柑橘潰瘍病的現況
Present Situation of Citrus Canker

吳 文 川*
Wu Wen-chuan

摘 要：柑橘潰瘍病，在亞洲、太平洋及印度洋諸島、剛果、葉門、美國、墨西哥、巴西、烏拉圭、巴拉圭、阿根廷等地區、國家所栽植的葡萄柚、萊姆、枳殼、甜橙、檸檬、酸橙、柚子、文旦等柑橘類，爲害葉片、枝條及果實；病害嚴重時，葉片大量脫落，使樹勢衰弱，罹病果實不單外觀難看，使其市場價格降低，其成份也起糖分減少、檸檬酸增加、維生素C減少、蛋白質稍增加、酚類增加等變化。柑橘潰瘍病菌（*Xanthomonas campestrit* pv. *citri*）係一種黃色、革蘭氏陰性、具單極生鞭毛的單細胞細菌，皆爲好氣性，生長最高溫度爲38°C，最低溫度爲10°C，而最適溫度爲25°～30°C；皆具有潛溶性，可放出溫和噬菌體，有的噬菌體潛溶其寄主時，則引起遺傳特性的變換或突變；部份菌株含有質體；皆能被安收多、久保丹、銅合浦、大生M—22、果菜多、安達菌等農藥完全抑制其生長，對快得寧、大生M—45、萬安水粉、鏈黴素、四環黴素、嘉錫銅、亞鈷銅、護粒丹、鎳乃浦、免賴得、多保淨等雖也顯示感受性，但是其中之部份菌株則出現抗性；在病斑內，能產生類似植物防禦素物質，也能產生類似細菌素物質，對細菌本身及其他病原菌顯示有活性。柑橘潰瘍病菌，依其病原性之不同，可區分爲五個病原型；A病原型，分佈於日本及其他地區，對葡萄柚、甜橙、檸檬、墨西哥萊姆爲害最强；B病原型，分佈於阿根廷、巴拉圭、烏拉圭，對檸檬墨西哥萊姆具强病原性；C病原型，分佈於巴西，對墨西哥萊姆具强病性；D病原型，分佈於墨西哥，僅在墨西哥萊姆葉片上形成病斑；而E病原型，分佈於美國佛羅里達州，在葡萄柚、甜橙、枳殼等葉片、果實上形成扁平水浸狀病斑。柑橘潰瘍病菌，主要在柑橘葉片、枝條上的老病斑週圍部位的柑橘組織內殘存，在土壤中、柑橘落葉、落果上的病患部位內、以及柑橘根部、柑橘樹下雜草也會存在；春季氣溫在15°C以上時，此等細菌迅速繁殖，下雨時，冲散再靠雨滴及風飛散到幼葉、嫩枝、幼果上，由氣孔或傷口侵入；潰瘍病發生於14～36°C，最適溫度是20～30°C；春季感染後，在其病斑上繁殖的病原細菌，受風雨的幫助，尤其是颱風後，再感染果實及夏秋枝梢。種植無病幼苗、種植防風林、剪除發病枝葉、育成健康柑橘樹、清除雜草、防治潛葉蛾及交替撒佈4—4式波爾多液和久保丹或銅合浦等措施，可逐漸減少柑橘園內病原細菌的密度，而達到防治本病的發生。

關鍵字：柑橘潰瘍病、病徵、分佈、感病品種、經濟重要性、柑橘潰瘍病菌、殘存、感染、發病、防治。

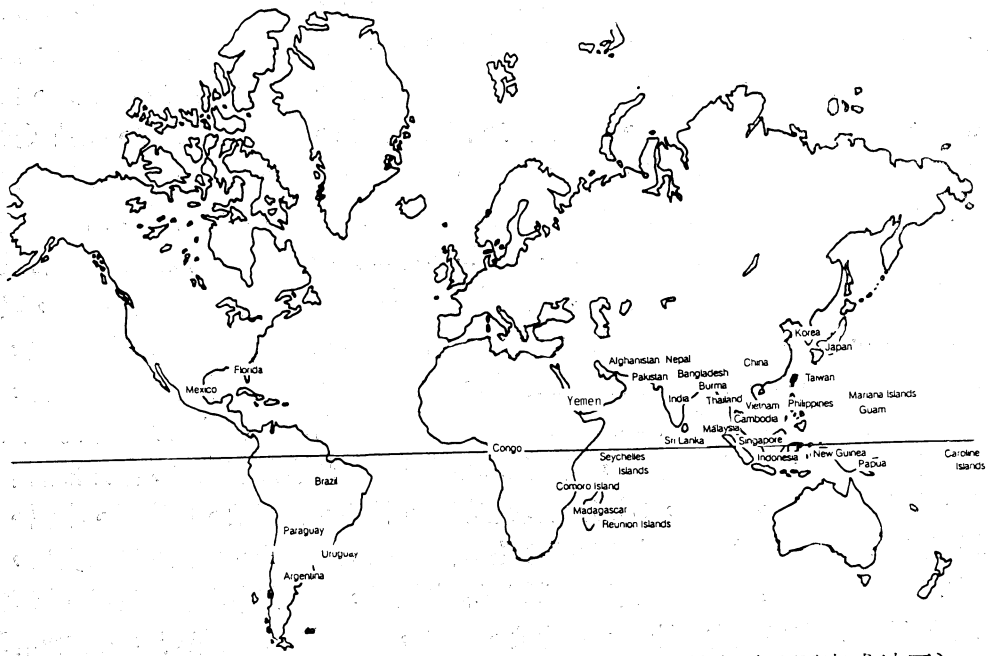
* 國立中興大學植物病理學研究所教授 Professor, Graduate Institute of Plant Pathology, National Chung Hsing University

謝辭：本文所列出有關筆者及其共同研究者的資料，大部份得自臺灣省青果運銷合作社、臺灣省政府農林廳及山地農牧局、行政院經濟部商品檢驗局、行政院國家科學委員會、美商杜邦遠東公司臺北分公司、英明貿易有限公司、興農股份有限公司、法臺化學股份有限公司、友茶貿易有限公司、臺灣庵原農藥股份有限公司等經費補助完成的研究結果，謹此敬致謝忱。

Key words : citrus canker, Symptom, *Xanthomonas campestris* pv. *citri*, distribution, susceptible variety, quality of the infected fruit, survival, infection, canker development, control.

緒　言

柑橘潰瘍病係由一種黃色、革蘭氏陰性的 *Xanthomonas campestris* pv. *citri* 細菌所引起[11,26]，分佈於日本、韓國、中國、菲律賓、巴布亞新幾內亞、關島、馬里亞納羣島、加羅林羣島、印尼、越南、高棉、泰國、馬來西亞、新加坡、緬甸、孟加拉、印度、斯里蘭卡、巴基斯坦、尼伯爾、阿富汗、剛果、塞席爾羣島、葛摩斯島、馬達加斯加、重聚羣島、美國、墨西哥、巴西、烏拉圭、巴拉圭、阿根廷[15]、及葉門[12]等國家或地區（圖一），爲害葉片、枝條及果實。病害嚴重時，葉片大量脫落，使樹勢衰



圖一、柑橘潰瘍病在世界的分佈（柑橘潰瘍病發生於所指示的國家或地區）。

Fig. 1. Distribution of citrus canker in the world (occurring in the countries or regions as indicated).

弱，罹病果實使其市場價格降低，造成經濟上很大的損失[7]。因此，潰瘍病是目前在國際上有柑橘栽培國家中最重要而具破壞性的一種細菌病害。柑橘潰瘍病在臺灣所栽植的葡萄柚、甜橙、檸檬上普遍發生，而且分佈甚廣，爲害嚴重，形成臺灣近年來柑橘栽培管理上一種重要的病害。筆者從事於柑橘潰瘍病及其病原細菌的研究多年，爲協助有關人士對此問題的認識，進而能減低由此病害所引起的損失，整理所搜集的有關資料，將就其病徵、分佈、感病品種、經濟重要性、病原細菌、病害環、以及防治對策等介紹於下：

病　徵

柑橘的葉片、果實、枝條上皆有潰瘍病的發生。在葉片上，首先出現水浸狀暗綠色

細點，隨着病勢的進展，病斑逐漸擴大，中央部呈灰白色凹陷，周圍褐色木栓化，表皮破裂而粗糙堅硬；病斑形狀，初期雖爲圓形，老舊病斑則頗不規則，常有多數病斑結連成不規則形的大疤，同一病斑於葉片上下表面均可見到，在病斑邊緣常有黃色暈環。病斑大小視寄主種類而定，葡萄柚上爲最大，其直徑可達8毫米，甜橙類上次之，檸檬上又次之。葡萄柚、檸檬、甜橙類等枝條上常出現病斑，和葉片上者甚相似，唯其邊緣缺乏黃暈。果實上的病斑也常缺乏鮮明的黃暈，又其病斑表面木栓化更甚，外觀也更粗糙[14,28]（彩19）。

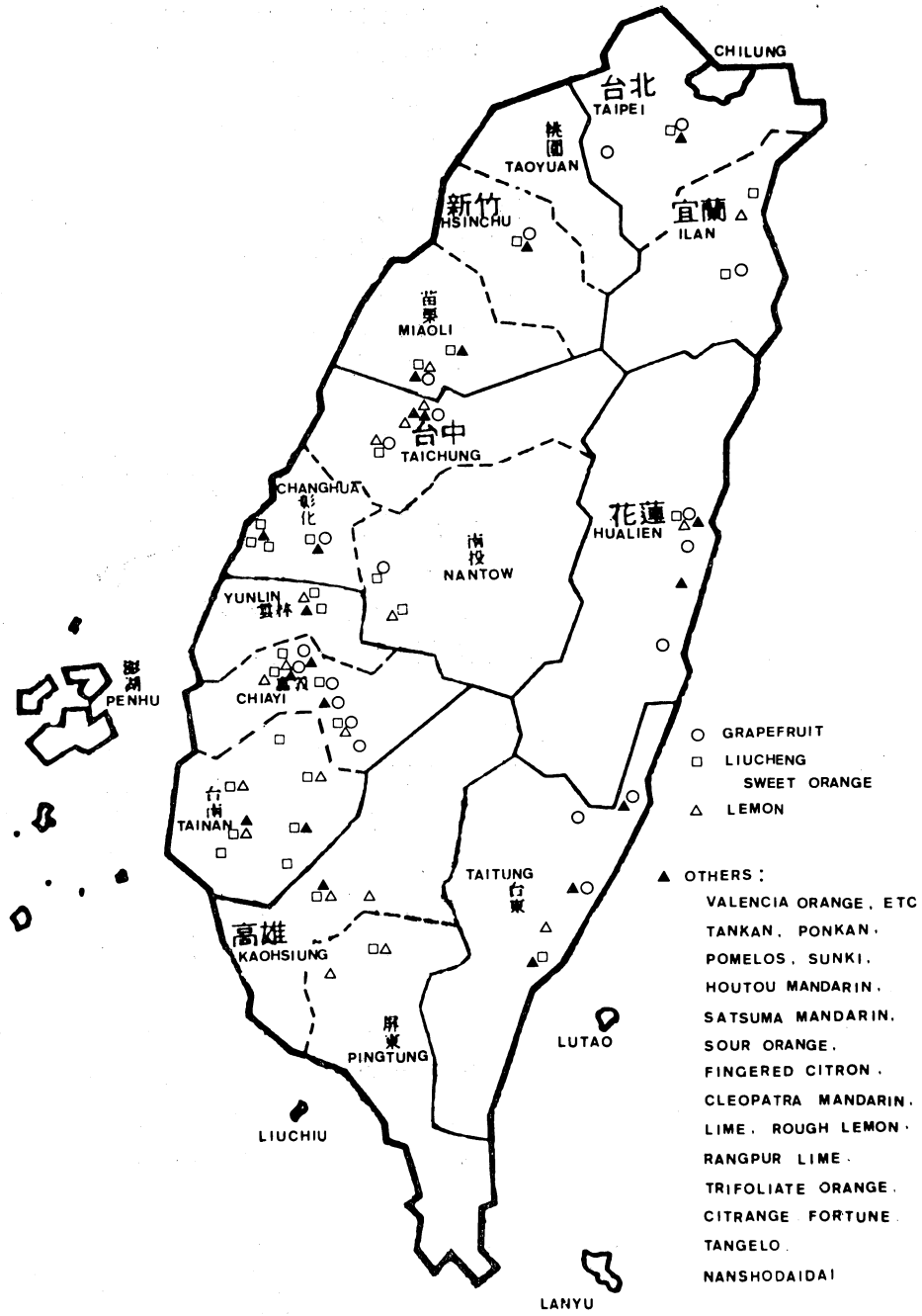
分佈及感病品種

柑橘潰瘍病在臺灣，首先由Okabe於1932年報導[19]，目前其分佈甚廣，在臺北、新竹、苗栗、臺中、南投、彰化、雲林、嘉義、臺南、高雄、屏東、宜蘭、花蓮、臺東等地區所栽植的葡萄柚、甜橙（包括柳橙、晚生橙、臍橙、血橙、雪柑、其他）、南庄橙、檸檬、粗皮檸檬、廣東檸檬、溫州蜜柑、酸橙、酸橘、扁橘、佛手柑、橘柚（美女柑）、萊姆、柚子、文旦、桶柑、椪柑、幸福、虎頭柑、枳柚、枳橙、枳殼等皆有發生（圖二）。葡萄柚主要種植於新竹、嘉義、花蓮、臺東等地區，10多年來，所觀察到的葡萄柚園幾乎都有發生嚴重的潰瘍病；1986、1987年11月在臺東池上臺灣土地銀行農場所見到的葡萄柚樹，其果實罹病率分別高達31及45%。柳橙普遍栽植於臺灣各地，發病也相當嚴重；1986年11月在臺南東山一處柳橙園所觀察到的柳橙樹都有潰瘍病發生，其果實罹病率也高達24%。檸檬主要種植於高雄、屏東地區，雖尚未有詳細調查資料，但也普遍有此病發生。根據1986年11月間於嘉義農業試驗分所17種柑桔類所調查的結果，除約30年生晚白柚未見有潰瘍病外，其餘約10年生柑橘類皆有此病發生；葉片罹病率高達 30～35%者有臍橙、萊姆，20%左右者有枳橙、檸檬、葡萄柚、南庄橙、幸福、酸橙，10%左右者有虎頭柑、粗皮檸檬、廣東檸檬、晚生橙、柳橙、血橙、麻豆文旦，而5%左右者僅椪柑而已；果實罹病率高達100%者有枳橙，70%左右者有晚生橙、柳橙、臍橙，30%左右者有虎頭柑、檸檬、葡萄柚、幸福，20%左右者有萊姆，椪柑僅有1.6%，而無發病者有酸橙、廣東檸檬、南庄橙、血橙、粗皮檸檬、麻豆文旦等[45]。

就所栽植的經濟柑橘類而言，葡萄柚及甜橙爲最感病品種，檸檬次之，桶柑和柚子、文旦類爲較抗性，椪柑則爲强抗性。一般說起來，椪柑在幼苗時期常有潰瘍病的發生，而成長樹則很少見發病；過去10多年來，僅於高雄旗山夾種於潰瘍病發生嚴重的柳橙園內，於苗栗卓蘭因雜植數棵有嚴重潰瘍病發生的檸檬的椪柑園內，以及於臺灣省農業試驗所嘉義分所柑橘園內，見到有潰瘍病的發生[45]。

經濟重要性

柑橘潰瘍病發生嚴重時，葉片大量脫落，使樹勢衰弱，罹病果實不但外觀難看，其所含的糖分、維生素C、果膠酸減少，蛋白質稍爲增加，檸檬酸及酚類增加[13,30]，使其市場價格降低[7]。



圖二、柑橘潰瘍病在臺灣的分佈（自從1975年）[45]。

Fig. 2. Distribution of citrus canker in Taiwan since 1975.

病原細菌

一般特性：柑橘潰瘍病菌是一種短桿狀細菌，常單一存在或呈短鏈狀，具有一條極生鞭毛，大小爲0.5～0.7×1.1～2.0微米，在培養基平板上均能形成圓形、中高、邊緣完

整、表面光滑、具粘性的黃色菌落，皆爲好氣性；其生長最高溫度爲 38° C，最低溫度爲10°C，最適溫度爲25～30°C；皆具有潛溶性，可放出溫和噬菌體[42]；柑橘潰瘍病菌在病斑內能產生類似植物防禦素物質以抑制菜豆立枯病菌及十字花科、瓜類猝倒病菌等胞子的發芽，也能產生類似細菌素物質，對病原細菌本身及十字花科蔬菜黑腐病菌皆顯示有活性[17]。

柑橘潰瘍病菌，依其病原性之不同，可區分爲五個病原型；A病原型，分佈於日本及其他國家，對葡萄柚、甜橙、檸檬、墨西哥萊姆爲害最强；B病原型，分佈於阿根廷、巴拉圭、烏拉圭，對檸檬、墨西哥萊姆具强病原性；C病原型，分佈於巴西，對墨西哥萊姆具强病原性[3,25]；D病原型，分佈於墨西哥，在墨西哥萊姆葉片上形成病斑[4,6]；而E病原型分佈於美國佛羅里達州，在葡萄柚、甜橙、枳殼等葉片、枝條及果實上形成扁平水浸狀病斑[23,24]。

變異：柑橘潰瘍病菌菌株間在菌落形態、菌體大小、莢膜形成、過氧化氫放氧酶、白明膠水解、硝酸鹽還原及碳水化合物利用能力等特性上有差異[1,8,16,31,32]。臺灣所分離的柑橘潰瘍病菌在其生長速度、耐鹽性，營養需求性、對噬菌體的感受性、以及對農藥的感受性和抗性顯示菌株間有變異存在[42]。

質體：從日本、阿根廷、巴西、巴拉圭等國家分離的柑橘潰瘍病菌含有機能不明的質體[5]，而臺灣柑橘潰瘍病菌的菌株也含有質體，但是此等質體和該菌之對農藥的抗性似乎有關[42]。

噬菌體及其所誘導的遺傳變化：從柑橘潰瘍病菌、柑橘類樹下的土壤及葉片果實患病部皆能分離出溫和和毒力噬菌體。PXC7和Cf16 溫和噬菌體潛溶柑橘潰瘍病菌後，分別引起遺傳特性的變換及突變，而且也能使其對夏柑、柳橙的病原力降低[33,34,37,39,40,41]。從日本分離的柑橘潰瘍病菌菌株幾乎都能被CP_1和CP_2毒力噬菌體所感染[18,31]，而從臺灣分離的 CP_{114}、CP_{115}、CP_{116} 等噬菌體也能感染臺灣柑橘潰瘍病菌72個菌株中之71個菌株[35]。此等噬菌體，假若能確實不感染其他細菌，則或許進而可當作一種鑑定的工具或方法。

抗藥性：柑橘潰瘍病菌皆能被安收多、久保丹、銅合浦、大生 M-22、果菜多、安達菌等農藥完全抑制其生長，對快得寧、大生M—45、萬安水粉、鏈黴素、四環黴素、嘉錫銅、亞鈉銅、護粒丹、免賴得、多保淨等雖也顯示感受性，但是其中之部份菌株則出現低或中等頻率的抗性突變菌；此等 72 個株中，分別有 1 、48、54個菌株，對護粒丹、免賴得、多保淨等顯示抗性[42]。

生存：柑橘潰瘍病菌穿刺於含有軟瓊脂的指形管內，套以預先在石臘內煮過的軟木塞，外面再以石臘密封，置於室溫暗處 5 年後，均仍具有生活力，同時，也能保持其菌落特性及病原力；需要時，只要自指形管移出，分別劃線於瓊脂培養基或其他適當培養基上，經數日後，即可得新鮮培養的菌落[43]。此等菌落移置於 4°C 冰箱內，於瓊脂培養基或 GY agar 上者，僅能維持 2～10週的生活力，而在半滋養最小培養基上者，就能保持生活力達 6 個月之久[44]。

與其他微生物的關係：柑橘潰瘍病菌在其環境中，除噬菌體之外，還被細菌寄生菌、拮抗菌、腐生菌、原生動物等影響其生活。從水稻田裡分離的一種細菌寄生菌，稱爲 *Bdellovibrio bacteriovorus*，大小爲 0.25～0.4×0.8～1.2微米，呈弧形到近於桿狀，具有一條或雙條極生鞭毛，侵入其寄主細菌細胞後，停留在細胞壁與細胞膜之間，繼續

伸長變成螺旋狀，同時柑橘潰瘍病菌細胞的原生質變小，最後消失；寄生菌的螺旋狀體經斷裂及鞭毛產生後，寄主細胞破裂，*B. bacteriovorus* 的數個子細胞則被釋放出來，繼續感染柑橘潰瘍病菌或其他數種革蘭氏陰性細菌[29,38]。從柑橘潰瘍病病斑分離出的一種*Pseudomonas*細菌，對柑橘潰瘍病菌具有拮抗作用，能阻止病斑的擴大，及減輕潰瘍病的發生；可惜的是，此種*Pseudomonas*細菌也能在甜菜、菠菜、豇豆、甘藍、蘿蔔、黃瓜等葉片上造成黃暈壞疽性的斑點，可能係植物病原細菌的一種[20,21]。*Erwinia herbicola* 是一種腐生細菌，在柑橘潰瘍病病斑裡常和潰瘍病菌存在一起，前者不能自己利用柑橘葉片、枝條、果實的營養物質，而必須依賴後者侵入寄主後，誘導營養物質的產生與釋放，才能加以利用，但它不影響柑橘潰瘍病菌的病原力[10]。*E. herbicola*及*Bacillus subtilis* 的有些菌株，對柑橘潰瘍病菌也具拮抗性，在潰瘍病病斑裡也常和潰瘍病菌在一起[6]。從土壤中分離出的一種原生動物，能吃食柑橘潰瘍病菌的細胞，在培養基上能形成明顯的溶菌斑，在柑橘潰瘍病菌生態研究上，確是一種新的發現[22]。

病害環

病原細菌的殘存：柑橘潰瘍病菌主要在柑橘葉片、枝條上的老病斑週邊部位以及在不顯出病徵的柑橘組織內殘存而越多，在日本、巴西、阿根廷等國家曾報導*Ventiveria zizanioda*、*Zoysia japonica*、*Trchachne insularis*、*Panicum maximum*、*Cenchrus* sp.、*Solanum* sp. 等雜草也可能存活。柑橘潰瘍病菌在土壤中、柑橘落葉、落果上的病患部位內、以及柑橘根部、雜草、稻草也會存在，但其數量迅速降低[3]。在臺灣柑橘樹下常見的鯽魚草、碎米砂草、馬齒莧、葉下珠、香附子、牛筋草、沙母草、綠莧、匍地黍、飛揚草等雜草上柑橘潰瘍病菌能殘存達12～16週之久，而在鯽魚草上可能營腐生生活[2]。每一公克樣品，假若含有柑橘潰瘍病菌10^2個細胞，則可引起潰瘍病的發生[9]，所以，不能忽視柑橘潰瘍病菌在此等土壤、稻草、雜草及柑橘組織內的存在。

發病因子及感染、發病：柑橘潰瘍病菌在葉片及枝條上病斑越多後，春季氣溫在15°C以上時，迅速繁殖；下雨時，此等細菌細胞冲散，再靠雨滴及風飛散到幼葉、嫩枝、幼果上，由氣孔或傷口侵入。潰瘍病發生的溫度是14～36°C，最適溫度是20～30°C。臺灣中南部的氣溫，日間平均會達25°C以下的月份是11～12月，而15°C以下的天數甚少；因此，柑橘潰瘍病菌在中南部整年皆可以繁殖。春季幼葉被感染後，在其病斑裡繁殖的病菌，受風雨的幫助，尤其是颱風後，再感染到果實及夏秋枝梢，葉片已綠化而成熟後，不易受感染。氮肥過多，陽光不充足時，柑橘新葉及幼果組織軟弱，感染發病時期因而延長。受潛葉蛾幼蟲爲害的葉片、以及受風速每秒達5～6公尺以上的强風而受傷的葉片及果實，容易發病。柑橘潰瘍病菌自氣孔侵入時，需要1毫升雨水中有10^5個以上的病菌細胞，才可完成侵入並形成病斑；由傷口侵入，因爲能立即得到營養，所以1毫升雨水中僅含有10^2個病菌細胞則可發病。除風、雨水、潛葉蛾之外，農具農機也會助長病菌的傳播[8,14,27,28]。

防　治

防治潰瘍病最要緊的是，儘量減少柑橘園內的病菌密度。如果完全摘除罹病的葉片、枝條或果實，使柑橘園內不存着潰瘍病菌，則不必施藥也不會發病。爲達到此種目的

的，茲將栽培管理及藥劑施用等防治措施列舉於下[3,28,35,36]：

種植無病幼苗：新植柑苗時，要選擇無潰瘍病的苗木；如果發現買回來的苗木已經有潰瘍病，一定要把帶有病斑的枝條或葉片摘除乾淨。

防風：因爲柑橘潰瘍病菌由柑橘的氣孔或傷口侵入，强風會使葉片、果實產生傷口，所以避免在有强風的地帶種植。如果已經種了感病性柑橘品種而又會遇到强風時，則需要種植相思樹、竹類及其他生長快速的植物做爲防風林。防風植物切勿太靠近柑橘樹，以免柑橘生育受到影響，造成樹蔭，減少柑橘樹光合作用，結果激減。

剪除發病枝葉：採果後，徹底剪除帶有病斑的枝條及葉片。下雨時，不可剪除病枝葉，因爲在 25°C 下，柑橘枝葉的切口要三天以上才能自然癒合。在下雨時剪除病枝葉，存在附近的病菌會隨着風雨，由切口部侵入。病枝葉剪除或摘下後，收集在一堆予以燒燬或埋入土中；如此，可促使病菌及枝葉受土壤中各種有益微生物及水分的侵襲而死亡或腐爛，同時會增加柑橘園土壤的有機質。

育成健康柑橘樹：進行適度剪枝，避免枝葉過於茂盛及軟弱，要有充分日照，勿多施氮肥。

清除雜草：潰瘍病菌可存活於雜草上，所以柑橘園內的雜草須清除。

防治潛葉蛾：夏天潰瘍病最容易在潛葉蛾爲害的葉片上發生。施用馬拉松、大滅松、硫滅松、滅賜松、培丹、納乃得、歐滅松等殺蟲劑防治潛葉蛾，使受傷減低到最低程度，則有助於潰瘍病的預防。

藥劑撒佈：4月間開始至收獲前二～三週止，每隔三星期左右可以交替撒佈 4－4 式波爾多液和久保丹(72.5%可濕性粉劑 500倍稀釋液)或銅合浦 (80%可濕性粉劑500倍稀釋液)。波爾多液重複施用，不但容易誘發紅蜘蛛，也會使銅殘留量過多，增加藥害，而在葉片上出現小型暗褐色的星狀裂痕；波爾多液不能和其他殺蟲劑或殺蟎劑混合使用。久保丹或銅合浦與其他藥劑混合會降低防治效果，以單獨施用爲佳，不可混合粘着劑，否則會促進藥害；混合碳酸鈣 200 倍稀釋液，可減輕藥害，並增加藥劑殘存時間。

參考文獻

1. Alcaraz, L. M. de. 1977. Fitopathologia 12 : 6—14.
2. Cheng, J. S. & S. P. Y. Hsieh. 1978. Bull. Soc. Plant Pathol. (NCHU, Taiwan, R.O.C.) 7 : 21—27.
3. Civerolo, E. L. 1981. Proc. Int. Soc. Citriculture. p. 390—394.
4. Civerolo, E. L. 1984. J. Rio Grande Valley Hort. Soc. 37 : 127—146.
5. Civerolo, E. L. 1985. Phytopathology 75 : 524—528.
6. Civerolo, E. L. 1985. Proceedings of Citrus Cankers: An International Perspective (L. M. Timmer, ed.), p. 11—17, University of Florida, Gainesville, Florida, U.S.A.
7. Dowson, W. J. 1949. Manual of Bacterial Plant Diseases, p. 109—127, Adam & Charles Black, London, England.
8. Goto, M. 1962. Bull. Fac. Agri. Shizuoka Univ. (Japan) 12 : 3—72.
9. Goto, M. *et al*. 1978. Ann. Phytopathol. Soc. Jpa. 44 : 197—201.

10. Goto, M. *et al*. 1979. Ann. Phytopathol. Soc. Jpa. 45 : 618—624.
11. Hayward, A. C. & J. M. Waterston. 1964. C.M.I. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 11. The Commonwealth Mycologial Institute, Kew, Survey, England.
12. Hartung, J. S. & E. L. Civerolo. 1987. Phytopathology 77 : 282—285.
13. Kishore, V. & J. N. Chand. 1975. Ind. Phytopathol. 28 : 46—47.
14. Kitajima, H. 1978. Agri. Hort. (Tokyo) 53 : 703—708.
15. Koizumi, M. 1985. Proceedings of Citrus Canker: An International Perspective (L. W. Timmer, ed.), p. 2—7, University of Florida, Gainesville, Florida, U.S.A.
16. Lo, T. C. *et al*. 1956. J. Agri. Forest. (Taiwan, R.O.C.) 5 : 110—125.
17. Matsuo, N. *et al*. 1981. Ann. Phytopathol. Soc. Jpa. 47 : 571—574.
18. Obata, T. 1974. Ann. Phytopathol. Soc. Jpa. 40 : 6—13.
19. Okabe, N. 1932. J. Soc. Trop. Agri. 4 : 475—477.
20. Ota, T. 1971. Chem. Biol. (Tokyo) 9 : 510—511.
21. Ota, T. & S. Wakimoto. 1975. Ann. Phytopathol. Soc. Jpa. 41 : 144. (Abstr.)
22. Sato, M. 1982. Ann. Phytopathol. Soc. Jpa. 48 : 538—541.
23. Schoulties, C. L. *et al*. 1985. Pl. Dis. 69 : 361. (Abstr.)
24. Schoulties, C. L. *et al*. 1987. Pl. Dis. 71 : 388—395.
25. Stall, R. E. & C. P. Seymour. 1983. Pl. Dis. 67 : 581—585.
26. Subcommittee on Taxonomy of Phytopathogenic Bacteria. 1980. Ann. Phytopathol. Soc. Jpa. 46 : 563—574.
27. Tsai, Y. P. 1979. Fruit-Farmers' Cooperation (Taiwan, R.O.C.) 379 : 19 —22.
28. Tsai, Y. P. 1985. Citrus Protection Manual, p. 3—7, Shinnung Farm Magazine, Taichung, Taiwan, R.O.C.
29. Uematsu, T. & S. Wakimoto. 1970. Ann. Phytopathol. Soc. Jpa. 36 : 48 —55.
30. Vidhyasekaran, P. & P. Durairaj. 1971. Ind. Phytopathol. 24 : 781—782.
31. Wakimoto, S. 1967. Ann. Phytopathol. Soc. Jpa. 33 : 301—310.
32. Wu, W. C. 1960. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 2 : 127—136.
33. Wu, W. C. 1972. Ann. Phytopathol. Soc. Jpa. 38 : 146—155.
34. Wu, W. C. 1972. Ann. Phytopathol. Soc. Jpa. 38 : 333—341.
35. Wu, W. C. 1986. Shinnung (Taiwan, R.O.C.) 220 : 32—38.
36. Wu, W. C. 1988. Proceedings of International Symposium of Citrus Canker, Decline/Blight and Similar Diseases (Coordinator V. Rossetti), p.15-25.Fundacao Cargill, Campinas, SP, Brazil.
37. Wu, W. C. & T. Iino. 1972. Ann. Rep. Nat. Inst. Genet. (Japan) 22 : 18

—19. (Abstr.)
38. Wu, W. C. & L. N. Su. 1978. Bull. Soc. Plant Pathol. (NCHU, Taiwan, R.O.C.) 7 : 65—69.
39. Wu, W. C. & Y. Y. Tan. 1987. Plant Pathogenic Bacteria (E. L. Civerolo *et al.*, eds.), p. 584—593, Martimus Nijhoff Publishers, Dordrecht, Netherlands.
40. Wu, W. C. & F. H. Yang. 1987. Chin. J. Microbiol. Immunol. 20 : M-22. (Abstr.)
41. Wu, W. C. *et al.* 1985. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 27 : 19—33.
42. Wu, W. C. *et al.* 1986. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 28 : 241—252.
43. Wu, W. C. *et al.* 1987. Plant Pathogenic Bacteria (E. L. Civerolo *et al.*, eds.), p. 628—633, Martimus Hijhoff Publishers, Dordrecht, Netherlands.
44. Wu, W. C. *et al.* 1988. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R. O. C.) 30 : 418—419. (Abstr.)
45. Wu, W. C. *et al.* 1989. Occurrence and distribution of citrus canker in Taiwan. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) : 139—150.

Summary

Citrus canker caused by *Xanthomonas campestris* pv. *citri* has occurred in Japan, Korea, China, Philippines, Papua New Guinea, Guam, Mariana Islands, Caroline Islands, Indonesia, Vietnam, Cambodia, Thiland, Malaysia, Singapore, Burma, Bangladesh, India, Sri Lanka, Pakistan, Nepal, Afghanistan, Kongo, Seychelles Islands, Comoro Island, Madagascar, Reunio Islands, The United Steates of America, Mexico, Brazil, Uruguay, Paraguay, Argentina and Yemen. In Taiwan it occurs widely throughout the island on grapefruit, liucheng, lemon, tankan, ponkan and pummelos, as well as other citrus species cultivated experimentally or in limited areas. The infected fruits result in reduction in contents of sugars, vitamin C and pectic acid, but increase in protein, citric acid and phenols, thus reducing their commercial values remarkably. The pathogenic bacterium is a short rod with a polar flagellum and lysogenic, capable of releasing temperate phages, but varies among its strains in colony morphology, celll size, capsule formation, catalase, gelatin liquefaction, nitrate reduction, carbohydrate utilization, growth rate, tolerance to 3% NaCl, nutritional requirement, sensitivity to phages and agrochemicals and existence of plasmids. Some strains of this bacterium, when lysogenized with phages PXC7 and Cf16, undergo conversion and mutation, respectively. The bacterium survives mainly in soil, on grasses and in margins of the diseased citrus leaves, twigs and fruits, where it may be infected by *Bdellovibrio*

bacteriovorus, *Pseudomonas* sp., *Erwinia herbicola*, *Bacillus subtilis* or a species of protozoa. Strains of this bacterium can be grouped into 5 pathotypes; pathotype A distributes in Japan and other countries and is most aggressive on grapefruit, sweet orange, lemon and Mexican lime; pathotype B occurs in Argentina, Paraguay and Uruguay and is strongly pathogenic on lemon and Mexican lime; pathotype C occurs in Brazil and is pathogenic on Mexican lime; pathotype D occurs in Mexico and produces symptoms on leaves of Mexican lime; pathotype E occurs in Florida, U. S. A. and produces sunken and water-soaked symptoms on the leaves, twigs and fruits of grapefruit, sweet orange and trifoliate orange. The bacterium invades through stomata or wounds on the young leaves, twigs or fruits and develops canker lesions at temperature above 15°C; high humidity, rainfall, typhoon and temperature ranging from 20–35°C provide optimum conditions for the canker development. The disease can be controlled by planting canker-free citrus seedlings, planting wind-break trees, bringing up health citrus trees, eliminating infected leaves, twigs and fruits, exterminating weeds and leaf miners and, if necessary, spraying Bordeaux mixture (4-4g/lt) alternatively with cuprosan 311 SD (72.5% W. P., 500-fold diluted) or macuprax (80% W.P., 500-fold diluted) at 3-week intervals from April until 2 or 3 weeks before harvest.

問題討論

高清文：

剛剛吳教授講潰瘍病菌有幾個 type，叫做A、B、C、D、E，但是你漏掉我們在臺灣倒底是不是屬於 type A？

吳文川：

因爲臺灣柑橘潰瘍病菌目前眞正在做的只有我一個人，而且在經費有限之下，我也很難做到這個問題，而且我的實驗室主要有興趣的是這個病原菌經噬菌體感染之後的遺傳特性改變的問題。這個問題最近在一、二年我們也做過接種實驗，初步的實驗我們不敢說，但是臺灣的柑橘潰瘍菌可能大部份都是 type A；黃秋雄先生幫我們做了一點實驗，現在還不能够講出來，我跟美國農部的合作研究也有一點點干涉到這個問題，在國科會的計畫裡面我也可能會提出來。我跟美國農部合作的計劃將要探討柑橘潰瘍病菌經過噬菌體誘導後的營養需求突變菌株會不會從 type A 改到 type B 跟C、D 等等。臺灣的柑橘潰瘍病菌菌株我們實驗室有好幾百個，這個要全部給他做下來是一個相當大的工程，但是我想我願意做下去，如果有機會，我所說的機會當然是指經費。

陳老師：

我的意見跟高先生差不多，但是 type A 的話，對枳殼沒有感染。

吳文川：

抱歉，這一句話不對，枳殼是很感病的。但是我們今天所列出來的這五個 type 的indicator裡，它不是包括在裡面，很抱歉，並不是說它不能被感染，而是它不包括在裡面；關於這一點，我想做 virus 的大概很清楚，在我的調查，枳殼在臺灣是最感病的一個種類。

趙世通：

請問一下，潰瘍病對整年的天候是不是有影響，因爲我種橘子二十幾年了，椪柑從來就很抗病，通常沒有發現（病害），但是去年就有。

吳文川：

你這一句話，我可以解釋，我過去十幾年來，在臺灣所看到的，因爲我每一年大概有很多的機會出去看，到現在爲止，我所看到的，在高雄旗山有一次，在卓蘭有一次，我看過椪柑發病，當然跟你講的一樣，是不是前年韋恩颱風吹在臺中這一帶的時候，那一年，卓蘭的椪柑，就有一個椪柑園，裡面有二棵檸檬，因爲這個檸檬發病很兇嘛！周圍的椪柑樹有幾棵被發現潰瘍病，然後第二年，我記得是去年六月初，我又去看的時候，本來卓蘭很漂亮的椪柑，那一年很不行，整個的小果都是潰瘍病，連葉片也很漂亮，所以你講的對，假若是颱風來的話，第一，它可以把病原菌帶到健康的樹上，第二，颱風可以把葉片或果實弄傷，所以這個菌在傷口就很容易進去。

黃岳：

關於潰瘍病，我去年就感覺好奇怪，不單單趙先生在柑園發現，76年我們中部沒有颱風，在市場，在批發市場，在卓蘭也好，都有看到椪柑有潰瘍病。

吳文川：

這個椪柑，我剛才講最大的原因是說，假若是這個椪柑夾種在感病性品種的果樹中間的話，它會受到影響、會感病；剛才講的，假若颱風一來的話，我看那一個地區的潰瘍病是相當的嚴重，不管是椪柑，什麼柑都會被感染。不要說在田裡，在我們的市場上也會看到，因爲我們中國人種蔬菜也好，種水果也好，不管大的也好，小的也好，有病、沒有病，都統統把它拿到外面去賣，所以這樣的話，在市場上也會看到。那我們在國外的時候，在很多的國家，人家賣的水果都是一樣的大小、平均，而且沒有病，你才買下來。你講的，可能是從那邊颱風一吹，潰瘍病得到了，那個果實，因爲農民捨不得丟掉，所以把它拿到市場上來，這個是我最近幾年看到的問題。

黃岳：

但是去年好像我們這邊沒有颱風。

吳文川：

對，是韋恩。我所說的颱風應該是前年。那麼你問到這句話我就要講，因爲臺灣中南部的溫度很高，不管是冬天，要降低到15度以下很難，所以這個時候，我剛才講，柑橘潰瘍病菌它能繁殖的溫度是從14度開始，所以，今年發生那麼多病。

（不詳）：

吳教授，還有一個原因，可不可能這個病菌有一個新的 Strain 出來？

吳文川：

這個問題我以前跟孫教授、陳老師講過。我剛才講過在幾年前從卓蘭跟旗山所採到椪柑的潰瘍病，回到學校以後，把它的病原細菌分離出來，然後再加到我們一連串做的實驗，却沒有看到任何其他特別的特性出來，所以，我認爲是沒有的；其實 Strain一字現在應該改爲 type ，該字現在是 Isolate 之意。