

## ビワがんしゅ病の発生消長と発病要因の解析

森田 昭 (長崎県果樹試験場)

## Seasonal occurrence of loquat canker and analysis of its affecting factors.

Akira MORITA (Nagasaki Fruit-Tree Experiment Station, Omura, Nagasaki 856-01)

The seasonal occurrence of loquat canker caused by *Pseudomonas syringae* pv. *eriobotryae* in spring buds and seasonal leaves in a field was surveyed for twenty years from 1970 to 1989. Severe occurrences of the disease were in 1981, 1985 and 1987 whereas the slight ones were in 1975 and 1977. The severity of disease development in spring leaves paralleled that in spring buds and the disease development in buds and leaves was affected by the precipitation and number of rainy days for about one month before and after the disease occurrence. The mean temperature in February and cold injury due to the occurrence of low temperatures during the sprouting season were the main factors for the development of canker lesions on spring buds. The disease infection did not decrease until 7 days after injury under high humidity conditions whereas the infection did not occur one day after injury under dry conditions. Branches and leaves of loquat were susceptible to the disease until five or six days after injury under high humidity conditions. The precipitation for five days after injury was closely related to the disease development, so that, much precipitation stimulated the occurrence of the disease. The density of phage of *P. syringae* pv. *eriobotryae* in rainwater was highest in the season from November to May and lowest from June to October based on three years of observations. There was a close relationship between the spread of canker lesions and the number of oriental fruit moth (*Grapholita molesta* Busck) living in lesions. From the result that the pathogenic bacterium was isolated from the body of the oriental fruit moth, it was suggested that the insect is able to propagate the canker disease.

## 緒 言

ビワがんしゅ病は既報<sup>2)</sup>で報告したように、ビワ樹体の枝幹、葉、芽及び果実等の各部位に特徴ある病斑を形成し、この病斑が伝染源となる。病斑は樹冠内に常に存在するため、ビワ樹体に傷があれば常時感染発病が可能である。従って、本病の発生機構は複雑であり、このため年間の発生消長や発病要因についてはほとんど解明されていないのが現状である。

本報は、春芽及び各季節葉での本病の発生消長を1970年から1989年までの20年間、枝病斑の進展状況を1970年から1975年までの6年間、及び本病原細菌ファージの雨水中での消長を1972年から1974年までの3年間それぞれ調査し、本病の発病要因、枝病斑の伸展要因等を明らかにしたものである。

本研究の遂行にあたり、終始御教示と論文の校閲を賜った佐賀大学教授野中福次博士、長崎県果樹試験場々長池田丈助氏に深甚なる感謝の意を表する。

## I. ビワがんしゅ病の各季節葉及び春芽での発生消長

## 1. 材料及び方法

1970年から1976年まで、1977年から1983年まで、及び1984年から1989年までは品種茂木の同一樹を供試した。いずれも調査初年度は5年生樹で、これが11年生樹に達した時に更新した。

調査方法は毎年1月第4半旬から11月第6半旬まで約10日毎に1樹当たり40枝の芽、葉を調査した。調査は下記の基準に従って行い、発病率で示した。せん定、芽かき及びその他の管理は慣行に従って行い、がんしゅ病に対しては全期間無防除とした。

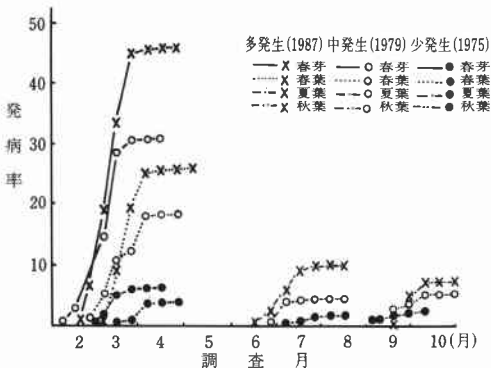
各部位でのビワがんしゅ病の発病率による発病程度基準

発病程度	発 病 率 (%)				平均発病率
	春 芽	春 葉	夏 葉	秋 葉	
少	0~20	0~10	0~4	0~3	0~5
やや少	20~25				5.1~10
並	25~35	10~20	4~8	3~5	10.1~15
やや多	35~40				15.1~20
多	40~	20~	8~	5~	20.1~

第1表 各年度の春芽及び各季節葉におけるがんしゅ病の発生

調査年度	春芽		春葉		夏葉		秋葉		平均発病率	発病程度
	A <sup>a)</sup>	B <sup>b)</sup>	A	B	A	B	A	B		
1970	3.14	19.7	4.7	7.5	6.10	8.5	9.10	7.6	12.0%	並
1971	3.4	21.5	3.21	8.4	7.13	1.0	—	0	7.7	やや少
1972	2.7*	36.6	3.2	15.5	6.29	9.0	9.8	3.5	16.2	やや多
1973	2.4	34.2	2.27	16.4	6.11	2.5	9.3 <sup>#</sup>	13.0	16.5	やや多
1974	2.27	18.3	3.11	6.5	7.2	5.5	9.5	0.5	7.7	やや少
1975	3.2	6.2	3.19	3.5	7.9	1.5	9.5	1.5	3.2	少
1976	2.25	31.4	3.11	18.5	6.25	6.5	9.11	1.0	14.4	並
1977	3.14	8.7	4.1	2.5	6.23	3.5	9.6	2.0	4.2	少
1978	2.27	17.4	3.14	14.5	6.20	2.5	9.6	2.0	9.1	やや少
1979	2.8	30.9	2.27	17.5	6.18	4.0	9.10	5.0	14.4	並
1980	2.16	31.5	2.27	20.0	6.23	8.0	10.13	0.1	14.9	並
1981	3.16*	62.4	4.7	35.5	7.1	6.5	9.7	4.5	27.2	多
1982	3.2	25.4	3.19	13.5	6.12	4.0	9.17	3.5	11.6	並
1983	3.1	35.9	3.16	18.5	6.23	4.0	9.7 <sup>#</sup>	5.0	15.9	やや多
1984	4.9	22.4	4.11	11.5	7.1	4.0	9.9	4.5	10.6	並
1985	3.5	26.9	3.26	15.0	6.26	8.0	9.4 <sup>#</sup>	13.5	21.1	多
1986	3.12	20.5	3.29	13.0	7.3	5.5	9.16	3.5	10.6	並
1987	2.19*	45.8	3.6	25.5	6.24	10.0	9.14	7.0	22.7	多
1988	3.4*	39.5	3.21	19.0	6.25	9.5	9.4	2.5	17.6	やや多
1989	2.26	36.5	3.13	10.0	6.27	0.5	9.7	11.0	14.5	並
平均	3.1	28.6	3.18	14.6	6.25	5.2	9.10	4.5	13.2	

a) A : 各調査部位のがんしゅ病初発生日  
 b) B : 各調査部位のがんしゅ病最多発病率(%)  
 \* 2月末に寒波襲来年, # 9月に台風襲来年



第1図 多(1987)中(1979)少(1975)発生年における各季節葉のがんしゅ病発病程度別発生消長

2. 実験結果

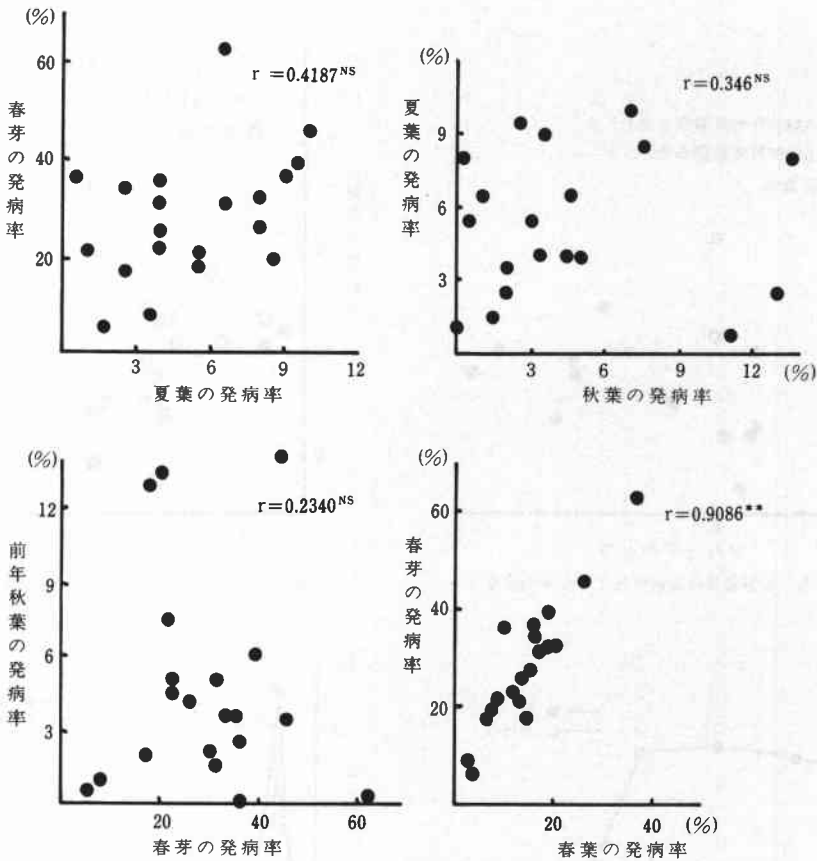
発病率の高かった年は1981年, 1985年と1987年で, 低かった年は1975年と1977年であった(第1表)。春芽は寒波襲来年に, 秋葉は台風襲来年に発病率が高く, また, 生育過程では春芽が平均して高い発病率を示した。多, 中, 少発病年の代表年(1987, 1979, 1975)の発生の推移はいずれも初発生から約40日で発病最盛期になり, 発病率の高低はあるが大体似たような推移を示した(第1図)。

次に, 各季節葉, 芽の発病率と前季節葉, 芽の発病率との関係を検討した。その結果, 春葉の発病率は春芽の発病率と高い相関関係が認められたが, 他の季節葉では認められなかった(第2図)。初発病日を中心とした前後一か月間の降雨日数は春芽, 夏葉, 秋葉の発病率と相関関係が認められ, 春芽では寒波襲来年を除くとさらに高い相関関係が認められた(第3図)。降水量と春芽, 夏葉, 秋葉の発病率との関係も同様であった(第4図)。春芽の発病率と2月の平均気温との関係は寒波襲来年を除くと高い相関関係が認められた(第5図)。また, 春芽の初発病の早晩と発病率との関係は寒波襲来年を除くと相関関係が認められた(第6図)。

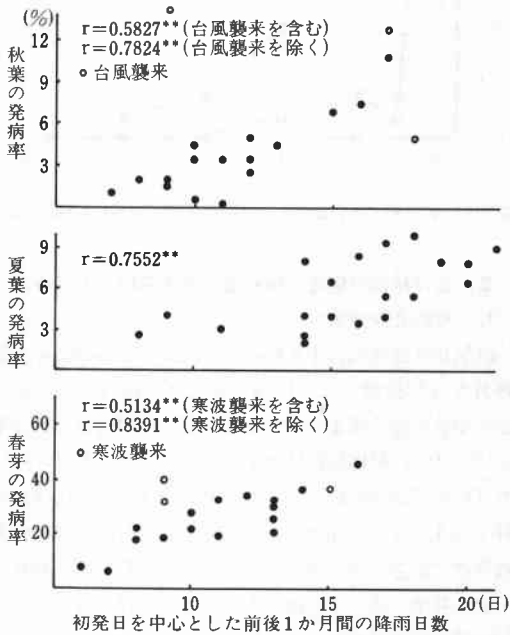
II. ビワ樹体に対する付傷後の経過時間とビワがんしゅ病の感染発病との関係

1. 材料及び方法

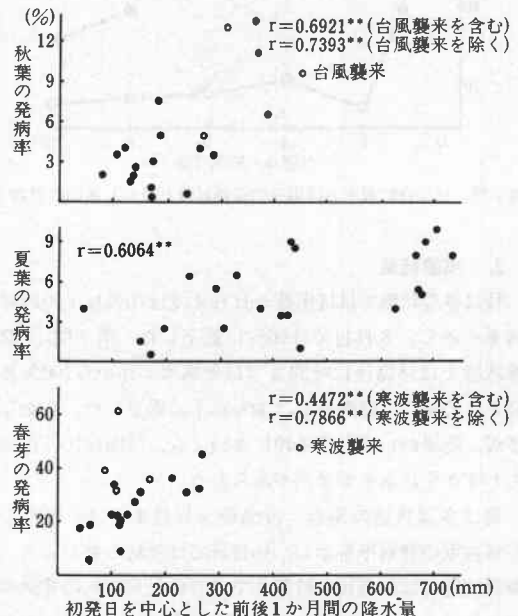
ビワ品種田中3年生実生苗を用い, 枝は2年生夏枝1区3枝2反復, 葉は葉齢VからVIの春葉<sup>3)</sup>1区10葉を供試した。枝に対する菌接種は径3mmのキリで木部に達する傷を付け, また, 葉に対する接種は昆虫針4号で傷を付け, これ等の付傷部位を, 26~27℃で2日間脇本培地で培養した病原菌(Bグループ菌)の懸濁液(濃度10<sup>8</sup>cells/ml)に20秒間浸漬して行った。接種後は葉, 枝ともビニールフィルムで被覆して多湿状態に保った区と無被覆にして乾燥状態にした区の2区を設定した。



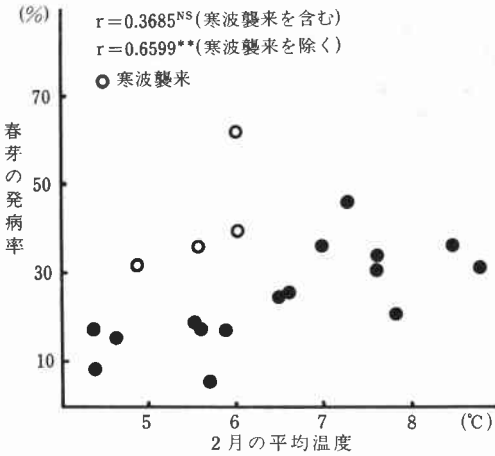
第2図 前季節葉、芽のがんしゅ病発病率が各季節葉、芽の発病に及ぼす影響



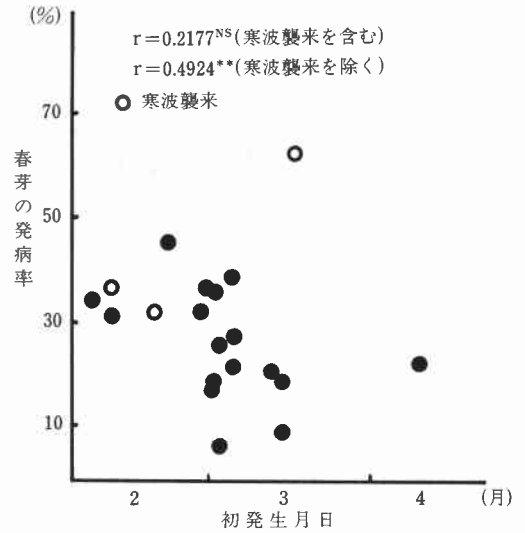
第3図 各季節葉のがんしゅ病発病率と初発日を中心とした前後1か月間の降雨日数との関係



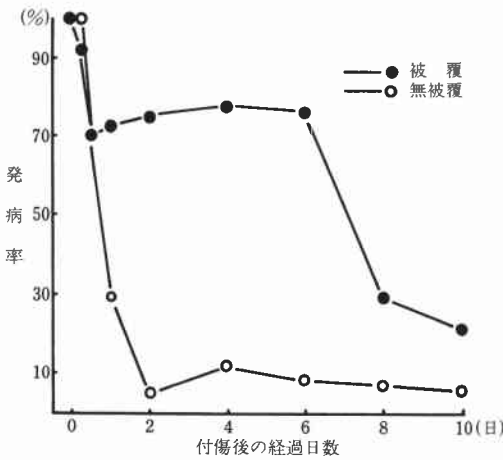
第4図 各季節葉、芽のがんしゅ病発病率と初発日を中心とした前後1か月間の降水量との関係



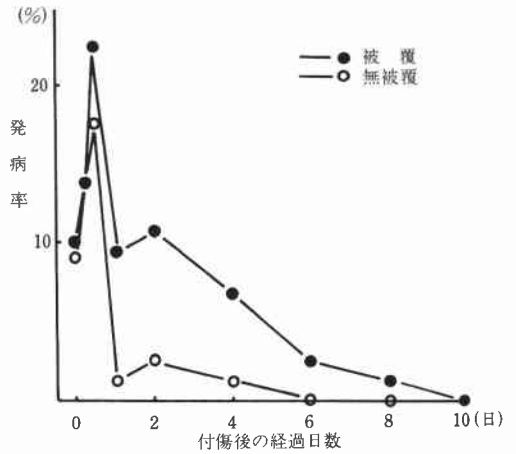
第5図 がんしゅ病春芽の発病率と2月の平均温度



第6図 がんしゅ病初発生の早晩と春芽の発病率



第7図 ビワ枝に対する付傷後の経過日数とがんしゅ病の発病率



第8図 ビワ葉に対する付傷後の経過日数とがんしゅ病の発病率

## 2. 実験結果

枝は多湿状態では付傷後6日目までは70%以上の高発病率を示し、8日目では30%に低下した(第7図)。乾燥状態では付傷後12時間までは発病率75%から100%と高かったが、24時間目では30%以下に低下した。しかし、多湿、乾燥のいずれの条件においても、付傷後10日目でもわずかではあるが発病がみられた。

葉は多湿状態の場合、付傷後4日目までは7%から22%程度の発病率を示し、10日目では発病しなかった。乾燥状態では付傷後6時間までは9%から17%の発病率ではあったが、24時間目から4日目までは2%以下の発病率で、6日目以降は発病しなかった(第8図)。

## Ⅲ. ビワ枝の付傷後の降水量と感染発病との関係

### 1. 材料及び方法

供試ビワは茂木11年生樹の径2cmから3cmの枝を1処理当たり20枝用いた。付傷方法は径5mmのコルクボーラーで形成層に達するまで剥離した。付傷月日は1970年と1971年に、付傷回数は両年ともに6、7、8月を除いた月に2回計38回行った。ナシヒメシンクイの防除は毎月2回スミチオン乳剤1,000倍液を、1樹当たり5ℓ動力噴霧機で散布した。調査は付傷1年後に行い、発病度は下記の基準に従って算出した。降水量は付傷日から5日間の積算降水量をもって示した。

ビワがんしゅ病の枝及び芽における発病度基準

発病程度	発病状況	発病指数	固体数
—	無症状	0	$n_0$
±	不明瞭な病斑	1	$n_1$
+	明瞭な病斑	3	$n_2$
++	拡大した病斑	6	$n_3$

$$\text{発病度} = \frac{n_1 \times 1 + n_2 \times 3 + n_3 \times 6}{(n_0 + n_1 + n_2 + n_3) \times 6} \times 100$$

## 2. 実験結果

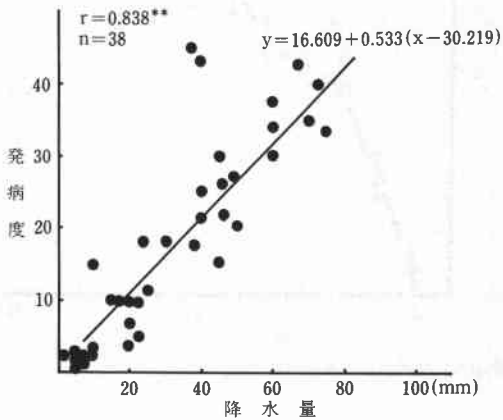
がんしゅ病の発病度と付傷後5日間の積算降水量との間には密接なる関係があり、高い相関関係が認められた(第9図)。

### IV. がんしゅ病芽枯れ病斑形成の再現試験

#### 1. 材料及び方法

がんしゅ病芽枯れ病斑の発生時期調査は1987年2月10日より3月10日まで毎日、茂木12年生樹の30枝を調査し、発病芽率を算出した。

がんしゅ病芽枯れ病斑の再現試験は、1988年2月19日に、最低温度を15℃に設定した温室で育成した茂木3年生の発芽直後の実生苗を1区50本を供試した。-3℃, -1℃, 0℃の低温で各々1, 3, 5時間処理し、ビワが



第9図 がんしゅ病発病度と付傷後5日間の積算降水量

んしゅ病菌(Aグループ菌)の懸濁液(濃度)  $10^4$  cells/mlを噴霧接種した後、最低温度を3℃に設定した温室において。調査方法は接種10日後に寒害発生率、1か月後に芽枯れ病斑の発病率を調べた。また、すべての寒害発生部位から病原細菌の分離を行い、病原細菌が分離された芽のみをがんしゅ病芽枯れ病斑とした。芽の寒害発生度は下記の基準で、また、芽枯れ病斑の発病度は前記の基準でそれぞれ調査し、算出した。

寒害発生度基準

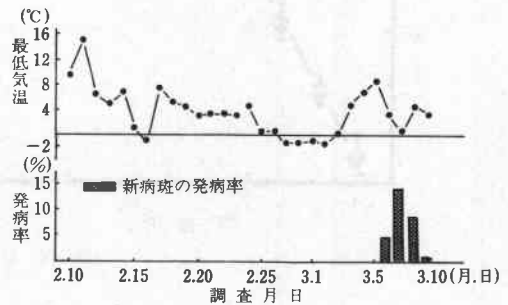
発生程度	発生状況	発生指数	固体数
—	無症状	0	$n_0$
±	新芽が褐変し、しおれる	1	$n_1$
+	芽が枯死	3	$n_2$
++	芽が枯死し、枝が縦に裂ける	6	$n_3$

$$\text{発生度} = \frac{n_1 \times 1 + n_2 \times 3 + n_3 \times 6}{(n_0 + n_1 + n_2 + n_3) \times 6} \times 100$$

## 2. 実験結果

がんしゅ病芽枯れ病斑の発生と温度及び時期との関係を調査した結果、2月下旬の寒波襲来最終日の5日後から病斑の発現が認められた(第10図)。

がんしゅ病芽枯れ病斑の発生と芽の寒害との関係を人工的な再現試験で検討した結果、寒害の発生度が高いとがんしゅ病芽枯れ病斑の発病度も高いことが認められた(第2表)。-1℃3時間処理から急速に寒害が発生し、



第10図 がんしゅ病芽枯れ病斑の発現と最低気温の関係

第2表 各温度処理時間と寒害発生及びがんしゅ病の発病

処理温度	調査項目	処 理 時 間					
		1		3		5	
		寒 害	がんしゅ病	寒 害	がんしゅ病	寒 害	がんしゅ病
0	発病(生)率	20	3.3	22	3.7	50	11.7
	発病(生)度	1	0.4	4	0.7	10	1.7
-1	発病(生)率	60	13.3	90	30.0	92	57.7
	発病(生)度	20	4.7	62	11.3	90	23.3
-3	発病(生)率	100	81.7	100	85.0	100	95.0
	発病(生)度	90	38.1	100	50.5	100	81.7

-3℃1時間処理から急速にがんしゅ病芽枯れ病斑が発生した。また、寒害発生程度士は発病芽率6.7%であったが、+または++は発病芽率100%であった(第3表)。

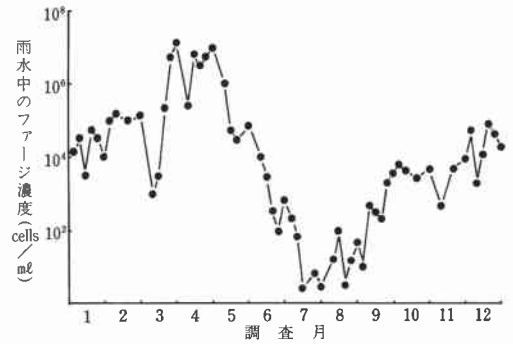
V. ビワがんしゅ病菌ファージの雨水中における消長

1. 材料及び方法

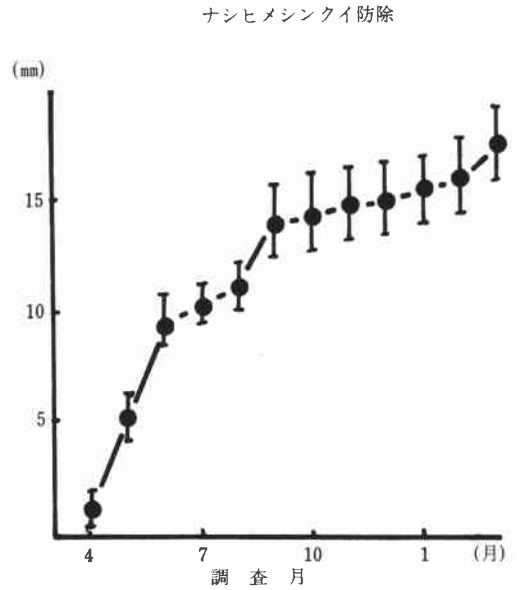
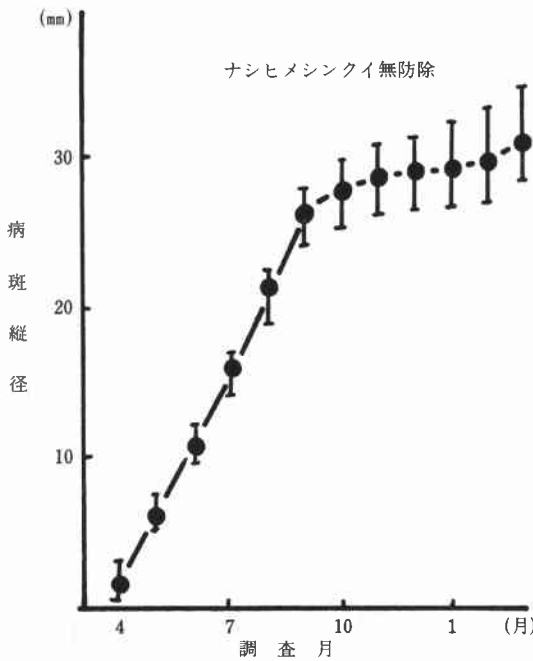
供試樹は1972年から1974年まで茂木18年生(初年度)

第3表 寒害発生程度とがんしゅ病の発病

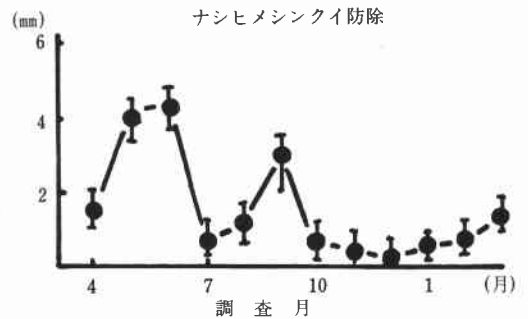
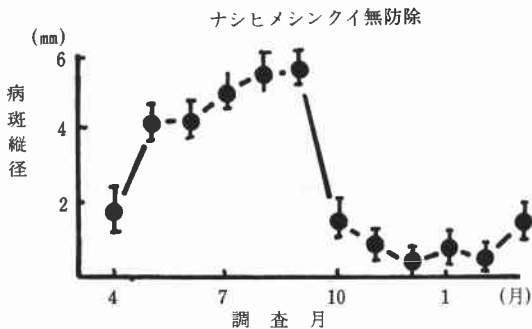
寒害発生程度	調査芽数	発病芽数	発病芽率	発病度
士	30	2	6.7	1.1
+	30	30	100	41.7
++	30	30	100	69.4



第11図 ビワがんしゅ病菌ファージ (EP1) の消長 (1972~1974)



第12図 がんしゅ病累積枝病斑の縦径の拡大推移



第13図 ビワがんしゅ病の枝病斑縦径の拡大の推移

のがんしゅ病多発生樹3樹を用いた。調査方法は降雨の時に調査樹を伝わって流れ落ちる雨水をフラスコに集めた。雨水の採取は降雨終了直後に、あるいは夜間雨が降り止んだ場合や数日間降り続いた場合には午前9時頃に行い、直ちにファージ数を調べた。ファージ数の測定は雨水50mlを9,000 rpmで20分間遠沈し、その上澄液1mlをPSA培地で重層処理し、その培地上に発現した溶菌斑を総降水量で乗じて降水量の総ファージ量とした。ファージ検定菌はAグループ菌(EP1感受性菌)を供試した。調査樹は全期間薬剤無散布とした。

## 2. 実験結果

11月から5月までは雨水中のファージ濃度は高く、6月から10月までは低かった(第11図)。

## VI. がんしゅ病枝病斑伸展の季節的消長

### 1. 材料及び方法

供試樹は1970年から1972年までは茂木18年生(初年度)、1973年から1975年までは茂木23年生(初年度)を供試し、縦径約70mmの病斑50個を調べた。調査方法は病斑の縦径に墨で印をつけ、毎月15日にノギスで同一部位の病斑縦径を測定した。ナシヒメシロイ防除区は20日毎にパダン水溶剤1,000倍液を散布した。がんしゅ病に対しては無防除とした。

## 2. 実験結果

ナシヒメシロイ無防除区では5月から9月までの病斑拡大が大であった(第12図)。ナシヒメシロイ防除区では5月から6月までと9月の病斑拡大が大であった(第13図)。

## VII. ビワがんしゅ病枝病斑の拡大とナシヒメシロイとの関係

### 1. 材料及び方法

茂木13年生20樹を供試し、1976年5月14日に径30mmの枝の1樹30枝に径5mmのコルクボーラーで形成層に達する傷を付け、1977年2月15日に発病度とナシヒメシロイ

の病斑食入虫数を調査した。また、がんしゅ病病斑削り取り後の再発病度とナシヒメシロイの病斑食入虫数との関係は1975年7月2日に12年生茂木20樹の30病斑/1樹の病斑を削り取り、薬剤無処理で放置し、1976年2月28日に再発病度と食入虫数を調べた。薬剤散布は両試験とも全期間無散布とした。再発病度は両試験とも下記に従って調査し、算出した。

ビワがんしゅ病枝病斑の再発病度調査基準

再発病程度	再発病状況	再発病指数	固体数
—	完全治癒	0	$n_0$
±	処理の一部が再発病	1	$n_1$
+	処理部の80%以上再発病	3	$n_2$
++	処理部より拡大して再発病	6	$n_3$

$$\text{再発病度} = \frac{n_1 \times 1 + n_2 \times 3 + n_3 \times 6}{(n_0 + n_1 + n_2 + n_3) \times 6} \times 100$$

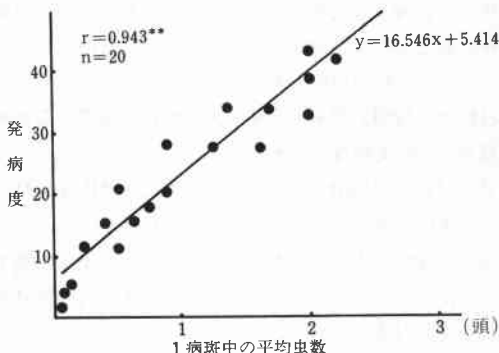
ヒシナメシロイのがんしゅ病菌伝搬の媒介昆虫としての役割の有無は、1975年7月2日に病斑内に生息している虫を殺菌水で洗い、その洗浄水から病原細菌を分離し、虫の保菌の有無を判定して行った。

## 2. 実験結果

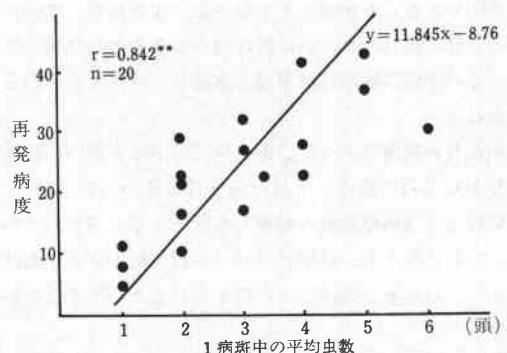
がんしゅ病の発病度はナシヒメシロイのがんしゅ病病斑内への食入虫数が多いほど高く、高い相関関係が認められた(第14図)。また、がんしゅ病病斑の削り取り処理後の再発病度はがんしゅ病病斑内への食入虫数が多いほど高く、高い相関関係が認められた(第15図)。また、ナシヒメシロイの虫体には高い割合で病原細菌が付着していることを確認した(第4表)。

第4表 ビワのがんしゅ病病斑内に生息するナシヒメシロイの虫体からの病原細菌の検出割合

調査項目	病原菌検出虫数	病原菌非検出虫数	合計
虫数	62	8	70
割合	88.6	11.4	100



第14図 ビワがんしゅ病病斑中のナシヒメシロイ虫数と発病度



第15図 ビワがんしゅ病病斑中のナシヒメシロイ虫数と再発病度

## 考 察

ビワがんしゅ病の春芽及び各季節葉での発生病消長を1970年から1989年までの20年間調査し、その発病要因を明らかにした。また、ビワがんしゅ病枝病斑の拡大の推移を1970年から1976年まで6年間調査し、その拡大要因を検討した。

各季節葉(芽)のがんしゅ病発生に対する前季節葉の発病の影響は、春葉の発病率では春芽の発病率と関係があることが認められたが、他の夏葉、秋葉、春芽では認められなかった。すなわち、本病は病斑が枝幹部に発病し、毎年病斑が累積し、伝染源となる病斑が樹冠内に多数存在するため、前季節葉の病斑数の多少は新病斑形成にあまり影響を与えないものと思われる。また、既報<sup>4)</sup>で葉病斑は伝染源としての力が枝病斑より弱いと報告していることとも関係あるものと思われる。

春芽や各季節葉の発病率は初発日を中心とした前後1か月間の降雨日数や降水量と相関関係が認められ、また、春芽では萌芽時の寒波、秋葉では展葉期の台風襲来が発病率をさらに高くすることが明らかになった。そこで、台風、寒波等によって出来た傷への感染期間がどの程度であるかを知るために、枝、葉を付傷することによって調べた。その結果、枝、葉ともに付傷後多湿条件下では4~6日間、乾燥条件下では1日であった。そこで、台風、寒害が発生し、枝葉に傷が付き、降雨等による多湿条件下では付傷後4~6日目までは感染が可能であると考えられる。また、付傷後5日間の降雨量は発病率と高い相関が認められ、付傷後の降雨は重要な発病要因と思われる。また、春芽の発病率は2月の平均温度、萌芽の早晚と相関関係があることが認められた。2月の温度が高いと萌芽が早く、寒害の発生率が高いという村松<sup>5)</sup>の報告と関係あるものと思われる。このように、萌芽時の寒波襲来による芽の損傷は本病芽枯れ病斑の発生の重要な要因であることが明らかとなった。すなわち、寒害によって芽が割れたり、枝に裂け目ができる等の外傷が生じ、その部位に病原細菌が侵入感染し、発病するものと思われる。

がんしゅ病菌ファージの雨水中での消長を調べた結果、3月から5月に高く、7月から8月に低かった。向<sup>6)</sup>が32℃以上では病原細菌の増殖力が低下すると報告している。このことから、夏期にファージ数が低下する原因はファージの増殖が高温により抑えられるためと考えられる。

次に、がんしゅ病枝病斑の拡大の推移を調べた結果、ナシヒメシクイを防除した場合、5月から6月と9月

の拡大率が高く、7月から8月と10月から4月が低かった。しかし、ナシヒメシクイ無防除では5月から9月までが高く、10月から4月までは低かった。ナシヒメシクイ防除の場合、夏期の病斑拡大が低いのはファージの消長からも推測されるように、夏期の高温時はがんしゅ病菌の増殖が抑えられるために、病斑拡大も鈍くなるのではないかと考えられる。しかし、ナシヒメシクイ無防除の場合は病斑内のナシヒメシクイが病斑を絶えず食害し、傷を付け、その傷に病原細菌が侵入するため、7、8月でも病斑が拡大するものと推察される。そこで、ナシヒメシクイと本病菌との関係を調べた結果、食入虫数と本病の発病度及び病斑削り取り後の再発病度との間に高い相関関係が認められ、本病病斑の拡大はナシヒメシクイの本病病斑食入と密接な関係がある事が判明した。さらに、虫体表面に病原細菌が付着していることが確認されたことから、食害による病斑の拡大ばかりでなく、ナシヒメシクイが病原細菌の伝搬にも関与していることが明らかとなった。

以上の結果より、ビワがんしゅ病は降雨、春芽の萌芽時の寒波、秋葉展葉期の台風等の気象要因やナシヒメシクイの食入等が重要な発病要因であることが判明した。

## 摘 要

ビワがんしゅ病の春芽及び各季節葉での発生病消長を1970年から1989年まで調査した。春葉の発病率の高低は春芽の発病率の高低と一致した。しかし、夏葉、秋葉、春芽の発病率は前季節葉(芽)の発病率の高低とは関係がなかった。

初発病日を中心とした1か月間の降水量、降雨日数の多少が各季節葉(芽)の発病率の多少に影響していた。2月の平均温度や萌芽期の寒波襲来による寒害が春芽のがんしゅ病芽枯れ病斑発現の重要な要因である。

ビワ樹体の付傷後の経過時間とがんしゅ病の発病との関係は付傷後多湿状態では8日、乾燥状態では1日で発病率が低下した。多湿状態では枝葉ともに付傷後5日から6日までは感染可能であった。

付傷後5日間の降水量は発病後と密接な関係があり降水量が多いと発病度も高かった。

ビワがんしゅ病菌ファージの雨水中での濃度は11月から5月までは高く、6月から10月までは低かった。

がんしゅ病病斑伸展時期はナシヒメシクイ防除園では5月から6月と9月、ナシヒメシクイ無防除園では5月から9月までであった。

がんしゅ病の病斑拡大と病斑内のナシヒメシクイとの関係は病斑内の食入虫数が多いほど発病度が高かった。



また、ナシヒメシンクイの虫体表面に病原細菌の付着が認められ、ナシヒメシンクイが病原細菌の伝搬にも関与していると思われた。

以上の結果より、ビワがんしゅ病は降雨、春芽の萌芽時の寒害、秋葉展葉期の台風等の気象要因やナシヒメシンクイの食入等が重要な発病要因であると考えられた。

### 引用文献

- 1) 森田 昭 (1975) 日植病報 41:114 (講要).
- 2) 森田 昭 (1975) 九病虫研究会報 21:118-120.
- 3) 森田 昭 (1988) 九病虫研究会報 34:219 (講要).
- 4) 向 秀夫 (1952) 農技研報告C 1:1-182.
- 5) 村松久雄 (1958) 長崎農試研究報告集141-149.

(1991年5月16日 受領)