

環境因子對檬果炭疽病發生之影響

安寶貞 黃瑞卿 陳茂發

嘉義市 台灣省農業試驗所嘉義農業試驗分所

接受日期：中華民國 83 年 3 月 19 日

摘 要

安寶貞、黃瑞卿、陳茂發. 1994. 環境因子對檬果炭疽病發生之影響. 植病會刊 3:34-44.

檬果炭疽病菌 (*Collectotrichum gloeosporioides*) 之分生孢子可以無傷痕侵染愛文檬果的幼嫩組織 (新葉、幼莖、和花穗) 與整個發育期的果實，且只要濕度飽和，受感染部位均可立即顯現病徵。當濕度飽和時，生長發育期與硬核期 (綠熟果) 之愛文檬果果實在被感染後，表皮上會出現紫紅色小斑點。而幼葉亦可被感染後不立即出現病徵，而至組織老熟後才出現黑色、稍凹陷的多角形病斑，引起落葉。以上兩種檬果炭疽病病徵在前人報告中均尚未被描述過。留在樹上之新生與老舊病斑，枯枝以及地面的枯枝與落葉 (可被病菌腐生)，在濕度飽和時，均會形成大量的分生孢子，可為病害感染源所在。除水分 (雨水與露水) 外，褐葉蟬亦可以攜帶檬果炭疽病菌，但空氣與風不能傳播本病害。自 1980 年至 1984 年於台南玉井檬果專業區與嘉義農試所檬果果園設置試驗田，輔以套袋方法，探討溫度、濕度、降雨、及露水等因子對愛文檬果炭疽病發生之影響。結果顯示，多雨、高濕、及高溫均有助於病害發生，降雨較多時，接受自然感染之果實在後熟後出現之病斑數亦較多，兩者之直線相關係數 (r) 均在 0.76 以上；濕度、溫度、及露水雖亦與炭疽病之罹病度正相關，但不如降雨重要。濕度較高或降雨較多時，新生葉片上出現之紅褐色病斑數或當葉片老熟後出現之黑色病斑數亦較多。

關鍵詞：檬果炭疽病、氣象因子、降雨。

緒 言

炭疽病是本省檬果最嚴重之病害 (1,3,5)，受害部位包括花穗、果實、葉片、及幼莖，對檬果之產量與品質影響至巨。檬果炭疽病主要由 *Collectotrichum gloeosporioides* Penz. 引起 (8,10,17,18)，在世界各檬果栽培區均普遍發生 (8)。有時，被感染之葉片與果實直接出現病徵，造成葉片畸形、落葉、及落果，嚴重影響檬果之結實率；有時，病斑在果實後熟後才出現，造成果實腐敗，不耐運輸、貯藏。尤其本省之主要檬果品種“愛文 (Irwin)”對炭疽病十分感病，此病害更成為檬果外銷之致命因子。然而，有關氣象因子影響檬果炭疽病害發生之報告甚少，本文即調查一些可能影響檬果炭疽病發生之因子，及探討氣象因子和檬果炭疽病猖獗之關係。

材料與方法

供試檬果品種與病原菌分離

供試檬果品種主要為愛文，其餘尚包括在來種 (native varieties) 與海頓品種 (Haden)。病原菌之分離，為由全省各檬果園採集罹病之葉片、花穗、及果實。罹病組織經水洗、拭乾後，沿病斑切成 2×2 mm² 的小塊，經 0.5% 次氯酸鈉液 (NaClO) 表面消毒三分鐘，置於含 500 ppm 鏈黴素 (streptomycin sulfate) 之馬鈴薯葡萄糖瓊脂 (一公升之培養基中含：200 公克馬鈴薯煎汁液，葡萄糖 20 公克，瓊脂 15 公克，簡稱 PDA) 上。每九公分直徑之培養皿中放置 10 塊病組織，靜置於室溫下，等菌絲長出並產生分生孢子 (conidia)。經單胞分離後，菌株保存於 PDA 斜面上 (1.5×16 cm) 的試管，

含 5 ml PDA)。同時，採集與購買成熟之檬果果實，放置於 30 × 20 × 10 cm 的透明塑膠盒內，保持高濕，等果實長出病斑並形成分生孢子堆 (aceverlus) 時，直接以單胞分離法獲得菌株。CG-10 為分離自玉井愛文幼果之菌株，產生分生孢子之能力與致病力 (virulence) 均強，供以下接種試驗用。

炭疽病接種原製備與接種方法

單胞分離之菌株 CG-10 於 PDA 斜面上室溫下，光照 (約 2000-3000 Lux) 培養 7-10 天，以移植針刮下分生孢子，加入 10 ml 無菌水，配製成孢子懸浮液。滴 3-5 滴孢子懸浮液於 PDA 平版上，並以無菌玻璃棒將分生孢子平抹與分散。經光照培養 7 天，每皿加入 20 ml 無菌水，洗下分生孢子，並調整其濃度為每毫升 10^6 個孢子。每 1000 ml 之孢子懸浮液倒入一大燒杯內，並加入展著劑 CS-7(3000 倍稀釋液)，以供為接種原。

接種方法：將檬果之葉片與果實先經 70% 酒精消毒 (噴霧式)，等酒精揮發後，以噴霧器將孢子懸浮液均勻噴佈於葉片表面，至滴水為止；果實則浸於孢子懸浮液中 5 sec。為避免接種前、後之田間自然感染，田間接種者均以白色紙袋套袋，紙袋之大小依組織之大小自製，並每月更換一次。溫室接種者則無套袋。

病害調查

檬果組織接種後，在兩星期以內出現之病斑為非潛伏感染者，至組織老熟後才顯現之病斑為“潛伏感染” (latent infection) 病斑。葉片罹病度以每平方公分內之數目表示之。調查方法將硬紙片剪成邊長 1 cm 之正方形孔，放置於接種葉片上，隨機調查 10 處，並平均之。果實之罹病度，計算單位果實上所有之病斑數目，每三天調查一次，至果實完全腐敗或 15 日為止。

檬果炭疽病之感染源與傳播調查

在嘉義分所，每日下午將含有 500 ppm 鏈黴素的 PDA 培養皿放置於細網中，吊於檬果花穗下，共十處，於第二天早上取回培養皿，於室溫下靜置 5-7 天，鏡檢有無炭疽病菌長出，以判斷露水是否可以攜帶與傳播病菌。另將果園中自氣象儀器中採集之下層雨水取回，檢查其中有無炭疽病菌之分生孢子，並將類似者分離培養以確定之。此外，於花期捕捉花穗上之昆蟲，包括蒼蠅、葉蟬類等，取回之昆蟲不經任何消毒處理，直接放在含有 500 ppm 鏈黴素的 PDA 培養基上，偵測昆蟲體表之帶菌情形。

同時，採集檬果園之落葉與修剪後之枝葉，將葉片放在塑膠袋中，將袋口密封，保持袋內潮濕，5-10 天後檢視葉片上是否有炭疽病菌、病菌之分生孢子堆、

甚而炭疽病菌之有性世代子囊殼 (perithecia) 與子囊孢子 (ascospores) 形成。

氣象因子對檬果炭疽病菌侵染時期之影響

於台南玉井“檬果專業區”及嘉義農試分所的愛文檬果園內設置氣象儀器，包括露水計、溫濕度計、雨量計等，以記錄氣象資料。檬果由抽花穗開始，分施藥區 (每 7-10 天噴佈鋅錳乃浦或甲基鋅乃浦之 400 倍稀釋液一次) 與無施藥區，同時將謝花結實之小果 (長 1 cm 以內) 套袋，至花期過後，完全停止施用殺菌劑。施藥區之套袋果，每 7 天打開 20 個，讓其自然感染炭疽病，一星期後再將其重新套袋，至果實成熟後，採回放置於室溫下後熟，並等待果實出現病斑。計算各不同時期接受自然感染之果實出現病斑之數目，並與氣象資料相對照，且經統計分析，以明瞭病菌侵染果實與氣象因子之相關性。

在嘉義分所，並將套袋果實以人工接種方式接種炭疽病菌，每 7 天接種 20 粒，接種後立即將接種之果實套袋，至果實成熟採收後，記錄不同時期接種之果實之發病情形。

關於炭疽病菌侵染葉片與氣象因子之相關性調查，於供試果園中，將萌芽抽新梢之枝條予以標示，每星期 20 新梢，於一個月內調查葉片罹患炭疽病之情形。此外，於次年 2-6 月調查老熟葉片上出現之潛伏感染病斑，每月調查一次。

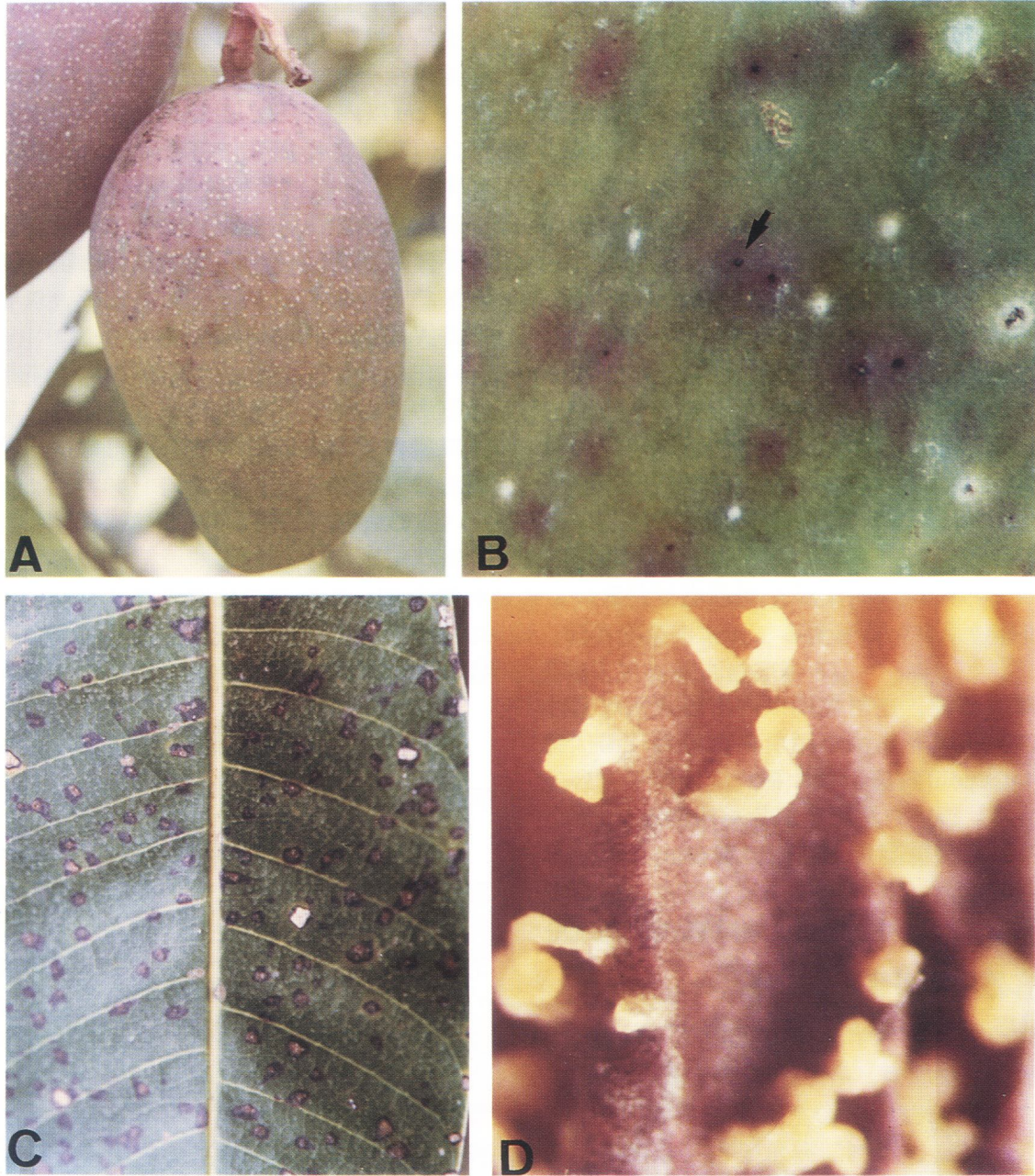
結 果

病徵

炭疽病菌危害愛文檬果樹時，依受害部位與被害部位之年齡差異而表現出不同的病徵。幼果與花穗受炭疽病菌感染時，常直接出現病斑，尤其是降雨之後。花梗上出現之病徵為紅色或紅褐色條狀斑，長約 0.1-0.5 cm。謝花後結成之小果甚多，但大部分小果在生理落果期間掉落，落果前，出現病斑之情形甚多，病斑黑褐色稍微凹陷，大小 0.2-2 cm 不等，病斑上面經常長有粉紅色或橘紅色之分生孢子堆 (acevuli) 與分生孢子。果實隨果齡漸增長大而出現大型黑色病斑之機會漸少，而幾乎所有罹患大型病斑之果實均會掉落。在空氣濕度高時，生長期與綠熟期之愛文檬果果實表皮亦會出現紫紅色小斑點 (圖一 A)，而其他如在來品種與海頓品種則不會出現此種病斑，人工接種之結果亦同。此種紫紅色小病斑一般不會擴大，其上亦不會長出分生孢子，但可經由柯霍氏法則證明係由炭疽病菌引起，唯接種時需將果實以密閉之塑膠袋套袋，持續保持高濕環境 3-5 天，直至病斑出現。在顯微鏡下觀察 (圖一 B)，發現小點為凹陷之壞疽組織，旁有淡

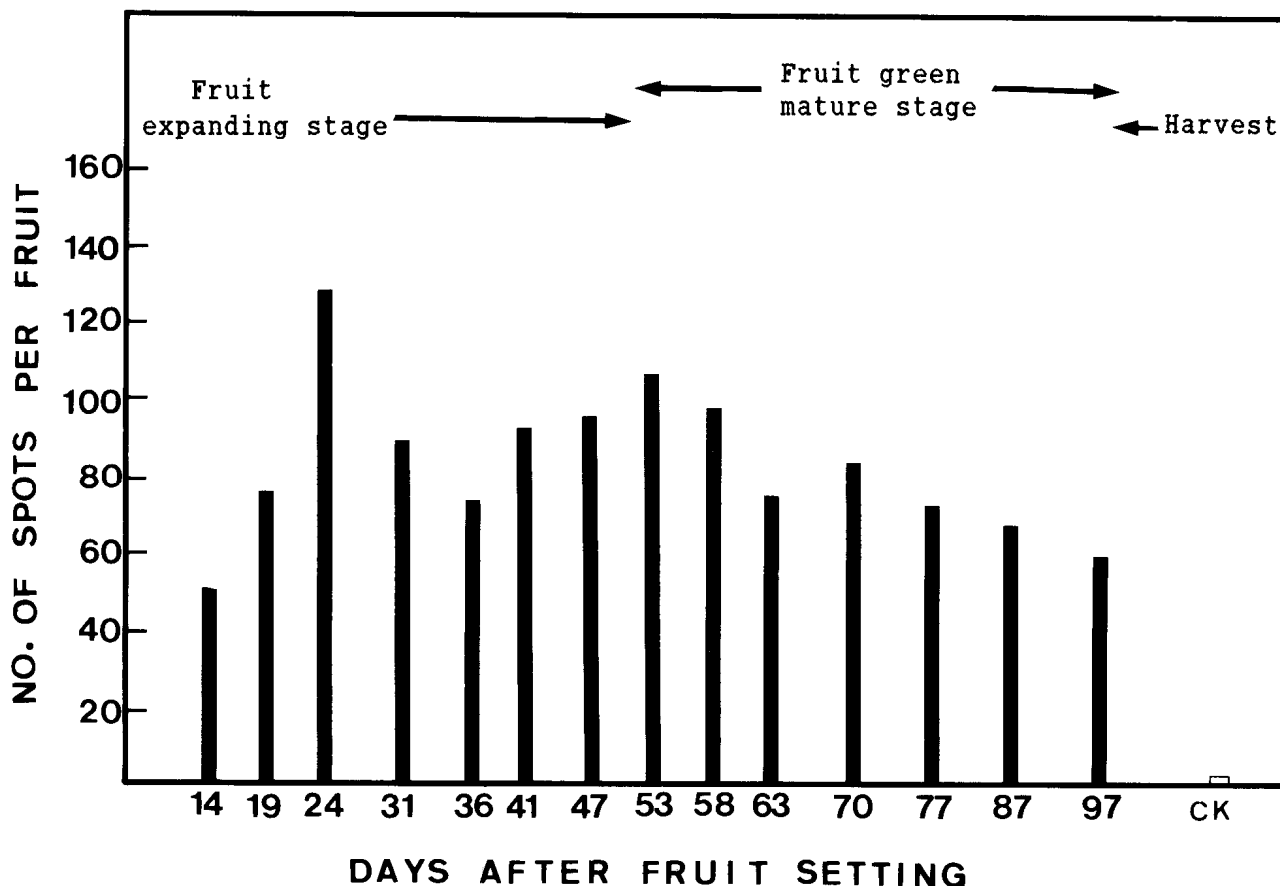
紫紅色小斑，與健全組織相界處模糊不清。紫紅色小點大部分不在皮孔部位，顯示病菌直接由表皮侵入，經標示追蹤，發現此種病斑在果實成熟後不會變黑擴大。偶爾，在連續降雨數日後，果皮表面亦會出現黑色圓形病斑，直徑約 1-3 cm，會造成果實落果，一般較少發生。果實採收後熟 (ripened) 3-5 天後，表皮陸

續出現黑色小斑點，病斑擴展極快，成圓形稍微凹陷大病斑，病斑間可相互癒合，病斑並向果肉蔓延，造成果實完全腐敗，病斑上亦會長出分生孢子。有些防治較差之果園，其果實在轉色但尚未採收時，即已出現大量病斑，嚴重時每果超過 200 病斑，完全喪失市場價值。



圖一、在愛文檬果上出現之兩種炭疽病病徵。A. 生長發育期果實上出現之紫紅色小斑點；B. 病徵放大，箭頭所指處為病菌引起之壞疽斑，周圍紫紅色為過敏反應所造成；C. 葉片受病菌潛伏感染，成熟後出現之多角形稍凹陷黑褐色斑點 (此兩種病徵在前人之報告中均未提及)；D. 炭疽病菌在病斑上形成之分生孢子菌泥。

Fig. 1. Two types of anthracnose symptoms which have not been described before. A. Tiny reddish-purple spots on the skin of a growing fruit of "Irwin" mango; B. Symptoms in A enlarged, reddish-purple color on skin was induced by host-pathogen hypersensitive reaction; C. Irregular black spots (2-3 mm) on a mature leaf of "Irwin" mango caused by latent infection with spores of *Collectotrichum gloeosporioides* in young stage; D. Conidial ooze of *C. gloeosporioides* on diseased mango tissues.



圖二、接種炭疽病菌分生孢子於不同發育期之愛文檬果果實，果實於後熟後出現之病斑數目。
 Fig. 2. Numbers of anthracnose spots on the ripened fruit which were artificially inoculated with conidia of *Collectotrichum gloeosporioides* at different growth stages.

以浸果方式，接種炭疽病菌分生孢子懸浮液於各生長發育期之愛文果實（接種之果實於謝花後即予以事先套袋，接種後亦以紙袋套袋，以避免自然感染），各不同時期接種之果實後熟3-5天後均會陸續出現病斑，每果出現之病斑數平均在50-200個左右（圖二）。經以接種時之果實大小對果實後熟後出現之病斑數做直線與二次拋物曲線回歸分析，相關性均不顯著（ $P > 0.05$ ）。但發現愈早期人工接種之果實，其病斑出現之時間較晚，相差可達3-5日。

新葉染病時，常出現兩種病斑，一為紅褐色針尖狀小斑點，一為塊狀黑褐色不規則大病斑，兩者均會引起落葉與葉片畸形。在溫室中以噴霧方式進行人工接種，發現此兩種病斑之發病環境為持續之高濕，接種之葉片需以塑膠袋套袋3-5天，接種後如果未保持高濕（以紙袋套袋或無套袋），接種之葉片一般不會出現此類病斑；當葉片轉成深綠色，且葉表形成蠟質膜（wax layer）後（約萌新梢後一個月左右），即不再被炭疽病菌侵染，但葉片與枝條如果有傷口存在，病菌則可由傷口處侵入，造成危害。在溫室種植之檬果，如果未經接種，花葉均不會被自然感染而出現炭疽病病斑。

田間果園，前一年夏秋季抽梢枝條上之葉片，在翌年2-6月間，經常陸續出現許多直徑2-3 mm的多角形、稍微凹陷的黑褐色病斑（圖一C），造成嚴重落葉。在潮濕環境下，病斑上會長出炭疽病菌之分生孢子堆與分生孢子（圖一D）。以人工方式接種炭疽病菌於幼嫩葉片，如果接種後之環境不是十分潮濕（如接種後一天即將塑膠袋除去），葉片不出現或僅出現少量紅褐色斑點或塊斑，此時接種葉片不會落葉，葉片在5-6個月後即會陸續出現此種黑色斑點，經再分離手續，亦可得炭疽病菌（環境因子與潛伏感染之關係，將在其他報告中討論）。

田間花穗與果實之帶菌情形

由組織分離結果顯示，愛文檬果之花穗（包括花梗、花、及花柄）與謝花後2-3天之小果的帶菌率相當高（表一），在未防治區或田間病菌密度過高時，約有80%的花上可以分離到炭疽病菌。從轉黃但尚未掉落之果實上分離到病菌的機率略高於綠色著果，而果梗亦為病菌之主要潛伏場所。果實生長較大時，如果未出現病斑，但將表皮切成小塊，縱然經過0.5% NaClO消毒3 min，大部分果實的表皮均可分離到病

表一、愛文椪果花穗與幼果分離炭疽病菌之情形 (玉井試區, 1981)

TABLE 1. Survey of Irwin mango flowers and fruits colonized by *Collectotrichum gloeosporioides* (Yu jing, 1981)

Tissues of mango	% of colonization with <i>C. gloeosporioides</i> ¹							
	Control with fungicide				CK (without fungicide)			
	Set		Fallen		Set		Fallen	
	Fruit	Fruit stem	Fruit	Fruit stem	Fruit	Fruit stem	Fruit	Fruit stem
Flower	77				80			
Young fruit ² (L < 0.5 cm)	28.5	32.0			55.1	58.3		
Fruit (L: 1-2 cm)	24.0	35.5	26.0	34.0	32.0	37.2	47.0	43.7
Fruit (L: 3-5 cm)	27.2	48.6	59.3	86.0	78.7	81.7	77.3	91.3
Fruit (L > 6 cm)	100.0	51.5			100.0	67.7		

¹ Mango tissues or skins were surface sterilized and placed on PDA for developing sign of anthracnose or growth of pathogen.

² L=length of mango fruit.

菌。果實在生理落果期後 (果實長 4-5 cm)，落果情形甚少，但每個被調查果實均被炭疽病菌潛伏感染，經催熟後 (放置於密閉之塑膠袋中十天)，施藥區每果平均有 1.5-13.5 病斑，對照不施殺菌劑區則有 22-48 病斑。

露水、雨水、及果園昆蟲攜帶炭疽病菌之情形

在 1982 年 2 月 26 日至 4 月 12 日 (共 46 天) 椪果開花期間，其中有 11 日降雨，有 28 天夜間有露水，而吊在花穗下之培養皿有 19 天 (不包括降雨日) 可以捕捉到炭疽病菌，顯示露水可以攜帶炭疽病菌；但花期過後，吊在果實下之培養皿捕捉到病原菌之情形甚微。從椪果園收集之雨水中經常可偵測到炭疽病菌。而在椪果園出現之訪花昆蟲，被作者捕捉到的包括麗蠅、褐葉蟬 (brown leaf hopper)、與薊馬，經分離結果，發現僅有三隻褐葉蟬成蟲 (檢定 50 隻) 身上沾有炭疽病菌。

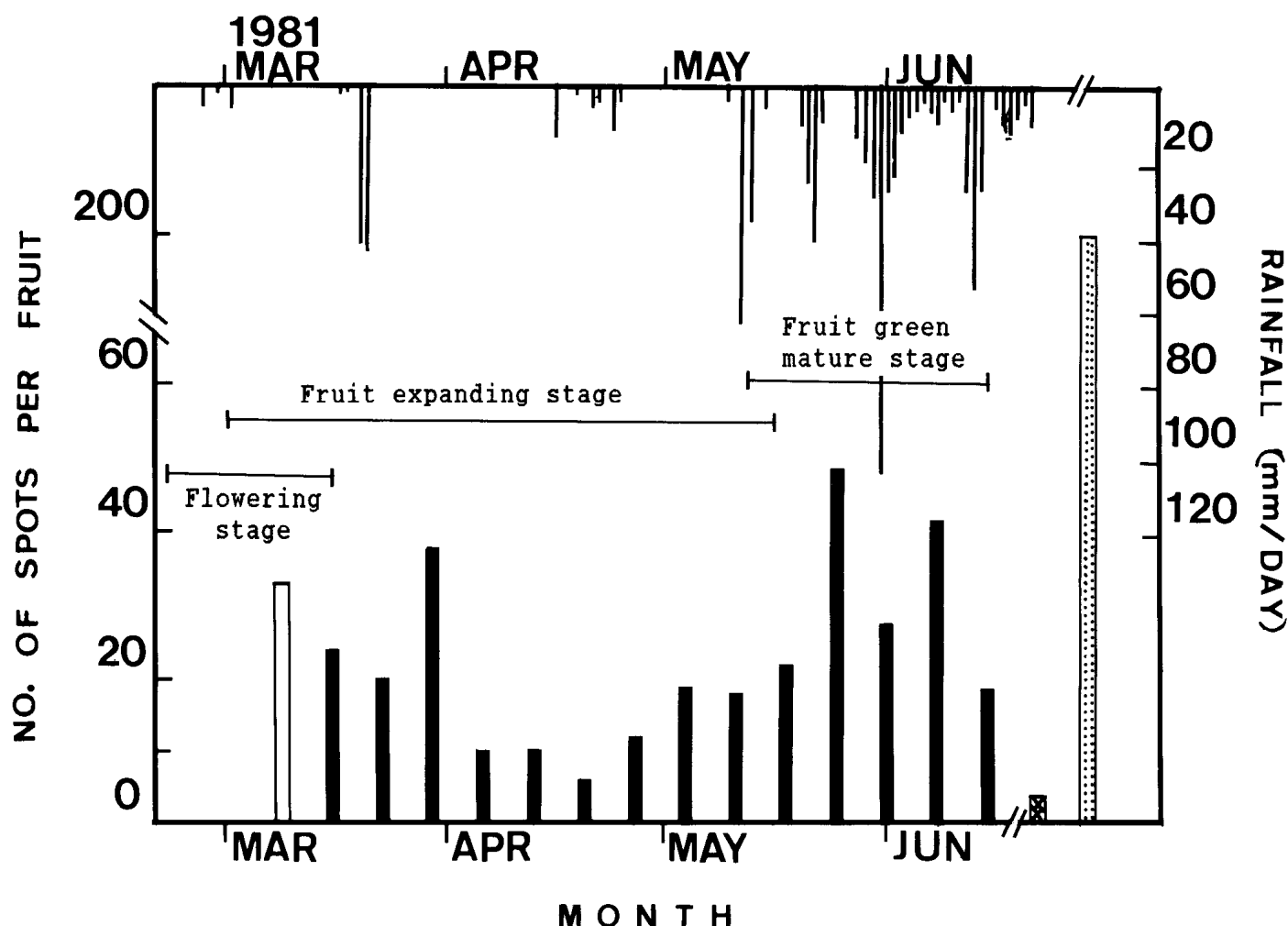
枯枝落葉與炭疽病菌感染源

椪果園之落葉，經採回置於塑膠袋中保持高濕，約 5-10 天後即會在葉表形成分生孢子與分生孢子堆，產胞量大時可以肉眼辨別。其形成之分生孢子接種於新葉後，亦可造成病斑。此外，在有枯枝落葉之果園內，同一株果樹上，愈靠近地面之部位罹患炭疽病之情形愈嚴重。留在樹上之枯枝，經同樣處理，亦可長出炭疽病菌之分生孢子。由此兩者顯示，枯枝落葉亦可為炭疽病之感染源。

有極少數果園 (位於嘉義番路) 之落葉在保持高濕一個月後，腐敗之葉片上長出黑褐色子囊殼 (ascocarps)，將子囊殼挑出消毒後培養於含鏈黴素之 PDA 上，該菌生長後會產生大量子囊殼與子囊孢子，同時亦會形成無性之分生孢子，再經單分生孢子分離手續，確認無性與有性孢子確由同一菌株產生，再經由接種手續，亦顯示該菌株之分生孢子對椪果具病原性。

氣象因子與後熟果發病之相關性

在玉井試驗區，愛文椪果於 1981 年 3 月開始套袋，至 6 月下旬採收，各星期接受自然感染之後熟果出現之病斑數 (自果實轉紅起 15 天為止)，椪果之生長發育階段，及每日降雨量繪圖如圖三。經單因子直線回歸分析，氣象因子中以降雨量對後熟果出現病斑數多寡之影響最大，也就是影響炭疽病菌之侵染率。病斑數與每週降雨量的直線相關性大且極顯著，相關係數 $r=0.76$, ($P<0.01$)；與週平均濕度 (RH=relative humidity) ($r=0.45$, $P<0.05$) 正相關，但相關性較低；與週平均溫度 ($r=0.19$, $P>0.05$) 和週平均露水時數 ($r=0.21$, $P>0.05$) 的相關性不顯著。降雨多時，如 5 月中旬至 6 月中旬，6 週內共降雨 26 日，降雨量 650 mm，每週之降雨量均在 80 mm 以上，後熟果出現之病斑數平均每果均在 20 個病斑以上；而 4 月上旬至 5 月上旬，6 週內共降雨 7 日，降雨量僅 99 mm，每週之降雨量在 0-20 mm 之間，後熟果出現之病斑數平均在 5-15 個。在本試驗中，完全無套袋且未施藥防治之對照處理之罹病度為每果出現病斑數均在 200 個以上；



圖三、套袋果實於不同生長發育時期接受自然感染，果實後熟後出現之病斑數目(玉井試區，1981)。

■：該星期除去套袋接受自然感染；□：花期無套袋；⊠：果實全期套袋；⊡：果實完全無套袋。

Fig. 3. Number of anthracnose spots on ripened fruit of "Irwin" mango which were enveloped with paper bags in the growing stage. Bags were removed at one-week intervals during the growing stage for nature infection (Yu-jing, 1981). ■: Bags were removed during that week for natural infection; □: No bagging in the flowering stage; ⊠: Fruit bagged in all growing stage; ⊡: No bagging in all growing stage.

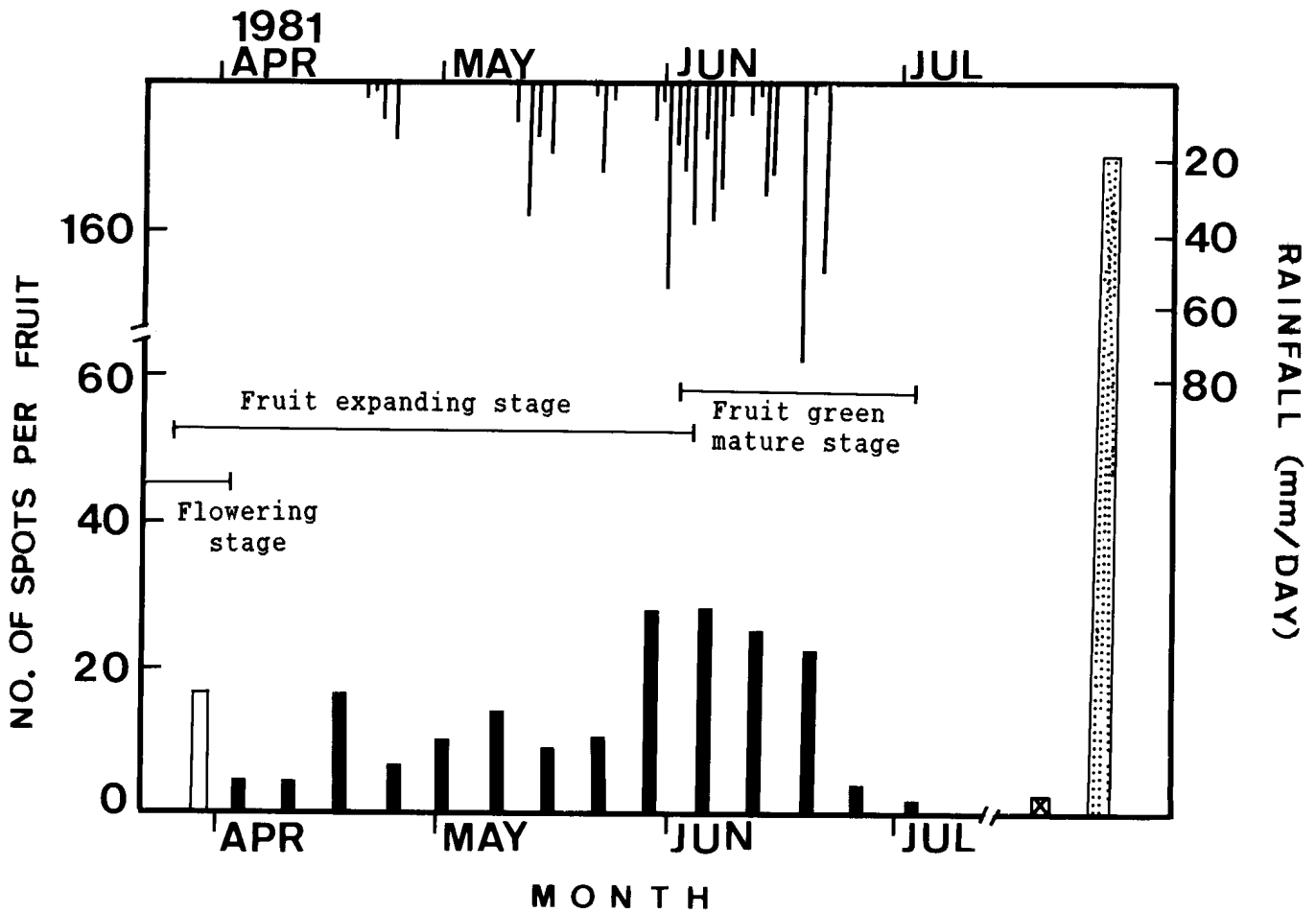
全期套袋出現之平均病斑數為 0.4 個；花期無施藥，但結果後均套袋之處理出現之平均病斑數為 32 個。又同一時期接受自然感染的果實出現之病斑數，有時有相當之差異，尤其靠近地面之果實罹病度較嚴重。

在嘉義分所試驗田，自然感染的果實後熟後出現之病斑數平均略較玉井試區者為少(圖四)，但病斑出現與氣象因子之關係仍相似，降雨較多時，果實上出現之病斑較多。果實病斑數與每週降雨量、週平均濕度、週平均溫度、和每日露水時數之相關性分別為 $r=0.95, P<0.01, r=0.84, P<0.01, r=0.20, P>0.05,$ 及 $r=0.23, P>0.05$ 。

氣象因子與葉片罹病之相關性

檬果為常綠果樹，一年四季均會抽梢萌芽長新葉，但因 1-7 月為開花與果實生育時期，結果樹之抽梢與萌芽機會較少，葉片取樣不易。因而，調查葉片之罹病情形取樣時間選在每年 7-12 月，即檬果營養生長最繁盛時期。在嘉南地區，只要環境適合，檬果炭疽病週年均可見發生。

由前述試驗結果顯示，炭疽病菌在檬果葉片上造成之病徵有三類，一為在濕度高或降微雨時，新生紅色葉片會出現紅褐色小斑點；第二種為連續降雨數日，



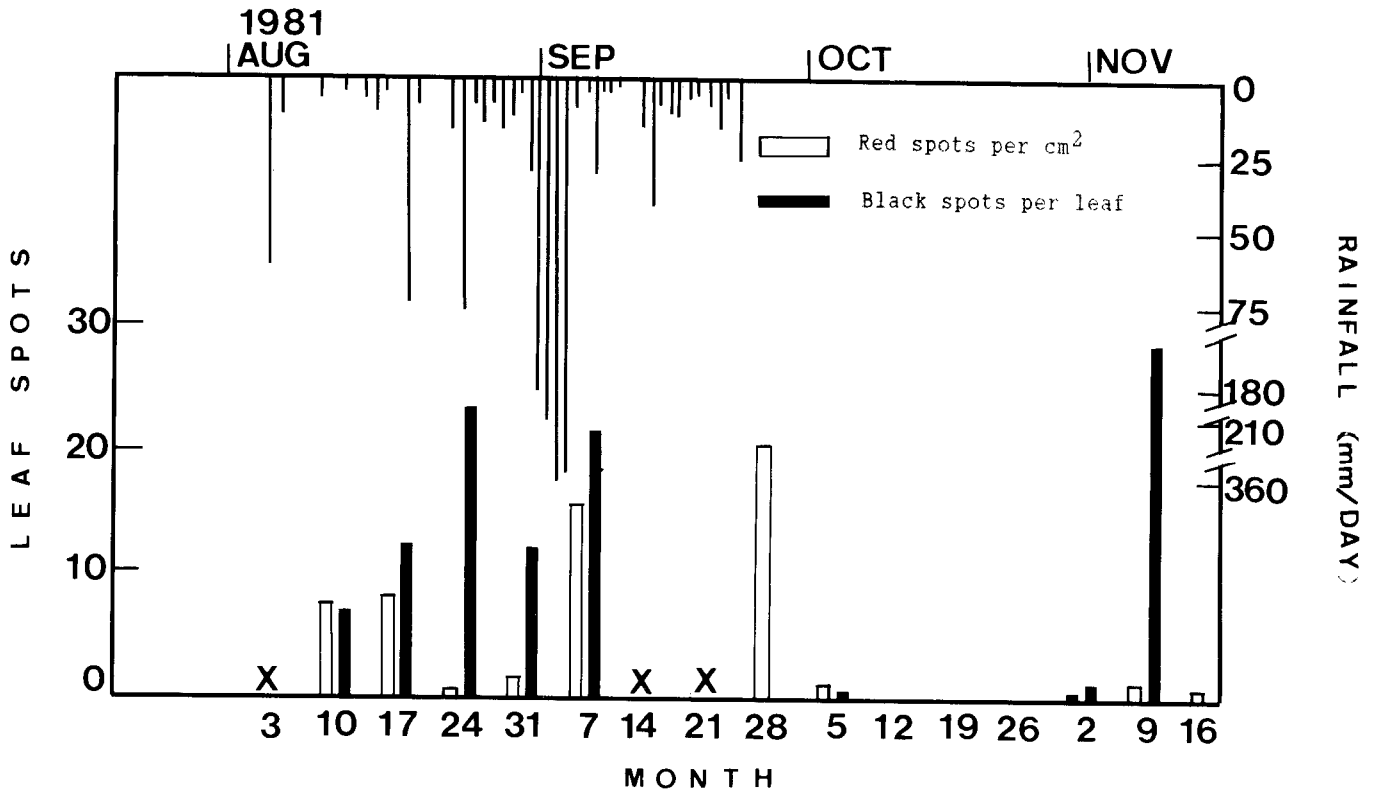
圖四、套袋果實於不同生長發育時期接受自然感染，果實後熟後出現之病斑數目（嘉義試區，1981）。
 ■：該星期除去套袋接受自然感染；□：花期無套袋；⊠：果實全期套袋；⊡：果實完全無套袋。
 Fig. 4. Number of anthracnose spots on ripened fruit of "Irwin" mango which were enveloped with paper bags in the growing stage. Bags were removed at one-week intervals during the growing stage for nature infection (Chia yi, 1981). ■: Bags were removed during that week for natural infection; □: No bagging in the flowering stage; ⊠: Fruit bagged in all growing stage; ⊡: No bagging in all growing stage.

新葉上會出現圓形或近似橢圓形的不規則黑褐色塊斑，大小在 0.5-10 cm 不等；另一類為潛伏感染病斑，多角形不規則、黑褐色、稍凹陷，大小 2-3 mm，出現在成熟的老葉上（圖 1C）。經統計分析，葉片上出現第一類病斑和第三類病斑數之多寡（圖五、六）受葉片發育時期（約 20-30 天）之相對濕度與降雨量之影響較大。玉井試驗區之愛文檸檬，新生葉片上出現之紅褐色針尖狀斑點數受萌梢期相對濕度之影響最大（1981 年， $r=0.45$, $P>0.05$ ；1982 年， $r=0.43$, $P>0.05$ ），降雨量之影響次之（1981 年， $r=0.25$, $P>0.05$ ；1982 年， $r=0.3$, $P>0.05$ ）；但相關性均不顯著。但當葉片老熟後，在翌年 2-6 月才出現之黑褐色不規則病斑數，則

與萌新梢後一個月內之降雨量和平均相對濕度呈直線正相關，與降雨量之關係為 $r=0.60$, $P<0.05$ (1981), $r=0.93$, $P<0.01$ (1982)，與相對濕度之關係為 $r=0.46$, $P>0.05$ (1981), $r=0.71$, $P<0.01$ (1982)，與溫度與露水之直線相關性則均不顯著。因第二類病斑之大小、數目較難計算，故未予以統計分析。

討 論

檸檬炭疽病主要由 *C. gloeosporioides* (= *C. gloeosporioides* var. *Penz. minor* Simmonds) 引起 (7,8,16,17)，後來 Fitzell 於 1979 年發現 *C. acutatum*



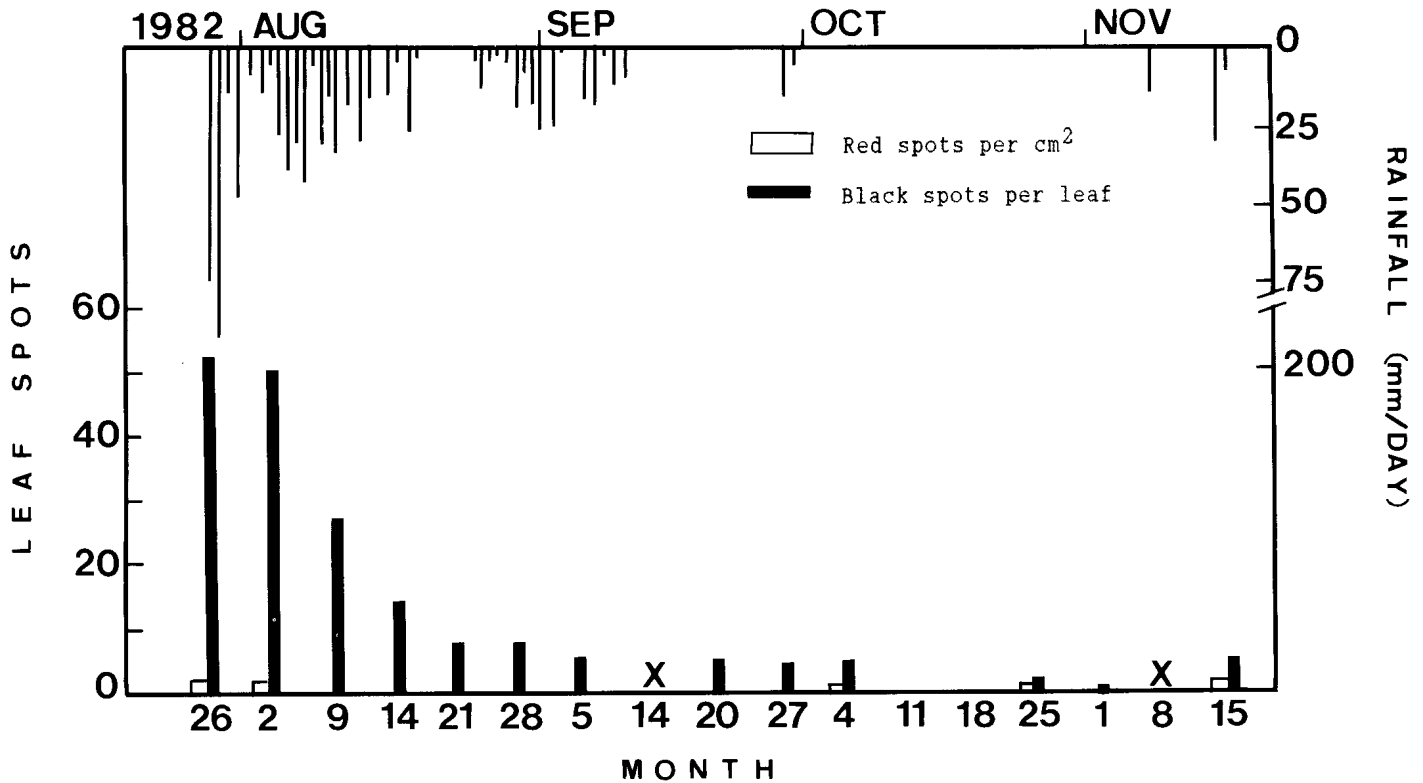
圖五、愛文檬果抽新梢後在一個月內出現之紅褐色斑點數與葉片成熟後在翌年2-6月出現之黑色病斑數目(玉井試區, 1982-1983)。□: 出現在新葉上之斑點數; ■: 出現在老熟葉片上之病斑數; ×: 該星期未萌新梢。

Fig. 5. Numbers of reddish-brown spots of anthracnose on young leaves of "Irwin" mango within one month after sprouting and the black anthracnose spots on the same mature leaves in February through June of the second year. (Yu-jing, 1982-1983). □: Numbers of spots on young leaves; ■: Numbers of spots on the same aged leaves in the second year; ×: No sprouting in the week.

Simmonds 也可以危害檬果, 引起炭疽病(9)。在本省, 檬果炭疽病最早記載於農家便覽, 蔡氏(5)於1961年調查本省檬果病蟲害, 即發現炭疽病為本省檬果重要病害之一。後來本省自美國佛州引進許多檬果品種, 其中以愛文品種最適合本省風土——產量穩定且果實鮮美, 而被大量栽培, 但愛文檬果對炭疽病非常感病(1,3), 防治又十分困難, 致使炭疽病成為本省檬果栽培業上之一大威脅。

1913年, Shear & Wood 發現由無病徵且消毒過的一些作物果實表皮、花、及莖上可以長出炭疽病菌, 而認為炭疽病菌會潛伏在植物表皮組織(6)。1919年 Dastur 將香蕉炭疽病菌接種在香蕉, 但果實在成熟後才出現病斑(6)。後來 Baker (6)於1937-1938年也發現檬果表皮帶有炭疽病菌, 同時將此種“果實在生長發育期中即被病原菌感染, 但等到果實採收後熟(ripen)後才出現病徵”的現象, 稱為潛伏感染(latent infection)。往後, 有許多有關炭疽病菌潛伏感染熱帶果樹之研究報告發表(7,17,18), 重要的果樹包括香蕉、

木瓜、檬果、酪梨、及柑桔等。在本試驗中, 發現在愛文檬果上出現之炭疽病病徵一般與前人之報告“其他檬果品種被害時出現之病徵”大致相似(7,10,11,16), 炭疽病菌危害檬果時, 幼嫩的罹病組織有時會立即發病出現病徵, 有些則等到果實或葉片成熟後才會顯現病斑, 後者即為潛伏感染。但前人之報告中均未提到, 在生長發育期之果實表皮上會出現紫紅色小斑點、葉片亦會被炭疽病菌感染但潛伏不發病, 亦未對葉片潛伏感染之病徵做過描述。為何炭疽病菌危害檬果時有兩種感染途徑, 而且又有許多不同形態之病徵(圖一)? 本文之初步試驗結果顯示, 果齡、葉齡、以及氣象因子都可能影響檬果炭疽病“潛伏感染”與“病斑形態”之表現, 但詳細情形尚需詳盡之試驗設計求證。此外, 檬果生育期中出現之紫紅色小斑點, 在在來種檬果上並不會發生。前人之報告中均謂“只有幼果才會出現病斑, 果實在生長發育後期可能會被病原菌感染, 但一般不會立即發病”(6,18), 是否因愛文品種較感病才會出現此類病斑, 顯示檬果在愈感病(more



圖六、愛文欖果抽新梢後在一個月內出現之紅褐色斑點數與葉片成熟後在翌年2-6月出現之黑色病斑數目(玉井試區, 1983-1984)。□: 出現在新葉上之斑點數; ■: 出現在老熟葉片上之病斑數; ×: 該星期未萌新梢。

Fig. 6. Numbers of reddish-brown spots of anthracnose on young leaves of "Irwin" mango within one month after sprouting and the black anthracnose spots on the same mature leaves in February through June of the second year. (Yu-jing, 1983-1984). □: Numbers of spots on young leaves; ■: Numbers of spots on the same aged leaves in the second year; ×: No sprouting in the week.

susceptible) 狀態下, 愈易被炭疽病菌侵染, 且被感染之果實愈易誘發病害, 立即表現病徵。Muirhead & Deverall (13) 發現未成熟香蕉在被炭疽病菌感染後, 果皮上亦會出現紅褐色小斑點, 此係因被病菌之無色或淡色附著器 (appressoria) 發芽侵染, 形成之過敏性反應所致, 這種病斑在果實成熟後並不會擴展, 造成果實腐敗。此與本文在未成熟愛文果實上發現之紫紅色小斑點十分相似, 在果實成熟後並不會繼續危害, 其機制是否亦同, 尚待研究探討。

有關何種因子影響“欖果炭疽病菌之感染時期或侵染率”之研究甚少。在本省, 蔡氏提到欖果花期降雨, 炭疽病發生嚴重, 結實率差(5)。在國外, Mckee (12) 認為欖果幼果較感病, 但果實在生長發育期仍可被病菌感染, 如果降雨多時, 病害發生仍相當嚴重, 因而後期防治比前期防治之效果還好。Fitzell & Peak (10) 則指出只有“雨水”為主要傳播欖果炭疽病菌之媒介與誘發病害之環境因子, 從露水中偵測不到炭疽病菌之分生孢子。本試驗經3-4年之田間調查, 發現欖果園中病原菌密度過高時, 縱使定期施藥防治,

愛文花與果實之帶菌率仍然相當高(表一), 顯示防治不易。在施藥區, 落果(正常之落果、病果、及木乃伊化之果實)之帶菌率高於著果之帶菌率, 顯示有自然淘汰之現象; 但無施藥區之果實帶菌率相差不大。又果梗之帶菌率均較高, 顯示果梗亦為病原菌之主要潛伏場所。此外, 愈靠近地面之果實與新葉罹患炭疽病之情形愈嚴重。此與未能清除欖果園之枯枝落葉有關, 在本試驗中, 發現枯枝落葉均已被炭疽病菌感染或腐生, 在高濕環境下, 會形成大量分生孢子, 而且這些孢子均具有侵染力, 因而印證愈近地面之欖果組織愈易罹患炭疽病, 由此兩者顯示, 枯枝落葉應為炭疽病之主要感染源之一。在欖果園收集之雨水與露水中均可偵測到炭疽病菌之分生孢子, 因而兩者均與該病害之傳播與散布有關。此外, 本試驗發現少數在欖果園出現之昆蟲(如褐葉蟬)之身體上沾有炭疽病菌。而 Nemeje 等人(14), 經由人工接種實驗, 認為 *Heterospilus prosopidis* Viereck 可以傳播欖果與咖啡炭疽病菌。由於在欖果花期, 果園中出現之害蟲與訪花昆蟲甚多, 可能可以成為病害媒介, 宜加注意。

有極少數之腐敗落葉上會產生炭疽病菌之有性世代，但因檬果炭疽病菌有性世代在田間之分布極少(10)，吾人分離到炭疽病菌有性世代的機率尚不到1% (未發表)，其在自然界誘發檬果炭疽病所擔當之角色為何？可能不如分生孢子來得重要，Fitzell & Peak (10)認為它或許與田間檬果炭疽病之發生無關，但尚需研討。

有關氣象因子對檬果炭疽病發生之影響，本試驗發現，在降雨較多時接受自然感染之處理，果實於後熟後出現之病斑數亦較多(圖三、四)，尤其1981年梅雨期長(5月中旬至6月下旬)，故果實在此期接受感染而出現之病斑數比前期(幼果期)感染者還多。郭與梁(3)認為炭疽病菌侵染檬果果實多在檬果結實前期一個半月，這可能與屏東地區檬果較早熟，在梅雨季節來臨前即已採收，而嘉南地區之愛文檬果大部分均在7月採收，與梅雨季節相遇有關。因為在人工接種試驗中顯示，無論是幼果或近成熟期之愛文檬果果實，對炭疽病菌均十分感病，因而後期防治仍十分重要。氣象因子對炭疽病菌侵染期之影響，在葉片上亦獲得相同之結果，葉片在生長發育期如果遇到降雨愈多，無論是立即出現之紅褐色針尖狀病斑數，或是在翌年葉片後熟後才出現之潛伏感染病斑均較多(圖五、六)，均顯示水分與炭疽病菌之傳播有密切關係，水分(露水與雨水)不但可以攜帶黏在一起之炭疽病菌之分生孢子到感病之寄主組織上，而且製造產胞(sporulation)與孢子發芽所需之高濕環境。在溫室中，未經人工接種之檬果幼嫩葉片、枝條、及果實均不會出現炭疽病之病徵，組織老熟後也不會出現潛伏感染之病斑，顯示檬果炭疽病菌之分生孢子需藉水分傳播(water-borne spores)，不能單藉空氣或風來傳播，亦因分生孢子黏在一塊，不易被風吹散。

在本試驗中，溫度與濕度之變化雖然與炭疽病之發生成正相關，但有時並不顯著，遠不如降雨來得重要。這並不表示溫、濕度不會影響炭疽病，只是在本省嘉南地區全年的氣溫約在10-35 C之間，而且相對濕度亦高，平均約在75-90%，且每日經常有數小時維持在90%以上(2)，炭疽病菌在此範圍內均可生長與發芽(5,10,15)，故而單就此兩因子而言，週年均適合檬果炭疽病之發生。

謝 辭

本研究報告承行政院農業委員會經費補助，及美國夏威夷大學柯文雄教授修正，僅此致謝。

引用文獻

1. 安寶貞. 1980. 檬果炭疽病之研究. 植保會刊 25:308. (摘要)
2. 安寶貞. 1992. 氣象因子對檬果黑斑病發生之影響與藥劑防治試驗. 植病會刊 2:12-19.
3. 郭孟祥、梁文進. 1978. 熱帶果實病害之研究 — 檬果炭疽病菌侵入寄主時間及施藥適期之探討. 屏東農專植物保護學會會刊 2:1-5.
4. 楊秀珠、呂理燊. 1988. 檬果炭疽病菌之形態與生理性質. 植保會刊 30:325-336.
5. 蔡致謨. 1961. 檬果病蟲害之研究. 植保會刊 3:9-17.
6. Baker, R. E. D. 1938. Studies in the pathogenicity of tropical fungi. II. The occurrence of latent infections in developing fruits. Ann. Bot. Lond. N. S. 2:919-931.
7. Baker, R. E. D., Crowdy, S. H., and Mckee, R. K. 1940. A Review of latent infection caused by *Collectotrichum gloeosporioides* and allied fungi. Trop. Agric. 17:128-132.
8. Cook, A. A. 1975. Diseases of Tropical and Subtropical Fruits and Nuts. Hafner Press, New York. 231 pp.
9. Fitzell, R. D. 1979. *Collectotrichum acutatum* as a cause of anthracnose of mango in New South Wales. Plant Dis. Rep. 63:1067-1070.
10. Fitzell, R. D., and Peak, C. M. 1984. The epidemiology of anthracnose disease of mango: inoculum sources, spore production and dispersal. Ann. Appl. Biol. 104:53-59.
11. Lin, T. K., and Khoo, K. C. 1988. Diseases and Disorders of Mango in Malaysia. Tropical Press SDN. BHD. Kuala Lumpur, Malaysia. 101 pp.
12. Mckee, R. K. 1940. Experiments in the control of mango anthracnose by spraying. Trop. Agric. 17:115-117.
13. Muirhead, L. F., and Deverall, B. J. 1981. Role of appressoria in latent infection of banana fruits by *Collectotrichum musae*. Physiol. Plant Pathol. 19:77-84.
14. Nemeje, P. S., Moore, D., and Prior, C. 1990. Potential of the parasitoid *Heterospilus prosopidis* (Hymenoptera: Braconidae) as a vector of plant-pathogenic *Collectotrichum* spp. Ann. Appl. Biol. 116:11-19.
15. Quimio, T. H. 1975. Studies on growth, sporulation and spore-germination of *Collectotrichum gloeosporioides* Penz. Philipp. Agric. 59:53-58.

16. Quimio, T. H., and Quimio, A. J. 1974-1975. Pathogenicity of mango anthracnose. *Phillipp. Agric.* 58:322-329.
17. Simmonds, J. H. 1941. Latent infection in tropical fruits discussed in relation to the part played by species of *Gloesporium* and *Collectotrichum*. *Proc. R. Soc. Queensl.* 52:92-120.
18. Verhoeff, K. 1974. Latent infection by fungi. *Annu. Rev. Phytopathology* 12:99-110.

ABSTRACT

Ann, P. J., Huang, R. C., and Chen, M. F. 1994. Effects of environmental factors on disease incidence of mango anthracnose. *Plant Pathol. Bull.* 3:34-44. (Chiayi Agricultural Experiment Station, Chiayi, Taiwan, R.O.C.)

Conidia of *Collectotrichum gloeosporioides* were able to attack the fruit in all growing stage, young leaves, stems and flowers of "Irwin" mango without wounding. Moreover, all infected sites developed disease symptoms without going through latent period if the surface was under saturated moisture conditions. Under such conditions, the infected fruit in growing stage and green mature stage showed numerous tiny reddish-purple spots on the affected skins within 3-5 days. Sometimes, leaves infected in the expanding stage did not show disease symptoms until they were mature and aged. The disease spots on the aged leaves were black, irregular, and with a diameter of 2-3 mm. Most aged leaves fell after the appearance of numerous spots. These two types of anthracnose symptoms commonly appearing on "Irwin" mango have not been described before. The anthracnose pathogen was disseminated by water (including rain and dew), but not air or wind in the fields. *C. gloeosporioides* was isolated from the bodies of some insects caught from mango field during blossom period. Conidia of the fungus also appeared on the dead branches as well as the fallen leaves and twigs which were enveloped in the plastic bags under moist conditions. From 1980 through 1984 the relationships between the climatic factors and mango anthracnose were studied in two "Irwin" mango fields at Yu-jing and Chiayi. Results showed that rainfall, high relative humidity (RH), and higher temperature favoured the disease development. Continuous rainfall was the most important factor contributing to the serious incidence of anthracnose on mango fruit in Taiwan. The linear relationship of amount of rainfall in the week correlated highly ($r > 0.76$) and significantly ($P < 0.01$) with numbers of black spots appeared on the ripened fruit which was enveloped with paper bag in the growth stage, but exposed one week for nature infection. There was a positive correlation between RH or rainfall during the leaf expanding stage and the numbers of reddish-brown spots on the young leaves and black spots appeared on the same leaves after mature.

Key words: mango anthracnose, *collectotrichum gloeosporioides*, rainfall.