

イチジクそうか病に関する研究

第2報 病原菌の伝搬

新田 浩 通

キーワード：イチジク，そうか病菌，孢子飛散，伝搬

イチジクそうか病は、わが国のイチジク栽培地に広く分布しているものと考えられる^{2,3,5,6)}が、本病の生理生態や分布についての報告は極めて少ない。そこで、著者らは先に広島県内のイチジク栽培園でイチジクそうか病が多発していること、また、イチジク主要品種の中では、'蓬萊柿'の感受性が最も高いことを報告した⁶⁾。ここでは、防除対策確立のため、1989年から1992年に本菌の分生孢子の飛散消長及び主伝染源の究明に関する諸試験を行い、伝搬に関して2、3の知見を得たので報告する。

材料及び方法

1. 越冬伝染源からの分生孢子の飛散と伝搬

1) 罹病枝及び落葉からの分生孢子の飛散と病原性

イチジクそうか病の罹病枝及び罹病葉から飛散する分生孢子が、第一次伝染源としてどの程度機能しうるかを知らため、本病多発園（豊田郡安芸津町）から罹病した枝及び落葉を採集し、これらからの孢子飛散調査と1年生枝（新梢）への接種試験を実施した。

供試枝は、1991年3月に同一枝上の2年生枝（前年に伸長した枝）及び3年生枝の各100本を採集し、基部節から30cmの長さに調整し、地面から高さ50cmの網棚（約0.7㎡）に並べた。落葉は、同年1月下旬に同一園内から約1000枚採集し、10分割して網袋に詰め込み、枝と同様に棚面に並べた。なお、供試した落葉は、供試枝の節間数の約1.7倍相当数とした。

飛散する分生孢子の採集は、棚の中央部に回転式孢子採集器（池田理化製SI-T2型、以後、孢子採集器と称す）を設置して、降雨毎に行った。また、落葉を設置した棚には、棚上50cmの位置にも孢子採集器を設置した。分生孢子の採取期間は、同年4月10日～5月26日の間とし、

降雨時に2時間を1単位として稼働させ、グリセリンゼリー液⁷⁾を塗布したスライドグラスを1回につき2枚付けて採集した（以後、グリセリンゼリー法と称す）。採集した分生孢子の計測は、光学顕微鏡200倍でスライドグラス1枚につき20視野、2反復で行い、100mm当りの数に換算して表記した。

病原力を確認するための暴露試験は、鉢植えにした2年生'蓬萊柿'の健全樹を発育枝の基部が棚下約30cmの所に位置するようにそれぞれ4鉢ずつ配置して実施した。落葉を設置した棚では、棚上50cmの位置に同様の供試樹を4鉢配置し、暴露期間は、分生孢子の飛散消長調査と同一とした。暴露処理樹は、接種終了後ガラス室内に移動し、5日後に前報⁶⁾の調査1の基準に準じて発病度を調査した。

2) 2年生枝からの分生孢子の飛散と枝上方部位への伝搬

イチジクそうか病罹病組織から上方にある1年生枝への伝搬の有無を確認するため、孢子飛散調査と接種試験を実施した。

孢子飛散調査は、本病の多発した樹の2年生枝を長さ30～40cmに切断したものの約400本を、地面から高さ1m、面積2㎡の網棚に並べ、その中央部に孢子採集器を設置して行った。調査期間は1990年6月1日～7月16日とし、毎日15～17時に孢子採集器を稼働させて試験1と同一方法で分生孢子を採集し、孢子数を計測した。これと併行して、伝染源のある棚面に鉢植の'蓬萊柿'1年生樹4樹を伸長中の1年生枝が棚上に位置するように配置し、同年6月30日～7月16日の間、暴露接種を行った。その後、供試樹をガラス室内に移し、10日後に前報⁶⁾の調査1の基準に準じて発病率と発病度を求めた。また、接種後3日（7月16日）に、供試樹の葉柄基部及び節間上端と伝染源のある棚面との距離を計測し、伝染源からの距離別の発病度を2段階で比較した。

2. 1年生枝の罹病組織からの孢子飛散と伝搬

1年生枝の罹病組織からの伝搬の有無を確認するための試験を1990年に実施した。5月に戸外で前年罹病枝を吊り下げ接種して1年生枝の節間や葉に発病させた鉢植樹をガラス室内で25日間育苗し、この間に副梢及び果実を着生させた。その後、6月30日にガラス室から搬出し、17日間戸外に置いて自然感染させ、再びガラス室内に搬入し、10日後に副梢や果実の発病状況を調査した。また、分生孢子の採集は、供試樹の周囲に孢子採集器を2台設置して行った。なお、戸外に出す直前には、新しく伸長した副梢や果実上に本病の発病が無いことを確認し、戸外に出した期間中は、1年生枝以外の枝をアルミホイルで覆い、これからの伝染が生じないように留意した。

3. 罹病枝の枝齢と分生孢子の飛散量

試験1と同一園の開心形整枝樹から、本病の多発した1年生枝～5年生枝まで枝齢毎に12枝を選び、各々の枝の基部にグリセリンゼリー¹⁾を塗布したスライドグラスを取り付け、同枝からの分生孢子の飛散量を調査した。分生孢子数は、光学顕微鏡200倍でスライドグラス1枚につき10視野を計測し、1区12枚の平均値を、100mm²当りの数に換算して表記した。調査期間は、1990年7月11日から10日間としたが、この期間7月12日に15mm、14日に3mm、15日に5mm、16日に2mmの降雨があった。

4. 罹病枝における分生孢子の溢出消長

罹病樹からの分生孢子の溢出が、時期によってどのように推移していくかを知るため、1989年5月～1990年11月の間、罹病した2年生枝の基部に雨水採集容器をとりつけるCorkeの方法¹⁾(分生孢子を含んだ雨水を枝表面をつたわらせて容器内に流入させる方法)に準じて行った。なお、罹病枝と雨水採集容器との連結器具の基部は、雨水の漏れを防ぐためにコーキング剤で密閉し、雨水の効率的な採集に努めた。分生孢子の調査は降雨毎に行い、採集した雨水を攪拌後、マイクロピペットで33μlずつスライドグラス上に滴下し、カバーガラス(18×18mm)をかけて光学顕微鏡200倍で分生孢子を検鏡した。孢子数はスライドグラス1枚につき20視野、2反復で行い、月毎の分生孢子の総数に換算して表記した。なお、気象データは調査地点から約0.5km離れた農林水産省果樹試験場安芸津支場のものを用いた。

5. 分生孢子の飛散消長と気象要因との関係

罹病組織からの分生孢子の飛散と降雨や気温などの関係を明らかにするため、次の試験を行った。

網棚(幅1×1m、高さ0.5m)の中央部に孢子採集器を設置し、孢子採取器の四方に罹病した2年生枝を約30cmの長さに切断したものを各20本一列に並べた。また、罹病枝の直下10cmの位置にグリセリンゼリー液を塗布したスライドグラスを水平に4か所置いて分生孢子を採集した。孢子採集器による孢子の採集は、1992年5月7日～7月2日の間、連続した降雨のあった7期間に降雨前から降雨後まで1回につき2時間ずつほぼ連続して稼働させて実施した。また、罹病枝の直下10cmの位置の分生孢子の採集は、1992年5月1日～7月31日まで、毎日9時にスライドグラスを交換して実施した。調査期間中の降雨調査は転倒ます型雨量計(いすず製作所製)で、濡れ時間は結露計MH-040型(英弘精機製)で、気温調査はラトナ型自記温湿度計(佐藤計量器製作所製)で行った。なお、結露計値については、センサーの濡れ時間の総計をA値とし、A値から単なる結露状態の値を除外した数値(最高値の60%レベル以上の継続時間)をB値として解析した。

実験結果

1. 越冬伝染源からの分生孢子の飛散と伝搬

1) 罹病枝及び落葉からの分生孢子の飛散と病原性

罹病枝からの分生孢子の飛散量は、2年生枝が3年生枝より多かった。一方、落葉からも孢子飛散が認められたが、その量は枝に比べて極めて少なかった。なお、棚面と棚上50cm部位での飛散量に大差は認められなかった(表1)。

4月中旬～5月下旬にかけての孢子飛散推移をみると、2年生枝、3年生枝とも、4月中旬よりも4月下旬以降の飛散量が多かったが、落葉では、枝とは逆に前半の飛散量が多い傾向にあった(表1)。

罹病した2、3年生枝を棚に置床して棚下の鉢植幼木に感染させた場合、葉、節間とも激しい発病を認め、枝齢による差は認められなかった。一方、落葉については、接種樹を棚下及び棚上50cmの部位に置床した場合も葉と節間に発病を認めたものの、その程度は枝の場合に比べて極めて軽微であった(表2)。

2) 2年生枝からの分生孢子の飛散と枝上方部位への伝搬

2年生枝の罹病枝からの分生孢子の飛散は、6月上旬～7月中旬の各降雨時に確認された(表3)。なお、降雨時以外にも、6月9日と6月29日にわずかに確認されたが、両日とも調査前に降雨があり、罹病枝が濡れた状態にあった。

表1 罹病枝及び落葉からの胞子飛散消長 (1991年)

調査 月日	反復 回数	調査時の 降雨量	調査時の 平均気温	100mm ² 当りの採集胞子数			
				2年生枝(棚面)*	3年生枝(棚面)*	落葉(棚面)*	落葉(棚上50cm)*
		mm/回	℃	個/回	個/回	個/回	個/回
4.10	3	1.0	16.6	326	624	72	1
4.13	4	1.8	17.9	547	310	57	26
4.18	2	8.8	20.8	737	343	35	57
4.23	3	0.5	14.7	703	512	0	0
4.24	5	1.9	13.5	2,048	1,536	4	24
4.29	1	0.5	19.5	1,044	495	10	57
5.8	2	1.5	16.3	4,034	2,630	69	11
5.12	2	1.5	15.3	9,174	4,362	6	3
5.15	1	2.0	16.3	878	176	0	14
5.26	2	1.0	24.4	4,518	2,293	18	4

注) * : 回転式胞子採集機のスライドガラス面の高さ 表中数値は平均値

表2 越冬伝染源の種類並びに供試樹の位置と発病

伝染源 の種類	配置場所	葉		1年生枝の節間	
		発病率	発病度	発病率	発病度
		%		%	
2年生枝	棚下(約30cm)*	99.3	82.3	47.3	18.6
3年生枝	棚下(同上)*	98.5	70.1	50.8	22.7
落葉	棚下(同上)*	29.0	9.1	4.4	1.1
落葉	棚上(約50cm)*	54.8	15.6	21.7	6.3
無接種	—	1.6	0.4	1.4	0.4

注) * : 供試樹の発芽部位の高さ

罹病枝よりも10cm以上上方の新梢組織の発病は、10cm未満の場合に比べて発病程度は低かった(表4)。

2. 1年生枝の罹病組織からの胞子飛散と伝搬

1年生枝の罹病枝から、6月下旬～7月中旬までの降雨時に分生胞子の飛散が確認された(表3)。

1年生枝を罹病させたのち、ガラス室内の無降雨条件下に移し、その後発生してきた副梢への伝染発病状況を調査した結果、ガラス室内の無降雨条件下では全く発病を認めなかったが、戸外へ搬出し降雨にあわすことによって供試樹の葉、節間、果実全てにおいて著しい発病がみられた(表5)。

表3 6～7月の降雨分布と2, 3年生枝の罹病組織からの分生胞子の採集数(1990年)

調査月日	日別降水量	15～17時		2年生枝からの	1年生枝からの
		降水量	降水量	分生胞子採集数	分生胞子採集数
	mm	mm		個/100mm ² ・2時間	個/100mm ² ・2時間
6. 1	20.5	1.5		2681	
2	2.5	0		0	
4	11	0.5		463	
5	2	0		0	
9	6	0		7	
15	115	21		1707	
16	14	0		0	
26	1	0.5以下		76	
27	6	1		3034	
28	46.5	0.5以下		560	
29	2	0		14	7
30	15	0.5以下		104	7
7. 1	11	1.5		270	453
2	57	1		1071	100
3	30.5	0.5以下		325	41
7	2.5	0		0	0
12	14.5	3		560	155

注) 無降雨日は、分生胞子の飛散が無かったため除外した

7月14～16日は降雨日ではあるが、調査時の降雨と分生胞子の飛散が無かったため除外した

表4 罹病枝を樹下に配置した場合の高さ別の発病度

	接種源からの高さ別の発病度			
	葉		1年生枝の節間	
	10cm未満	10cm以上	5cm未満	5cm以上
接種区	62.5	41.7	93.8	62.5
無接種区	0	0	0	0

注) 接種源からの高さは、試験終了時における供試樹の葉柄基部及び節間上端の位置

表5 1年生枝の罹病組織から発生した副梢、果実への伝染

	副梢葉	副梢節間	果実
発病率*	100	100	100
発病度*	45.0	96.7	60.7

注) * : 無降雨条件で発生させた副梢、果実を自然降雨で感染発病させた

3. 罹病枝の枝齢と分生胞子の飛散量

罹病枝を枝齢別に分けて胞子飛散状況を比較した結果、胞子飛散量は2年生枝で最も多く、次いで1年生枝、3年生枝の順で、4年生枝及び5年生枝からの胞子飛散は著しく少なかった(図1)。

4. 罹病枝における分生胞子の溢出消長

降雨時の分生胞子の溢出総数を月別に比較すると、1989年及び1990年ともに5～9月に多かった。この時期の降雨時の平均気温は15℃を超えていた。特に、溢出量の多かった1989年の8～9月は、降雨量が多く、この期間の降雨時の平均気温は22℃前後であった。なお、分生胞子の溢出は、冬期にもわずかに認められたが、12～1月は極めて少なかった。この期間の降雨時の平均気温は7℃前後であった(図2)。

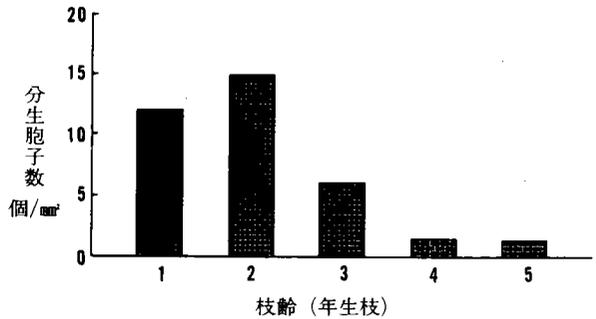


図1 罹病枝の枝齢と分生胞子の採集量

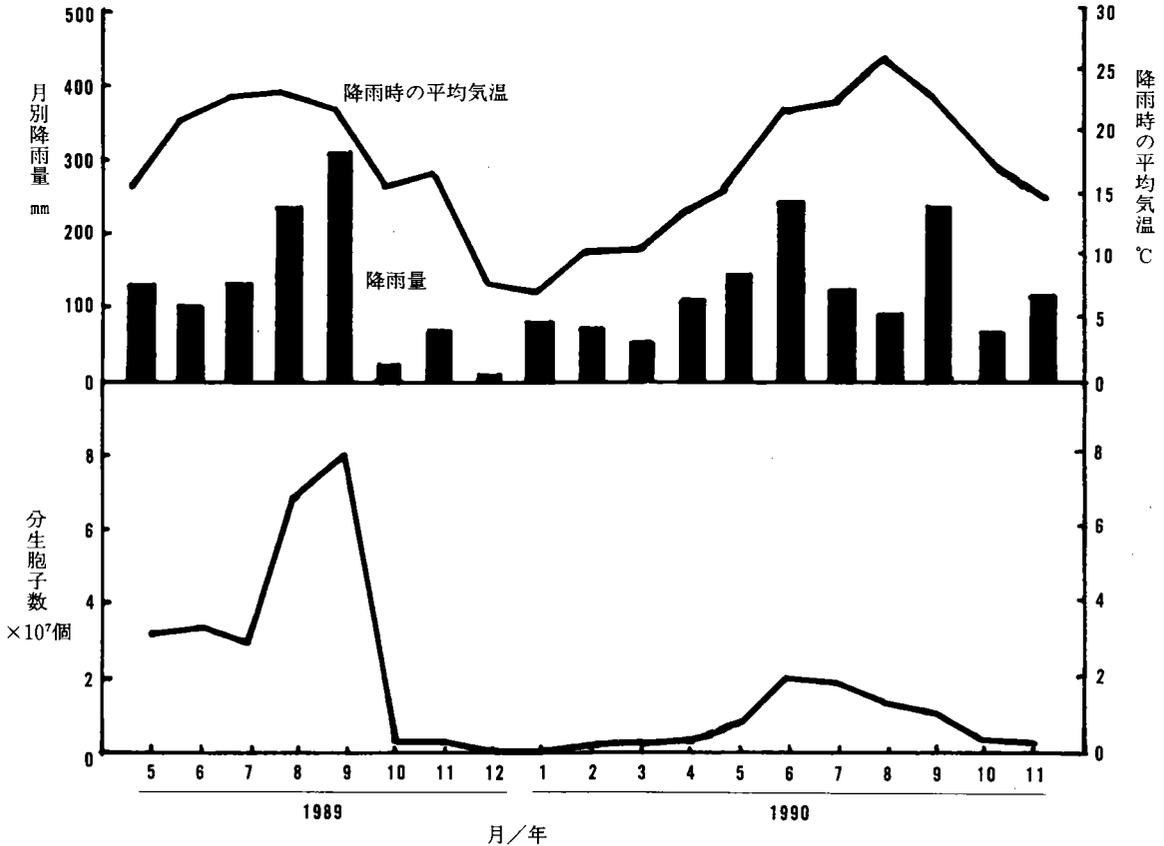


図2 罹病枝における分生胞子の溢出消長

5. 分生胞子の飛散消長と気象要因との関係

グリセリンゼリー法で捕捉した調査期間中の分生胞子数と日別、半旬別、旬別の降水量、降雨時間、結露時間、降雨日又は降雨時の平均気温など気象要因との関係を解析した結果、日、半旬、旬の結露時間B値との相関が最も高く、次いで日別の降水量との相関が高く、気温との相関は低かった(表6)。

連続降雨条件下における分生胞子の飛散消長調査は、

気温及び降雨実態が一様でない条件下であったが、降雨開始からの積算降水量が1~2mmを越す頃に分生胞子の飛散ピークが現れることが多かった(表7)。また、この胞子飛散ピークは2~6時間(胞子採集器の1~3回分)継続し、その後は減少し、不規則に小さなピークを生じることがあった。なお、降雨の強さとの間には、一定の傾向は認められなかった。

表6 分生胞子の採集数と日、半旬、旬別の気象要因との相関

	降水量	降雨時間	結露時間		降雨日の平均気温	降雨時の平均気温
			A	B		
日	0.62	0.59	0.45	0.68	-0.11	0.01
半旬	0.42	0.37	0.11	0.60	-0.18	0.01
旬	0.35	0.43	0.25	0.67	-0.23	0.01

注) 調査期間：1992年5月1日~7月31日(降雨日数26日) 日界は午前9時とした

結露時間は自記露検知器(英弘精機MH-040型)によって測定

A：ぬれ時間の総計、B：最高値の60%レベル以上の継続時間(たんなる結露値を除外した値)

表7 降雨開始から分生胞子飛散ピークまでの条件解析(1992年)

調査月日	降雨開始時からピーク時までの値		ピーク時(2時間)の値			ピークの継続時間(時間以内)
	結露時間B値(時間:分)	降水量(mm)	平均気温(°C)	降水量(mm)	分生胞子の採集数(個/cm ²)	
5月7日~5月9日	0 ~1:30	0 ~1.5	18.4	1.5	1,007	2
5月15日~5月16日	0:10~2:10	0 ~8.5	14.4	8.5	6,454	2
5月23日~5月24日	2:20~4:20	0.5~2.5	16.0	2.0	19,341	6
6月7日~6月8日	1:20~3:20	2.5~8.0	20.0	5.5	30,287	6
6月14日~6月15日	4:45~6:45	0.5~2.0	15.9	1.5	21,421	2
6月29日~7月1日	8:25~10:25	1.5~6.0	18.5	4.5	16,232	2
7月1日~7月2日	1:55~3:55	0 ~1.0	18.0	1.0	8,002	4

考 察

イチジクそうか病菌 (*Sphaceloma caricae* Ikata et Katsuki) の伝搬については、これまでに鏝方³⁾と香月⁴⁾が本病の解説の中で触れているが、詳細な報告はされていない。この中で、本病菌の越冬伝染源については、鏝方³⁾は新梢及び葉、香月⁴⁾は枝や葉の病斑としているが、越冬伝染源としての重要度の位置づけについては、全くふれていない。筆者は、この点を明らかにするために本試験を実施した。

分生胞子の飛散量調査において、罹病した2、3年生枝からは多量の飛散がみられたが、落葉からの飛散量は著しく少なかった。また、幼木への暴露接種においても、罹病枝接種区に比べ落葉接種区の発病程度は極めて軽微であった。

一方、6～7月には新梢を含め罹病した5年生枝からの分生胞子の飛散が認められた。特に2、3年生枝は、4～5月に多量の胞子形成がみられ越冬伝染源として重要な位置を占めていることが判明した。

これらの結果から、イチジクそうか病の越冬伝染源としては、落葉よりも2、3年生枝の方が重要であることが示唆された。落葉については、分生胞子の飛散がわずかながら認められることや、暴露接種試験においても軽度の発病をみたが、一般に落葉があるのは地表面で発病部位である新梢までは距離的な隔りがあることなどから、越冬伝染源として罹病枝ほど問題にしなくてもよいと考える。

生育期の1年生枝から枝葉・果実への伝搬については、本研究において1年生枝の病斑から6月下旬には分生胞子の飛散とその伝搬を確認することができた。この結果から、1年生枝の病斑は、夏期以降における伝染源として重要な位置を占めるものと考えられる。

本病菌の分生胞子の飛散時期については、鏝方³⁾は5～6月頃からとし、香月⁴⁾は萌芽期頃からとしている。また、本病菌と同属のカンキツそうか病菌では、山本⁹⁾、山田¹⁰⁾、貞松⁷⁾によってその飛散消長が明らかにされ、夏期に分生胞子の形成が減少するとしている。本研究では、イチジクそうか病の罹病枝を伝わって流れる雨水中の分生胞子を2年間継続調査し、冬期も分生胞子の溢出がわずかながらあること、本菌の総胞子量は5～9月に多いことを認めた。これらの結果、胞子飛散時期については、鏝方³⁾、香月⁴⁾らの記載と異なり、長期間飛散していた。また、イチジクそうか病菌はカンキツそうか病菌と異なり、夏期の低下も特に認められなかった。本菌は降雨との関連が強く、夏期の分生胞子飛散量についてはさらに

年次間差を調査した上での考察を要するものと考えられる。

次に、イチジクそうか病の樹冠内での拡散を知るため、伝染源から上、下方への拡散について調査した結果、伝染源から下方枝葉のほか、上方枝葉でも発病が認められた。特に、上方葉枝への伝搬の場合、伝染源に近い部分ほど発病が甚だしい傾向にあった。このことは、前報⁶⁾で報告した枝梢の基部組織ほど発病が甚だしい実態と一致した。

更に、罹病枝からの分生胞子飛散量と気象要因との関連を知るため、5～7月に日別の分生胞子飛散量と気象要因との関係を解析した結果、結露計のB値(単なる結露状態の値を除外した数値)との相関が高い傾向にあり、本病が降雨時の濡れ時間との関係が高いことが示唆された。カンキツそうか病で山田¹⁰⁾は、病斑上に水滴が存在する場合に胞子形成量が極めて多いことを観察しており、本病においても同様なことが類推された。

なお、本病の分生胞子の飛散は、降雨開始時からの降雨量が1～2mmを超えると急増しピークを迎えることが多く、その後も降雨が続いた場合には小さなピークをいくつか形成しながら分生胞子を飛散することが認められた。このことから、枝梢伸長の旺盛な5～7月における1～2mmの降雨の存在は、病斑上で本病菌の分生胞子の形成及び飛散がすみやかに進むための重要な要因となる。

以上、イチジクそうか病菌の伝搬についての2、3の知見を報告したが、今後は合理的な防除対策について明らかにしていきたい。

摘 要

1989年～1992年の間、イチジク品種「蓬萊柿」を供試して本病菌の分生胞子の飛散消長や主伝染源の究明に関する諸試験を行い以下の結果を得た。

1. 本病の越冬伝染源としては、落葉よりも罹病枝の方が重要と考えられた。
2. 2年生枝の罹病組織からの第一次伝染と、1年生枝の罹病組織からの第二次伝染が確認された。
3. 夏季における罹病枝からの胞子飛散量は、1年生枝～3年生枝で多く、4年生枝以上では極めて少なかった。
4. 本病の分生胞子は、罹病枝を伝わる雨水中にほとんど年中認められた。分生胞子の溢出量は5～9月が多かった。
5. 本菌の分生胞子の飛散は、濡れ時間と密接な関係があり、降雨開始からの積算降水量が1～2mmを超す頃

にピークになることが多かった。

謝 辞

本調査の実施にあたり、農林水産省果樹試験場安芸津支場病害研究室並びに栽培研究室、農林水産省中国農業試験場発病機構研究室より気象観測器具や気象観測データを貸与いただいた。本稿のとりまとめにあたっては、当技術センターの中澤啓一次長と小笠原静彦室長に懇切なご指導をいただいた。これら関係各位に対して深謝する。

引用文献

- 1) 明日山秀文・他編：1962. 植物病理実験法. 日本植物防疫協会 東京：257-258.
- 2) 広沢敬之・山本 淳：1986. 島根県におけるイチジクそうか病の発生実態. 島根病虫研報 11：21-26.
- 3) 鏑方末彦：1937. 無花果の病害. 果物月報 308：13-14.
- 4) 香月繁孝：1949. 無花果の瘡痂病について. 農業春秋 6(12)：36.
- 5) Kurosawa E. and S. Katsuki 1956. Miscellaneous Notes on Myriangiales from Japan I. Ann. Phytopath. Soc. Japan 21：13-16.
- 6) 新田浩通・中元勝彦・小笠原静彦・佐々木篤：1992. イチジクそうか病に関する研究. 第1報 広島県における発生実態. 広島農技セ研報 55：73-84.
- 7) 貞松光男：1977. 温州ミカンそうか病の発生と葉上における散布薬剤の動態に関する研究. 佐賀果試特別報 1：1-80.
- 8) 正田耕二：1986. イチジクの生産安定技術. 農業及園芸 61(10)：65-70.
- 9) 山本 滋：1956. 柑橘瘡痂病に関する研究 第1報 病菌の飛散について. 九州農業研究 17：105-106.
- 10) 山本 滋：1961. ミカンの瘡痂病防除法. 農業及園芸 36(9)：40-44.
- 11) 山田俊一：1961. 温州ミカンそうか病の伝染病学的ならびに治病学的研究. 東海近畿農試園芸部特別報告 2：1-56.

Studies on Fig Disease Caused by *Sphaceloma caricae* Ikata et Katsuki

2. Epidemiology of the disease

Hiromichi NITTA

Summary

The fig scab caused by *Sphaceloma caricae* occurs in many orchards in Hiroshima prefecture. The author made some experiments to obtain fundamental knowledge of epidemiology of the disease from 1989 to 1992. The results were summarized as follows.

1. The diseased branches seemed to have more important role as the hibernated infection source than the defoliated diseased leaves on the ground.
2. The infection cycle was clarified; the primary infection was induced by the spores disseminated from the diseased tissues of the previous year and the secondary infection was repeated by the spores disseminated from the diseased tissues of the current year.
3. Sporulation was vigorous on the 1- to 3-yr-branches, whereas it was negligible on the older ones.
4. The spores were detected in the rain drops falling down from the diseased branches almost all the year round, and the total number of spores in the rain drops increased from May to September.
5. The number of spores trapped closely related to the soaked period of the dew meter. The marked spore dissemination was observed generally just after the cumulative rainfall had exceeded 1-2mm.

Key words : fig, *Sphaceloma caricae*, sporulation, spore dissemination, infection cycle

