

Phytophthora cinnamomi 引起之進口百合種球疫病

謝廷芳¹ 安寶貞^{1,2} 王姻婷¹

1 台中縣霧峰鄉 行政院農業委員會農業試驗所 植物病理系

2 聯絡作者, 電子郵件: pjann@wufeng.tari.gov.tw; 傳真: 04-23338162

接受日期: 民國 90 年 7 月 10 日

摘要

謝廷芳、安寶貞、王姻婷, 2001. *Phytophthora cinnamomi* 引起之進口百合種球疫病. 植病會刊 10:115-122.

西元 2000 年 3 月, 一批自荷蘭進口之葵百合 (*Lilium oriental* hybrid cv. Star Gazer) 種球芽體發生嚴重腐敗, 新芽基部與頂稍呈褐變腐敗狀; 種植時, 罹病百合植株莖部無法抽長即腐爛死亡。罹病組織經分離得到疫病菌 *Phytophthora cinnamomi*。以游走子或厚膜孢子懸浮液接種葵百合 (cv. Star Gazer) 種球之新芽, 無論有無傷口, 均可誘發病害, 但有傷口時, 發病較嚴重。接種種球苗產生之病徵與自然界發生者相同; 但以菌絲塊接種時, 不能造成病斑。另外, 以游走子接種盆栽百合之頂芽和莖部時, 發現本菌只為害幼嫩的頂芽。分離到的 *P. cinnamomi* 三個菌株均為 A¹ 配對型。該菌在 V-8 培養基上之菌落白色平滑, 無特殊花紋; 菌絲生長溫度 8-32 °C, 最適 28-32 °C; 在培養基上不產胞, 但產生大量球形厚膜孢子 (chlamydospores), 以及珊瑚狀菌絲膨脹體 (coralloid hyphal swellings)。以礦物鹽液水洗處理後, 可形成大量的胞囊, 胞囊梨型或橢圓形, 不具乳突 (papilla), 亦不脫落; 胞囊釋放游走子後, 會再生內生胞囊 (proliferated sporangia)。胞囊大小 27.5-67.5 x 22.5-45.0 μm, 平均為 48.6 x 34.7 μm, 胞囊長寬比 1.06-3.0, 平均為 1.58。 *P. cinnamomi* 危害百合種球為首度在台灣報導, 推測可能因該菌之強腐生能力, 殘存於介質中, 隨百合種球入侵台灣, 造成種球芽體腐敗。

關鍵詞: 百合、鱗莖、疫病、厚膜孢子、游走孢子、接種方法

緒言

百合為我國近年重點發展的球根花卉之一, 主產地分佈於中部與中南部一帶, 近年來栽培面積均超過二百餘公頃, 2000 年更高達 335 公頃, 年產量 776 萬打, 產值逾新台幣七億元⁽¹⁾。國產百合切花除內銷外, 東方型百合各品種亦外銷日本, 廣受消費者歡迎, 前景一片燦爛。目前台灣生產百合切花的技術已達國際水準, 惟對百合種球之培育技術尚未臻成熟, 每年仍需自國外 (主要為荷蘭) 進口大批種球供應切花生產。隨著百合的經濟栽培, 病蟲害問題亦接踵而來, 在台灣已記載的百合病害即有十數種之多⁽⁷⁾, 包括萎凋病 (*Fusarium oxysporum* Schlecht. f.sp. *lilii* Imle 引起)、白絹病 (*Sclerotium rolfsii* Sacc. 引起)⁽⁶⁾、根腐病 (*F. oxysporum*, *Pythium spinosum* Sawada, *Rhizoctonia solani* Kuhn 引起)⁽¹⁵⁾、苗枯病 (*Fusarium proliferatum* (Matsushima) Nirenberg⁽³⁾、*R. solani*⁽¹⁸⁾ 引起)、灰黴病 (*Botrytis elliptica* (Berk.) Cooke 引起)⁽⁵⁾、疫病 (*Phytophthora parasitica* Dastur (= *P. nicotianae* B. de H.) 引起)⁽²⁾ 及病毒病害⁽⁴⁾。其中, 疫病、白絹病與灰黴病均為

百合重要的真菌性病害。上述病害大部分都在近年才被發現⁽⁷⁾, 推測有些新病害可能伴隨種球入侵台灣。本報告提出一則進口百合種球帶菌與罹患疫病之報導。

材料與方法

病菌之分離與保存

將罹病葵百合 (*Lilium oriental* hybrid cv. Star Gazer) 種球的芽體取下洗淨, 瀝乾水分後, 沿病斑處切成 5 x 5 x 5 mm 之小塊, 經 0.5% NaClO 溶液表面消毒三分鐘, 以衛生紙瀝乾, 放置於含有 20 ml 水瓊脂 [2% (w/v) water agar, Difco] 之直徑 9 cm 培養皿內, 置於 24 °C 下, 以分離可疑病原菌。於分離後第二天開始, 菌絲即陸續自病組織長出, 經鏡檢發現長出的病菌均為疫病菌。因此切取前端菌絲, 移植於新鮮之 5% V-8A [5% V-8 vegetable juice agar, 含 5% V-8 vegetable juice (Campbell Co.) 與 0.02% CaCO₃ 混合後, 加入 2% Bacto agar (Difco)] 上。分離之

菌經單厚膜孢子分離後，移植於 5% V-8A 上，在 24 ℃ 下無光照培養 3-5 天，切取前端菌絲塊 (10 x 5 x 5 mm)，保存於含無菌水之試管中⁽¹⁴⁾，供下列各項試驗。

疫病菌之產胞

胞囊的產生：依 Hwang 等⁽¹⁹⁾ 研發的方法，讓供試菌株產生胞囊 (sporangia)。供試菌株先在 5% V-8A 上培養 3-5 天，將尖端的菌絲切成 2 x 2 x 2 mm 小塊。配製含有 20 ml 的 10% V-8A 培養皿 (9 cm diam., Pyrex Co.)，且鋪上一層滅菌玻璃紙 (cellophane paper)。每皿放置 9-12 塊菌絲塊，在 24 ℃ 無光照培養 24 hr。再將含菌塊之玻璃紙移入另一滅菌培養皿內，倒入 20 ml 新鮮 5% V-8J (不添加瓊脂的 5% V-8A)，再於 24 ℃ 黑暗中培養 24 hr。第三天以礦物鹽液 (mineral solution) 漂洗三次，每次間隔 30 min。隨後將培養皿置於光照定溫箱內 (2000-3000 lux, 24 ℃) 1-4 天，每日鏡檢，等待胞囊長出。胞囊長出後，在顯微鏡下觀察與測量孢子大小，每菌株至少 100 個。

游走子釋放 (胞囊間接發芽)：產生胞囊的菌絲培養皿，每皿加入 20 ml 無菌水，置於 15 ℃ 下低溫靜置 30 min，再放回 24 ℃ 約 30 min，大部分成熟之胞囊均會間接發芽，釋放游走子 (zoospores)。將游走子懸浮液濃度調節成每毫升含 10^{4-5} 游走子，供接種試驗。

厚膜孢子 (chlamydospores) 的產生：其過程與產生胞囊的方法大致相似，上述在 5% V-8J 營養液中生長的菌體，不經礦物鹽液漂洗與光照處理，直接在黑暗中培養 5-7 天，即可產生大量成熟的厚膜孢子。在顯微鏡下觀察與測量厚膜孢子大小，每菌株 100 個。接種用之厚膜孢子加無菌水 (或蒸餾水) 100 ml，以打碎機 (Onmi mixer) 經 4500 rpm 打碎 5 min。濾液經兩次篩網過濾，收集厚膜孢子溶液，先以 100 mesh 篩網 (孔徑 76 μm，直徑 20 cm) 濾去菌絲，過濾液再經 400 mesh 篩網 (孔徑 18-19 μm) 收集與約一公升的蒸餾水清洗去養分，並加入蒸餾水調整孢子濃度至每毫升約有 500-1000 個厚膜孢子，供接種試驗。

配對型的測定與卵孢子的產生

配對型 (mating type) 的測定：供試菌株先在新鮮 5% V-8A 上培養 3-5 天，將尖端的菌絲切成 2 x 2 x 2 mm 小塊，移入含有 10 ml 的新鮮 10% V-8A 培養皿 (6 cm diam., Pyrex Co.) 的中央，每皿放置單一菌株，每皿 3-4 塊菌絲塊，在 24 ℃ 無光照培養 6-10 天。爾後，在顯微鏡下鏡檢有無卵孢子產生。如有卵孢子形成，該菌即為同絲型 (homothallic)；如無則可能為異絲型的菌株，再依 Ann & Ko⁽¹³⁾ 發展的方法將供試菌株與標準菌株 (*Phytophthora parasitica* 之 P991 (A1) 與 P731 (A2)) 對峙培養，測定供試菌株的配對型。方法為將新鮮 10% V-8A 切成 15 x 10 x 5 mm 大小，放置於直徑 9 cm 的培養皿內，沿邊緣排成一

圈，每皿 6-8 塊。隨後將供試菌株的菌絲塊放在上述洋菜塊的一端，另一端則放置擬測配對型標準菌株的菌絲塊，兩者約距 0.5 cm。之後將培養皿以蠟膜紙 (paraffin paper) 密封，外以鋁箔紙包裹，避免光線照射，於 24 ℃ 下培養 6 天。經對峙培養後，如果僅與 A1 配對培養會產生卵孢子者定為 A2 配對型，僅與 A2 配對產生卵孢子者定為 A1 配對型；如果與兩者配對均可行有性生殖者定為 A1A2，而均不產生卵孢子者定為 A0。

卵孢子產生：利用 Ko 氏⁽²³⁾ 發展之夾膜 (nuclepore membrane) 方法，測定供試菌株產生之卵孢子 (oospores) 的大小，及 sexuality type。將欲產生卵孢子的菌株，先在新鮮 20% V-8A 瓊脂塊 (20 x 15 x 5 mm) 上於 24 ℃ 下無光照培養 6 天，而供做產生荷爾蒙 (hormone) 刺激相對配對行有性生殖的標準菌株 (相對配對型)，則在相同培養基上生長一天。將一塊生長六天的菌絲塊放入 9 cm 培養皿中央，上面覆蓋一張滅菌的薄膜 (polycarbonate membrane, 0.2 μm, 90 mm diam.; Nuclepore, Pleasanton, CA94566, USA)，再將生長一天具相對配對型、同樣大小菌塊，以菌絲面朝下密貼其上。培養皿以蠟膜紙密封，置於 24 ℃ 無光照培養 6 天。爾後，去除薄膜與上層菌塊，再於相同條件下培養六天後，等待卵孢子成熟。同時在顯微鏡下觀察與測量藏卵器、卵孢子、藏精器的大小，每菌株至少測量 100 個，並測定供試菌株的 sexuality type。

菌絲生長與溫度的關係

配置 5% CV-8A (5% clarified V-8 juice agar, 5% V-8 vegetable juice 與 0.2% CaCO₃ 混合後，經 1500 rpm 低速離心 5 分鐘，取上層液，再加入 2% Bacto agar) 培養基，每直徑 9 cm 培養皿中含有 20 ml。供試菌株先在 5% V-8 瓊脂上培養 3-5 天，將尖端的菌絲切成 2 x 2 x 2 mm 小塊，移入培養皿的一端 (約距邊緣 1 cm)。溫度每 4 ℃ 一間隔，分成 8、12、16、20、24、28、32 和 36 等 8 處理，每一溫度兩培養皿，自第二天開始每日測量菌絲的直線生長速率，至菌絲長滿培養皿或第十天為止。試驗重複兩次。

疫病菌的鑑定

測定供試菌株的菌落形態、產生胞囊與厚膜孢子的條件、各種孢子 (胞囊、厚膜孢子、卵孢子) 的形態與大小、菌絲生長所需的溫度條件。再依疫病菌之分類文獻⁽²⁷⁾，予以鑑定之。菌落形態的觀察：將供試菌株於室溫下 (25-28 ℃) 培養於含有 5% CV-8A 與 PDA (馬鈴薯葡萄糖瓊脂，每公升培養基中含有 200 g 煮沸過切碎未去皮馬鈴薯塊莖的濾液、20 g 葡萄糖、2% Bacto agar) 的 9 cm 直徑培養皿中培養 4-6 天。其餘形態與生理特性的測量在上述試驗中均有詳細說明。

病原性測定

配製供試菌株的游走子與厚膜孢子懸浮液，以及含有菌絲的洋菜塊供為接種源。依前述方法使供試菌株產生游走子與厚膜孢子。接種前一小時內，將含厚膜孢子之菌絲塊打碎過篩，並加入蒸餾水調整濃度至每毫升約有 500-1000 個厚膜孢子。而游走子懸浮液的濃度則調節成每毫升含 $10^{4.5}$ 游走子。於 5% V-8A 上培養 3-5 天的菌絲塊則於接種時切成 5 x 5 x 3 mm 小塊，供接種試驗之用。供試接種葵百合 (cv. Star gazer) 包括含有芽體的鱗片球與含有花苞的成熟盆栽百合。百合種球於室溫下 (25-28 °C) 種植於含有栽培介質的六寸鉢中，每盆兩株，生長約 1.5-2 月，等花苞長出後供試。接種前將種球與植株輕輕以水洗淨，以吸水紙吸乾水分後供接種試驗。

接種方法：將 1 ml 厚膜孢子 (500 spores/ml) 或游走子懸浮液 ($10^{4.5}$ zoospores/ml) 滴於滅菌棉花球上，隨即將帶菌棉花球覆於鱗片球的芽體上，或覆於含有花苞百合植株的花梗上，或纏繞於第五位葉之莖部上。含菌洋菜塊則以膠帶固定於接種部位。接種分傷痕接種與無傷痕接種，傷痕接種者於接種前以 1 號昆蟲針 (20 支一束) 輕微刺傷接種部位。另外，以游走子懸浮液 ($10^{4.5}$ zoospores/ml) 噴霧接種於整株植株上，接種後將接種百合置於塑膠袋內保持高濕 48hr，兩天後開始觀察接種部位的發病情形，並記載發病率。對照處理接種含有蒸餾水的棉花或無菌洋菜塊。每處理四重複，試驗重複一次。接種後將發病的組織剪下，洗淨後，以 0.5% NaClO 溶液表面消毒三分鐘，以衛生紙瀝乾後，放置於半選擇性培養基上⁽²⁴⁾，於室溫下培養數天，觀察有無菌絲長出，來確定罹病部位是否為接種菌株所引起。選擇性培養基為 5% CV-8A 於滅菌後加入 ampicillin 100 ppm, PCNB (pentachloronitrobenzene) 10 ppm 及 mycostatin 50 ppm。

結果

病徵與病菌的分離

西元 2000 年 3 月間，由荷蘭進口的一批葵百合 (cv. Star Gazer) 種球中，約 30% 的鱗莖抽芽不良，剖開鱗莖後發現幼芽基部或頂梢部位呈淡褐色水浸狀或褐化腐敗狀之病徵，發病嚴重的芽體呈黑色腐敗狀 (圖一)；種植時，百合植株莖部無法順利抽長即腐爛死亡。自罹病之百合罹病芽體組織上共分得 3 株疫病菌 (PCiL1-3)。

病菌特性與鑑定

所有分離的疫病菌經鑑定均為同一種 (species)。在室溫下，PCiL1,2,3 等供試菌株在 5% CV-8 瓊脂上生長之菌落平滑無特殊花紋，氣生菌絲稀少；但在馬鈴薯葡萄糖瓊脂

(PDA) 上生長時，具有玫瑰花瓣狀 (rosette) 的花紋 (圖三)。菌絲可在 8-32 °C 生長，最適生長溫度為 28-32 °C (圖十)。

在 5% V-8 瓊脂上不形成胞囊 (sporangia)，將菌絲塊切下放入無菌水中光照時，亦無胞囊產生。但菌絲經礦物鹽液漂洗處理後⁽¹⁹⁾，3-5 天內會形成少量胞囊。胞囊梨型或橢圓形，不具乳突 (papilla) 亦不脫落 (圖四)，胞囊釋放游走子後，會再生內生胞囊 (proliferated sporangia) (圖五)。PCiL1 的胞囊大小 27.5-67.5 x 22.5-45.0 μm ，平均為 48.6 x 34.7 μm ，胞囊長寬比 1.06-3.0，平均為 1.58。

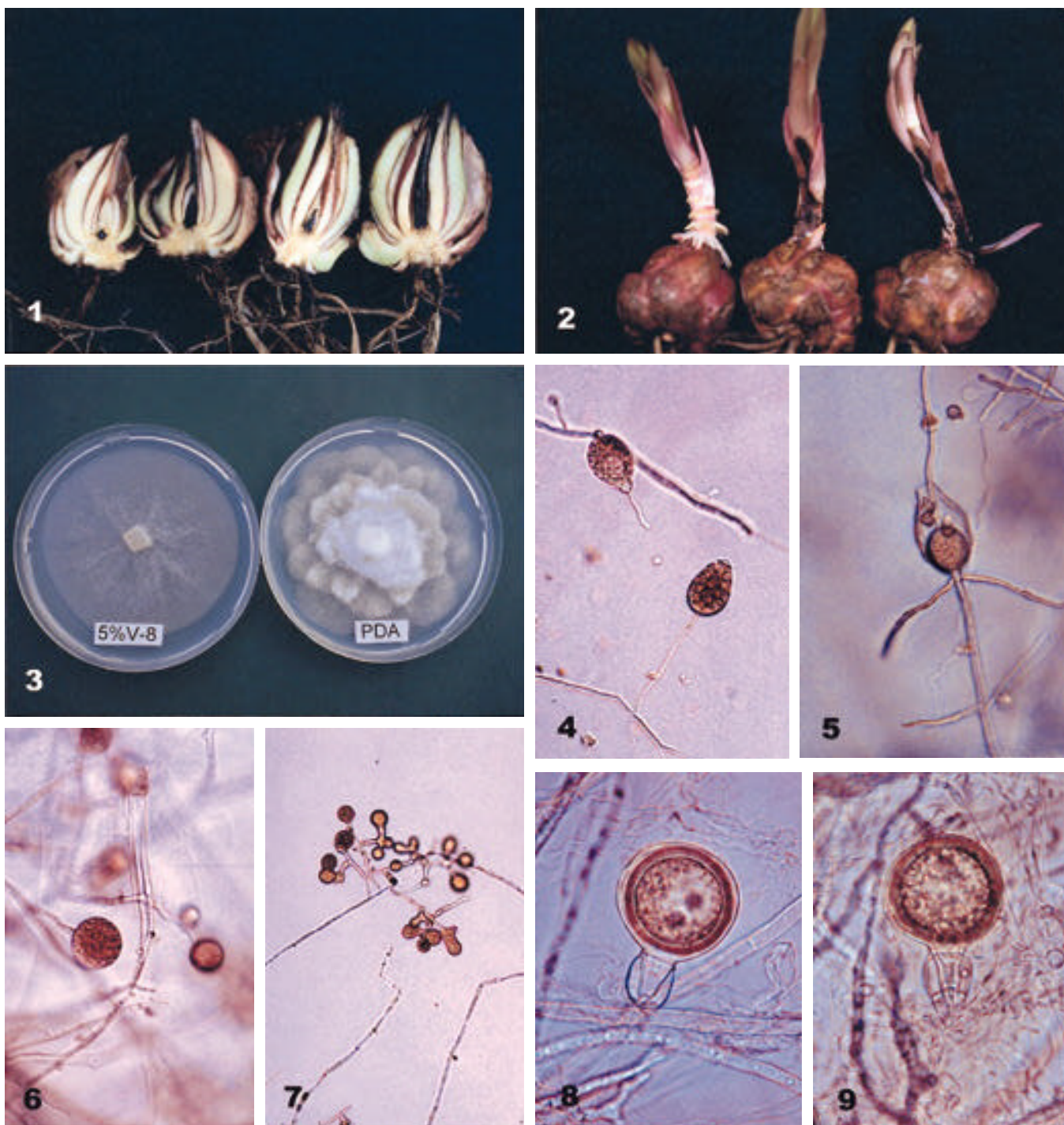
在 5% V-8 固體培養基上，所有供試菌株均會產生厚膜孢子 (chlamydozoospores)；在 5% V-8J 培養液中，孢子形成量更多。厚膜孢子球形、壁薄，PCiL1 菌株的厚膜孢子大小為 20 x 45 μm ，平均為 34.2 μm (圖六)。菌株在固態與液態培養時同時會產生菌絲膨脹體 (hyphae swellings)，成珊瑚狀 (coralloid) 或不規則成串的球狀 (spherical) (圖七)。

該菌在單獨培養時不形成卵孢子，但與 *P. parasitica* A2 菌株對峙培養後會產生卵孢子，為異絲型 (heterothallism)。當利用夾膜法⁽²²⁾，將菌株與 A2 配對型之標準菌株對峙培養後，測試菌株均會單獨產生卵孢子。因此供試菌株為 A1 配對型 (A1 mating type)，並屬 sexuality type 4 (可刺激 A2 菌株，及被 A2 菌株刺激以形成卵孢子)⁽²³⁾。該疫病菌的卵孢子較一般疫病菌者為大 (圖八)，藏卵器 (oogonia) 表面平滑，卵孢子為非充實性，藏精器 (antheridia) 底著，大部分單室偶有二室者 (圖九)。PCiL1 的有性生殖器官大小：藏卵器 (oogonia) 為 32-48 μm ，平均 37.6 μm ；卵孢子大小為 24-40 μm ，平均 29.5 μm ；藏精器大小為 14-28 x 12-20 μm ，平均 20.4 x 16.8 μm 。

由以上各種形態與生理特徵，諸如形成珊瑚狀的菌絲膨脹體與產生大量的厚膜孢子，大型的卵孢子與偶有二室的藏精器，顯示自百合種球芽體分離到的疫病菌均為 *Phytophthora cinnamomi* Rands，且為標準正常型 (typical type)^(27,28)。

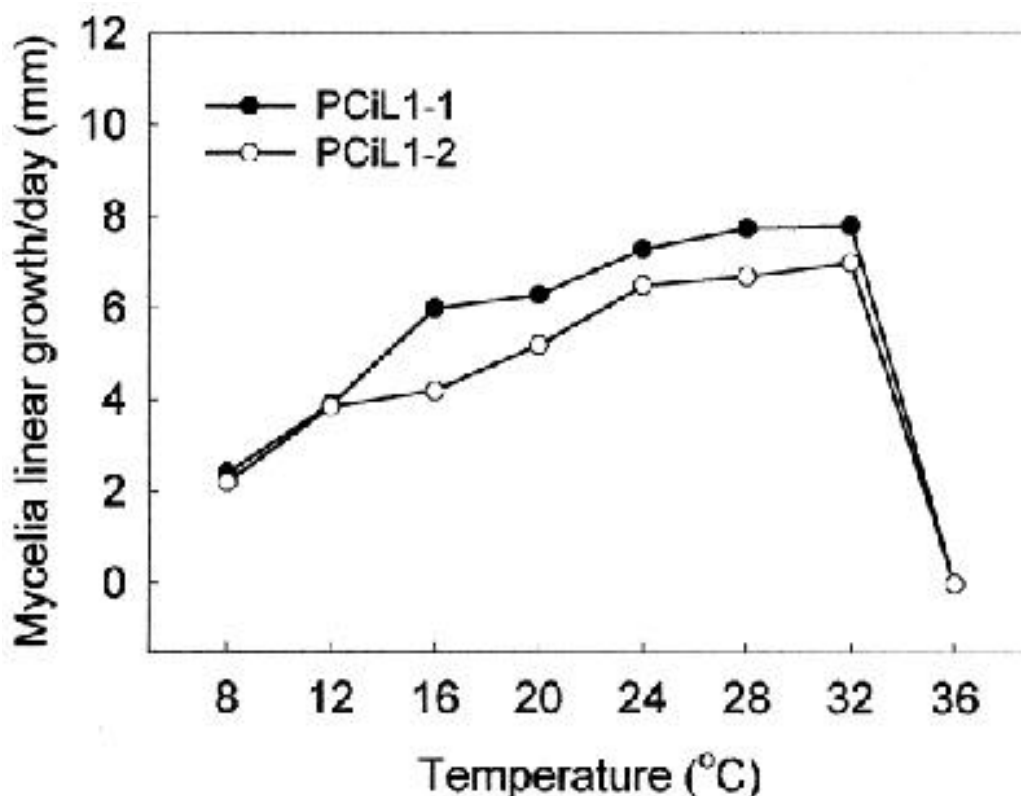
病原性測定

將含有一毫升 *P. cinnamomi* 游走子 ($10^{4.5}$ zoospores/ml) 或厚膜孢子 (500 spores/ml) 懸浮液之消毒棉花覆於種球的芽體上，五天後即會引起接種處褐變腐敗，芽體枯萎 (圖二)，發病率分別為 90% 和 60% (表一)，人工接種所造成的病徵與進口種球發病的情形相同；但以菌絲塊接種百合種球的芽體，並不會造成任何病徵。游走子與厚膜孢子侵染芽體不需要傷口，但有傷口存在時疫病菌侵染的速率較快且發病率較高 (表一)。而接種蒸餾水的對照處理在試驗期間亦無發病 (表一)。另外，將游走子懸浮液滴於纏繞有消毒棉之百合植株頂芽及第五位葉的莖部，三天後在頂芽之花梗及幼嫩葉片上亦會引起褐色水浸狀斑，病斑迅速擴大，最後造成花苞枯萎掉落與葉片枯萎下垂、甚而脫



圖一至圖九、百合種球疫病與疫病菌。一、種球疫病病徵，芽體褐化枯萎；二、接種疫病菌之百合芽體；三、*Phytophthora cinnamomi* 疫病菌之菌落型態；四、孢囊；五、巢生再生孢囊；六、厚膜孢子；七、菌絲膨脹體；八&九、卵孢子。

Figs 1-9. Disease symptoms of lily bulbs caused by *Phytophthora cinnamomi* and the morphological characteristics of the pathogen. 1, Shoot blight of lily bulbs; 2, The brown lesions on artificial inoculated shoots of bulbs (middle and right) and the health control (left); 3, Colonies on 5% clarified V-8 agar and PDA plates (6 days, room temperature); 4, Sporangia (X250); 5, A nested proliferating sporangium (X250); 6, Chlamydospores (X250); 7, Hyphal swellings (X250); 8, An oospore with a single-celled antheridium (X500); 9, An oospore with a two-celled antheridium (X500).



圖十、百合種球疫病菌 *Phytophthora cinnamomi* 於 5% CV-8 瓊脂上之直線生長情形。

Fig. 10. Linear growth of lily isolates of *Phytophthora cinnamomi* on 5% clarified V-8 agar plates at various temperatures in darkness.

表一、疫病菌接種在百合種球芽體上的發病情形

Table 1. Pathogenicity of different organs of *Phytophthora cinnamomi* to buds of lily bulbs at 24

Inoculum	Disease incidence (%) ¹	
	Wounded	Non-wounded
Chlamydospores	60	40
Zoospores	90	60
Mycelial plugs	0	0
Check (water)	0	0

¹. Data were taken 5 days after inoculation.

落，發病率為 100%；然而接種在第五位葉之莖部時，未見接種部位產生任何病徵（表二）。以游走子懸浮液噴佈接種於整株百合植株上時，三天後有 62.5% 的頂芽受害，而其餘部位則不見病徵出現（表二）。罹病組織經表面消毒後，可再分得相同之接種疫病菌 *P. cinnamomi*。

討論

依據歐美報導，疫病為百合重要病害之一，主要由 *P. parasitica*⁽²⁵⁾ 及 *P. cactorum* (L. & L.) Schroeter⁽¹⁶⁾ 引起。在台灣，疫病亦是百合栽培產業的重要病害之一，1989

表二、疫病菌游走子接種百合植株的發病情形

Table 2. Pathogenicity of zoospores of *Phytophthora cinnamomi* to different portions of lily plant at 26

Inoculation	Disease incidence (%) ¹	
	Top bud	Stem below 5th leaf
Zoospores in cotton	100	0
Check (Water)	0	0
Zoospores by spraying	62.5	0
Check (Water)	0	0

¹. Data were taken 5 days after inoculation.

年開始即在各栽培產區陸續發現，分離到的疫病菌均為 *P. parasitica*⁽²⁾。由於在降雨季節，設施或露地栽培之百合管理不當時，極易誘發疫病危害，嚴重時造成全園廢耕，因此該病害甚受花農與農政單位注意。十數年來農試所亦自 25 區罹病百合田陸續分離到百餘株疫病菌株，亦全為 *P. parasitica* (未發表)，尚無 *P. cactorum* 或其他種疫病菌出現。直到 2000 年 3 月，一批自荷蘭進口的百合種球發生嚴重芽腐情形，經此次試驗分離、接種及鑑定結果，確定係由疫病菌 *P. cinnamomi* 引起。

遍查國內外文獻，均無 *P. cinnamomi* 危害百合的正式報導，僅在 Zentmyer 發表的專書 (*Phytophthora cinnamomi*

and the diseases it causes) 中記錄該菌曾於 1948 年在澳洲的 *Lilium philippinense* 試驗田苗圃中出現過⁽²⁸⁾。 *P. cinnamomi* 一般危害植物的根系，造成幼苗猝死 (seedling blight or damping off) 或成株植物的根腐 (root rot) 與立枯 (decline)，世界著名的病害有鳳梨心腐病 (pineapple heart rot)、酪梨根腐病 (avocado root rot)、桉樹根腐病 (eucalyptus root rot) 等。在台灣， *P. cinnamomi* 最早的記錄始於 1936 年，引起雞納樹的幼苗枯萎⁽²⁶⁾。目前台灣有記錄的寄主共有 10 屬 (genus) 作物，包括鳳梨、秋海棠、茶花、雞納樹、樟樹、土肉桂、柑橘、酪梨、杜鵑與蓮霧果實等⁽¹⁷⁾，其中柑橘⁽⁹⁾、秋海棠⁽¹¹⁾ 及蓮霧果實 (未發表) 上分離的 *P. cinnamomi* 與其他作物上分離到的菌株在形態與生理特性上稍有差異，為非標準型的 (atypical type)⁽¹²⁾。但這三種作物上分到的 *P. cinnamomi* 菌卻有共同特徵，包括菌絲生長溫度最高可達 36 (typical type, 32-33)，產生厚膜孢子與卵孢子的能力非常差，數目很少 (typical type, 產生很多)。此次自百合種球芽體分離出的 *P. cinnamomi* 則為標準型的，可以產生大量球形的厚膜孢子與卵孢子，它的藏精器亦偶有二室，均與命名者 Rands 當初對該菌的描述相符⁽²⁸⁾。它的配對型為 A1 mating type 且屬 sexuality type 4⁽²³⁾，可以刺激 A2 配對型疫病菌行有性生殖，反之亦然。至於台灣這兩類特性有差異的 *P. cinnamomi*，將來可經由病原性測定與 DNA 等分析予以詳細比較，以明瞭其間的差異性與分類地位的歸屬。

在疫病菌當中， *P. cinnamomi* 為腐生性最強的種 (species)⁽²⁸⁾，乃因該菌可以形成大量的厚膜孢子，在土壤或腐殖質中長期存活。實驗亦證明， *P. cinnamomi* 經常可以自土壤中 (包括台灣)⁽²⁴⁾ 分離得到。因此，推測此次百合種球芽體罹患疫病，可能原因有二，其一為採種田的百合母種球根系被 *P. cinnamomi* 侵染而帶菌，種球在萌芽後因高濕環境造成芽體發病且相互傳染蔓延。其二為母種球健康，但裝箱使用的介質泥炭苔被 *P. cinnamomi* 污染，導致芽體被感染而發生病害。

台灣近年來經濟進步，花卉種苗事業亦蓬勃發展，十數年間自國外進口的花卉苗木與種球數量龐大⁽¹⁾。在此期間，台灣亦有許多新病害被發現⁽⁸⁾，其中也包括許多台灣新記錄的疫病菌，自 1975 年以後，如 *Phytophthora capsici* Leonian (1977)⁽²¹⁾， *P. melonies* Katsura (1977) (= *P. drechsleri*)⁽²¹⁾， *P. cryptogea* Pethybridge & Lafferty (1979)⁽²⁰⁾ 等重要疫病菌陸續在台灣出現，造成農業上嚴重的困擾與損失，尤以 *P. capsici* 為甚。聯絡作者曾多次在進口的盆栽罹病苗木上直接分離到疫病菌，包括康乃馨疫病 (非標準型的 *P. capsici* 引起) (未發表)、西洋杜鵑萎凋 (非標準型的 *P. capsici* 引起)⁽¹¹⁾、虎斑粗肋草葉枯病 (*P. meadii* 引起)⁽¹⁰⁾ 等，此次則在百合種球上分離到 *P. cinnamomi*，均為國外病原菌藉種苗 (含介質) 入侵我國的直接證據，值得農政單位注意。

誌 謝

本研究報告承行政院農業委員會經費補助，僅此致謝。

引用文獻

1. 未具名. 2000. 農業統計年報. 行政院農業委員會編印. 台北. 445頁.
2. 安寶貞、羅朝村、謝廷芳. 1992. 台灣百合之疫病. 植保會刊 34:64-69.
3. 吳瑞香、黃振文. 1997. 百合苗枯病的主要病原菌 : *Fusarium proliferatum*. 植病會刊 6:103-110.
4. 張清安. 1996. 球根花卉病毒及預防. 球根花卉產業研討會專刊第 160-173 頁. 農林廳種苗改良繁殖場編印. 台中.
5. 謝廷芳、杜金池. 1993. 本省百合灰黴病之發生. 植保會刊 35: 355. (摘要)
6. 謝廷芳、杜金池、蔡武雄. 1990. 溫濕度對百合白絹病發生之影響. 中華農業研究 39:315-324.
7. 張弘毅、方尚仁、歐陽瑋編. 2001. 百合保護 - 植物保護圖鑑系列 5. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局出版. 台北. 119頁.
8. 蔡雲鵬. 1991. 台灣植物病害名彙. 修訂三版. 中華植物保護學會、中華民國植物病理學會出版. 台中. 356頁.
9. Ann, P. J. 1984. Species, mating types and pathogenicity of *Phytophthora* distributed in citrus orchards in Taiwan. Trans. Br. Mycol. Soc. 82:631-634.
10. Ann, P. J. 1992. Phytophthora diseases of ornamental plants in Araceae in Taiwan. Plant Pathol. Bull. 1:79-89.
11. Ann, P. J. 2000. New disease records of flowering potted plants caused by *Phytophthora* species in Taiwan. Plant Pathol. Bull. 9:1-10.
12. Ann, P. J., and Ko, W. H. 1985. Variants of *Phytophthora cinnamomi* extend the know limits of the species. Mycologia. 77:946-950.
13. Ann, P. J., and Ko, W. H. 1988. Hormonal heterothallism in *Phytophthora parasitica*: a novel mode of sexual reproduction? J. Gen. Microbiol. 134:2985-299.
14. Boesewinkel, H. J. 1976. Storage of fungal cultures in water. Trans. Br. Mycol. Soc. 66:183-185.
15. Chen, S. K., and Wu, W. S. 1988. Etiology of lily root rot. Plant Prot. Bull. 30:410. (Abstr.)
16. Drechsler, C. 1926. Root-rot of *Lilium candidum* and *Lilium pyrenaicum* caused by *Phytophthora cactorum*. Phytopathology 16:51-53.
17. Ho, H. H., Ann, P. J., and Chang, H. S. 1995. The Genus *Phytophthora* in Taiwan. Acad. Sin. Mon. Ser. 15. Taipei, Taiwan, ROC. 86 pp.
18. Hsieh, T. F., Chang, Y. C., and Tu, C. C. 1996. The occurrence of *Rhizoctonia* seedling blight of lily in Taiwan. Plant Pathol. Bull. 5: 80-84.

19. Hwang, S. C., Ko, W. H., and Aragaki, M. 1976. A simplified method for sporangial production by *Phytophthora cinnamomi*. *Mycologia* 68:1233-1234.
20. Kao, C. W. 1978. Root rot of *Gerbera jamesonii* caused by *Phytophthora cryptogea*. *Plant. Prot. Bull.* 21(4):11. (Abstr.)
21. Kao, C. W., and Leu, L. S. 1977. Three unreported species of *Phytophthora* in Taiwan. *Plant. Prot. Bull.* 19:302-303. (Abstr.)
22. Ko, W. H. 1978. Heterothallic *Phytophthora*: evidence for hormonal regulation of sexual reproduction. *J. Gen. Microbiol.* 107:15-18.
23. Ko, W. H. 1980. Hormonal regulation of sexual reproduction in *Phytophthora*. *J. Gen. Microbiol.* 116:459-461.
24. Ko, W. H., Chang, H. S., and Su, H. J. 1976. Isolates of *Phytophthora cinnamomi* from Taiwan as evidence for an Asian origin of the species. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 72:353-358.
25. Tasugi, H., and Kumazawa, M. 1938. Phytophthora rot of lily. *J. Imp. Agric. Exp. Sta.* 3:207-238. (Rev. Appl. Mycol. 17:681, 1938)
26. Sawada, K. 1936. Study on Phytophthora disease of Cinchona in Taiwan. *Formosan Agric. Rev.* 32:1-21.
27. Waterhouse, G. M. 1963. Key to the species of *Phytophthora* de Bary. *Mycol. Pap.* 92. Comm. Mycol. Ins. Kew, Surrey, England.
28. Zentmyer, G. A. 1980. *Phytophthora cinnamomi* and the Diseases It Causes. APS Monograph no.10. St Paul. Minnesota. USA.

ABSTRACT

Hsieh, T. F.¹, Ann, P. J.^{1,2}, and Wang, E. T.¹ 2001. Bud blight of imported lily bulbs caused by *Phytophthora cinnamomi*. Plant Pathol. Bull. 10:115-122 (¹ Taiwan Agricultural Research Institute, Wu-feng 413, Taichung, Taiwan, R. O. C. ; ² Corresponding author, E-mail: pjann@wufeng.tari.gov.tw; Fax: +886-4-23338162)

In March 2000, most of the lily bulbs (*Lilium oriental* hybrid cv. Star Gazer) in a cargo from the Netherlands were found to be rotten. Shoots and basal portions of the affected bulbs showed brown discoloration and deterioration. When these blight bulbs were planted in the medium, stem shoots did not grow and the bulbs eventually died and rotten. *Phytophthora cinnamomi* was isolated from all the diseased tissues obtained from the affected bulbs. Both zoospore and chlamydospore suspensions, but not mycelia, of the isolated organism caused brown rot to the young shoots of lily bulbs (cv. Star Gazer) in the pathogenicity tests. The disease symptoms induced by the fungus via artificial inoculation were similar to those occurring in nature. *Phytophthora cinnamomi* was reisolated from the diseased tissues of inoculated plants. Wounding is not required for successful infection of lily bulbs by the fungus, but the disease was more severe when bulbs were wounded. Zoospores of the pathogen could only infect very young tissues of lily plants such as buds and shoots. They were not able to infect the old stem tissues. To our best knowledge, this is a previously unreported new disease. All three isolates of *P. cinnamomi* obtained from lily bulbs were of the typical type and belonged to A¹ mating type. Colonies of the fungus on V-8 agar were white and smooth. The fungus failed to grow at 36 °C but were still able to grow at 8 °C. Chlamydospores and collared hyphae swellings but not sporangia were produced on solid medium. However, abundant sporangia were produced when mycelial mates were washed with a mineral solution for 3 times and incubated under light at 24 °C. Sporangia were subspherical or lemon-shaped, non-deciduous and non-papillate. New sporangia were found successively within or beyond empty sporangia by renewed growth of sporangiophore through the base of the original sporangium. Sporangia measured 27.5-67.5 μm x 22.5-45.0 μm with an average of 48.6 x 34.7 μm. The length/width (L/B) of sporangia ranged from 1.06 to 3.0 with a mean as 1.58.

Key words : Lily, *Phytophthora cinnamomi*, zoospore, chlamydospore, inoculation, first report