

氣象因子對檬果黑斑病發生之影響 與藥劑防治試驗

安寶貞

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 82 年 2 月 14 日

摘 要

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.

自 1977 年至 1979 年於嘉義農試所檬果試驗田，以人工傷痕針刺法接種檬果黑斑病菌 (*Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*) 於愛文與凱特檬果的葉片，其潛伏期之變化約 2-20 餘日，以春夏季 4-9 月較短，平均在 5 日以下，降雨期尤短；冬季 12 月至次年 2 月較長，平均在 8-18 日。降雨、高濕、高溫 (25 C 以上) 有利於病徵表現。在民雄試驗區，愛文及凱特品種之葉片及枝條上，終年均有新生病斑出現，春夏季病斑出現較多，冬季 11 月至次年 2 月間病斑出現率較少，顯示病菌可終年存活於果樹上。室內檢定 11 種藥劑對黑斑病菌之生長抑制能力，以鹼性氨氧化銅、四環黴素、波爾多液、及鏈黴素有較佳之藥效。田間試驗，供試藥劑對病害之治療效果均差，而以接種病菌於檬果葉片前一日施用波爾多液 (8-8 式或 10-10 式)，有較佳的預防效果，罹病率約為對照區之 30-40%。

關鍵詞：檬果黑斑病菌，檬果，發生生態，氣象因子，溫度，降雨，病害防治，波爾多液。

緒 言

檬果黑斑病 (Mango bacterial black spot) 在台灣中南部為檬果之重要病害 (1,3)，由 *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae* (4,6,7) 引起，危害檬果之果實、葉片、枝條及主幹。本省之一般栽培品種—愛文、海頓、凱特、及在來種，均會被感染而得病 (1)。颱風過後，檬果黑斑病之發生十分猖獗，因此如凱特等晚熟品種受害更為嚴重。尤其台灣位於熱帶與亞熱帶之間，冬季平均氣溫亦在 10 C 以上，風力又強，葉片上亦偶有新生病斑發生，致使病原細菌密度下降不易，更增加感病機會。本人曾就檬果黑斑病之發生生態做過初步之調查，發現降雨與高溫有助於病勢進展 (1)，且病原細菌可在檬果之罹病葉片內存活 10 個月左右 (未發表)。今欲進一步探討病害之發生與環境因子之相關性，以明瞭氣象因子對病害猖獗之影響；同時篩選有效之防治藥劑，供為農民病害防治之參考。

材料與方法

供試檬果品種與接種方法

於嘉義農業試驗分所檬果試驗田，每隔一星期，以人工傷痕針刺法 (1) 將細菌濃度為 10^8 - 10^9 cells/ml 的檬果黑斑病菌菌株 F-5-2 之懸浮液接種於愛文及凱特品種之嫩綠葉片上。接種後約每隔三天調查病斑大小、罹病率、潛伏期變化至落葉為止；並將調查結果與氣象資料相對照，且加以回歸統計分析。罹病率 (%) = 病斑出現數 / 接種數。

檬果黑斑病田間發生調查

在嘉義民雄地區，選擇檬果黑斑病發生嚴重之果園一處，自落花後每隔一星期調查果實罹病情形一次。調查時，選取標定之果樹各 5 株，每次調查標定果樹上的罹病果實數，及病果上的病斑數。枝葉之罹病情形，則每株選取固定之 10 大枝條，枝條選取採果後抽

穗之新梢，每梢約有 20-30 片葉片，每週調查標定枝條上莖部、葉柄、與葉片之病斑數及新生病斑數。果實罹病率 (%) = 病果數 / 調查果實數 × 100%。枝葉罹病情形則以病斑數表示。

供試藥劑與藥效測定

供試藥劑包括：1. 波爾多液 (5-5 式, 8-8 式, 10-10 式)；2. 鏈黴素 (Streptomycin sulfate)、四環黴素 (Tetracycline)、安比西林 (Ampicilin)、及紅黴素 (Erythromycin)，以上供試藥劑之濃度為 250, 500, 及 1000 ppm。3. 保米黴素可濕性粉劑 (4% Blastidicin-S W. P.)、保粒黴素可濕性粉劑 (12.5% Polyoxins W. P.)、氧化亞銅可濕性粉劑 (56.5% Cuprous oxide W. P.)、鹼性氣氧化銅可濕性粉劑 (85% Copper oxychloride W. P.)、氫氧化銅可濕性粉劑 (83% Cupric hydroxide W. P.)、及山陽銅乳劑 (25% Dodecyl benzene bisethylene diamine copper sulfonate EC.)，以上供試藥劑之濃度為 250 倍、500 倍，及 1000 倍稀釋液。

測定藥效之方法包括：1. 稀釋平板法：將適量之藥劑加在將凝固之馬鈴薯葡萄糖培養基中 (Potato dextrose agar, PDA, 含有 20% 馬鈴薯塊莖煎汁液、2% 葡萄糖、及 2% 瓊脂)，使培養基內含有上述各稀釋濃度之藥量後，製成平板，以白金耳沾一耳的細菌懸浮液在平板上畫線 (細菌懸浮液之濃度為 10^8 - 10^9

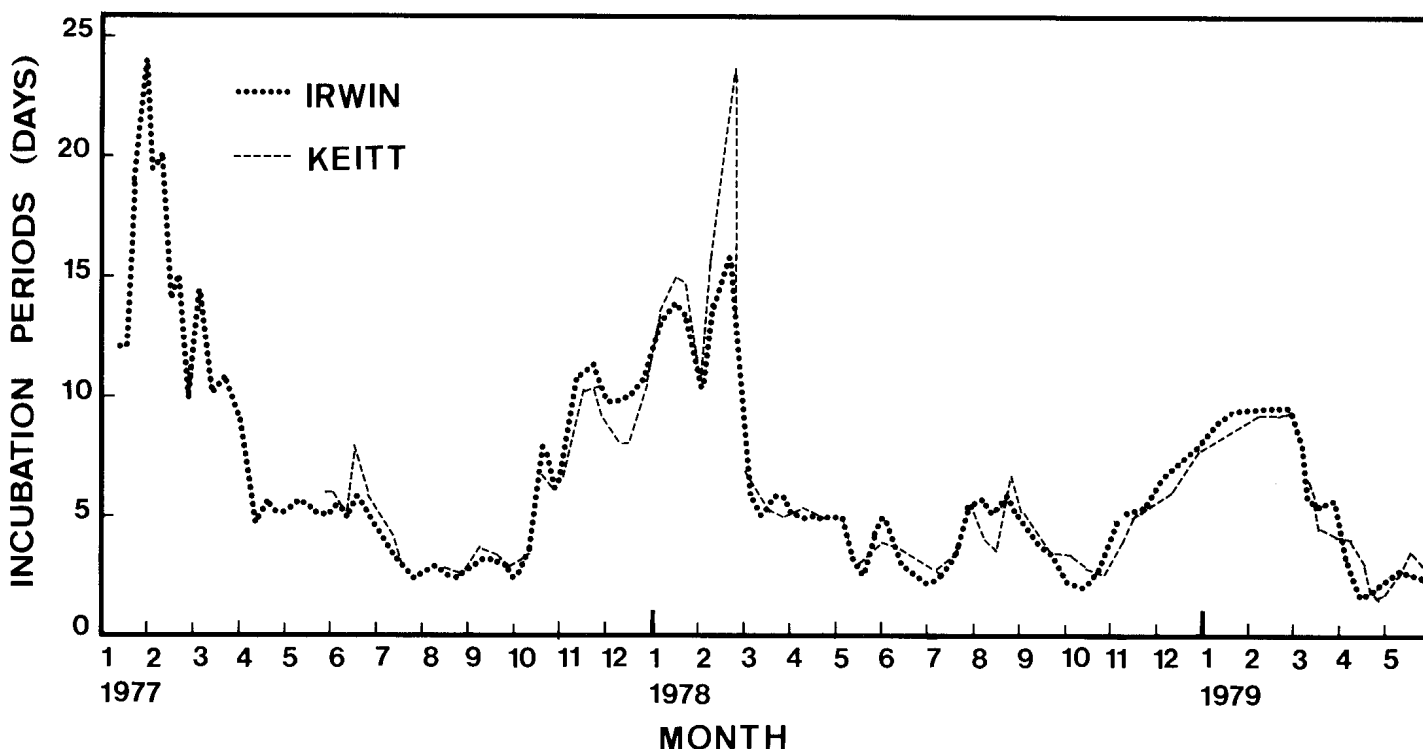
cells/ml)。2. 濾紙環法：將直徑 0.9 cm 之濾紙環 (Paper discs, Whatman filter paper No. 1) 放置於上述各藥劑之稀釋溶液中，於室溫下浸漬 24 小時。濾紙環取出陰乾後，放置於含有 0.2 ml 細菌液之 PDA 培養基平板上 (直徑 9 cm)。將各處理之培養皿放置於 28 C 無光照定溫箱內，培養 4-6 天後，取出觀察細菌生長情形，及測量細菌生長之抑制圈半徑。每處理 4 重複，試驗重覆兩次。抑制圈半徑 (mm) = (抑制圈直徑 (mm) - 9 mm (濾紙環直徑)) / 2。

藥劑之田間試驗：係將供試藥劑均勻噴佈於凱特檬果的葉片上，至滴水為止。每處理 2 枝條，2 重複。在施藥前一天及施藥後一天各以針刺傷痕接種黑斑病菌懸浮液於檬果葉片上，每處理 100 傷口。並以噴蒸餾水者為對照。接種後逐日調查病勢進展至一個月為止，並記載檬果黑斑病之發病率。發病率 (%) = 出現病斑數 / 接種病斑數。

結 果

病害潛伏期與環境因子之關係

自 1977 年 1 月至 1979 年 5 月之試驗結果，顯示檬果黑斑病在愛文與凱特葉片上之潛伏期變化 (圖一) 在夏季高溫季節較短，均在 5 日以下，平均 2-3 日，降



圖一、自 1977 年 1 月至 1979 年 5 月接種檬果黑斑病菌於檬果葉片，其潛伏期變化情形。

Fig. 1. Variation of incubation periods of mango bacterial black spot on artificially inoculated mango leaves from January 1977 to May 1979.

雨期濕度高時尤短。冬季低溫季節潛伏期較長，平均在8-18日之間，但1978-1979年之冬季氣溫較高，潛伏期亦在10日左右。凱特品種較愛文品種對低溫敏感，低溫時潛伏期較長。氣象因子中(表一)，溫度、降雨及相對濕度對潛伏期之影響較露水為大，其直線相關係數分別為：溫度與潛伏期之關係 $r = 0.94$ (1977)， 0.76 (1978)， $P < 0.01$ ；相對濕度與潛伏期之關係 $r = 0.55$ ， $P < 0.05$ (1977)； 0.71 ， $P < 0.01$ (1978)；降雨與潛伏期之關係 $r = 0.74$ ， $P < 0.01$ (1977)；其餘均不顯著。然而，罹病率似不受季節變遷之影響，當接種病原細菌濃度在 10^6 - 10^7 cells/ml時，平均罹病率均在90%以上。

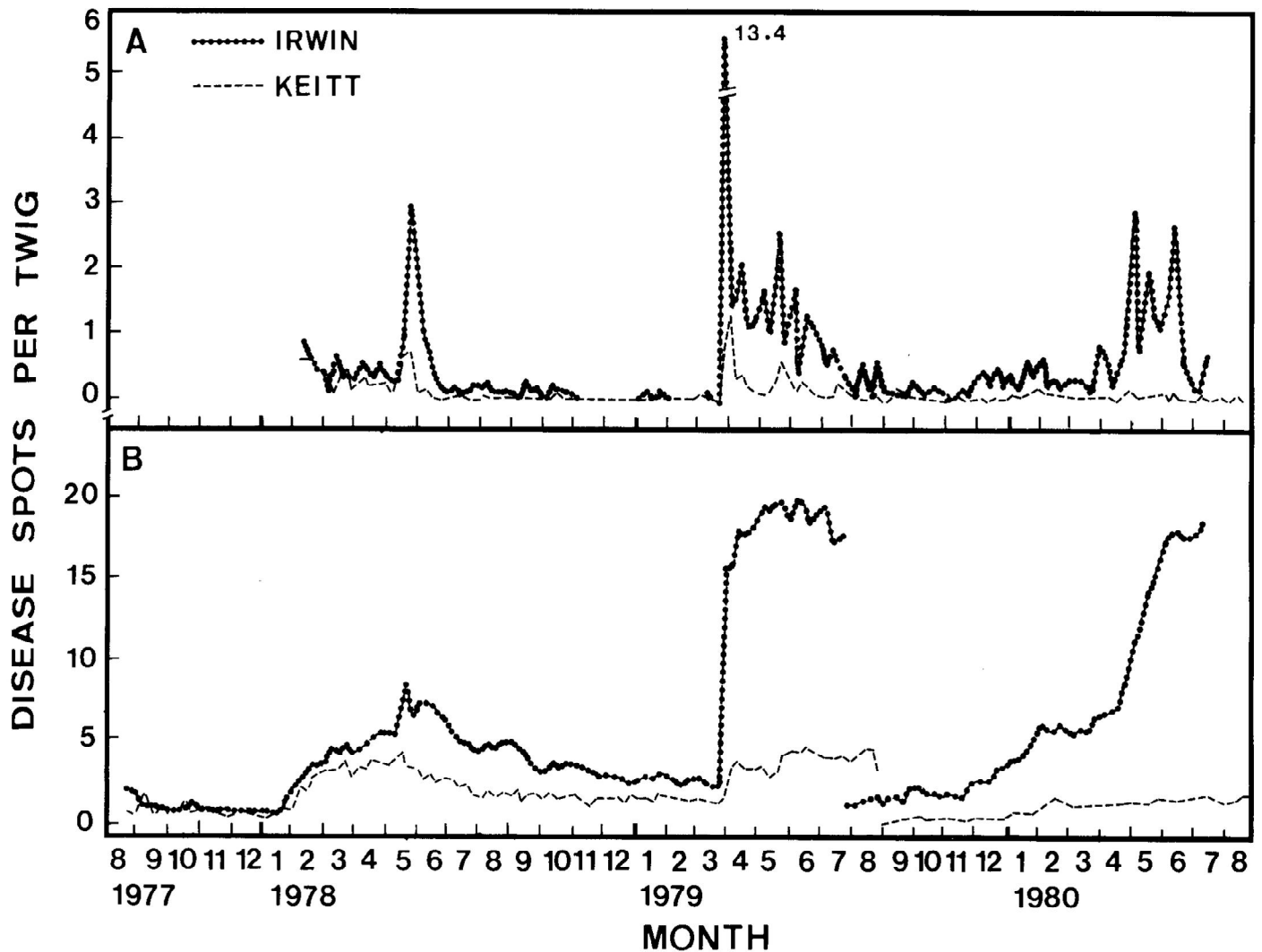
檬果黑斑病田間發生調查

自1977年8月至1980年9月，嘉義民雄試驗區之檬果枝葉上均可見黑斑病病斑的存在(圖二)，愛文葉片上病斑較小，約0.2-0.5公分；凱特葉片上之病斑較大，約0.2-1公分，但病斑數較少。11月至翌年2月間為病害較輕微時期，平均每枝條上病斑數約在1-5個左右，但時有新生病斑出現；至翌年3月以後，病斑數逐漸增加；4月以後，愛文每枝條上約有5-20個病斑，凱特枝條上有3-5個病斑；至9月以後，病斑方逐漸減少。罹病之葉片較容易落葉，經調查，凱特每葉片上有4-5個病斑，愛文每葉片上有10個以上病

表一、嘉義地區1977-1980年每月平均溫度、濕度、降雨量、及露水等變化情形

TABLE 1. The monthly variation in average temperature, relative humidity, rainfall, and dew period in Chiayi, Taiwan from 1977 through 1980

Year & Temperature Month (C)	Relative humidity (%)	Rainfall (mm/mo)	Dew (hr/day)	Year & Temperature Month (C)	Relative humidity (%)	Rainfall (mm/mo)	Dew (hr/day)
1977, 01 17.4	85.4	35.2	6.5	1979, 01 17.7	85.2	48.0	12.5
02 19.4	79.2	4.7	7.0	02 18.6	82.7	33.1	8.7
03 21.6	77.4	4.1	7.5	03 21.9	84.7	45.8	6.8
04 25.4	80.1	4.3	8.4	04 24.0	85.4	47.3	9.4
05 28.2	83.7	176.4	11.0	05 25.3	85.6	171.6	13.6
06 27.2	88.5	684.0	20.5	06 27.5	89.6	441.2	16.5
07 28.7	86.6	673.2	15.2	07 29.8	86.7	55.6	10.2
08 28.4	85.9	499.7	14.0	08 28.5	91.6	697.3	17.2
09 27.9	82.0	290.8	12.1	09 28.3	87.8	95.0	13.3
10 25.4	79.9	29.5	11.3	10 23.9	79.3	0.0	10.4
11 20.8	79.3	17.2	9.1	11 21.4	81.2	40.6	7.6
12 19.8	81.6	14.6	10.3	12 18.9	84.0	0.0	12.3
1978, 01 16.3	79.8	96.0	10.0	1980, 01 19.4	83.3	53.7	9.0
02 17.4	77.9	40.0	8.5	02 18.9	83.8	30.0	7.3
03 19.8	88.7	67.3	6.4	03 24.6	84.8	1.0	7.4
04 22.5	88.2	90.8	10.4	04 26.6	78.1	31.6	6.5
05 24.9	87.6	197.1	10.6	05 28.4	89.4	38.8	7.1
06 27.2	84.1	116.2	10.1	06 28.1	85.1	84.0	9.5
07 27.8	82.3	444.1	15.3	07 28.2	88.7	111.0	10.5
08 27.4	86.7	475.2	14.4	08 26.8	93.3	407.7	14.2
09 27.6	86.4	151.3	12.6				
10 24.8	85.2	39.9	11.3				
11 21.6	80.6	7.3	10.1				
12 18.8	84.7	12.2	9.6				



圖二、1977年至1980年嘉義民雄試區愛文與凱特檬果葉片上發生黑斑病之情形。(A)、每週每單位枝條之莖、葉上增加之新病斑數。(B)、單位枝條上之總病斑數。

Fig. 2. Incidence of bacterial black spot on leaves of Erwin and Keitt mango in the orchard at Minghsung, Chiayi, Taiwan from 1977 to 1980. A. Number of new spots increased on stem and leaves per twig per week. B. Total spots on stem and leaves per twig.

斑時，即會引起落葉。而3-7月間為葉片上病斑大量增加之季節，此時氣溫回升，經常降雨。經回歸分析，溫度與降雨對葉片上出現之病斑數的影響較濕度與露水為大，其直線相關係數分別為：溫度與病斑數之關係 $r = 0.78$ (1978), 0.87 (1979), 0.77 (1980), ($P < 0.05$)；降雨與病斑數之關係 $r = 0.75$ (1979), 0.72 (1980), ($P < 0.05$)，而1978年不顯著。

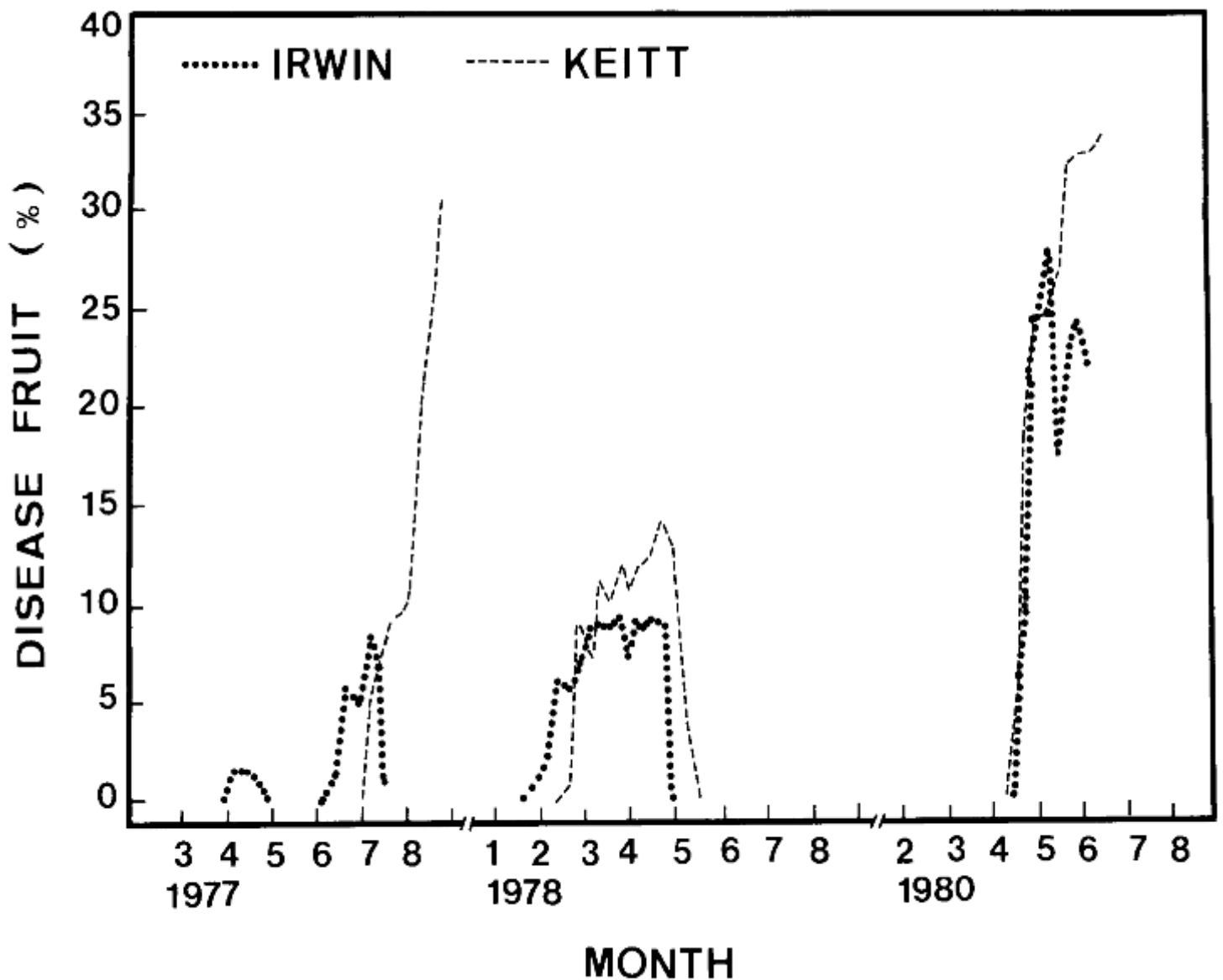
果實上之病斑多出現於幼果(直徑1.5-3 cm)及近成熟果實上(圖三)。幼果上的病斑多發生於愛文品種，時間約在3-5月間春雨過後；綠熟果實上病斑則發生於5月中旬以後；而生育期中的果實較少出現病徵。罹病果實均會早期落果。而1979年春季2-3月間，檬果花期適逢連續降雨，結果量太差，因而未能調查果實之罹病情形。氣象因子中，亦以溫度與降雨對果實罹病率之影響最大，其直線相關係數分別為：溫度與

病斑數之關係 $r = 0.61$ (1977), 0.83 (1980), ($P < 0.05$)；降雨與病斑數之關係 $r = 0.82$ (1977), 0.79 (1978), 0.82 (1980), ($P < 0.05$)，其餘年代之結果分析不顯著。

於田間無病果園接種黑斑病菌時，附近未接種之健康葉片亦偶有黑斑病發生；但於溫室進行接種試驗時，病害不會蔓延至未接種之檬果葉片。

藥劑篩選

11種供試藥劑之室內檢定結果如表二所示，無論使用含藥劑之濾紙環或將藥劑直接加至培養基中，各供試藥劑對黑斑病菌之抑制能力均顯現一致之結果，但以濾紙環法較能直接指示各藥劑之藥效差異。藥劑中以鹼性氯化銅、四環黴素、波爾多液、氧化亞銅及鏈黴素對病原細菌生長有較佳的抑制能力，且在較高濃度時的藥效較佳，其抑制圈半徑均超過10 mm



圖三、1977年、1978年與1980年嘉義民雄試區愛文與凱特檸檬果果實上發生黑斑病之情形。

Fig. 3. Incidence of bacterial black spot on fruits of Erwin and Keitt mango in the orchard at Minghsiong, Chiayi, Taiwan in 1977, 1978, and 1980.

以上。使用鏈黴素之各處理中，其抑制圈會隨著培養日數的增加而逐日縮小，但銅劑則無此種現象。

選出六種藥劑於果園內進行田間檢定時，其藥效均較室內試驗的結果為差。在接種病原細菌後再施藥的各處理中，其罹病率均與未施藥者之差異不大，顯示各藥劑在供試濃度下對本病害均無良好之治療功效(表三)。在接種前一日施藥的各處理中，以施用波爾多液 8-8 式或 10-10 式之效果較佳，罹病率在 20-50% 之間；鏈黴素 1000 ppm、氫氧化銅 250 倍及 500 倍稀釋液、保粒黴素 250 倍及 500 倍稀釋液、及氧化亞銅 250 倍稀釋液等亦略能降低罹病率(表三)。罹病率較低的處理中，其病徵之出現亦較對照處理為晚，且病斑較小。供試藥劑中，保粒黴素各濃度之稀釋液均使檸檬果葉片的葉緣枯萎，有藥害現象。

討 論

人工接種檸檬果黑斑病其潛伏期之長短，隨季節變化甚大，從 2 日至 20 餘日不等(圖一)，對照氣象資料，顯示高溫多濕有利於檸檬果黑斑病之病勢進展，能使潛伏期縮短，促進病徵早日出現(表一)。但實際本省日間之相對濕度平均在 75% 以上，且每日均有數小時在 90% 以上，因此單就濕度而言，一年四季均適於本病害之發生。露水對潛伏期長短之影響較微，但葉片終日有水膜存在時，潛伏期可縮短(1)，說明降雨亦為左右潛伏期長短之一重要因子。因此，4-9 月高溫多雨期間，潛伏期較冬季 12-2 月間短甚多。

檸檬果黑斑病菌主要靠傷痕感染葉片與枝條(1,5)，但感染果實則不需要傷口(1)。在溫室內，人工接種

表二、藥劑對檬果黑斑病菌生長之抑制能力

TABLE 2. Growth inhibition of *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae* on potato dextrose agar by chemicals

Chemical	Concentration	Inhibition by adding chemicals to	
		Agar plate ¹	Paper disc (mm) ²
Bordeaux mixtures	5-5	-	11.5
	8-8	-	11.8
	10-10	-	12.9
56.5% Cuprous oxide W.P.	1000 X ³	-	6.3
	500 X	-	12.1
	250 X	-	13.0
85% Copper oxychloride W.P.	1000 X	-	14.8
	500 X	-	14.8
	250 X	-	15.4
83% Cupric hydroxide W.P.	1000 X	-	0.0
	500 X	-	0.5
	250 X	-	0.0
25% Dodcyl benzene bisethylene diamine copper sulfonate EC	1000 X	-	0.3
	500 X	+, -	0.3
	250 X	-	0.5
4% Blasticidin-S W.P.	1000 X	+, -	0.3
	500 X	-	1.2
	250 X	-	1.3
12.5% Polyoxins W.P.	1000 X	+	0.0
	500 X	+	0.0
	250 X	+	0.0
Streptomycin sulfate	250 ppm	-	10.6
	500 ppm	-	11.4
	1000 ppm	-	11.6
Tetracycline	250 ppm	-	11.9
	500 ppm	-	12.7
	1000 ppm	-	14.0
Ampicillin	250 ppm	+	0.0
	500 ppm	+	0.0
	1000 ppm	+	0.0
Erythromycin	250 ppm	-	6.7
	500 ppm	-	6.2
	1000 ppm	-	6.8
Control		+	0.0

¹ +, The bacterium grows well; -, Does not growth.² Radius of inhibition zone around the paper disc.³ Times of dilution.

之檬果黑斑病不會蔓延；但在田間的無病果園，人工接種發生之黑斑病均會蔓延，顯示病原細菌之傳播不能單靠空氣流動傳播，而需要藉水分之攜帶（露水與雨水飛濺）。本試驗之結果顯示，高溫及降雨有利於病害之發生及蔓延（圖二及表一）。因而每年3月過後，病園檬果樹葉片上之黑斑病數目即會大量增加。在此期間，罹病葉片亦會大量落葉。嫩綠葉片對黑斑病之抵抗力甚差（1），風雨過後，如果有新生葉片，則病斑數目大增。Manicom 等人（5）亦認為環境因子中降雨與傷口為誘致檬果黑斑病猖獗之主因。

1979年2-3月檬果開花季節，嘉南地區適逢連日降雨，致使結果量太差，而未能調查果實罹病情形。但其他年度之試驗結果顯示，降雨（春雨、梅雨及颱風雨）為誘致病害猖獗之最重要氣象因子（圖三及表一），罹病之幼果會完全落果。因此經常發病的地區，宜避免栽植凱特等晚熟且感病之品種。

吳氏等報告鏈黴素等於室內試驗時，對檬果黑斑病菌生長有較佳之抑制效果（2）。本試驗中，各藥劑之藥效在生體內（*In vivo*）及生體外（*In vitro*）之差異十分大，即在實驗室中對病原細菌之抑制力與在田間對病害之防治效果不同（表二、三）。各種藥劑在供試濃度下，對病害均無良好之治療效果，顯示病原細菌濃度在 10^8 - 10^9 cells/ml時，只要一侵入傷口，便非上述供試藥劑所能控制；但若使用於病害預防時，若干藥劑仍能使罹病率降低，延長病徵出現的時間，並抑制病斑擴大，其中以8-8式或10-10式波爾多液之效果最佳。但實際之田間病害發生條件，遠比人為控制之接種行為複雜，因此，關於藥劑對病害防治之效果，尚需詳加探討。此外，鏈黴素對抑制病原細菌所形成之抑制圈，會隨著培養日數之增加而逐日縮小，顯示病原細菌可能對鏈黴素產生抗性。

謝 辭

本研究報告承柯文雄教授、陳麗鈴小姐修正，及行政院農業委員會經費補助，僅此致謝。

引用文獻

1. 安寶貞. 1978. 檬果黑斑病之研究, (一)生態及病害發生. 科學發展月刊 6:657-670。
2. 吳文川、陳瑞雲、吳正球、蘇玲娜、王春鳳、翁秀蕙. 1980. 檬果黑斑病菌、其噬菌體及其對藥劑的感受性. 植保會刊 22:287-296。
3. 廖嘉信. 1972. 檬果果斑病之研究, I.病徵及病原菌. 農業研究 21:146-150。

表三、藥劑對人工傷痕接種之檬果黑斑病之防治效果

TABLE 3. Effect of chemicals on controls of mango bacterial black spot on artificially inoculated leaves of Keitt mango in the field

Chemical	Concentration	Disease incidence (%) ¹	
		Application before inoculation	Application after inoculation
Bordeaux mixtures	5-5	65.5 b ²	89.3 a
	8-8	27.0 a	86.2 a
	10-10	40.4 a	89.5 a
56.5% Cuprous oxide W.P.	1000 X ³	94.5 d	92.5 a
	500 X	87.8 cd	90.4 a
	250 X	77.0 bcd	90.0 a
85% Copper oxychloride W.P.	1000 X	87.0 cd	87.3 a
	500 X	63.0 b	95.0 a
	250 X	70.0 bc	88.3 a
4% Blasticidin-S W.P.	1000 X	94.5 d	92.0 a
	500 X	80.8 bcd	92.5 a
	250 X	66.0 b	93.5 a
Streptomycin sulfate	10 ppm	91.0 d	91.8 a
	100 ppm	90.5 d	88.8 a
	1000 ppm	60.5 b	94.6 a
Tetracycline	10 ppm	96.8 d	93.8 a
	100 ppm	92.0 d	94.0 a
	1000 ppm	90.5 d	94.7 a
Control		96.5 d	96.2 a

¹ Disease was counted 30 days after inoculation.² Data followed by the same letter within each column are not significantly different at $P = 0.05$, according to Duncan's multiple range test.³ Times of dilution.

4. Dye, D. W., Bradbury, J. F., Goto, M., Hayward, A. C., Lelliot, R. A., and Schroth, M. N. 1980. International standards for naming pathovars of phytopathogenic bacteria and a list of pathovar names and pathotype strains. *Rev. Plant. Pathol.* 59:153-168.

5. Manicom, B. Q. 1986. Factors affecting bacterial black spot of mangoes caused by *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*. *Ann. Appl. Biol.*

6. Robbs, C. F., Ribeiro, R. de L. D., and Kimura, U. 1974. Sobre el posicao taxonomica de *Pseudomonas mangiferaeindicae* Patel *et al.* 1948, agente causal da "Mancha bacteriana" das folhas da mangira (*mangifera indica* L). *Arg. Univ. Fed. Rural Rio de Janeiro* 4:11-14.

7. Steyn, P. L., Viljoen, N. M., and Kotze, J. M. 1974. The causal organism of bacterial black spot of mangoes. *Phytopathology* 64:1400-1404.

ABSTRACT

Ann, P. J. 1992. Effect of climate on development of mango bacterial black spot and chemical control. Plant Pathol. Bull. 2:12-19. (Chia-yi Agricultural Experiment Station, Chia-yi, Taiwan, R.O.C.)

From 1977 through 1979 green young leaves of Irwin and Keitt mango were inoculated with *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae* every week by puncturing with needles which had been dipped in the bacterial suspension containing 10^8 - 10^9 cells/ml. The incubation period was less than 5 days from April through September, and equal to or more than 10 days from October through February. Rainfall, high relative humidity (>90%), and high temperature (>25 C) favoured the disease development. Appearance of new spots on mango leaves were more frequent in the Summer than in the Winter. New spots in the mango orchard, however, were observed all the year round, indicating that the causal bacterium survived on the mango tree. Spots mostly appeared both on young and mature green fruits. Among the 12 chemicals tested, copper oxychloride, tetracyclin, cuprous oxide, Bordeaux mixtures, and streptomycin were effective in inhibiting the growth of the bacterium on potato dextrose agar plates. Only 8-8 and 10-10 Bordeaux mixtures, however, reduced the disease incidence to 30-40% when applied before inoculation.

Key words: *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*, mango, temperature, rainfall, Bordeaux mixtures.