

リング斑点落葉病菌の初期果実感染によるサビ果発生について

水野 昇・高橋 俊作

目 次

I. 緒言	45
II. 材料と方法	45
III. 結果	46
IV. 考察	49
V. 摘要	50
VI. 引用文献	51

I. 緒 言

秋田県南部のゴールデンデリシャスなどに以前から降雨被害などによって生ずる普通のサビとは症状を異にする濃褐色、放射状に浅く亀裂が入る特異なサビ症状（俗称異常サビ）の発生することが認められていた。

このサビ症状は果実の外観を著しく低下させるが、地域および年次による発生の多少がある。また発生品種がゴールデンデリシャス、レッドゴールドあるいは王鈴などに限られている場合が多い。このサビ症状の発生原因について神戸ら(13)は殺菌剤の散布で軽減できることから、ある種の病原菌の感染によることを示唆し、また筆者らは(15)サビ症状部からの分離菌（未同定）の接種で同様なサビ症状を生ずることを認めていた。

本報はこのサビ症状発生に関与する病原菌の同定、感染時期および感染の品種間差、さらには発生要因の解明と防除法を確立するために行ってきた研究の一部をとりまとめたものである。なお、本報告の一部は東北農業研究 第19号(16)に発表した。

謝辞 本試験を実施するにあたり御協力をいただいた場員各位、御助言をいただいた前場長今喜代治博士、熊

谷征文花輪分場長に厚く御礼を申し上げます。

II. 材料および方法

1. 病原菌の分りと果実接種

現地は場からサビ症状のあるゴールデンデリシャス果実を採集し、常法によって組織分りをした。分り菌および接種試験に供した菌株を第1表に示した。

接種方法：菌そう破砕懸濁液（培地ごとホモジネートし、シャーレー当たり水道水 100 ml を加える）または孢子懸濁液（培養基上に形成された分生孢子を水道水で数回洗浄し遠心分り器で集め、孢子数が 150 倍視野で約 10 ケになるように水道水で調製）を落花後 25 日頃までのゴールデンデリシャス幼果に噴霧接種し、直ちにハトロ紙小袋を被袋し、その後小袋が破れる前に大袋二重袋をかけ慣行の栽培管理をした。

供試菌の培養：アンズ寒天培地（以下 AA 培地と略記）乾アンズ 15 g を純水 1000 ml で煮沸し、煎汁液を 1000 ml とし、寒天 20 g を加える）で、蛍光灯または BLB ランプ照射下で 7～10 日間、25°C で培養した。

調査：慣行収穫期に供試果を採取し、第2表の基準により調査した。

第2表 サビ果発生度算出基準

指数	1 果当たりサビ斑点面積
1	1～3 (1cm ² を1)
3	4～10
5	11～20
7	21以上

第1表 供試した *Alternaria* sp. の由来

菌 株 名	由	来
No. 4	昭47自然発生異常サビ果から分離した <i>A. sp.</i>	
I-1	} No.4 接種果からの再分離 <i>A. sp.</i>	
I-2		
A type	No.4 単孢子由来の <i>A. sp.</i>	
II-1	} A type 接種果からの再分離 <i>A. sp.</i>	
IX-1		
x type	No.4 単胞由来の <i>A. sp.</i>	
III-1	} x type 接種果からの再分離 <i>A. sp.</i>	
XIII-1		
J-13	紅玉葉から分離したスターキング葉に病原性ある <i>A. mali</i>	
G-1	昭51 III-1 接種ゴールデン果実から分離した <i>A. sp.</i>	
T-1	〃 東光 〃	

2. 接種発病果からの再分り菌の果実接種

再分りした *Alternaria* sp 菌および第1表に示した菌株について、A A 培地で培養し形成された分生胞子の懸濁液 (150倍で約30胞子) を落花15、22日後のそれぞれにゴールデンデリシャス幼果へ噴霧接種した。

3. スターキングデリシャス葉の接種

果実接種に供した *Alternaria* sp 菌の A A 培地で培養し形成された分生胞子の懸濁液 (150倍で約10胞子) を用い次の方法で病原性を確かめた。

点滴接種：展葉直後の葉の表および裏に点滴接種し、保湿ろ紙を入れた大型シャーレーに納め、室温下で24時間後に調査した。

切枝接種：新梢上部から4～6葉に分生胞子懸濁液を噴霧接種し、水拭にして湿室に入れ室温下で48時間後に第3表の基準により調査した。

第3表 スターキング葉発病被害度算出基準

指数	葉面に占める斑点又は褐変面積
1	$\frac{1}{4}$ 以下
3	$\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}$
5	$\frac{1}{2} \sim \frac{3}{4}$
7	$\frac{3}{4}$ 以上

$$\text{発生度 (被害度)} = \frac{\sum (\text{指数} \times \text{該当数})}{7 \times \text{供試数}} \times 100$$

4. *Alternaria* sp 菌の形態調査

サビ症状を示した *Alternaria* sp 菌の代表菌株、A type 菌株とスターキングデリシャス葉に病原性を示した J-13 菌株について、A A 培地で26°C、8日間培養し形成された分生胞子について、形態、大きさなどを調べた。大きさの測定は胞子のbeakを含めて100ヶについて行った。

5. 幼果への感染時期調査

ゴールデンデリシャス幼果を供試し、落花直後にハ

ロン紙小袋を被袋し、自然感染を防ぎ、落花10日後から8月下旬まで、Ⅲ-1 菌株の分生胞子懸濁液を果面に噴霧接種した。接種後は6月中はハロン紙小袋を、その後は内黒二重袋を被袋し、慣行管理を行い収穫期に調査した。

6. 品種間の発生差

主な栽培品種12種について、それぞれ落花10～16日後にあたる時期に、Ⅲ-1 菌株の分生胞子懸濁液 (150倍で約20胞子) を果面に噴霧接種した。また供試品種の一部について、若葉の表および裏に点滴接種して25°C、24時間後に発生程度を調べた。

7. 殺菌剤の効果検定

ゴールデンデリシャス幼果を供試し、落花10日後に供試殺菌剤を散布し、4日後にG-1およびT-1 菌株の分生胞子混合懸濁液 (150倍で約10胞子) を噴霧し、直ちに被袋して慣行管理、防除を行って収穫期に調査した

Ⅲ. 結 果

1. 病原菌の分りと果実接種

自然発病のサビ症状部分からの分りで *Alternaria* sp., *Penicillium* sp., *Phyllosticta* sp., および不明4種が分りされた。これら分り菌株からそれぞれ1菌株1菌株とし果実接種した結果、*Alternaria* sp. (No. 4) のみがサビ症状を発現させた。*Alternaria* sp. (No. 4) 菌株は培地上での分生胞子形成が少なかったため、単胞子分りにより胞子形成の多い菌系 (A type) とやや少ない菌系 (X type) に区分して、菌体および分生胞子懸濁液を接種した結果いずれもサビ症状を発現させたが、A type 菌株の分生胞子懸濁液での接種が最も発生が多かった。(第4表)

第4表 分離菌のサビ症状発生程度 (1974) (ゴールデン)

菌株名	接種方法	供試果数	発病果率	発生度
No. 4	菌そう破碎液	28	25.0	4.6
A type	〃	27	85.2	23.8
X type	〃	25	44.0	8.6
A type	胞子液	29	89.7	48.3
J-13	〃	27	63.0	21.7
A A 培地		25	4.0	0.6
無接種		60	11.6	2.1

(注) 接種月日 6月10日 (ゴールデン落花20日後)

接種によって生じたサビ症状部分からの再分り率はそれぞれ高率であったし、同時に現地は場で発現したサビ症状部分からの *Alternaria* sp. 菌の分り率も高かった。しかし、通常のサビ部分からの *Alternaria* sp. 菌の分り率は低かった。(第5表)

第5表 接種果などからの *A. sp* 再分離(1974)
(ゴールデン)

分離源果実	分離点数	<i>A. sp</i> 分離数
No. 4 接種果	30	29
A type 接種果	30	26
x type 接種果	30	29
J-13 接種果	30	30
昭49自然発病異常サビ果	30	17
昭49普通サビ果	30	5

2. 再分り菌の果実接種

供試した再分り *Alternaria* sp. 菌のうちXIII-1菌株を除き全てが同一のサビ症状を発現させた。供試菌株のうち、J-13菌株の病徴が軽微であったのは継代培養が多かったために病原性が低下したと考えられる。接種時期別には、落花15日後の場合が、落花22日後の場合より

もサビ症状ははげしく、多かった。(第6表)

第6表 再分離菌のサビ症状発生度(1975)
(ゴールデン)

供試菌株名	落花15日後 接種発生度	落花22日後 接種発生度
No. 4	91.6	20.0
I-1	73.5	42.9
I-2	90.0	47.6
A type	56.3	21.4
II-1	61.9	31.7
IX-1	52.4	39.5
x type	78.9	42.9
III-1	85.7	30.0
XIII-1	2.0	0
J-13	14.3	4.8
水道水	0	0.9

3. スターキングデリシヤス葉への接種

再分りされた *Alternaria* sp. 菌で果実に病原性を示した菌株は全てスターキングデリシヤス葉に無傷接種で斑点落葉病と同様な症状を示した。ゴールデンデリシヤス幼果とスターキングデリシヤス葉への病原程度はほぼ一致した。(第7表)

第7表 スターキング葉に対する *A. sp* の病原性(1975)

切 枝 接 種	点 滴 接 種
供試菌株名 調査葉数 病葉数 被害度	葉 表 葉 裏
I-1 26 25 52.8	+++ ++
I-2 24 23 48.8	+++ ++
A type 27 25 20.6	+++ ++
II-1 24 24 54.8	+++ ++
IX-1 23 23 41.6	+++ ++
x type 23 22 47.2	+ ~ ++ +
III-1 22 21 74.7	+++ ++
XIII-1 22 11 7.1	- -
J-13 24 22 14.3	+ ~ ++ + ~ ++
水道水 26 11 6.0	- -

4. *Alternaria* sp. 菌の形態調査

A type および J-13 菌株ともに菌糸の色は淡暗～暗褐色で、新しい菌糸ほど色が淡い。分生胞子は4～16ヶ連鎖するが5～10ヶ連鎖のものが多かった。形はこん棒状または紡錘形のものが多く、だ円型～円型のものも混在し一様でなかった。A type 菌株の分生胞子の大き

さは平均 $9.1 \times 24.7 \mu$ 、J-13 菌株では $9.5 \times 26.7 \mu$ であった。隔膜数は横が1～6ヶ、縦が0～4ヶであった。以上の分生胞子の形状、大きさなどは沢村(1)が報告した *Alternaria mali* Roberts の分生胞子の形態とほぼ同じであった。(第8表)

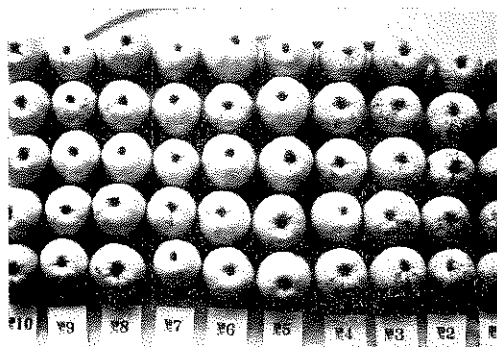
第8表 *A. mali*、A type および J-13 菌株の胞子測定値

報告者	菌 株	長さ×幅(平均) μ
	A type	11.3-47.5×5.0-12.5(9.1×24.7)
	J-13	10.0-47.5×5.0-13.8(9.5×26.7)
沢村(1963)	<i>A. mali</i>	13.7-46.4×5.5-13.7(9.8×25.8)
沢村(1963)	AK1-3	12.5-50.0×6.3-20.2(11.4×29.4)

5. 幼果への感染時期

接種によるサビ症状発生は落花10日後が最も多く、発生度84であった。その後は徐々に減少し、落花33日後には急減し発生度8であった。落花27日後以降の接種では斑点落葉病果実病斑と思われる黒褐色斑点も併発した。(写真A) (第9表)

写真-A 種別時期別サビ病状発生
No.1~No.10に落花後10日、16日、21日、27日、33日、36日、40日、46日、53日、8月24日にそれぞれ接種した果実病徴(ゴールデンデリシャス)



第9表 接種時期とサビ症状発生程度(1976) (ゴールデン)

接種時期	接種月日	サビ発生程度別果数(1cmを1)					発生度	黒褐色斑点果率
		0	1~3	4~10	11~20	21~		
落花10日後	6月 5日			1	6	7	83.7	0
	16日			4	9	3	69.6	0
	21日		1	8	7		53.6	0
	27日		6	11	4		40.1	4.7
	33日	11	9	1			8.2	0
	36日	16	4				2.9	0
	40日	11	5	1			6.7	0
	46日	14	6				4.3	15.0
	53日	3	4	1			12.5	100.0
8月下旬	8月24日	8					0	100.0
無接種		22					0	0

6. 品種間の発生差

供試した品種のうち発生しなかったのは旭だけであり他の品種については次の通りであった。

発生多: レッドゴールド、ゴールデンデリシャス、印度

発生中: 東光、恵、国光、スターキングデリシャス

発生少: ふじ、つがる、紅玉、青リ3号

品種によってサビ症状の発生様相が異なり、自然感染

の場合と同じ症状を示した品種はレッドゴールド、ゴールデンデリシャス、東光および印度のみであった。また印度は従来から知られている斑点落葉病の早期果実感染病斑である円形カサブタ状斑点が多く併発した。供試樹のⅢ-1菌株は印度、スターキングデリシャス、レッドゴールド、ふじ、そしてゴールデンデリシャス葉に病原性を示した。(写真B、C、D、E) (第10表)

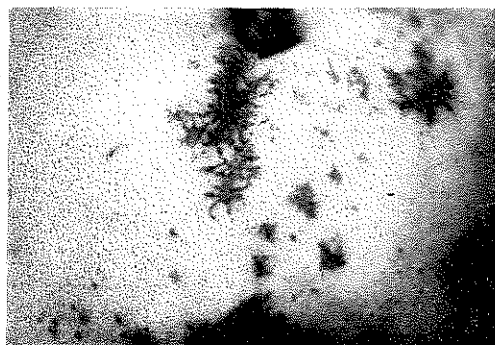


写真-B ゴールデン果実病徴

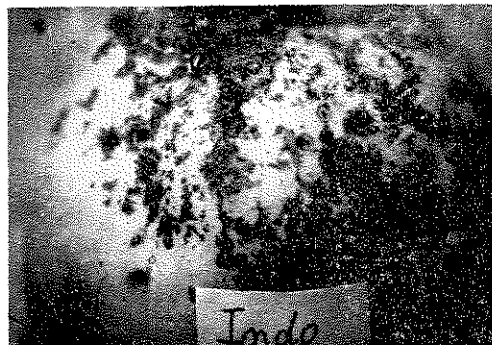


写真-C 印度果実病徴



写真-D レッドゴールド果実病徴



写真-E 東光果実病徴

第10表 品種別サビ症状発生程度と葉のり病性 (1976)

供試品種	サビ発生度	葉 表	葉 裏
つ が る	2.0	—	—~+
旭	0	—	—
紅 玉	1.0	—	—
レッドゴールド	97.4	+~ $\frac{++}{+}$	+~ $\frac{++}{+}$
スターキング	40.0	$\frac{++}{+}$	$\frac{++}{+}$
ゴ ー ル デ ン	69.6	—~ $\frac{++}{+}$	+~ $\frac{++}{+}$
東 光	37.1	—	—
青 り 3 号	3.6	—	—
恵	40.3	—	—
ふ じ	14.3	+~ $\frac{++}{+}$	+~ $\frac{++}{+}$
印 度	91.4	$\frac{++}{+}$ ~ $\frac{++}{+}$	$\frac{++}{+}$
国 光	35.7	—	—

7. 殺菌剤の効果検定

供試殺菌剤の中で効果の高かったのは、モノックス水和剤、オーソサイド水和剤、ダイカモン水和剤およびボ

リオキンAL水和剤であり、劣つたものはトップジンM水和剤、ベンレート水和剤およびカラセン乳剤であった。(第11表)

第11表 殺菌剤によるサビ症状防除効果 (1977) (ゴールドデン)

供 試	剤・希釈倍数	調査果数	サビ果率	発生度
モノックス水和剤	600倍	17	11.8	0.8
オーソサイド水和剤	800	27	18.5	2.6
ダイカモン水和剤	500	22	4.5	0.6
ポリオキシンAL水和剤	1000	23	4.3	0.6
トップジンM水和剤	1500	24	83.3	17.3
ベンレート水和剤	3000	27	85.2	23.8
カラセン乳剤	3000	22	95.5	21.4
無 散 布 接 種		26	88.5	23.6
無 散 布 無 接 種		30	0	0

IV. 考 察

自然発病したゴールドデンシヤス果実のサビ症状(俗称異常サビ)部分から *Alternaria* sp. 菌が分離され、これが分生孢子によるゴールドデンシヤス幼果への接種によって、同様のサビ症状を発生させた。さらに接種によって発生したサビ症状部分から *Alternaria* sp. 菌が再分離され、これが接種によっても同様なサビ症状を発生した。以上の結果から、このサビ症状は *Alternaria*

sp. 菌の幼果期の感染によって生じたものと考えられる。分離された *Alternaria* sp. 菌は、スターキングデシヤス葉に無傷で病原性を示し、分生孢子の形態上も *A. mali* Roberts と差異がなかったことから、このサビ症状は斑点落葉病菌 (*A. mali* Roberts) によって生ずる病害と考えられる。

現地は場でのサビ症状発生は、年次差はあるものの、秋田県南部でしばしば発生をみている(13)が、他の地域

での発生報告はほとんどない。関口(5)はリンゴ品種に対する *A. mali* の病原性の相異から菌系の存在を指摘している。秋田県南部でゴールデンデリシャスなど斑点落葉病にり病性の低い品種を侵す菌系が多く存在するかもしれない推測がなされるが、本試験の結果だけでは不明であるので今後の検討課題であろう。

A. mali 菌のリンゴ葉に対する感染適温は28°C前後、また果実感染適温は10~20°C(4、5、6)とされている。枝あるいは落葉からの胞子飛散が15°Cになれば増加すること(5、6)などから、リンゴ幼果期である5月下旬~6月上旬は *A. mali* 菌の果実感染のための諸条件は揃っている。

斑点落葉病によるリンゴ果実病徴について、沢村(3)は印度の幼果期の感染症状を黒点、サビ型(melanose-russet)に類別し、工藤(6)は6~7月に接種した印度果実の病徴は微細な黒褐色の斑点~サビ状の小斑点になるとしている。しかし筆者らが指摘しているサビ症状とは明らかに異なる。この相異は落花後間もない時期の果実感染症状の研究が少なく、特に斑点落葉病に対してり病性が低いゴールデンデリシャスで、幼果についての検討がほとんどなされていなかったためであり、他の病害としてあつかわれたきらいがある。

幼果期の感染がサビ症状を呈する理由については、

- (1) リンゴ幼果の外皮は外部からの刺戟に対して敏感な時期である(9、10、11、12)。(2) 筆者らは *A. mali* 菌の培養液の果面散布でサビを生ずること(未発表)、また関口(5)は *A. mali* 菌の菌糸が組織へ侵入する前に代謝毒素を生産することを指摘している。菌糸の組織侵入部位よりも代謝毒素が広く拡散し、表皮細胞に何らかの刺戟を与える結果サビ症状を生じせしめると推定される。しかしながら本試験の範囲では推定の域をでないので、サビ発生機構については今後の検討が必要である。

サビ症状を発生させる感染期間は落花期から落花30日後頃までで、その盛期は落花10日後頃であった。神戸ら(13)によると、自然感染での主たる感染期間は落花6~20日後頃で、年次差がみられるが、感染の早い年では落花6~10日後頃を盛期とみている。感染源、気象条件などが十分であれば、感染盛期は落花10日後頃以前と考えられる。

現地は場でのサビ症状発生が、ゴールデンデリシャスレッドゴールド、王鈴あるいは印度などで多いが、この傾向は接種試験での発生状況と一致するが(王鈴については未検討)葉の自然発病とは一致しない。

防除薬剤について神戸ら(13)はボルドー液、ノックメート、フミロン錠が効果的であるとしている。本試験の

結果でも現在実用化している斑点落葉病防除剤が有効であることが確かめられた。防除にあたっては落花期から2~3回散布することによって十分防除されるし、有袋栽培の場合にも被袋前の殺菌剤散布によって防除できる。

V. 摘 要

秋田県南部で、異常サビといわれる普通サビと異なる果面障害が以前から発生していた。特に有袋栽培果実でときとして多発した。これはサビ症状で、その特徴は、褐色~濃褐色で、ひび裂れ状を示し、ひどく果面を犯すものである。このサビ症状部分から *Alternaria* sp. 菌が分りされ、ゴールデンデリシャスなどの幼果に接種し同様の発生を確認した。またスターキングデリシャス葉にも病原性を示した。この *Alternaria* sp. 菌は *Alternaria mali* Roberts (斑点落葉病菌) と形態上ほぼ同一であることを認めた。

以上の結果から、サビ症状に關与する *Alternaria* sp. 菌は *A. mali* 菌と同一であり、リンゴ幼果への感染によってサビ症状を発現させるものと考えられる。このサビ症状の発生は落花直後から落花30日後頃までの幼果期に感染した場合に生じ、その盛期は落花10日後頃までと思われる。主なリンゴ栽培品種の大部分が感染発病したが旭では発生しなかった。ゴールデンデリシャス、印度およびレッドゴールドは感受性高く、東光、恵、国光およびスターキングデリシャスは中間的で、ふじ、つがる、紅玉および青り3号は少ない発生であった。殺菌剤のうち斑点落葉病に効果を示すものは有効であった。

VI. 引 用 文 献

1. 沢村健三・柳瀬春夫(1963)リンゴの斑点性病害に關する研究(第2報)農林省園試報告C 1:77-94
2. ———— (1964) 同上 (第4報) 同誌 2:75-82
3. ———— (1965) 同上 (第5報) 同誌 3:13-24
4. ———— (1972) リンゴ斑点落葉病に關する研究 弘前大農報 12:152-235
5. 関口昭良(1975)リンゴ斑点落葉病に關する研究 長野県園試報告 12:1-63
6. 工藤佑基ら(1968)リンゴの斑点落葉病に關する研究 青森りんご試報告 12:29-116
7. 林 重昭・落合政文・神林哲男(1972)リンゴ斑点落葉病菌(*Alternaria mali* Roberts)によるゴールデンデリシャスの果実感染について 福島園試研報 3:43-48
8. ———— (1975) リンゴ斑点落葉病に關

- する研究(第3報) 同誌 5:23-29
9. 熊谷徹郎・永山忠明(1967) ゴールデンデリシャスのサビ果に関する研究 東北農業研究 9:206-208
10. 熊谷征文・工藤哲男(1967) リンゴ果実のサビ果生成に及ぼす雌、雄ずいの作用について 昭和43年春園学発表要旨 22-23
11. 神戸和猛登・今 喜代治(1962) リンゴ「ゴールデンデリシャス」のサビ果に関する研究(第1報) 東北農業研究 4:107-110
12. ———・—————・久米靖穂(1973) リンゴ「ゴールデンデリシャス」の無袋栽培に関する研究(第1報) 秋田果試研報 5:1-39
13. ———・—————・—————(1968) リンゴ(ゴールデンデリシャス)の異常サビ(仮称)に関する試験 東北農業研究 10:213-216
14. 木村基弥(1961) リンゴ栽培全編 養賢堂 東京
15. 高橋俊作・水野 昇(1967) ゴールデンデリシャスの異常サビ病に関する研究(予報) 昭46寒冷地果樹に関する試験研究打合せ会議資料(病害) 57-58
16. 水野 昇・高橋俊作(1977) *Alternaria* 属菌によるリンゴのサビ発生に関する研究(第1報) 東北農業研究 19:129-132

Russetting on the Apple Fruit Epidermis Caused by
Early Infection of *Alternaria mali* Roberts
Noboru Mizuno and Shunsaku Takahashi

Summary

In the southern part of Akita prefecture, a special fruit russet of the apple had been known before *Alternaria* leaf blotch (*Alternaria mali*) invaded Akita. It was characteristic of the disease that the fruit infection was severe and the symptoms were brown or blackish brown russet, which appeared with radial shallow crack. *Alternaria* sp. was isolated from a part of the russet of the apple fruit epidermis, and this pathogen was proved pathogenic on cv. Golden Delicious young fruit and cv. Starking Delicious young leaves by inoculation experiments. No morphological differences of conidia and conidiophores were found between this *Alternaria* sp. and *Alternaria mali* Roberts. Thus, this *Alternaria* sp. and *Alternaria mali* were proposed to be the same pathogen.

The infection period of this russet was from petal fall to 30 days after petal fall, and the most sensitive time was 10 days after petal fall. Many commercial cultivars of apple were susceptible to *Alternaria* sp. in inoculation experiments. Golden Delicious, Indo, and Red Gold fruit were the most susceptible, but McIntosh fruit were not. Monox, Orthocide, Diker and Polyoxin B treatments provided significant control of the special fruit russet. Control with Topgin-M, Benlate and Karathane was found unsatisfactory.