

クワ芽枯病菌分生胞子の離脱・飛散条件と野外降雨時の飛散距離

誌名	日本蠶絲學雜誌
ISSN	00372455
著者	斎藤, 英毅 松尾, 卓見
巻/号	46巻4号
掲載ページ	p. 318-324
発行年月	1977年8月

クワ芽枯病菌分生胞子の離脱・飛散条件 と野外降雨時の飛散距離

齋藤英毅・松尾卓見

上田市常田・信州大学繊維学部 (〒386)
(1976年12月27日受理)

クワ芽枯病はクワの生長のとまる秋から翌春までの間、とくに9、10月に病原菌が桑条の中間伐採の切口やその他の原因でできた傷口より侵入することによって起こる疾病である(松尾, 1952, 1971)。その伝播には被害桑条その他で形成された分生胞子および子のう胞子が重要な役割をになっているものと考えられる。そこで本病多発生の機作を知るためには先ずこれら胞子の生理生態の究明が重要と考えられる。本論文には、その一環として本病原菌 *Fusarium lateritium* f. sp. *mori* (DESM.) MATUO et SATO および *Fusarium solani* f. sp. *mori* SAKURAI et MATUO の分生胞子の形成部位から空中への離脱・飛散の条件について検討した結果を述べる。なお、この実験に関連して野外降雨時における分生胞子の飛散距離に関する調査結果についても述べる。

本論に入るにあたり、実験方法について御助言をいただいた農林省東北農業試験場鈴木穂積博士に対し感謝の意を表する。

材料と方法

クワ芽枯病菌分生胞子の離脱・飛散:

実験に供試した分生胞子は、桑条上に形成されたスボロドキヤ上および PSA 培地上に形成されたものである。桑条を使用する場合は、スボロドキヤ形成部を長さ約 3 cm に切り、水でスボロドキヤ上の分生胞子を洗い流した後、25°C 明状態で湿度 100% の湿室中に 2 日間置き、新しく分生胞子を形成させたものを実験に供試した。PSA 培地の場合はシャーレ中で 25°C 蛍光灯による明状態で約 3 週間培養したものを約 1.5 × 1 cm の大きさに切りとり供試した。実験は直径 15 cm, 長さ 200 cm の円筒を利用

して作製した風洞内で、分生胞子に風のみを作用させた場合と水滴をとまらぬ風を作用させた場合について行った。風洞の一方の端から送風したが、風速は試料の位置で測定し、1.1~10.2 m/sec の間の 9 段階とし、送風時間は 1 分間とした。風速実験における飛散胞子の採集は試料から風下 10 cm の距離に 45 度に傾斜させた胞子採集台をおき、そこにグリセリンゼリー塗抹スライドガラスをとりつけ、スライドガラス中央部 18 × 18 mm 内の採集胞子数を検鏡により計測した。分生胞子の採集は、試料から 10 cm, 20 cm, 60 cm, 100 cm の距離で行った。水滴をとまらぬ風の場合には、分生胞子形成面に 1 分間に 10 ml の水が霧状にかかるようにしたが、風洞側面に噴出口をセットし、それから注入した。

野外降雨時における分生胞子の飛散距離:

1975 年および 1976 年の春芽前伐採のさいにスボロドキヤ形成のみられている桑条を集め、直径約 30 cm の束にして地上に垂直に立て飛散源とした。その桑条の高さは 110~150 cm であるが、スボロドキヤは前年 9 月に中間伐採した上部の切口から 10~15 cm にわたって形成されていた。調査地点は、スボロドキヤの直下と直下より 50 cm, 100 cm, 200 cm 離れた地点を選んだが、飛散源直下および四方に位置する 4ヶ所にそれぞれ高さ約 30 cm の台をおき、その台上に直径 7.5 cm のロートをつけた三角フラスコを水平にとりつけ降雨を採集した。降雨の採集は 1 時間毎に採集容器を交換して行った。採集雨水はペプトン・PCNB 培地上に分注し、25°C で 5~6 日間培養後 *Fusarium* 菌の種類と数の調査を行った。

結 果

1. クワ芽枯病菌分生胞子の離脱・飛散

Table 1 (3回以上実験の総括結果) に示すように、風のみを作用させた場合は、実験した風速の範囲では、*F. lateritium* f. sp. *mori* の分生胞子は、桑条上、PSA 培地上のいずれに形成されたものにも飛散はみられなかった。*F. solani* f. sp. *mori* の大型分生胞子、小型分生胞子についても同様の結果であった。この結果より、本病原菌の分生胞子は一般に風のみでは離脱しないものと考えられる。

次に、水滴をともなった風を作用させた場合は、Table 2 (3回実験の総括結果) に示すように、*F.*

lateritium f. sp. *mori* の大型分生胞子は風速 2.2 m/sec 以上で確実に離脱し、飛散距離は 3.4 m/sec で 20~60 cm, 5.7 m/sec で 60~100 cm, 7.9 m/sec 以上で 100 cm 以上であった。離脱胞子数は風速が増すにつれて増加する傾向がみられた。桑条上のスボロドキヤに形成された分生胞子と PSA 培地上に形成されたものとはほぼ同様の傾向であった。

次に、*F. solani* f. sp. *mori* は大型分生胞子のみならず小型分生胞子も容易に形成するので、兩者について実験した。Table 3 (3回実験の総括結果) に示すように、大型分生胞子は、風速 2.2 m/sec 以

Table 1 Effect of wind on the liberation of causal fusaria of *Fusarium* blight of mulberry tree into air

Wind (m/sec)	<i>F. lateritium</i> f. sp. <i>mori</i>		<i>F. solani</i> f. sp. <i>mori</i>
	Conidia on sporodochia on mulberry stem	Conidia on sporodochia or hyphae on PSA	Conidia on sporodochia or hyphae on PSA
1.1	0 ^a	0 ^a	0 ^a
2.2	0	0	0
3.4	0	0	0
4.5	0	0	0
5.7	0	0	0
6.8	0	0	0
7.9	0	0	0
9.1	0	0	0
10.2	0	0	0

^a Number of collected conidia from air.

Table 2 Effect of wind containing water drops on the liberation and dispersal of macroconidia of *Fusarium lateritium* f. sp. *mori*

Wind (m/sec)	Distance (cm)	Macroconidia on sporodochia on mulberry stem				Macroconidia on sporodochia or hyphae on PSA			
		10	20	60	100	10	20	60	100
1.1		0 ^a	0	0	0	0 ^a	1	0	0
2.2		1				23			
3.4		1	7	0	0	25	13	0	0
4.5		23				67			
5.7		47	14	50	0	72	63	4	0
6.8		59				180			
7.9		111	144	26	1	220	113	12	0
9.1		114				368			
10.2		375	507	224	1	516	487	121	6

^a Number of macroconidia collected in a minute.

Table 3 Effect of wind containing water drops on the liberation and dispersal of macroconidia and microconidia of *Fusarium solani* f. sp. *mori*

Wind (m/sec)	Distance (cm)	Macroconidia on sporodochia or hyphae on PSA				Microconidia on sporodochia or hyphae on PSA			
		10	20	60	100	10	20	60	100
	1.1	0 ^a	0	0	0	43 ^a	0	0	0
	2.2	1				45			
	3.4	1	0	0	0	94	31	1	0
	4.5	5				191			
	5.7	5	3	1	0	255	176	25	3
	6.8	16				458			
	7.9	26	7	0	4	531	192	88	0
	9.1	27				871			
	10.2	37	24	3	0	1199	1061	206	47

^a Number of macroconidia or microconidia collected in a minute.

上で離脱し、飛散距離は 3.4 m/sec で 10~20 cm, 5.7 m/sec で 60~100 cm, 7.9 m/sec 以上で 100 cm 以上であった。小型分生胞子は風速 1.1 m/sec 以上で離脱し、飛散距離は 1.1 m/sec で 10~20 cm, 3.4 m/sec で 60~100 cm, 5.7 m/sec 以上で 100 cm 以上であった。離脱胞子数は大型分生胞子、小型分生胞子ともに風速が増すにつれて増加する傾向がみられた。以上のように本病原菌の分生胞子は水滴をともなった風でよく離脱し、風速が増すにつれて離脱胞子数、飛散距離が増す傾向がみられた。

2. 野外降雨時におけるクワ芽枯病菌分生胞子の飛散距離

Tables 4, 5 に示すように罹病枝に近い程採集胞子数は多いが、200 cm 離れた地点でも胞子が採集された。採集菌数を種別にみると、*F. roseum* が *F. lateritium* や *F. solani* よりも著しく多い場合もみられた。*F. roseum* はこの場合すべて非病原菌と見なされる。*F. lateritium* は分生胞子の形態および培養的性質から病原菌の *F. lateritium* f. sp. *mori* と考えられる。*F. solani* は採集菌のほとんどが cultivar 'α' であり、形態および培養的性質から病原菌の *F. solani* f. sp. *mori* と推定される。この他に非病原菌の *F. oxysporum*, *F. moniliforme*, *F. tricinctum*, *F. episphaeria* が採集された。

考 察

上述の実験結果から、クワ芽枯病の重要な病原菌である *Fusarium lateritium* f. sp. *mori* と *F. solani* f. sp. *mori* の分生胞子は、風のみでは形成場所から離脱せず、水滴をともなった風でよく離脱・飛散し、風速が増すにつれて離脱分生胞子数・飛散距離が増加する傾向がみられた。ひろく他の *Fusarium* 菌についてのこれまでの研究をみると、西門・井上 (1954)、西門ら (1955) がムギ類赤かび病菌分生胞子について、また渡辺 (1966)、鈴木 (1975, 1976) がイネ馬鹿苗病菌分生胞子について、ほぼ類似した実験結果を得ている。但し、イネ馬鹿苗病菌の小型分生胞子は風のみでも 3.5 m/sec 以上を作用させた場合にわずかに離脱が認められたようである (鈴木, 1975, 1976)。*Fusarium* 菌の分生胞子は粘質物につつまれており乾燥状態では固着しているために乾風では離脱し難いが、イネ馬鹿苗病菌の小型分生胞子は担子梗から長く連鎖状に着生し、クワ芽枯病菌の *F. solani* f. sp. *mori* の小型分生胞子の場合 (擬頭状形成) よりも空中にさらされている胞子が多く固着の程度が劣るためにこのような成績の差があらわれたのであろう。大型分生胞子についてはこのような差はみられなかった。これらの分生胞子は水に遭遇すれば容易に水中に懸濁するものである。

次に、野外降雨時における分生胞子の飛散距離の実験結果 (Tables 4, 5) についてであるが、これら

Table 4 Number of *Fusarium* spores collected in an hour in various distances from sporodochia of causal fusaria of *Fusarium* blight of mulberry tree in rainy days of 1975 in the field

Month	<i>Fusarium</i> species	Distance from sporodochia (cm)			
		0	50	100	200
June (Av. No. of 5 days)	<i>F. lateritium</i>	27	2	0	0
	<i>F. solani</i>	17	2	1	0
	<i>F. roseum</i>	988	11	9	5
	<i>F. episphaeria</i>	24	1	0	1
	<i>F. moniliforme</i>	0	1	3	55
	<i>F. tricinctum</i>	1	1	0	0
	<i>F. oxysporum</i>	0	1	1	0
	Total	1057	19	14	61
July (Av. No. of 5 days)	<i>F. lateritium</i>	137	22	1	2
	<i>F. solani</i>	227	12	0	11
	<i>F. roseum</i>	1501	533	488	635
	<i>F. episphaeria</i>	717	13	1	1
	<i>F. oxysporum</i>	85	33	46	42
	<i>F. tricinctum</i>	17	4	0	0
	<i>F. moniliforme</i>	0	11	0	11
	Total	2684	628	536	702
August (Av. No. of 3 days)	<i>F. lateritium</i>	77	4	0	0
	<i>F. solani</i>	213	1	2	0
	<i>F. roseum</i>	802	301	366	222
	<i>F. episphaeria</i>	172	12	11	11
	<i>F. tricinctum</i>	64	0	0	0
	<i>F. oxysporum</i>	14	0	0	0
	<i>F. moniliforme</i>	0	2	0	0
	Total	1342	320	389	235
September (Av. No. of 2 days)	<i>F. lateritium</i>	297	0	0	2
	<i>F. solani</i>	286	6	2	12
	<i>F. roseum</i>	441	267	217	257
	<i>F. oxysporum</i>	21	13	7	12
	<i>F. episphaeria</i>	9	42	2	2
	<i>F. tricinctum</i>	3	0	0	0
	Total	1057	328	228	285
November (Av. No. of 2 days)	<i>F. lateritium</i>	79	0	3	0
	<i>F. roseum</i>	54	8	15	31
	<i>F. episphaeria</i>	6	0	0	0
	<i>F. oxysporum</i>	6	0	0	0
	Total	145	8	18	31

調査日の最大風速は1975年は7.5 m/secであり、1976年は6.0 m/secであった。この風向は種々雑多であったが、Tables 4, 5 に示した成績は飛散源の四方に採集場をおいて採集した平均値である。採集

された *Fusarium* 菌の胞子は、実験のために設置した胞子源又はそれが付着している桑条表面から雨滴に懸濁し風によって飛散したもののほかに、空中に一旦フリーに浮遊した胞子が再び雨滴に懸濁したも

Table 5 Number of *Fusarium* spores collected in an hour in various distances from sporodochia of causal fusaria of *Fusarium* blight of mulberry tree in rainy days of 1976 in the field

Month	<i>Fusarium</i> species	Distance from sporodochia (cm)		
		0	100	200
June (Av. No. of 2 days)	<i>F. lateritium</i>	493	113	0
	<i>F. solani</i>	13	0	0
	<i>F. roseum</i>	107	66	13
	<i>F. episphaeria</i>	13	12	0
	<i>F. oxysporum</i>	0	1	0
	Total	626	192	13
July (Av. No. of 2 days)	<i>F. lateritium</i>	380340	1944	216
	<i>F. solani</i>	4210	84	19
	<i>F. roseum</i>	48510	964	707
	<i>F. oxysporum</i>	0	122	77
	<i>F. episphaeria</i>	0	30	18
	<i>F. moniliforme</i>	0	0	1
	<i>F. tricinatum</i>	0	1	0
Total	433060	3145	1038	
August (Av. No. of 3 days)	<i>F. lateritium</i>	19899	99	29
	<i>F. solani</i>	245	29	7
	<i>F. roseum</i>	370	340	209
	<i>F. oxysporum</i>	44	20	9
	<i>F. episphaeria</i>	0	10	14
	<i>F. moniliforme</i>	22	0	1
Total	20580	498	269	
September (Av. No. of 2 days)	<i>F. lateritium</i>	1052	17	34
	<i>F. solani</i>	95	0	1
	<i>F. roseum</i>	305	45	135
	<i>F. episphaeria</i>	1	53	68
	<i>F. moniliforme</i>	0	2	0
	<i>F. tricinatum</i>	0	0	1
Total	1453	117	239	
October (Av. No. of 2 days)	<i>F. lateritium</i>	9	0	1
	<i>F. roseum</i>	9	0	2
	<i>F. episphaeria</i>	8	2	0
Total	26	2	3	

のも加わっていることが推測されるが、病原菌と見なされる *F. lateritium* と *F. solani* が孢子源に近い距離ほど多く採集されていることからみて、前者が大部分を占めているものと推測される。これは上述の離脱・飛散条件についての実験結果、すなわち、伝播のためには雨と風が重要であることを裏付けているものと考えられる。但し、さきに述べた風洞実験の結果よりも孢子が遠距離までとばされていた実績であったから、野外における飛散の機作については、今後さらに精細な検討を要するところである。Table 4 に示した1975年の成績と Table 5 に示した1976年の成績を比較すれば、後者の方が著しく多くの孢子が採集された。前述の如く兩年の風速には差異は認められなかったが、降雨日数と降雨量に差異があり、それが孢子形成量に影響した一因と思われる。すなわち、1975年6月～10月の上田における降雨日数は59日、降雨量は546 mm であったのに対し、1976年においては、降雨日数は63日、降雨量は624 mm であった。

著者らは前報（齋藤・松尾，1977）で、一旦空中にフリーに浮遊した分生胞子が、桑条や桑葉上に沈着し、降雨がある場合には雨水に懸濁し、それが飛び散って桑条の傷口に達し、9月あるいは10月頃であれば重要な伝染源になることを述べたが、このような場合にも降雨に風がともなったさいにより遠距離まで伝播することが、この実験結果から推測されるところである。

摘 要

風洞内において、*Fusarium lateritium* f. sp. *mori*

と *F. solani* f. sp. *mori* の分生胞子の離脱・飛散条件を調査したところ、これら病原菌の分生胞子は風のみでは離脱せず、水滴をともなった風でよく離脱・飛散し、風速が増すにつれて離脱分生胞子数・飛散距離がともに増加する傾向がみられた。野外で降雨時に雨水を採集し、罹病枝からの距離別に含まれる分生胞子の数を調査したところ、罹病枝に近い程胞子数は多いが、2 m 離れた地点でも採集された。これは上述の離脱・飛散条件についての実験結果を裏づけるもので、主として雨中の風によるものと推定される。桑条上でスポロドキヤをなす分生胞子のみならず、一旦空中に浮遊し桑条や桑葉上に沈着している分生胞子についても同様に雨をともなった風によって飛散し、9月あるいは10月頃ならば重要な伝染源になるものと推定される。

文 献

- MATUO, T. (1952) : J. Fac. Text. Seric. Shinshu Univ. 2, Ser. A, 1-43.
- 松尾卓見 (1971) : 蚕糸科学と技術, 10 (9), 24-28.
- 西門義一・井上忠男 (1954) : 農学研究, 41, 140-144.
- 西門義一・井上忠男・岡本康博 (1955) : 農学研究, 42, 143-150.
- 齋藤英毅・松尾卓見 (1977) : 日蚕雑, 46, 32-38.
- 鈴木穂積 (1975) : 日植病報, 41, 119 (講要).
- 鈴木穂積 (1976) : 今日の農業, 20, 71-74.
- 渡部 茂 (1966) : 北日本病虫研年報, 17, 45.

Summary**Liberation and dispersal condition of conidia of causal fusaria of
Fusarium-blight of mulberry tree and the distance
of dispersal in rainy days in the field**

By

Hideki SAITO and Takken MATUO

The liberation and dispersal condition of conidia of *Fusarium lateritium* f. sp. *mori* and *F. solani* f. sp. *mori* was investigated using a wind-tunnel apparatus. Conidia of these fungi do not liberate from sporodochia or hyphae by dry wind, but are liberated and dispersed by wind containing water droplets. The more the speed of wind containing water droplets increased, the more conidia liberated from their formed site and dispersed to farther distances.

The distance of dispersal of conidia from sporodochia on mulberry stems in the field in rainy days was investigated. The conidia were detected in water drops most abundantly at the place just under the sporodochia, and gradually less at distant places till about 2 m away from it.

It is inferred that not only conidia of sporodochia on mulberry stems but also conidia deposited beforehand on mulberry leaves or stems from air will be suspended in raindrops and splash to the wounds of mulberry stem to be important infection agents in windblown rain in September or October.

(Faculty of Textile Science, Shinshu University, Ueda 〒386)