

臺中東勢地區梨赤星病發生之調查¹

沈原民²、林大淵²、趙佳鴻³、洪挺軒^{4*}

摘 要

梨(*Pyrus pyrifolia*)是臺灣中部地區的重要經濟果樹，本研究在臺中市主要梨產地東勢區進行梨赤星病(*Gymnosporangium asiaticum*)田間調查。梨赤星病的中間寄主是龍柏(*Juniperus chinensis*)，東勢區內計有1,279株龍柏，換算當地龍柏密度每平方公里為11株，公營部門的龍柏數量多於私人所有。東勢區內的龍柏在梨赤星病冬孢子成熟期普遍帶有梨赤星病的冬孢子堆。臨近新種植龍柏的梨園，調查距離龍柏5~60 m的範圍，梨樹與龍柏愈近，梨赤星病的罹病率及每葉平均病斑數愈高。在另一個梨園，4月份台中一號梨罹染梨赤星病的狀況低於台中二號梨，由於台中一號梨的萌芽時間晚，葉片可能因此避開病害感染。梨葉施用殺菌劑下，梨赤星病的罹病率與嚴重度較低。於2011~2016年，調查東勢兩個梨園內梨赤星病的罹病率與嚴重度，並換算病害發生進程下之面積(AUDPC)，同一果園內橫山梨與台中二號梨的AUDPC在多數年度差異不顯著，6年當中兩果園梨赤星病的AUDPC在2013年最低、2016年最高，2月至3月是東勢區梨赤星病大量感染的高風險期，此期間大量降雨可能導致梨赤星病發生嚴重。

關鍵字：梨赤星病、膠銹菌屬、銹病、果樹病害、植物病害管理

前 言

臺灣的梨(砂梨；*Pyrus pyrifolia* (Burm.) Nak.)種植面積達5,465公頃，其中臺中市的梨種植面積最廣，有3,594公頃⁽²⁾，而東勢區是臺中市主要梨產區之一。由於梨是臺灣中部地區重要的經濟果樹，臺中區農業改良場已連續數年在臺中市梨產區進行梨赤星病調查，提供臺灣中部地區之梨赤星病訊息。

引起梨赤星病的病原菌*Gymnosporangium asiaticum* Miyabe ex G. Yamada，是一種在梨與龍柏(*Juniperus chinensis* L.)兩寄主之間轉主寄生(heteroecism)的銹菌，梨赤星病菌的冬孢子堆(telia)產生在龍柏葉上，冬孢子(teliospores)遇水產生擔孢子(basidiospores)傳播至梨葉或梨樹組織上，在梨葉表形成精子器(spermagonia)，葉背產生銹子器(aecia)，再由銹子器內的銹孢子(aeciospores)感染龍柏，完成生活史^(8,9)。

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0900 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員。

³ 行政院農業委員會臺中區農業改良場副研究員。

⁴ 國立臺灣大學植物病理與微生物學系教授。*通訊作者 thhung@ntu.edu.tw。

梨赤星病在臺灣主要的防治策略，是在梨產區避免種植龍柏，以及施用殺菌劑於梨樹上保護梨葉^(1,3)，此外，臺中市政府自2011年至2016年，每年在梨產區另外針對梨赤星病的中間寄主龍柏進行噴藥防治。

本研究調查臺中東勢地區梨赤星病冬孢子期的寄主龍柏在當地的數量，檢視梨樹與龍柏間不同相對距離在梨葉發生梨赤星病之情形，觀察不同梨品種在同一時間點梨赤星病的發生狀況，並比較施用殺菌劑與未施藥梨樹梨赤星病的差異，最後是2011年至2016年臺中東勢梨園內梨赤星病之進展，期能提供當地基礎調查資料供梨赤星病管理參考。

材料與方法

一、龍柏所在地點與數量調查

2010年3月至4月間，在臺中市東勢區農會(當時為東勢鎮農會)推廣人員的協助下，於臺中市東勢區(臺中縣東勢鎮)行政範圍內調查龍柏種植的地點與數量，同時提供臺中市政府進行梨赤星病中間寄主龍柏噴藥防治參考。另外，取得臺中市東勢區公所2016年進行龍柏噴藥防治的資料，作為2010年調查資料之補充，當前述兩個年度在相同地點龍柏計數資料不同時，取數量大者呈現於本篇報告結果，此外，當現場勘查發現有龍柏時，清點或估算數量，於2016年更新計數資料。將東勢區內種植有龍柏的地點劃分為學校、公營部門、森林遊樂區、公園、宗教及祭祠場所、住宅、其他類別，呈現各類別地點的龍柏數量。

二、調查與龍柏不同距離的梨樹之梨赤星病表現

調查地點位在臺中市東勢區西門巷的一處梨園(24°16.7185'N, 120°50.0902'E)，在梨園西側私人經營的土地上於2010年移入龍柏後，此梨園於2012年3月大量出現梨赤星病病徵(依園主經驗，該梨園過去無梨赤星病大量發生情況)，經目視估算梨園西側約有龍柏60株，檢視此處的龍柏普遍帶有梨赤星病之冬孢子堆，附近目視可及處無其他龍柏植株。由前述狀況假定該梨園梨樹上的赤星病主要來自隔壁新植龍柏上的赤星病感染源，於2012年3月29日，設定從果園西側土地最臨近梨園的龍柏植株作為梨與龍柏間距的基準，由西側的龍柏向東側的梨園延伸，以皮尺測量距龍柏5公尺、10公尺、20公尺、40公尺、60公尺，選擇在上述位置的梨樹植株各1株，每個位置的梨樹隨機調查20片梨葉，計算罹病率(incidence (%)) = 罹病葉片數/調查葉片總數 × 100)與每片梨葉上梨赤星病的病斑數量。

三、不同品種梨樹之梨赤星病觀察

選擇臺中市東勢區接近東關路周邊位於大茅埔與軟埤坑之間的梨園(24°11.814'N, 120°50.505'E)，園內種植有台中一號梨及台中二號梨⁽⁷⁾，此梨園隔壁的梨園種植有橫山梨，梨園旁約在2011年有新種植的龍柏8株。2014年4月29日，調查與龍柏距離30~50公尺的梨樹，挑選同一人管理的梨台中一號、台中二號各6株，鄰園不同人管理的橫山梨5株，每株梨樹觀察50片葉，計算罹病率與每片梨葉上梨赤星病的病斑數量，比較不同品種梨樹罹染梨赤星病的差異。2015年4月22日，在同一果園選擇台中一號梨、台中二號梨各6株，採用與2014年相同

的方式調查。將兩年度取得的罹病率、每片梨葉上梨赤星病的病斑數量分別以R軟體 (<https://www.r-project.org/>)作變異數分析(Analysis of variance, ANOVA)後以Tukey's range test 進行多重比較分析。

四、在梨樹上噴施殺菌劑對梨赤星病的影響

2011年，選擇臺中市東勢區位於中崙的梨園(24°15.5813'N, 120°51.1533'E)，調查此梨園內台中二號梨與橫山梨兩品種施藥、無施藥植株之梨赤星病發生狀況，每個品種調查3株在農民一般管理條件下(殺菌劑施用情況如表一)的梨樹，每株梨樹每次隨機檢視20片葉(各別品種每次共記錄60片葉)，記錄罹病率、每片葉的發病級數並換算為嚴重度(severity)，將發病級數設定為發病級數1：每葉1~2個病斑、發病級數2：每葉3~6個病斑、發病級數3：每葉7~12個病斑、發病級數4：每葉有12個病斑以上，梨葉健康無梨赤星病病斑則為發病級數0，嚴重度(%) = [調查20片葉發病級數之總合 / (4 × 20)] × 100。而兩個品種的梨樹各選一株於當年度梨生產期完全未施用農藥，每株梨樹劃分3等分的小區域，每次每個小區域隨機檢視20片葉(各別品種每次共記錄60片葉)，如前述記錄罹病率、每片葉的發病級數並換算為嚴重度。自2月梨赤星病的冬孢子出現於龍柏植株後，每2週調查一次，每次調查同一株梨樹，至4月底為止。將每一株樹或每個調查小區域不同時間點的梨赤星病嚴重度利用R軟體換算為病害發生進程下之面積(area under disease progress curve; AUDPC) ⁽¹²⁾，

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

，其中 n 為調查次數， y_i 為第 i 次調查梨赤星病的嚴重度， t_i 是第 i 次調查的日期(當年度自1月1日起計算之日數)。調查結果之AUDPC值進行變異數分析後，以Tukey's range test進行多重比較分析。另外，將原資料排除梨品種的劃分，將取得的AUDPC分為有施藥的梨樹與無施藥的梨樹兩種，進行變異數分析，檢視施藥與未施藥梨樹梨赤星病AUDPC差異之顯著性。

五、2011年至2016年梨赤星病調查

選擇前述位於中崙的梨園(24°15.5813'N, 120°51.1533'E)及另一處位於東坑路上的梨園(24°14.4446 'N, 120°52.0738 'E)，於2011年至2016年，每年梨葉開始吐出新芽後至四月底或五月初之間，每週或每2週至果園現場調查梨赤星病發生狀況，在中崙梨園調查台中二號梨與橫山梨各3株，東坑路梨園調查橫山梨3株，每一年度選擇的植株或位置無變動，每株梨樹每次隨機檢視20片葉，記錄梨赤星病的罹病率、發病級數(依前一段落描述之準則區分)並換算為嚴重度，以時間序列為橫軸、罹病率及嚴重度資料作為縱軸繪圖。將每一株果樹每年觀察到的嚴重度累積計算病害發生進程下之面積，取得每株果樹每年的AUDPC，將每一年的AUDPC進行變異數分析，利用Tukey's range test進行多重比較。

表一、於東勢一處梨園施用殺菌劑之記錄

Table 1. Record of fungicides usage in a pear orchard in Dongshi¹

Spraying date	Pear cultivar	
	Taichung No. 2	Hengshan
Feb 16		Benomyl 50% WP 3000x
Feb 23		Tebuconazole 25.9% EW 2500x
Mar 3		Azoxystrobin + Difenconazole 32.5% SC 3200x
Mar 6	Tebuconazole 25.9% EW 2500x	
Mar 13		Myclobutanil 40% WP 10000x Mancozeb 80% WP 400x
Mar 14	Benomyl 50% WP 3000x	
Mar 28	Azoxystrobin + Difenconazole 32.5% SC 3200x	
Mar 29		Azoxystrobin + Difenconazole 32.5% SC 3200x Kasugamycin + Carbendazim 43% WP 1300x
Apr 7	Myclobutanil 40% WP 10000x Mancozeb 80% WP 400x	
Apr 18	Oxine-copper 80% WP 1500x	Oxine-copper 80% WP 1500x

¹ Fungicides used between January 1 and April 20 of 2011 are listed.

結果與討論

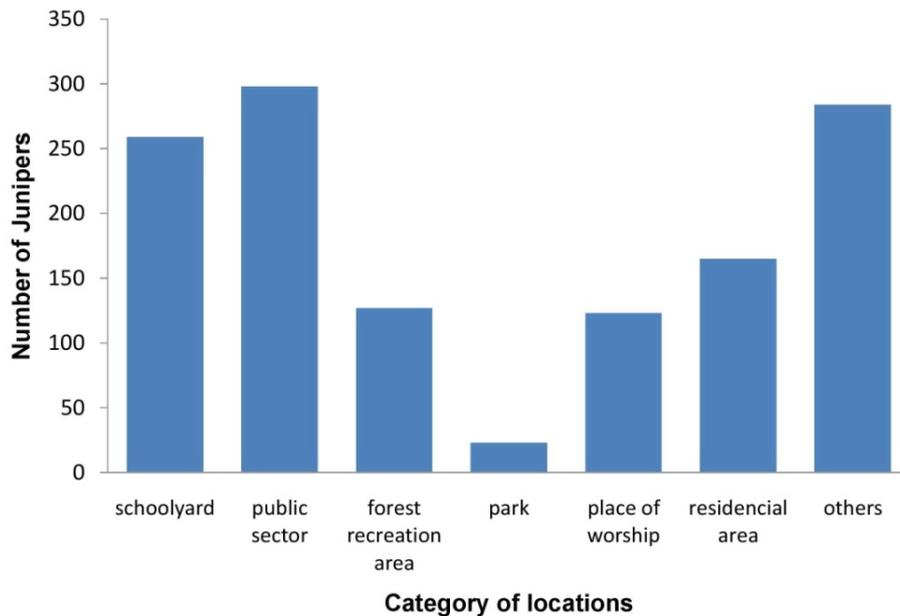
一、東勢區龍柏所在地點與數量

2010年調查東勢當地有龍柏790株，加入2016年的資料後，共計臺中市東勢區範圍內有龍柏1,279株，其中龍柏數量較多的地點類別為公營部門與學校，分別有298株及259株，龍柏數量較少的地點類別為公園，計有23株。資料呈現如圖一。

如果以臺中市東勢區面積117.4 km²內有1,279株龍柏計算，東勢區內龍柏的平均密度約為11株/km²，如果將梨與龍柏相距1.5 km以內作為梨赤星病可以完成生活世代的距離⁽⁶⁾，一旦梨赤星病菌在東勢當地建立族群，整個東勢區內的梨與龍柏都在梨赤星病潛在感染的範圍。而依我們在東勢區調查的經驗，當地的龍柏於梨赤星病冬孢子成熟的時期普遍產生梨赤星病冬孢子堆，而東勢區內的梨園每年皆發生梨赤星病。

二、梨樹與龍柏之間的距離對梨赤星病之影響

與龍柏相距5 m的梨樹其赤星病的罹病率為95%，每葉平均病斑數量為35.7個/葉，觀察到在一片葉上最多有126個病斑；與龍柏相距60 m的梨樹上，梨赤星病的罹病率為25%，每葉平均病斑數量為1.1個/葉，觀察到在一片葉上最多有10個病斑；而與龍柏相距10、20、40 m的梨樹，觀察到的梨赤星病罹病率、每葉平均病斑數量、每葉最多病斑數介於與龍柏相距5 m與60 m的梨樹罹病狀況之間，詳如表二。



圖一、臺中市東勢區內調查之龍柏數量

Fig. 1. Numbers of junipers (*Juniperus chinensis*) surveyed in Dongshi, Taichung

表二、調查與龍柏不同距離梨樹上之梨赤星病

Table 2. Survey of pear rust disease (*Gymnosporangium asiaticum*) on pear trees at various distances from junipers carrying the disease inoculum¹

Investigation item	Distance between junipers and pear trees (m)				
	5	10	20	40	60
Disease incidence (%)	95	90	60	35	25
Average number of lesions per leaf	35.7	19.7	9.8	2.9	1.1
Max Numbers of lesions per leaf	126	61	37	25	10

¹The survey was carried out at a pear orchard adjacent to a juniper plantation (about 60 junipers) in March, 2012.

本研究在臺中東勢觀察到梨與龍柏相對距離在5~60 m之間時，梨樹與龍柏愈近，梨赤星病的罹病率及每葉平均病斑數愈高，而梨樹距離龍柏愈遠，梨赤星病罹病率及每葉平均病斑數愈低。此結果與在日本千葉縣⁽⁶⁾觀察到距離龍柏100~1,500 m的梨樹感染梨赤星病的狀況及在中國南京調查的結果⁽⁵⁾相近：都是梨樹與龍柏愈近，梨赤星病愈嚴重，梨樹離龍柏愈遠，梨赤星病較輕微。

三、不同品種梨樹之梨赤星病發生狀況

2014年調查梨赤星病結果為台中二號梨的罹病率最高(55%)，其次為橫山梨(14%)，台中一號梨的罹病率最低(2%)，三種品種的罹病率相互比較，其差異皆達5%的顯著水準，而台中二號梨、橫山梨、台中一號梨的每葉平均病斑數量分別為1.6、0.2、0.1個病斑/葉，差異未達

5%的顯著水準。2015年，台中二號梨的罹病率(48%)高於台中一號梨的罹病率(14%)，每葉平均病斑數量也是台中二號梨(8.1個病斑/葉)多於台中一號梨(1.3個病斑/葉)，2015年兩品種的罹病率與每葉平均病斑數量之差異皆達5%的顯著水準。調查結果詳如表三，顯示在臺中東勢4月份同一時間點，台中一號梨罹染梨赤星病的狀況明顯低於台中二號梨。

表三、不同年份於不同品種梨樹之梨赤星病調查結果

Table 3. Survey of pear rust disease on various pear cultivars in different years¹

Year		Pear cultivar ²		
		Taichung No. 1	Taichung No. 2	Hengshan
2014	Disease incidence (%)	2 a ³	55 c	14 b
	Number of lesions per leaf	0.1 A	1.6 A	0.2 A
2015	Disease incidence (%)	14 b	48 c	na ⁴
	Number of lesions per leaf	1.3 A	8.1 B	na

¹ The survey was carried out at pear orchards adjacent to each other near a dwelling with about 8 junipers in April of 2014 and 2015.

² Cultivars Taichung No.1 and Taichung No. 2 were managed by the same fruit grower, cultivar Hengshan was managed by a different grower.

³ Means with the same letter are not significantly different at 5% level according to Tukey's range test. Data obtained in the two years are compared together. Lower case letters are for disease incidences comparison, upper case letters are for lesion numbers comparison.

⁴ Not available

雖然調查結果顯示台中一號梨感染梨赤星病的狀況低於台中二號梨，但仍發現有些台中一號梨葉片上有大量病斑(2015年，台中一號梨在一片葉上最多有47個病斑，資料未呈現)，由此現象可知台中一號梨葉片在感染源存在且環境適合發病時仍有機會被梨赤星病嚴重感染。我們觀察到台中一號梨罹病率與平均病斑數量較低應不是台中一號梨具有抗病性的緣故，推測造成赤星病感染程度差異的主要原因是不同品種梨樹萌芽時間之差異造成。在東勢地區不同梨樹葉片的萌芽時間如下：橫山梨為2月上旬，台中二號梨為2月中旬，台中一號梨為3月下旬⁽⁷⁾，而我們在東勢發現龍柏上出現梨赤星病冬孢子堆的時間是在2月上旬至2月中旬之間，當冬孢子堆遇水可產生擔孢子感染梨樹⁽⁸⁾，由於台中一號梨的萌芽時間與台中二號梨相比晚了一個月以上，至3月下旬才萌芽，台中一號梨的葉片可能避開梨赤星病感染源自龍柏上釋放的時間點，因而罹染梨赤星病的程度較低。

四、殺菌劑處理梨樹後梨赤星病之差異

2011年東勢中崙梨園內兩梨品種施用殺菌劑與未施用殺菌劑條件下，梨赤星病之平均罹病率與嚴重度比較詳如表四，換算3株台中二號梨施藥植株梨赤星病的AUDPC為17.5、36.3、70.6 (%×日)，台中二號梨未施藥植株的AUDPC為343.8、155.6、103.1 (%×日)，3株橫山梨施藥植株的AUDPC為0、12.5、17.5 (%×日)，橫山梨未施藥植株的AUDPC為229.4、277.5、135.6 (%×日)。橫山梨施藥植株AUDPC與橫山梨未施藥植株AUDPC的差異達到5%顯著水準，其餘

AUDPC之差異未達5%之顯著水準。將兩品種取得的梨赤星病調查資料合併分析後，施藥處理梨樹AUDPC與完全未施藥梨樹AUDPC有顯著差異($P < 0.001$)。

表四、比較東勢梨園噴藥處理梨樹與未噴藥處理梨樹之罹病率與嚴重度

Table 4. Comparison of incidences and severities of pear rust disease with/without fungicides-sprayed at an orchard in Dongshi¹

Date	Pear cultivar			
	Taichung No. 2		Hengshan	
	Fungicides-treated	No Fungicides	Fungicides-treated	No Fungicides
Feb 10 ²	0; 0 ³	0; 0	0; 0	0; 0
Feb 23	0; 0	0; 0	0; 0	0; 0
Mar 1	0; 0	3.3; 0.8	1.7; 0.4	11.7; 2.9
Mar 15	0; 0	0; 0	0; 0	6.7; 1.7
Mar 29	8.3; 2.1	16.7; 4.6	1.7; 0.4	20.0; 5.0
Apr 12	1.7; 0.4	21.7; 5.8	0; 0	16.7; 4.2
Apr 27	3.3; 0.8	20.0; 5.8	0; 0	15.0; 4.2

¹Fungicides-treated pear trees were under practices of Table 1.

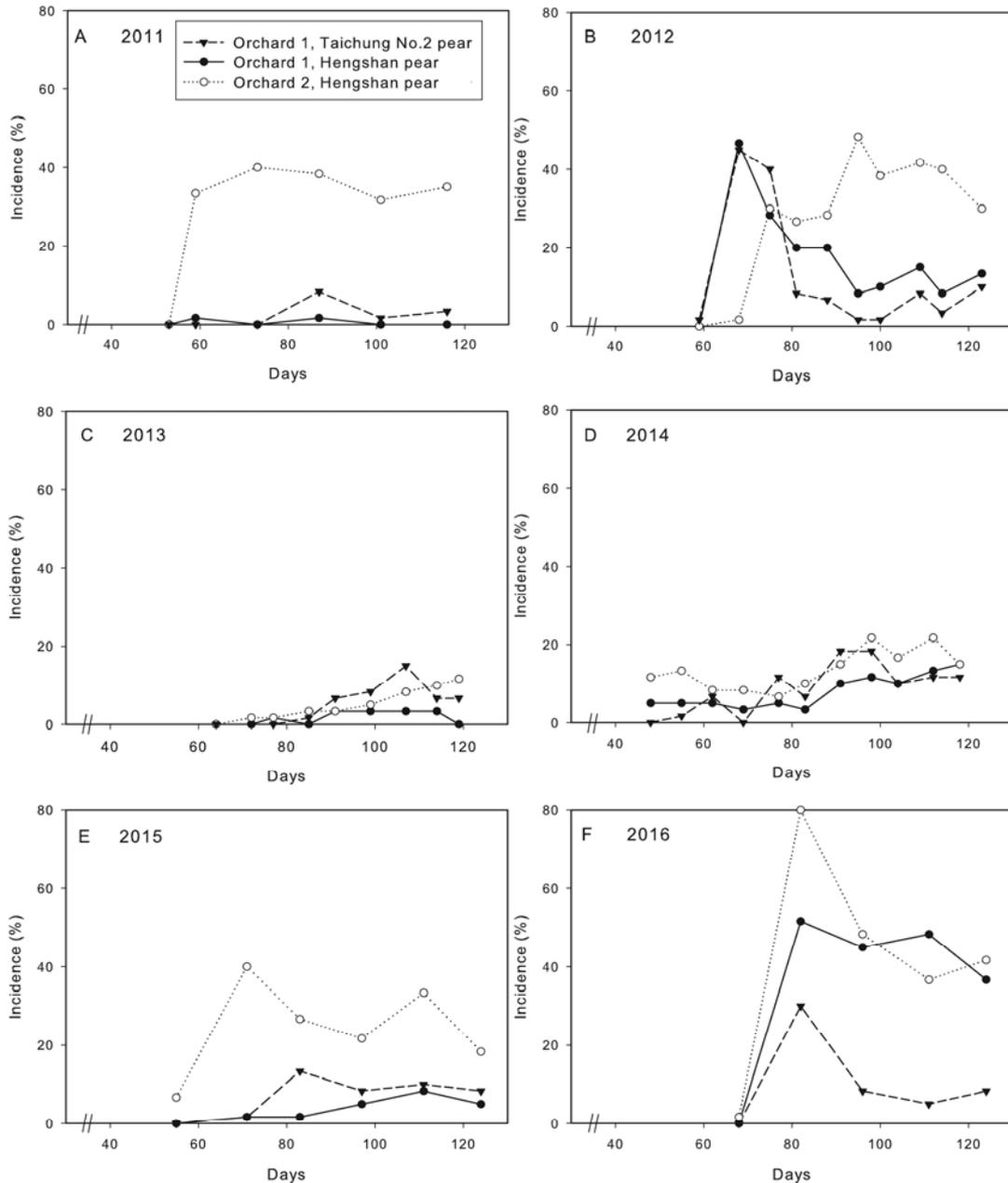
²Telia of pear rust on junipers in Dongshi in 2011 were first appeared on February 10. Incidences and severities of pear rust disease were investigated between February and April of 2011.

³Numbers are mean incidence (%) followed by mean severity (%) of pear rust disease. The disease incidences and the disease severities are separated by semicolons.

2011年，臺中東勢附近龍柏上的冬孢子堆最早在2月11日已開始出現，2月10日至2月23日取樣的梨葉上皆無梨赤星病病徵，3月1日在梨葉上開始有梨赤星病病徵出現，而3月15日由於植株冒出更多新萌芽的葉片，使得整體赤星病罹病率及嚴重度低於3月1日的結果，甚而因隨機取樣未取到罹病葉使得罹病率與嚴重度為0，而3月15日至3月29日之間梨赤星病提高的幅度最大。檢視計算之AUDPC結果，雖然不同植株或取樣結果的變異大，但整體而言在梨葉上施用殺菌劑與完全未施藥相比，施用殺菌劑管理能夠抑制梨赤星病的進展。

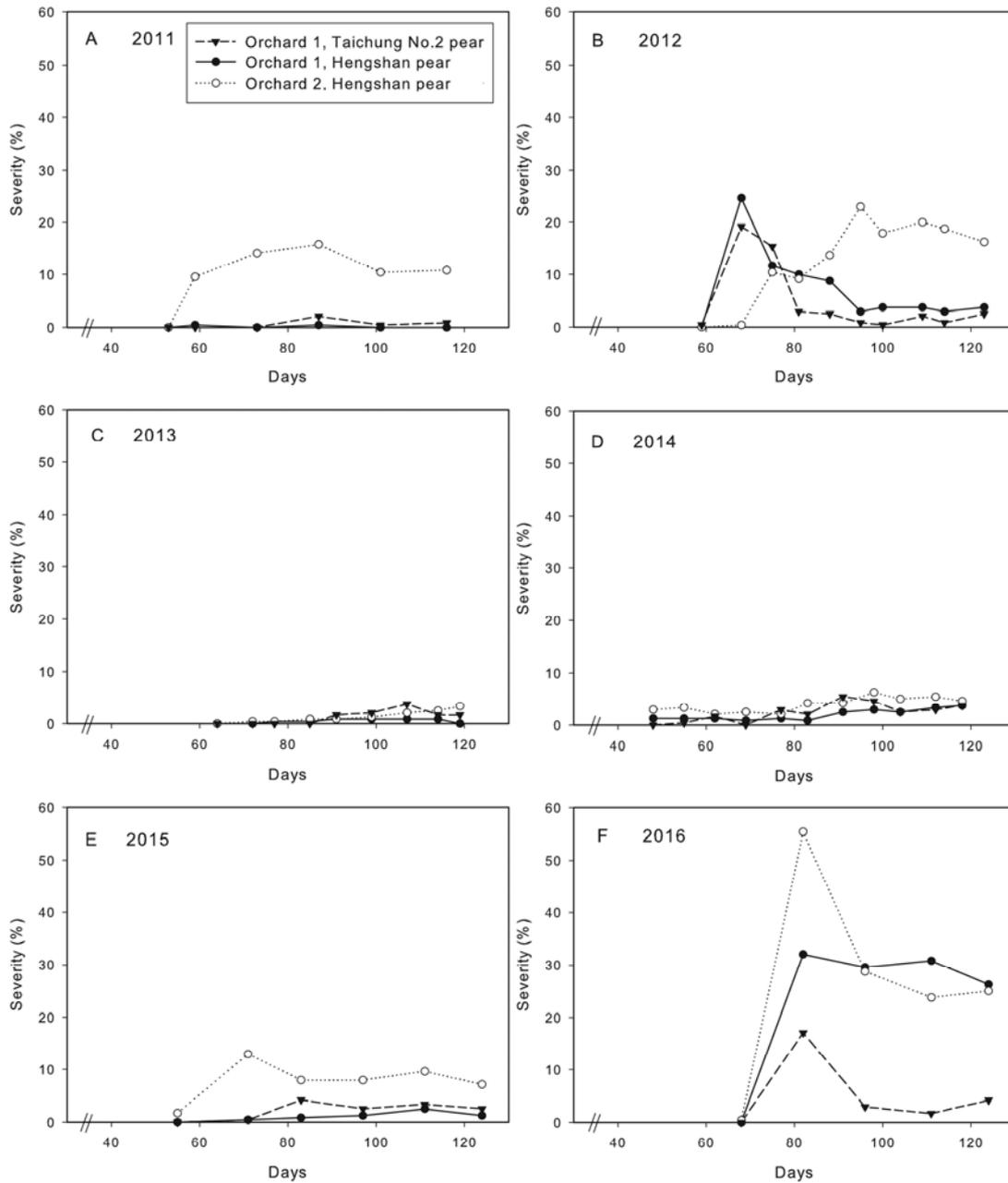
五、2011年至2016年梨赤星病發生狀況

2011年至2016年中崙梨園(圖二、圖三、表五之orchard 1)與東坑路梨園(圖二、圖三、表五之orchard 2)梨赤星病之罹病率進展情況在圖二、嚴重度進展情況在圖三。各年度不同果園或不同品種梨赤星病之平均AUDPC計算結果列於表五，其中2013年與2014年的調查結果當中，不同果園、不同品種梨AUDPC的差異皆未達顯著水準；2011年東坑路梨園內取得的AUDPC顯著高於中崙梨園內梨樹的AUDPC ($P < 0.001$)，中崙梨園內兩個梨品種AUDPC的差異不顯著；2012年僅東坑路梨園橫山梨與中崙梨園內台中二號梨的AUDPC差異達1%顯著水準；2015年與2011年類似，同樣是東坑路梨園內取得的AUDPC皆顯著高於中崙梨園內的AUDPC($P < 0.001$)，但中崙梨園內兩個梨品種AUDPC的差異不顯著；2016年則是東坑路梨園橫山梨與中崙梨園內橫山梨的AUDPC差異不顯著，但兩地橫山梨的AUDPC皆高於中崙梨園內台中二號梨的AUDPC，差異達1%顯著水準。



圖二、東勢兩果園 2011~2016 年梨赤星病之罹病率。A: 2011, B: 2012, C: 2013, D: 2014, E: 2015, F: 2016。實心三角形：果園 1 台中二號梨之罹病率。實心圓形：果園 1 橫山梨之罹病率。空 心圓形：果園 2 橫山梨之罹病率

Fig. 2. Incidences of pear rust disease in two pear orchards in Dongshi in 2011-2016. A: 2011, B: 2012, C: 2013, D: 2014, E: 2015, F: 2016. Solid triangle: incidences of pear cultivar Taichung No.2 in orchard 1. Solid circle: incidences of pear cultivar Hengshan in orchard 1. Empty circle: incidences of pear cultivar Hengshan in orchard 2



圖三、東勢兩果園 2011~2016 年梨赤星病之嚴重度。A: 2011, B: 2012, C: 2013, D: 2014, E: 2015, F: 2016。實心三角形：果園 1 台中二號梨之嚴重度。實心圓形：果園 1 橫山梨之嚴重度。空
心圓形：果園 2 橫山梨之嚴重度

Fig. 3. Severities of pear rust disease in two pear orchards in Dongshi in 2011-2016. A: 2011, B: 2012, C: 2013, D: 2014, E: 2015, F: 2016. Solid triangle: severities of pear cultivar Taichung No.2 in orchard 1. Solid circle: severities of pear cultivar Hengshan in orchard 1. Empty circle: severities of pear cultivar Hengshan in orchard 2

表五、東勢兩果園 2011~2016 年梨赤星病病害發生進程下之面積數值

Table 5. Area under disease progress curve values of pear rust disease in two pear orchards in Dongshi in 2011-2016

Year	Orchard 1		Orchard 2	P value ²	Rainfall (mm) ³		
	Taichung No. 2	Hengshan	Hengshan		Feb.	Mar.	Apr.
2011	41.5 ¹	10.0	748.1	<0.001	37.5	53.0	1.5
2012	331.5	506.0	834.2	0.009	93.0	40.5	244.0
2013	86.9	26.5	66.0	0.203	0	58.5	279.5
2014	169.2	132.5	269.2	0.208	70.5	75.5	22.5
2015	156.3	76.0	583.3	<0.001	40.5	44.0	63.5
2016	331.9	1,480.4	1,690.6	0.001	31.0	270.0	198.5

¹Mean area under disease progress curve (AUDPC, %×days) values were calculated by severity data between February and early May illustrated in Figure 3.

²P values were ANOVA (analysis of variance) results of AUDPC data each year.

³Rainfalls were obtained at Shuangchi Working Station, Tungshih Forest District Office, Forestry Bureau

不同年度的梨赤星病發生的數據當中，有觀察到病害罹病率及嚴重度在兩次臨近的調查時間大幅度上升，而之後漸下降的現象(圖二、圖三)。梨赤星病在兩次調查間隔內大量提高的有：2011年2月23日至3月1日(東坑路梨園)、2012年2月29日至3月9日(中崙梨園)及3月9日至3月16日(東坑路梨園)、2015年2月25至3月13日(東坑路梨園)、2016年3月9日至3月23日(兩梨園)，估計梨赤星病擔孢子感染梨葉至初步顯現病徵的時間為8~10天⁽³⁾，如將前述日期區間往前推移8~10天可視為梨赤星病大量感染的時間，這代表2月中旬至3月中旬是梨赤星病急劇感染的高風險期。另外，調查到有病害罹病率及嚴重度隨時間推移逐漸下降的狀況，依現場判斷為梨樹萌發出新生葉，使整體被梨赤星病感染的葉片比率下降所致，此現象可能與在韓國羅州所記錄梨赤星病罹病率在5月至6月提高，在6月至7月下降的狀況類似^(10,11)。

比較兩個不同果園的橫山梨之梨赤星病發生狀況，每年在東坑路梨園的AUDPC皆高於中崙梨園的AUDPC(表五)，前者罹染梨赤星病的狀況比後者嚴重，可能與附近龍柏的數量、距離及果園管理差異有關。比較同樣種植在中崙梨園兩個梨品種的梨赤星病發生，結果互有高低，梨赤星病的AUDPC在2011、2013、2014、2015年是台中二號梨高於橫山梨，而在2012年及2016年是橫山梨高於台中二號梨(表五)，顯示在不同年度梨赤星病可能在台中二號梨上較嚴重也可能在橫山梨上較嚴重。由於台中二號梨新葉萌發的時間略晚於橫山梨⁽⁷⁾，而葉齡小的新生葉比起老熟的葉片更容易受赤星病感染⁽⁴⁾，不同梨品種在同一時間點具不同葉齡組成的葉片，當遭遇雨水及梨赤星病擔孢子釋放期的時候，不同梨品種對梨赤星病感受的程度不同，因此每一年降雨或梨赤星病擔孢子釋放期的差異可能影響不同梨品種罹染梨赤星病的程度。

將東勢兩果園2011~2016不同年度梨赤星病的AUDPC作比較，梨赤星病發生最輕微的年度是2013年，兩果園各別品種的AUDPC值皆低於100% × days(表五)，對照降雨資料，2013年東勢記錄到的2月降雨加上3月降雨是六個年度中最少的一年，且當年度2月東勢的降雨量為

0。相對來說，2012、2014、2016梨赤星病發生較嚴重，兩果園各別品種的AUDPC皆高於100% × days，這三年度在東勢記錄到的2月降雨加上3月降雨是六個年度中較多三年。2016年是六年當中梨赤星病發生最嚴重的一年，這一年3月的降雨遠大於其他五年，此外依臺中市東勢區針對梨赤星病中間寄主龍柏噴藥防治的日期(資料未呈現)，2011年至2015年皆在2月或2月以前進行中間寄主噴藥防治，2016年在3月之後才進行中間寄主噴藥防治，人為管理措施的差異亦可能影響梨赤星病發生的程度。雖然有許多因子可能影響梨赤星病的發生，但本研究中的結果顯示不同年度降雨量的差異可能影響梨樹罹染赤星病的狀況，田間調查的結果印證過去在實驗室內的研究：游離水是梨赤星病冬孢子發芽的重要因子⁽⁸⁾。整體而言在臺灣中部地區2月至3月正值梨赤星病大量感染的高風險期，2月至3月大量降雨可能導致梨赤星病發生嚴重，值得病害管理注意。

致 謝

感謝東勢區農會、東勢區公所、中央氣象局、戴一心、劉明霖、陳耀東、蔣華金、王文哲、謝正雄、吳世偉等人協助試驗及提供資料。

參考文獻

1. 王喻其、王泰權、陳富翔、蔡勇勝、李宏萍、費雯綺 2012 梨赤星病 p.471-472 植物保護手冊 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所 臺中 臺灣。
2. 行政院農業委員會 2016 楊桃、梨 p.96-97 農業統計年報(104年) 行政院農業委員會 臺北 臺灣。
3. 沈原民、王文哲 2011 梨赤星病 p.6-7 梨樹常見有害生物之發生與管理策略 臺中區農業技術專刊177號。
4. 李保華、董向麗、張振芳、趙洪海、練森、李寶篤 2006 萊陽地區梨銹病防治適期研究 植物保護 32(1): 69-73。
5. 李曉剛、藺經、楊青松、王中華、盛寶龍、常有宏 2012 梨銹病田間發病規律及相關性分析 南方農業學報 43(2): 180-183。
6. 梅本清作、村田明夫、長井雄治 1989 ナシ赤星病菌小生子の飛散距離 日植病報 55: 250-253。
7. 廖萬正 2005 梨台中1號與台中2號品種之育成 p.121-136 梨栽培管理技術研討會專輯 臺中區農業改良場特刊75號。
8. Dong, X. L., B. H. Li, Z. F. Zhang, B. D. Li and X. M. Xu. 2006. Effect of environmental conditions on germination and survival of teliospores and basidiospores of the pear rust fungus (*Gymnosporangium asiaticum*). Eur. J. Plant Pathol. 115: 341-350.

9. Hiratsuka, N., S. Sato, K. Katsuya, M. Kakishima, Y. Hiratsuka, S. Kaneko, Y. Ono, T. Sato, Y. Harada, T. Hiratsuka and K. Nakayama. 1992. The rust flora of Japan. Tsukuba Shuppankai. Ibaraki. Japan.
10. Lim, K. H., M. Gu, J. H. Song, Y. S. Cho, W. S. Kim, B. S. Kim, S. K. Jung and H. S. Choi. 2014. Growth, fruit production, and disease occurrence of rain-sheltered Asian pear trees. *Sci. Hortic.* 177: 37-42.
11. Lim, K. H., M. Gu, B. S. Kim, W. S. Kim, D. H. Cho, J. H. Son, S. Park, K. J. Choi, S. K. Jung and H. S. Choi. 2015. Tree growth and fruit production of various organic Asian pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) cultivars grown under a rain-shelter system. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 90: 655-663.
12. Madden, L. V., G. Hughes, and F. van den Bosch. 2007. The study of plant disease epidemics. The American Phytopathological Society. St. Paul. USA.

Survey of Pear Rust Disease in Dongshi, Taichung¹

Yuan-Min Shen², Da-Yuan Lin², Chia-Hung Chao³ and Ting-Hsuan Hung^{4*}

ABSTRACT

Pear (Asian pear; *Pyrus pyrifolia*) is an important fruit tree in central Taiwan. Field survey of pear rust caused by *Gymnosporangium asiaticum* was carried out in Dongshi, a main pear production area in Taichung. 1279 junipers (*Juniperus chinensis*), an alternate host of pear rust, was enumerated in Dongshi, which represented a juniper density of 11 plants/km² in the region. Distribution of junipers in public sector exceeded other location categories in number. Junipers in Dongshi generally harbored telia of pear rust during the period of teliospores maturation. A pear orchard near a newly grown juniper plantation was investigated. Within a range of 5 m - 60 m, pear rust incidence and average lesion numbers per leaf increased with decrease of distance between pear trees and junipers. In another pear orchard, pear cultivar Taichung No.1 had lower pear rust infections than pear cultivar Taichung No. 2 in April. Late budburst date of pear cultivar Taichung No.1 is suggested to result in disease avoidance. Comparison of pear rust of pear trees under management and pear trees without fungicide treatments, the pear leaves treated with fungicides showed lower disease incidences and severities. During 2011-2016, pear rust disease incidences and severities were investigated in two pear orchards in Dongshi. Area under disease progress curve (AUDPC) values of pear cultivar Hengshan and pear cultivar Taichung No.2 grown in the same orchard was not significantly different in most of the years. Among the 6 years, pear rust AUDPC values of the two orchards were lowest in 2013 and highest in 2016. Large rainfall amounts in February and March, the time period that pear rust has a risk to increase drastically in Dongshi, were likely to lead to severe pear rust infection.

Key words: pear rust disease, *Gymnosporangium*, rust disease, fruit tree diseases, plant disease management

¹ Contribution No. 0900 from Taichung DARES, COA.

² Assistant Researcher of Taichung DARES, COA.

³ Associate Researcher of Taichung DARES, COA.

⁴ Professor of Department of Department of Plant Pathology & Microbiology, National Taiwan University.

*Corresponding author: thung@ntu.edu.tw