

딸기 시들음病에 관한 研究

曹 鍾 澤* · 文 炳 周*

Studies on the Wilt of Strawberry Caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* in Korea

Chong Taik Cho* and Byung Ju Moon*

ABSTRACT

The experiments were conducted to study the distribution of wilt of strawberry caused by *Fusarium* in Korea, the characters of the causal fungus and its control. The results obtained are summarized as follows.

1. Wilt of strawberry has been found in Gimhae and Samrangjin, Gyeongnam province a few years ago. This disease has been spreading year after year, and observed on farms in most of the strawberry-growing areas in Korea.

2. The fungus was isolated frequently from the crowns and petioles of diseased strawberry plants, and the fungus belonging to *Fusarium oxysporum* in terms of the morphological characteristics of macroconidia, microconidia, chlamydo-spore and conidiophore on V-8 Agar.

3. The macroconidia formation of the fungus varied remarkably with the isolates and kinds of medium tested. However, all isolates abundantly produced macroconidia on V-8 Agar.

4. The cross-inoculation tests with several forma specialis of *F. oxysporum* to cucumber, tomato, watermelon, luffa, cabbage, melon and strawberry were carried out. The isolates from strawberry viz. Kodama's *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* and S-1 of the authors were pathogenic to only strawberry. The fungus was also similar in morphology and symptoms to Kodama's and Winks' isolate of *F. oxysporum* f. sp. *fragariae*. Therefore, the fungus is identified as *Fusarium oxysporum* Schl. f. sp. *fragariae* Winks & Williams.

5. The most effective fungicides were Benomyl and Homai for inhibiting sporulation and mycelial growth of the fungus.

6. The cultivar Kurumae 38, Himiko, Senga gigana and Daehak I were resistant, whereas Hokowase, Instiate Z4, Juspa, Puget beauty and Marshall were susceptible to the fungus with artificial inoculation.

※ 東亞大學校 農科大學 農生物學科 (Dept. of Agricultural Biology, College of Agriculture, Dong-A University, Pusan Korea 600)

緒 言

慶南의 三浪津, 金海 등 주요 딸기산지에서 수년 전부터 新葉의 3小葉中 1~2개가 다른 小葉에 비하여 극히 작은 畸形葉으로 발생하여 黃綠化하며 罹病株는 草長, 草勢가 萎縮하여 생육이 극히 불량하고 萎凋現象을 일으켰다. 그리고 葉緣으로부터 褐變되기 시작하여 결국 罹病株 全體가 枯死되고, 罹病母株에서 나온 딸기도 畸形葉이 되거나 黃綠化現象을 분수 있었고 畸形이나 黃綠化없이 株全體가 萎縮되는 病害가 局部的으로 발생하였으나 최근 급속히 發生地域이 확대되어 그 피해가 격심한 실정에 있다(그림 1).

罹病株의 冠部와 葉柄의 導管部는 褐變되었으며 뿌리가 黑褐色으로 변하여 부패되는 현상도 관찰되었고 罹病株의 冠部와 葉柄의 導管部位에서 *Fusarium oxysporum* 이 용이하게 分離되었다.

本 病의 病徵, 病原菌의 諸性質, 寄生性 등을 Winks 등¹⁷⁾, 加藤 등⁴⁾, 小玉⁹⁾ 및 吉野 등²⁰⁾의 기재와 비교 검토한 결과 本 分離菌은 *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* 로 同定되었다. 그러나 病名에 대하여 호주 Winks는 *Fusarium wilt*, 日本의 岡本 등은 萎黃病(Yellows)으로 命名하였고 病徵에 있어서도 兩者間에 약간의 차이를 보이고 있을 뿐만 아니라 우리나라에서는 本 菌의 分化型과 發生分布에 대해서는 보고가 없으므로 本 試驗에서는 本 病의 發生·分布 調査를 실시하고 本 菌과 Winks와 小玉으로부터 분양 받은 *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* 의 2 菌株와 비교 검토하여 그 病徵 및 病原菌의 諸性質등에 있어서 차이의 유무를 확인하여 分化型을 同定하고 아울러 本 病 防除 대책의 일환으로서 田間에서 藥劑에 의한 防除效果 및 品種間 抵抗力 검정을 실시하였다.

딸기에 기생하는 *Fusarium oxysporum* 은 1965년 호주의 Queensland에서 Winks 등¹⁷⁾에 의하여 최초로 확인되어 病名을 *Fusarium wilt* 로 命名하였고 病原菌은 新分化型으로서 *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* 로 提議하였다.

1970년 日本에서도 上記病害가 發見되어 岡本 등^{13,14)}에 의하여 萎黃病으로 命名되었으며, 그 후 加藤 등⁴⁾, 小玉⁹⁾, 吉野 등²⁰⁾에 의하여 Winks 등¹⁷⁾의 기재와 비교 검토 후 그 分化型을 *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* 로 同定하였고 日本의 딸기 栽培 全域에서 發見되어 그 피해가 격심하다고 보고하였다.

우리나라에서는 1982년 金등⁶⁾에 의하여 忠南 熊川에 발생된 寶交부생 品種에 급격히 말라 죽는 症狀을 나타내는 병해에 대하여 *F. oxysporum* 으로 同定하여

시들음병으로 보고한 바 있다.

防除에 대해서는 吉野 등²⁰⁾, 小玉 등¹⁷⁾, 金등⁶⁾에 의하여 Benomyl의 토양관주효과가 입증되고 있으나 小玉에 의하면 토양 중 菌의 밀도가 높으면 6~8월중 高溫期에는 그 효과가 현저히 감소된다고 하였고, 吉野 등은 사양토에서는 비교적 유효하나 식토에서는 효과가 없다고 하였으며 品種間 抵抗力에 관해서는 吉野 등^{18,20)}, 小玉⁹⁾, 駒田¹⁰⁾, 金등⁶⁾의 보고가 있으나 研究者에 따라 약간의 차이를 보이고 있다.

本 研究는 農村振興廳 產學協同 支援金에 의하여 수행되었음.

材料 및 方法

發生分布: 1982년 3월부터 7월까지 濟州道를 제외한 각 市道에서 1개 지역이상 모두 11개 지역에 각각 3곳을 임의로 선정 發病率을 조사하였으며 罹病葉을 채취하여 病原菌을 분리하고 分離率을 조사하였다.

供試菌: 分離菌을 單孢子分離 培養하여 保存중인 菌株중에서 慶南의 三浪津에서 분리한 S-1, S-6 菌株를 사용하였고, Winks¹⁷⁾와 小玉^{7,9)}로부터 분양받은 *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* 의 菌株 No. 15C43과 No. 5를 供試하여 病菌의 몇가지 성질과 병징 등에 대하여 本 菌과 비교 검토하였다.

寄生性: *F. oxysporum*의 分化型이 다른 f. sp. *cucumerinum*, f. sp. *melonis*, f. sp. *lycopersici*, f. sp. *lini*, f. sp. *fragariae*(小玉의 菌株) 및 本 菌 S-1을 供試하였으며, 殺菌土에 파종 또는 移植하여 20~25일간 育苗한 오이(신홍진주), 참외(신은천), 양배추(四季穫), 수세미, 수박(하왕), 토마토(장수) 및 딸기(寶交부생)의 根部를 殺菌수에 水洗 후 PDA에 15일간 培養하여 현미경 400 배 시야 당 20개 농도로 만든 포자부유액에 잠시 침지하였으며 이것을 殺菌土를 담은 포트에 1주씩 移植하고 上記 포자부유액 20ml 적을 관주, cross inoculation tests에 의하여 接種하여 50일후 發病率을 조사하였다.

品種間 抵抗力: 1982년 9월 20일 America 등 26 품종과 S-1菌株를 供試하여 상기 방법에 의하여 接種 후 비닐하우스 내에 보관하였으며 50일 후에 發病率을 조사하였다.

結 果

發生分布: 1982년 3월부터 7월까지 全國의 주요 딸기 재배지역의 發病率과 罹病株에서의 病原菌 分離率을 조사한 결과는 表 1에서와 같이 지역간에 차이는 보였

Table 1. Distribution of wilt of strawberry and percent of *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* isolation from crown and petiole of diseased strawberry plants in Korea

Locality	No. of plants examined	No. of plants infected	Percent of plants infected	Percent of plants died	Percent of <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>fragariae</i> isolated		
					Crown	Petiole	
Gangweon Chuncheon	900	276	30.6		50.0	40.0	
Gyeonggi Paju	600	97	16.2		42.9	0	
	Goyang	900	194	21.6		57.1	0
	Suweon	145	90	62.1	53.3	66.7	75.5
Chungnam Daedeog	600	496	82.7	3.6	69.0	5.7	
	Nonsan	200	169	84.5		48.0	16.0
Chungbug Ogcheon	200	86	43.0	1.2	62.5	10.0	
Jeonbug Igsan	150	14	9.3		54.3	4.0	
Jeonnam Jangheung	150	55	36.7		97.1	48.0	
Daegu	300	100	33.3		53.3	2.9	
Gyeongnam Samrangjin	550	496	90.2	29.4	55.4	20.1	

Table 2. Comparison between 2 isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* and 2 isolates of *Fusarium* sp. for size of spores

Spore	Size(length×width, μ) ^{a)}							
	S-1		S-6		<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>fragariae</i> Winks' isolate ^{b)}		<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>fragariae</i> Kodama's isolate ^{c)}	
	Range	Avg.	Range	Avg.	Range	Avg.	Range	Avg.
Microconidium 0-sept.	7.9-21.6	12.2	5.9-23.6	15.7	9.8-19.6	13.0	7.9-21.6	13.3
	×3.9-7.9	×5.1	×3.9-7.9	×5.5	×3.9-5.9	×4.7	×3.9-7.9	×5.1
Macroconidium 1-sept.	15.7-35.3	25.9	13.7-33.4	25.9	15.7-31.4	23.2	13.7-41.2	22.4
	×3.9-10.6	×6.7	×3.9-7.9	×6.3	×3.9-7.9	×6.3	×3.9-9.8	×6.3
2-sept.	27.5-43.2	36.9	27.5-51.0	38.1	17.7-47.1	36.1	21.6-37.3	29.0
	×3.9-8.6	×6.7	×5.9-9.8	×7.1	×5.9-7.9	×7.5	×3.9-9.8	×7.1
3-sept.	39.3-62.8	49.8	35.3-62.8	47.9	25.5-62.8	51.4	25.5-56.9	44.4
	×3.9-9.8	×7.9	×3.9-7.9	×6.7	×5.9-7.9	×7.1	×3.9-9.8	×5.9
4-sept.	49.1-74.6	63.2			45.1-78.5	63.2		
	×7.9	×7.9			×5.9-7.9	×7.1		
Chlamydo-spore	11.8-27.5	19.6	9.8-39.3	23.9	11.8-23.6	16.9	7.9-27.5	16.1
	×9.8-21.6	×15.7	×7.9-37.3	×9.2	×9.8-19.6	×14.5	×7.9-21.6	×13.7

a) Each figure was the average of 100 spores examined.

b) Isolate N. 15043 of *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* provided by Winks.

c) Isolate No. 5 *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* provided by Kodama.

으나 全地域에서 발생되었으며 우리나라 최대 딸기 재배지역인 忠南의 大德, 論山, 慶南의 三浪津에서는 80% 이상의 發病率을 보였고 水原 지역에서는 枯死株가 53% 이상이였다.

또한 병균도 罹病株의 冠部와 葉柄에서 용이하게 분리되었으며 分離率은 冠部에서 현저히 높았다

病原菌의 性質 :

가. 病原菌의 形態

本 分離菌 S-1, S-6, Winks의 菌株 및 小玉의 菌 등 4菌株를 供試하여 V-8 Agar 에 25°C에서 15일 培養배양 후 포자 종류별로 100개씩 檢査하였 比較 결과 포자의 크기는 表 2에서와 같이 本 菌 S-1 및 6 균주는 Winks 및 小玉의 菌株와 거의 비슷하였

Table 3. The mycelial growth and production of macroconidia of 2 isolates of *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* and 2 isolates of *Fusarium oxysporum* obtained from strawberry on different media

Agar medium	Diam. of colonies(mm) ^{a)}				Macroconidia($\times 10^5$ /culture) ^{a)}			
	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>fragariae</i>		Winks'	Kodama's	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>fragariae</i>		Winks'	Kodama's
	Author's	S-6			Author's	S-6		
PD	44.9	46.4	45.7	43.9	7.5	2.3	8.0	5.0
PS	47.8	47.1	49.4	47.1	3.0	4.0	1.0	1.5
CM	43.2	43.0	45.2	43.5	34.3	26.8	15.0	23.8
V-8	41.2	41.3	43.2	38.8	136.3	48.8	72.5	91.8
Oatmeal	28.7	31.0	27.5	31.1	32.5	12.3	36.0	31.3
Malt Ex.	44.3	45.2	45.0	40.6	1.3	0	0.5	0
Czapek's	32.5	33.8	42.0	39.5	26.3	6.8	12.0	91.3
Sabouraud	31.5	32.9	23.6	20.4	282.5	3.8	8.8	5.5

a) Based on 3 replicates in 2 trials.

小形分生胞子は 격막이 없고 타원형. 장타원형 및 난형으로서 無隔膜의 짧은 分生子柄의 先端에 擬頭狀으로 형성되었고 大形分生胞子は 新月型, 격막은 1~4개로서 3개의 것이 가장 많이 형성되었으며 厚膜胞子は 균사의 중간, 선단 때로는 大形分生胞子の 중간에 형성되었으며 이러한 胞子형태(그림 2)는 菌株간 차이가 거의 없었다.

나. 病原菌의 발육과 배지

8종류의 배지를 공시하여 균주별로 菌系生長 및 大形分生胞子 형성량 조사 결과는 表 3에서와 같이 菌系生長은 Oatmeal Agar, Czapek's Agar 와 Sabouraud Agar를 제외한 供試培地에서는 菌株 모두 그 생장이 양호하였다.

大形分生胞子 형성은 배지와 균주에 따른 차이가 심하였으나 균주 모두 V-8 Agar에서 풍부히 형성되었는데 특히 S-1 균이 타 균주에 비하여 현저히 많이 형성되었다.

菌叢의 색깔도 균주와 배지 종류에 따른 차이가 현

저하였는데 S-1과 S-6 균주는 대부분의 배지에서 백색이었으나 Sabouraud Agar에서는 담적색을 보였고 Winks와 小玉의 2균주는 PDA, PSA, Oatmeal Agar 및 Sabouraud Agar에서 적색에 가까운 색깔을 나타내었으나 그 외 배지에서는 백색이었다.

다. 病原菌의 寄生性

本 菌과 *Fusarium oxysporum* 各 分化型의 各種作物에 대한 寄生性을 규명하기 위하여 *F. oxysporum*의 f. sp. *cucumerinum*, f. sp. *melonis*, f. sp. *lycopersici*, f. sp. *lini*, f. sp. *fragariae* 및 S-1 菌株 등 6개 菌株를 供試하여 오이, 참외, 토마토, 수박, 수세미, 양배추 및 딸기 등 7종의 作物에 대한 기생성을 cross inoculation tests에 의하여 조사한 결과 表 4에서와 같이 供試한 6種의 菌은 各者의 寄主植物에만 病原性을 나타내었고 本 菌도 딸기만 侵害하고 他 作物에는 全然 病原性이 없었으며 또한 病徵에 있어서도 本 菌과 Winks와 小玉의 f. sp. *fragariae* 2개 菌株와의 차이가 관찰되지 않았다.

Table 4. Results of cross inoculation tests with different forma specialis of *Fusarium oxysporum* in greenhouse^{a)}

Plant inoculated	<i>cucumerinum</i>	<i>melonis</i>	<i>lycopersici</i>	<i>lini</i>	<i>fragariae</i>	
					Kodama's	S-1
Cucumber	+	--	--	--	--	--
Melon	--	+	--	--	--	--
Tomato	--	--	+	--	--	--
Watermelon	--	--	--	--	--	--
Luffa	--	--	--	--	--	--
Cabbage	--	--	--	--	--	--
Strawberry	--	--	--	--	+	+

a) 8-9 plants in each pot, +- pathogenic -- : non pathogenic.

Table 5. Effects of fungicides on mycelial growth and sporulation of *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* isolate S-1 when grown on PDA containing various fungicides at 25°C

Fungicide	Diameter of colony after 7 days ^{a)}						Sporulation after 15 days ^{a)}		
	incubation(mm) ^{a)}						Concentration(×10 ⁵ /culture) ^{a)}		
	Concentration(a. i. μg/ml)						Concentration(a. i. μg/ml)		
	0	1	10	100	300	600	0	10	600
Benomyl	59.8	68.0	14.0	0	0	0	236.5	31.6	0
Homai	61.9	65.8	14.0	0	0	0	236.5	11.6	0
Captan	63.4	63.2	50.6	10.2	5.8	5.0	236.5	73.6	23.6
Captafol	56.9	29.3	12.5	9.3	8.9	7.2	236.5	134.3	120.0
Iprodione	60.7	55.0	15.9	4.8	4.8	4.9	236.5	121.5	78.8
Topsin-M	59.8	64.9	53.9	36.2	9.0	2.4	236.5	47.3	0.4
Zineb	62.8	64.0	60.5	43.3	36.7	34.8	236.5	170.0	140.0
Plant vax	62.0	62.3	65.7	59.0	44.2	32.4	236.5	81.0	82.9

a) Based on 3 replicates.

防除試驗 :

가. 藥劑에 의한 防除效果

Benomyl 등 8 종의 약제를 공시하여 실내에서 菌糸生育 및 胞子형성에 대한 藥劑의 阻止효과를 조사한 결과 表 5 에서와 같이 菌사생육은 Benomyl 과 Homai 100μg/ml에서 완전 阻止되었다. Captafol, Captan 및 Iprodione 도 저농도에서 현저히 억제되었으나 상대적으로 600μg/ml 농도에서도 약간의 생육이 보였다.

胞子形成에서도 Benomyl과 Homai 의 억제효과가 현저하였으나 Homai 의 효과가 Benomyl 보다 높은 경

향이였으며 Captan 과 Topsin-M 도 타 약제에 비하여 우수하였다.

나. 品種間 抵抗性

品種간의 抵抗性を 보기 위하여 寶交부생등 26 品種을 供試하여 接種試驗결과 表 6에서와 같이 品種間 發病率의 차이가 현저하였으며 久留米 38, Himiko, Senga gigana는 전연 發病하지 않았고 Daehak 1 은 發病率이 낮았으나 寶交부生, Instiate Z4는 全株가 發病되었으며 Juspa, Puget beauty, Marshall 도 80% 이상의 높은 發病率을 보였다.

Table 6. Results of inoculation experiments with *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* isolate S-1 to various strawberry cultivars

Cultivar	Percent of plants infected ^{a)}	Cultivar	Percent of plants infected
America	50	Himiko	0
Berry star	20	Hokowase	100
Cambridge favorite	20	Senga gigana	0
Catskill	70	Kogyoku	30
Fairfax	60	Puget beauty	90
Chikushi	20	Daehak I	10
Harunoka	60	General chanzy	40
Leiko	40	Cyclone	60
Kurumae 38	0	Juspa	90
Instiate Z4	100	Ohoisi sikinary	40
Missionary	30	Benizuru	40
Marshall	80	The sun	50
Kurumae 39	30	Tioga	70

a) Based on 10 plants with 5 replicates



Fig. 1. Symptom caused by *Fusarium. oxysporum* f. sp. *fragariae* on infected strawberry plants. 1: dying and wilting of plants. 2: deforming and yellowing of central leaflets and dying of old leaves.

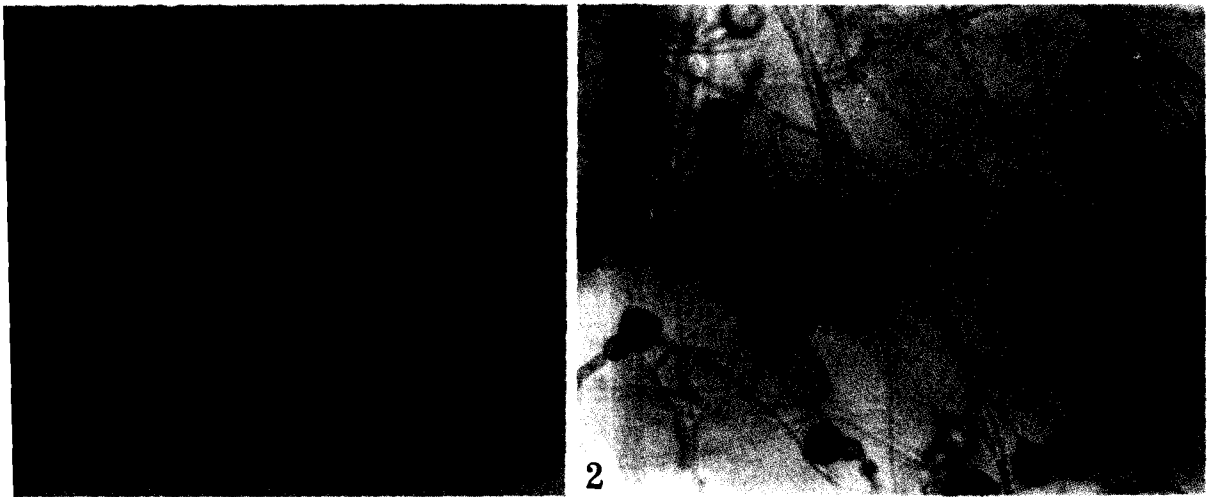


Fig. 2. *Fusarium. oxysporum* f. sp. *fragariae*. 1: macro and microconidia($\times 600$) on V-8 agar. 2: chlamydospore($\times 400$) on V-8 agar.

考 察

本 病은 金동⁶⁾에 의하여 우리나라에서는 1974년도에 忠南 熊川 지방에서 최초로 발생되었음이 보고되고 있으나 수년 전부터 慶南의 三浪津, 金海 지역에서 국지적으로 발생되었으며 그후 발생지역이 급속히 확대되어 1981년도부터는 三浪津의 경우 收穫 全無상태의 栽培 농가가 속출하고 있는 실정에 있다.

本 發生分布 조사 결과 우리나라 딸기재배 전 지역에서 발생되고 있으며 50% 이상의 發病株率을 보이고 있는 지역도 4개지역이나 되어 걱심한 피해를 초래하고 있으며 그 피해는 해마다 증가하고 있는 실정에 있다. 本 病에 대하여 感受性이 가장 높은 품종으로 알려진 寶交부생이 전국적으로 단일화된 점이 本 病에 의한 피해가 걱심하게 된 원인으로 해석되었다. 岡本¹³⁾, ¹⁴⁾, ¹⁵⁾과 吉野¹⁸⁾, ¹⁹⁾, ²⁰⁾에 의하면 本 菌은 토양진입 또는 子苗를 통하여 전염되고 있으며 寶交부생이 感受性으로 보고된 점으로 보아 病菌, 病土와 함께 寶交부생의 급속한 보급에 의하여 發生地域이 전국적으로 확대된 것으로 추정된다.

本 菌은 罹病株의 冠部와 葉柄에서 용이하게 분리되었으며 V-8 Agar 상에서의 胞子의 크기, 격막의 수에 있어서는 金동⁶⁾, 岡本¹³⁾, ¹⁴⁾ 및 吉野¹⁸⁾, ²⁰⁾의 기재와 큰 약간의 차가 있었으나 이것은 사용한 배지의 차이 때문으로 생각된다. 그러나 Winks¹⁷⁾와 小玉⁷⁾, ⁸⁾, ⁹⁾로 분리 분양받은 *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* 2개 菌株과 비교 검토한 결과 胞子形態 및 크기에 있어서 거의 일치되었을 뿐만 아니라 小形, 大形分生胞子の 形態, 小形分生胞子の 형성방법, 分生子柄의 형태 및 厚膜胞子の 형성 등에서 상기 연구자들의 기재와 거의 일치되었으며 松尾¹¹⁾의 분류방식에 의하여 *F. oxysporum*에 해당하는 것으로 판명되었다.

金동⁶⁾과 岡本¹³⁾, ¹⁴⁾은 PSA 배지에서 大形分生胞子를 풍부하게 형성되나하였고 吉野¹⁸⁾, ²⁰⁾은 PDA 상에서는 大形分生胞子 형성은 비교적 적었다고 하여 菌株 간 차이를 추측할 수 있었는데 本 試驗의 결과 S-1, -6 菌株과 같이 Winks와 小玉의 2개 菌株도 PDA 또 PSA 상에서는 大形分生胞子 형성이 극히 불량하였던 菌株과 배지종류에 의한 차이가 현저하였다. 그러나 菌株 모두 V-8 Agar 상에서는 大形分生胞子 형이 양호하여 本 菌의 大形分生胞子형성에 적합한 배인 것으로 판단하였다. 菌叢의 색깔은 培地 種類와 재에 따라 현저한 차이가 있었으나 小形分生胞子 및 狹胞子는 어느 배지에서나 형성이 양호한 편이었다. 本 菌은 딸기만을 侵襲하였고 他 分化型은 각자의

寄主에만 病原性을 나타내었으므로 本 菌의 寄生性 分化는 명료하였다. Winks¹⁷⁾은 1965년 호주의 Queensland에서 *F. oxysporum*에 의한 딸기 病害를 발견하여 分化型을 f. sp. *fragariae*로 제의하였고 加藤⁴⁾, 小玉⁹⁾, 吉野²⁰⁾은 Winks의 보고와 비교 검토하여 分化型을 f. sp. *fragariae*에 해당하는 것으로 同定한 바 있다. 本 試驗의 결과도 상기 보고자의 기재와 거의 일치될 뿐만 아니라 Winks와 小玉로부터 분양받은 2개 菌株와 本 菌과의 接種試驗 결과 寄生性, 病徵 등이 일치되므로 本 菌의 分化型을 *Fusarium oxysporum* Schl. f. sp. *fragariae* Winks & Williams로 同定하였다.

한편 病名에 있어서 Winks 등은 Wilt, 岡本¹³⁾ 등은 萎黃病(Yellows)으로 명명보고하였고, 病徵에 있어서도 Winks는 萎凋枯死한다고만 기재되고 있어서 他 연구자들과는 약간의 차이를 보이고 있었으나 本 試驗의 결과 Winks의 菌, 小玉의 菌 및 本 菌에 의한 病徵은 거의 類似함이 판명되었다.

실내에서 실시한 本 病의 防除効果는 菌糸生長과 胞子形成 저지효과에 있어서 Benomyl과 Homai가 가장 우수하였다. *F. oxysporum*의 他 分化型에 대한 Benomyl의 효과는 Channon²⁾, Agrawal¹⁾, 등에 의하여 보고되었고 本 菌에 대해서는 이미 吉野²⁰⁾, 小玉⁷⁾, ⁸⁾, ⁹⁾에 의하여 보고된 바 있다.

Homai의 효과에 대해서는 金동⁶⁾에 의해서 本 菌의 菌糸生育 저지효과에 Benomyl과 함께 가장 우수하다 하여 本 試驗의 결과와 일치되었다. 그러나 本 결과에서 Homai에 의한 胞子形成 저지효과는 Benomyl보다 증가되는 경향이었고 더우기 Benomyl의 토양관주 효과가 本 菌의 토양내 밀도⁸⁾와 토성종류²⁰⁾에 따라 달라질 뿐만 아니라 최근 다수 菌의 Benomyl에 대한 耐性 발생 보고가 많으므로 本 病의 방제에는 Benomyl보다 오히려 Homai가 유망시 된다고 생각한다. 또한 日本에서는 칼로르피크린, DD 유제 등에 의한 토양소독이 本 病의 방제에 우수하다는 보고⁵⁾, ⁷⁾, ⁹⁾, ¹⁰⁾, ¹²⁾, ¹⁵⁾, ²⁰⁾로 보아 토양소독 후에 Homai의 관주가 本 病의 방제에 실용적인 방법으로 추정되므로 추후 Homai에 대한 포장 실험이 실시되어야 할 것이다.

人工接種에 의한 抵抗力 조사 결과 久留米 38, Himiko, Senga gigana 및 Daehak 1은 전연 發病되지 않거나 發病率이 낮아서 抵抗力으로 나타났고 寶交부생, Instiate Z4, Juspa, Puget beauty, Marshall 등은 높은 發病率을 보여 感受性으로 나타났다. 寶交부생은 小玉⁹⁾, 駒田¹⁰⁾, 岡本¹⁴⁾, ¹⁵⁾, 吉野²⁰⁾ 및 金동⁶⁾에 의하여 높은 感受性 品種으로 보고되었고 Senga gigana는 小玉⁹⁾, Daehak 1은 金동⁶⁾에 의하여 抵抗力

品種으로 보고되어 本試驗의 결과와 일치되었으나 America 와 四季成은 小玉⁹⁾과 吉野²⁰⁾에 의하여 高溫 및 低溫에서 發病하지 않아서 저항성 품종으로 보고되었으나 本試點은 대체로 저온(9월 20~11일 10월) 일에서 실시하였음에도 40~50%의 發病率을 보여서 약간의 차이를 보였는데 이는 接種菌株, 포장 및 포트試驗간의 차이때문인 것으로 생각되며 추후 菌株에 따른 品種 抵抗力 檢定이 실시되어야 하겠다.

摘 要

딸기·시들음병의 發生分布, 病原菌의 몇가지 性질, 防除效果 및 品種 抵抗力에 대하여 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 本病은 수년 전 慶南의 三浪津, 金海 地域에서 발견된 이후 발생지역이 급속히 확대되어 현재 우리나라 딸기재배 全 地域에 발생되고 있으며 그 피해도 격심하다.

2. 本 分離菌은 V-8 Agar 상에서 大型, 小型分生胞子와 厚膜胞子가 형성되었고 單胞의 小型分生胞子는 無隔膜의 分生子柄의 先端에 擬頭狀으로 형성되어 *F. oxysporum* 에 속하였다.

3. 本 菌의 大型分生胞子 형성은 菌株와 培地種類에 따라 차이가 심하였으나 菌株 모두 V-8 Agar 에서 풍부히 형성되었고 PDA, PSA 와 Malt extract Agar 에서는 극히 불량하였다.

4. *F. oxysporum* 의 分化型이 다른 f. sp. *cucumerinum*, f. sp. *melonis*, f. sp. *lycopersici*, f. sp. *lini*, f. sp. *fragariae* 및 本 菌을 供試하여 오이, 토마토, 참외, 수박, 수세미, 양배추, 딸기에 cross inoculation 試驗결과 各 分化型은 各者의 寄主에만 病原性을 나타내었고 本 菌은 딸기 만을 侵害하였으며 本 菌과 f.sp. *fragariae*의 2 菌株와의 형태, 寄生性 및 病徵 등에서 거의 일치되었으므로 本 菌의 分化型은 *Fusarium oxysporum* Schl. f. sp. *fragariae* Winks & Williams 로 同定되었다.

5. 本 菌의 菌糸生育과 胞子形成 阻止效果에 있어서 Benomyl과 Homai 가 가장 우수하였으나 Homai에 의한 胞子形成 阻止效果가 Benomyl 보다 높은 경향이 있었다.

6. 接種에 의한 品種 抵抗力 檢定결과 久留米 38, Himiko, Senga gigana 및 Daehak 1 은 抵抗力이었고, 寶交早生, Instiate Z-4, Juspa, Puget beauty 및 Marshall 은 感受性이었다.

引用 文 獻

1. Agrawal, S.C., Khare, M.N. and L.S. Kushwaha. 1974. In vitro evaluation of fungicides against *Fusarium oxysporum* f. *lentis*. Phytopathological notes. 27 : 419-421.
2. Chanon, A.G. and M.C. Thomson. 1973. The effect of benomyl on the infection of tomatoes by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* and *Botrytis cinerea*. Ann. Appl. Biol. 75 : 31-39.
3. Hoch, H.C. and D.J. Hagedorn. 1974. Studies on chemical control of bean root and hypocotyl rot in wisconsin. Plant. Dis. Repr. 58 : 941-944.
4. 加藤喜重郎·擴田耕作. 1972. イチゴ萎黃病に關する研究(第1報) 寄生性および傳染法について. 關西病蟲研報 14 : 84-85.
5. 加藤喜重郎·擴田耕作·中神喜郎·中込暉雄. 1973. イチゴ萎黃病に關する研究(第2報) 土壤消毒の效果について. 關西病蟲研報. 14 : 85~86.
6. 金忠會, 徐孝德, 趙元大, 金聖奉 1982. *Fusarium oxysporum*에 의한 양딸기 시들음병의 藥劑防除 및 品種抵抗力에 關한 研究. 韓國殖物保護學會誌 21(2) : 61-67.
7. 小玉孝司·中西喜德·芳岡昭夫·田和稱司. 1972. イチゴ萎黃病に關する研究(第2報) イチゴ萎黃病防除に關する一考察. 關西病蟲研報. 14 : 83-84.
8. 小玉孝司. 1973. イチゴ萎黃病防除に關する研究(第4報) 벤レートおよびトシブソンM의 灌注による防除效果. 關西病蟲研報. 15 : 133-134.
9. 小玉孝司. 1975. 奈良縣におけるイチゴ萎黃病の發生生態とその防除對策. 農林省中國農業試驗場編. 1-9.
10. 駒田且. 1975. イチゴ萎黃病の病原菌の生態と防除の可能性. 農林省中國農業試驗場編. 24-27.
11. 松尾卓見. 1969. フザリウム菌の見分け方. 植物防疫 23 : 473-480.
12. 中川章. 1975. 大和郡山市におけるイチゴ萎黃病防除の現状と今後の問題點. 農林省中國農業試驗場編. 10-13.
13. 岡本康博·藤井新太郎·加藤喜重郎·芳岡昭夫. 1970. イチゴの新病害萎黃病について. 日本植物病學會報. 36(3) : 166.
14. 岡本康博·藤井新太郎·加藤喜重郎·芳岡昭夫. 1970. イチゴの新病害萎黃病. 植物防疫 24(6) : 232-235.

岡本康博. 1975. 岡山縣におけるイチゴ萎黄病の發生生態と防除について. 農林省中國農業試験場編. 14-23.

Rowe, R.C. and J.D. Farley. 1978. Control of *Fusarium* crown and rot of greenhouse tomatoes by inhibiting recolonization of steam-disinfected soil with a captafol drench. *Phytopathology*. 68 : 1221-1224.

Winks, B.L. and Y.N. Williams. 1965. A wilt of strawberry caused by a new form of *Fusa-*

rium. oxysporum. *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences*. 22 : 475~479.

18. 吉野正義・橋本光司. 1972. イチゴ萎黄病の研究(1). 關東病蟲研報 19 : 43.
19. 吉野正義・小久保弘・鳥田茂・齋藤豊. 1972. 埼玉縣におけるイチゴ萎黄病の發生について. 關東病蟲研報 19 : 42.
20. 吉野正義・橋本光司. 1978. イチゴ萎黄病の發生生態と防除に関する研究. 埼玉園試報 7 : 13-34.