植物保護學會會刊 40：329～338, 1998

臺灣發生由 *Erwinia herbicola* pv. *gypsophilae* 引起之滿天星細菌性腫瘤病

許秀惠[1] 徐世典[2]

[1] 臺中縣霧峰鄉 臺灣省農業試驗所植病系
[2] 臺中市 國立中興大學植病系

(接受日期：87年8月31日)

摘 要

許秀惠、徐世典 1998 臺灣發生由 *Erwinia herbicola* pv. *gypsophilae* 引起之滿天星細菌性腫瘤病 植保會刊 40：329-338

在臺灣埔里地區苗圃培育之滿天星扦插苗上，於 1991 年首先發現其莖基部有產生腫瘤之病害，隨後在其他地區之扦插苗及田間栽植之滿天星植株亦發生相同的病害。被害植株葉片呈現黃化並向內彎曲，最後整個植株萎凋枯死，形成之腫瘤最初爲淡黃色或淡褐色，後轉爲深褐色，質地軟且易碎，扦插苗上之腫瘤約 6 mm，而田間罹病植株之腫瘤可達 3 cm。顯微鏡觀察，病莖腫瘤內部有許多細菌分佈其中。由腫瘤組織經常分離到一種革蘭氏陰性，桿狀，形成黃色菌落之細菌。該細菌經生理生化特性測定，Biolog 系統測定及細胞脂肪酸組成分析結果，均鑑定爲 *Erwinia herbicola*，其特性與 *Erwinia herbicola* Eh112y 菌株之特性相同。分離的細菌經接種於滿天星植株莖基部，可引起腫瘤病徵，因此確定該病害是由 *Erwinia herbicola* pv. *gypsophilae* 引起之滿天星細菌性腫瘤病(bacterial gall disease)。測試市售 10 種殺菌劑包括銅劑、抗生素及混合藥劑在一般使用之濃度對滿天星腫瘤病菌生長之抑制效果，顯示大多數的菌株對氫氧化銅及鹼性氯氧化銅具抗性，而大多數的菌株則可被抗生素如鏈黴素、嘉賜黴素、四環黴素及銅劑與鋅錳乃浦的混合劑等藥劑抑制。

(關鍵字: 滿天星、細菌性腫瘤病、*Erwinia herbicola* pv. *gypsophilae*、藥劑感受性)

緒 言

滿天星(*Gypsophila paniculata* L.)是石竹科(Caryophylaceae)的宿根花卉[5]，十多年前引進臺灣，最早種植於埔里地區，其切花用途廣泛，且又能配合多種切花素材，因此全省

栽培面積曾達 197 公頃[1]，主要產地在南投縣埔里鎮、信義鄉，在中南部之平地亦有零星栽培，但近年來因爲病害問題造成滿天星栽培面積降低。1991 年於埔里滿天星扦插苗及田間種植之滿天星植株發現莖基部產生腫瘤之病害，之後於其他滿天星栽培苗場相繼發現該病害。一般滿天星繁殖是先選擇繁殖用母株，再從母株採取側芽扦插於苗盤內，扦插苗假植於 1.5 - 2.0 寸的盆內，之後才出售給花農，從扦插到可出售之栽培苗共約 60 多天，其間常可見根冠處有腫瘤發生[2, 3]，農民稱爲大頭病，據筆者調查，在有些扦插苗圃中罹病比率高達 50-70%，造成種苗業者極大的損失。

早在 1932 年美國紐澤西州種植之滿天星苗圃即發現植株莖基部形成腫瘤的現象[8]，該病原菌經鑑定後命名爲 *Bacterium gypsophilae*[9]，一直到 1974 年才歸屬於 *Erwinia herbicola*，並定名爲 *E. herbicola* f. sp. *gypsophilae*[23]。目前細菌性腫瘤病已是世界生產滿天星地區的重要病害之一[8, 9, 12, 20, 21, 23]，主要發生於苗期，造成損失頗大[12, 21, 24]，但除早期建議以氯化汞($HgCl_2$)及次氯酸鈉來防治腫瘤病外[9, 24]，一直沒有適當的藥劑可用於該病之防治，而臺灣滿天星於春季至夏季扦插苗培育期間腫瘤病常發生，因此防治對策有待發展。本研究之目的在鑑定臺灣滿天星腫瘤病之病原，並測定其對藥劑之感受性，以供進一步研究之參考。

材料與方法

菌株分離

由臺灣各地滿天星扦插苗繁殖場採集具有腫瘤病徵之樣品，切取罹病組織置無菌蒸餾水中，經振盪後以移植環沾取懸浮液，劃線於營養培養基(Difco nutrient agar，NA)平板上，置 28℃下培養 3-5 天後，挑取黃色之單菌落，再劃線於 NA 平板上，重覆三次後移至 NA 斜面，共收集到 50 株腫瘤病菌株。

接種試驗

自滿天星腫瘤病罹病組織分離之細菌菌株及已知爲腐生性之 *E. herbicola* Eh112y 菌株(由美國康乃爾大學 Dr. T. Burr 提供)，分別培養於 NA 斜面上，置 28℃培養一天後，懸浮於無菌蒸餾水中，以 spectrophotometer 調整其吸收值(A_{620})爲 0.3 作爲接種源，其菌量相當於 10^8 colony-forming units (cfu)/ml。以蟲針沾菌液穿刺接種方法，分別接種於盆栽滿天星(bristol fairly)、菸草、番茄(農友 301)及落地生根等植物之莖部，接種後放置於 30℃，相對濕度 92%的定溫生長箱中，觀察並記錄病徵出現情形。

形態及生理生化特性測定

滿天星腫瘤病菌株，在 NA 斜面上 28℃下培養一天，依 Schaad[26]所述進行革蘭氏染色(Gram stain)，King's B 培養基上螢光色素之形成，葡萄糖之利用方式(氧化/發酵試驗)(OF test)，澱粉水解活性，在果膠結晶紫(crystal violet pectate，CVP) 培養基上果膠分解能力，YDC 培養基上之菌落顏色，36℃之生長能力，尿素酵素(Urease)產生，硝酸鹽還原作用，明膠(gelatin)之液化，耐鹽性，及利用水楊甘(salicin)，蜜二糖(melibiose)，環己六醇(inositol)及阿拉伯糖(L-arabinose)產酸之能力。各項特性測定並與 *E. herbicola* Eh112y 同時比較試驗。細菌形態之觀察則將 28℃下馬鈴薯葡萄糖培養基(potato dextrose agar)斜面上培養二天之病菌，加入少許無菌水約 5 秒後，輕輕吸起滴於載玻片上，加入等量的 2% 鎢酸染色液(PTA，pH 7.5，含 0.1% bovine serum)，二分鐘後以覆有 formvar 支持膜的銅網沾取，再以濾紙吸乾，置於 Hitach -7000 的穿透式電子顯微鏡觀察細菌形態及鞭毛。

Biolog 系統鑑定

腫瘤病菌 Gp2-1、Gp11-1、Gp51、Gp58-1 及 *E. herabicola* Eh112y 等菌株，分別培養於 TSA (tryptic soy agar，Bacto tryptone 15g，

Bacto soytone 5g，sodium chloride 5g，Bacto Agar 15g)培養基中約 16-20 小時，之後懸浮於無菌生理食鹽水(0.85% NaCl)中，調整濃度爲 $O.D._{590}$ = 0.28 後，分別加入 Biolog GN 反應盤(Biolog Inc. Hayward，CA)中，每孔加入 150 μl 細菌懸浮液，置於 28℃下培養 24 小時後再以光譜儀測讀，最後將資料輸入電腦與 Biolog GN 資料庫中比對，以鑑定其種屬[17]。

細胞脂肪酸組成分析及鑑定

腫瘤病菌 Gp2-1、Gp11-1、Gp51、Gp58-1 及 *E. herabicola* Eh112y 等菌株，分別於 28℃培養於 TSA (tryptic soy agar)平板 24 小時後，進行脂肪酸組成分析[22]。分析委託新竹食品工業發展研究所菌種中心以 Microbial ID System (MIS) 的標準操作及分析方法進行。所得脂肪酸資料輸入 TSHA (Rev. 3.90)資料庫中與已知細菌之脂肪酸組成比對，鑑定其種屬。

腫瘤組織掃瞄式電子顯微鏡觀察

切取接種二星期之滿天星莖部腫瘤組織，並以未接種滿天星莖當對照，以 2% 戊二醛 (glutaraldehyde) 固定 3 小時，水洗，再以四氯化鋨固定 1 小時，水洗，隨後進行酒精系列脫水 (50%，70%，80%，90%，100% 三次，各 30 分鐘)，再經 amyl acetate 30 分鐘取代後，以臨界點乾燥機(Hitachi HCP-2，Japan) 做 CO_2 臨界點乾燥，再以金屬鍍膜機(Eiko Engineering，USA) 覆上一層金膜；上檯後以 Hitachi S-570 掃瞄式電子顯微鏡觀察並照相[13]。

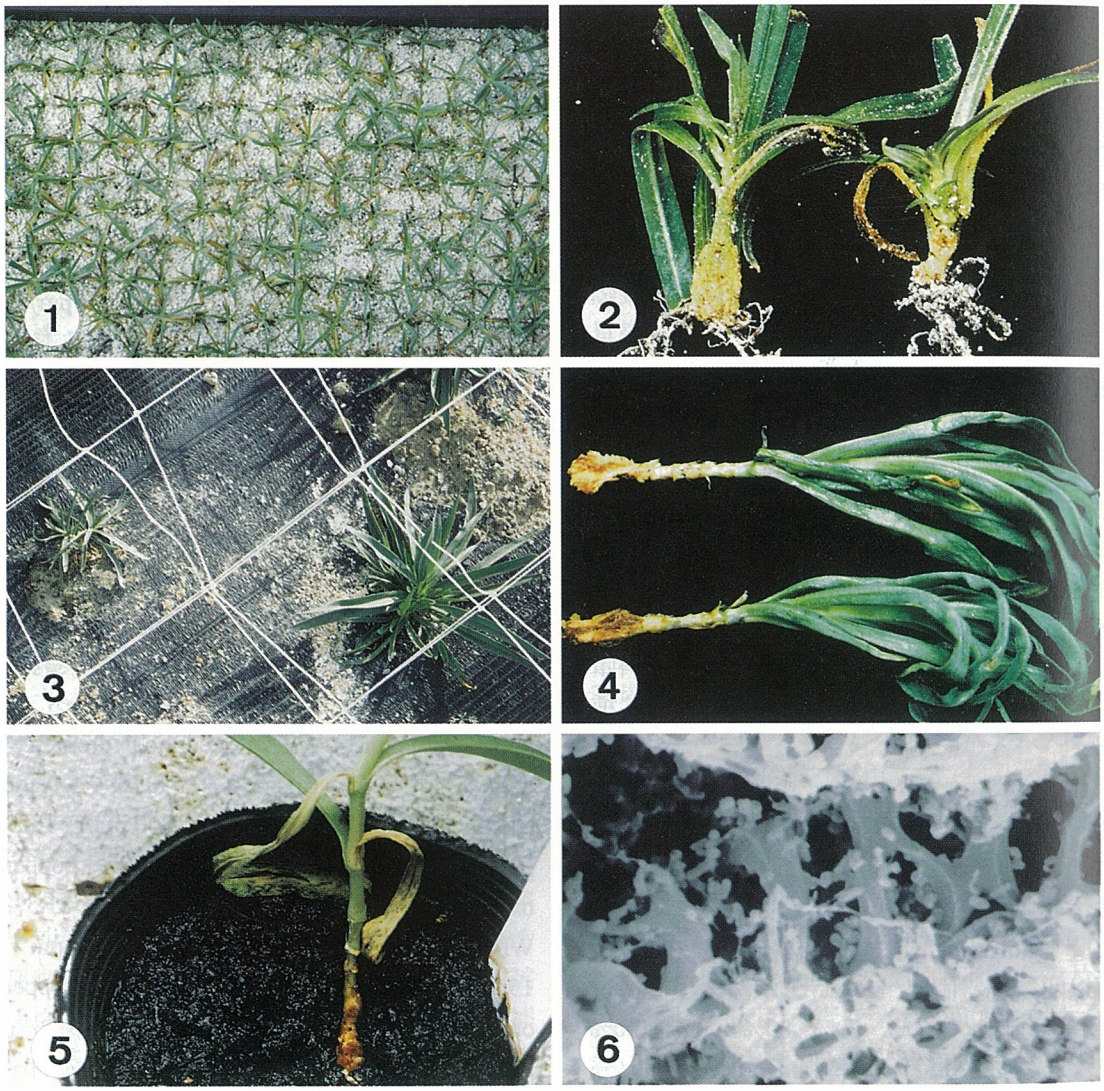
病菌對藥劑之感受性測定

利用濾紙圓盤擴散法(paper disc diffusion method)[6]，測定腫瘤病菌 23 個菌株對不同藥劑不同濃度之感受性，先將各種藥劑稀釋成不同濃度後分別吸取 0.1 ml 滴於濾紙上，每皿放 3 個含藥之濾紙圓盤，並以浸無菌水之濾紙盤爲對照組，在 28℃下培養 3 - 4 天後，記錄抑制圈大小，若無抑制圈產生表示此菌株在所測試藥劑之濃度下具有抗性。供試藥劑及稀釋濃度如下：四環黴素 (tetracycline，商品名爲鉑美樹、Acroplant，30.3%WP，臺灣氰氨公司，濃度爲 200 ppm、400 ppm、600 ppm)、鏈四環黴素(streptomycin + tetracycline，商品名爲枯萎寧、Plantomycin，10%SP，全台公司，濃度爲 100 ppm、200 ppm、400 ppm)；鏈黴素(streptomycin，商品名爲立農黴素，12.5% S，豈農公司，濃度爲 100 ppm、200 ppm、400 ppm)，多保鏈黴素(thiophanatemethyl + streptomycin，商品名爲安達菌、Atakin，68.8% WP，瑞穗公司，濃度爲 500 ppm、1000 ppm、1500 ppm)，嘉賜黴素(kasugamycin，商品名爲加收米，2% S，大勝化工，濃度爲 100 ppm、200 ppm、400 ppm)；含銅類藥劑之鹼性氯氧化銅(copper oxychloride，商品名爲健果銅，85% WP，益欣公司，濃度爲 1000 ppm、1500 ppm、2000 ppm)，氫氧化銅(cupric hydroxide，商品名爲可產多、Kocide，37.5% EC，Kocide Chemical Corporation，濃度爲 1000 ppm、1500 ppm、2000 ppm)，嘉賜銅(kasugamycin + copper oxychloride，商品名統統好、Kasuran，81.3% WP，大勝化工，濃度爲 500 ppm、1000 ppm、1500 ppm)，及銅鋅錳乃浦 (copper oxychloride+zineb+maneb，商品名爲久保丹、Cuprosan 311 Super D，63%WP，法台公司，濃度爲 500 ppm、1000 ppm、1500 ppm)等；以及鋅錳乃浦(mancozeb，商品名爲萬生-200、Dithane M-45，80% WP，杜邦公司，濃度爲 1000 ppm、1500 ppm、2000 ppm)等供試藥劑。

結　果

病徵

在滿天星扦插苗盤中，自然被害之扦插苗葉片黃化(圖一)，而其地下之莖基部則呈水浸狀並有腫瘤之形成，腫瘤大小約 0.6 - 0.7 cm，腫瘤後期會有瘡痂狀裂開(圖二)。若扦插



圖一~五、滿天星細菌性腫瘤病之病徵。

一、苗圃自然罹病之扦插苗呈現葉片黃化之病徵。二、苗圃自然罹病之扦插苗，其莖基部出現腫瘤病徵，部份腫瘤裂開似瘡痂狀。三、田間罹病植株呈現矮化(左)，右爲健康植株。四、田間罹病植株，其莖基部形成腫瘤，葉片彎曲及萎凋。五、穿刺接種滿天星植株，於莖部出現腫瘤，葉片出現黃化萎凋病徵。

圖六、掃描式電子顯微鏡觀察，接種 2 星期後之腫瘤病組織，其導管內外均充滿細菌。

Fig. 1 - 5. Symptoms of bacterial gall of *Gypsophyla paniculata*.

1, naturally infected nursery cuttings showing leaf yellowing; 2, naturally infected nursery cuttings showing the formation of galls at the basal part of stems, and part of galls split as scab-like appearance; 3, a field-grown infected plant was stunted (left), the right was a healthy plant; 4, field-grown infected plants showing gall formation at the basal part of stems, and curling and wilting of leaves, 5, pricking-inoculation plant with *E. herbicola* pv. *gypsophilae* showing gall formation at the pricking part of stems, and yellowing and wilting of leaves.

Fig. 6. A scanning electronmicrograph showing numerous bacteria distributed over xylem vessels in the gall tissues of plant inoculated two weeks previously with *Erwinia herbicola* pv. *gypsophilae*.

苗根系已發育才被感染，則植株漸漸衰弱，下位葉呈現黃化，最後植株萎凋死亡，若早期感染，則根系無法發育，扦插苗很快便萎凋死亡。田間罹病之滿天星植株明顯矮化，新葉常會向一側彎曲有如弦月狀(圖三)，其地下部出現腫瘤，腫瘤大小約 1 - 3 cm，腫瘤組織呈乾腐狀易脆(圖四)，最後整棵植株萎凋死亡。

以罹病組織分離之 Gp2-1、Gp11-1、Gp51 及 Gp58-1 等菌株接種滿天星莖部，一星期後接種處出現明顯水浸狀，隨後形成淡綠色之小瘤，小瘤顏色轉爲淡黃或淡褐色(圖五)，瘤漸膨大，並從接種之中心處裂開，逐漸成深褐色，整個腫瘤組織爲軟且易碎，約 0.6 - 0.7 cm，後期腫瘤會有腐爛的現象，通常爲乾腐狀，而被感染植株之新葉則呈現黃化萎凋(圖五)，最後植株死亡。以 *E. herbicola* Eh112y 接種滿天星植株未出現任何病徵，此外，以 Gp2-1、Gp11-1、Gp51、Gp58-1 及 Eh112y 接種番茄，菸草及落地生根亦無腫瘤病徵出現。

形態及生理生化特性

供試 20 株滿天星腫瘤病菌株均爲革蘭氏陰性(gram negative)，桿狀具 1 - 4 根週生鞭毛，兼厭氧性細菌，在 King's B 培養基上不產生螢光色素，不能水解澱粉，無果膠分解能力，在 YDC 培養基上形成黃色菌落，在 36 ℃可生長，具液化明膠的能力，可在含 5%NaCl 的 NA 培養基上生長，不產生 urease，大部份菌株具有還原硝酸的能力，可利用 L-arabinose 產酸，但不能利用 salicin，inositol 及 melibiose 產酸。這些特性與同時比較之 *E. herbicola* Eh112y 相同。

Biolog 系統及脂肪酸分析之鑑定結果

Gp2-1、GP11-1、Gp51、Gp58-1 及 Eh112y 菌株經由 Biolog GN MicroPlate 鑑定系統測試之結果，分別鑑定爲 *Pantoea agglomerans* (相似度爲 0.934)，*Enterobacter agglumerans* (相似度爲 0.709)，*Pantoea agglomerans* (相似度爲 0.873)，*Pantoea agglomerans* (相似度爲 0.987) 及 *Pantoea agglomerans* (相似度爲 0.715)。這些菌株經細胞脂肪酸組成分析，結果顯示脂肪酸不論在種類及量上均相似(表一)，其中有數個脂肪酸其波峰彼此無法區別，如 14 : 0 3OH 與 16 : 1 iso I；16 : 1 ω7c 與 15 iso 2OH；18 : 1 ω7c 與 ώ9t 與 ω12 等，因此將其併列。而這些菌株脂枋酸組成分析所得之資料與電腦中資料庫比對後，均歸屬於 *Pantoea agglumerans*，其相似值在 0.781 ~ 0.952 間。

表一、*Erwinia herbicola* pv. *gypsophylae* 四個菌株及 *E. herbicola* Eh112y 之細胞脂肪酸組成(%)

Table 1. Cellular fatty acid composition (%) of four strains of *Erwinia herbicola* pv. *gypsophilae* and strain Eh112y of *E. herbicola*

Fatty Acid	Gp2-1	Gp11-1	Gp51	Gp58-1	Eh112y
12 : 0	3.83	3.69	3.62	3.60	4.10
14 : 0	5.90	5.89	5.79	6.10	5.87
14 : 0 3OH/16 : 1 iso I	8.55	8.26	8.44	8.12	8.79
16 : 1 ω7c/15 iso 2OH	31.93	29.73	29.29	29.39	27.22
16 : 0	29.62	30.99	30.91	31.82	30.68
17 : 0 cyclo	4.73	6.26	4.93	7.82	6.14
18 : 1 ω7c/ω9t/ω12t	12.65	11.74	12.93	9.54	14.83

罹病組織之顯微鏡觀察

以掃描式電子顯微鏡觀察腫瘤處組織，發現整個腫瘤具有許多增生細胞，且許多細胞已被破壞並充滿細菌，在導管內外也充滿許多細菌(圖六)，至後期大部份腫瘤組織已被破壞。但對照組未接種之莖組織其細胞未被破壞，且未見任何細菌。

病菌對藥劑之感受性

供試 10 種市售農藥中，單一藥劑屬於抗生素者如鏈黴素，四環黴素，及嘉賜黴素，在測試濃度下對絕大多數菌株均有抑制能力，但銅劑如氫氧化銅及鹼性氯氧化銅僅能抑制少數菌株，亦即大多數菌株對銅劑具有抗性(表二)。若銅劑與嘉賜黴素或與鋅錳乃浦混合之藥劑，則能抑制大多數的菌株。

表二、各種農藥在不同濃度對滿天星細菌性腫瘤病菌之生長抑制

Table 2. Growth inhibition of strains of *Erwinia herbicola* pv. *gypsophilae* by various agrochemicals at different concentrations.

Chemical	Concentration (ppm)	No. of strains inhibited/ No. of strains tested
Copper hydroxide (37.5% EC)	1000	3/23
	1500	4/23
	2000	5/23
Copper oxychloride (85% WP)	1000	3/23
	1500	4/23
	2000	5/23
Streptomycin (12.5% S)	100	17/23
	200	21/23
	400	21/23
Thiophanate methy1+Streptomycin (68.8% WP)	500	15/23
	1000	16/23
	1500	17/23
Streptomycin + Tetracycline (10% SP)	100	20/23
	200	21/23
	400	22/23
Tetacycline (30.3% SP)	200	21/23
	400	22/23
	600	22/23
Kasugamycin (2% S)	600	21/23
	800	21/23
	1000	22/23
Kasugamyucin + Copper oxychloride (81.3% WP)	500	20/23
	1000	21/23
	1500	22/23
Mancozeb (80% WP)	1000	14/23
	1500	16/23
	2000	20/23
Copper oxychloride+Zineb+Maneb (63% WP)	500	20/23
	1000	20/23
	1500	20/23

討　論

造成植物組織腫瘤的病原，常見者有農桿菌(*Agrobacterium*)及根瘤線蟲，但由滿天星罹病腫瘤處並未發現線蟲，而顯微鏡檢查時，則發現充滿細菌。由腫瘤組織中經常可分離到一種黃色菌落之細菌，分離到的細菌接種於滿天星亦能造成腫瘤，由接種後形成的腫瘤處亦可分離到同樣的細菌，因此確定在臺灣發生的滿天星腫瘤病是由細菌引起。該細菌爲革蘭氏陰性，桿狀，具 1 - 4 根週生鞭毛，兼厭氧性之細菌，在培養基上形成黃色菌落，此等特性與 Brown 所描述之滿天星腫瘤病菌之特性相同[8, 9]。Brown 於 1934 年將此病原菌定名爲 *Bacterium gypsophilae*[9]，但 Starr 及 Weiss [27] 將之更名爲 *Agrobacterium gypsophilae*，此名稱一直被延用 30 多年，主要原因是學者們認爲引起腫瘤之病原菌應該歸入 *Agrobacterium* 屬的緣故[23]。De Ley 等[14]及 White[29]曾提出有些被定名爲 *A. gysophilae* 之菌株可能是屬於 Enterobacteriaceae (腸內菌科)中 *Erwinia* 屬之細菌，隨後 Graham & Quinn[16] 認爲分離自滿天星腫瘤病之病原菌 *A. gypsophilae* NCPPB 179 菌株及分離自玫瑰之 NCPPB 1948 菌株，其特性應屬於 *E. herbicola*，往後有些報告[12, 20, 23]也認爲分離自滿天星腫瘤病之病原菌應歸於 *E. herbicola*。而 *E. herbicola* 爲植物體上常見之腐生細菌，此類細菌中對滿天星具有病原性，可引起腫瘤病之菌株被 Miller 等人[23]定名爲 *E. herbicola* f. sp. *gypsophilae*，1991 年之後將此菌稱爲 *E. herbicola* pv. *gypsophilae*[30]。

臺灣滿天星腫瘤細菌與已知爲腐生之 *Erwinia herbicola* Eh112y 經由 Biolog 系統鑑定爲 *Pantoea agglumerans* 或 *Enterobacter agglumerans*，而 *P. agglumerans* 與 *E. agglumerans* 都是 *Erwinia herbicola* 之同種異名[7, 15, 18, 25]。脂肪酸組成分析顯示腐生之 *E. herbicola* Eh112y 菌株與滿天星腫瘤細菌均相似，利用電腦軟體資料庫中比對後也鑑定爲 *P. agglumerans*，亦即爲 *E. herbicola*。滿天星腫瘤細菌與 *E. herbicola* Eh112y 之生理生化特性也無法區分，但是將滿天星腫瘤細菌接種於滿天星莖部可造成腫瘤病徵，而 Eh112y 則不引起任何病徵，因此確定造成臺灣滿天星腫瘤之病原菌爲 *E. herbicola* pv. *gypsophylae*，與國外滿天星腫瘤病爲相同之病害[8, 9, 11, 12, 23, 28]。此爲臺灣首次報告，初步結果已用摘要形式發表[2]。

臺灣最近證實有 *Agrobacterium tumefaciens* 引起的植物腫瘤病(癌腫病)發生[4]。*Agrobacterium* 屬引起之腫瘤組織爲堅硬的，且其組織內部呈現白色，而 *E. herbicola* pv. *gypsophilae* 所造成滿天星腫瘤病之腫瘤病徵初期呈現水浸狀，其腫瘤組織爲鬆軟，淡褐色且易脆，與國外所述滿天星腫瘤之特性相同。以掃描式電子顯微鏡觀察滿天星病莖腫瘤之內部組織及維管束均可見許多細菌，且植物腫瘤組織之細胞已被破壞。Brown[9] 以光學顯微鏡觀察滿天星罹病組織內有細菌，在腫瘤邊緣之組織也發現許多細菌存在，並提及此現象與 *A. tumefaciens* 造成之腫瘤組織內不易發現細菌之現象不同。*E. herbicola* pv. *gypsophylae* 之寄主範圍很窄[10, 19]。分離自臺灣滿天星腫瘤病菌接種於番茄，菸草及落地生根等植物不會造成腫瘤病徵，而這些植物可被 *Agrobacterium tumefaciens* 感染[7]，顯然目前臺灣發生之滿天星腫瘤病並非由 *Agrobacterium* 引起。

銅劑及抗生素常用於防治植物細菌性病害，但本研究發現臺灣大多數的滿天星腫瘤病菌菌株對氫氧化銅及鹼性氯氧化銅已產生抗性，而抗生素如鏈黴素、嘉賜銅及四環黴素雖具有抑制病菌之能力，但少數菌株也出現抗性，若連續施用此等抗生素可能會導致更多抗性菌株的產生，因此這些藥劑可能無法有效的防治滿天星腫瘤病。Manulis 等人[20, 21]認爲唯一的防治方法是選用不帶菌的扦插苗，並嚴格實施田間衛生。在臺灣欲防治此病害，除了嚴格實施田間衛生外，也必需發

展病菌的有效偵測技術，以利於實施繁殖母株及扦插苗之檢定，方能提供健康苗供栽培者使用。

謝 辭

感謝康乃爾大學 Dr. T. Burr 贈予 *E. herbicola* Eh112y 菌株。

引用文獻

1. 臺灣省政府農林廳 1997 臺灣農業年報 中興新村。第 141 頁。
2. 許秀惠、杜金池、徐世典 1991 在臺灣發生由 *Erwinia herbicola* pv. *gypsophilae* 引起之滿天星腫瘤病。植保會刊 33: 420 (摘要) 。
3. 許秀惠 1994 臺灣花卉之細菌性病害。臺灣花卉病蟲害研討會專刊，73-75 頁，中華植物保護學會特刊新二號
4. 許秀惠、林俊義、陳福旗 1997 榕樹癌腫病菌(*Agrobacterium tumefaciens*)在臺灣之發生。植保會刊 39: 195-205。
5. 侯鳳舞、黃敏展 1987 滿天星健康苗供應系統之研究。 156-158 頁，張學昆、許東暉主編，花卉生產改進研討會專集，臺灣省桃園區農業改良場發行。
6. Adaskaveg, J. E., and Hine, R. B. 1985. Copper tolerance and zinc senitivity of Mexican strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, causal agent of bacterial spot of pepper. Plant Dis. 69: 993-996.
7. Bradbury, J. F. 1986. Guide to plant pathogenic bacteria. C.A.B. International, Slough, U.K.
8. Brown, N. A. 1932. Another gall-forming bacterium. Phytopathology 22: 924-925.
9. Brown, N. A. 1934. A gall similar to crown gall, produced on Gypsophila by a new bacterium. J. Agri. Res. 48: 1099-1112.
10. Burr, T. J., Katz, B. H., Abawi, G. S., and Crosier, D. C. 1991. Comparison of tumorigenic strains of *Erwinia herbicola* isolated from table beet with *E. h. gypsophilae*. Plant Dis. 75: 855-858.
11. Clark, E., Vigodsky-Haas, H., and Gafni, Y. 1989. Characteristics in tissue culture of hyperplasias induced by *Erwinia herbicola* pv. *gypsophilae*. Physiol. Mol. Plant Pathol. 35: 383-390.
12. Cooksey, D. A. 1986. Galls of *Gypsophila paniculata* caused by *Erwinia herbicola*. Plant Dis. 70: 464-468.
13. Dawes, C. J. 1979. Biological techniques for transmission and scanning electro-microscopy. 303pp. Offset House, Co., U. S. A.
14. De Ley, J., Bernaerts, M., Rassel, A., and Guilmot, J. 1966. Approach to an improved taxonomy of the genus *Agrobacterium*. J. Gen. Microbiol. 43: 7-17.
15. Gavini, F., Mergaert, J., Beji, A., Mielcarek. C., Izadd, D., Kersters, K., and De Ley, J. 1989. Transfer of *Enterobacter agglomerans* (Beijerinck 1888) Ewing and Fife 1972 to *Pantoea* gen. nov. as *Pantoea agglomerans* comb. nov. and description of *Pantoea dispersa* sp. nov. Int. J. Syst. Bacteriol. 39: 337-345.
16. Graham, D. C., and Quinn, C. E. 1974. Identification of *Agrobacterium gypsophilae* strains NCPPB 179 and NCPPB 1948 as *Erwinia herbicola*. Int. J. Syst. Bacteriol. 24: 238-241.
17. Jones, J. B., Chase, A. R., and Harris, G. K. 1993. Evaluation of the Biolog GN MicroPlate system for identification of some plant-pathogenic bacteria. Plant Dis. 77: 553-558.
18. Lelliott, R. A., and Dickey, R. 1984. Genus

VII. *Erwinia* Winslow, in Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, (N. R. Kneg and J. G. Holt, eds.), vol. 1, p 469-476. The Williams & Wilkins Co., Baltimore, Maryland.

19. Maas Geesteranus, H. P., and Barendsen, H. 1966. Host plant of *Agrobacterium gypsophilae*. Neth. J. Pl. Path. 72: 231-232.
20. Manulis, S., Gafni, Y., Clark, E., Zutra, D., Ophir, Y., and Barash, I. 1991. Identification of a plasmid DNA probe for detection of strains of *Erwinia herbicola* pathogenic on *Gypsophila paniculata*. Phytopathology 81: 54-57.
21. Manulis, S., Kogan, N., Valinsky, L., Dror, O., and Kleitman, F. 1998. Detection of *Erwinia herbicola* pv. *gypsophilae* in gypsophyla plants by PCR. European J. Plant Pathol. 104: 85-91.
22. Miller, L., and Berger, J. 1985. Bacteria identification by gas chromatography of whole cell fatty acids. HP Application Note 3228: 41.
23. Miller, H. J., Quinn, C. E, and Graham, D. C. 1981. A strain of *Erwinia herbicola* pathogenic on *Gypsophila paniculata*. Neth. J. Pl. Path. 87: 167-172.
24. Pirone, P. P. 1945. Control of the gall disease of gypsophila caused by *Phytomonas gypsophilae* (Brown) Magrou. Phytopathology 35: 368-369.
25. Richard, C. 1984. Genus VI. *Enterobacter* Hormaeche and Edwards 1960, in Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, (N. R. Kneg and J. G. Holt eds), vol. 1., p465-469. The Williams & Wilkins Co., Baltimore, Maryland.
26. Schaad, N. W. ed. 1988. Laboratory Guide for Plant Pathogenic Bacteria. 2nd edition American Phytopathologic Society, St. Paul, MN.
27. Starr, M. P., and Weiss, J. E. 1943. Growth of phytopathogenic bacteria in a synthetic asparagin medium. Phytopathology 33: 314-318.
28. Vigodsky-Haas, H., and Ruben, M. 1983. The biology of gall development in gypsophila infected with *Erwinia herbicoola* and *Agrobacterium tumefaciens*. Phytoparasitica 11: 241.
29. White, L. O. 1972. The taxonomy of the crown-gall organism *Agrobacterium tumefaciens* and its relationship to rhizobia an other agrobacteria. J. Gen. Microbiol. 72: 565-574.
30. Young, J. M., Bradbury, J. F. , Davis, R. E. , Dickey, R. S. , Ercolani, G. L. , Hayward, A. C., Vidaver, A. K. 1991. Nomenclatural revisions of plant pathogenic bacteria and list of names 1980-1988. Rev. Pl. Pathol. 70: 211-220.

ABSTRACT

Hseu, S. H.[1], and Hsu, S. T.[2] 1998. Occurrence of bacterial gall of *Gypsophila paniculata* caused by *Erwinia herbicola* pv. *gypsophilae* in Taiwan. Plant Prot. Bull. 40: 329 -338. ([1] Department of Plant Pathology, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, R.O.C.; [2] Department of Plant Pathology, Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.)

Serious crown and root galls on nursery rooted cuttings of *Gypsophyla paniculata* were first observed in Puli, Taiwan in 1991. Subsequently, the gall disease was also found in other areas. The infected plants showed leaf yellowing, and eventually wilted and died. The galls were soft, friable, about 6 mm - 3 cm in size, and initially light yellow or light brown but gradually turned to dark brown. The microscopic observations revealed that the galled tissues were filled with numerous bacteria. A yellow, gram-negative rod-shaped bacterium was consistently isolated from the galled tissues. Strains of the isolated bacterium induced gall symptoms on inoculated plants of *G. paniculata*. The bacterium was identified as *Erwinia herbicola* pv. *gypsophilae* based on the physiological characteristics, the Biolog GN MicroPlate system, the MIDI system for cellular fatty acid anslysis, and the pathogenicity test. The commercial agrochemicals including copper bactericides, antibiotics and mixed formulations at generally used concentrations were tested for their inhibitory to the growth of *E. herbicola* pv. *gypsophilae*. Most strains of the bacterium were resistant to copper hydroxide and copper oxychloride, but were sensitive to streptomycin, kasugamycin, tetracycline and copper oxychloride-mancozeb combination.

(key words: *Gypsophila paniculata* L., bacterial crown and root gall, *Erwinia herbicola* pv. *gypsophilae*, bactericide-sensitivity)