

カキ灰色かび病の発生要因

広沢 敬之*・山本 淳*

Factors on the Occurrence of
Gray mold of Japanese persimmon

Takayuki HIROSAWA and Jun YAMAMOTO

目次

I 緒言	114	2. 葉位と発病及び落葉	119
II 感染・発病の条件	115	3. 葉における感染位置と落葉並びに病原菌の存在位置	120
1. 感染と温度	115	IV 品種と発病	121
2. 発病と温度	116	V 考察	123
3. 葉の傷と感染・発病	116	VI 摘要	125
III 灰色かび病菌に対するカキ葉の感受性と落葉	119	引用文献	125
1. カキの生育時期と葉における病斑進展	119	Summary	126

I 緒言

島根県において、カキは古くから庭先などで栽培され親しまれてきた果樹の一つであるが、経済的に栽培されるようになったのは比較的最近のことである。現在、'西条'を中心に約750haにわたって栽培され、ブドウ、クリと並んで本県三大果樹の一つに位置づけられるまでになった。しかし、栽培面積の増加に伴って各種病害虫の発生が顕在化する傾向にあり、なかでも灰色かび病は1982年、次いで'89年に'西条'や'伊豆'などの品種を中心に県下一円で大発生し、落葉を誘発して激甚な被害を及ぼしたことから大きな問題となっている。

カキの灰色かび病は、以前には褐紋病⁹⁾あるいは鼠徽病²⁾と呼ばれていたこともあり、九州地方のカキ産地ではかなり古くから注目されていたようである。本県においても、本病が時折多発生していたことが知ら

れており、また、近年栽培様式の変化に伴い他県のカキ産地においても本病の増加が叫ばれていることから⁸⁾、今後とも本県のカキ栽培を振興する上で本病が重要な障壁となることが予測される。

本病は、極めて多犯性の病原菌 *Botrytis cinerea* PERSON によって引き起こされる病害であり、野菜類など他の作物においてはかなり詳細に研究されているところである。しかし、カキでは、本作物が経済果樹としての地位が比較的良かったこともあり、発生生態などについてはほとんど究明されていない。特に、落葉を伴う激しい被害はカキ特有のものであると言えることから、防除対策を講ずる上で、まず本病の発生生態を明らかにし、被害発生の条件を早急に解明する必要があるものと考えられた。そこで、本病菌の感染及び発病に関与する要因を究明するとともに落葉発生の条件について一端を明らかにしたので、その概要を報告する。

本研究の実施に当たり、研究遂行上の便宜と助言を

賜った前島根県農業試験場病虫科長多久田達雄氏（現島根県中海干拓営農センター）には深く感謝の意を表するとともに、種々協力を頂いた病虫科の職員一同に心からお礼申し上げる。

II 感染・発病の条件

カキ灰色かび病菌の感染及び感染後の発病に及ぼす温度の影響を明らかにするとともに、本病の発生に及ぼす葉の傷の影響を知ろうとした。

1. 感染と温度

1) 試験方法

直径9cmのペトリ皿に10mlずつ分注したPSA平板培地の中央に本病菌 *Botrytis cinerea* の菌叢を移植した後、20℃の暗黒条件の恒温室内で2日間培養した。その後、BLB蛍光灯照射下に2日間、更に暗黒条件下に2日間置いて分生胞子を同調的に形成させた。

6月上旬に、その分生胞子懸濁液（胞子数約130,000個/1ml）を、径30cmの素焼鉢に植えた'西条'の苗木（3年生）の全葉に対し30mlずつコカインスプレーで噴霧接種した。そして、葉の濡れ状態を保つためにポリエチレン袋で苗木全体を覆って温室とし、5~30℃（5℃間隔）の恒温室に保った。所定時間経過後に各苗木を温室から取り出し、直ちに風乾したのち20℃の恒温室に保ち、その2日後に葉の発病状況を程度別に調査した。試験は2反復とし、毎回各区2本の苗木

を供試した。

なお、各区とも病原菌接種後のカキ苗木の保湿時間は基本的に24時間としたが、10℃及び30℃においてはそれを48時間、5℃においては48時間及び96時間に延長した区を設けた。また、発病度は次式によって算出した。

$$\text{発病度} = \frac{\sum (\text{程度別発病葉数} \times \text{指数})}{\text{調査葉数} \times 4}$$

発病程度：指数

- 0 病斑形成認めず
- 1 病斑面積10%以下、又は小病斑をわずかに形成
- 2 病斑面積11~20%、又は小病斑を葉面積の1/3以上にわたって疎に形成
- 3 病斑面積21~40%、又は小病斑を葉面積の1/2以上にわたってかなり密に形成
- 4 病斑面積41%以上、又は小病斑を全面に多数形成

2) 試験結果

本病菌の感染に及ぼす温度の影響は第1表に示すとおりである。

病原菌接種後の保湿時間を24時間とした場合、葉の発病は10~25℃で認められ、5℃及び30℃では認められなかった。発病が認められた温度域のうち、20℃に

第1表 カキ灰色かび病菌の感染に及ぼす温度と保湿時間の影響

温度 (°C)	保湿時間 (h)	供試葉数	落葉率 (%)	発病葉率* (%)	発病度*	潜伏期間 (日)
5	24	65.0	0	0	0	—
	48	58.0	0	19.0	5.2	2
	96	68.0	42.6	100	56.4	—
10	24	53.5	0	9.3	2.4	2
	48	100	0	54.0	18.0	—
15	24	65.5	1.7	76.0	33.7	2
20	24	68.5	0.7	78.7	29.3	2
25	24	62.0	0	19.0	5.4	2
30	24	54.0	0	0	0	—
	48	53.0	0	0	0	—

注) *生葉数当たり

*病虫科

においては発病葉率が約80%と最も高く、発病度も約30と著しく発病が多かったほか、15℃においてもこれと同等か、これ以上の発病が認められた。これに対して、10℃においては発病葉率約10%、発病度2.4、また25℃においては発病葉率約20%、発病度5.4と、ともに発病がかなり少なかった。

一方、保湿時間を48時間に延長した場合、10℃では発病葉率54%、発病度18とかなり著しい発病の増加が認められたほか、5℃でもわずかながら発病が認められた。しかし、30℃では発病が全く認められなかった。更に保湿時間を96時間に延長した場合には、5℃においても発病葉率100%、発病度約56と著しい発病の増加がみられた。

なお、適温下における本病の潜伏期間は、感染温度に関係なく2日であった。

2. 発病と温度

1) 試験方法

6月上～中旬に採取した‘西条’の葉の裏面中央に、径4mmの本病菌菌叢ディスクを張り付け接種した後、底面に吸水脱脂綿を敷いて湿室としたタッパーウェアに入れ、20℃の恒温室に保った。そして、8時間経過後にそれぞれの葉に張り付けた菌叢ディスクを丁寧に取り除いた後、再び同様の湿室にいれ、5～35℃(5℃間隔)の恒温室に保った。2、4、8日経過後にそれぞれの葉を湿室より取り出し、病斑の縦横の長さを計測して病斑面積を求めた。

なお、病斑面積は個々の病斑を楕円とみなして算出した。試験は3反復とし、毎回、先端から3～4枚目の葉を10葉ずつ供試した。

2) 試験結果

本病の発病と温度との関係は第2表に示すとおりで

第2表 カキ灰色かび病の発病と温度

温度 (℃)	発病葉率 (%)	病 斑 面 積 (mm ²)		
		2 日 後	4 日 後	8 日 後
5	100	6.2	19.0	101.3
10	100	18.1	47.7	366.8
15	100	35.5	136.6	775.3
20	100	67.9	288.3	—
25	100	45.4	239.6	—
30	±**	±**	±**	±**
35	0	—	—	—

注) 1. * 病斑が葉縁まで達し、計測不能。
2. ** 接種部位にわずかに褐変がみとめられる。

ある。

本病菌をカキの葉に接種した場合、5～25℃において100%の葉に病斑の形成及びその伸展が認められた。このうち、20℃においては接種2日後に病斑面積が約70mm²、4日後には約300mm²となり、8日後には病変が全葉に及んで計測不能になるなど、病斑の伸展が最も旺盛であった。また、25℃においてもこれに近い病斑伸展がみられたほか、15℃においても2日後及び4日後に、それぞれ20℃の約1/2の大きさの病斑を形成し、かなり旺盛な病斑伸展が認められた。

これに対して、10℃における病斑面積は4日後で約50mm²、8日後でも400mm²以下であり、病斑の伸展がかなり緩慢であった。また、5℃においては8日後でも病斑面積が約100mm²であり、極めてわずかの病斑伸展しか認められなかった。

なお、30℃においては接種部位のわずかな褐変が認められたが、病斑の伸展は認められなかった。

3. 葉の傷と感染・発病

1) カキの葉における傷の有無と本病菌の感染時間

(1) 試験方法

鉢植えした3年生‘西条’の苗木に対し、一方は無傷のまま、他方はカーボラダムを用いて葉の表面を軽く付傷した後、本病菌懸濁液(孢子数約80,000個/ml)を1と同様にして接種した。そして、ポリエチレン袋で覆って湿室とした後、20℃の恒温室に保った。5、10、24、48時間経過後に苗木を湿室より取り出して直ちに風乾した後、再び20℃の恒温室に保って5日後に程度別に発病状況を調査した。なお、その間毎日落葉状況を追跡調査した。

試験は2反復とし、毎回各区2本の苗木を供試した。

(2) 試験結果

葉における傷の有無と本病菌の感染及び発病との関係について、病原菌接種後の保湿時間との関連においてみたものが第3表である。

無傷接種、付傷接種の場合ともに、病原菌接種後の保湿時間が5時間では本病の発病が認められず、10時間以上とした場合に初めて発病が確認された。この場合、無傷接種区においては、保湿10時間では発病葉率0.4%、発病度0.1、また保湿24時間でも発病葉率約10%、発病度2.5とわずかの発病が認められたに過ぎなかった。これに対して、付傷接種区では保湿10時間で発病葉率約50%、発病度8.6とかなり多くの発病がみられ、保湿24時間では発病葉率100%、発病度約50の激しい発病が認められた。

第3表 カキの葉における傷の有無と灰色かび病菌の感染時間との関係

保湿時間 (h)	無 傷 接 種				付 傷 接 種			
	供試葉数	落葉率(%)	発病葉率*(%)	発病度	供試葉数	落葉率(%)	発病葉率*(%)	発病度
5	142	0	0	0	141	0	0	0
10	150	0	0.4	0.1	131	3.8	49.6	8.6
24	132	0	9.7	2.5	142	38.7	100	48.5
48	136	6.6	37.5	10.8	—	—	—	—

注) * 生葉数当たり

なお、保湿時間を48時間に延長した場合には、無傷接種区でも発病葉率の顕著な増加がみられたが、発病程度は低かった。

一方、落葉状況についてみると、無傷接種区においては保湿24時間以内では落葉がみられず、48時間でも約7%の落葉しか認められなかったのに対し、付傷接種区においては保湿10時間でもわずかながら落葉がみられ、保湿24時間では約40%と極めて多くの落葉が認められた。

2) 灰色かび病菌分生胞子の発芽に及ぼすカキ葉汁液の影響

(1) 試験方法

1と同様にして同調的に形成させた灰色かび病菌分生胞子(形成後ほぼ2日以内の新しい分生胞子)及び、この分生胞子を約5mm角の滅菌ウレタンフォーム片にまぶしてデシケータ内に5日間保ったもの(形成後約5～7日の古い分生胞子)を用意した。そして、それぞれ孢子濃度が200倍1視野当たり約80個となるように調整した分生胞子懸濁液を作成した。

一方、新鮮なカキ(‘西条’)の葉を乳鉢で摩砕し、

ろ紙でろ過したもの(摩砕汁)、カキの葉10gを100mlの蒸留水中で1時間湯煎したもの(煎汁)を作成し、摩砕汁については0.2、1.0、5.0%、煎汁については50%の濃度になるように、上記の分生胞子懸濁液に添加した。また、比較として3%グルコース液及び滅菌蒸留水による同様の孢子懸濁液を作成した。その後、それらを0.3mlずつスライドガラス上に点滴した後、シャーレ湿室に入れて20℃に保ち、1、2、3、4、8時間経過後に、検鏡によりそれぞれ400個の分生胞子について発芽状況を調査した。

(2) 試験結果

新しい分生胞子と、古い分生胞子について、その発芽に及ぼすカキ葉汁液の影響をみたものが第4表である。

新しい分生胞子についてその発芽状況をみると、懸濁2時間後までは滅菌蒸留水区はもとより、カキ葉摩砕汁、煎汁添加及びグルコース添加のいずれの区とも発芽がみられなかったが、3時間後には全ての試験区で発芽が認められた。なかでも、摩砕汁0.2%添加区では約70%、同1.0%添加区及びグルコース添加区では約

第4表 カキ葉汁液の添加とB.cinerea分生胞子の発芽

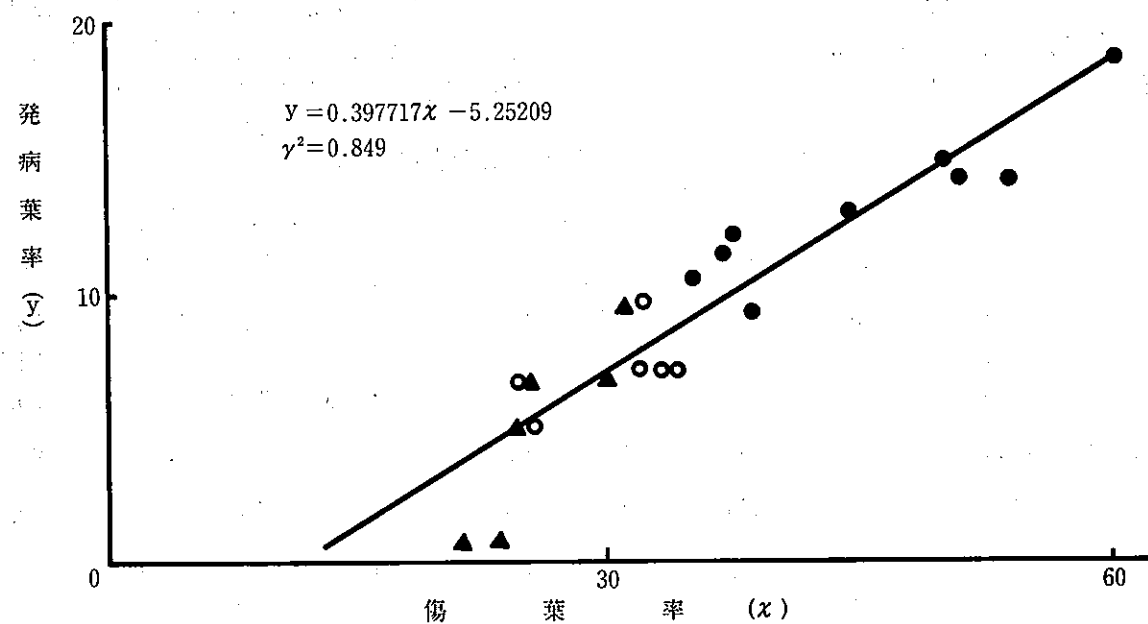
添加物及び濃度	新しい分生胞子				古い分生胞子			
	2 h	3 h	4 h	8 h	2 h	3 h	4 h	8 h
カキ葉 0.2%	0	70.2	84.8	96.0	0	41.9	68.1	89.2
摩砕汁 1.0	0	63.3	80.0	97.2	0	53.5	79.6	94.7
5.0	0	32.8	59.4	96.1	0	22.9	41.3	90.3
カキ葉煎汁 50.0	0	13.1	44.4	97.3	0	6.3	22.7	94.9
グルコース 3.0	0	56.8	79.4	90.0	0	38.4	78.6	90.3
滅菌蒸溜水	0	45.3	71.7	84.4	0	1.5	1.4	3.4

注) 表中のデータは発芽率(%)

60%と、滅菌蒸留水区の約45%に比較して発芽率がかなり高かった。これに対して、摩砕汁5.0%添加区では発芽率が約30%とやや低かったほか、煎汁添加区では10数%と発芽が著しく劣った。

懸濁4時間後になると、各区とも全体に発芽率がかなり高くなり、滅菌蒸留水区でも70%以上発芽したほか、摩砕汁0.2、1.0%添加及びグルコース0.3%添加の各区では80%前後の高率な発芽が認められた。しかし、煎汁添加区では約40%と発芽率がかなり低かったほか、摩砕汁5.0%添加区でも約60%と滅菌蒸留水区に比べて発芽がやや劣った。更に懸濁8時間後には、滅菌蒸留水区でも80%以上発芽するとともに、摩砕汁、煎汁添加の各区、グルコース添加の各区とも90%以上の発芽率となり、各区間に差が認められなくなった。

一方、古い分生孢子についてその発芽状況をみると、新しい分生孢子と同様、懸濁2時間後には滅菌蒸留水区及びカキ葉摩砕汁、煎汁液添加、グルコース添加のいずれの区とも発芽がみられなかったが、懸濁3時間後には全ての区で発芽が認められた。いずれの区においても、新しい分生孢子に比較して全体に発芽率が劣る傾向がみられたが、滅菌蒸留水区での分生孢子の発芽が著しく不良であったのに対し、摩砕汁1.0%添加区では50%以上とかなり高率に発芽したほか、同0.2%添加区及びグルコース添加区でも40%前後と比較的高率に発芽した。また、摩砕汁5.0%添加区でも約20%発芽したが、煎汁添加区では約6%とごくわずかの発芽が認められただけであった。



第1図 カキ園における傷葉の発生と灰色かび病の発病との関係(1984)
●園の最外縁部の樹 ▲園の中央部の樹 ○中間に位置する樹

懸濁4時間後においても、滅菌蒸留水区における発芽率の増加はみられなかったが、摩砕汁1.0%添加区及びグルコース添加区では約80%、同0.2%添加区では約70%と、新しい分生孢子的同時期における発芽とほぼ同等の高い発芽率を示した。また、摩砕汁5.0%添加区で約40%、煎汁添加区でも約20%の発芽が認められた。更に懸濁8時間後においても、滅菌蒸留水区では約3%とごくわずかに発芽したに過ぎなかったが、摩砕汁添加、煎汁添加の各区及びグルコース添加区においては、ともに90%前後の高率な発芽が認められた。

3) カキ園における傷葉の発生と灰色かび病の発病

(1) 試験方法

1984年5月15日、出雲市芦波町の当該カキ園(西条')において、園の最外縁部から9本、中央部付近から6本、更にそれらの中間の位置から6本、合計21本の樹を選び、各々20新梢の全葉について傷葉と発病葉の発生状況を調査した。

(2) 試験結果

カキ園における傷葉の発生状況と本病の発病との関係についてARCSIN√百分率変換値により示したものが第1図である。

これによると、傷葉率(X)と発病率(Y)の間には極めて高い正の相関(0.922**)が認められ、 $y = 0.397717x - 5.25209$ ($r^2 = 0.849$)の一次回帰式が得られた。一方、カキ園内における傷葉の発生分布をみると、傷葉の発生率は園の中央部の樹で13~27%(平均約19%)と最も低く、また園の中間位置の樹でも

17~31%(平均約26%)と比較的低かったのに対し、園の最外縁部の樹では33~76%(平均約51%)と顕著に高かった。葉の発病についても同様の傾向が認められ、園の中央部の樹では発病率が0~2.6%(平均約1.0%)と最も低く、園の中間位置の樹でも0.7~2.7%(平均1.5%)と比較的低かったのに対し、最外縁部の樹では2.5~10.4%(平均5.4%)と最も高かった。

III 灰色かび病菌に対するカキ葉の感受性と落葉

カキの生育時期や葉位など、宿主側の感受性の違いと本病発生との関係を明らかにしようとした。

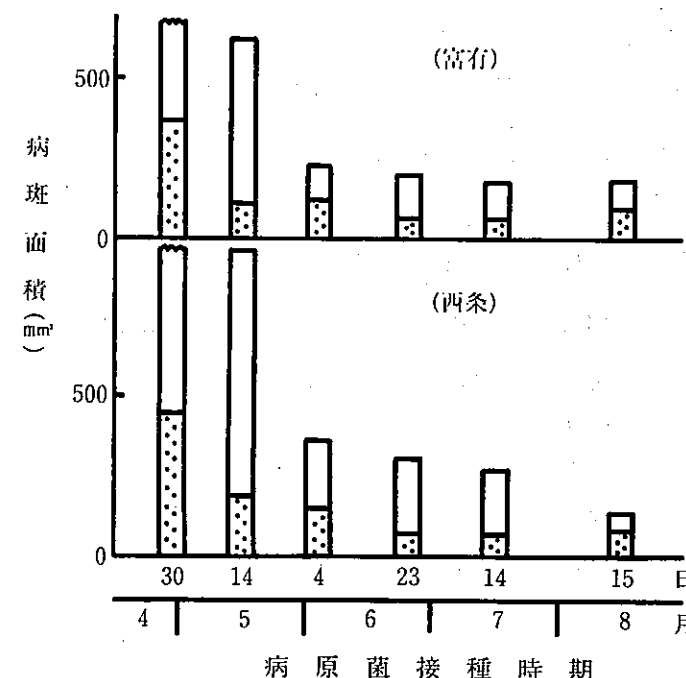
1. カキの生育時期と葉における病斑伸展

1) 試験方法

1983年4月28日、5月14日、6月4日、23日、7月14日、8月15日の各時期に'富有'及び'西条'(いずれも7年生)の第3葉を採取し、その裏面中央に本病菌菌叢ディスクを張り付け接種した後、タッパーウェア湿室に入れ、20℃恒温室に保った。そして、2日後及び4日後に湿室から取り出し、II-2と同様にして病斑の大きさを計測し病斑面積を求めた。毎回の接種には各品種10葉ずつ供試した。

2) 試験結果

カキの生育時期別に、葉における病斑の伸展状況をみた結果は第2図に示すとおりである。



第2図 カキの生育時期と灰色かび病の病斑伸展(1983)

供試品種の'富有'、'西条'ともに4月30日から8月15日まで、いずれの時期に接種した場合にも発病が認められたが、病斑の伸展は展葉間もない4月30日に接種した場合に最も著しかった。すなわち、接種2日後には'富有'で約370mm²、'西条'で450mm²となり、接種4日後には病変が葉の全面に及びいずれも計測不能となった。また、5月14日に接種した場合にも、接種2日後には'富有'で約110mm²、'西条'で190mm²、更に接種4日後には'富有'で630mm²、'西条'で970mm²と病斑伸展がかなり速やかであった。

6月4日に接種した場合には、接種2日後の病斑面積は'富有'、'西条'ともに前回5月接種のものと同差がみられなかったものの、4日後における病斑伸展はかなり緩慢であった。更にそれ以降、接種時期が遅くなるに従って病斑の伸展が一層緩慢になる傾向が認められた。

なお、'富有'と'西条'の品種間では'西条'の病斑伸展が概して速やかな傾向がみられた。

2. 葉位と発病及び落葉

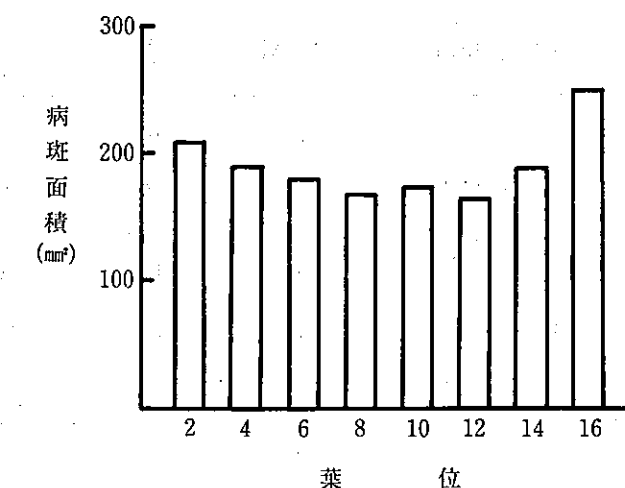
1) 葉位と病斑伸展

(1) 試験方法

1983年6月中旬に、16枚の展開葉を有する'西条'の枝5本を採取し、各枝ごとに偶数葉を摘採した後、その裏面中央に本病菌菌叢ディスクを張り付け接種した。その後、タッパーウェア湿室に入れ20℃恒温室に保った後、3日後に湿室より取り出し、II-2と同様にして病斑の大きさを計測し、病斑面積を求めた。

(2) 試験結果

同一枝上における着葉位置別に葉における病斑伸展状況をみた結果は第3図に示すとおりである。



第3図 葉位と灰色かび病の病斑伸展との関係(1983)

本病菌を接種した葉における病斑面積は第16葉（最先端葉）で約750mm²と最も大きかった。第2～14葉までの病斑面積は約170～200mm²で明瞭な差異は認められなかったが、なかでは第2葉の病斑面積が比較的大きく、6～12葉では逆にやや小さい傾向が認められた。

2) 葉位と感染葉の落葉

(1) 試験方法

II-1と同様の‘西条’の苗木を用意し、6月中旬に各枝ごとに最先端展開葉、基部葉（第1葉）及びそれらの中間に位置する葉に対し、それぞれ裏面中央に殺菌針で付傷したのち本病菌菌叢ディスクを張り付け接種した。そして、ポリエチレン袋の湿室に入れ、20℃恒温室に保った。24時間後に各苗木を湿室より取り出して葉に張り付け接種した菌叢を除去し、直ちに風乾した。接種30日後まで毎日枝ごとの落葉状況を調査し、最終的に葉位別の落葉率を算出した。

なお、‘西条’の苗木5本、合計32本の新梢を供試した。

(2) 試験結果

同一枝上における着葉位置別に、本病菌感染葉の落葉状況をみたものが第5表である。

第5表 葉位と灰色かび病菌感染葉の落葉 (1983)

葉位	落葉率(%)	落葉までの日数(平均)
先端葉	50.0	3~15 (7.6)
中位葉	56.3	2~13 (6.9)
基部葉	90.6	2~8 (4.4)

注) 調査り病葉数各32枚

第6表 葉における灰色かび病菌の感染位置と発病及び落葉 (1983)

病原菌接種位置	供試葉数	発病葉率(%)	落葉率 (%)				落葉までの日数(平均)
			3日後	7日後	15日後	30日後	
先端部	37	100	0	24.3	40.5	40.5	4~15 (8.3)
中助上	44	100	9.1	52.3	95.5	95.5	2~15 (7.4)
中央部	49	100	4.1	32.7	69.4	69.4	3~14 (7.5)
支脈上	38	100	0	15.8	42.1	42.1	5~8 (7.0)
脈間	47	100	55.3	95.7	95.7	95.7	2~6 (3.3)
葉柄基部	35	0	0	0	0	0	-
無接種							

枝の先端、中位、基部のいずれに位置する葉とも、本病菌に感染した場合2～3日後から極めて速やかに落葉した。このうちでも、先端葉及び中位葉では最終的な落葉率が50%前後であったのに対し、基部葉では90%以上と顕著に高かった。また、感染から落葉までに要した平均日数も先端葉及び中位葉では7日前後であったのに対し、基部葉では4.4日と極めて短かった。

3. 葉における感染位置と落葉並びに病原菌の潜在位置

1) 葉における感染位置と落葉

(1) 試験方法

II-1と同様の‘西条’の苗木に対し、各枝ごとに葉身の先端部、中央部（中助上、支脈上、脈間）及び基部の各位置別に殺菌針で付傷したのち本病菌菌叢ディスクを張り付け接種した。そして、苗木全体をポリエチレン袋で覆って湿室とした後、20℃恒温室に保った。24時間後にカキ苗木を湿室より取り出し、葉身の各部位に張り付けた菌叢を丁寧に除去した後再び20℃恒温室に保って、30日後まで毎日落葉状況を調査した。

(2) 試験結果

カキの葉における感染位置と落葉との関係を見た結果は第6表に示すとおりである。

カキの葉身に對し、先端部、中央部（中助上、支脈上、脈間）、基部別に病原菌を接種した場合、いずれの部位とも発病率100%と極めてよく発病した。落葉は接種3日後においては、無接種はもとより先端部及び中央脈間部に接種した場合には認められず、中央部中助上、同支脈上及び基部に接種した場合にのみ認められた。このうち中央部中助上及び同支脈上に接種した場

合の落葉率がそれぞれ約9%及び4%とわずかであったのに対し、基部に接種した場合には約55%と極めて高率であった。

接種7日後においては基部に接種したもののほぼ全葉が落葉したほか、その他の部位に接種したものでは中央部中助上52%、同支脈上33%、先端部24%、中央部脈間16%の順に落葉率が高かった。更に接種15日後における調査では、中央部中助上に接種したもののほぼ全葉が落葉し、中央部支脈上接種では約70%、中央部脈間接種及び先端接種においても40%以上の高い落葉率がみられた。最終的に落葉率が最も高かったのは、葉の中央中助部及び基部付近に病原菌を接種した場合であった。また、中央支脈部に接種した場合の落葉率も比較的高かった。

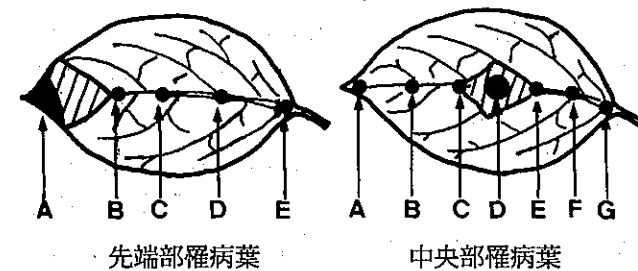
接種部位別に落葉までに要した日数をみると、先端部接種では4～15日、中央部中助上接種では2～15日、中央部支脈上接種では3～14日、中央部脈間接種では5～8日、葉柄基部接種では2～6日とかなり大きな幅がみられた。しかし、その平均日数は、葉柄基部接種で3.3日と著しく短かったほかは、先端部及び中央部のいずれに接種した場合とも7～8日で差異がなかった。

2) 落葉時における罹病葉組織内病原菌の潜在位置

(1) 試験方法

1983年5月下旬に、葉の付いたままの‘西条’の枝を切り取って水挿しした後、それぞれの葉の先端部及び中央部（中助上）に多針で付傷し、本病菌の菌叢を張り付け接種した。その後、20℃の湿室に24時間保った後湿室から取り出し、病原菌を丁寧に除去して再び20℃の恒温室に保った。接種5～7日の間に落葉した葉をその直後に採取し、病斑からの距離別に2mm角に組織を切り取って常法により罹病原菌の分離を行った。試験には各区10葉ずつ供試した。

なお、各接種葉における分離位置は第4図に示すとおりである。

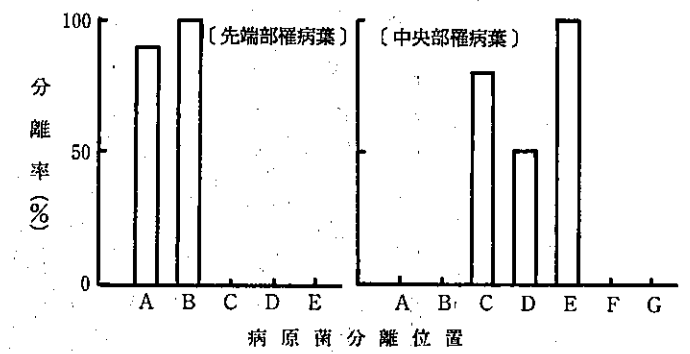


第4図 罹病葉における病原菌の分離位置

(2) 試験結果

落葉直後の罹病葉について、罹病部位から一定の間隔をおいて病原菌を分離した結果を第5図に示した。

灰色かび病菌の接種により葉の先端部が罹病した葉



第5図 病斑からの位置と灰色かび病菌の分離率(1983)

においては、健病の境界部分から本病菌が100%分離されたほか、枯死部からも90%と極めて高率に分離された。しかし、外観上健全な部分からは本病菌が検出されなかった。また、葉の中央部が罹病した葉においても、健病の境界部分二か所からそれぞれ80%及び100%と本病菌が高率に分離されたほか、枯死部分からも50%とかなり高率に分離されたが、外観健全部からは本病菌が検出されなかった。

IV 品種と発病

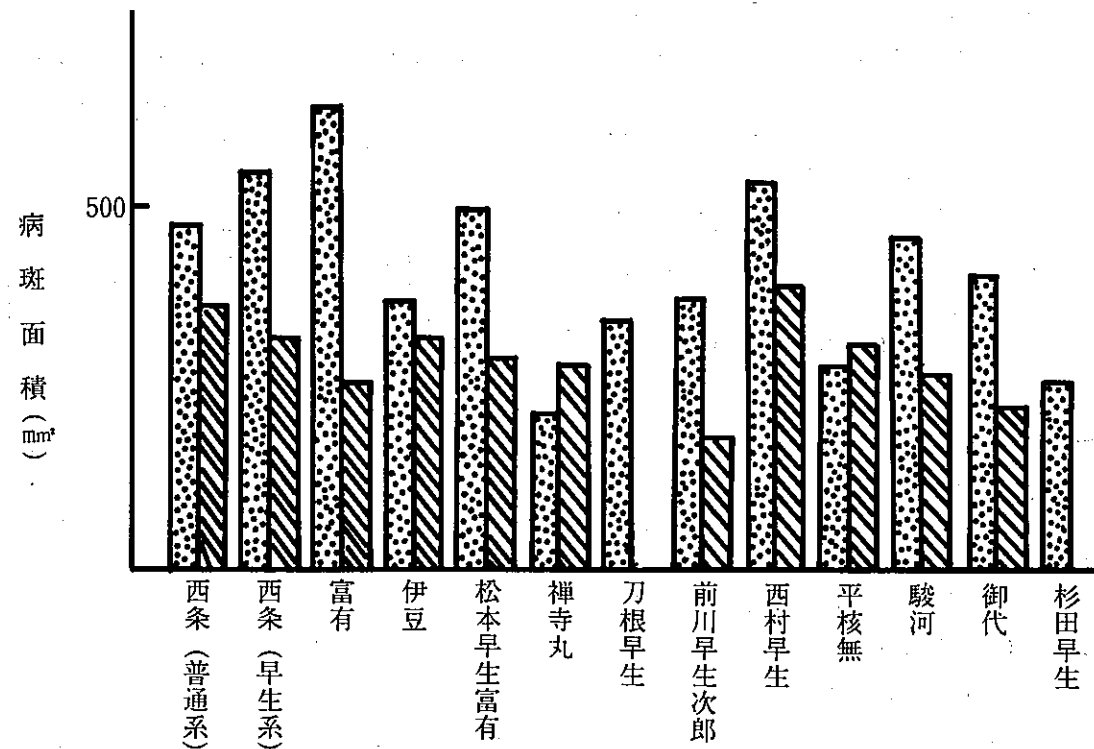
1. 試験方法

試験 I (病原菌接種試験)

1984年5月16日及び7月4日、‘西条’（普通系、早生系）、‘富有’、‘伊豆’、‘松本早生富有’、‘禪師丸’、‘利根早生’、‘前川早生次郎’、‘西村早生’、‘平種無’、‘駿河’、‘御代’、‘杉田早生’の各品種について、それぞれ葉の先端から第3～4葉を摘採し、その裏面中央の中助部に本病菌菌叢ディスクを張り付け接種し、20℃湿室に保った。その後、5月接種では3日後、7月接種では6日後にII-2と同様にそれぞれ病斑の大きさを計測し、病斑面積を求めた。試験には毎回カキの葉10葉を供試した。

試験 II (圃場調査)

1984年5月15日、当場のカキ品種園において1品種5樹を任意に選定し、各樹10新梢の全葉について、葉における発病位置別に灰色かび病の発病状況を調査した。



第6図 カキの品種と灰色かび病菌に対する感受性(1984)

● 5月16日接種 ▨ 7月4日接種

2. 試験結果

葉への病原菌接種により、灰色かび病菌に対するカキ品種の感受性をみた結果は第6図に示すとおりである。

5月16日に接種した場合についてみると、'西条' (普通系, 早生系), '富有', '松本早生富有', '西村早生', '駿河' などの各品種では病斑面積が500mm²前後から600mm²以上であり、病斑の伸展が比較的速やかであった。これに対し、'禅寺丸', '平核無', '杉田早生' などの病斑面積は300mm²以下であり、病斑の伸展がかなり緩慢であった。また、'伊豆', '利根早生', '前川早生次郎', '御代' などの病斑伸展はその中間であった。

7月4日に接種した場合、5月接種に比べて病斑の伸展は著しく緩慢であったが、なかでは'西条' (早生系, 普通系), '伊豆', '西村早生', '平核無' などは300~400mm²の病斑面積が認められ、病斑伸展が比較的速やかであった。これに対して'前川早生次郎' と'御代' の病斑面積は200mm²前後であり、病斑伸展がかなり緩慢な傾向がみられた。また、'富有', '松本早生富有', '禅寺丸', '駿河' などの病斑伸展速度はその中間であった。

一方、1984年に圃場における灰色かび病の発病状況

第7表 カキの品種と灰色かび病の発病 (1984)

品 種	調 査 葉 数	発病葉率 (%)	発病位置別割合(%)	
			先端部	葉縁・その他
西条 (普通系)	149.4	1.9	60.0	40.0
西条 (早生系)	146.2	1.8	88.9	11.1
富有	178.0	0.1	100	0
伊豆	165.0	1.1	77.5	22.5
松本早生富有	167.2	0.1	100	0
禅寺丸	210.2	0.4	100	0

をみた結果は、第7表に示すとおりである。

本年は全般に本病の発生が少なかったが、なかでは、'富有', '松本早生富有', '禅寺丸' の発病が極めて少なかったのに対し、'西条' (普通系, 早生系統) や'伊豆' では1~2%と比較的多くの発病が認められた。その際、葉身における発病位置をみると、先端部からの発病が60~100%と顕著に多く、'富有', '松本早生富有', '禅寺丸' などでは、特にその傾向が強かった。

V 考 察

カキにおける灰色かび病の発生は、富樫²²⁾によれば1900年代の初めには既に知られていたようであるが、その後、本病の発生時期や葉、果実における被害様相などに関するいくつかの記載^{7,9,19,22)}や報告²⁶⁾がみられるものの、発生病態に関する記載、報告はほとんど見当たらない。そこでまず、本病菌*Botrytis cinerea*の感染に及ぼす温度の影響についてみると、カキの葉における本病菌の感染は5~25℃で認められ、なかでも15℃及び20℃において最も活発であった。白石¹⁵⁾らも本病菌の植物体侵入の適温が15~20℃であるとしており、カキにおける感染適温もこの結果と一致するようであった。また、5℃においては高温状態を長時間保った場合にのみ発病し、30℃においては発病が認められなかったことから、感染の低温限界は5℃付近、高温限界は30℃よりやや低いところにあるものと考えられる。

一方、本病の発病は5~25℃で認められ、なかでも20~25℃、特に20℃での病斑進展が最も旺盛であった。このことから発病最適温度は20℃付近であり、感染適温よりやや高いものと考えられる。岩崎ら⁹⁾はキュウリにおいて、渡辺ら²³⁾はレタスにおいて、灰色かび病の病斑伸展が20℃付近で最も速やかであるとしているのをはじめ、多くの野菜類においても灰色かび病の発病がこの付近の温度で最も活発であることが知られている⁹⁾。したがって、カキにおける本病の感染発病条件もこれらとほぼ同じであることがわかった。また、発病の低温限界は5℃よりやや低く、高温限界は30℃よりやや低いところにあるものと考えられ、これは感染限界温度とほぼ同じであった。

次に、実際のカキ園における灰色かび病の発生に大きな影響を有すると考えられる葉の傷について、感染に及ぼす影響を検討した。はじめに感染時間についてみると、付傷した葉、無傷の葉ともに本病菌の感染には濡れ状態が10時間以上持続することが必要であった。太幡ら¹³⁾はプリムラ花卉への本病菌の侵入に8時間を要することを確認し、NELSON¹⁰⁾はブドウ果実における感染には12時間以上の高温度の持続を要することから、カキにおける感染時間もこれらとほぼ同様であることがわかった。

しかし、無傷の葉では、感染必要最小限度の10時間程度の短い濡れ時間では極めて感染が少なく、葉の濡れ状態を長時間にわたって持続した場合でも、わずか

の感染が確認されたに過ぎなかった。これに対して、付傷した葉では短時間の濡れ時間でも極めて高率に感染し、濡れ状態を24時間保った場合には100%の感染が認められた。寄主体における傷の存在が感染を促進する事実は野菜、花などで多数報告されているところであるが^{1,2,4,11,12,14,17,21,23)}、カキにおいても葉に傷が存在することによって本病菌の感染時間が著しく短縮され、感染量が大幅に増加することがわかった。

そこで、この原因を解明する一助として、カキの傷口から浸出する汁液が本病菌の発芽に及ぼす影響をみた。本病菌分生胞子の発芽は手塚ら^{20,21)}の結果と同様、胞子懸濁3時間後から認められたが、この際、適度な濃度のカキ葉摩砕汁を添加した場合、発芽率が著しく高まることがわかった。しかも、発芽能をほとんど喪失した古い分生胞子に対しても、カキ葉汁液には発芽能力を回復させる顕著な作用が認められた。

CLARKら^{3,9)}は玉ネギ葉の傷口からの浸出液が古い分生胞子の発芽能の復活と発芽時間の短縮に有利に働くこと、また赤井ら¹⁾、白石ら¹⁵⁾、渡辺ら^{24,25)}も植物から浸出する糖類などが発芽を復活促進することを報告しており、カキにおいてもこれら一連の報告と同様の現象が認められた。

侵入力の弱い*Botrytis cinerea*においては、寄主体の傷口が本病菌の機会的侵入を助長することはよく知られているが、このほかにも、傷から発芽促進物質を供給して分生胞子の発芽力を増進させ、侵入時間を著しく短縮させることがわかった。実際の圃場においては、病原菌の侵入感染に好適な温湿度条件の持続には厳しい制約があることから、このような分生胞子の発芽促進作用は本病菌の感染の機会を増加させるのに好都合である。しかも、園内で飛散している本病菌の分生胞子は新旧入り交じっているものと思われることから、発芽能の復活作用は感染の機会を大幅に広げるのに有利に働くものと推察される。

実際のカキ園における発病状況をみても、傷葉の発生と本病の発病との間には極めて密接な関係があることがわかった。すなわち、両者の間には極めて高い正の相関(0.922※※)が認められ、 $y=0.397717x-5.25209$ ($r=0.849$) の回帰式 (ARCSIN $\sqrt{\text{百分率変換値}}$) が求められた。

なお、カキ園内における傷葉と発病葉の発生分布との関係をみると、傷葉の発生は園の中央部に位置する樹で最も少なかったのに対し、外縁部に近くなるほど多くなり、園の最外縁部に位置する樹では極めて多かつ

た。これは、傷葉の発生が風当りの強さと密接な関係にあることによるものと考えられる。一方、園内における葉の発病もこれに比例して園の中央部で少なく、外縁部に近いほど多くなる傾向が認められた。

次に、本病菌の感染とその後の発病及び落葉発生について、感受体であるカキの側の条件を明らかにする必要がある。まず、カキの生育時期と病原菌に対する感受性との関係を見ると、'富有'、'西条'ともに病斑の伸展は展葉まもない4月下旬から5月中旬までが最も速やかで、6月上旬になるとかなり緩慢となり、それ以降は著しく遅延した。ただし、供試葉の第3葉より上位の葉の感受性は、これより1~2旬遅い時期まで高いと推測されることから、実際のカキ園におけるカキ葉の感受性は5月中~下旬頃までが最も高く、6月上旬頃までかなり高い感受性が持続するものと考えられる。

また、葉位と本病の病斑伸展との関係を見ると、最先端葉での病斑伸展が最も著しかった。これは若い葉ほど本病菌に対する感受性が高いことを示すもので、生育時期が早いほど本病菌に対する感受性が高かった先の試験とも傾向が一致した。しかし、落葉についてみると、基部葉では感染2日後から極めて速やかに落葉したのに対し、先端葉では感染後落葉開始までに3日を要し、最終的な落葉も比較的少なかった。このことから、先端葉は相対的に落葉しにくいものと考えられる。

一方、葉における本病菌の感染位置と落葉との関係についてみると、本病菌感染後の落葉は葉身の先端部、中央部、基部のいずれが感染した場合にもかなり速やかであった。なかでも葉柄に近い部分が感染した場合には2~3日後から落葉が始まり、1週間以内にはほとんど全葉が落葉するなど最も激しかった。また、同じ中央部でも中肋、支脈、脈間のうちでは中肋部が感染した場合に最も速やかに落葉することがわかった。

なお、発病により落葉した葉については、病斑の枯死部及び健部の境界付近からは本病菌が高率に検出されたが、外観健全部からは本病菌を検出することはできなかった。このことから、葉柄の離脱は病原菌の直接的な刺激によって起こるのではなく、間接的な何らかの刺激によって誘発されることがわかった。この機構については今後の生化学的な究明を待ちたい。

次に、本病菌に対するカキ品種の感受性をみたところ、'西条' (早生系統を含む)、'富有'、'松本早生富有'、'西村早生'、'駿河'などの品種の感受性が

高かったほか、'伊豆'でもかなり遅い時期まで比較的高い感受性が認められた。これらの品種に対して、'禅師丸'は本病菌に対する感受性が明らかに低かった。カキ品種の本病抵抗性について藤川ら⁵⁾は本病菌の接種試験により、'富有'、'禅師丸'など甘柿で発病が多く、'西条'、'平核無'など渋柿で少ないとしているが、筆者らの結果は必ずしもこれと一致せず、'西条'はむしろ発病しやすい方に、'禅師丸'は発病しにくい方に分類された。また、実際の圃場における発病を見ると、'富有'、'松本早生富有'、'禅師丸'などの品種が本病に対して相対的に強いようであったのに対し、'西条'は本病に最も弱く、'伊豆'も比較的弱いことがわかった。

一方、カキ園での葉における発病位置を見ると、いずれの品種とも先端部からの発病が顕著に多く、この部位が本病菌の侵入門戸として極めて重要であることがわかった。また、'西条'、'伊豆'では葉縁及びその他からの発病がかなり多くみられたが、それらは主に傷口から感染をうけたことが推察された。これらの品種は実際圃場において風などによる損傷を受けやすく、そのために発生が多くなったものと考えられる。これに対して、本病菌に対する感受性が比較的高いにもかかわらず'富有'、'松本早生富有'において発病が少なかったのは、これらの品種が相対的に風などによる損傷を受けにくいためであると考えられる。

以上の結果を総合すると、5~6月に本病の発生が多いのは、この時期が本病菌の感染とその後の発病に好適な温度条件であることに加えて、カキの葉の感受性が著しく高い時期であることが大きな要因であると考えられる。しかも、葉が柔らかいこの時期は風による損傷を最も受けやすく、これが本病の発生と被害を著しく助長するものと考えられる。

一方、被害を受けやすい品種の条件としては本病菌に対する感受性が高いことと、葉が損傷を受けやすいことが重要な要因であるが、'西条'や'伊豆'、ことに'西条'はこの両者を兼ね備えていることがわかった。

果樹の葉の損傷防止対策として、高橋¹⁰⁾らはブドウにおいて、防風垣や防風ネットの効果が極めて高いことを報告しているが、カキにおいても、葉の損傷を防ぐためには防風施設が最も効果的であると考えられる。今後、灰色かび病に弱い'西条'などの品種の栽培を振興していくためには、防風施設の整備や早期防除の啓蒙など、万全の対策を期す必要があるものと考えられる。

VI 摘 要

灰色かび病によるカキの落葉被害の発生条件を解明するために、葉の発病に及ぼす外的要因について検討するとともに、感受体であるカキの側から発病及び落葉発生条件を探ろうとした。

1. 本病菌*Botrytis cinerea*の感染適温は15~20°C、発病適温は20~25°C (特に20°C)であった。また、適温下における潜伏期間は2日であった。

2. 葉の損傷と発病の間には極めて密接な関係がみられた。この場合、葉の傷は病原菌の機械的な侵入を助長するばかりでなく、傷口からの浸出物が病原菌の発芽を助長し、感染を促進することを明らかにした。

3. 栽培圃場におけるカキの本病菌に対する感受性は5月中旬~6月上旬頃までが顕著に高く、それ以降急激に減退することがわかった。

4. 葉位別にみると、病斑の伸展が最も著しいのは先端葉であるが、感染した場合最も落葉しやすいのは基部葉であった。

5. 葉は、葉柄に近い位置が感染した場合ほど落葉しやすく、また中肋が感染した場合にも極めて落葉しやすかった。

6. 落葉は、病原菌が葉柄離層部から離れた病変部に局在している段階で生じる。

7. 本病菌感染後落葉までに要する期間は、最短で約2日であった。

8. 本病菌に対するカキ品種の感受性は'西条'、'富有'、'西村早生'が最も高く、'松本早生富有'、'伊豆'、'駿河'なども相対的に高かった。

引用文献

- 1) 赤井重恭・白石雅也・福富雅夫 (1968): 古い*Botrytis cinerea*分生胞子の糖類による発芽力の復活. 日植病報34: 379 (講要).
- 2) AKUTU, K., K. KO and T. MISATO (1981): Role of Conidial Fusion in Infection by *Botrytis cinerea* on Cucumber Leaves. Ann. Phytopath. Soc. Japan 47: 15 - 23.
- 3) CLARK, C. A. and J. W. LORBEER (1976): Comparative Histopathology of *Botrytis squamosa* and *B. cinerea* on Onion Leaves. Phytopath. 66: 1279 - 1289.

- 4) CLARK, C. A. and J. W. LORBEER (1977): Comparative Nutrient Dependency of *Botrytis squamosa* and *B. cinerea* for Germination of Conidia and Pathogenicity on Onion Leaves. Phytopath. 67: 212 - 218.
- 5) 藤川 隆・宮崎政善 (1960): 柿灰色黴病に対する抵抗性の品種間差異. 農及園35: 380.
- 6) 岩橋哲彦・川越 仁・梶原敏宏: キュウリ灰色かび病の生態ならびに防除に関する研究 第3報 キュウリ果実における病斑伸展と温湿度との関係. 九州病虫研報15: 44 - 46.
- 7) 北島 博 (1989): 果樹病害各論. 養賢堂, p.476.
- 8) 岸国平編 (1982): 野菜の病害虫-診断と防除-. 全国農村教育協会, 651pp..
- 9) 中田覚五郎 (1934): 作物病害図編. 養賢堂, p.340 - 341.
- 10) NELSON, K. E. (1951): Factors influencing the infection of table grapes by *Botrytis cinerea* (PERS.). Phytopath. 41: 319 - 326.
- 11) 野中福次 (1976): *Botrytis fabae* Sordia と *Botrytis cinerea* Persoon のソラマメ葉に対する病原性の比較. 佐賀大学農学彙報40: 77 - 82. 病. 植物防疫37: 167 - 169.
- 12) 小野邦明 (1983): 黄色種タバコに発生した灰色かび病. 植物防疫37: 167 - 169.
- 13) 太幡展司・本間保男・有本 裕・下山守人 (1986): プリムラ花卉上での灰色かび病菌の生育過程の観察法. 日植病報52: 732 - 734.
- 14) 佐藤昭美 (1968): ホップ灰色かび病の感染時期ならびに寄主体侵入方法. 日植病報34: 358 - 359 (講要).
- 15) 白石雅也・福富雅夫・赤井重恭 (1970): *Botrytis cinerea* Pers. の分生胞子発芽および付着器形成に及ぼす温度の影響. 日植病報36: 234 - 236.
- 16) 白石雅也・福富雅夫・赤井重恭 (1970): *Botrytis cinerea* Pers. の古い分生胞子の糖類による発芽の復活. 日植病報36: 297 - 303.
- 17) 田端信一郎・田部 真 (1966): タマネギ灰色腐敗病菌 (*Botrytis cinerea*) の胞子発芽および発育に関する研究 第1報 胞子発芽を促進または抑制する因子について. 日植病報32: 299 (講要).
- 18) 高橋国昭・倉中将光・宮川 煦・竹下 修 (1977): ブドウの生育に及ぼす風の影響と防風方法に関する研究. 島根農試研法14: 39 - 83.
- 19) 瀧元清透 (1937): 植物病害実験録 (5) ボトリチ

- ス菌 (*Botrytis cinerea* Pers.) 及之に類似する菌の寄生に因りて起こる作物の病害. 病虫雑24 : 743 - 749.
- 20) 手塚信夫・渡辺康正・西 泰道 (1979) : チオファネートメチル耐性灰色かび病菌(*Botrytis cinerea*)の胞子発芽と菌糸伸長に及ぼす数種薬剤の効果. 関西病虫研報21 ; 35.
- 21) 手塚信夫・石井正義・渡辺康正 (1983) : 施設栽培におけるトマト灰色かび病の発生に及ぼす空気湿度の影響. 野菜試報告A11 ; 105 - 111.
- 22) 戸塚浩吾 (1950) : 果樹病学. 朝倉書店, p.260-261.
- 23) 渡辺康正・長岡政昭・藤井 溥・井上義孝・箆橋 悟・小島昌弘・東駿次 (1970) : 水稲跡地におけるレタス灰色かび病の発生生態ならびに防除法について. 東海近畿農試報20 ; 167 - 192.
- 24) 渡部忠一・巖潤 実・小林裕美子・岡田雅文・歌堂・見里朝正 (1979) : 果汁液中に存在する灰色かび病の発病促進物質の検索. 日植病報45 : 538 (講要)
- 25) WATANABE T., Y.ADACHI, Y.MATSUZAWA, KO and T.MISATO (1978) : Stimulative Effect of Some Fruit-saps on development of Gray Mold Disease on Cucumber Plant. Annual Report of the Phytopath. Soc. Japan44 : 519 - 522.
- 26) 安田弘之 (1982) : カキ病害 (今月の農業-農業技術と資材-果樹栽培の総合技術, 下). 化学工業日報, p.203 - 206.

Summary

Factors on the occurrence of Gray mold caused by *Botrytis cinerea* were investigated on Japanese persimmon.

1. In Japanese persimmon, the optimum temperature for infection of the fungus and for disease development was 15-20°C and 20-25°C, respectively. The incubation period was two days at the optimum temperature.
2. There was a close relationship between leaf injury and infection of the fungus. The leaf injury enhanced mechanical penetration and an exudate from the one stimulated spore germination.
3. The susceptibility of leaf to the fungus was high from mid May until early June, after then became low.
4. As to leaf position on the shoot, the leaf on the base inoculated the fungus was most likely to be defoliated, while the largest extension of lesion was found in the top one.
5. The leaves, in which the fungus was inoculated on the base of midrib, were most likely to be defoliated.
6. It took at least two days from infection to defoliation.
7. The susceptibility to the fungus was very high in cultivars "Saijou", "Fuyu" and "Nishimurawase" and relatively high in "Matumotowase-Fuyu", "Izu" and "Suruga".