕環境下發芽及生長，分泌酵素分解昆蟲表皮侵入體內血腔，有的具有代謝毒質可產生快速的致死效果；大多數種類則在血腔內殖釋放菌絲體分布全身，再以蟲體組織為營養物供給菌絲生長充滿蟲體，形成僵硬蟲屍稱之為「殭蟲」，待遇到潮濕環境菌絲再由蟲體表面穿出，長出分生孢子柄，再產生大量的分生孢子，成下一循環的感染源。其傳播主要藉風的吹散將孢子散播出去，為典型的水平傳播方式；孢子可棲息於死亡的屍體中、水中、土壤及植物的葉表面。環境適合時通常引發田間自然的流行病(蒲及李，1996)。寄主範圍較廣，可同時感染不同種類之昆蟲(曾及吳，1994)，並可同時感染不同齡期之不同寄主(高及蔡，1995)。最常見者以綠殭菌防治斜紋夜蛾、玉米穗蟲(Tang and Hou，1998；Tang and Hou，1999；Tang *et al.*，2001)及甜菜夜蛾(唐，1998)；黑殭菌防治蔗龜、犀角金龜(照片7-48)、紅胸葉蟲及甜菜夜蛾(鄭等1992)；白殭菌防治玉米螟、大豆綠椿象及甘藷蟻象(蘇，1988；1991，；鄭，2002)。蟲生真菌可利用有機廢棄物或米粒，以太空包進行發酵培養分生孢子，進行微生物製劑之大量生產，施用於田間防治害蟲，為有機栽培的重要利器及資材(李及侯，1989)。

3 昆蟲寄生性線蟲之特性

昆蟲寄生性線蟲簡稱蟲生線蟲，目前已知僅以昆蟲為寄主，在其生活史發育期第三齡幼蟲，對昆蟲具有侵入感染的能力。為一具潛在開發之蟲生病原，在害蟲防治上

應用最多的以斯氏線蟲科(Steinernematidae)及異小桿線蟲科(Heterohabditidae)種類為主，台灣本土產的 *Steinernema abbasi* 寄主範圍較廣；鱗翅目幼蟲如甜菜夜蛾、斜紋夜蛾、擬尺蠖、紋白蝶、玉米穗蟲、柑毒蛾及小白紋毒蛾，及膜翅目的山藥葉蜂等效果較好可造成 100% 死亡率(Liao, *et al.* 2001)。其致病機制為侵染期之三齡幼蟲經由自然開口進入昆蟲腸道或體腔內，線蟲蛻去二齡表皮侵入血腔，並將線蟲腸道內共生細菌釋出，在昆蟲血腔中大量繁殖，在 48 小時內造成寄主敗血死亡。傳播藉由環境污染造成水平傳播；蟲生線蟲對乾燥環境非常的敏感，利用則限於特殊的生態環境，如：水中、土壤裏或隱蔽的棲所(李及王，1990；劉等，1991；魏及王，1993；廖，1999；張及梁，2000；侯等，2001)(照片 7-49，照片 7-50)。而施用於植物之葉表對蟲生線蟲較為不利，但可在入夜後露水較重時實施用，亦可達到預期之效果。目前蟲生線蟲已可用人工調配的培養基進行大量飼養(呂，1994；羅，2001)，並配合適當的劑型作為害蟲防治之有效資材(鄭等 1998；1999)。

☞核多角體病毒(NPV)

桿狀病毒中的一種，存在於自然界之害蟲族群中，造成昆蟲個體生病死亡。當昆蟲取食病毒的包含體後，進入昆蟲的中腸(胃)，鹼性(pH10 - 12)的消化液會將病毒顆粒溶解出來，破壞腸壁細胞侵入血腔，感染氣管、血球、脂肪體、肌肉及真皮層等組織；在這些細胞的細胞核裏複製病毒，再度釋放病毒顆粒感染其他細胞，經過 2 - 8 天以上，才能將寄主殺死，因此病毒之特性為一明顯的緩效性病原菌，同時死亡蟲體有倒掛於葉片上之習性。由於人類胃液為酸性，故對人類及哺乳動物不會造成感染危害。防治的害蟲對象以鱗翅目幼蟲如甜菜夜蛾、斜紋夜蛾、擬尺蠖(照片 7-51)、紋白蝶、玉米穗蟲，鞘翅目的犀角金龜，及膜翅目的鋸蜂等效果較好。其傳播方式有水平的傳播，藉由食物的污染及寄生性天敵產卵的機械性傳播，在害蟲族群中造成流行病，使害蟲大量死亡。再將死亡蟲體收集冷凍，使用時加水打碎過濾噴在作物葉片，讓害蟲取食感染。病毒在土壤中存活數年，在葉表上陽光照射數小時即失去活性，因此使用時間最好在傍晚太陽後，效果最好，在防治上最具潛力(唐及侯，1996；段等，1997；Tuan *et al.*，1989ab)。

3)重要蔬菜害蟲介紹

(1)小菜蛾 *Plutella xylostella*

☞分類地位

鱗翅目，菜蛾科。

☞被害植物

十字花科的植物，雜草如山芥菜、蔞菜等。

☞發生為害

卵甚小，通常散生，也有 5-10 粒聚成一堆。孵化之幼蟲食葉為害，初齡幼蟲潛入葉肉取食，2 齡以後移至葉背，僅食葉的葉肉而留下上表皮，形如窗孔(照片 7-52)。在植株幼小時，常會聚食中央心葉，並吐絲保護，使植株無法抽芽生長，導致死亡。幼蟲 3、4 齡時，體綠色或黃土色，分節明顯，體長不超過 1.3 公分，遇驚動會垂絲落下在空中飄盪，所以稱為吊絲蟲。發育最適溫為 20-25℃，只需 8 天即可化蛹。本蟲真正嚴重為害的是在幼蟲期食害心葉或花菜的花球，造成不能生長或污染花球。蛹在

繭內附於葉上。成蟲約為 1 公分的小蛾。

㊦防治方法

由於連續使用同類的殺蟲劑，使本蟲對藥劑產生抵抗性，增加濃度防治後，漸漸行成抗藥性。可用有機殺蟲劑與蘇力菌輪流噴施，施藥的次數盡量減少，一般應於菜株定植後 4-6 週每間隔 10-14 天施藥 1 次，或是當每株平均幼蟲數達 10 隻以上時，應再施藥施藥時應小心的使葉背上也有機會接觸藥劑。菜農對於小菜蛾並不陌生，有十字花科蔬菜之處幾乎都可看到。由於防治藥劑種類多，菜農們常不惜生產成本投資，以多種農藥混合使用，導致幼蟲對防治藥劑之抗性增強，因此菜農們常反應無法殺死小菜蛾。在十字花科蔬菜之生長期，可施用 10.3% 蘇力菌水分散性粒劑 4000 倍、3.8% 蘇力菌可濕性粉劑 1000 倍、1% 蘇力菌水懸劑 1000 倍、2.5% 賜諾殺水懸劑 750 倍、44.2% 賜諾殺水懸劑 10000 倍、10% 克凡派水懸劑 1000 倍、4.5% 印棟素乳劑 1000 倍、4.95% 芬普尼水懸劑 1000 倍、50% 免速達可濕性粉劑 1000 倍、25% 汰芬隆水懸劑 750 倍、2% 阿巴汀乳劑 2000 倍、43% 佈飛松乳劑 1000 倍或 50% 培丹可溶性粉劑 1000 倍等，其餘藥劑使用方法可參考植物保護手冊。採收期則盡量減少用藥，注意用藥安全採收期。如果採收期小菜蛾猖獗，非用藥防治不可時，則可用蘇力菌或苦楝油防治。施藥時必須全株噴射，尤其葉背及注意地際部同時噴射，以防治幼蟲逃離。盡量以單一藥劑防治，且各種藥劑交互使用。廢耕菜園及時整地，以防蔓延及減少蟲源。

(2)大菜螟 *Hellula rogatalis*

㊦分類地位

鱗翅目，螟蛾科。

㊦被害植物

甘藍。

㊦發生為害

成蟲產卵於寄主植物葉背，白色，成鱗狀排列。幼蟲綠色，體上有白色縱線三條，兩側有粗灰的褐色縱線。幼蟲為害，初孵化的幼蟲聚集葉背(照片 7-53)，啃食表皮及葉肉留下透明之表皮如窗孔狀。3 齡以後開始分散，鑽入葉株的新葉或甘藍球內取食。幼蟲也會蛀入採種的種莢，牽絲結葉在其中蛀食。受害植株的葉或心葉上常黏滿蟲糞的網，而使藥劑無法直接噴到蟲體。在甘藍上掀開包葉可見球上有甚多蟲孔，葉與葉間有蟲糞及蟲絲連接。南臺灣較多，由卵至成蟲約需 20-26 日，蟲口以夏秋兩季較高。蛹於土中化蛹。成蟲為黃色小蛾，前翅有兩個銀白色之圓紋。

(3)甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua*

㊦分類地位

鱗翅目，夜蛾科。

㊦被害植物

蔥、蘆筍、蘿蔔、滿天星等。

㊦發生為害

卵聚成卵塊上覆褐色毛狀物，產於葉管上。孵化幼蟲鑽孔進入蔥管內壁取食葉肉部(照片 7-54)。幼蟲體色綠色，但也有淡褐色等體色變化。且老熟幼蟲化蛹於土中或附近雜草堆中，在宜蘭地區及中部沿海蔥栽植區為害較普遍，幼蟲體長約 2.3 公分。甜菜夜蛾為近年來嚴重為害蔥葉之夜蛾。成蟲色灰暗，前翅長形近前緣處有三橢圓形

紋，內側者色較淡且明顯。後翅稍寬色灰白，複眼黑色。成蟲體長約 1.1 公分，展翅長約 2.8 公分。

(4)神澤氏葉? *Tetranychus kanzawai* Kishida

二點葉? *Tetranychus urticae* Koch

?分類地位

? 蟬目、葉? 科

?被害植物

豆類、瓜類、甘藍、芥菜。

?發生為害

卵散生，有細絲保護，卵期 3-8 天。幼?：三對足，1-2 天。前若?：足四對，2-3 天。後若?：足四對，2-3 天。葉? 俗稱紅蜘蛛(照片 7-55，照片 7-56)，為害以刺吸式口器吸食植物汁液，部位以葉為主。受害葉呈灰白或淡黃小點，葉片綠色盡失，無法行光合作用，落葉嚴重。體性甚小，肉眼通常不易辨認，推測是否受葉? 為害。將葉片翻轉，仔細觀察背面，有時可見到極小紅色斑點。可經由風力遷移，全省有適當寄主處均可能發生。此類害蟲怕雨、喜乾燥因此連續乾旱常導致嚴重發生。平均夏季 1 代 8 天，冬季 15 天。

?防治方法

清除雜草，避免連作，或利用天敵防治。藥劑防治適期以作物育苗期時。藥劑可採用數種不同類的藥劑交替使用。噴藥時，應注意噴射葉背，期能使藥劑與葉體直接接觸。此類藥劑毒性較高須注意安全採收期。

(5)白粉蝶及緣點粉蝶 *Pieris rapae crucivora* duval

Pieris canidia sodida Butler

?分類地位

鱗翅目，粉蝶科。

?被害植物

十字花科植物。

?發生為害

卵黃色，直立於葉肉組織內，似子彈。2 種幼蟲蟲體均為綠色，緣點粉蝶的體毛長些，體上黑點及背線(鮮黃色)均較白粉蝶明顯(照片 7-57)。通常喜食葉上近主脈而介於 2 支脈間的葉肉部分，因而行成大孔。幼蟲食量高，受害的菜株只剩葉脈，受害的植株葉基較近莖處可發現大堆的綠色蟲糞。蛹為淺綠色，化於葉片上，或田邊之牆腳及牆上。成蟲為白色中型粉蝶，緣點粉蝶沿後翅邊緣有黑色圓點，而白粉蝶無。成蟲遷移力強，常可聚集 1 處交尾產卵。產卵分散，白粉蝶的發生 1 年有 2 個盛期，一為春季的 3-6 月，一為秋季 9-11 月，緣粉蝶則自 10 月開始至 2、3、4 月為發生盛期。

?防治方法

防治甘藍、花菜等作物上此類害蟲時，應著重於植株幼期的防治。害蟲每株超過 5 隻老齡幼蟲時，可施用蘇力菌 2000 倍。

(6)菜心螟 *Hellula undalis* Fabricius

?分類地位

鱗翅目，螟蛾科。

2 被害植物

十字花科蔬菜。

3 發生為害

卵分布於葉脈處。幼蟲頭黑褐，胴部淡褐色，背部有褐色縱線五條。孵化幼蟲食害葉部(照片 7-58)，於葉肉較厚的葉片即蛀入葉肉內。有的蛀入菜心，糞便排出於蛀孔外，使被害株心萎凋。幼蟲攝食蕊部，故於幼蟲期實際被害量甚大而產生缺株現象。幼蟲期 8 至 20 天。蛹幼蟲成熟後潛土而化蛹，蛹期 5-20 天。成蟲前翅略黃色，近基部處有淡色波狀帶紋，外方有淡色之弓狀帶紋一條。成蟲白天潛伏於葉後等陰暗處，傍晚時活動而交尾、產卵。雌蟲沿葉脈產卵 1-2 粒一處。成蟲壽命長者到 15 天。大多發生於夏秋之際，但因地區而不同南部 4-9 月，中部 7-9 月，北部 9-11 月發生最多。

4 防治方法

在幼苗期發現心部枯萎時應即噴藥，灑佈於心部或葉片，約每七天施行一次，連續 3-4 次。

(7)斜紋夜盜 *Spodoptera litura* Fabricius

1 分類地位

鱗翅目，夜蛾科。

2 被害植物

葡萄、蘿蔔、菊花、十字花科蔬菜、瓜類、茄子、蕃茄、甘藷等。

3 發生為害

卵成塊有數十粒，上覆有暗黃色尾毛，卵饅頭形，有縱橫隆起方格。幼蟲初齡頭黑褐色，胴部灰褐色，兩側各有三條白線，體上有圓紋。老熟幼蟲體灰黃色(照片 7-59)。一、二齡幼蟲甚小不易被發現，初齡至三齡幼蟲聚集在葉背為害，僅食葉肉而留表皮，被害葉呈大面積透明薄膜狀，失去光合作用功能，喪失水分而枯萎。三齡以後，日間潛入土中三至九公分處棲息，夜間鑽出為害，常取食近上面的葉片，形成大孔，或停留在葉隙中。對於直播蔬菜幼苗，常因幼蟲切斷幼苗，形成缺株。老熟後潛入土內化蛹。本蟲雜食性，食性很廣，為害農藝、園藝、林木作物及野生植物分佈甚廣。老熟幼蟲在離地面 3-6 公分處吐絲造一土室化蛹。成蟲體及前翅均為褐色，前翅之前半有灰白色細線數根，內橫線及外橫線皆灰白。翅的中央有一寬長灰白斜帶一條。成蟲夜間交尾產卵，雌蟲產卵於葉背。(唐及陳，1996)

4 防治方法

成蟲可用性引誘劑誘殺避免產卵造成更嚴重為害，平時注意作物有無受害葉片，在三齡前予以捕殺，老齡幼蟲在潛入地面時，可在黃昏或清晨在園中直接捕殺，施用藥劑時注意靠近地面部位。

(8)擬尺蠖 *Trichoplusia ni* Hubner

1 分類地位

鱗翅目、夜蛾科。

2 被害植物

十字花科的甘藍、花菜、白菜、豆科作物及蕃茄或瓜類。

3 發生為害

卵為散生，產於葉上。卵其約為 2-3 天。幼蟲易於辨認，老熟幼蟲長約 2.5-3 公

分。無驚擾時常棲息於葉背或陽光不直射的葉面。行走時，先以前 3 足附著葉面，弓身收起後半部(照片 7-60)，再以後 2 足固定，然後前半部伸出如同測量長度狀，所以稱為尺蟲。幼蟲食葉成大孔。幼蟲在 25 時為 14-16 天。危害蔬菜以北部較多，每年可發生 5-6 代。蛹外有白色堅韌的繭，常附的於老葉。蛹經 8 天羽化。成蟲體及前翅灰褐色，前翅中間有一銀白色斑點。成蟲壽命可達 2 周。

(9)桃蚜 *Myzus persicae* Sulzer

♀分類地位

同翅目，蚜蟲科

♀被害植物

菸草、馬鈴薯、十字花科蔬菜、桃等。

♀發生為害

若蟲由雌蟲胎生而來，蚜蟲的體型甚小，發育期 6.4-8.0 天。以刺吸式口器危害作物，顏色有黃色、淡綠色、及紅色隨寄主植物而變。通常聚食葉片、嫩芽、果實凹下或隱蔽處，成群吸食為害。十字花科蔬菜受桃蚜為害最烈，幼苗期受害，很快就枯萎而死。並可分泌蜜露引發煤污病，阻礙光合作用，引響植物生長發育。成蟲：可分無翅及有翅型，有翅個體可以依靠風力來 做長距離的遷移並傳播多種植物毒素病。成蟲期約 22.6 天，繁殖率甚高，雌蟲終年行孤雌胎生之無性生殖方式繁殖後代。本省高溫多濕，蚜蟲每年的發生世代連續，終年不斷。蚜蟲在乾燥的環境下繁殖迅速，每年 10 月下旬至翌年 2 月遇大雨則常被沖刷落下死亡。

(10)偽菜蚜 *Lipaphis erysimi*

♀分類地位

同翅目，蚜蟲科

♀被害植物

十字花科蔬菜等。

♀發生為害

臺灣地區全年皆可出現，較喜歡高溫乾燥的環境，雨季較少發生。有翅成蟲於苗期侵入，在心葉處以胎生方式產下無翅若蚜，集體吸食汁液，造成心葉變形枯萎不展，苗期受害嚴重發育受阻，影響產量。成蟲、若蟲大多聚集於植物葉背取食為害(照片 7-61)，同時分泌蜜露引發煤病影響光合作用，且污染葉片影響品質。本蟲繁殖迅速 7-8 天即可完成一個世代，當族群擁擠時則產生有翅成蟲進行遷移。

♀防治方法

若在苗期發現有翅成蚜，及應以殺蚜劑進行防治處理，約每 2-3 週施用一次。

(11)黃條葉蚤 *Phyllotreta striolata*

♀分類地位

鞘翅目、金花蟲科。

♀被害植物

十字花科蔬菜

♀發生為害

卵被產於植物根部。幼蟲白色多毛，在土中為害取食根的表皮呈黑色斑紋。老熟幼蟲在土中化蛹，蛹褐色。成蟲活潑，遇輕微驚擾即跳開，體長 3-4 公厘，黑色背部

有金黃色縱帶 1 對(照片 7-62)。成蟲為害葉部呈點點斑痕，特別為害蘿蔔、白菜、甘藍和花菜的苗期及花球。由對蘿蔔為害甚大。成蟲產卵於土內，故於乾季為害較烈，連續陰雨則為害減輕。本省中、南、東部于春季時，在蔬菜田普遍可以看到。每年可發生 6-7 代，卵至幼蟲化蛹約 64 天(陳等，1990；陳等，1991；王，1996，唐及侯；1996)。

防治方法

注意播種後之苗期防治。蔬菜連作區可施用續 3-4 次。或以地下害蟲用藥蟲生線蟲或蟲生真菌，殺死幼蟲。

(12)銀葉粉蝨 *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring

分類地位

同翅目、粉蝨科

危害作物

銀葉粉蝨的寄主範圍非常廣，記錄可危害 500 種以上的植物，設施蔬菜重要之寄主作物有：甘藍、結球白菜、花椰菜、芥菜、芥藍、莧菜、菠菜、茼蒿、番茄、甜椒、辣椒、花胡瓜。

發生危害

成蟲體黃色，具 2 對白翅，休息時翅呈屋脊狀，體形較螺旋粉蝨小，與溫室粉蝨較類似，體長約 0.8—1.3 公厘。卵橢圓形，晶瑩淡黃綠色。若蟲不規則之長橢圓形，淡黃色，扁平，透明。全年發生，雜食性，危害作物達 500 種以上，以初秋至春末之旱季為發生高峰期，溫度太高或太低及長期降雨濕度高都不利其生長，以 3—6 月及 9—11 月為發生盛期，26—28 暖冬及設施內最適其發育，卵期約 5 日，若蟲期約 15 日，成蟲期壽命可達 1—2 月，完成一世代僅需 19—27 日。成蟲在植株葉背產卵，母蟲一生產卵達 200—300 粒卵，孵化後之若蟲有四齡，一齡有足，尋找適當寄主，二齡以後足退化固著於中老葉以刺吸式口器刺吸植株養液，羽化後成蟲繼續危害或再飛至其他之新梢葉背組織產卵。成蟲不擅長距離飛翔，受干擾時在植株上端或周圍稍作盤旋後仍回原作物棲息危害(照片 7-63)，一般靠風力傳佈。在葉菜類如芥菜、花椰菜，刺吸葉片養液致葉片縮縮、黃化、枯萎。除直接刺吸養液外並傳佈病毒病。如番茄被害，提早落葉，傳佈捲葉病或斑點萎凋病，果實硬化畸形。成蟲及若蟲並分泌蜜露，誘引螞蟻或其他昆蟲，並可誘發黑煤病，植株葉片或果實上有如灑了一層黑膠水，影響光合作用，造成蔬菜或果品品質低劣甚或導致廢耕(林等，1997)。

防治方法

a. 誘殺法 因成蟲偏好黃綠色，可利用綠色或黃色粘板或水盤誘殺，以降低族群，亦可利用為蟲口密度之偵測及防治上之依據。5 公尺置一塊，高度以不超過作物生長點 0—50 公分為宜。

b. 田間管理 偏好在通風不良與日照不足之環境產卵，尤其設施內如同給了一個溫暖的家助長其族群之增長，故宜保持通風。豆類或果菜類蔬菜氮肥不宜施用過量。網室中如密度高時，早、晚由下往上噴水，高濕可降低族群及減緩其活動。

c. 化學藥劑防治 成蟲不擅長距離飛翔，主要靠風力協助遷移。寄主植物廣，實施共同防治可收事半功倍之效，其他寄主或雜草都要消除或同時防治。噴藥時應噴及葉背蟲體棲息處。在芥藍與花椰菜上可選用下列藥劑：9.6% 益達胺溶液 1500 倍、2%

阿巴汀可濕性粉劑 1000 倍、2.8%畢芬寧乳劑 1000 倍、25%布芬淨可濕性粉劑 1000 倍及 50%培丹可溶性粉劑 1000 倍。果菜類之番茄推荐 20%亞滅培 S.P.4000 倍加組展 3000 倍同時可防治蚜蟲、薊馬及小綠葉蟬。害蟲發生時 7 天噴藥一次。

d.非化學藥劑防治 4.5%苦楝油乳劑 1000 倍加展著劑出來通 4000 倍為低毒、安全，可使用於有機栽培作物上。宜採共同防治策略，選用較佳之藥劑交互使用。

(13)番茄斑潛蠅 *Liriomyza bryoniae* (Kaltenbach)

分類地位

雙翅目、潛蠅科

危害作物

十字花科、茼蒿、萵苣、芹菜、番茄、豆類及果菜類蔬菜。

發生危害

成蟲於菜苗初長出新葉時即以產卵管刺破葉片組織，產卵於葉肉中，幼蟲孵化後即在葉肉組織中潛行鑽食，僅殘留上、下表皮，並於灰白的隧道上中央留下長條的黑色排遺物(照片 7-64)，嚴重影響光合作用，間接降低產量及上市品質。作物生育後期，於老葉上嚴重危害。被害葉片由於食痕密布交錯，造成葉片黃化，嚴重時全園葉片呈一片枯黃焦乾景象。老熟幼蟲多在土中化蛹，若畦上有塑膠布覆蓋者，常可在塑膠布上見到小粒狀的黃褐色蛹體。本蟲食性甚雜，一年發生 20 22 世代，發生盛期為 3 6 月及 10 12 月，4 月與 11 月無雨之乾旱季節為高峰期。

防治方法

a.幼蟲一般在土中化蛹，整地前宜將菜園浸水一天，殺死土中之蛹，畦上塑膠布上之蛹應清除燒毀。

b.成蟲偏好黃色，可於發生盛期的苗期與生育中、後期，利用黃色粘板誘殺成蟲，降低田間族群密度。黏蟲板設於生長點上方 10-50cm。

c.化學藥劑防治以 75%賽滅淨可濕性粉劑 5000 倍或 8.9%溶液 800 倍、2%阿巴汀可濕性粉劑 1000 倍、24%毆殺滅溶液 500 倍、43%佈飛松乳劑 1000 倍或 2.8%第滅寧乳劑 1000 倍在幼苗期發現有潛痕時開始施藥，同時注意安全採收期。

(14)南黃薊馬 *Thrips palmi* Karny

分類地位

纓翅目、薊馬科

危害作物

設施中豌豆、甜椒、番茄、花胡瓜。

發生危害

若蟲淡黃而成蟲體小呈淡黃或橙黃色，翅透明。在設施栽培之豆科或瓜類幼苗時即可發現成蟲及若蟲危害，往往是在苗期移植時遷入，體極小，必須注意才可發現。於旱季尤其 2 5 月時，如溫暖乾旱無雨，設施作物幼苗之葉部或心梢被成蟲或若蟲以其銼吸式口器吸食汁液(照片 7-65)。雌薊馬將其產卵管刺入葉背之葉肉中而產卵，卵形極小，白色透明腎形，孵化之若蟲即開始危害，老熟之若蟲潛入枯葉或土中化蛹。於發育期之瓜葉表面常可見到無數小斑點沿著基部向葉尖逐漸延伸，如果細察葉背，則可見如針尖之小蟲爬行，表面之綠色部份皆呈灰黃或灰白。密度高時植株上可見許多黑色之排泄物污染。在心梢之被害狀可由其外觀察知，或以手輕拍使蟲體掉落，或

檢視花器即可見到是否有薊馬之存在。在花胡瓜之果實常可見到因薊馬之危害而無法長大呈彎曲畸形之瓜果。喜群集在甜椒葉背或靠近果柄凹陷之幼果，被害之組織褐變。雨季來臨後蟲口密度降低，一年可發生 10—20 世代。

♀防治方法

薊馬體小，且苗期開始即可開始危害，卵產於組織中，蛹又在土中，不易察覺，益增防治困難。以其世代繁殖快，一不注意則嚴重影響植株之生長，因此，在苗期一定要開始防治。薊馬發生初期可以 20% 亞滅培可溶性粉劑 4000 倍或 9.6% 益達胺溶液 1500 倍防治。

(15) 台灣花薊馬 *Frankliniella intonsa* (Trybom)

♀分類地位

鱧翅目、薊馬科

♀危害作物

設施中蘭花。

♀發生危害

卵腎形，白色透明，產在植物組織內。幼蟲細長，淡黃色，至化蛹前多棲息在嫩芽(照片 7-66)及嫩莖的萼片內銼吸組織內之汁液。前蛹與蛹期在土壤中，蛹淡黃色，觸角與足貼緊身體，胸背方有翅芽。成蟲頭、胸部黃褐色，腹部黑褐色，或是頭胸腹全體均黃褐色。成蟲除吸取花粉與花瓣內汁液外，並產卵在花瓣基部的組織中。成蟲後再飛上花部。高溫乾旱時易滋生。主要危害花部。成蟲及幼蟲均為害花部，除銼吸花瓣的汁液外，成蟲並產卵於花的組織內，銼吸或產卵造成的傷口，在花瓣上留下白色或褐色的斑點。

♀防治方法

a. 花圃周圍避免栽種香氣濃烈的植物，如梔子花、七里香等，以免形成薊馬聚集的場所，並擴散至花圃中植物。

b. 銀色物質對薊馬有忌避作用，以銀色尼龍網做成隧道覆蓋於作物之上，或以銀色尼龍網當作溫室之兩側壁，均可使飛翔中之薊馬選擇它處降落，因而降低薊馬對此一地區作物的為害。

c. 在田間或溫室懸掛青色、白色或黃色粘板或粘帶，可以捕獲相當數目的薊馬。

d. 在蘭花上目前無推薦藥劑防治本蟲，可試用：

50% 達馬松溶液 1200 倍，每隔七至十天噴藥一次，連續二次。

40.8% 陶斯松乳劑 1500 倍，每隔七至十天噴藥一次，連續二次。

2.8% 第滅寧乳劑 1000 倍，每隔七至十天噴藥一次，連續二次。

10% 百滅寧乳劑 1000 倍，每隔七至十天噴藥一次，連續二次。

50% 覆滅瑞可溶性粉劑 1000 倍，每隔七至十天噴藥一次，連續二次。

(王清玲，1991，花卉害蟲彩色圖說第 55 頁。王清玲、林鳳琪，1997，台灣花木害蟲第 136 頁))

(16) 蘭花薊馬 *Dichromothrips corbitti* Priesner

♀分類地位

鱧翅目、薊馬科

♀危害作物

設施中蘭花。

♣發生危害

卵腎形，灰白色。卵產於花瓣或莖葉組織內。幼蟲淡黃色。幼蟲與成蟲均活潑好動，不停爬行吸食植物汁液。蛹橘紅色，體背方具有翅芽。在溫暖季節而植株花葉部長期乾燥時發生較多。成蟲身體為黃褐色，翅基部約三分之一透明，其餘部分淡褐色。蘭花薊馬在台灣雖然早有記錄，但是一直密度極低。主要危害花、莖、葉。成蟲與幼蟲均為害開花期的花部，尤喜歡棲息於花心部或花瓣與花萼重疊處，被害花瓣產生灰白斑點。新芽或葉鞘夾層間也容易有幼蟲棲息。莖葉部被害後呈黃化枯萎現象。直到1990年在南台灣溫室栽種的嘉得麗亞蘭花首次發現有為害現象，而後來愈來愈普遍嘉得麗亞蘭花外也包括各種石櫚與東亞蘭等，普遍出現於大規模的蘭園或私人庭院。

♣防治方法

- a. 當植株分株時摘除不必要的花穗，以免滋生薊馬。
- b. 在花瓣開展前，在莖葉表面噴灑系統性殺蟲劑，降低薊馬密度。
- c. 在開花期發生嚴重時可視情況噴施藥劑，但此時藥劑稀釋倍數應降低，以免施用藥液後在花部產生藥害。
- d. 盆栽表面可施以殺蟲粒劑，使藥劑成份經由根部吸收後，再運行至莖葉部。
- e. 於密閉溫室中使用殺蟲的燻煙劑或超微粒噴霧劑，使藥液能到達薊馬藏身的隱蔽處。(王及林，1997)

(17) 蘭白介殼蟲 *Diaspis biosduvali* Signoret

♣分類地位

同翅目，介殼蟲科

♣危害作物

蘭花

♣發生危害

雌成蟲介殼圓形，中央淡黃，周緣白色，半透明。有群棲性，多數蟲體聚集而生，於假莖靠近根際的叢生處、或葉片具有皺摺處最易發生，然後蟲體會逐漸向四周的其他部位擴散。蟲體棲息處葉片變成黃色，黃斑中央部分有時變為褐色，葉肉凹陷。長期的吸食為害使葉片枯萎，植株生長勢減弱。介殼蟲還持續分泌具有甜味的蜜露，吸引螞蟻取食，因此常與螞蟻共生，協助介殼蟲之遷移，及干擾天敵之寄生捕食。此外還能誘發煤污病，使葉片蒙上一層煤灰似的真菌，造成外觀不雅，且影響植物光合作用。雄介殼蟲雪白，兩側平行而成長條狀，背面有三條明顯的隆起線，有白色粉狀臘質分泌物覆蓋體外，群聚的雄蟲體表白色臘質分泌物互相混合，狀似棉絮。成蟲有翅。

♣防治方法

- a. 勿採購有介殼蟲之蘭苗，新買來的蘭花應仔細檢查，確定無蟲後才與舊株放置一處，以免蟲體傳播至其他植株上。
- b. 經常檢查植株，注意是否有少量介殼蟲發生，一旦發生就以濕棉花或軟刷刷除，或噴肥皂水亦可抑制其族群。
- c. 摘除嚴重被害已呈枯黃的老葉。
- d. 加強溫室通風及施行葉面澆灌，可以減少介殼蟲發生。
- e. 已發生嚴重時應施用藥劑防除，介殼蟲的防治不易徹底，少數存活的個體，在

短時間內就能迅速滋生為一大群，因此應於間隔一週左右時連續施藥至少一次，至其消滅為止。

f.較貴重的蘭花，宜採預防性的施藥，定期噴殺蟲劑，根本杜絕介殼蟲的發生。(王及林，1997)

(18)羅賓根璜 *Rhizoglyphus robini* (Claparede)

？分類地位

蜘蛛綱、粉璜科

？危害作物

根？為世界性普遍發生根部之害，蔥、蒜、韭、洋蔥、蔥花等之球根。

？發生危害

根？一生有卵、幼？、前若？、第三若？及成？五個時期，卵白色，橢圓形散生。成、若？呈乳白色半透明，橢圓形，幼？三對腳，成、若？有四對腳，體圓肥，背方隆起，呈灰白色透明，足短小，淡褐色，完成一世代需10—15天，整年發生，雌？行動緩慢，一生可產50—100粒卵。喜潮濕之環境，高濕的砂質壤土中增殖最快，略帶酸性的土中發生較多。根？自球根或假莖間隙處開始危害，受害部位褐變，繼而自表面向內組織之深處蔓延，最後整球被食成中空，被害植株呈現營養不良徵狀。猖獗時，整株枯死或葉片細小、生長緩慢，蔥、蒜之花梗小而花數少。嚴重被害之種球無法萌芽，貯藏期間的種球或種植於田間的種球均可被害(照片 7-67)。

？防治方法

避免人為因素傳播源，必須注意田間衛生及間作植物，如發生危害時，茶細璜甜椒以25%新殺璜乳劑500倍、辣椒以5%芬普璜水懸劑2,000倍，葉璜參考用15%亞琨璜水懸劑1,500倍、10%依殺璜水懸劑4,000倍、1%密滅汀乳劑1,500倍、18.3%芬殺璜水懸劑3,000倍、42%克芬璜水懸劑3,000倍或2.8%畢芬寧乳劑1,500倍稀釋液噴射，必須全株噴施，尤其葉背，每隔7天施藥1次，連續2次，以收防治效果。根璜種球貯藏前或種植前處理方法，以24%毆殺滅溶液1,000倍浸漬種球30分鐘。忌連作，非連作不可時，種植前翻犁使體漂浮水上，再浸水一週可降低族群，如能浸愈久，效果愈佳。生育後期田間若發生危害時，必須減少水份，以阻止之遷移。最適噴藥時機以種植後20天，以24%毆殺滅溶液1,000倍，每週一次連續2—3次，由莖部噴灑或滴灌至根部，採收前26天應停止施藥。(陳及張，1999)

(19)蔬菜跳蟲 *Hypogastrura armata* Nicolect

？分類地位

彈尾目、紫跳蟲科

？危害作物

莧菜、小白菜、包心白菜、芥菜、菠菜、空心菜等。

？發生危害

蔬菜跳蟲為一種低等昆蟲，目前在蔬菜生產專業區內密度增加，已造成威脅。其變態不明顯，若蟲與成蟲之外部形態相似，無明顯改變，只有大小之分。其卵呈圓形、乳白色、半透明，初孵化之若蟲呈半透明，體色灰白，而後體色漸次加深，最後呈灰紫色。體被茸毛、觸角四節、腹部六節、胸足附節具單爪，終生無翅。腹部末端具向背方彎曲之鈞狀物一對，口器咀嚼式，下口式。腹部腹方具腹管，攫器及彈器等均較

一般跳蟲小，彈器粗短。蔬菜跳蟲之卵產於土縫，成塊狀，一般 15—30 粒一處，其上無覆蓋物，甫孵化之若蟲即可爬行與跳躍於土縫中集中脫皮，經灌水或下雨時，其蟲體漂浮於水面而構成如草木灰一般(照片 7-68)，於發生盛期，常可見如灰燼一般覆滿灌溉渠或蓄水池，於菜園之密度可達 4,000 隻/250 平方公分或以上，於族群中常可發現隱翅蟲同時存在。主要危害之蔬菜如莧菜、小白菜、包心白菜、芥菜、菠菜，時而加害空心菜等之心葉，待葉部長大蟲孔也愈大而失去商品價值，偶而取食菜園中之青苔。發生季節以春末至夏季為高峰期，12 月至次年 5 月中旬，如果雨季遲來，則可延至 6 月中下旬，其中以 2—4 月為高峰期，在田間之消長受雨量之影響至鉅。喜在弱光下活動，遇強光則迴避。春雨綿綿則其出現頻率高，若乾旱無雨則其密度低。夏季傾盆大雨，跳蟲被流失或死亡，則其棲群密度最低。春季棲息於菜園之土表或表土，夏季則喜棲息於田畦上之蔬菜或闊葉雜草等之根部近處，棲息深度距土表約 3 至 5 公分，菜圃以蓄水池週邊陰暗、低窪及濕地密度較高。

防治方法

目前尚無推薦藥劑，請參考蔬果用藥，防治以粒劑較其他劑型為佳，供試藥劑中以 0.5% 可尼丁粒劑 10—30 公斤/公頃、6% 培丹粒劑 30—40 公斤/公頃、50% 陶斯松粒劑 30 公斤/公頃、2% 加福松粒劑 40 公斤/公頃，種植前 3 天在畦上撒藥 1 次，並以鐵耙拌土 5 公分，行土壤處理較具防治效果，生育期直接在植株或葉片噴射之藥劑效果不彰。水稻輪作區田間族群與蔬菜連作區比較有顯著下降。淹灌亦可將田間蟲體排除，田間之灌水方式，淹灌比噴灑及澆水之方式佳。莧菜為其最愛，不可連作。(陳及張，1999)

結語

危害設施栽培作物以蔬菜之害蟲種類多，害蟲之發生常因環境如氣候、土壤、天敵、微生物、設施之設備、農藥使用及耕作制度的改變直接或間接影響族群消長，正確防治技術及有效藥劑才能控制害蟲。害蟲密度低時，可容易徹底防治，密度高時，常見農友 2 至 3 天噴一次藥，甚至挑燈夜戰，害蟲仍無法抑制，導致農藥殘留問題。蔬菜安全用藥問題為大家所關切，稍一不慎則觸法，農民混合多種農藥或任意提高濃度，易發生藥害，污染環境，且昆蟲易產生抗藥性，濃度過低，則無防治效果，致增加噴藥之頻率，造成浪費，甚至影響農友健康，除注意藥效外，必須恪守安全用藥原則，讓消費者吃得安心與健康。

(唐立正·陳文雄·張煥英·余志儒)

引用·參考文獻

1. 王雪香。1996。黃條葉蚤(*Phyllotreta striolata* Fab.)在十字花科蔬菜之危害及防治。桃園區農業改良場研究報告。25: 16-23。
2. 王清玲、林鳳琪。1992。黃色黏板誘捕非洲菊斑潛蠅(*Liriomyza trifolii* (Burgess))之效果測定。中華農業研究。41(1): 61-69。
3. 王清玲、林鳳琪。1997。台灣花木害蟲。豐年社出版。
4. 朱耀沅。1987。薊馬之物理防治。中華昆蟲特刊第一號。薊馬生物學研討會。P.27~36
5. 朱耀折、石正人、魯仲瑩。1982。赤腳青銅金龜生態學之研究 I - 利用誘蟲燈調

- 查發生量之效果。中華昆蟲。2(1)：23-33。
6. 朱耀折、林水金、蔣時賢、吳文哲。1975。作物施肥條件與害蟲的發生。科學農業。23：469-480。
 7. 李小峰、王國漢。1990。昆蟲病原線蟲對黃曲條跳甲幼蟲防治的初步研究。植物保護學報。17：229-231。
 8. 李平全、侯豐男。1989。黑殭菌培養及大量生產之研究。植保會刊。31：10~20
 9. 李錫山。1953。蔬菜主要害蟲？黃條葉蚤之發生消長及其防治試驗。農業研究。4(3)：30-35。
 10. 呂佳宜。1994。蟲生線蟲(*Steinernema carpocapsae*)之人工繁殖及其對斜紋夜盜(*Spodoptera litura*)與小菜蛾之致病力。國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文。54pp.
 11. 何琦琛、羅幹成。1992。葉瑤之生物防治技術。病蟲害非農藥防治技術研討會專刊。p.15~29。中華植物保護學會。
 12. 易希陶。1977。經濟昆蟲學上篇。國立編譯館出版 p.268~288。
 13. 易希陶。1971。經濟昆蟲學(下篇各論)。國立編譯館台北 464pp.
 14. 周桃美、1987。蘇力菌防治小菜蛾之研究。中興大學昆蟲所碩士論文。p.44。
 15. 邱瑞珍。1985。玉米螟生物防治問題之探討。台灣農業。21：71~78。
 16. 林鳳琪、王清玲。1989。非洲菊斑潛蠅之田間偵測。中華昆蟲特刊第四號。蔬菜害蟲綜合防治研討會 p.59~69。
 17. 林鳳琪、蘇宗宏、王清玲。1997。溫度對銀葉粉蝨(*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring)發育與繁殖之影響及其在聖誕紅之發生。中華昆蟲。17：66-79。
 18. 段淑人、趙裕展、侯豐男。1997。加州苜蓿夜蛾合多角體病毒對台灣九種鱗翅目害蟲之致病力。中華昆蟲。17：209-225。
 19. 侯有明、龐雄飛、梁廣文。2001。局部施用斯氏線蟲對黃曲條跳甲的控制效應。植物保護學報。28：151-156。
 20. 侯豐男。1977。害蟲寄生性微生物在害蟲防治上之利用。蟲害防治研討會。
 21. 唐立正。1996。玫瑰花蟲害及防治。興大農業。19：19-24。
 22. 唐立正、蘇宗宏。1986斜紋夜蛾合成性費洛蒙之田間試驗。II.訊息擾亂。興大昆蟲學報。19：63-68。
 23. 唐立正、蘇宗宏。1988斜紋夜蛾合成性費洛蒙之田間試驗。I.大量誘捕。中華昆蟲。8：11-22。
 24. 唐立正、侯豐男。1996。蟲生病原於害蟲管理體系之應用。興大農業。16：21-24。
 25. 唐立正、陳本源。1996。重要蔬菜害蟲圖說。國立中興大學農學院 農業推廣中心印行。30pp.
 26. 唐欣潔。1998。綠殭菌感染甜菜夜蛾之研究。國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文。55pp.
 27. 貢毅紳。1977。不孕性昆蟲與昆蟲防治。蟲害防治研討會專刊 p.85~ 108。
 28. 高穗生、蔡勇勝。1995。蟲生病原真菌在害蟲防治上之利用。藥試所專題報導。第39期。16pp.
 29. 陳文雄、張煥英。1999。設施栽培蔬菜害蟲防治技術。台南區農業專訊。28：9-16。

30. 陳秋男。1974。利用寄生性昆蟲於蟲害管理之基本研究與考慮事項。植保會刊 17：21~28。
31. 陳武揚、陳慶忠、黃玉瓊、劉達修、方敏男、黃金助、柯忠德。1992。豌豆害蟲調查及防治。台灣農業。28(3)：74~81。
32. 陳慶忠、柯文華、李建霖。1990。黃條葉蚤之生態及防治研究(I)外部形態、飼養方法、生活習性及寄主植物調查。台中區農業改良場研究? 報。27：37-48。
33. 陳慶忠、施季芳、柯文華、黃彩鳳、林金樹。1991。黃條葉蚤(*Phyllotreta striolata* (Fab.))之生態及防治研究(II)發育期及田間族群消長。植保會刊 33：354-363。
34. 陳慶忠、柯文華。1994。黃條葉蚤之物理防治方法探討。植保會刊 36：167-176。
35. 章加寶。1980。瓜蠅之實驗生態學。中興大學碩士論文。65pp。
36. 章加寶。1987。台灣中部地區葡萄咖啡木蠹蛾的族群變動調查植保會刊 29：53-60。
37. 章加寶。1988。利用寶特瓶防治葡萄園扁蝸牛。豐年。38(14)：32-33。
38. 郭美華。2002。蘋果蚜在梨樹上之空間分布與族群變動。植保會刊 44：329-340。
39. 張茂新、梁廣文。2000。斯氏線蟲對黃曲條跳甲種群系統控制研究。植物保護學報。27：333-337。
40. 陶家駒。1976。臺灣十字花科蔬菜害蟲相及其防治法之演變。科學農業。24(9-10)：400-402。
41. 陶家駒、李錫山。1951。黃條葉蚤藥劑防治試驗報告。農業研究 2(4)：61-67。
42. 陶家駒。1990。臺灣省蚜虫誌。臺灣省立博物館
43. 馮海東、黃育仁、許如君。2000。臺灣地區黃條葉蚤對殺蟲劑之感受性。植保會刊 42：67-72。
44. 曾顯雄、吳文哲。1994。台灣蟲生真菌資源之調查。生物農藥研究與發展研討會專刊 10：1-3。
45. 廖哲毅。1999。本地產蟲生線蟲(*Steinernema abbasi*)生物特性及對斜紋夜蛾(*Spodoptera litura*)致病力之測定。國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文。58pp。
46. 蒲蜚龍、李增智。1996。昆蟲真菌學。安徽科技出版社。715pp。
47. 蒲蜚龍。1978。害蟲生物防治的原理和方法。科學出版社。261pp。
48. 劉新生、吳學仁、趙春明、魏國樹、鄧天賦。1991。應用斯氏線蟲防治梨象鼻蟲的研究。生物防治通報。7：166-168。
49. 劉達修、王玉沙。1992。非洲菊斑潛蠅(*Liriomyza trifolii* (Burgess))之藥劑篩選及黃色黏板在防治上之應用。台中區農業改良場研究彙報。36：7-16。
50. 劉達修、吳文哲、劉添丁。1993。數種非化學農藥防治法在永續農業害蟲防治上之應用。永續農業研討會專集。p.187~200。
51. 鄭允、蔡永勝、高穗生、高清文、侯豐男。1992。數種殺蟲劑對黑殭菌感染甜菜夜蛾之影響。植保會刊 34：216-226。
52. 鄭文義。1977。害蟲寄生性天敵在害蟲防治上之利用。蟲害防治研討會專刊 p. 25~32。
53. 鄭夙芬。2002。白殭菌(*Beauveria bassiana*)感染甘藷蟻象(*Cylas formicarius*)之研究。國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文。67pp。

54. 鄭清煥。1965。作物抗蟲現象及其在害蟲防除上之利用價值。植保會刊 p.49~74。
55. 鄭旗志、唐立正、侯豐男。1998。蟲生線蟲(*Steinernema carpocapsae*)(線蟲綱：Steinernematidae)防治亞洲玉米螟(*Ostrinia furacalis*)(鱗翅目：螟蛾科)之效力。中華昆蟲。18：51-60。
56. 鄭旗志、唐立正、侯豐男。1999。蟲生線蟲(*Steinernema carpocapsae*) (Nematoda：Steinernematidae)膏劑的特性及在亞洲玉米螟(*Ostrinia furacalis*)(Lepidoptera：Pyralidae) 防治上之應用。中華昆蟲。19：256-277。
57. 蕭文鳳、林悅強。1995。白殭菌對蔬菜田常用殺菌劑感受性之探討。中華昆蟲。15：295-304。
58. 蕭文鳳、侯豐男。1994。蟲生線蟲殺蟲劑在害蟲管理上之應用。生物農藥研究與發展研討會專刊 11-1-35。
59. 魏洪義、王國漢。1993。斯氏線蟲對黃曲條跳甲田間種群的控制作用。植物保護學報。20：61-64。
60. 顏耀平、黃振聲、洪巧珍、陳浩琪、賴貞秀。1988。甜菜夜蛾(*Spodoptera exigua* Hub-ner)性費洛蒙之合成及其誘蟲之效果。植保會刊 30：303-309。
61. 蘇文瀛、陳秋男、林文庚、林瑞芳、蔡湯瓊。1989。蔥田甜菜夜蛾性費洛蒙之應用。「重要蔬菜害蟲綜合防治研討會」中華昆蟲特刊第四號。pp. 199-213。
62. 蘇智勇。1988。數種農藥對白殭菌之影響。中華昆蟲。8：157-160。
63. 蘇智勇。1991。白殭菌防治甘藷蟻象。中華昆蟲。11：162-168。
64. 羅如娟。2001。本土產蟲生線蟲(*Steinernema abbasi*)之人工培養。國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文。59pp。
65. 羅幹成。1985a。台灣葉? 類及防治方法對其天敵之影響。中央研究院動物研究所專刊第三號「昆蟲生態與防治」p.203-216。
66. 羅幹成。1985b。益? 在害蟲生物防治之實例和潛力。台灣農業。21：66-70。
67. Bellows, T. S. Jr., T. M. Perring, R. J. Gill, and D. H. Geadrick. 1994. Description of a species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). Ann. Entomol. Soc. Amer. 87: 195-206. 68. Chang, Y. F., N. S. Lee, and N. S. Taleker. 1982. Identification of sources of resistance to tomato fruitworm and beet armyworm in tomato. Chinese J. Entomol. 2(2): 103-104.
68. Liao, C. Y., L. C. Tang, C. F. Pai, W. F. Hsiao, B. R. Briscoe, and R. F. Hou. 2001. A new isolate of the entomopathogenic nematode, *Steinernema abbasi* (Nematoda: Steinernematidae), from Taiwan. J. Invertebr. Pathol. 77: 78-80
69. Tang, L. C., and R. F. Hou 2001. Effects of environmental factors on virulence of the entomopathogenic fungus, *Nomuraea rileyi*, isolated from Taiwan. J. Appl. Entomol. 125: 243-248.
70. Tang, L. C. and R. F. Hou. 1998. Potential application of the entomopathogenic fungus, *Nomuraea rileyi*, for control of the corn earworm, *Helicoverpa argimera*. Entomologia Exp. Appl. 88: 25-30.
71. Tang, L. C., D. J. Cheng, and R. F. Hou. 1999. Virulence of the entomopathogenic fungus, *Nomuraea rileyi*, to various larval stages of the corn earworm, *Helicoverpa*

armigera (Lepidoptera: Noctuidae) App. Entomol. Zool. 34: 399-403.

72. Tuan, S. J., L. C. Tang, and R. F. Hou. 1989a. Control of *Heliothis armigera* in maize with a nuclear polyhydrosis virus. Appl. Entomol. Zool. 24: 186-192.

73. Tuan, S. J., L. C. Tang, and R. F. Hou. 1989b. Factors affecting pathogenicity of NPV preparations to the corn earworm, *Heliothis armigera*. Entomophaga 34: 541-549.

7.3 設施栽培之生育障礙之改進

生育障礙係指非由病蟲害所引起阻礙生長之作物生理病症，主要是因為環境的不適所引起之生理異常。一般栽培作物之溫網室設施中，常以玻璃或塑膠布覆蓋頂部，雖然可以防止雨水對作物直接之沖擊或浸泡根部形成之損傷，但也造成設施中的環境與自然環境有相當程度的不相同，當設施內的環境不適合所栽培作物適當生長的條件時，就會產生生理障礙。了解設施內的環境特性，配合所栽培作物生理之特性，給予最適宜生長的環境，才能得到理想的產量與品質。設施內常見之生育障礙大致有下列幾種情形（李，1987；沈，1988；郭，1989；楊等，1994）。

● 高溫障礙

密閉型的設施內會發生熱能蓄積，生成之高溫環境常導致作物的高溫生理障礙；造成種子發芽不良、植株生長勢弱或生長停滯的現象。也可能引起花芽分化不完全，進而影響開花及授粉，造成著果不良，致使產量降低及品質不良。此外，尚有在高溫環境下氮素吸收過多、鈣吸收受阻而生成之缺鈣症狀如蕃茄之尻腐病，以及萵苣、茼蒿、芹菜與結球白菜等之缺鈣症狀腐心症等。亦有報告指出高溫環境中蕃茄氮吸收過量，也會使鉀素吸收受阻，造成果實中花青素轉成花紅素之機能受影響，致使果色不佳及糖度偏低，使果實品質不佳。

高溫障礙的改善方法為加強設施內之通風及降溫設備，避免高溫蓄積。由於空氣溫度較不容易調控，但可以改善作物根系生長的土壤溫度，適當的施用有機資材，可改善土壤理化及生物性質，促進團粒作用，對土壤溫度升降有緩衝效果。及以植物生長激素控制作物授精，促進著果。另外可施行以葉面施肥，或調整養液或肥料中營養元素之比例，減少營養失衡產生的負面影響。此外，亦應慎選栽種作物的種類，在夏季高溫環境選擇較耐高溫之作物如萵菜、蕹菜等，較不易有高溫障礙之產生（廖，1993；郭，1989）。

● 高濕度之障礙

設施內常因通風較不良，因而由植物蒸散作用及土壤表面蒸散之水氣容易累積，形成濕度較高，再加上部份採行噴灑方式供應水分，致使濕度更高，濕度常顯著高於設施外，甚至在設施內頂部凝成水珠而影響透光性。設施內之高濕度環境除了容易引起病害孳生外，也會引起生理性障礙，如植株生長瘦弱、徒長、落花及落果等。

要減低設施內的高濕度環境，必須加強通風及排氣等設備。在低溫季節，若因濃霧而生成之高濕度，則可以導入乾燥熱風加以克服（吳，1989）。

● 氣體障礙

施用銨態氮肥或有機質肥料分解生成之銨態氮素，遇鹼性環境易生成氨氣直接揮散，在設施內通氣環境不佳時，很容易直接對植株造成傷害，嚴重時造成植株白化、

黃化，甚至死亡（廖，1993；傅，1994；王及林，2002b；王等，2002c）。

要消除氣體的障礙，首先要加強設施之通風及排氣功能，避免銨態氮肥施用在不鹼性土壤，及施肥時儘量有土壤覆蓋，不要僅施在土面上。

- 光照問題

設施內由於受到資材之遮光、反射及吸收等的影響，光照強度通常僅為室外之50~80%，當遇有連日陰雨天氣，或者為降溫而施行之遮蔭行為，如遮蔭過當時，常造成日照不足，致使作物易徒長、生長瘦弱。

設施內光照以利用自然光線為主，適當的設計設施之材料及構造，使具有較高之透光率。並應選擇適宜設施內光強度的作物品種來栽培，才能生長良好。此外，在合乎經濟效益的前提下，亦可以人工照明設備補強光照度。

- 土壤環境問題

設施內的高溫環境會導致作物生育期縮短，造成一年之中複作次數甚高，經常的耕犁及高溫均促使土壤中的有機質分解迅速。又因多量施用肥料，也容易使土壤中累積多量的營養鹽，又因在高溫環境蒸發快速，溶於水中之鹽分隨著毛細現象，蓄積在表層土壤，使問題更形嚴重（王等，2002c；譚，1995；楊，1993）。另外，亦因長期連作同一類型作物導致土壤中養分失衡或累積有毒物質，均會顯著影響作物生長（譚及王，2001；王等，2002g）。常使作物吸收養分及水分受阻，生長停滯，因而死亡。部份鹽分過度累積的設施甚至使作物發芽失敗，無法生產。

設施內要注意有機質的補充，尤其是含纖維素高之有機質，不但可提昇土壤之緩衝能力，吸附游離的營養鹽，亦可促進有毒物質分解，增加保水及保肥能力，改善土壤物理、化學及生物性質。並應採行適宜的輪作制度，輪流栽培不同種類的作物，較易維持土壤中養分及生物性之平衡（楊，1993；王及林，2001）。

1) 設施栽培的鹽分累積問題及解決對策

園藝作物常用施肥過多導致土壤中鹽分累積，致使作物生長受阻或對環境造成負面影響，因而倍受關注，其中蔬菜作物因為生育期短，尤其是葉菜類蔬菜生育期更短，夏季每作約為15~30天，冬季也只有30~45天左右，因此在高溫環境的設施葉菜蔬菜園，一年之中栽培的期作數遠較其他種類作物多。更由於每作蔬菜農友習慣施用多量肥料，因此在此種施肥、灌溉及耕作頻率均高的栽培方式下，使得蔬菜園土壤顯著不同於其他的農田土壤。此外，為了方便栽培管理及促進蔬菜生育，蔬菜園普遍較水稻、雜糧、果樹等作物投入更多的有機質肥料。因此本省許多蔬菜園土壤的分析資料都顯示蔬菜園土壤除了有豐富的養分含量外，還有較高的有機質含量及較好的物理性狀及保水保肥能力等特性。

著者於1999年曾指導桃園市147處種植蔬菜（其中大部份為設施蔬菜園）農友之施肥技術，蔬菜園土壤表土的分析資料顯示（王等，2000），該147處蔬菜園絕大部份原屬強酸性之紅壤，但土壤之pH已顯著提昇，甚至有30%左右蔬菜園之pH已超過7.0。而原本屬肥力較低的紅壤，經過數年的蔬菜栽培，土壤的性質已有了極顯著的改變；由於經常施用有機質肥料，使得原先土壤有機質含量均低於2.0%的農田之有機質含量大幅提昇，高於3.0%之蔬菜園已達84%。而土壤電導度值EC，土水比為1:5大於1 ms/cm之蔬菜園達31%，一般而言，EC（土水比為1:5）的測值乘以6倍約為土

壤飽和抽出液之 EC 值，因此 EC 值(1:5)為 1 ms/cm 相當於飽和液 EC 值為 6 ms/cm 左右，由於蔬菜作物較其他種類作物不耐鹽害，且 EC 值(1:5)大於 1 ms/cm，已達極顯著地影響蔬菜作物生長之範圍，故大部份的農友都表示，蔬菜常有生長異常之情形。而有效磷、鉀、鈣、鎂之含量也都大幅度的高於一般水田或雜糧旱田，很多甚至高達數十倍以上。顯示蔬菜園土壤中累積了相當高量之營養鹽類。

設施內鹽分累積之主要原因為土壤淋洗量的減少。由於設施栽培之主要目的之一；是為了減少雨水對作物地上部植株的直接沖擊，以及對根部的浸泡所造成之損傷，但也因此阻絕了雨水對土壤中鹽分的淋洗，致使鹽分不斷的累積，而這些鹽分正是栽培作物時所施到土壤裡的肥料（王及林，2001；王等，2002c；譚，1995；陳，1995；郭，1985）。

(1)鹽分累積之原因

①缺乏雨水淋洗及高溫環境

一般而言，設施栽培時農民均是施用相同於露地栽培之肥料量，然而；因缺少雨水的淋洗，縱使有灌溉措施，但灌溉量並不足以把可溶性鹽淋洗到較深的土層。此外，設施中的溫度常高於設施外之溫度，因此蒸發量大，當蒸發量大於灌溉水之入滲量時，可溶性鹽類不但不會往下淋洗，反而會隨著水分的蒸發由底土經由土壤的毛細管作用往上移動至表土，待水分蒸發後，可溶性鹽類則殘留在表土中，造成可溶性鹽分的累積（郭，1985；王及林，2001；陳，1995）。

②單位面積投入之肥料量高

在高溫高濕的環境下，作物生長快速，生長期縮短，一年之中同一塊田種植的期作數明顯增加，肥料之投入量自然提高，鹽分累積問題更加嚴重（照片 7-69）。

③不當的施肥措施

除了上述原因外，有些農民會把設施內作物因鹽分累積而造成生長不良之現象歸咎於肥料不足，而投入更多的肥料，因此使得鹽分累積的問題益形嚴重（照片 7-70）。此外，鹽分的累積有時也可能使作物出現某種元素之缺乏症狀，但並不是因為土壤內缺乏此種元素，而是因為營養元素之間的不平衡所造成的，例如常見鉍離子太多時會影響鉀離子或鈣離子的吸收，此現象稱為拮抗作用，即使土壤中有大量的鉀離子與鈣離子，仍可能出現缺鉀或缺鈣的現象，若在此時再施入鉀肥或鈣肥只會使土壤鹽分累積的程度更趨惡化（王及林，2002b；王等，2002c）。

④有機質肥料品質不佳

目前市售之有機質肥料之品質並不穩定，農友多量或長期施用時，亦可能因施用不當而導致土壤表面累積多量鹽分，產生作物發芽失敗以及吸收水分困難、生長受阻之情形（王，1999；王及林，1999），值得加以注意(照片 7-71 及照片 7-72)。

(2)鹽分累積對作物生育之影響

①對作物直接的影響

當土壤中累積高量的鉍離子時會對細胞膜造成直接的傷害，降低其通透性，葉子白化、捲曲，嚴重者死亡。

②影響作物對水分的吸收

高鹽分濃度會使土壤水勢(water potential)降低，因為水分受到土壤溶液中陽離子或陰離子的牽引，致使作物根部吸收水的能力因此而降低，嚴重時甚至脫水死亡。

③土壤養分不平衡

過量累積的鹽分中，因其所含元素間的比例不平衡，產生拮抗作用，造成某元素缺乏之症狀，常見之例子有鉍吸收量太多時，造成之缺鉀或鈣症狀，以及鉀吸收量太多時，造成之缺鎂現象等。

④對土壤微生物活性的影響

土壤微生物活性直接影響有機物質的分解、礦質化、消化作用及生物固氮等作用，因此對土壤中養分的循環及供給具關鍵角色。鹽分累積過量直接影響微生物活性，造成土壤中藉由生物分解釋放之養分如氮、磷等供應不足（譚鎮中，1995；鄭安秀等，1993）。

⑤對農產品品質之影響

農田土壤中存在高量的硝酸態氮，會使作物過量吸收及累積高量硝酸態氮，尤其是蔬菜作物中之葉菜類，雖對作物不會造成立即之傷害，卻可能因人畜食用，造成致癌等負面效果（王及林，2001；李等，2000；王等，1994；Hotchkiss and Gaxxens，1987）。

(3)鹽分過量累積的改良方法

鹽分過度累積會影響植物對水分的吸收，降低土壤微生物活性、減少有效養分的供給，土壤物理性變差，生物相的不平衡、容易產生病害等。

解決鹽分過度累積一般採用：(a)浸水：以大量的灌溉水移走土壤中的鹽類離子。(b)客土或深耕：可稀釋降低表層土壤鹽類離子之濃度。(d)換土：移走含高鹽類離子之表土層，加入由它處移來之含較低量鹽類的土壤。(e)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，增加土壤中有機質含量，且可釋放養分供後作作物使用（譚，1995；郭，1989；郭及吳，1998；王及林，2001）。

2)設施栽培連作障礙的成因及解決對策

農業耕作型態上，連作是指同一種或同一類作物連續在同一塊田栽種的方式，連作易發生作物生長不良或缺株的問題，甚至施用肥料也不能完全改善，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，其嚴重性各有不同。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、青椒、蘆筍等。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，連作數年後才有明顯的問題發生。台灣地處亞熱帶及熱帶地區，作物生長快速，在同一塊田中一年可生產二次以上或更多次數的作物，連作問題時常可見（王及林，2001）。

(1)連作障礙形成的原因

設施農業在網室或溫室中生產高經濟作物時，為了增加一年中單位面積之生產量，運用設施內高溫促進作物生長速度之特性，連作密集生產，更是容易產生問題土壤，嚴重者甚至造成不能栽植某種特定作物的困難。

此外，每一種作物有其特別的營養需求及代謝特性，在同一塊農田上幾乎全是採行單一類作物之經營模式，此種栽培模式因為每作均有大量的農產品被從農場中移走，也就是每作有大量相似比例的養分被從土壤中移走，由於被移走營養元素之比例與投入之肥料元素比例並不相同，因而常導致土壤中養分離子產生不平衡之現象(表

7-7) (Lian shien et al., 1997a 及 b; 王等, 2002e 及 f)。在代謝上, 各種作物的分泌物及殘質中的分解物都有其特質, 由於此種代謝的特性, 連作可能引起上一期作物影響下一期作物的生長, 其原因可能為作物的根分泌有毒的物質, 或殘質分解時釋出的毒性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, 即將引起對下一期作物的毒害作用 (譚及王, 2001)。

表 7-7 肥料用量與作物要素吸收量之比較

地 點	肥料用量(kg/ha)			要素吸收量(kg/ha)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	277 ¹⁾	211	299	94	35.5	213
2	330	288	299	101	33.8	203
3	389	498	365	91	32.7	148
4	304	271	353	131	33.5	145
5	364	337	363	134	28.6	143
平均	333	327	345	110	32.8	170

註 ¹⁾ 數據係三作蔬菜平均, 資料調查自雲林縣西螺蔬菜產區

長期旱作的連作易使土壤有機質含量加速減少, 值得重視, 因為穩定的有機腐植質是土壤優良特性的基礎。另外, 要特別注意的是在沒有雨水滲濾的設施栽培土壤中常因硝酸、磷酸及硫酸等離子的累積而降低其 pH 值, 但因土壤中之鈣、鎂等鹽基卻很少有淋失機會, 故其土壤 pH 值雖降低, 卻仍有豐富的鈣含量。此種情形稱為因土壤中鹽分累積所導致之假性土壤酸性。並非真正酸性, 故不需施用石灰矯正, 應加留意(圖 7-3) (王等, 2000; 王及林, 2001)。

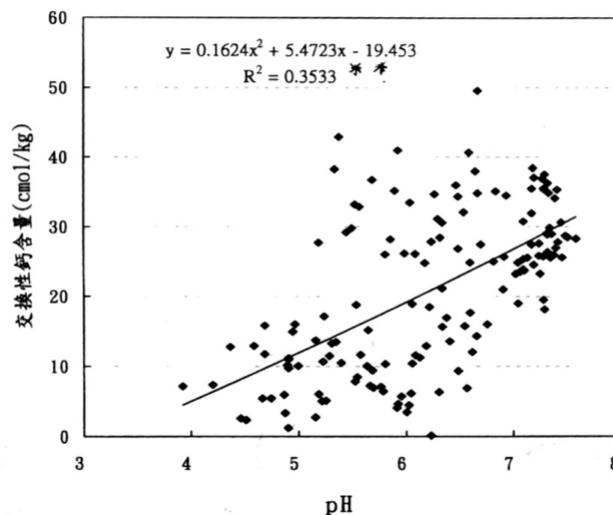


圖 7-3 147 處蔬菜園表土 pH 與交換性鈣含量之相關 (桃園市, 1999)

(2)連作障礙的克服方法

連作障礙若是因鹽分累積而造成，則可採取前面所述之客土、換土、深耕、灌水及種植耐鹽之清潔作物或綠肥作物等方法除去鹽害（王及林，2001；郭，1989），再視連作障礙的徵狀採取下列之措施

- 補充營養元素 補充不足或不均衡之營養元素，連作可能引起營養元素之缺乏或不均衡，需要補充添加，以施用於土壤或葉面施肥供應之。
- 土壤改良劑之施用，如有機質肥料及腐植酸等之施用，有助於改善土壤物理，化學及生物相。
- 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。此一方法雖然較為經濟性，但易使土壤生物性形成真空破壞生態相平衡，因此；可加入品質優良之有機質肥料或有益微生物製劑，促進恢復良好之微生物相。
- 施有益微生物 施入有益微生物，促使土壤微生物多樣化，消除或降低有毒物質濃度。
- 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，但發生嚴重連作障害時，輪作或休耕為最有效之方法，因輪作、休耕可減少病原寄生，自然可使病原性降低，並改善土壤物理、化學及生物性質（陳，1992；楊，1985）。

3)設施蔬菜栽培的當務之急 - 「科學化的減肥」

肥料的過度使用所造成的負面影響，長久以來一直倍受關注，相關調查資料也顯示本省農友栽培園藝作物常有施肥量過多之情形，造成肥料利用率降低，對環境也有不良的影響。尤其是葉菜類蔬菜，因為生育期甚短，一年之中栽培的期作數可達 6~11 作之多，尤其是在設施內的高溫環境下，一年中之期作數更多，因過量施肥所形成負面的影響則更大。又因有多量的有機肥料和化學肥料施用在這些蔬菜田，因此在所有耕作系統中以密集耕作的設施蔬菜園受鹽分累積與硝酸根污染地下水可能形成之危害最高(照片 7-73) (王等，2002b、c 及 e)。

相關的調查及試驗結果也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，圖七中顯示在高肥力蔬菜園因為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 7-4 之 a)遠較低肥力蔬菜園(圖 7-4 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。

為改善此種情形，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，作為調節該作蔬菜施肥量之依據，此項施肥推薦工作甚為重要。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，也可有效的應用於設施栽培時土壤之磷與鉀肥力的診斷（王等，2001），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（王等，2002d）。

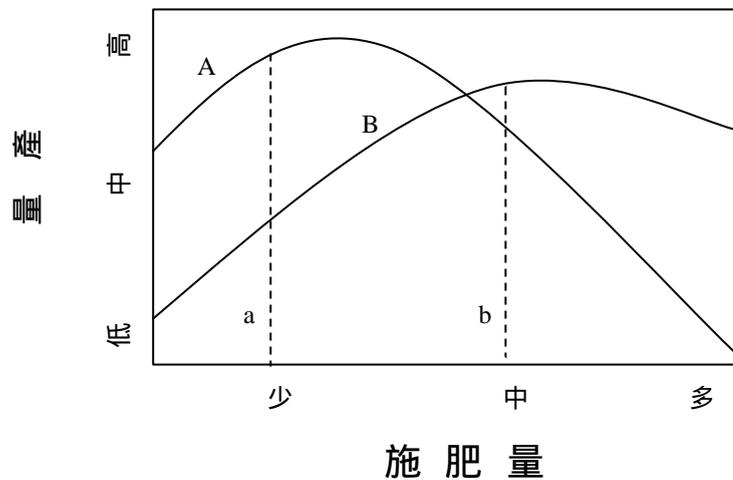


圖 7-4 不同土壤肥力蔬菜園施用肥料之蔬菜產量反應曲線之比較 (A: 代表肥力高的蔬菜園; B: 代表肥力低的蔬菜園, a、b 分別代表 A 及 B 之合理肥料用量)

(1) 土壤氮肥力的診斷技術

土壤有效態氮素礦化量之預測研究者甚多，概言之，有各種模擬法和礦化潛能的測定法。後者較適宜於土壤中短期間礦化量之預測。但礦化潛能的測定常需孵育土壤數週，勞力及時間均不經濟。已有若干學者嘗試以各種較節省時間之化學方法來估測土壤中有效態氮的供應量。

① 孵育淋洗法

將定量土壤樣品於某一溫度及水分下，孵育一定間，測定其礦化氮量。依據前人研究結果顯示，較長孵育期間累積之礦化氮量與較長生育期作物如玉米、高粱之生長及氮素吸收有良好相關；反之，較短孵育期間累積之礦化氮素量則與短生育期之作物如蔬菜作物有良好相關。

② 化學萃取法

以不同濃度之強酸或鹽類、鹼或熱水萃取全部或部份土壤無機態氮及有機態氮，作為估測作物較易吸收之土壤有效態氮含量，前人研究中曾提及有較佳相關的方法有

- 10% 氯化鉀溶液萃取法。
- 熱水萃取法。
- 熱 2M 氯化鉀溶液萃取法。
- 磷酸鹽硼酸緩衝液萃取法。

著者近年來進行診斷土壤中有效態氮含量技術之研究，該項研究除了於實驗室內探討不同化學萃取法萃取之氮素量與孵育淋洗法氮素量之相關外，更採集台灣地區蔬菜產區共計 23 處蔬菜園之土壤，於溫室內種植葉菜類蔬菜，來驗證化學萃取法測定土壤之有效態氮素量與蔬菜產量間之相關性，並進一步在雲林及彰化地區蔬菜園進行田間驗證工作。研究結果顯示以 10% 氯化鉀溶液萃取法、熱 2M 氯化鉀溶液萃取法及熱水萃取法等三種方法所得之氮素量與孵育法 (30°C, 14 天) 累積之氮素量均有極顯著之正相關。採自台灣地區 23 處不同地區之蔬菜園土壤進行盆栽試驗種植空心菜、白菜、高

莖及菠菜等葉菜之無氮處理產量百分率(無氮處理蔬菜產量 ÷ 施氮處理中最高之產量 × 100)與以10% 氯化鉀溶液萃取法、熱2M氯化鉀溶液萃取法及熱水萃取法所得之氮素量均有顯著正相關。三種萃取法之土壤有效態氮素含量分別達 100 ppm、150 ppm及20 ppm時無氮處理產量百分率已達100% (無氮處理產量百分率為100%時,表示施氮肥沒有增產的效果;也就是土壤中已有足夠的氮素可供蔬菜生長所需),以白菜為例如圖 7-5。在永靖地區入滲速率低、鹽分易累積之蔬菜園設置田間試區,結果也顯示22作蔬菜之無氮處理產量百分率與化學萃取法所得氮素量也都有顯著之相關(圖 7-6) (王等, 2002a、d、f)。

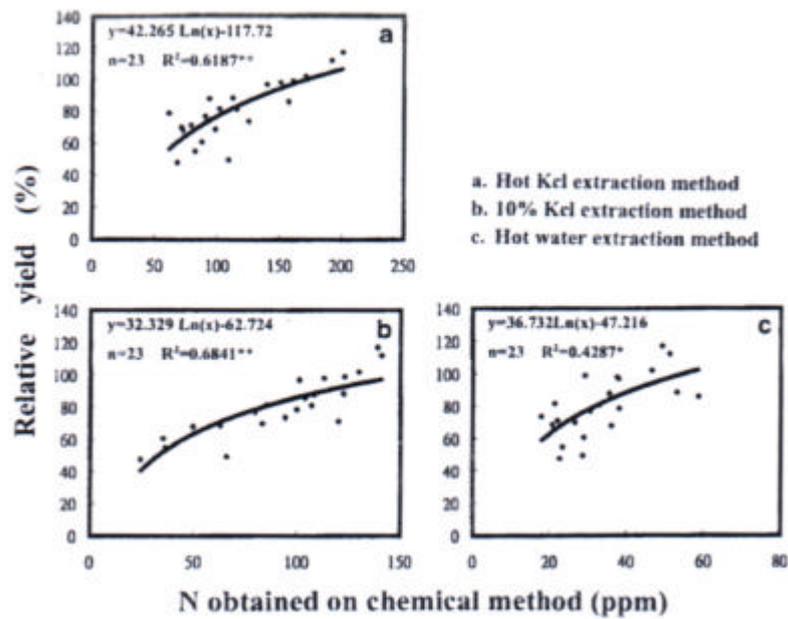


圖 7-5 化學萃取法所得之氮素量與白菜無氮處理產量百分率之相關 (盆栽試驗, 1998)

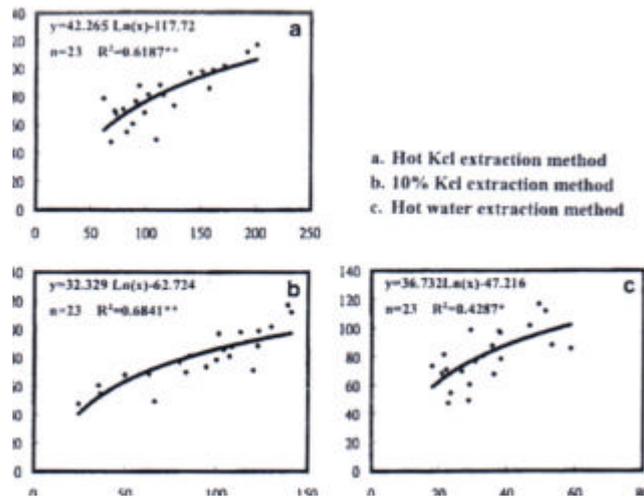


圖7-6 化學萃取法所得之氮素量與無氮處理產量百分率之相關
(彰化永靖，1998-1999)

(2)現場氮肥力診斷推薦氮肥施用技術

前節中之結果已篩選出適宜應用於診斷葉菜蔬菜園氮肥力診斷之化學萃取法，雖較孵育淋洗法可大幅節省氮肥力診斷所需的時間，但是化學萃取法在田間採取土壤樣本後仍需經過土壤風乾處理及一連串的化驗分析步驟，無法在蔬菜園做現場診斷、立即推薦氮肥施用量的工作。因此，為滿足葉菜類蔬菜栽培高複作指數，兩作蔬菜空檔時間甚短之需要。農業試驗所更進一步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，土壤與水之比例為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(照片7-74)。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為1比5法之測值約為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為1比5法之測值約為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7-7及圖7-8)。故此法可有效應用於設施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則依氮肥推薦施用量施用(表7-8)。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(小於3.0%)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（王等，2002a、d、f；Wang，2002）。

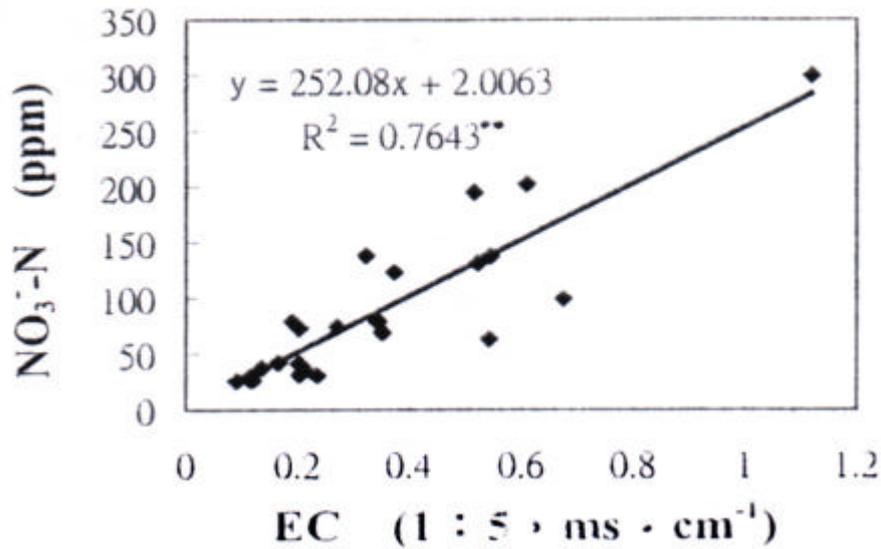


圖 7-7 盆栽試驗土壤 EC 值及硝酸態氮含量之相關

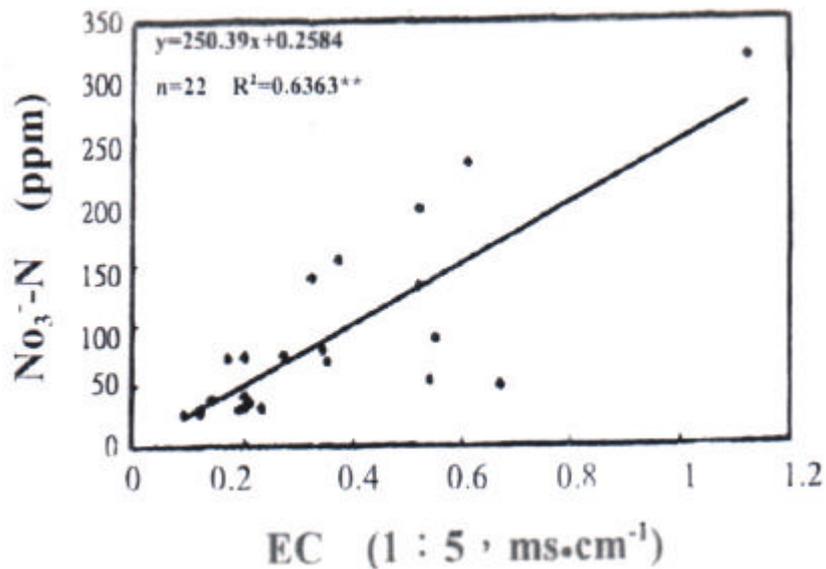


圖 7-8 土壤 EC 值與硝酸態氮含量之相關(彰化永靖，1998-1999)

表 7-8 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 ^y	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為 1：5 之樣本測定。

y：A 為密封型設施及排水不良易鹽分累積之蔬菜園 B 則為新墾之葉菜蔬菜園
其土壤有機質含量低於 3.0% 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。

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之不二法門，尤其設施栽培容易造成養分累積，此項工作愈加重要。三種氮肥力診斷之化學萃取法中以 10% 氯化鉀溶液萃取法較為便利快速，且與葉菜無氮處理產量百分率呈現極顯著的相關，又同法萃取液中之硝酸態氮含量與電導度值也有極顯著之正相關，故電導度值可作為快速診斷葉菜類蔬菜園一作葉菜生育期間土壤有效態氮供應量之指標，提供為調整氮肥用量之依據。應用此項技術將使設施栽培葉菜類蔬菜的肥培管理更加科學化及合理化，更因而維護農地、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。

(王鐘和)

引用 參考文獻

1. 王銀波、吳正宗、申雍。1994。小白菜配方其他葉菜的適應性與一些影響硝酸態氮含量的環境因子。設施園藝之研究與技術開發八十一及八十二年度研究成果報告。PP.99-107。
2. 王鐘和、林毓雯、丘麗蓉。2002a。葉菜類蔬菜園氮肥力診斷推薦施肥技術。技術服務 52 期。P8-12。
3. 王鐘和、林毓雯。2002b。蔬菜園連作障礙的因應策略。果菜類蔬菜栽培頒講義。行政院農業委員會農業試驗所編印。P1-7。
4. 王鐘和、黃維廷、江志峰。2002c。設施蔬菜栽培容易發生鹽分類積問題。豐年 52 卷(15)。P48-50。

5. 王鐘和、林毓雯、丘麗蓉。2002d。設施蔬菜科學化的減肥管理。豐年 52 卷(17)。P28-29。
6. 王鐘和、黃維廷、江志峰。2002e。設施蔬菜園鹽害與建作問題之因應策略。合理化施肥推廣手冊(6)-設施栽培之土壤肥料管理技術。農委會、豐年社編印。P1-7。
7. 王鐘和、林毓雯、丘麗蓉。2002f。土壤氮肥力診斷推薦施肥技術。合理化施肥推廣手冊(6)-設施栽培之土壤肥料管理技術。農委會、豐年社編印。P8-140。
8. 王鐘和、譚增偉、黃維廷、江志峰。2002g。第十六章-有機農場的輪間作制度。作物有機栽培。農委會農業試驗所特刊 102 號。P171-184。
9. 王鐘和、林毓雯。2001。設施栽培之肥培管理問題及因應對策。農業世界。210：23-26。
10. 王鐘和、林毓雯、黃維廷、張愛華。2001。永續農業專書第一輯(作物篇)-第三章-作物營養與土壤診斷技術。中華永續農業協會編印。P102-116。
11. 王鐘和、林毓雯、丘麗蓉。2000。從作物營養需求特性談有機質肥料施用要領。有機質肥料應用技術研討會專刊。中華永續農業協會編印。P44-64。
12. 王鐘和。1999。堆肥製造技術專書第十五章-堆肥施用策略。191-210 頁。行政院農委會農業試驗所編印。
13. 王鐘和、林毓雯。1999。堆肥施用若干問題探討。第二屆畜牧廢棄資源再生利用推廣研究成果研討會論文集。台灣省畜牧獸醫學會編印。P199-212。
14. 吳中興。1989。溫室降溫設施與控制。第二屆設施園藝研討會專集。農業試驗所鳳山分所編印。PP.32-46。
15. 沈再發。1988。設施園藝生產技術。八萬農業建設大軍訓練教材。農委會及農林廳編印。
16. 李岫。1987。溫室之栽培管理技術。設施園藝研討會專輯。台灣省農業試驗所及中國園藝學會編印。PP.143-152。
17. 李豔琪、王鐘和、張愛華、丘麗蓉。2000。蔬菜硝酸態氮含量變異及分析方法之比較。土壤肥料試驗彙報。行政院農委會農業試驗所編印。P14-18。
18. 郭孚耀。1985。設施園藝-簡易塑膠布網室精緻蔬菜栽培。台中區專推專訊 48 期。
19. 郭孚耀。1989。簡易塑膠網布蔬菜設施栽培。八萬農業建設大軍訓練教。農委會及農林廳編印。
20. 郭孚耀、吳世偉。1998。蔬菜設施栽培連作問題及病蟲害管理。第二屆設施園藝研討會專集。農業試驗所鳳山分所編印。PP.172-191。
21. 楊秋忠。1993。第五章設施環境與植物保護-第一節土壤連作問題與對策。蔬菜設施栽培技術。農委會及台中區農業改良場編印。PP.71-74。
22. 楊紹榮、鄭錦榮、余合。1994。不同栽培模式對葉菜類植株生育、產量及品質之影響。設施園藝之研究與技術開發八十一及八十二年度研究成果報告。PP.17-30。
23. 陳鴻堂。1995。設施土壤肥料問題解決對策。設施與集水區土壤肥料講習專刊。中華土壤肥料協會編印。PP.18-38。
24. 陳鴻堂。1992。台灣中部設施栽培土壤鹽分累積之特性及改良。中興大學土壤研究所碩士論文。
25. 傅成美。1994。實用蕃茄栽培。農業推廣教育教材。農委會及農林廳編印。

26. 廖芳心。1993。塑膠布網室栽培蔬菜要訣。農業推廣教育教材。農委會及農林廳編印。
27. 鄭安秀、杜德一、劉興隆、郭孚耀。1993。病害防治。郭孚耀主編亞熱帶地區蔬菜設施栽培技術。PP.84-99。
28. 譚增偉、王鐘和。2001 永續農業專書第一輯(作物篇) - 第十二章 - 輪作制度與作物生產。中華永續農業協會編印中。2000。
29. 譚鎮中。1995。設施土壤肥料問題所在。設施與集水區土壤肥料講習專刊。中華土壤肥料協會編印。PP.1-17。
30. Hotchkiss, J.H and R.J. Caxxens. 1987. Nitrate, nitrite, nitrosocompounds in food. Food Technology. 41 : 127-136.
31. Lian S., Chong-Ho Wang and Yahn-Chir Lee. 1997a. Analysis of Fertilizer Response and Efficiency in Vegetable Production in The Hsilo Area of Taiwan in proceedings of international conference of "Managing soil fertility intensive vegetable. Production system Asia Published by AVRD & FFTC. p172~189.
32. Lian S., Chong-Ho Wang and Yahn-Chir Lee. 1997b. Analysis of Fertilizer Response and Efficiency in Vegetable Production in The Hsilo Area Taiwan. Published by FFTC. Extension Bulletin 443.
33. Wang C.H. 2002. Application of "on site" diagnosis of nitrogen fertility and its rapid recommendation of nitrogen fertilizer on leafy vegetables fields. Agricultural Research Highlight in Asian Countries.