

リンゴ褐斑病に関する研究

第1報 発生病経過

高橋俊作・丹波 仁・浅利正義

目 次

I. 緒言	13
II. 発生病経過と気象	13
1. 試験方法	13
2. 結果	14
3. 考察	19
III. 接種による発病経過	20
1. 試験方法	20
2. 結果	20
3. 考察	23
IV. 果実発病	23
1. 試験方法	23
2. 結果	25
3. 考察	25
V. 摘要	25
VI. 引用文献	26

I. 緒 言

本病は病原菌が記載された当時 (P. Hennigs(1905)) から20～30年間は多発生、多被害を生じていたようである(6)。1907年三宅(8)がリンゴの新病害として発表したのが日本における本病についての最初の報告であり、明治末期から大正年間にはリンゴ栽培に非常な打撃を与えたようである(1)。三浦(9)により発生病態などの研究、ボルドー液の効果が確認され、ボルドー液の普及につれて本病の発生は減少して来た。戦中、戦後の一時期を除いて、昭和年代はマイナー病害としてほとんど問題なく、そのために研究も行われていない。

最近、照井(5)による学名変更について、原田ら(7)によるリンゴ褐斑病菌の完全時代についての報告をみる程度である。最近、リンゴ病害防除が、ボルドー液から有機合成殺菌剤に変遷するにつれて、年次によって本病の発生が目立つようになり、秋田県ではマイナー病害から主要病害へと台頭する傾向が生じて来た。しかしながら本病に関する生態、生理的研究、および知見は極めて少

なく、防除上の問題ともなっているため研究してきた。

本研究は一部、農水省総合助成試験として行ってきたものである。本報告は、発生病経過、接種試験および果実発病についてまとめたものである。

II. 発生病経過と気象

1. 試験方法

1980年：場内に栽植されている10年生東光25樹を供試し無剪定、無防除とし、中央部の樹5樹を選び、各樹から3～4年枝を1～2本選定し、全果・葉そうおよび新梢の全葉について定期的に発病の有無、落葉について調査した。

1981年：場内に栽植されている12年生王鈴2樹を供試し、無防除とし、新梢、徒長枝20本の全葉について発病の有無、落葉について定期的に調査した。

1982年：場内に栽植されている12年生東光5樹を供試し、無剪定、無防除とし、各樹から3年枝それぞれ1本を選び、全果・葉そうの全葉について、発病の有無、落葉について調査した。

1983年：初期発生(6～7月)は場内に栽植されている13年生東光5樹を供試し、無剪定、無防除とし、各樹からそれぞれ3年枝1本を選び、果・葉そうの全葉について、夏～秋期(7～9月)については14年生王鈴2樹を供試し、無防除とし、新梢、徒長枝20本を選び、全葉について発病の有無、落葉について定期的に調査した。

1984年：初期発生(6～7月)は場内に栽植されている14年生東光5樹を供試し、無剪定、無防除とし、各樹からそれぞれ3年枝1本を選び、果・葉そうの全葉について、夏～秋期(7～9月)については15年生王鈴2樹を供試し、無防除とし、新梢、徒長枝20本を選び、全葉について発病の有無、落葉について定期的に調査した。

1980～1984年までに供試した東光、王鈴は同一樹で、両品種は隣接しており、場内は場の一部に栽植されている。

気象調査は、場内に設置している自動観測装置で観測

した結果を用いた。

2. 結果

1980年：結果を第1表、第1図に示した。

初発病は6月24日からで、6月30日の調査で明瞭な発病を示してきた。7月5半旬までは漸増で、5%程度の発病率であった。6半旬から増加を示してきたが、増加量は顕著ではなく、発病率10%から30%程度に増加したに過ぎなかった。9月に入って急増し、特に9月2半旬には60%程度に増加した。落葉は初発病後2週間から生じ、その後は発病消長とほぼ同じ消長で経過した。本年の発病量は最終的には中程度であった。

気象条件として気温、降水日数が特に関与すると考えられるので、平均気温と降雨日の降水量について検討した。

平均気温：平年（1970～1979年）に対して6月はやや高温で20°Cを越す経過であった。7～8月は22°C前後で経過し、平年よりも2°C前後低い冷夏で経過した。9月以降はほぼ平年並みで20°Cを下まわる経過であった。

降水量：7月上旬が少雨であったが、6～7月の梅雨は活発であった。8月上旬が少雨であったが、8月も多

雨であった。9月は少雨好天に経過した。

第1表 1980年リンゴ褐斑病発生消長

調査月日	調査葉数	罹病、落葉率	落葉率
6月10日	293枚	0%	0%
14	306	0	0
24	351	+	0
30	375	3.7	0
7. 7	407	4.7	0.7
14	474	5.7	1.5
21	525	8.2	3.4
28	580	14.0	7.9
8. 4	638	15.8	13.9
11	657	20.5	10.8
18	677	25.0	13.0
25	719	33.2	15.9
9. 1	702	38.6	22.9
8	695	64.7	38.0
16	706	62.7	51.4
22	792	70.1	48.4

注+：初発

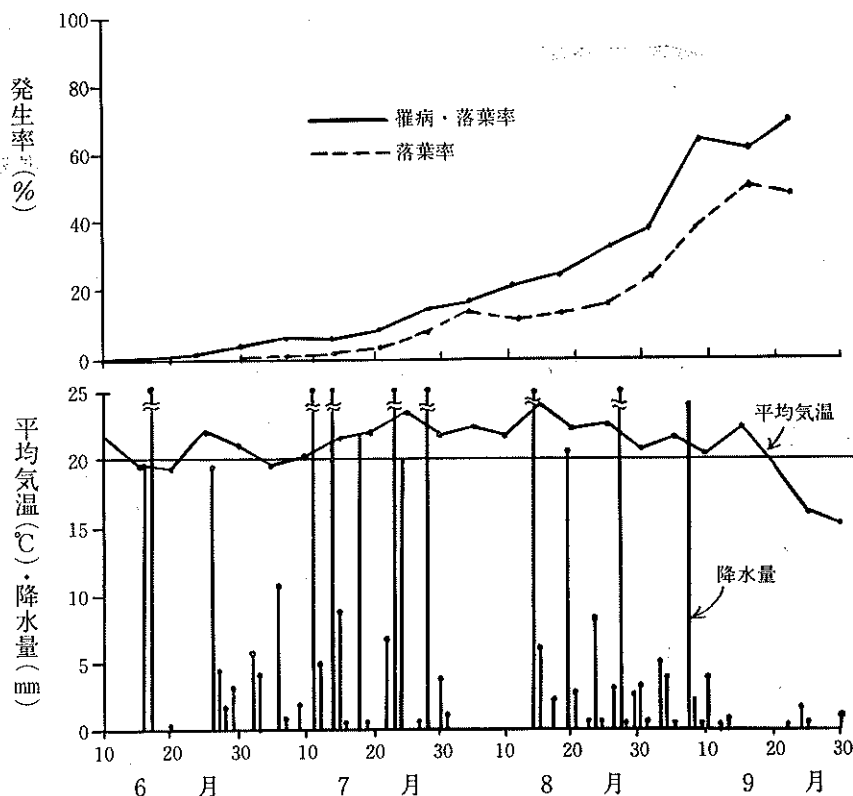


図-1 1980年の気象とリンゴ褐斑病の発生消長

1981年：結果を第2表、第2図に示した。

発病は1980年より1か月遅れの7月27日で調査年次中で最も遅れた。初発病後は停滞することなく急増し1980年と異なった発生消長を示した。落葉は初発病後2週間から生じ、その後は発病の増加につれ増加したが、病葉率の増加が多い割合にはやや低かった。最終的な発生量は1980年とほぼ同程度であったが、病勢は急激で、例年は少発生である果実発病もあり、全体的にはやや多い発生となった。

平均気温：平年（1971～1980年）に対し6月は低温で、20℃以下に経過した。7月～8月上旬は高温で、7月中～下旬は25℃を超す高温であった。8月中旬以降は平年より低く経過した。

降水量：梅雨期はやや早く始まり、早く終了したが、降雨日数、量ともに多かった。7月下旬～8月中旬までは、少雨に経過したが、8月下旬は台風を伴う多雨であった。9月は少雨であった。

第2表 1981年リンゴ褐斑病発生消長

調査月日	調査葉数	罹病、落葉率	落葉率
6月9日	189枚	0%	0%
15	241	0	0
22	294	0	0
29	340	0	0
7. 6	384	0	0
13	431	0	0
20	466	0	0
27	512	0.2	0
8. 3	562	1.2	0
10	604	7.9	3.6
17	664	15.2	5.4
24	664	22.9	8.1
9. 1	741	30.7	14.3
7	758	48.1	15.4
14	783	59.6	20.8
21	786	67.4	30.5
28	799	95.3	35.4

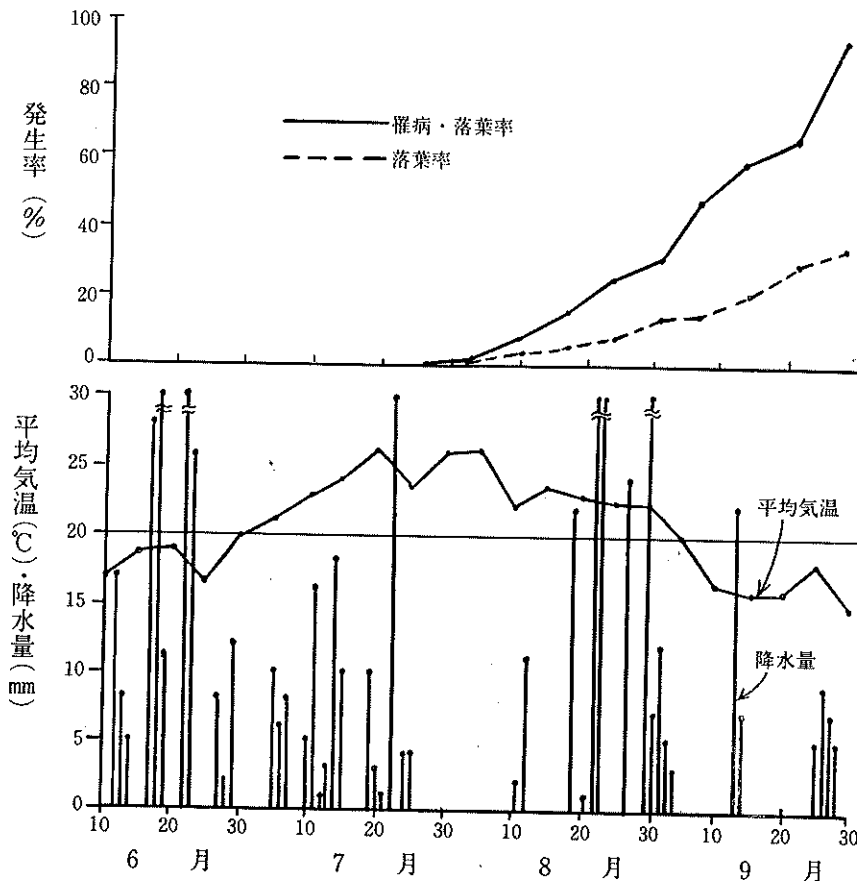


図-2 1981年の気象とリンゴ褐斑病の発生消長

1982年：結果を第3表、第3図に示した。

初発病は調査年次のなかで最も早い6月17日からで、7月1半旬まで停滞したが、7月上旬から増加し、特に7月下旬から急増を示し、8月上旬で発病率90%を超し、著しい病勢の高まりを示した。落葉は例年と同じく、初発病後2週間から生じ、以後は病葉率と同じ消長で増加した。落葉率が8月上～中旬で50%～90%になり、著しい発生であった。

平均気温：平年（1972～1981年）に対して6月は並みであったが、6月中旬に20℃を越す気温であり、上旬、下旬は低く変動が大きかった。7月は22℃前後に経過し、前半はやや高め、後半はやや低めであった。8月は高温に経過し、9月は20℃を下まわったが平年より高めであった。

降水量：平年に対し、全体として6～9月は少ない降

雨量であったが、6月下旬、7月下旬、8月中旬に集中的な降雨があった。降雨日数は少なかった。

第3表 1982年リンゴ褐斑病発生消長

調査月日	調査葉数	罹病、落葉率	落葉率
6月10日	1255枚	0%	%
17	1286	+	
29	1286	0.3	
7. 5	1281	1.2	0.2
14	1288	13.5	10.9
23	1288	18.4	11.3
30	1288	33.5	15.6
8. 9	1288	96.0	52.9
16	1288	100.0	90.1
23	1288	100.0	94.2

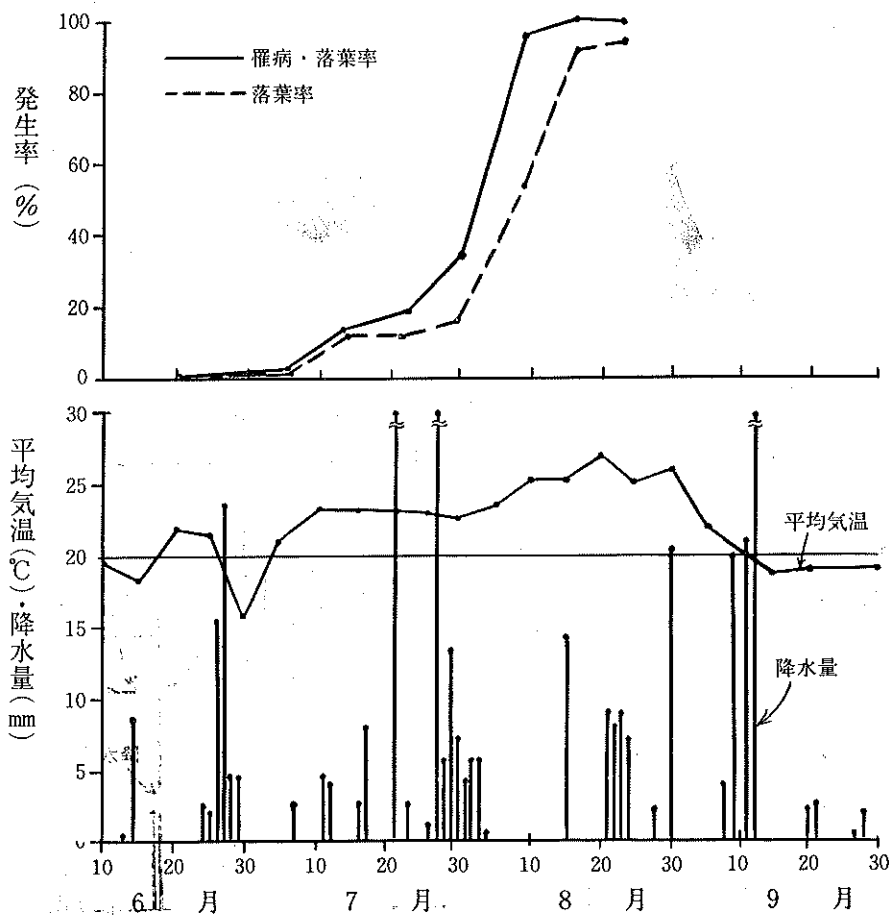


図-3 1982年の気象とリンゴ褐斑病の発生消長

1983年：結果を第4表、第4図に示した。

初発病は7月11日でほぼ平均的な発生時期であった。果そう葉（東光）での発生は、初発病後は急激な増加を示し、8月上旬で病葉率90%以上、落葉率も80%以上の発生で病勢は激しかった。新梢葉（王鈴）では初発病は7月18日で、その後8月上旬までは漸増で、8月中旬から増加したが、9月上旬の病葉率は50%、落葉率は20%で少ない発生であった。

平均気温：平年（1973～1982年）に対して6～7月は低温に経過し、6～7月中旬までは20℃前後であった。8～9月は高温で、特に8月上～中旬までは高温であった。9月下旬は平年並みの20℃以下となった。

降水量：全体として少雨であった。梅雨はやや早く始まり、出梅はやや遅れ、梅雨期としてはやや長く、降雨日数はやや多かった。7月下旬～8月中旬までの1か月間は全く降雨がなく経過した。8月末～9月始めに集中的な降雨があった。

第4表 1983年リンゴ褐斑病発生消長

調査月日	果・葉そう葉			新梢葉		
	調査 葉数	罹病・ 落葉率	落葉率	調査 葉数	罹病・ 落葉率	落葉率
6月13日	枚	0%	0%	291枚	0%	0%
20		0	0	332	0	0
27		0	0	375	0	0
7. 4		0	0	446	0	0
11		+	0	485	0	0
18	3145	9.7	1.0	533	0.2	0
25	2475	26.2	11.6	599	3.5	0
8. 1	3379	53.1	31.8	630	4.6	0
8	2947	98.5	87.2	675	4.9	0
15				800	9.9	1.4
22				828	14.4	2.3
30				965	26.0	7.4
9. 5				880	49.9	15.7
12				948	42.3	20.7
19				979	55.1	25.1
26				1022	70.3	51.6

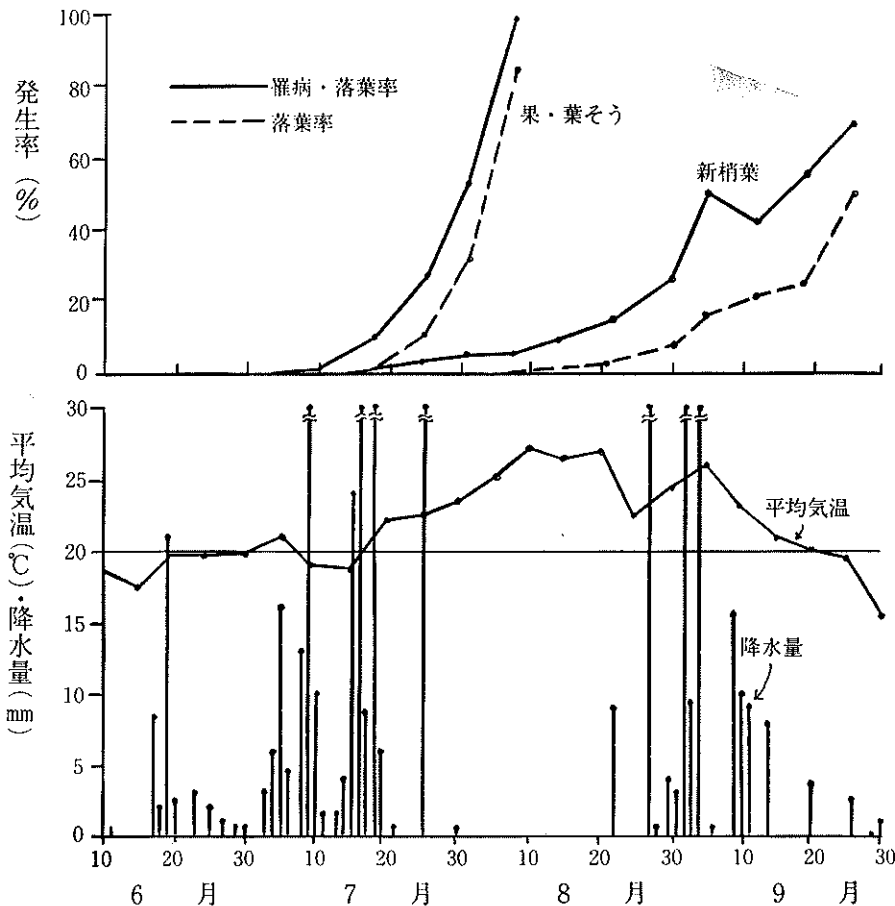


図-4 1983年の気象とリンゴ褐斑病発生消長

1984年：結果を第5表、第5図に示した。

初発病は6月25日で1980年と同時期であった。果そう（東光）では初発病後7月上旬までは漸増であったが、7月中旬から急増し、7月末で病葉率100%近くまでに達した。落葉は初発病後2週間からで、発病と平行し、7月末で70%以上となった。1983年より2週間ほど早い経過を示した。病勢は激しかった。新梢葉（王鈴）での初発病は7月9日で、その後7月末までは漸増であったが、8月に入って急増し、8月中旬に停滞したものの8月末では病葉率50%以上を示し、1982年に次ぐ発生を示した。落葉は発病1週間後から生じ、7月下旬から増加し、9月上旬で落葉率50%以上を示した。全体として1982年に次ぐ多発生年であった。

平均気温：平年（1974～1983年）に対し高温に経過し6～8月まで20℃以下の時期はなかった。6月は22～23℃、7月は25～22℃、8月は25℃以上に経過し、

第5表 1984年リンゴ褐斑病発生消長

調査月日	果、葉そう葉			新梢率		
	調査 葉数	罹病・ 落葉率	落葉率	調査 葉数	罹病・ 落葉率	落葉率
6月13日		0	0		0	0
25		+	0		0	0
7. 2	2504	2.9	0		0	0
9	2340	11.3	6.5		+	0
16	2014	48.3	19.6		+	+
25	636*	99.6	74.6	274	13.5	10.9
8. 6				267	41.9	23.1
13				261	53.6	31.4
27				289	52.6	41.1
9. 4				281	68.7	54.3

*調査部位を縮小

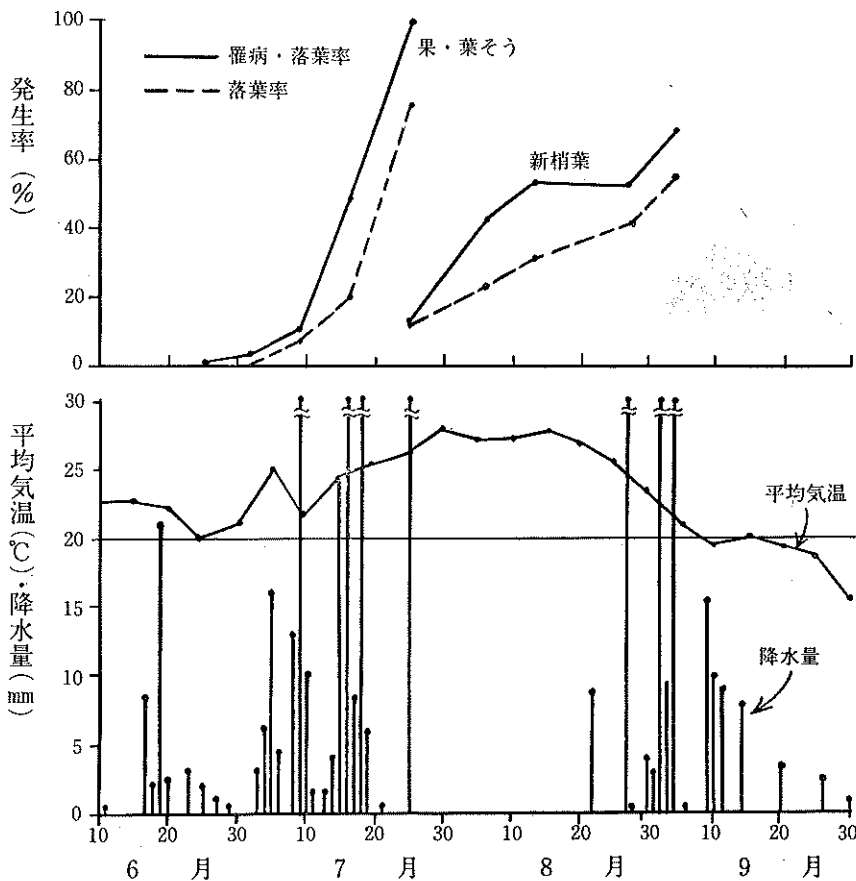


図-5 1984年の気象とリンゴ褐斑病発生消長

9月になって20°C以下となった。

降水量：梅雨はやや早く始まり、出梅も早かった。6月はやや少ない降雨であったが、7月上～中旬はやや多雨であった。7月下旬～8月は全く降雨はなく、8月末～9月上旬に多雨となった。

1980～1984年までの発生と気象の特徴（気温は平均気温20°Cに対して、降雨は降雨日数）を概括すると、次のようである。

1980年 発病：初発：並、増加：漸増、発生量：並、
気象：6月：並、少、7月：やや高、多、8月：やや高、少、9月：並、少、

1981年 発病：初発：遅、増加：漸増、発生量：少、
気象：6月：低、多、7月：高、多、8月：やや高、少、9月：低、少、

1982年 発病：初発：早、増加：急増、発生量：多、
気象：6月：並、やや少、7月：やや高、並、8月：高、やや少、9月：やや低、少

1983年 発病：初発：やや遅、増加：漸増（果そうは急増）、発生量：低、

気象：6月：やや低、やや少、7月：並、多、8月：高、少、9月：やや高、やや多

1984年 発病：初発：並、増加：やや急増（果そうは急増）、発生量：やや多、

気象：6月：やや高、やや少、7月：高、多、8月：高、少、9月：やや低、やや多

3. 考察

本病の初発病について、1980～1984年の平均初発病日を算出すると7月3日である。平均初発病日に対し顕著な差を示した年次は、1982年が16日早い6月17日、1981年が24日遅い7月27日であった。1980、1983および1984年は、8～9日の早、晩の範囲であった。初発病が6月中であったのは1980、1982および1984年であり、7月であったのは1981年および1983年であった。

6月1日から平均初発病日（7月3日）までの平均気温は、1980～1984年がそれぞれ、20.7、17.9、19.2、18.7および21.2°Cである。初発日の遅い1981年および1983年は、明らかに温度量は少なく20°C以下に経過した。一方、初発病の早い1980および1984年は温度量が多く、20°Cを超えた。1982年は初発病が最も早かったが、19.2°Cとやや低かった。しかし、6月4～5半旬が21.7°Cと高く経過した。降雨に関しては年次変動が大きく、一定した関連はないようである（第6表）。

以上、初発病について気象との関連では、気温が主要因で、平均気温20°Cを一応の目度とし、初発生早晩を

第6表 リンゴ褐斑病の初発生と気象諸元

年次	初発生 月 日	平均初 発生日* との差	6月1日から 平均初発生日まで			
			平均 気温	降雨 日数	降水量	5mm以 上の降 雨日数
年	月日	日	°C	日	mm	日
1980	6.24	+9	20.7	12	153.5	9
1981	7.27	-24	17.9	15	234.0	11
1982	6.17	+16	19.2	12	99.5	5
1983	7.11	-8	18.7	14	89.5	5
1984	6.25	+8	21.2	12	66.5	4

*平均初発生日 7月3日

予測することが可能かもしれない。今後、詳細な検討が必要である。降雨については量、または降雨日数の多少はあまりはつきりせず、ある程度の降雨があればよいとする程度の要因のようである。

初発病後の増加について、平均気温と降雨との関係では初発病の早、晩に関係なく、初発病後の平均気温と降雨状況が関与している。果そう葉および新梢葉での発生消長は、平均気温が20～25°Cの範囲で経過している期間、そして、降雨日数が多いほど病勢は旺盛である。

1980年は7～8月が平均気温20°Cを超えているものの、低温ぎみな経過で病勢の高まりは緩慢で8月の発生量は並みであった。

1981年は初発病期が高温で、病勢はその後高まっておらず少発であった。

1982年は初発病後7月が平均気温23°C前後、多降雨と温度上昇につれて8月の病勢は著しく、調査年次中で最も旺盛な発生となった。

1983年および1984年の果そう葉での発生は、温度および降雨ともに病勢を旺盛にする条件下に経過しているために、兩年ともに急激な増加を示した。新梢葉での発生は8月の高温、少雨の経過で、特に1983年は抑制され、8月末の発生量としては調査年次中で最も少ない発生量であった。

9月は例年平均気温は20°C前後に低下し、8月下旬～9月上旬には降雨も多く、8月の発生量の多少はあっても、発生源量としてはある程度までの高まりがあるので、増加している。三浦(9)によれば、青森県では6、7月頃から発生し、8月下旬頃には落葉をはじめるとしており、著者らの観察と一致している。

本病の発生を冷涼な気象条件下で発生がおう盛であるといわれるが、雨媒伝染性病害（二次発生）であるため

にいわれ、また一般には最終散布後の8月下旬～9月以降に発生するためにいわれるものであろうが、本病は平均気温 20°C ～ 25°C 位が好適温度条件で、降雨が多いほど増加すると考えられる。

Ⅲ. 接種による発病経過

1. 試験方法

ア. 温度と発病経過

王鈴を供試し、新梢葉（未展葉をもつ新葉）7～9枚をつけた伸長中の新梢を切り取り、フラスコに水挿し、接種後は温室（大型デシケーター）、定温下に保持した。

接種は別途に発病させた罹病葉に形成された分生胞子を使用し、1%サッカロース液の懸濁液（1視野 $20\sim 30$ 胞子）とし、葉表面に噴霧接種した。接種後は $10^{\circ}\text{C}\pm 1$ 、 $15^{\circ}\text{C}\pm 1$ および $20^{\circ}\text{C}\pm 2$ 下に置いた。

調査は接種後毎日（ほぼ一定時刻）全葉について調査した。

イ. 葉表、葉裏の発病差

王鈴を供試し、アと同じ方法によった。接種後は $20^{\circ}\text{C}\pm 2$ に置いた。

ウ. 葉位別発生差

紅玉を供試し、アと同じ方法によった。接種後は $20^{\circ}\text{C}\pm 2$ に置いた。

エ. 発病の品種間差

旭、ゴールデンデリシャス、王林、紅玉およびふじ

を供試し、アと同じ方法によった。接種後は $21^{\circ}\text{C}\pm 1$ に置いた。

全ての試験で接種後は葉表面から水滴が消失することとはなかった。培養期間は暗黒下である。

オ. 接種後の乾燥と発病

鉢植にした東光を供試し、室内で発育させ、伸長した新梢（伸長し、未展葉をもつもの）の葉表に噴霧接種（病原菌はアに同じ）した。接種後は室内に置き風乾状態を保ち、一定期間後に接種部位を含めて新梢を切り取り、水挿しとし $20^{\circ}\text{C}\pm 2$ 、温室（デシケーターを使用）に保持した。

処理区は以下の通りである。

- 1区：接種後直ちに温室、 $20^{\circ}\text{C}\pm 2$ 下に保持
- 2区：接種後から6日間風乾、その後温室、 $20^{\circ}\text{C}\pm 2$ 下に保持
- 3区：接種後から15日間風乾、その後温室、 $20^{\circ}\text{C}\pm 2$ 下に保持
- 4区：接種後から18日間風乾、その後温室、 $20^{\circ}\text{C}\pm 2$ 下に保持
- 5区：接種後から25日間風乾、その後温室、 $20^{\circ}\text{C}\pm 2$ 下に保持

2. 結果

ア. 温度と発病経過

結果を第7表に示した。

初発病は肉眼判定が困難な微細、紅褐斑として生ずるので、実体顕微鏡を使用し判定した（発病(±)）。肉眼で判定できる病斑は(+)とした（発病(+））。初

第7表 リンゴ褐斑病菌の接種後の発病経過

接種後 日数	10°C 区					15°C 区					20°C 区				
	供試 葉数	発 病 ±	病 +	子実層 形 成	胞子 溢 出	供試 葉数	発 病 ±	病 +	子実層 形 成	胞子 溢 出	供試 葉数	発 病 ±	病 +	子実層 形 成	胞子 溢 出
1	9	5	2			7	6				8	3			
2	9	4	4			7	4				8	5			
3	9	5	4			7	4	2			8	8			
4	9	5	4			7	3	3			8	4			
5	9	5	4			7	1	5			8	3	4		
6	9	4	5			7	3	4			9	1	5		
8	9	4	5			7	7	7			9	7	7		
9	9	4	5			7	7	7			9	1	7	4	1
10	9	4	5			7	7	7							
11	9		9			7	7	7							
13	9		9			7	7	7							
14	9		9			7	7	7	5						
17	9		9	3		7	7	6		1					
19	9		9	8	1										

注 数字は葉数

発病±：実体顕微鏡で確認できる。

＋：肉眼で確認できる。

発病を発病(±)で判定すると、全温度区で接種1日後に生じた。

10°C±1区：発病(±)が接種10日後まで続き長かった。しかし発病(+)は接種1日後から生じ早かったが、増加は緩慢であり、子実層形成は接種17日後、胞子溢出は接種19日後で病勢進展は区間で最も遅れた。

15°C±1区：発病(±)は接種6日後までであった。発病(+)は接種2日後から生じたが、進展は10°C±1区よりやや早かったが、子実層形成は接種14日後、胞子溢出は接種後17日であった。

20°C±2区：発病(±)は接種8日後で終了したが、発病(+)は接種4日後から区間で最も遅れた。しかし病勢進展は早く、子実層形成および胞子溢出は接種8日後と同時であり、区間で最も早かった。20°C±

2区が最も病勢進展がおう盛で好適温度であった。

イ. 葉表、葉裏の発生差

結果を第8表に示した。

発病(±)は接種24時間以内には認められなかった。41時間後から認められたが、葉表での斑点は輪郭が明瞭であるのに対して、葉裏斑点の輪郭はやや不明瞭であった。発病(+)は接種70時間後から認められ、以後の経過にも差がなく病斑拡大を示した。接種89時間後には、葉表接種では葉裏に、葉裏接種では葉表にそれぞれ病斑が生じた。接種112時間後には、病斑拡大も進み、子実層形成がはじまった。子実層形成は葉表のみに生じ、葉裏接種の場合にも葉表のみに形成された。

第8表 葉の表面、裏面の発生差

品 種	接種後の経過時間	接 種 後 の 発 生 経 過	
		葉 表 接 種 区	葉 裏 接 触 区
王 鈴	24時間後	発生なし	発生なし
	41時間後	実体顕微鏡で認める。葉身に明瞭な紅褐斑点、輪郭は明瞭	実体顕微鏡で認める。葉柄、葉脈、葉身に紅褐斑点、輪郭は不明瞭
	70時間後	肉眼判定可、明瞭な紅褐斑点、子実層形成なし。	肉眼判定可、特に葉柄で明瞭な紅褐斑点、葉身部の斑点は不明瞭、子実層形成なし。
	89時間後	葉表では70時間後と同じ、病斑拡大。葉裏にも生ずる。	葉裏では70時間後と同じ、病斑拡大、葉表にも生ずる。
	112時間後	同上、病斑拡大、葉表に子実層形成はじまる。	同上、病斑拡大、子実層形成なし。後に葉表に形成

ウ. 葉位別発生差

結果を第9表に示した。

発病(±)は接種1日後に認められたが、未展葉(1※または2※)では認められない場合が多かった。葉位2～5葉では、発病(+)が接種1日後に認められた。初発病後は病勢が進展したが、接種4日後から発生量に差を生じ、5葉位以下で発生量が増加した。1～3葉位葉では発生量、病斑拡大も少なく明らかな差を生じた。4～6葉位葉では接種5日後に子実層の形成がはじまり、接種7日後には胞子溢出がはじまった。1～3葉位葉では発生量少なく、子実層形成は認められなかった(発生量が増し子実層形成が1葉で認められたが)。7葉位葉については1葉だけであるが、発生量少なく、子実層形成も認められなかった。

葉齢によって感受性が異なり、若、老葉は感受性低く、成葉は感受性が高かった。

エ. 発病の品種間差

結果を第10表に示した。

発病(±)は接種3日後には全ての品種で認められ、発病(+)は旭とふじで、接種5日後に認められた以外は、接種4日後から認められた。子実層形成は旭、紅玉、ふじが接種6日後、ゴールドデン・デリシャスと王林が接種7日後であった。胞子溢出は紅玉が1日遅れたが、他の品種では接種8日後であった。

品種間で発生量、発生経過に顕著な差は見られず、品種間差はなかった。

オ. 接種後の乾燥と発病

結果を第11表に示した。

発病は1および2区のみで認められた。1区は、アの結果と同じように、接種1日後に発病(±)を生じ、その後やや進展は遅れたが、接種6日後に子実層形成

第9表 葉位別発生差

葉位		接種後日数(日)						
		1	2	3	4	5	6	7
No. 1 先端 ↑	1*						*	#
	2*	*	*	*	*	*	+	#
	3	*	*	*	*	+	+	≡*
	4	*	*	*	≡	+	+	≡*
	5	*	*	*	≡	≡	≡	≡*
	6	*	*	*	≡	≡	≡	≡*
	7	*	*	*	≡	≡	≡	≡
No. 2 先端 ↑	1*				*	#	#	#
	2*	*	*	*	*	#	#	#
	3	*	*	*	+	≡	≡	#
	4	*	*	*	≡	≡	≡	≡*
	5	*	*	+	≡	≡	≡	≡
	6		*	+	≡	≡	≡	≡*
No. 3 先端 ↑	1*			*		#	#	#
	2*	*	*	*	*	#	#	#
	3	*	*	*	*	+	+	#
	4	*	*	*	*	+	≡	≡
	5	*	*	*	≡	≡	≡	≡*
	6	*	*	*	≡	≡	≡	≡*
No. 4 先端 ↑	1*						+	#
	2*		*	*	*	+	+	+
	3	*	*	*	*	+	+	+
	4	*	*	*	≡	≡	≡	≡
	5	*	*	*	≡	≡	≡	≡
	6	*	*	*	+	+	≡	≡

注 葉位1*2*は未展葉

*：実体顕微鏡で認める。

*：肉眼で認める。

+～≡：発生量の程度

≡～≡：子実層形成

≡*～≡*：胞子溢出

#：褐変調査不能（発病のためではない）。

第10表 発病の品種間差

品 種	接種後 日 数	葉 数 (枚)	病斑の状況(実数)			
			±	+	子実層 形 成	胞子 溢 出
旭	3日後	22	18			
	4 ㄴ	24	18			
	5 ㄴ	24	11	11		
	6 ㄴ	24	9	15	7	
	7 ㄴ	19	2	17	11	
	8 ㄴ	18	2	16	14	5
	9 ㄴ	14		14	14	9
	10 ㄴ	14		14	14	9
ゴールデン	3日後	24	17			
	4 ㄴ	24	15	6		
	5 ㄴ	24	4	18		
	6 ㄴ	24	4	18		
	7 ㄴ	21	2	18	7	
	8 ㄴ	18	1	16	11	2
	9 ㄴ	14		14	14	8
	10 ㄴ	14		14	14	12
王 林	3日後	24	16			
	4 ㄴ	24	11	10		
	5 ㄴ	24	5	17		
	6 ㄴ	24	4	20		
	7 ㄴ	24	4	19	9	
	8 ㄴ	21	2	19	14	1
	9 ㄴ	17		17	17	8
	10 ㄴ	8		8	8	8
紅 玉	3日後	29	21			
	4 ㄴ	29	8	18		
	5 ㄴ	29	8	19		
	6 ㄴ	29	5	22	6	
	7 ㄴ	27	3	24	14	
	8 ㄴ	23	2	21	13	
	9 ㄴ	23	2	21	17	6
	10 ㄴ	17		17	15	13
ふ じ	3日後	31	12			
	4 ㄴ	31	27			
	5 ㄴ	31	19	10		
	6 ㄴ	31	4	24	2	
	7 ㄴ	31	4	26	14	
	8 ㄴ	31	4	26	15	5
	9 ㄴ	30	2	28	18	16
	10 ㄴ	30		28	18	16

注 接種60年8月9日 数字は葉数

第11表 接種後の乾燥時間と発病

接種後 日数	1区	2区	3区	4区	5区
1日後	±	↑風	↑風	↑風	↑風
2 "	±	風	風	風	風
3 "	±	燥	燥	燥	燥
4 "	±	↓	↓	↓	↓
5 "	+~卅	—	—	—	—
6 "	+~卅*	—	—	—	—
7 "	+~卅(*)	—	—	—	—
10 "	—	—	—	—	—
12 "	±~+	—	—	—	—
15 "	+~+(*)	—	—	—	—
18 "	—	—	—	—	—
19 "	—	—	—	—	—
25 "	—	—	—	—	—
28 "	—	—	—	—	—

注 一：発病なし、±：実体顕微鏡で発病確認

+~卅：肉眼で発病確認、発病量の程度

：子実層形成、()：分生孢子溢出

接種：60年8月12日

を示し、接種7日後に孢子溢出を示し、正常な発病経過を示した。2区は温室、20°C±2に移してから6日後に発病(±~+)し、さらに3日後(通算9日後)に子実層形成、孢子溢出を示した。しかし発病量は1区に比較し少なかった。3、4および5区では発病しなかった。

3. 考察

本病菌分生孢子の培地上での発芽および生育は、20~25°Cで最も良好である(4)。接種試験を10~20°Cで実施した結果でも、20°C±2で発病(±)は24時間後に、発病(+)は10および15°Cよりはやや遅れはするものの、子実層形成、分生孢子溢出は接種後8日に認められ、病斑の状況も最も典型的であり、最適温度と考えられる。接種後24時間以内に肉眼での識別は困難であるが、発病(±)の病斑発現は、孢子発芽経過(4)からみて、侵入感染の結果であるとは考え難い。Toxinが関与している可能性も考えられるので、今後検討する必要がある。

本病原菌の葉への侵入および感染機作の詳細は不明であるが、葉表、葉裏ではほぼ同程度に、同様な発病経過を示した。しかし子実層形成は葉表面であり、葉裏では形成されなかった。子実層形成に關する何らかの条件があるかもしれない。

発病として最も特徴的であるのは、未展葉または稚葉

で感染発病(±)はするものの、極めて少なく、さらに感染後の病斑拡大はほとんどなく、停止して、肉眼的には未発病の状態経過する。一方、老成葉でも発病抑制は認められるが、顕著ではない。葉の老化につれて発病抑制は強まると推定されるが、稚葉ほどのものではない。最も発病がおう盛であるのは、稚葉に続く成葉数枚である。斑点落葉病など多くのリンゴ病害では、若葉ほど感受性が高い現象と異なる発病を示した。興味深い現象である。

供試した5品種間では多少の差はあるにしても、感受性差といえるほどではなかった。他の試験、場内および現地での発生状況などから推察しても、現在栽培されている品種で抵抗性といえる品種はないと思われる。三浦(9)はサンナシ(三葉海棠)には発生しないらしいといっているが、島(2)は発生を認め、十分被害を被っているといっている。また梨については、三浦(9)は発病を實現したとし、島(9)は和洋梨何れの葉も侵されないとしている。この点については著者らは確認していないが九葉海棠、実生苗では発生は多いことは観察している。

接種後の乾燥は感染を著しく抑制した。接種後6日間の風乾後の多湿下で発病は認めたが、自然条件下ではどうか疑問である。さらに、詳細な検討が必要である。

IV. 果実発病

1. 試験方法

1979~1981年に現地は場の多発生園のふじに発生した果実病斑について、収穫期に調査した。

(1) 病原菌の分離、病斑部の観察：病斑の観察と病斑からの病原菌の分離(表面をアルコールで消毒し、病斑果肉部分をPSA培地で20°C下で培養)で、分生孢子(marssonina type)および果肉部分について観察した。

(2) 病斑の発生部位、発生量および形状などの調査：

①発生部位については果実を次のように区分した。

A：果実の肩から梗基部、B：肩から中央部、C：中央部から萼基部、D：萼基部に区分、④病果の病斑数、⑤病斑の大きさ、形状について調査した。

2. 結果

病原菌の分離、病斑部の観察に結果について第12表に示した。

分離した病原菌の marssonina type の分生孢子は特徴ある2胞性で、16.3~22.3×7~9μmの大きさで、原田(7)、三浦(9)の記載とはほぼ一致した。病斑のセクション観察では、果肉内に子実層を形成し、分生孢子形成

第12表 果実病斑上に形成された分生胞子の形態

種	寄 主	分生胞子の大きさ (μm)	著 者
Diplocarpon sp	リンゴ (葉)	20-24×6.5-8.5 (Marssonina)	原 田 (6)
Marssonina sp	リンゴ (葉)	14-25×4-8 (Marssonina)	三 浦 (3)
本 菌	リンゴ (果実)	16.3-22.3×7-9 (Marssonina)	著 者

第13表 リンゴ褐斑病果実病斑の発生部位

調査病果数 (調査年次)	調査病斑数	病斑発生部位別割合 (%)			
		A	B	C	D
71果 (1979)	692ヶ	59.7	31.1	8.8	0.4
88 (1980)	363	83.7	12.9	1.9	1.4
87 (1981)	835	35.6	11.3	36.3	16.9

果実の部位 A：果実の肩から梗あ部 B：肩部から中央部
C：中央部から萼あ部 D：萼あ部

第14表 リンゴ褐斑病果実病斑の発生状況

調査病果数 (調査年次)	調査病斑数	病果当たり病斑数割合 (%)				1果当たり 平均病斑数
		1~5ヶ	6~10ヶ	11~20ヶ	21ヶ以上	
71果 (1979)	692ヶ	35.2	33.8	18.3	12.7	9.7ヶ
88 (1980)	363	79.5	19.3	1.1		4.1
87 (1981)	835	27.6	35.6	28.7	8.0	9.6

第15表 リンゴ褐斑病果実病斑の大きさ・形状

調査病斑数	病斑の大きさ (mm)	形 状 *
200ヶ	2.1×2.5~9.0×9.2 平均 3.7×5.5	黒色~濃褐色 だ円~長だ円形 病斑は明瞭で収穫時には子実層を形成

* 写真参照

が観察された。形成された分生胞子を供試しての、リンゴ葉への接種試験で、病原性が認められ、分生胞子も形成された。

病斑の発生部位の調査結果を第13表に示した。

年次によって発生部位に発生量差が認められはしたが、最も発生が多かったのは、果実の肩から梗あ部(A)で、次いで肩から中央部(B)であり、中央部から萼あ部(C)と萼あ部(D)での発生は年次差は大きいものの、前二者よりは少ない場合が多かった。

病斑数についての調査結果を第14表に示した。

病果当たり病斑数は、年次による多少はあったが、平均4~10ヶ程度で、5~10ヶ程度の発生量である場合が多かった。

病斑の大きさ、形状調査の結果を第15表に示した。

病斑の大きさはだ円~長だ円形のものが大部分で、平均3.7~5.5mmであった。小斑点のもの、大型のものなど大きさは一定しなかった。梗あ部で発生した病斑は長だ円形のものが多く、他の部分に発生した病斑は円形のものが多かった。収穫時の病斑は黒色で、子実層が形成され、やや凹み、輪郭は明瞭なものが大部分であったが、不明瞭なものもあった。

病斑は果肉内にも拡大し、5mm位の深さに、乾腐状で軟腐することはなかった。しかし貯蔵中には二次的に黄腐病などで軟腐することがあった。

果実発病が確認された品種は、ふじ、国光、王鈴、ゴールデンデリシャスで、晩生種ほど多い傾向であった。

3. 考察

一般には葉での発生があったにしても、果実発病は少ないか、ほとんど見られない。果実発病が認められる場合は、管理不十分か放任園の場合であり、葉の場合よりは感染、発病が容易でないようである。果実発病は収穫期には明らかであるが、消長は不明であり、早生種で少ない傾向があるものの明らかなので、今後検討する必要がある。

果実病斑からの病原菌の分離は容易であるが、長時間の培養が必要である。葉病斑からの分離は、高橋氏(前農水省果樹試盛岡支場病害研究室)が行っているが、果実病斑からの分離が成功率が高く、容易である。分離された病原菌分生胞子の形状は、原田(7)および三浦(9)の記載とほぼ一致した。

果実病斑は特徴的な形状を示し、特に病斑部に形成される子実層の有無で、他病害と容易に区分できる。病斑は果実の梗あ部から肩の部分に多く発生し、梗あ部では長だ円形な病斑となる。梗あ部で発生が多いのは、雨水

などの保留が長く、感染が成立し易いこと、黒点病では萼あ部に多く、早い時期の感染を示しているので、本病の場合は遅い時期の感染が多いことを推定させる。

果実発病については、発生と発生状況を観察したのみであり、三浦(9)も確認しているが、今後詳細な検討が必要である。

V. 摘 要

リンゴ褐斑病について、自然発病の消長と気象との関連について、1980~1984年に調査した。本病の初発病が最も早かったのは1982年で6月12日、最も遅れたのは1981年の7月27日であった。5か年の平均初発病日は、7月3日であった。初発病期は、平均気温20°C前後を越す気温の出現時期と関連するようである。降雨との関連は、平均気温ほど高くないようである。

初発病後の増加は、気温と降雨により大きく左右され平均気温が20~25°C、多雨で最も増加が多い。平均気温が、25°Cを越す高温の経過では抑制される。7~8月の発生量の多少が、被害の多少に最も影響する。

落葉は初発病2週間後頃から生じ、病勢の高まりに平行し増加し、発生早く、増加も急激であった1982年は8月中旬で、90%の落葉する例も生じた。

室内での接種試験では以下の結果が得られた。

1. 温度と発病：10、15および20°C下で、各温度ともに発病(±)(実体顕微鏡で認められる発病)は、接種24時以内であった。発病(+) (肉眼で認められる発病)は低温区ほど早く、10、15および20°C区でそれぞれ1日後、2日後および4日後であった。しかし、病斑拡大、子実層形成および分生胞子溢出は、高温区ほど早く、20°C区で接種8日後に認められた。
2. 葉表、葉裏の発病差：接種後の発生経過、発生量には差異はなかったが、葉表のみに子実層形成があった。
3. 葉齢と発病差：葉齢による発生差が顕著であった。未展葉および展葉直後ぐらいまでの稚葉では発病(±)は認められるが、その後病斑拡大はなく、肉眼的には未発病であった。最も発病量が多く、病斑拡大、子実層形成および分生胞子溢出がおう盛であったのは、展葉直後葉から3~4枚下葉の成葉であった。老葉では発生量が少なくなった。
4. 接種後の風乾と発病：接種後6日間の風乾後でも発病し、子実層形成および分生胞子溢出を示した。しかし、発病量は少なかった。風乾15日後以上では、発病がなかった。

5. 品種間の発生差：供試したふじ、紅玉、旭、王林およびゴールデンデリシャスでは発生量、発病経過に差はなく、多発生であった。他の試験、または観察で現存栽培されている他の主な品種も全て多発生であり抵抗性品種は認められない。
6. 果実感染も確認した。発生は、梗あ部から肩部に最も多いが、胴部または萼あ部にも発生する。病斑は黒色（収穫期）、輪郭は明瞭でやや凹み、表面に子実層を多数形成する。だ円～長だ円形のものが多く、発生数も不定い。

Ⅵ. 引用文献

1. 青森県りんご百年記念事業会 1977、青森県りんご百年史 127-128
2. 島 善鄰 1934、りんごの研究 297-298 養賢堂
3. 高橋俊作・丹波 仁 1981、リンゴ褐斑病 (*Diplocarpon mali* HARADA et SAWAMURA) の果実発病について 日植病報 74(3)373 発表要旨
4. 高橋俊作・丹波 仁 1984、昭和58年度 寒冷地果樹に関する試験成績集録 155-158
5. 照井陸奥生 1973、植物防疫 27(5)213 日植防協
6. 富樫浩吾 1950、果樹病害 49-50 朝倉書店
7. Y. HARADA and K. SAWAMURA and K. KONNO 1974 *Diplocarpon mali* sp nov, the Perfecte State of Apple Blotch Fungus *Marssonina coronaria* 日本植物病理学会報 40(5): 412-418
8. 三宅市郎 1907、植物学雑誌 32(379): 206-207
9. 三浦道哉 1917、りんごの病気 86-91 榮華堂



写真1 リンゴ褐斑病

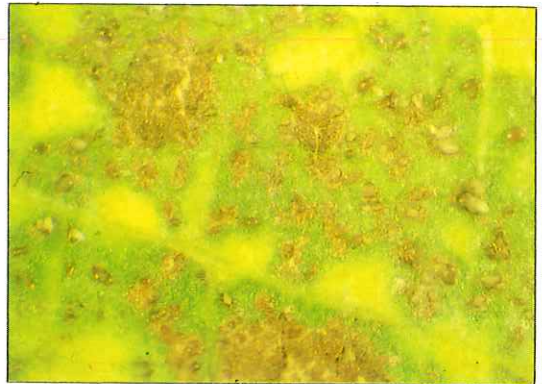


写真2 病斑上の acervuli と conidia 溢出



写真3 落葉上の apothecia



写真4 葉位別発生差(接種)



写真5 果実病斑



写真6 果実病斑上の acervuli



写真7 果実病斑上の acervuliの断面

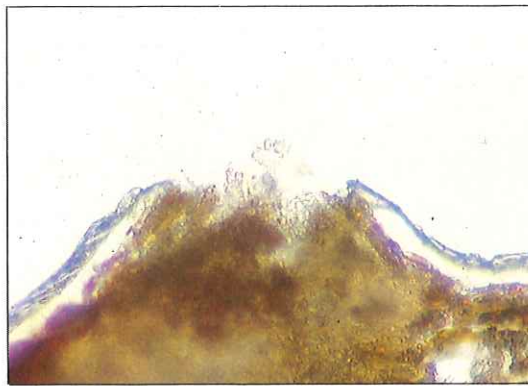


写真8 acervuliからの conidia 溢出

Summery

The relationship between development of disease and weather for apple blotch (*Diplocarpon mali* Harada et Sawamura) was researched in 1980 to 1984. The earliest time on the beginning of this disease was 12, June 1982, and the latest time was 27, July 1981. Mean time of beginning for 5 years was 3, July. It seems that time of the beginning is related to the time for advent of temperature over approximately 20°C of mean temperature. The relation with rain-fall seems to be not so close as mean temperature.

The increase after the beginning of this disease is more affected by temperature and rain-fall, and uppermost increase was observed at 20 to 25°C of mean temperature and abundant rain-fall. It was inhibited in the course of higher mean temperature over 25°C. The outbreak quantity in July to August increased the damage in the uppermore degree.

The defoliation occurred about 2 weeks after the beginning of disease, increased in parallel with the elevation of disease condition, and there was an example that 90% of defoliation occurred in the middle of August as for 1982 when the beginning of disease was early and the increase was rapid.

The following results were obtained by the inoculation experiment in the laboratory.

1. Temperature and development of disease:

Appear of disease(±) (recognizable by the stereoscopic microscope) occurred within 24 hours after inoculation at each temperature of 10, 15, and 20°C. Appear of disease (+) (recognizable by the eye) occurred earlier at the plot of lower temperature, and it was 1, 2, and 4 days after at each plot of 10, 15 and 20°C. But, the enlargement of lesion, the formation of acervuli and the discharge of conidia occurred earlier at the plot of higher temperature, and it was recognized at the plot of 20°C in 8 days after inoculation.

2. The difference of development of disease between the surface and the undersurface of leaf:

Although any difference was not observed in the course of outbreaks after inoculation and the outbreak quantity, the acervuli were formed only on the surface of leaf.

3. Age of leaf and the difference of development of disease:

The difference of development of disease by age of leaf was evident. Although the appear of disease(±) was recognized on the unopened leaf and the young leaf, but the enlargement of lesion was not observed thereafter and non-infect with the eye was recorded.

The leaves where the most quantity of infection and the flourishing condition for lesion enlargement, formation of acervuli, and discharge of conidia were observed mature ones under 3 to 4 leaves from the leaves immediately after opening. The outbreak quantity was little on old leaves.

4. Air-drying after inoculation and development of disease:

Even after air-drying for 6 days inoculation, the disease developed, and the formation of acervuli and the discharge of conidia were shown. But, the disease quantity was little. Infection of disease was not observed over 15 days after air-drying.

5. The difference of sensibility among the variety:

There was no difference in the diseased quantity and the course of infection among 'Fuji', 'Jonathan', 'Orin', 'McIntosh' and 'Golden Delicious' employed for this experiment. This disease was observed on all other main variety now cultivated at the other experiment, or observation, and the resistant variety was not recognized.

6. The infection on fruit was also ascertained. The uppermost occurrence was observed on the cavity and the basal end, but the diseased also the center part of fruit and the calyx end. The lesion is black (time of harvesting), the contours is obvious and somewhat indented, and many acervuli are formed on the surface. Many lesions have the form of oval or long-oval, the lesions number is also not constant.