

Macrophoma 属菌によるリンゴ腐敗病

(仮称)に関する研究

第2報 病原菌と防除法について

高橋俊作・水野 昇

目	次
I. 緒 言	57
II. 病徴と発生様相	58
III. 病原菌の分離	59
IV. 分離菌の病原性	59
V. 病原菌の形態	62
VI. 病原菌の培養的性質	63
VII. 病原菌の生態	67
VIII. 防 除	68
IX. 考 察	74
X. 摘 要	77
XI. 引用文献	78

I. 緒 言

本県の特産的品種であるゴールデン・デリシャスの栽培が、1967年頃から無袋栽培の実用化が始まり、1967年は面積 25ha、生産量 40,000箱、68年には 35ha、56,000箱、69年には81,000箱、70年は70,000箱、そして71年年には約 120,000箱 の推定がなされ、年々増加を示している(10)。今後も一層の無袋化を拡大せしめるであろう。

無袋化に伴って、これまでの有袋栽培下では問題にならなかった果実の腐敗が問題になり、全体的には数%の発生であるが、年次、地帯によっては 20~30% に及ぶ被害を見ている。当初は炭そ病 (*Glomerella cingurata*) によるものであらうと思われたが、発生の様相、病徴などからみて、かなりの差異があり、新奇な病害として一般には“赤星”(病斑の周辺にアントキアンが沈着し赤くなるためであらう) などと呼ばれていた。

本病はゴールデン・デリシャスのみならず、他の品種にも発生しているが、被害は少ない。しかし、時として多発をみる場合もある。本県の品種構成からみて、ゴールデン・デリシャスを特殊にとりあつかうことは困難であり、むしろ主体的にあつかう必要さえあって、本病の防除法確立が急がれた。本県のこのような事情から、病原菌の究明に先だって防除法の確立が先行され、その間、本病菌の生理、生態なども一応明らかになって、本病が *Macrophoma* 属菌に因ることも明らかになった。*Macrophoma*属菌によるリンゴ病害に関する研究は皆無といってよい。我孫子ら(1)がモモの病害として1968年来発表してきたのが果樹における *Macrophoma*属菌による病害の最近の研究である。リンゴについては全く研究がないが、最近各県で本病菌による果実腐敗の記載がみられてきている。

本稿はこれまでに得られた結果をとりまとめたものであるが、一応の outline を検討した結果に過ぎない。本病を、仮称“腐敗病”としてあつかったのは、病原菌の検討が柄胞子時代だけであり、まだ子のう胞子時代を検討していないためである。今後、完全時代の発見と検討を行なってはっきりさせたい。

本研究の結果は逐次寒冷地果樹試験研究打合せ会議、秋田県果樹試験場業務報告などに報告してきた。また成果の一部は東北農業研究、第11号に発表した。本研究費の一部は農林省総合助成試験費によった。

本研究を行なうにあたり、終始ご指導とご教示をいただき、かつ本文の校閲をいただいた今喜代治場長、ご指導をいただいた弘前大学農学部教授、沢村健三博士（元農林省園芸試験場盛岡支場病害研究室長）、秋田大学講師、塚本永治先生に感謝申し上げます。また本研究にあたり多大のご援助をいただいた研究室員各位にお礼申し上げます。

II. 病徴と発生様相

本病が目立って来たのはゴールデン・デリシャスが無袋化され始めてきてからの現象であり、それ以前までの発生は極くまれであった。

本病による被害は果実の腐敗である。枝から本病菌が分離されるが、枝の枯死ではなく、被害として問題はない。また葉の斑点からも本菌がまれに分離されることもあるが、被害としては全く問題にならない。

果実での発病は果点から始まり、拡大し、果実全体に及ぶが、この間、病斑の拡大がかん慢な場合（自然病斑はほとんどがかん慢な拡大をする）病斑の周辺に赤色色素を沈着させる。病斑の拡大が急速なとき、日陰の部分の病斑では赤色色素の沈着が少ないか、または無い。病斑拡大に遅速があったときには病斑に褐色濃淡の輪紋を示すものもある。病斑の拡大について、病斑中央部から黒い細粒点を生じ、柄子殻を形成する。病果を多湿条件下に置くと、乳白色の胞子塊を溢出する。ほ場で柄子殻が形成されることは少ないし、胞子を溢出することは全くないと言ってよい。病果はほとんど落果するが、樹上に残存しミーラ化することもある。

本病の発生は例年8月下旬～9月上旬からであるが、早いときは8月4半旬頃からの年もある。発生は収穫期まで増加し、貯蔵中にも発生する。二次感染はないようである。

このような発生経過を示すうちで特徴的な発生増加の様相を示す。発生は樹の上部の陽光面の果実に始まり、果実の発病部位も陽光面から始まる。そして発生増加も陽光面が先行して増加していく。

現在までに発病を認め、本病菌が分離された品種は、旭、祝を除く主要な品種、即ち、ゴールデン・デリシャス、スターキング・デリシャス、王鈴、紅玉、ふじ、レットゴールド、陸奥などであ

る。有袋栽培をしている品種および前述の品種でも有袋栽培をしたときには発生はない。

III. 病原菌の分離

秋田県におけるゴールデン・デリシャスの無袋栽培は県南部（平鹿郡、横手市および仙北郡）が主体であり、雄勝郡および県北部では全くない。病原菌の分離材料は前記の主要な地帯から、ゴールデン・デリシャスを主体に1967年と68年の9月に罹病果を採集し、病斑周辺組織より、常法により菌の組織分離を行なった。また、67年12月、場内に栽植しているゴールデン・デリシャス（病害虫防除はあまり実施していない樹）の枝に発生した病斑を採集し、病斑部表面と内部褐変部から常法により菌を分離した。分離用培地は2% しょ糖加用ばれいしょ煎汁寒天培地（以下 PDA 培地と言う）を用いた。分離にあたって数種の糸状菌が同時に分離される場合があったので、分離菌の全てを再び PDA 培地に移植して混合菌の有無、種類について判定した。分離、培養は 28℃ 前後の温度下で行なった。

結果は第1表に示したとおりである。分離結果は果実、枝の病斑ともに *Macrophoma sp.* 菌が

第1表 分離結果

分離部位	供試個体表	分離頻度
果実病斑	100ヶ	<i>Macrophoma sp.</i> 95% <i>Alternaria sp.</i> 12 <i>Phoma sp.</i> 2
枝の病斑	20	<i>Macrophoma sp.</i> 79 <i>Alternaria sp.</i> 35

大部分で、次で *Alternaria sp.* 菌が多かった。

Alternaria sp. 菌の分離頻度は枝の病斑の場合に高かった。*Phoma sp.*, その他の菌の分離は極めて少なかった。*Macrophoma sp.* 菌は純粹に分離される割合が多かったが、*Alternaria sp.* は *Macrophoma sp.* 菌と混合分離される割合が高かった。

IV. 分離菌の病原性

1967年9月、試験場内の無袋ゴールデン・デリシャスに発生しは被害果から分離した *Macrophoma sp.* 菌の培養菌糸を用い熟果に対する病原性、罹病度の品種間差異、そして枝に対する病原性を検討した。

果実に対する接種試験については東北農業研究第11号(6)に報告しているので、ここではその要旨を記載する。

1. 熟果に対する接種試験

熟果では無傷で感染せず、有傷でのみ感染するが、傷の程度、傷のつけ方によって感染度が異なった。焼傷接種（径 5 mm のガラス棒で表皮を焼き、そこに柄孢子懸濁液を噴霧、あるいは径 5 mm の菌そうを置く）か切傷接種（径 5 mm のコルクポーラーで表皮と果肉を含めて 1 mm ぐらいの厚さに取り、そこに菌そうをはめ込む）ではおう盛な発病を示したが、針で表皮に傷を付けて柄孢子を噴霧接種したものは、かすかな発病を示しただけであり、前二者のような病斑の拡大までにいた

らなかった。熟果では有傷でのみ感染発病するが、相当大的な傷からのみ感染発病することが明らかになった。

2. 罹病度の品種間差異

前項で熟果に対しては焼傷、切傷接種のみで感染発病し、病斑拡大が認められたので、これら両接種法により、栽培品種間の罹病度差を検討した。

供試した品種は全て感染発病したが、発病の早晚（肉眠判定）と病斑拡大で品種間、接種方法間で明らかな差異が認められた。

接種方法別では、各品種ともに切傷接種法が焼傷接種法より発病早く、その後の病斑拡大もおお盛であり、果肉内腐敗も広く、深かった。罹病度の品種間差は、紅玉およびスターキング・デリシャスは発病遅く（接種3日後から発生）、病斑の拡大も少なかった。王鈴、ゴールデン・デリシャス、東光および印度など黄色系品種は発病早く（接種2日後に大部分発病）、その後の病斑拡大もおお盛であった。特に王鈴では著しかった。国光とふじは着色系品種と黄色系品種の中間的な傾向であった。以上の結果、品種間差異を罹病度の高いものから並べると、王鈴>東光>ゴールデン・デリシャス>印度>ふじ>国光>スターキング・デリシャス≒紅玉であった。このような品種間差

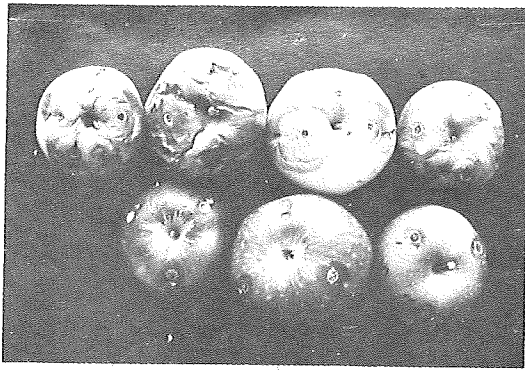
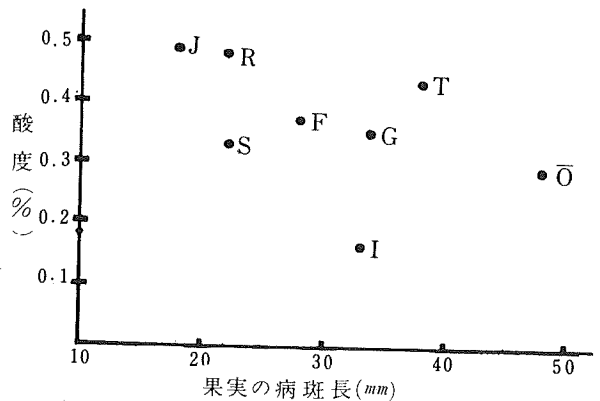


写真1

Macrophoma sp. 菌の接種による腐敗の品種間差

上段右より：インド、王鈴、東光、ゴールデン・デリシャス、国光

下段右より：紅玉、スターキング・デリシャス、国光



注 F: ふじ, G: ゴールデン・デリシャス
I: インド, J: 紅玉
R: 王鈴, S: スターキング・デリシャス
T: 東光, O: 国光

第1図 果実の酸度と病斑拡大

異は果実酸度（リンゴ酸として）と関連しそうであり、培地 pH と菌糸量との関係とも符合する傾向がみられた。

3. 枝に対する接種試験

枝に対する接種で、新梢伸長期間に柄孢子および菌糸の懸濁液の噴霧接種では感染発病を認めなかったもので、苗木、新梢を供試して枝に対する罹病性を検討した。

(1) 苗木に対する接種試験

4年生ポット植えのゴールデン・デリシャス苗木を供試し、1～2年枝を対象に次の方法により

接種した。

i) 無傷接種：径 8 mm の菌そうを枝に添付する。

ii) 切傷接種：径 8 mm のコルクボーラーで表皮を削り取って、そこに径 8 mm の菌そうを添付する。

iii) 焼傷接種：径 8 mm のガラス棒で表皮を焼き、そこに径 8 mm の菌そうを添付する。

以上の各接種法ともに、接種部位はセロテープで巻き、菌そうの固定と保湿をした。使用した菌株は 25℃ で1週間 PDA 培地に生育させたものである。接種後は 20℃ ± 1 に置き調べた。接種は1967年12月25日、調査は1968年1月8日である。

結果は第2表に示した。無傷接種では全く発病が認められず、菌そう直下の皮目が、かすかに奇

第2表 ゴールデン・デリシャス苗木に対する罹病度

接種法	接種 数	発病 数	病斑の大きさ		病斑 面積
			長径 × 短径		
無傷接種	5ヶ	0ヶ	± mm × ± mm		0 mm ²
切傷接種	5	4	13 × 11		85
焼傷接種	5	5	27 × 15		258

形化する程度であった。切傷、焼傷接種では感染発病を認め、その後の病斑拡大もおう盛であった。特に焼傷接種でおう盛であり、切傷接種のものより2～3倍の病斑拡大量を示した。果実の場合とは反対の結果であった。

(2) 切枝に対する接種

印度の1年生枝を供試し、径 1 cm 前後の太さのものを対象に、長さ 20cm に切り、保湿口紙を入れた大型シャーレーに入れ、(1)と同じ方法により接種し、30℃ ± 1 に置いた。接種は1967年12月26日に行ない、調査は1968年1月5日に行なった。

第3表 インド切枝に対する罹病度

接種法	接種 数	発病 数	病斑の大きさ		病斑 面積
			長径 × 短径		
無傷接種	12ヶ	3ヶ	12mm × 7 mm		80mm ²
切傷接種	12	12	23 × 16		221
焼傷接種	12	12	34 × 22		650

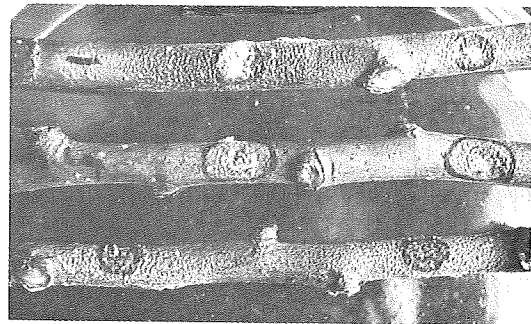


写真2

Macrophoma sp. 菌の接種によって生じた病斑上の柄子殻形成

結果は第3表、写真2に示した。この試験では無傷接種でも感染を認め、病斑の拡大もみられた。(1)の試験結果と異るのは、多湿、

高温、そして切枝であることに起因して、菌側により条件が良かったためであろう。切傷および焼傷接種の場合は、感染率高く、そして病斑拡大もおう盛で、(1)の試験と同じ傾向の結果を示した。

(3) 枝の年令差と罹病度

ゴールデン・デリシャスの1, 2, 3, 4および5年枝を供試し、切枝として焼傷接種により、(1)の試験に準じて罹病度を検討した。接種は1968年2月14日に行ない、調査は'68年2月22日に病斑

拡大などについて調べ、'68年3月4日までに柄子殻形成などについて観察した。試験期間中は5000-6000Luxの照度を蛍光灯の照射によって保持した。

第4表 枝の年令と罹病度

供試枝の 年 令	接種 数	発病 数	病斑の大きさ 長径 × 短径	病斑 面積	柄子殻の形成度
1 生枝	6 ケ	6 ケ	24mm × 17mm	285mm	++++
2 "	6	6	21 × 16	238	++++
3 "	6	13	13 × 11	96	++++
4 "	6	6	17 × 14	153	+
5 "	6	6	16 × 14	149	-

た。病斑の拡大が進むにつれて柄子殻の形成がみられ、1、2および3年枝病斑では柄子殻形成も著しく、柄胞子の溢出も認められた。一方4年枝では柄子殻形成は少なく、5年枝では形成されなかった。接種による枝の病斑は、自然発病病斑とは、かなりの差を示し、病斑の拡大につれて枝が枯死するまでに拡大した。

V. 病原菌の形態

第5表 病原菌の形態

	観察源	範 囲	平 均(μ)
菌 糸	培養基	3~5	5
柄子殻	培養基	230~530	381.4
柄胞子	培養基	17.5~30.0 × 6.8~8.8	25.8 × 7.3
	枝病斑	22.5~40.0 × 5.0~10.0	29.3 × 6.7

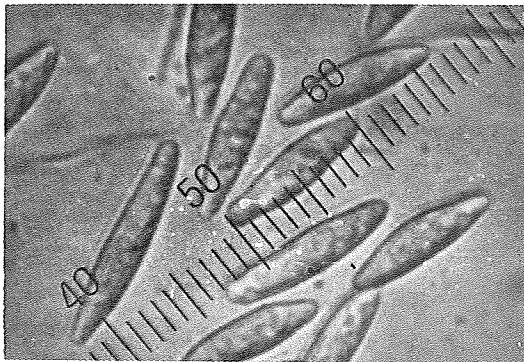


写真3

Macrophoma sp. 菌の柄胞子
(15×40で撮影、1目盛2.5μ)

胞子を溢出する。孤生か数個群生する。形は球形-扁球形で、黒褐色である。大きさは230-530μぐらいである。

結果は第4表に示したとおりである。

全ての枝で感染を認めたが、病斑の拡大は若枝ほどおう盛であり、1~3年枝で著しかった(第4表では3年枝の病斑拡大が劣っているが、その後の観察では2年枝の病斑の拡大とほぼ同じ拡大量を示した)。4~5年枝での病斑拡大は鈍かっ

罹病果から分離した病原菌について PD A培地に培養し形成された菌糸、柄胞子および柄子殻について観察した。本病菌の完全時代は未だ確認していない。

結果は第5表、写真3に示したとおりである。

菌糸：菌そうははじめ灰白色~灰色であるが、古くなると黒化する。培養を続けると柄子殻を形成する。柄子殻は光線照射下のみで形成される。菌糸は分岐し、多くの隔膜を有し、その巾は一定しないが約5μ前後である。

柄子殻：培養4~5日頃より形成の徴候がみられ、2週間ぐらいで成熟し、内部に柄胞子を密生、充満させる。多湿下で柄

分生子梗：柄子殻の内側に密生し、無色、単胞で分岐することなく先端に1個の柄胞子を形成する。大きさは $10-25 \times 2.5-5.0 \mu$ である。

柄胞子：無色、単胞、まれに1つの septa をもつものも認められる。だ円形-紡鐘形で、大きさは培養菌で $17.5-30.0 \times 6.3-8.8 \mu$ 、平均 $25.8 \times 7.3 \mu$ 、枝病斑上の柄胞子は $22.5-40.0 \times 5.0-10.0 \mu$ 、平均 $29.3 \times 6.7 \mu$ で、培養基上の柄胞子は枝病斑上の柄胞子に比較して、長さがやや短く、巾がやや広い。全体的にややまるみを帯びている。



写真4

Macrophoma sp. 菌による果実の腐敗（自然発病果）

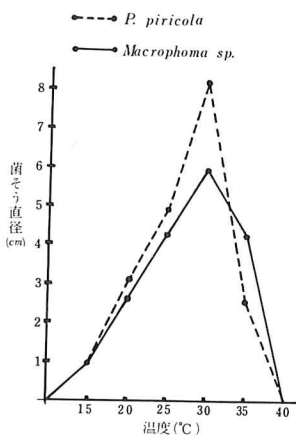
VI. 病原菌の培養的性質

1. 病原菌の発育温度

PDA 培地を用いて病原菌の発育、柄子殻形成と温度の関係について実験した。

1区当り、ペトリ皿5個ずつ用い、それぞれ10 ml の培養基を分注し、あらかじめ PDA 培地で 28°C 、6日間培養した菌そうから径8 mm のコルクボーラーで菌そうを取り接種した。所定温度の定温器におさめ、経時的に菌そうの拡大を測定した。同時に肉眠により、柄子殻の形成量を調べた。参考までにナシ輪紋病菌 (*Physalospora piricola*, 山形園試より分壊) を同時に調べた。試験期間中は30W 蛍光灯を照射し5000-6000 Lux の照度を保った。

結果は第2図、第6表に示したとおりである。本菌の発育限界温度の最低温度は不明であるが 15°C より低い温度で、ほぼ 10°C 前後と思われる。最高温度は 35°C よりやや高い所にあるようである。最適温度は 30°C 前後であった。参考までに比較した *P. piricola* 菌は、本菌と酷似した傾向



第2図 生育と温度(7日後)

を示したが、適温附近の発育量は多かった。柄子殻形成は菌糸の発育に比例する傾向を示したが、菌糸の発育より高い温度範囲で形成された。形成最低温度は 20°C で、 35°C までの範囲で形成され、形成最適温度は 30°C であった。*P. piricola* 菌は本菌より形成適温範囲が狭く $25^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ の範囲であった。本菌の柄子殻形成は適温下で培養2日目頃から徴候を示し、7日後には柄子殻内に柄胞子の形成が認められるようになった。温度が適温から上、下するほど形成は遅れ、量も少なかった。

第6表 柄子殻形成と温度

温度 ℃	* 菌株	柄 子 殻 形 成 の 推 移					
		2 日 後	3 日 後	4 日 後	5 日 後	6 日 後	7 日 後
15	M P	— —	— —	— —	— —	— —	— —
20	M P	— —	— —	± —	± —	++ —	++ —
25	M P	— —	± —	± —	++ ±	++++ ++	++++ ++
30	M P	± —	++ —	+++ +	++++ +++	++++ +++	++++ +++
35	M P	— —	± —	++ —	+++ —	+++ —	++++ —
40	M P	— —	— —	— —	— —	— —	— —

※ M: *Macrophoma* sp.P: *Physalospora piricola*

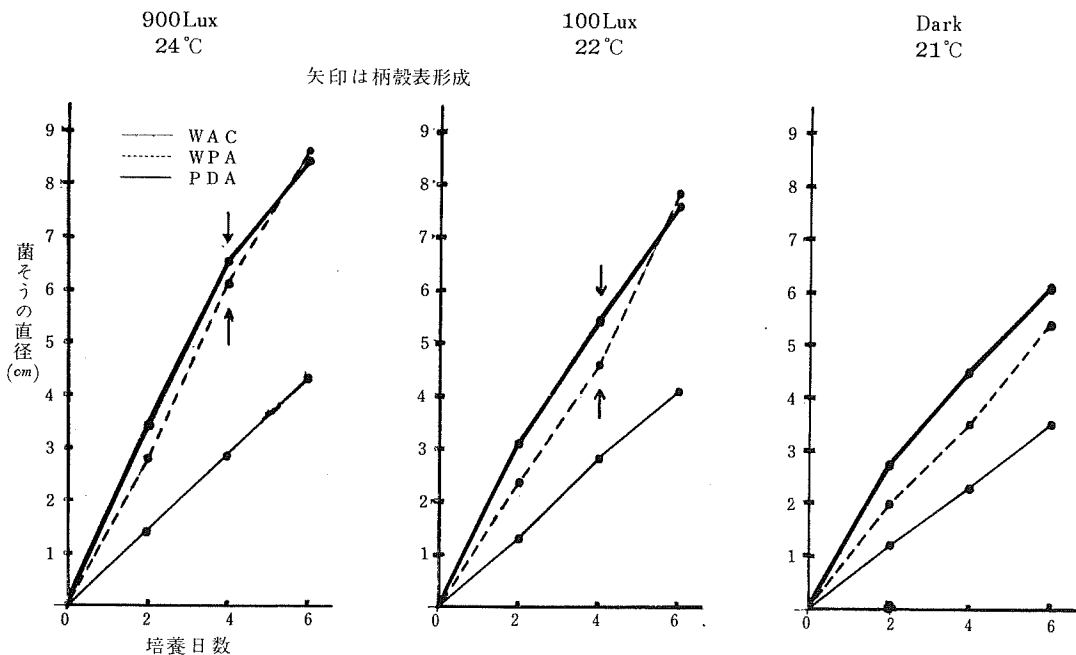
ム 0.1 g、塩化カルシウム 0.25 g、寒天 20 g、を供試し、光線は 20W 蛍光灯を用いて、蛍光灯からの距離によって照射量を調節して、9000, 1000Lux 区を設け、無照射区は光を遮断した。1 区 5 ペトリ皿を用いた。温度は蛍光灯からの発熱によって動かされ、9000 Lux—24℃、1000Lux—22℃、dark—21℃ であった。

結果は第3図に示したとおりである。菌そうの発育は WAC培地が非常に劣り、温度、光量に関

2. 病原菌の生育、柄子殻形成と

培地の種類および照射光量

1 の項と同じ方法により、PDA 培地、ワックスマン氏培地（以下 WPA 培地と言う）：蒸留水 1 ℓ、ブドウ糖 10 g、ペプトン 5 g、燐酸一加里 1 g、硫酸マグネシウム 0.5 g、寒天 20 g、およびワックスマン寒天培地（以下 WAC 培地と言う）：蒸留水 1 ℓ、燐酸一加里 3 g、次亜硫酸ナトリウム 0.5 g、塩化アンモニウム 0.1 g、塩化マグネシウム



第3図 菌の生育と温度、照度および培養基の種類

係なかった。WPA 培地および PDA 培地ではおう盛な発育を示し、両者には大差がみられなかったが、菌そうの状況からみると PDA 培地が WPA 培地より適しているようである。光量の差は菌そうの増加にはほとんど差を生じなかったが、柄子殻形成量に差を生じ、暗黒区ではいずれの培地ともに柄子殻は形成されなかった。一方光線射区の PDA 培地と WPA 培地では、培養4日頃から形成の徴候を示し始めた。両者での形成量の差は著しくなかった。WAC 培地で形成されなかったのは、菌糸量が極めて少なく貧弱であるためであろう。柄子殻の形成をみた区ではおたがいの間に大差はなく、1000-9000Luxの範囲では柄子殻形成が十分に行なわれたこと、そして光線が柄子殻形成に必須要因であることが明らかになった。

3. 病原菌の生育と品種別果実煎汁培地

罹病度の品種間差が接種試験で認められたので、代表的な品種の煎汁培地（熟果を皮付きのまま細断し、その100gを1ℓの蒸留水で30分間煮沸し、その煎汁液に寒天25gを加用し、一部にはさらに2%しよ糖を加えた培地も調整した）を調整し、これまでの培養試験と同じようにペトリ皿に分注し、中央部に径8mmの菌そう（PDA培地に1週間培養したもの）を接種した。25℃、20W 蛍光灯を照射して5000-6000Luxの照度を保持し、7日間培養して調査した。

結果は第7表、第4図に示した

第7表 果実煎汁培地での生育差

煎汁果実名	区別 ¹⁾	培養基のPH	菌そう直径	柄子殻形成状況
イ ン ド	I	4.9	6.1 ^{cm}	++++
	II	4.9	6.1	+++
東 光	I	3.9	4.6	++
	II	4.0	5.0	++
王 鈴	I	4.3	7.1	++++
	II	4.3	6.3	++++
ふ じ	I	4.4	6.1	+++
	II	4.5	6.7	+++
国 光	I	3.9	4.6	++++
	II	3.9	5.5	++++
紅 玉	I	3.7	3.8	+~++
	II	3.8	4.9	+~++
スターキング	I	4.3	5.7	+++
	II	4.3	5.6	+++
ゴールデン	I	4.3	5.3	++
	II	4.3	5.4	++

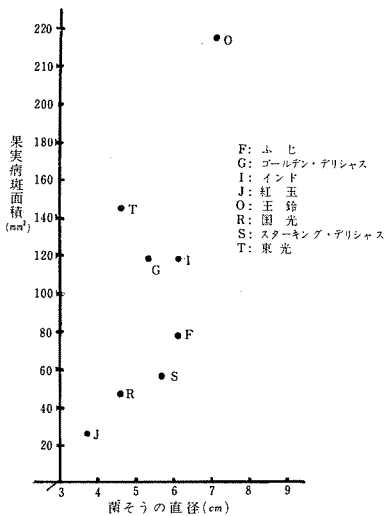
注 1) I: 果実煎汁液寒天培地

II: 2%しよ糖加用果実煎汁寒天培地

とおりである。調整した培地の pH はそれぞれ異った値を示しており、それが菌そうの発育量と関連する傾向を示し、pHの高い煎汁培地では菌そうの拡がりが多かったが、紅玉煎汁培地のように pHの低い培地では菌そうの拡がりは少なかった。このような傾向はしよ糖を加用した培地では差が少なくなった。培地上での pHの違いによる差と果実に接種して生じた病斑の拡大とを照合すると、よく一致した結果を示した(第4図)。

4. 病原菌の生育と培養基のpH

前項で菌そうの発育が果実煎汁培地であっても pH 値によって最も大きく影響される結果を得たので、培養基として WPA 液体培地（WPA 培地の寒天を除いたもの）を用いて、0.1N NaOHと HCl で pH を調整した。1区3フラスコを供試し、それぞれ 300 ml のフラスコに 150ml の培



第4図 果実病斑と培地上の菌そうの生育との関係

養液を入れ、それに 径 5 mm の菌そうを 1 個接種した。接種後は 28℃～30℃、20W 蛍光灯照射下 (5000—6000Lux) で 4 日間静置培養した。菌体重は 80℃ で 24 時間、通風乾燥して測定した。

結果は第 8 表に示したとおりである。pH の範囲が狭くて

第 8 表 培地の pH と菌体重

接種前の培養液の pH	菌体重 (mg)
0.8	±
2.8	1 6 5
4.2	3 0 4
5.1	3 3 6
5.9	2 2 2

限界を明らかにすることはできなかったが、pH 1 前後の強酸性では菌糸の発育は認められず、接種時の原形を保つのみであった。pH がアルカリ側に向うにつれて菌糸量は増加し、pH 5 までは増加の一途を示したが、pH 6 前後になって増加量は減じた。菌体重増加の最適 pH は 5 前後のようである。果実煎汁寒天培地で酸性が強いほど菌そう増加が少ない現象と符合している。菌そう増加に pH が関与していることは明らかである。

5. 病原菌の生育、柄子殻形成と枝皮煎汁培地

ゴールデン・デリシャスの 1 年枝から 5 年枝までの枝の bark を採集し、それぞれ bark 100 g を 1 ℓ の蒸留水で 30 分間煮沸して煎汁液を得た。これを培地の基質として、寒天 20 g を加えた培地とさらに 2% しよ糖を加用した培地を調整した。bark 煎汁液の pH は殺菌前に測定した。1 区 3 ペトリ皿を用い、28～30℃、20W 蛍光灯で照射し 7 日間培養した。この間、菌そう増加の測定と柄子殻形成状況を調べた。

結果を第 9 表に示した。年令別枝皮煎汁液の pH は 5.2～5.4 の範囲に入り大差はみられなかった。菌そうの発育および柄子殻形成にも差は認められなかった。2% しよ糖を加えることにより、菌そうの増加および柄子殻形成量は増加した。年令別枝に対する接種では枝の熟化に伴って感染率や病斑拡大などに明らかな差を生じたが、この試験では差は生じなかった。

第 9 表 枝皮煎汁培養基における菌糸の生育、柄子殻形式

枝皮の年令	1) 区別	培地の pH	菌そうの直径 (cm)		培養 7 日後の柄子殻形成
			3 日後	7 日後	
1 年枝	I	5.4	3.6	7.3	++
	II	5.4	5.4	8.4	++++
2 年枝	I	5.4	3.7	7.2	++
	II	5.4	4.0	8.4	+++
3 年枝	I	5.3	3.6	7.4	++
	II	5.4	4.4	8.4	+
4 年枝	I	5.3	3.9	7.6	++
	II	5.3	4.7	8.4	++
5 年枝	I	5.2	3.8	7.2	++
	II	5.2	4.9	8.4	+++

1) I 枝皮煎汁培地

II 枝皮煎汁 + 2% は糖培地

VII. 病原菌の生態

本病は、果実が熟期に近づくにつれて、熟度の進んでいると思われる部分、あるいは果実から発病してくることは前述したとおりである。この頃ではこのような本病の特徴的な現象の探明、果実の側での感染消長を明らかにすることを主眼とした。

1. 果実の熟度と病勢の変化

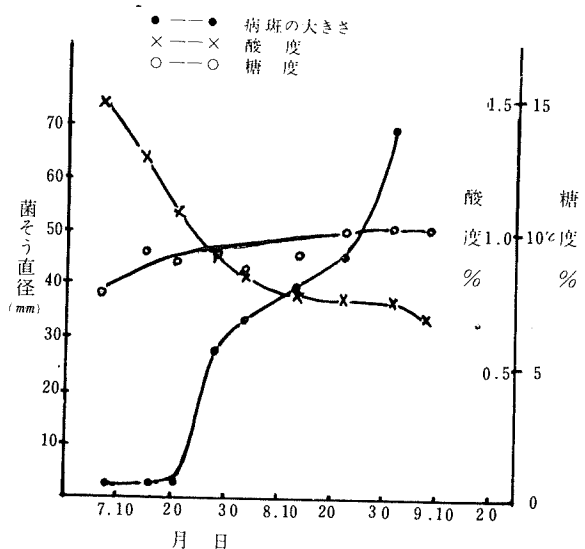
本病が未熟果では発病しないで、8月下旬頃から発病してくるが、これは果実の熟度の変化に起因しているであろうことは容易に想像される。このような現象は本病の特異的な現象ではなく、ぶどう晩腐病、ナシ輪紋病など多くの例がある。このような現象について岸、我孫子(2)はナシ輪紋病の研究で、果実の全糖の増加曲線から考察している。

1969年7月7日から9月8日まで、この間9回、ゴールデン・デリシャスを採集して、切傷接種(径7mmのコルクポーラーで、表皮を含めて深2mmほど打抜いて、そこにPDA培地に8日間培養した菌そうをはめ込む)し、 $24^{\circ}\text{C} \pm 1$ 、多湿下に7～8日間置き、病斑の大きさを測定した。培養期間中は40Wの蛍光灯を照射した。毎回10個の果実を用い、1果実に必ず接種と無接種を組合せた。接種と同時に果実20個について、糖度は屈折糖度計を用いて、酸度(リンゴ酸)は0.1N NaOHの滴定により調べた。

結果は第5図に示したとおりである。7月20日までは病斑拡大が極めて少なく経過したが7月30日の接種から著しい病勢の増加がみられ、7月20日から30日の間に病勢の転換期があった。一方果実の糖度和酸度の増減消長をみると、糖度の動きはかん慢な増加を示しており、病勢の転換に関与しそうな傾向はみられない。酸度の減少は急激で、病勢の変化とクロスするような状況に経過し、病勢の転換期が酸度の減少かん慢期に相当した。全体的な傾向からしても酸度の変化と病勢とが関連深い結果であり、糖度と病勢とははっきりしない結果であった。

2. 果実に対する感染消長

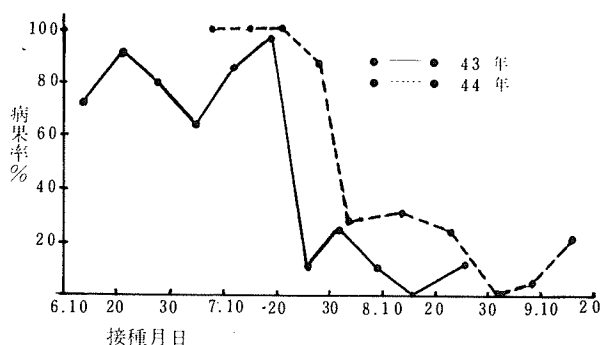
1968、'69年の2年間に、ゴールデン・デリシャスを供試し、経時的に接種して感染消長を検討した。接種にはあらかじめPDA培地に7日間培養した菌そうを培地とともにホモジナイザーで粉碎した。柄胞子と菌糸の懸濁液を用いた。1シャーレー量の菌そうに100mlの蒸留水を加えて増量しこれを果面全体に噴霧して直ちにポリ袋を被袋した。3日後に新聞紙袋が防菌袋に代替して収穫期



第5図 果実の罹病度と果実酸度、糖度

に調べた。1回の接種に30果を使った。1968年は6月14日から9月2日まで12回、1969年は7月8日から9月16日まで10回それぞれ接種した。

結果は第6図に示した。2カ年の結果を総合的にみると、感染率は効果期ほど高く、7月末まではかなり高率な発病を示した。8月に入ると急激に感染率は低下し、以後は感染をみないときもあったり、全体としては極めて低率な感染であった。以上の結果から、本病菌の感染は少なくとも6月中旬から高率にみられ7月末までは非常に高い感染を示し、感染の主体期であることは明らかである。8



第6図 果実感染消長

月以降は年によってはやや感染が多くなることもあったが全体的には極めて少ない。接種から発病までの期間についての詳細は不明であるがかなり長い潜伏期間の後に発病し、接種が早い程長い潜伏期間を要している。

VIII. 防 除 試 験

前述したように秋田県の県南部のゴールデン・デリシャスの栽植比率は高く、これが無袋化の方向に増加の一途をたどり、それがために防除法の確立が急がれているし、本病防除を主眼とした防除体系として確立しなければならない。このような本県独特の背景を考慮し、現地における防除試験を主体に有効な薬剤の選出と実用化を検討した。

1. 胞子発芽抑制試験

コンプレッサーでスライドグラスに薬剤を散布し、培養によって得られた柄胞子の水道水による懸濁液を点滴して、25℃、湿度100%のチャンバーに入れ、24時間後に発芽状況を調べた。

結果は第10表に示したとおりである。供試した8種の薬剤のうちで、胞子発芽を完全に抑えたのは有機銅剤類、ダイホルタンおよびビスダイセンであった。NF-416（後に商品名アルタノン水和剤）は少し発芽した。ポリオキシシンAL水和剤はほとんど効果がなかった。モノックスおよびダコニール水和剤は劣った。

第10表 柄胞子の発芽抑制効果

供試剤および濃度	成分量(ppm)	胞子数	発芽胞子率
モノックス 600倍	1333	598ヶ	9%
オキシンドー 800倍	625	541	0
トモオキシラン 600倍	833	711	0
ダイホルタン 1500倍	533	609	0
ビスダイセン 1000倍	750	512	0
ポリオキシシン 1000倍	100	786	96
NF-416 1000倍	800	509	1
ダコニール 800倍	933	868	29
無散布	—	742	92

2. 果実の発病防止試験

供試した薬剤はこれまで他の主要な病害：斑点落葉病 (*Alternaria mali* Roberts)、褐斑病 (*Marssonina mali* (P. Hennings) S. Ito)、スス斑病 (*Gloeodes pomigena* (Schweinitz) Colby)、スス点病 (*Leptothyrium pomi* (Montagne et Fries) Saccardo)、炭そ病 (*Glomerella cingulata* (Stoneman) Spaulding et Schrenk) など夏場に発生する病害について実用性がほぼ実証されているもの、既に実用化されているもの、そして前項の発芽試験で効果のすぐれたものから選択した。本試験は効果の実証と現場での実用性を主眼に1967、'68、'69の3カ年の試験である。

1967年：試験場内11年生王鈴、ゴールデン・デリシャスを供試し、1区 5a の規模で、6月21日から8月19日まで15日間隔で5回、10a 当り 450ℓ 相当量を S・S で散布した。本病に関する調査は10月9日に行なった。

1968年：試験場内の12年生ゴールデン・デリシャスを供試し、1薬剤8樹を用い、モノックス区では7月4日から8月26日まで10日間隔で6回、他剤は15日間隔で4回、S・S で 200ℓ 散布した。本病に関する調査は10月17日に行なった。

防除剤として実用化にほぼ推挙できそうなトモオキシラン 50% 水和剤 (有機銅50%、キャプタン20%、その他50%) について、現地での大規模、広範囲な実験を共同防除組合および個人に委託して実施した。委託試験地、規模、薬剤の散布実績などは次のとおりである。

i) 檜沢果樹共同防除組合 (秋田県横手市檜沢)：共防面積のほぼ $\frac{1}{3}$ に相当する 12ha を委託試験園とした。散布は定置配管式により、1回当りの散布量はほぼ 600-700 ℓ / 10a である。対象区はモノックスを使用した。薬剤散布実績は第11表のとおりである。

ii) 増田第1果樹共同防除組合 (秋田県平鹿郡増田町直人)：共防面積のほぼ $\frac{1}{3}$ に相当する 10ha を委託試験園とした。散布は S・S により、1回当りの散布量はほぼ 600 ℓ / 10a である。対象区はモノックスを使用した。薬剤散布実績は第12表のとおりである。

第11表 檜沢果樹共同防除組合の散布実績(1968)

散布月日	散布薬剤と使用倍数	備考
4月21日	サンキノン水和剤 1500倍	芽出15日後頃 開花直前
5 2~3	ハイバン 500倍、アカール乳剤 1500倍 ホリドール乳剤 2000倍	
5 29	ハイバン 500倍	落花10日後頃
6 12	ハイバン 500倍	
6 18~19	トモオキシラン50%水和剤 600倍 (モノックス 800倍)	
6 29~30	トモオキシラン50%水和剤 600倍 (モノックス 800倍) ホリドール乳剤 2000倍	
7 16~17	トモオキシラン50%水和剤 600倍 (モノックス 800倍) ケルセン乳剤 2000倍	
7 28~29	トモオキシラン50%水和剤 600倍 (モノックス 800倍) ホリドール乳剤 2000倍 ガルエクロン乳剤 1500倍	
8 13~14	トモオキシラン50%水和剤 600倍 (モノックス 800倍) ホリドール乳剤 2000倍	薬害発生
8 30~31	モノックス 800倍	

() 内は対照区

iii) 吉田果樹共同防除組合

(秋田県平鹿郡平鹿町吉田)

：共防面積のはば $\frac{1}{2}$ に相当する4haを委託試験園とした。

散布はS・Sにより、1回当りの散布量ははば500ℓ/10aである。対象区はモノックスを使用した。薬剤散布実績は第13表のとおりである。

iv) 笹山園(秋田県平鹿郡十文字町梨ノ木)：個人防除園ではば30aで、S・Sで散布し、1回当たり400ℓ/10aを散布した。対象区は設置しなかった。薬剤散布実績は第14表のとおりである。

v) 小松園(秋田県平鹿郡平鹿町吉田)：個人防除園ではば1.5haで、定置配管式による散布である。1回当たり600-700ℓ/10aを散布した。対象区は設置しなかった。薬剤散布実績は第15表のとおりである。

試験期間中に、経過と主要な他の病害の発生状況などについて定期的な観察と調査を行ない、1968年2月に委託園関係者を含めた最終結果の検討会を行なった。

第12表 増田第1果樹共同防除組合の散布実績(1968)

散布月日	散布薬剤と使用倍数	備考
4月12日	サンキノン水和剤 1500倍 BHC水和剤 400倍	芽出1週間後
4 27	水和硫黄剤 500倍 デナボン水和剤 800剤 アカール乳剤 1000倍	開花直前
5 18~19	ハイバン 500倍	落花直後
5 26~28	カラセン乳剤 3000倍 モノックス 1000倍	
6 10	ハイバン 500倍	
6 17	ハイバン 500倍、キルバール乳剤 3000倍	
6 23~26	トモオキシラン50%水和剤 600倍 (モノックス 800倍) ND水和剤 1000倍	この散布で 薬害発生
7 7~8	トモオキシラン50%水和剤 600倍 (モノックス 800倍) ソフトン 100倍	
7 21~23	トモオキシラン50%水和剤 600倍 (モノックス 800倍) ケルセン乳剤 2000倍	
8 3~5	トモオキシラン50%水和剤 600倍 (モノックス 800倍) ホリドール乳剤 2000倍 ミルベックス水和剤 1500倍	薬害発生
8 18~19	トモオキシラン50%水和剤 600倍 (モノックス 800倍) デナボン水和剤 800倍	
9 2~4	トモオキシラン50%水和剤 600倍 (モノックス 600倍) アカール乳剤 1000倍	

() 内は対象区

第13表 吉田果樹共同防除組合の散布実績(1968)

散布月日	散布薬剤と倍数	備考
4月11日	ハイキノン水和剤 1500倍	芽出し1週間
4 18	"	
4 26	"	
5 1	ハイバン 500倍 アカール乳剤 1000倍 ホリドール乳剤 2000倍	開花直前
6 12~17	ハイバン 500倍	落花直後
6 5	"	ゴールデンは除外
6 18	ハイバン 500倍 (ゴールデン以外) モノックス 600倍 (ゴールデンのみ)	
6 24~26	トモオキシラン50%水和剤 600倍 ホリドール乳剤 2000倍 (モノックス 600倍)	スターキング に薬害
7 8	トモオキシラン50%水和剤 600倍 ホリドール乳剤 2000倍 (モノックス 600倍) ガルエクロン乳剤 1500倍	
7 24	トモオキシラン50%水和剤 600倍 モノックス 600倍)	
8 7	トモオキシラン50%水和剤 ケルセン乳剤 2000倍 (モノックス 600倍) ホリドール乳剤 2000倍	
8 27	トモオキシラン50%水和剤 600倍 (モノックス 600倍) スミチオン水和剤 800倍	ゴールデン に薬害

() 内は対象区

1969年：試験場内13年生ゴールデン・デリシャスを供試し、1樹1区、3区制で、7月7日から8月25日まで、15日間隔で4回散布した。散布は動力噴霧機を使い、3樹に150ℓである。

第14表 笹山園の散布実績(1968)

散布月日	散 布 薬 剤	お よ び 倍 数	備 考
4 月15日	サンキノ水和水剤 1500倍	デナボン乳剤 300倍	芽出し 1 週間
4 27	プロキシシ " 1500倍	クロルマイト水和水剤 1500倍	開花直前
5 21	プロキシシ " 1500倍		落花直後
6 12	トモオキシラン75%水和水剤 1000倍		
6 28	トモオキシラン75%水和水剤 1000倍	PM乳剤 1500倍	
7 20	トモオキシラン75%水和水剤 1000倍	RM乳剤 2000倍	
8 7	トモオキシラン75%水和水剤 1000倍	ケルセン乳剤 2000倍・ デナボン乳剤 300倍	
8 26	トモオキシラン75%水和水剤 1000倍	PM乳剤 2000倍 ガルエクロン乳剤 1500倍	

第 15 表 小松園の散布実績(1968)

散布月日	散 布 薬 剤	お よ び 倍 数	備 考
4 月11日	ハイキノ水和水剤 1500倍		
4 18	"		
4 26	"	ホリドール乳剤 2000倍	
5 3	ハイバン 500倍	アカール乳剤 1000倍	開花直前
5 16	ハイバン 500倍 (ゴールドデン以外) ノックメート F75 1000倍	デナボン水和水剤 1200倍 (ゴールドデンのみ)	落花直後
6 2	ハイバン 500倍		
6 13	" (ゴールドデンは除外)		
6 23	トモオキシラン50%水和水剤 600倍	スミチオン水和水剤 800倍	
7 3	トモオキシラン50%水和水剤 600倍	ホリドール乳剤 2000倍	
7 17	トモオキシラン50%水和水剤 600倍	"	
7 30	トモオキシラン50%水和水剤 600倍	デナボン水和水剤 800倍	
8 9	トモオキシラン50%水和水剤 600倍	ホリドール乳剤 2000倍 ケルセン乳剤 2000倍	
8 22	トモオキシラン50%水和水剤 600倍	ホリドール乳剤 2000倍	

以上の結果は第16、17、18、19

第16表 果実の感染防止 (1967)

表に示した。

1967年、試験場内試験：防除

効果のみからみればボルドー液

がすぐれているが、葉の黄変落

葉が著しいこと、果面の石灰に

よる汚染が問題になり、すぐれ

た効果を示すとはいっても実用

化には推奨できない。有機銅混合剤であるトモオキシラン50%水和水剤、ダコニール・グリオジンが次ですぐれた効果を示し、トモオキシラン50%水和水剤は、今日まで他病害などについても多く供試され、効果も実証されているので、本病防除剤として、供試剤中で第1番に推奨されてよい結果を示した。供試した他の薬剤は劣り、特にポリオキシシ AL 水和水剤、モノックスは劣った(第16表)。

薬剤および使用倍数	調査 果数	病果 率	発 病 程 度		
			少	中	多
ポリオキシシ AL 水和水剤 1000倍	537	37.2%	21.6%	7.4%	3.7%
ダイホルン・フロアープル 1000倍	316	10.8	7.6	1.0	2.2
ダコニール・グリオジン 500倍	121	6.6	5.0	0.8	0.8
トモオキシラン50%水和水剤 500倍	447	6.5	5.4	0.7	0.4
モノックス ※ 600倍	589	21.8	13.8	2.7	5.3
ボルドー液 ※ 3-12式	631	1.3	1.1	0.2	

※ ゴールデン・デリシャス 他薬剤は王鈴
調査 10月9日

1968年、試験場内試験：1967年

に比較して発生量が少なかったためにはっきりした結果は得られなかったが、全体的な傾向としてはほぼ1967年の結果と類似し、トモオキシラン水和剤がすぐれ、次でダコニール水和剤で、モノックス、アルタノン水和剤およびサイプレックス水和剤はやや発生が多かった(第17表)。

1968年、現地委託試験：防除効果について檜沢果樹共同防除組合で、収穫時に調べた結果、モノックス

区では、調査果実 394kg (約22箱) のうち13kg (約1箱) が病果で3.3%の発病果率であった。これを果実の等級別区分してみると、秀、優級果実には発生なく、良級果実の28kgのうち7kgが病果になり、25%の発病果率である。また、並級果実18kgのうち6kgが病果で33.3%の発生であった。これに対して、トモオキシラン区は390kg (約22箱) を調査して2果の発病を認めただけであった。園地の巡回調査でも明らかな差が認められた。生産された果実の状況をみてもすぐれた結果であった。

吉田果樹共同防除組合での結果はさらに明らかで、モノックス区が30～35%の病果率であったのに、トモオキシラン区は1～2%の病果率で顕著な差を示した。増田第1果樹共同防除組合、笹山園および小松園では試験区の発生が少なく、モノックス区との比較では明らかな差はないが、巡回観察および検討会の結果、有効と判定された。

本病以外の病害については特に問題視する病害の発生はなかった。夏場の代表的病害である斑点落葉病に対してもモノックスと同様で、それ以上の効果を示した。

以上、現地における委託試験の結果は、いずれの場合も本病に対する効果はモノックスにまさるものと判定され、その他病害に対する効果も実用上は満足すべきものであった。

一方、これら現地委託試験で問題となったのはゴールデン・デリシャスおよびスターキング・デリシャスでの褐色斑点を伴う黄変落葉であった。発生の実態調査、観察そして追試験の結果からは、はっきりした共通的で決定的事柄はみいだせなかった。発生の経過、および状況の概要は次のとおりである(散布薬剤、散布状況については第11～15表を参照されたい)。

増田第1果樹共同防除組合の場合：ア、6月26日の散布から3～4日後の29～30日にゴールデン

第17表 果実の感染防止(1968)

薬剤および使用倍数	調査 果数	病果 率	発病程度		
			少	中	多
モノックス	600倍	1187ヶ 3.7%	34ヶ	6ヶ	4ヶ
トモオキシラン50%水和剤	600倍	262 1.1	2	2	1
トモオキシラン75% "	1000倍	364 0.8	3		
NF-416 "	1000倍	540 4.8	23	1	2
ダコニール "	800倍	824 1.6	11	2	
サイプレックス "	1000倍	877 3.5	26	3	2

調査：10月17日

第18表 檜沢果樹共同防除組合での結果・果実の等級別割合

区 分	調査量 (kg)	秀 級	優 級	良 級	並 級
トモオキシラン区	390	82.1%	10.8%	3.3%	3.8%
モノックス区	394	74.1%	14.2%	7.1%	4.6%

ン・デリシャスとスターキング・デリシャスに黄変落葉と褐色斑点を生じた。発生の状況を調べた結果を第19表に示した。イ. 8月18～19日の散布から7日後の25～26日に、前回発生をみなかった地域の一部で、ゴールデン・デリシャスのみに黄変落葉が発生した。

吉田果樹共同防除組合の場合：ア. 6月26～27日の散布から6～7日後の7月3日に一部のスターキング・デリシャスに黄変落葉を生じた。イ. 8月27日の散布から約1週間の9月上旬に、前回発生をみなかった地域の一部で、ゴールデン・デリシャスのみに黄変落葉を生じた。

榎沢果樹共同防除組合の場合：8月13～14日の散布から3～4日後の17～18日から一部のゴールデン・デリシャスに黄変落葉を生じはじめ、23～24日に著しく発生した。

笹山、小松園では発生を認めていない。また本試験以外に実施している試験園の場合、無袋ゴールデン研究会員が試験的に使用した数多くの園地でも発生をみない例が多かった。

以上のような発生の経過、状況調査、そして、予備実験結果から共通的と思われる点を記載すれば次のとおりである。

- i) 発生品種はゴールデン・デリシャスが主体で、スターキング・デリシャスが次で多く、印度で少し発生をみた例もある。
- ii) 発生時期は一定しないが、降雨後に発生してくる場合が多い。
- iii) 発生は園、樹、樹令など共通的なものはみられないが、再度発生した例はなかった。
- iv) 混合薬剤については共通的な点はみられない。
- v) 黄変落葉は老葉にのみ認められ、若葉には発生しない。黄変落葉および落葉にいたらない程度の葉では褐色の小斑点が生ずる。
- vi) 発生は散布後3～7日の間に生ずる。
- vii) 過剰散布がなされたと思われる部分、徒長的な部分で多い傾向がみられる。
- viii) S. S で散布した園で発生例が多い。
- ix) ハイバン(水和硫黄 57%、ノックメート 14%、ジクロン 5.6%)との散布間隔が短いほど発生が多い傾向がある。

第19表 増田第1果樹共同防除組合園における薬害(黄変落葉)の発生状況

区 分	1) 品 種	2) 調 査 樹 数	発 生 程 度 (%)				発 生 度	
			無	少	中	多		
樹	幼木	G	148	41	51	7	1	16
		S	63	69	30			6
令	若木	G	129	60	30	10		12
		S	98	85	13	2		4
別	成木	G	150	64	19	9	8	17
		S	88	65	32	2	1	9
地 域 別	道北	G	223	23	34	28	16	39
		S	103	19	42	28	11	36
	道南	G	416	54	34	8	3	15
		S	249	72	26	2	1	7
	全体	G	639	43	34	15	8	24
		S	352	57	31	9	3	15
	モノッ クス	G	203	48	31	10	11	23
		S	82	98	2			1

注 1) 幼木：5年生未満、若木 5～10年生樹
成木：10年生以上

2) G：ゴールデン・デリシャス
S：スターキング・デリシャス
7月1日調べ

x) スターキング・デリシャスを用いて、ハイバンとトモオキシラン水和剤との混合散布でかすかに再現した。またゴールデン・デリシャスの切枝にトモオキシラン水和剤の稀釈液を燐酸で酸性化して散布し、多湿高温 (30℃、100%) に置くと褐色斑点が生じた。メカニズムははっきりしないが、有機銅剤によって黄変落葉、褐色斑点の生ずることは明らかである。

1969年、試験場内試験：効

第20表 果実の感染防止 (1969)

果についてはこれまでの試験結果と同じ傾向で、トモオキシラン水和剤の効果は安定していた。また1968年に認めた黄変落葉などはみられなかった (第20表)。

薬 剤	お よ び 倍 数	調査 果数	病果 率	発生程度(%)			
				少	中	多	甚
アルタノン水和剤	1200倍	626	3.7%	23	1		
ダコニール "	800倍	362	3.9	11	2	1	
トモオキシラン50%水和剤	600倍	409	2.1	10			
モノックス	600倍	402	24.6	61	14	14	9

調査日：10月20日

以上のような試験経過から、トモオキシラン 50% 水和剤の本病に対する効果の確認を完了し、実用化にあたって、黄変落葉に対しては、ハイバンとの近接散布をさけることを条件として、1968年には無袋ゴールデンの特殊散布剤として指導し、1969年には主剤としてリンゴ病害虫防除歴に採用した。本病の感染の主体が6～7月であることから、また他の病害防除との関連をも考慮し、濃度 600倍、6月下旬から7月末～8月上旬まで3回 (状況によっては4回) 使用することとして一応体系化した。

IX. 考 察

秋田県でゴールデン・デリシャスの無袋栽培が実用化し始まったのが、1967年頃からであるが、これに先だって試験場内で無袋栽培試験が実施されており、本病の発生を認めていた。無袋化が増加するにつれて、年、場所によってはかなりの被害をみてきた。本県のゴールデン・デリシャスの栽培状況、そして今後ますます増加するであろう無袋栽培の方向から、本病防除の体系化が急がれている。

本病は果実が熟期に近づいてからだけ発病しはじめ、樹および果実の陽光面での発生が先行する。この現象は果実の熟度分布の変化、樹内果実熟度の推移が陽行面で先行する現象(4)と平行しているようである。果実に発生した病斑は病斑周辺に赤色色素を沈着させるために、極めてはっきりした病徴である。赤色色素の沈着は本病独特の現象ではなく、傷害跡、虫害跡などで普通にみられる現象である。病斑拡大がおう盛な場合、病斑が日陰部分にある場合は赤色色素の沈着が少ないか、あるいはない。この赤色色素はアントキアンであろうが、この色素の沈着は成果におけるアントキアン生成の理論で説明される現象(4)のようであり、本病菌との関連でのみ生ずる現象とは考えられない。今後検討してみたい事柄である。

ゴールデン・デリシャスの病果を主体に病原菌を分離した結果、*Macrophoma* sp. 菌が高率に分離された。次で *Alternaria* sp. 菌が多く分離されたが、ほとんどの場合 *Macrophoma* sp. と同時に分離されるケースが多く、単独に分離されてくる場合は少なかった。*Alternaria* sp. 菌は、本病の二次的な病原菌と思われる。分離された *Macrophoma* sp. 菌は熟果、熟枝に対して有傷では極めて病原性が強く、未熟果に対しては無傷で病原性を示した。熟果における品種間の罹病度の差は自然は場の場合と接種試験の結果とほぼ平行し、品種間の差は果実酸度の差に起因するようであるが、罹病性あるいは抵抗性機作は単一要因で説明することができないので、さらに検討してみなければならない。枝に対しても有傷で強い病原性を示し、枝の枯死をみるほどおう盛な病斑拡大を示している。自然感染の場合には、そのために枝が枯死するほど病斑の拡大はない。このような差は接種方法の差も原因になっているであろうが、それ以上に接種後の条件が影響しており、人為接種の場合はより菌側に有利な条件が揃っているためであろうと思われる。人為接種では若枝であれば、無傷でも皮目から侵入したと思われるケースが認められる。自然病斑では皮目が中心となっているので、枝での感染も皮目が侵入門になっているのではないかと推定される。枝での感染発病は枝の老若によって差がみられ、枝が熟化するにつれて罹病度は低下する。枝の熟化につれて低抗性を増すことは斑点落葉病、ナシ黒星病などの枝病斑の形成などにも見られる現象であるが、有傷接種においてさえも差を示すことについては考察する実験結果はないが、bark extract culture での菌そう発育には差が認められていないので、bark extract に溶出してくる物質では説明できない要因が関与していると思われる。

りんごにおける *Macrophoma* sp. 菌による病害についての研究は最近報告されていないが、我孫子、北島(2)が不完全時代が *Macrophoma* に属するモモいぼ皮病 (*Physalospora persicae* Abiko et Kitajima sp. nov.) を報告している。本研究においては未だ子のう胞子時代を確認していないので、菌類学的考察はできていない。したがって、本病が既に命名されている病害であるのかもしれないが、とりあえず *Macrophoma* 属菌による腐敗病として仮称を付した。今後さらに菌学的実験、調査を加えて明らかにしたい。

本病菌のリンゴに対する病原性は明らかであるが、他の果樹類などに病原性を示すか否かは不明である。

柄孢子時代は柄子殻の大きさ、形状、分生子梗の形状、柄孢子の形成状況、そして柄孢子の形状、大きさなどは我孫子、北島(2)、富樫(8)が記載している *Macrophoma* 型であり、*Physalospora obtusa* の *Spaeropsis*^h 型と異なる。さらに柄子殻は子座を欠き、孤生することが多いことから *Botryosphaeria ribis* と異なるようである。

本病菌の発育温度を15～40℃の範囲で検討した結果、最低発育温度は10℃前後と思われ、40℃では発育せず、最高発育温度は35℃前後で、最適温度は30℃前後であった。以上のような結果

からみると本病菌は高温を好むもののように思われ、参考までに比較した *Physalospora piricola* よりやや高い温度を好むようであり、柄子殻形成も良好であった。また菌そうの発育、柄子殻形成が WPA 培地より PDA 培地ですぐれている。P. *piricola* 菌とはやや異なる傾向はあるが柄子殻形成に光線が必須要因である点は共通している現象である。

品種別果実煎汁寒天培地での菌そう発育の差は、接種による病斑の拡大の品種間差と平行的な結果を示し、培地および品種の pH と関連しているようである。pH を異にする培地での菌そう発育が、酸性側では pH 値が低下するにつれ減ずる実験結果とも符合する。予備的な実験であるが、糖の濃度の差が菌そう発育に及ぼす影響は少なく、また接種による病勢の変化が、果実の酸度の変化に即応する傾向が強いことなどからみて、本菌は pH の変化の影響が糖度の変化の影響よりも強く作用するようである。岸、我孫子(5)がナシ輪紋病の研究で、果実の熟度と病勢進展との関係曲線を果実の全糖増加曲線で考察した点と異なった。

本病菌による果実の発病が熟期に近づいた8月下旬～9月上旬になってからであるが、感染は幼果期から7月末頃までが主体で、8月以降は極めて低率であるか、発病しなかった。このような結果は、加藤、広田(9)、岸、我孫子(5)のナシ輪紋病の研究結果と酷似しているが、岸、我孫子(5)が行なった結果では8月以降は全く発病しなかったことと異なっている。加藤、広田(9)の実験で8月以降の感染があったのは、同一ほ場内に接種区が多く設定されているための汚染ではないかと岸らは疑問視しているが、本試験においては、他区との混同、汚染も考えられず、むしろ果実の生育経過の年次変化、気象的諸元による影響ではないかと思われる。果実が熟期に近づくにつれて発病は認められてくるが、無傷感染が低下してくることは明らかである。この原因は岸ら(5)の詳細な研究で明らかにしたように、果実が菌の侵入をゆるさない状態になるからであろう。だから熟果における二次感染は考えられず、貯蔵中とか輸送中での発病は潜伏感染したものの発病と考えられる。

防除試験は、有機銅混合剤であるトモオキシラン 50% 水和剤を主体にした試験であったが、効果はあくまでも保護の効果であり、治療の効果は期待できない。効果のみからみれば、ボルドー液が安定した、高い防除を示すが、石灰による果面の汚染、ゴールデン・デリシャスの早期落葉の問題があるし、またダイホルタン水和剤では人間の skin irritation が問題になり、また他剤においても効果的であっても実用上の難点がみられ、実用に供するまでにいたっていない。十分な効果とは言えないにしても、一応実用化できるものとして有機銅剤であるトモオキシラン 50% 水和剤（有機銅30%、キキブタン20%）を recommend して1969年から主剤として、秋田県リンゴ病害虫防除歴に採用した。しかし、1968年の現地大規模試験でみられた薬害は本剤の致命的欠点と言えるが、幸にも現地においては、今日まで1968年の委託園でみられた程度の薬害は発生していない。

トモオキシラン 50% 水和剤の薬害は特徴的な褐色斑点を伴う黄変落葉であるが、発生状況から

は原因と思われる共通的な事柄はみいだせない。実験的には溶液を強酸性にして、散布後は高温多湿に保つ、あるいはハイバンとの混合散布をすることで薬害発生の再現をみている。薬害発生の決定的原因は不明ではあるが、次の二点を注意事項としている。

i) ハイバンは勿論のこと水和硫黄剤(混合剤も含めて)と混用、近接散布をしない。

ii) 他剤、特に殺虫剤の乳剤類などとはできるだけ混用散布しない。

今日まで有機銅剤によって大過なく経過してきているが薬害発生の危険性は解消されていないし、防除体系としても満足すべきものでないのをさらに検討する必要がある。

X. 摘 要

ゴールデン・デリシャスの無袋栽培に伴って問題になってきた *Macrophoma* sp. 菌による“リンゴ腐敗病(仮称)”についての調査研究の結果である。

1. 本病の発生はゴールデン・デリシャスのみではないが、黄色系品種で発生多く、着色系品種ではあまり問題にならない。一般には数%の発生であるが、年次、地域によっては20~30%の病果率を示している。

2. 本病の発生は例年8月下旬~9月上旬であるが、それ以前から発生を見る場合もある。収穫までに発生するものが大半であるが、貯蔵中に発生してくるものもある。二次感染はないようである。病果の発生、増加の経過で特徴的なことは、陽光面が先行し、樹の上部の陽光面から発生し始め、その後の増加も陽光面が先行するし、発生果でも陽光面が先行して発生することである。

3. 果実での発病は果点からはじまり、褐色のほぼ円い病斑になるが、拡大して不定形な病斑になる。全果に及ぶものもある。病斑の拡大がかん慢なものでは病斑周辺に赤色色素を沈着させるが、拡大がおう盛なものでは赤色色素の沈着はない。また病斑拡大に遅速があった場合には、褐色の濃淡輪紋がみられるときもある。拡大した病斑上に柄子殻が形成される。病果は落下しやすい。

4. 病果からはほとんどが純粹に *Macrophoma* sp. 菌が分離された。二次的に *Alternaria* sp. 菌が分離された。

5. 本病菌は熟果に対して無傷では感染しなかったが、有傷では感染し、おう盛な発病を示した。有傷接種で品種間の罹病度を比較した結果、王鈴>東光>ゴールデン・デリシャス>印度>ふじ>国光>スターキング・デリシャス≒紅玉の順に罹病度が高く、現地における発生様相とも平行した結果であった。

6. 枝に対して有傷で感染し、病斑拡大もおう盛で、枯の枯死させるものもあった。病斑の拡大は若枝でおう盛であり、5年枝ぐらいになると非常に少なかった。若枝の病斑には柄子殻の形成も多かった。

7. 本病菌はばれいしょ煎汁寒天培地で良好な発育を示した。菌そうははじめ灰白~灰色である

が、古くなると黒化した。菌糸は分岐し、隔膜を有し、ほぼ 5μ の中である。柄子殻は球形～扁球形、黒色であり、大きさは $230\sim 530\mu$ ぐらいである。分生子梗は柄子殻の内側に密生し、無色、単胞で先端に1個の柄胞子を形成する。大きさは $10\sim 25\times 2.5\sim 5.0\mu$ である。柄胞子は *Macrophoma* 型で柄子殻の内に充満し、多湿下で溢出する。無色、単胞、だ円形～紡鐘形で、大きさは培養菌で $17.5\sim 30.0\times 6.3\sim 8.8\mu$ 、枝病斑上に形成された胞子は $22.5\sim 40.0\times 5.0\sim 10.0\mu$ であった。

8. 本病菌は $10^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 前後で生育し、発育最適温度は 30°C 前後であった。柄子殻形成温度は $20^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ で、適温は 30°C であった。柄子殻形成は光線照射下でのみ認められた。蛍光灯により $1000\sim 9000\text{Lux}$ の照射量で正常に形成された。

9. 品種別果実煎汁寒天培地の菌そう発育差と品種別果実病斑拡大の差と平行する結果を示した。これは pH の差が原因となっているとようである。

年令別 bark 煎汁寒天培地では菌そう発育に差はみられなかった。

10. 果実の熟度と病勢の変化を経時的に調べた結果、病勢増加傾向と果実酸度（リンゴ酸として）の減少傾向とが逆傾向を示した。果実の罹病性への転換期は7月下旬であった。

11. 果実に対する感染は6月～7月が非常に高く、8月以降は極めて少ないか、皆無であった。6～7月は無傷で感染した。無傷接種した場合、発病は熟期に近づいてからであった。

12. 防除薬剤について胞子発芽抑制、果実感染防止試験の結果、トモオキシラン50%水和剤（有機銅 30%、キヤプタン 20%）が選抜され、1969年から秋田県リンゴ病害虫防除歴に採用し、6月下旬～7月に、600倍で3～4回使用することにした。有機銅剤はゴールドデン・デリシャスに対して薬害の危険性があるので、2、3の注意事項を付記した。注意事項として次の2点を付記した。

(1) ハイバン（水和硫黄 57%、ジクロン 6.5%、ノックメート 14%）と混合または近接散布しない。

(2) 殺虫剤などとの混合薬剤数はできるだけ少なくする。

XI. 引 用 文 献

1. 我孫子和雄（1968）：42年度果樹病虫害試験研究打合せ会議
落葉果樹部会資料——病害—— 283 —— 298
2. ————。北島 博（1970）：モモの新病害いば皮病
日植病報. 36(4)：260～265.
3. 大沼 幸男（1965）：39年度落葉果樹試験研究打合せ会議
病虫害分科会資料——病害——. 95～109.
4. 小 林 章（1965）園芸総論. 養賢堂. 東京
5. 岸 国 平・我孫子和雄（1971）：ナシ輪紋病の生態ならびに防除剤に関する研究.

園試報. A10:181~203

6. 高橋 俊作・水野 昇 (1969) : *Macrophoma* 属菌によるリンゴ腐敗病(仮称)に関する研究
第1報.
東北農業研究. 11:281~283.
7. 山田 峻一・中島 省三 (1959) : ミカンの炭疽病に関する研究
炭疽病菌の潜伏と伝染について
日植病報講要. 24(1):18
8. 富樫 浩吾 (1950) : 果樹病学. 121~122.
9. 加藤喜重郎・広田 耕作 (1969) : ナシ輪紋病に関する研究(4)
枝、葉、果実の感染と発病時期および病原菌の侵入部位について
愛知農総試報. 1:11~22.
10. 秋田県農政部農産普及課. (1971) : 昭和46年度果樹指導要項. 48 ; 無袋ゴールデン生産奨励
事業実績.

Studies on *Macrophoma* Fruit Rot of Apple and its Control

II. On the Causal Fungus and Control

S. Takahashi and N. Mizuno

Summary

Investigation and study was carried out on apple rot (tentative name) due to *Macrophoma* sp. which is caused by omitting the use of paper bags using Golden Delicious apples and the results obtained are as follows.

1. This disease occurs most often in the yellow varieties of apples such as Golden Delicious. Generally, the occurrence is about several % but sometimes it is 20-30 %, depending on the year and district.

2. This disease first appears during the latter part of August every year but most of it occurs on trees up to harvest time. Some occurs during storage.

First, this disease developed on the surface of apple fruits received more sunlight.

3. Attack on the fruit starts as a brown, round disease spot at a lenticel and then spreads over the entire fruit. Red pigment deposits around the disease spot but such a deposit is not found in case the disease spot spreads rapidly. Brown ring pattern can be observed if the rate at which the disease spot spreads is slow. Pycnidia form on the disease spot. The diseased fruit drops easily.

4. The fungus was isolated in almost a pure form and *Alternaria* sp. was isolated secondarily.

5. In case of ripe fruit, only those having injury are infected and spreads rapidly. As a result of comparison of contraction of disease among varieties, it was found that it was in the order of Ōrei > Toko > Golden Delicious > Indo > Fuji > Ralls Janet > Starking Delicious $\doteq$ Jonathan.

6. Injured branches also contracted the disease and it spreads rapidly but spreading is suppressed as the branch becomes older. Formation of pycnidia

indicated the some tendency also.

7. Cultivation of this fungus was good with PDA culture medium. The mycelia is greyish white at first but become black with time. The hypha branches have septa and are approximately 5μ in width. The pycnidium is spherical-flattened spherical shape and black, and the size is $230-350\mu$. Conidiophore grows densely on the inside of pycnidia, this is colorless and monospore, and one pycnospor is formed at the tip. Its size is $10-25 \times 2.5-5.0\mu$. The pycnospor is of the *Macrophoma* type and is colorless monospore and has an oblong-spindle form. The size is $17.5-30.0 \times 6.3-8.8\mu$ in case of cultured fungus and is $22.5-40.0 \times 5.0-10.0\mu$ when on the disease spot of branches.

8. This fungus grows at a temperature of about $10-30^{\circ}\text{C}$. The pycnidia formation temperature was a range of $20-35^{\circ}\text{C}$ and the optimum temperature was 30°C . Light is a necessary factor for formation of pycnidia and normal formation take place with fluorescent light intensity of $1000-9000\text{Lux}$.

9. The difference in growth of mycelia of fruit juice extract culture medium by variety was parallel to the difference in spreading of fruit disease spot by variety. There was no difference in the mycelia growth by age of bark extract culture medium.

10. The change in condition of the disease with ripeness of fruit with time was investigated and as a result, it was found that there is a correlation between the curve of progress of disease and the curve of decrease in fruit acidity (as malic acid). The turning point of fruit to contract the disease in latter part of July.

11. Infection of fruit takes place chiefly in June-July and there is very little infection after August. Infection of fruit takes place even if there is no injury in June-July but outbreak of disease takes place near the ripening period of the fruit.

12. Tomooxylan (30% organo-copper, 20% captan) was selected as the fungicide and this is the chief agent used as Spray Program for Apples in Akita Prefecture from 1969.

