

セイヨウナシ胴枯病の発生生態と 防除に関する研究

仲谷房治*

Studies on the Epidemiology and Control European Pear
Canker Cansed by *Diaporthe tanakae* Kobayashi et sakuma

Fusaharu NAKATANI

目 次

緒 言	の噴出消長
第I章 研究史	1. 子のう殻の形成状況
第II章 発生と防除の実態	2. 子のう胞子の噴出消長
第III章 病徴および病原菌	第4節 考察
第1節 病徴および発病消長	第V章 伝染環の解明
第2節 病原菌の分離	第1節 有傷接種による病原性検定および病徴 発現
1. 枝枯れ部からの病原菌の分離	第2節 柄胞子の無傷接種による病徴発現
2. 小黑点病斑からの病原菌の分離	1. 柄胞子濃度および接種時の枝齢と発病
3. 分離菌の病原性	2. 湿潤期間と発病
第3節 病原菌の形態	3. 接種時期と発病
第4節 病原菌の生理学的性質	第3節 柄胞子の自然感染による病徴発現
1. 菌叢の生育および柄子殻形成に及ぼす培 地の影響	第4節 子のう胞子の接種による病徴発現
2. 菌叢の生育に及ぼす温度, pH および糖 の影響	第5節 宿主範囲
3. 柄子殻および柄胞子の形成条件	第6節 考察
4. 柄胞子の発芽条件	第VI章 防除法
第5節 考察	第1節 防除薬剤の検索
第IV章 発生生態	1. 薬剤の柄胞子発芽抑制効果
第1節 小黑点病斑の形成および病斑進展	2. 薬剤の菌叢発育抑制効果
1. 小黑点病斑の進展経過	第2節 柄胞子噴出期における薬剤散布
2. 小黑点病斑の形成時期	1. 圃場における防除薬剤の検索および防除 効果の現れ方
3. 小黑点病斑の形成部位	2. 柄胞子の分散および薬剤散布時期と防除 効果
4. 新梢に形成される微小黒点	第3節 小黑点病斑形成枝に対する薬剤処理
5. 小黑点病斑形成量と枝枯れ	第4節 伝染源の剪除処分の防除効果
6. 未進展病斑の動向	第5節 考察
7. 小黑点病斑の病斑進展に関する要因	第VII章 総合考察
第2節 柄胞子の噴出消長	第VIII章 摘 要
1. 柄胞子の噴出消長	引用文献
2. 病斑進展温度と形成される柄胞子の種類	Summary
3. 柄胞子の生存期間	図 版
第3節 子のう殻の形成状況および子のう胞子	

* 現在 岩手県立農業試験場

緒言

明治初年、わが国に輸入されたセイヨウナシは、当初、全国各地で試作された。しかし、梅雨後から夏期にかけて雨量が多いため、枝葉の生長が旺盛になり花芽の分化が行われにくく、結実が不安定となり、栽培面積は増加しなかった。第二次世界大戦後、山形、青森、岩手、秋田、福島、長野など比較的雨量の少ない東日本に植栽が進み、産地が形成された。ところが収獲果は追熟を必要とする生果の取扱いの難しさおよび缶詰加工用品の価格低迷のため、栽培面積および生産量が減少した。これに拍車をかけるように胴枯病が多発し、大きな被害を与えるようになった。岩手県においては、1960年頃より加工用としてセイヨウナシの栽培団地が造成されてきたが、1970年代に胴枯病が多発したため、果実生産が激減するようになった。さらに胴枯病の多発は樹体の損傷、枯死の被害を招き、廃園に追いこまれる産地が生じ、大きな問題になった。発生当初は、短果枝群の萎ちょう枯死がおり、花腐れ症状に類似するなど、セイヨウナシ胴枯病の記載(田中, 1934)に一致しない点が多いため、病原自体が問題になっていた。また、本病は岩手県ばかりでなく北海道、東北地方に広く発生し、それらの栽培団地を次々に壊滅させるようになり、防除法の確立が緊急課題とされた。

セイヨウナシ胴枯病の発生は、1924年、中島・瀧元により最初に記載された。その後、1934年、田中は本病の病徴および発病消長を詳しく観察するとともに、病原菌の完全時代を発見し、*Diaporthe ambigua* (Sacc.) Nitschke と同定し報告した。病原菌の生理学的性質、接種試験による病原性について検討し、当面の防除法についても詳細に考察している。これをもとに多くの書籍(富樫, 1950; 中田, 1950; 福田ら, 1956; 北島ら, 1961)で本病の発生生態、防除法などが解説されてきた。しかしながら、その発生生態については不明な点が多く残されており、防除法に関しても試験は実施されておらず、根拠を欠くものが多かった。このため、発生生態に合致した防除法の確立が緊急課題とされていた。

以上のような背景に基づき、筆者は1979年以降セイヨウナシ胴枯病の研究に着手した。岩手県で発生しているセイヨウナシの枝枯れおよび短果枝群の萎ちょう枯死は、セイヨウナシ胴枯病菌によることを明らかにし、ついで伝染環を解明する上でその手掛かりになった黒点状の病斑を発見した。この黒点状病斑の形成および進展を中心に発生生態に関する試験を実施し、また接種試験によって伝染環を解明した。これらを基礎にして本病の防除法を確立し、防除効果の現れ方を明らかにした。本論文は、これまでに報告してきた研究結果を中心に発生生態と防除法について取りまとめたものであり、北海道大学審査学位論文である。

本論文を草するに当たり、恩師岩手大学名誉教授津山博之博士、北海道大学農学部教授生越明博士、同教授木村郁夫博士、同教授喜久田嘉郎博士には懇切なご指導とご校閲を賜った。ここに記して衷心より深謝の意を表する。

また、本研究を遂行するにあたって、前農林水産省果樹試験場保護部長佐久間勉博士、同企画連絡室長柳瀬春男博士、同病害第二研究室長工藤晟博士には懇切な助言とご指導を賜った。さらに佐久間勉博士には本論文のご校閲を賜った。

前岩手県園芸試験場長関澤博氏および前岩手県病害虫防除所長平良木武氏には共同研究者として種々のご援助とご指導を賜った。さらに平良木武氏には本論文のご校閲を賜った。本報告をとりまとめるにあたって、岩手県園芸試験場長伊藤明治氏、同前環境部長阿部禎氏、同前環境部長遠藤彦氏には多大のご配慮と激励をいただいた。ここに記して深甚なる謝意を表すしだいである。

第I章 研究史

Phomopsis 属菌によるセイヨウナシの枝幹性病害はヨーロッパでは古くから発生していた(Traverso, 1906; Masee, 1915; Grove, 1917; Anonymous, 1960)。この菌は、Nitschke (1876) が完全時代を発見した折に、*Diaporthe* 属を創設し、*Diaporthe ambigua* Nitschke とした。一方、Cayley (1923) は *Diaporthe pernicios* Marchal

がセイヨウナシの他、モモなどの核果類に die-back を起こすことを明らかにした。しかし、これらの病害の発生が少ないために発生生態および防除法の研究はほとんど行われていない。

わが国では中島・瀧元が1924年、セイヨウナシ胴枯病の発生を記載した。それによると、多数のセイヨウナシ苗木を枯死させる病害が朝鮮において1915年から発生しているが、病原は火傷病菌によるのではなく、*Phomopsis* sp. であるとされている。辻 (1926) は、同じ症状の病害が日本に広く分布していることを報告した。その後、田中 (1934) は本病に関する詳細な研究を行い、病徴、発病消長、病原菌の生理的性質、病原性について報告するとともに、完全時代の発見により、病原菌を *Diaporthe ambigua* (Sacc.) Nitschke と同定した。田中の報告後は、本病の発生は認められていたものの、大きな被害が報告されなかった。

1970年代に入り岩手県においてその被害が問題となり、試験研究が開始された (平良木・中野, 1976; 仲谷ら, 1980)。また、本病の発生は岩手県ばかりでなく、北海道や東北地方に広く発生し、栽培団地を次々に壊滅させるようになり、佐久間・宮川 (1981a, 1981b)、野呂ら (1983) も研究を開始した。

病原菌について、Wehmeyer (1933) は、Nitschke のタイプ標本の再吟味を行い、*D. ambigua* および *D. perniciosus* が *D. eres* Nit. の異名であるとした。また Kobayashi (1970) は、田中の菌が *D. eres* とは一致しないことを示した。佐久間らは病原菌の分離を行い、*D. ambigua* であるとしたが、子のう胞子の形態からヨーロッパで発生している胴枯病菌、*D. ambigua* とは異なることを示した。その後 Kobayashi・Sakuma (1982) は、岩手県で採集した標本について検討した結果、病原菌は新種であり、*Diaporthe tanakae* Kobayashi et Sakuma と命名・記載した。

田中 (1934) は、本病は萌芽前の4月上旬から発生し、7月上旬頃まで発生が続くこと、病状の最も顕著なものとして、2, 3年生枝の病斑進展による萎ちよう枯死を挙げている。6月中、下旬になると病斑部において柄胞子が噴出し、さらに10月中、下旬、あるいは4月上旬に子のう殻およ

び子のう胞子が形成されることを観察している。このように開花期における枝枯れ、6月における柄胞子の噴出、秋期における子のう胞子の形成など、伝染環の上で重要な現象が観察されているが、これらがどのように関連し、伝染環を形成するかについては明らかにされていない。

一方、リンゴ腐らん病 (富樫, 1950; 平良木, 1972; 佐久間, 1978; 藤田ら, 1979)、ナシ胴枯病 (遠藤, 1926; 富樫, 1950)、クリ胴枯病 (内田, 1977) 等の果樹類胴枯性病害は、傷痕感染し剪定痕、果痕、凍寒害部の傷口より侵入することが知られている。セイヨウナシ胴枯病については、田中 (1934) が野外の苗木 (フレミッシュ・ビューティ他4品種) に、子のう胞子および柄胞子の懸濁水を有傷接種 (小刀で傷を付け胞子懸濁水を接種した後、脱脂綿およびパラフィン紙で5日間被覆する方法) および無傷接種し、検討した。それによると子のう胞子を用いた場合、ブランデーワインに有傷接種で接種15日後に発病を認めた。また柄胞子の場合、ウインターネリス、パートレット、ブランデーワインに有傷接種で低率の発病を認めた。しかし無傷接種区では発病しなかった。さらに、皮目、気孔、芽苞りん片の脱落痕などにも無傷接種を行ったが、発病しなかったことから、セイヨウナシ胴枯病の場合も、傷痕感染すると結論した。しかしながら、有傷接種で自然発病と同様の病徴を再現させた例はなく、また、侵入門戸となる傷口が認められないなど、胞子の分散から発病に至る過程が明らかにされていない。

防除法に関する試験としては、田中 (1934) は硫酸銅および昇こうの水溶液濃度と胞子発芽の関係を調べているだけであり、他には行われていない。しかしながら、一般的な胴枯性病害と同様に被害枝の剪除焼却、病患部の削り取り、傷痕感染を前提にした傷口の癒合組織形成促進、排水対策等の耕種的防除法による耐凍性付与および冬期から萌芽前における石灰硫黄合剤の散布、萌芽期から幼果期におけるボルドー液散布等が古くから指導されてきた。これらの防除法は個別的な試験は実施されていないため、根拠を欠くものが多い。また、それぞれの防除法の防除効果がどのように現れるかは明らかにされていない。

第II章 発生と防除の実態

セイヨウナシ胴枯病の被害の大きさについては、田中 (1934) が記載しているが、枝枯れ等の発生量の調査は行われていない。本章では、本病が多発しているセイヨウナシの栽培団地および発生が増加しはじめている園芸試験場圃場において発生状況とまた実施されてきた防除法とについての調査結果を述べる。

第1節 発生状況

岩手県におけるセイヨウナシの栽培は、1960年頃より、缶詰め加工用として栽植が盛んとなり、県内数ヶ所に10haから40ha規模の協業方式の栽培団地が造成された。ところが1971年頃から遠野市の栽培団地で胴枯病の被害がみられるようになった。症状は開花期の短果枝群の萎ちょう枯死や枝枯れで、外観は火傷病に類似することから、その病原が問題にされた。その後、本病は県内の栽培団地で多発するようになり、比較的小規模な栽培団地は数年にして壊滅した。県内で最も規模が大きい紫波町水分地区の栽培団地 (面積: 40ha) においても、1977年頃から本病の発生が目立ち、累年増加の一途をたどり、生産量が著しく減少した。

毎年、多発生している紫波町上松本団地における胴枯病発生状況を図1に示した。この栽培団地では全体にまん延しており、すべての樹に発病が認められた。1樹当たりの枝枯れ発生数 (枝枯れ数と短果枝群の萎ちょう枯死数の合計値) は比較的均一であった。1979年は1樹当たり発生数が20~30のものが多く、平均23.2/樹であった。1981年は1樹当たり60.2の枝が枯死し、結実量が著しく減少し、大きな被害になった。1982年は発生が少なく、平均枝枯れ発生数は1樹当たり23.3であった。このように年次変動は認められるが、一度多発すると常発するようになり、本病の根絶は困難である。

一方、園芸試験場圃場においては、表1に示すように発生数は樹によってむらがあった。1樹当たり枝枯れ発生数は100を超える樹やまったく認められない樹があり、発生状況は上松本団地に比べ著しく異なった。多発生樹では毎年発病が多いことや多発生樹に隣接している樹でも、例年、発生がきわめて少ない樹が存在することが観察された。これには、本病は雨媒伝染し、近距離の伝搬が行われること、また栽植距離が長く、樹と樹が離れていることが関係するものと思われる。症状は短果枝群の萎ちょう枯死が多く、発生数の割には被害が少ない傾向が見られた。これは樹勢、整枝、剪定の違いから結果枝における短果枝群の構成比

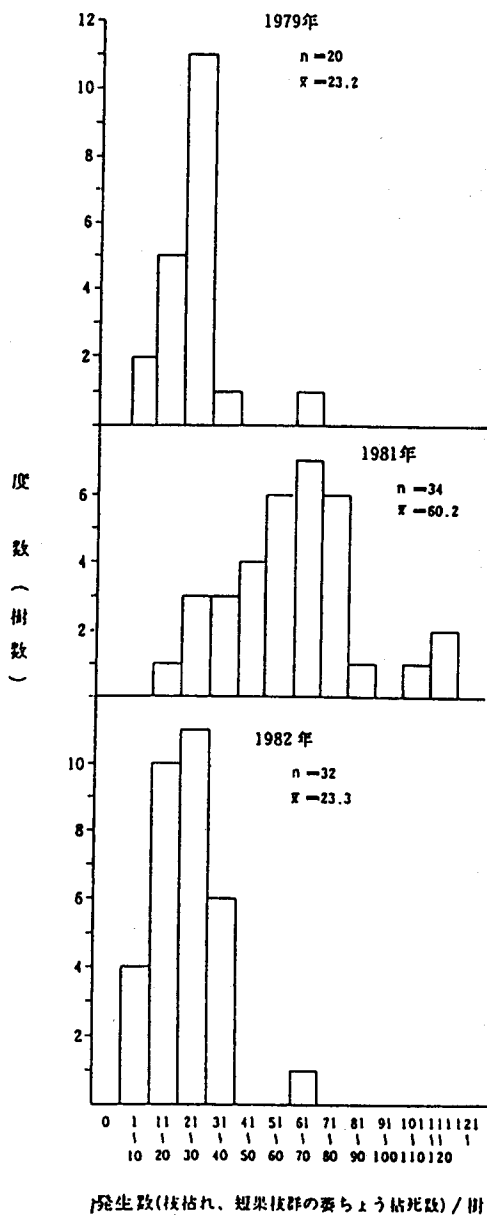


図1 紫波町上松本団地における胴枯病の発生状況

表2 紫波町のセイヨウナシ栽培団地における1974年の防除実績

回数	散布時期	散布薬剤	濃度	対象病害
1	4月29日	有機燐剤		
2	5月23日	有機燐剤		
3	6月3日	有機燐剤		
4	6月15日	キャプタン・有機銅水和剤 有機燐剤	600倍	輪紋病
5	7月5日	ボルドー液 有機燐剤	3-12式	輪紋病
6	7月15日	ボルドー液 有機燐剤	3-12式	輪紋病
7	7月25日	ボルドー液 有機燐剤	3-12式	輪紋病
8	8月5日	ボルドー液 有機燐剤	3-12式	輪紋病
9	8月15日	有機燐剤		

表3 紫波町のセイヨウナシ栽培団地における1979年の防除実績

回数	散布時期	基準薬剤	濃度	対象病害
1	休眠期 (3月20日)	P C P 石灰硫黄合剤	200倍 30倍	胴枯病
2	芽出10日後 (4月27日)	ベノミル水和剤 有機燐剤	3,000倍	胴枯病
3	5月7日	有機燐剤		
4	6月7日	ダイホルタン水和剤 有機燐剤	1,500倍	輪紋病
5	6月20日	ダイホルタン水和剤 有機燐剤	1,500倍	輪紋病
6	7月2日	ボルドー液 有機燐剤	4-12式	輪紋病
7	7月13日	ボルドー液 有機燐剤	4-12式	輪紋病
8	7月24日	ボルドー液 殺ダニ剤, 有機燐剤	4-12式	輪紋病
9	8月5日	ボルドー液 有機燐剤	4-12式	輪紋病
10	8月15日	ボルドー液 有機燐剤	4-12式	輪紋病
11	8月25日	キャプタン・有機銅水和剤	500倍	輪紋病
12	9月25日 (収穫直後)	ボルドー液	4-12式	胴枯病
13	11月3日	チオファネートメチル水和剤	1,500倍	胴枯病
14	12月5日	石灰硫黄合剤	30倍	胴枯病

第III章 病徴および病原菌

本病の病徴は、中島・瀧元（1924）および田中（1934）によって報告されており、枝枯れ症状がその特徴であるとされている。しかし、本病の顕著な病徴の一症状である短果枝群の萎ちよう枯死についてはまったく記載されておらず、このために、花叢の萎ちよう症に關与する病原菌が問題となっていた。そこで病徴および発病消長を詳細に観察するとともに病原菌の分離、同定を行った。さらに、枝上に散在する黒点状の病斑（以後、小黒点病斑と呼ぶ）の存在を新しく認めため、その症状を観察し、そこから病原菌の分離を行い比較した。

第1節 病徴および発病消長

本病は枝枯れ症状を呈し、多発生樹では1樹に100本を超える枝が発病することも珍しくない。激発樹では若い枝が次々と枯れるため、結実しなくなるばかりでなく、樹勢が衰え、ついには主枝を残すだけとなる。本病の典型的な病徴は、短果枝群の萎ちよう枯死（図版I-1）、2～3年生枝の枝枯れ（図版I-2）および小黒点病斑に大別される。

1) 発生時期 短果枝群の萎ちよう枯死および枝枯れは、早い場合4月に発生するが、通常、開花始め（5月上～中旬）ころより認められ、開花が進むにつれて発生量が増加する。発病盛期は5月中旬～下旬で、その後だいに減少し、6月中旬に終息する。まれに、7月になって枝枯れが認められることもある。

2) 短果枝群の萎ちよう枯死 本症状は一見、花腐症状を呈し、火傷病に類似するために誤診されやすい。しかし、胴枯病の場合は、果台部および結果枝基部の枝に存在する小黒点病斑が拡大進展し、枝枯れになるため、花叢が萎ちよう枯死する点で区別できる。萎ちようを始めた短果枝群を観察すると、果台部は淡墨色あるいは紫褐色に変色し、果台基部の表皮が数カ所で裂け始める。短果枝群の場合、発病枝はその表面が凹凸であったり、樹皮の色が黒ずむことがあるために、外側か

らは病斑部と健全部の境界が不明瞭であるが、切断すると樹皮が褐変している。また木質部の褐変も認められるが、健全部との境界が明瞭であり、暗褐色を呈する。果台基部の表皮が裂け始めてから5～7日経過すると、表皮が薄く剥かれるようになり、病斑部を取り囲むと樹皮部に裂け目が生じる。この部分は夏期にかけて病斑部の周囲に癒傷組織が形成される。萎ちようした花叢はやがて黒変、ミイラ化し自然に落下するが、秋期まで樹上に残るものもある。

3) 枝枯れ症状 枝枯れは2～3年生枝の若い枝で発生する。次に述べる小黒点病斑が進展拡大して、枝の周囲を取り囲むと、その先端部が萎ちよう枯死し、結果的に多くの花叢が枯死してしまう。病斑の拡大進展する期間は短く、枝の一部分のみに発病し、枝枯れにならないことが多い。この病斑は枝の長軸に沿った長円形を呈し、後に周囲に癒傷組織が形成され、盛り上がる。このため、病斑部の中央部が凹陷するように見える。また、病斑が小さいと、癒傷組織の形成の結果、発病部の樹皮が剥がれ、病斑部全体が癒傷組織で覆われることがある。一般に、病斑は夏～秋期において進展しない。越冬した病斑の中には、開花期においてまれに再進展する場合がある。

病斑の進展はほぼ5月一杯で停止し、6月には、柄子殻から白色ないし白桃色の糸屑状あるいはコイル状の孢子角を多量に噴出する。子のう殻は、柄子殻の形成が良好であった病斑のうち、枝枯れにならず、周囲に癒傷組織が形成され、さらに樹皮が剥がれていない病斑で形成される（図版I-3）。なお、子のう殻の頸部は11月下旬ないし12月に至り、樹皮上に突出する。

4) 小黒点病斑 小黒点病斑は、これまで報告がなく、著者が新たに発見した一症状であり、第IV章において詳細に記述する。小黒点病斑は本病の初期病斑であり、黒色～黒紫色を呈し、直径約1mmの円形で、表面がやや隆起する。1年生枝上に散在あるいは群がって存在する（図版I-4）。病斑の多くは比較的明瞭であるが、枝の樹皮の色調によって目立たない場合がある（図版I-5）。これは品種および枝齢によって異なる。病原菌は小黒点病斑の状態越冬し、多くは翌春に病斑が

進展し、その結果、枝枯れおよび短果枝群の萎ちよう枯死が発生する。

小黒点病斑を徒手切片により解剖的観察を行ったところ、周皮細胞の褐変が認められた(図版I-6)。

第2節 病原菌の分離

1. 枝枯れ部からの病原菌の分離

材料および方法

樹皮の表皮を殺菌かみそりを取り除き、健全部と罹病部の境界部を中心にした切片を作成し、これを種々の平板培地(PSA, ストレプトマイシン加用PSA, 乾アンズ煎汁, プイオン)に置床し、繁殖する菌を分離した。

結果

当初、病原菌が不明であったため、種々の発病部位から病原菌の分離を試みたが、枝枯れ症状を呈する2~3年生枝の病斑部からは、*Phomopsis* 菌が常に分離された。

花葉叢が萎ちよう症状を呈する短果枝を解剖すると、果台部の樹皮および木質部が顕著に褐変していた。また、萎ちようが進むと花芽基部も褐変し、水分がなくスポンジ状になっている状態が観察された。果台部周辺の樹皮褐変部からは *Phomopsis* 菌が常に分離された。しかし、花芽基部からは細菌も糸状菌も検出されなかった。

比較的太い枝で病斑進展が停止している部位の樹皮を剝離し、木質部の病斑部と健全部との境界部を観察すると、病斑部には白灰色を呈した1~2mm幅の菌叢が境界線に沿って繁殖していることがある。この菌叢からも *Phomopsis* 菌が分離された。

分離された *Phomopsis* 菌は、子のう胞子および柄胞子から分離した菌株と、菌叢の性状や培地上で形成される柄胞子の形態的特徴が類似しており、いずれも培地上の生育は劣った。

2. 小黒点病斑からの病原菌の分離

1) 分離枝の表面殺菌法の検討

材料および方法

枝の表面を流水でよく洗った後、1%次亜塩素

酸ナトリウム溶液で表面殺菌し、殺菌水で十分に洗浄した。殺菌剃刀を用いて小黒点病斑部の表面をはぎ、直径1~1.5mmの小切片とし、PSA平板に置床した。はじめに表面殺菌時間を明らかにするために、次亜塩素酸ナトリウム溶液の浸漬時間を1分、3分、5分、10分、20分、30分とし、殺菌時間と菌の分離状況を比較した。

また、新しい表面殺菌法として、クロロホルムガスを用いる方法を検討した。これはピーカーに枝を入れ、この中にクロロホルムを数滴落とし、プラスチックフィルムで密封し、表面の殺菌を行う方法であるが、処理時間を10分、20分および30分にし、分離率を比較した。

結果

1979年秋期に本病の多発樹に認められた小黒点病斑から病原菌の分離を試みた。表面殺菌を行わない場合、枝の表面上に存在する種々の雑菌が培地上に繁殖し、胴枯病菌の分離率は低かった。このため、枝を次亜塩素酸ナトリウム溶液で表面殺菌を行った後、小切片を作成し分離した。その結果、表4に示すように胴枯病菌の分離率が著しく向上した。表面殺菌溶液への浸漬時間は10~30分間が適当と思われる。

その後、より簡易な表面殺菌法としてクロロホルムガスを利用する方法を検討した。表5に示す

表4 表面殺菌による小黒点病斑からの胴枯病菌の分離^{a)}

次亜塩素酸 ナトリウム 処理時間	供試病 斑数 ^{b)}	分離菌数	
		本 菌	他の糸状菌
分			
0	20	2	18
1	20	12	7
3	20	12	6
5	20	7	11
10	20	16	3
20	20	14	4
30	20	18	1

a) 1%次亜塩素酸ナトリウム溶液に浸漬処理し、ついで殺菌水で洗浄したのち分離。

b) 1年生枝に存在する小黒点病斑。

ように、クロロホルムガスで20～30分間表面殺菌するときわめて高率で胴枯病菌が分離できる。なお、この方法は次亜塩素酸ナトリウム溶液で表面

殺菌する方法に比較して、殺菌後の薬液除去の繁雑さがなくきわめて簡便であった。

表5 クロロホルム処理による小黒点病斑からの胴枯病菌の分離

クロロホルム 処理時間	供試病 斑数 ^{a)}	分離菌					
		胴枯病菌		他の糸状菌		細菌	
		分離菌数	分離率 %	分離菌数	分離率 %	分離菌数	分離率 %
分							
10	50	34	68	6	12	8	16
20	50	47	94	3	6	0	0
30	50	50	100	0	0	0	0

a) 1年生枝に存在する小黒点病斑。

2) 小黒点病斑からの病原菌の分離

材料および方法

小黒点病斑の存在する枝を1%次亜塩素酸ナトリウム溶液に30分浸漬したのち殺菌水で洗浄する方法で表面殺菌し、病原菌を分離した。供試枝は小黒点病斑の存在する部位別すなわち1年生枝(秋期調査で、前年に発生し1年数ヵ月経過した枝)、2年生枝および短果枝群に区分した。

結果

表6に示すように1年生枝に存在する小黒点病斑からは、胴枯病菌が85%の高率で分離された。また、短果枝群の1年生枝に相当する部位(図3のb)に存在する小黒点病斑からも胴枯病菌が高率に分離された。さらに、2年生枝上の小黒点病斑からも分離率が劣るものの胴枯病菌が分離された。以上のことから、小黒点病斑は胴枯病菌によって形成されることが明らかになった。

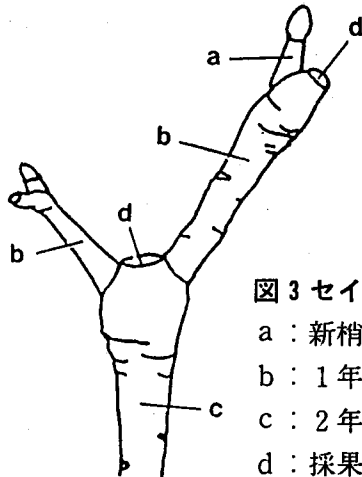


図3 セイヨウナシの短果枝群

- a: 新梢に相当
- b: 1年生枝に相当
- c: 2年生枝に相当
- d: 採果痕

3. 分離菌の病原性

材料および方法

枝枯病斑から分離した *Phomopsis* sp. を P S A 平板で培養して得た含菌寒天を接種源として、生育期のセイヨウナシ(品種:ラ・フランス)2年生枝の切枝に有傷接種を行った。付傷方法としては、①コルクボーラ(直径5mm)で樹皮を打ち抜く、②コルクボーラで樹皮を打ち抜いた後、半田鋏で焼傷をつける、③剃刀で樹皮の表層を削る、④剃刀で樹皮の表層を削った後、半田鋏で焼傷をつける、の4方法で、接種を行い、発病を比較した。なお、接種部位は乾燥を防ぐためにパラフィルムで覆った。接種枝は温室に入れ、20℃に保ち、発病経過を観察した。

表6 小黒点病斑からの胴枯病菌の分離^{a)}

小黒点病斑 の存在部位	供試 病斑数	分離菌			
		胴枯病菌		他の糸状菌	
		分離菌数	分離率 %	分離菌数	分離率 %
1年生枝	200	170	85	17	9
2年生枝	24	11	46	13	54
短果枝群	60	43	72	16	27

a) 1%次亜塩素酸ナトリウム溶液に30分浸漬処理し、ついで殺菌水で洗浄したのち分離。

結果

分離菌の含菌寒天を有傷接種し、発病経過を観察した。樹皮を打ち抜いた試験区①、②で病斑進展が認められたが、進展時期が遅かった。表7に示すように、進展した平均病斑長は接種15日後に2 cm、接種25日に9 cmを超えた。剃刀で樹皮の表

層を削った試験区③は発病しなかった。樹皮の表層を削った後、焼傷をつけた試験区④の場合、接種25日後に進展が観察された。無傷の場合、発病は認められなかった。なお、それぞれの病斑部からは、接種菌、*Phomopsis sp.* が再分離できた。

表7 分離菌の有傷接種による切り枝の発病

試験区・付傷方法	供試枝数 ^{a)}	接種15日後		接種25日後	
		発病枝数	病斑長 cm	発病枝数	病斑長 cm
①樹皮打ち抜き (コルクボーラ)	5	5	2.7	5	9.9
②樹皮打ち抜き+焼傷 (半田鋏)	5	4	2.7	5	9.0
③樹皮表層の削り傷 (剃刀)	5	0	—	0	—
④樹皮表層の削り傷+焼傷	5	0	—	3	6.3
⑤無傷	5	0	—	0	—

a) 供試枝：品種はラ・フランス，2年生枝。

第3節 病原菌の形態

子のう殻は、垂球形、大きさが450～670 μ mであり、子座内に埋生する。頸部は1cm²あたり約14個の密度で単独あるいは群がって樹皮上に突出している。突出している頸部は6個以下の集合体が多く、10個を超えるものは少ない。子のうは円筒形またはこん棒形であり、その膜は薄く、内部に8個の子のう胞子を含む。表8に示すように、子

のうの大きさは75.0～97.5 \times 7.5～12.5 μ m (87.5 \pm 5.9 \times 10.0 \pm 1.2 μ m)であった。子のう胞子は1列または2列に並び、円筒形～長楕円形であり、中央部に1個の隔膜を有し、この部分は多少くびれている(図版II-1)。各室には2個の油球が認められる。子のう胞子の大きさは14.5～17.5 \times 4.0～5.5 μ m (16.4 \pm 1.0 \times 4.6 \pm 0.4 μ m)であった。子のうおよび子のう胞子は無色であった。

表8 セイヨウナシ胴枯病菌の子のうおよび子のう胞子の比較

由来 <i>Diaporthe</i> spp.	子のう殻 μ m	子のう (平均値) μ m	子のう胞子 (平均値) μ m	測定者 (発表年次)
本菌 (自然産生)	450～670	75.0～97.5 \times 7.5～12.5 (87.5 \pm 5.9 \times 10.0 \pm 1.2)	14.5～17.5 \times 4.0～5.5 (16.4 \pm 1.0 \times 4.6 \pm 0.4)	仲谷ら (1980)
セイヨウナシ胴枯病菌 (<i>D. ambigua</i>)	320～550	60～96 \times 7.2～14	14.4～21.6 \times 3.5～8.5	田中 (1934)
セイヨウナシ胴枯病菌 (<i>D. tanakae</i>)	500～700	68～90 \times 7.5～10	12.5～17 \times 3～5	小林・佐久間 (1982)

柄子殻は扁フラスコ形、大きさが 600~1,500 μm であり、子座内に形成される。柄胞子は孢子角として噴出される。柄胞子は α 胞子および β 胞子の 2 形が認められた(図版 II-2)。表 9 に示すように、 α 胞子は紡錘形、大きさが $7.3\sim 13.7 \times 2.4$

$\sim 3.7 \mu\text{m}$ ($10.2 \pm 0.7 \times 2.9 \pm 0.3 \mu\text{m}$) で 2~5 個の油球を持つ。 β 胞子は鞭状であるが、大きくは屈曲しない。大きさが $10.2\sim 19.0 \times 1.0\sim 2.2 \mu\text{m}$ ($15.3 \pm 1.7 \times 1.4 \pm 0.2 \mu\text{m}$) であった。 α 胞子、 β 胞子ともに無色であった。

表 9 セイヨウナシ胴枯病菌の柄胞子の比較

由 来	α 胞子 (平均値)	β 胞子 (平均値)	測定者 (発表年次)
本 菌 (自然産生)	$7.3\sim 13.7 \times 2.4\sim 3.7$ ($10.2 \pm 0.7 \times 2.9 \pm 0.3$)	$10.2\sim 19.0 \times 1.0\sim 2.2$ ($15.3 \pm 1.7 \times 1.4 \pm 0.2$)	仲谷ら (1980)
" (培 地)	$7.3\sim 12.2 \times 2.2\sim 3.4$ ($9.8 \pm 1.0 \times 2.6 \pm 0.3$)	$12.7\sim 21.5 \times 1.2\sim 2.2$ ($15.8 \pm 1.6 \times 1.5 \pm 0.2$)	"
セイヨウナシ胴枯病菌 (自然産生)	$8.5\sim 15.5 \times 3.5\sim 5.5$	$15\sim 16 \times 2$	中島・瀧元 (1924)
セイヨウナシ胴枯病菌 ^{a)} (自然産生)	$7.2\sim 12.5 \times 2.0\sim 3.5$	$12.0\sim 21.6 \times 1\sim 1.5$	田 中 (1934)
セイヨウナシ胴枯病菌 ^{b)} (自然産生)	$9\sim 12.5 \times 2.5\sim 4$	$12\sim 20 \times 0.8\sim 1.5$	小林・佐久間 (1982)

a) *D. ambigua* b) *D. tanakae*

第 4 節 病原菌の生理学的性質

1. 菌叢の生育および柄子殻形成に及ぼす培地の影響

材料および方法

P S A 平板培地で生育させた胴枯病菌 (小黒点病斑から分離、保存したもの) 菌叢の周縁部を直径 5 mm のコルクボーラで打ち抜き、これを各種平板培地 (直径 9 cm のペトリ皿) に移植した。25℃, 20 日間培養した後、生育した菌叢の直径を測定した。また、培養を継続し、柄子殻の形成および柄胞子の溢出状況を観察した。

供試した培地は次のとおりである。コーンミール寒天培地：コーンミール (Difco 製) 17.0 g, 寒天 16.0 g, 水 1,000 ml。セイヨウナシ樹皮煎汁寒天培地：セイヨウナシ樹皮煎汁 1,000 ml (セイヨウナシ樹皮 50 g), コーンミール (Difco 製) 8.5 g, 寒天 16.0 g。V-8 ジュース寒天培地：V-8 野菜ジュース 100 ml, CaCO₃ 3.0 g, 寒天 16.0 g, 水 900

ml。斎藤氏タマネギ醤油寒天培地：タマネギ煎汁 100 ml (タマネギ 500 g / 水 500 ml), 醤油 50 ml, ショ糖 50.0 g, 寒天 16.0 g, 水 850 ml。ニンジン寒天培地：ニンジン煎汁 1,000 ml (ニンジン 200 g), ショ糖 10.0 g, 寒天 16.0 g。ジャガイモ・ショ糖寒天培地 (P S A) : ジャガイモ煎汁 1,000 ml (ジャガイモ 300 g), ショ糖 10.0 g, 寒天 16.0 g。麦芽エキス・酵母エキス寒天培地：麦芽エキス (Difco 製) 20.0 g, 酵母エキス (Difco 製) 2.0 g, ショ糖 10.0 g, 寒天 16.0 g, 水 1,000 ml。オートミール寒天培地：オートミール 30.0 g, ショ糖 10.0 g, 寒天 16.0 g, 水 1,000 ml。

結 果

菌叢の生育および柄子殻形成に適する培地を見出すために各種培地を供試し比較した。表 10 に示すように、菌叢の生育は斎藤氏タマネギ醤油寒天培地がもっとも優れ、ついでジャガイモ・ショ糖寒天培地 (P S A 培地) が優れた。オートミール寒天培地およびコーンミール寒天培地も菌叢の直径は大きくなるものの、菌叢は薄く生育量は劣っ

た。柄子殻および柄胞子の形成はP S A培地およびニンジン寒天培地が良好であった。これらのことからP S A培地は生育および柄胞子の形成ともに適する培地であると思われる。

2. 菌叢の生育に及ぼす温度、PHおよび糖の影響

材料および方法

生育に及ぼす温度の影響は、直径9 cmのペトリ皿中のP S A培地の中央部に、コルクボーラで打ち抜いた菌叢片(直径5mm)を置き、10~35℃の恒温器内で培養し、25日後に菌叢の直径を測定した。

生育に及ぼすP S A培地のPHの影響は、1 NのHClあるいはNaOHでPH 4.5~6.5に培地を調整し、直径9 cmのペトリ皿中の培地の中央部に、コルクボーラで打ち抜いた菌叢片(直径5mm)を置き、25℃で培養し、8日後および17日後に菌叢の直径を測定した。

ジャガイモ煎汁培地に添加する糖の種類が菌叢の生育に及ぼす影響を明らかにするために、ジャガイモ煎汁液に1%量の14種類の糖をそれぞれ添加した平板培地の中央部に、コルクボーラで打ち抜いた菌叢片(直径5mm)を置き、25℃で培養し、24日後に菌叢の直径を測定した。

P S A培地に添加するショ糖量が菌叢の生育に及ぼす影響を明らかにするために、P S A培地にショ糖量を1ℓ当たり10~50gそれぞれ添加した平板培地の中央部に、コルクボーラで打ち抜いた菌叢片(直径5mm)を置き、25℃で培養し、菌叢の直径を測定した。

結果

P S A培地で各温度における菌叢の生育を調査した。表11に示すように15~32℃で生育が認められ、適温は25~28℃であった。

P S A培地のPHを4.5~6.5に調整し、菌叢の生育に及ぼす影響を調べた。表12に示すようにPH5.0~6.0の範囲で菌叢の生育は良好であった。

ジャガイモ煎汁培地に添加する糖の種類が菌叢の生育に及ぼす影響を明らかにするために14種類の糖を供試し比較した。表13に示すように、イヌリンを除く他の糖類で菌叢の生育は促進された。単糖類では果糖がもっとも生育が優れ、ついでマンノース、キシロース、ガラクトース、アラビノースが優れた。ブドウ糖の生育はやや劣った。二糖類ではショ糖がもっとも生育が良好であり、ついで乳糖が優れた。多糖類ではデキストリン、糖アルコールではソルビトールが優れた。

P S A培地に添加する糖の量が菌叢の生育に及

表10 各種培地におけるセイヨウナシ胴枯病菌の生育と柄子殻および柄胞子の形成

培地	菌叢の直径 ^{a)} mm	柄子殻形成	柄胞子溢
コーンミール寒天培地	49※ ^{b)}	+	-
セイヨウナシ樹皮煎汁寒天培地	13	-	-
V-8ジュース寒天培地	41※	+	-
斎藤氏タマネギ醬油寒天培地	76	-	-
ニンジン寒天培地	30	+	+
ジャガイモ・ショ糖寒天培地(PSA)	45	+	+
麦芽エキス・酵母エキス寒天培地	34	+	-
オートミール寒天培地	85※	-	-

a) コルクボーラで打ち抜いた菌叢片を各種平板培地に移植し、25℃、20日間培養。

b) 菌叢が薄い。

表11 胴枯病菌の菌叢の生育と温度

培養温度 ℃	菌叢の直径 ^{a)} mm
10	- ^{b)}
15	15.0
20	34.3
22.5	46.5
25	69.8
27.5	74.0
30	67.5
32	13.4
35	-

a) 培養菌叢片をP S A平板培地に移植し、25日間培養。

b) 明瞭な生育は認められない。

ばす影響を明らかにするために、添加するショ糖量をそれぞれ1ℓ当たり10g, 20g, 30gとし比較した。表14に示すように、菌叢の直径が同程度であり、ショ糖量の差異は認められなかった。

3. 柄子殻および柄胞子の形成条件

材料および方法

PSA培地に培養菌叢片を置き、以下の光条件下で培養した。すなわち昼光色蛍光灯の連続照射(2,000lux), Black light blue 蛍光管(東芝, 20W, 以下BLBと略称)の連続照射, 採光式恒温器において自然光の散光下およびアルミホイルで二重に被覆した暗黒下における柄子殻の形成状況を観察した。

PSA平板に培養菌叢片を置き、自然光の散光条件下で、20℃, 22.5℃, 25℃および30℃の温度でそれぞれ培養した。形成された柄胞子は鏡検し、 α 胞子および β 胞子の構成状況を調べた。

結果

表15に示すように暗黒条件下では柄子殻は形成されなかったが、昼光色蛍光灯およびBLBの連続照射によって柄子殻の形成および柄胞子の溢出が認められた。また自然光の散光下においても同様であった。

PSA平板上の接種源から半径1.0cm以内の位置に形成される柄子殻から溢出する柄胞子の種類を培養温度別に比較した。表16に示すように、20℃および22.5℃で形成された柄胞子は α 胞子のみを含んでいた。25℃で培養すると α 胞子と β 胞子が混在するようになり、その大部分では β 胞子の構成比率が高かった。30℃で培養するとすべてが β 胞

表14 胴枯病菌の菌叢の生育とPSA培地に添加するショ糖量

ショ糖の 添加量	菌叢の直径 ^{a)}	
	10日間培養	15日間培養
g/ℓ	mm	mm
0	21.6	30.2
10	27.5	39.3
20	24.5	38.0
30	26.3	38.5

a) 培養菌叢片を平板培地に移植し、25℃で培養。

表12 胴枯病菌の菌叢の生育とPSA培地のpH

pH	菌叢の直径 ^{a)}	
	8日間培養	17日間培養
	mm	mm
4.5	17	40
5.0	20	47
5.5	22	48
6.0	21	49
6.5	20	45

a) 培養菌叢片をpHの異なるPSA培地に移植し、25℃で培養。

表13 培地^{a)}に添加する糖の種類と胴枯病菌の菌叢の生育

糖の種類 ^{b)}	菌叢の直径 ^{c)}
	mm
アラビノース	58
キシロース	62
ブドウ糖	50
マンノース	65
ガラクトース	62
果糖	68
麦芽糖	61
乳糖	68
ショ糖	75
マンニトール	55
ソルビトール	72
デキストリン	64
可溶性デンプン	55
イヌリン	43
無添加	40

a) ジャガイモ煎汁寒天培地。

b) 1%量添加。

c) 25℃, 24日間培養。

子だけを形成した。しかし、20℃で培養した場合でも培養菌叢の周縁部の柄子殻には β 胞子を含むものや β 胞子のみの場合が認められた。これらは一般に柄子殻が小さいものに見られた。

柄胞子の種類は溢出する柄胞子の色調でも判断できた。すなわち、 α 胞子だけを含む場合は桃色

を呈した。 α 胞子と β 胞子が混在し、 α 胞子の構成比率が高い場合は淡桃色を呈した。これに対し、 β 胞子の構成比率が高い場合および β 胞子のみを含む場合は白色を呈した。

4. 柄胞子の発芽条件

柄胞子は蒸留水中では発芽率が低い。発芽率を高めるために何が必要かを明らかにするために、栄養分を含むと考えられる溶液を添加して発芽状況を調査した。

材料および方法

柄胞子発芽時における懸濁液への添加溶液に関する試験は2回に分けて行った。

試験1においては、蒸留水に懸濁した柄胞子液 (α 胞子の懸濁液、以下柄胞子液と記述) と供試溶液を等量混合し、この混合液を2穴スライドグラス上に1穴当たり 100 μ l 滴下した。これを湿室にしたペトリ皿内のU字管の上に置き、25℃に保ち、48時間後に発芽率を調査した。供試溶液としては、セイヨウナシ樹皮煎汁液(10%量の樹皮を100℃, 30分浸出), セイヨウナシ葉煎汁液(10%量の樹皮を100℃, 30分浸出), 1%ブドウ糖液, 1%ショ糖液, 1%ペプトン液および蒸留水を用いた。

試験2においては、上記の2穴スライドグラスに、柄胞子懸濁液50 μ l, 供試溶液50 μ l を滴下した。これを25℃に保ち、20時間後に発芽率を調査した。供試溶液としては、ジャガイモ煎汁液 (PSA 培地用), 1%ブドウ糖液, 1%ショ糖液およ

表15 胴枯病菌の柄子殻形成に対する照明の効果

光照射条件 ^{a)}	柄胞子溢出柄子殻の形成の有無
蛍光灯連続照射	+
B L B連続照射	+
自然光・散光	+
暗 黒	-

a) PSA 平板に培養菌叢片を置き、種々の光照射条件下で培養。

び蒸留水を用いた。

柄胞子の発芽温度を明らかにするために、上記の2穴スライドグラスに柄胞子懸濁液およびジャガイモ煎汁液の等量混合液を1穴当たり 0.1ml 滴下し、10, 15, 20, 22, 25, 27, 30, 32℃の恒温器内に保ち、24時間後に発芽率を調べた。

結果

表17に示すように柄胞子懸濁液に1%ブドウ糖液, 1%ショ糖液, 1%ペプトン液および蒸留水をそれぞれ添加しても、発芽促進は認められなかった。セイヨウナシ樹皮あるいは葉の煎汁液およびジャガイモ煎汁液をそれぞれ添加した場合には、発芽率が著しく高まることが明らかになった。セイヨウナシ樹皮および葉の煎汁液を加えた場合、柄胞子が膨潤したが(図版II-3), ジャガイモ煎汁液の場合には認められなかった。

表18に示すように、10~32℃の温度範囲でいずれも柄胞子の発芽が認められ、20~30℃の温度範囲でよく発芽した。

表16 胴枯病菌の形成柄胞子の種類と培養温度との関係

培養温度 ℃	調査対象 柄子殻 ^{a)}	調査柄 子殻数	柄胞子の種類構成別柄子殻数					
			α	$\alpha > \beta$	$\alpha > \beta$	$\alpha < \beta$	$\alpha < \beta$	β
20	A	20	20	0	0	0	0	0
	B	20	10	2	3	2	0	3
22.5	A	20	20	0	0	0	0	0
25	A	20	0	0	3	3	9	5
	B	45	0	0	7	14	17	7
30	A	20	0	0	0	0	0	20

a) 調査対象柄子殻

A: PSA 平板上の接種源から半径 1.0cm 以内の位置に形成された柄子殻を対象。

B: PSA 平板培地に形成された全ての柄子殻を対象。

表17 柄胞子の発芽に対する添加溶液の影響

供試溶液	柄胞子発芽率 ^{a)}	
	試験1 ^{b)}	試験2 ^{c)}
	%	%
セイヨウナシ樹皮10%煎汁液	99.0	—
セイヨウナシ葉10%煎汁液	97.3	—
ジャガイモ煎汁液 (P S A用)	—	96.7
1%ブドウ糖	1.9	0.0
1%ショ糖	1.4	0.0
1%ペプトン	9.9	—
蒸留水	6.3	0.0

a) 柄胞子懸濁液と供試溶液を等量に混合した液を2穴スライド上に100 μ l滴下したのち、温室にしたペトリ皿に置き、25 $^{\circ}$ Cに保った。

b) 48時間後の発芽率。

c) 20時間後の発芽率。

第5節 考 察

岩手県内のセイヨウナシに花腐れ症状や枝枯れ症状を呈する病害が1970年代に多発するようになり、次々と廃園に追い込むほどの被害になった。短果枝群の萎ちよう枯死は、リンゴモニリア病の花腐れや株腐れ、あるいは火傷病の症状と類似しており、また、胴枯病の病徴に短果枝群の萎ちよう枯死の記載がなかったため、その病原が何であるかが問題となっていた。このため、発病経過を観察するとともに、種々の部位から病原菌の分離を試みた。その結果、短果枝群の萎ちよう枯死は、果台部における病斑進展によって生じ、その部分からは細菌は検出されず、*Phomopsis* 菌が分離された。また枝枯れ症状からも同様の *Phomopsis* 菌が分離された。枝枯れの発病経過を観察すると、病斑部に *Phomopsis* 菌の孢子角の噴出が認められ、また低頻度であるが、子のう殻および子のう胞子の存在が明らかになった。

種々の発病部位から分離された *Phomopsis* 菌は、子のう胞子および柄胞子からの分離菌と菌叢の性状、培地上の生育が不良であることおよび培地で形成される柄胞子の形態がきわめて類似することから、同一種であると判断された。完全時代の形態を比較すると、表8に示すように、田中(1934)

表18 胴枯病菌の柄胞子の発芽に及ぼす温度の影響

温 度	柄胞子発芽率 ^{a)}
$^{\circ}$ C	%
10	7.6
15	34.5
20	71.1
22	76.1
25	75.0
27	80.0
30	76.0
32	39.4

a) 24時間後の発芽率 (添加溶液：ジャガイモ煎汁液)。

が記載したセイヨウナシ胴枯病菌, *Diaporthe ambigua* (Sacc.) Nitschke と大きな差異は認められなかった。また不完全時代の α 胞子および β 胞子の形態を比較しても、表9に示すように田中の記載と一致した。分離菌は焼傷接種で病原性を示し、再分離できたことから、これを病原菌と認めた。さらに第V章において詳細に示すが、柄胞子および子のう胞子の接種による自然病斑の再現試験の結果から、短果枝群の萎ちよう枯死および枝枯れは、セイヨウナシ胴枯病菌, *Diaporthe ambigua* (Sacc.) Nitschke に起因すると結論づけた。

筆者ら(1980)は、花腐れ症状や枝枯れを起こす病原菌が田中(1934)の記載したセイヨウナシ胴枯病菌 (*Diaporthe ambigua*) であるとしたが、佐久間・宮川(1981)は子のう胞子の形態からヨーロッパで発生している胴枯病菌 (*Diaporthe ambigua*) とは異なることを示した。その後、Kobayashi・Sakuma(1982)は、病原菌が新種と記載し、*Diaporthe tanakae* Kobayashi et Sakuma と命名記載した。

セイヨウナシ胴枯病による被害は、外観的にセイヨウナシ火傷病と著しく類似するため、本病の初記載(中島, 1924)以来、両者が対比されてきた。近くはSakumaら(1982)が両者の違いを示した。胴枯病の病徴記載に、開花期における短果

枝群の萎ちよう枯死がなかったことに加え、発病部位および侵入門戸の観察が不十分であったことが本病の診断に混乱を来たしてきたものと考えられる。

著者は病徴観察の過程で枝枯れおよび短果枝群の萎ちよう枯死の他に小黒点病斑を発見した。本症状は胴枯病の発生樹において認められたので、病原菌の分離方法を検討するとともに、1年生枝、2年生枝および短果枝群に存在する小黒点病斑から病原菌の分離を試みた。その結果、次亜塩素酸ナトリウムで表面殺菌する方法でいずれの部位からも胴枯病菌が分離された。2年生枝に比較して1年生枝が分離率が高かったが、これは、第IV章で明らかにするように2年生枝上の小黒点病斑は1年生枝に形成された小黒点病斑が進展できずに残ったものが含まれ、質的にやや異なるためと思われる。また分離の際、表面殺菌法としてクロロホルムを用いると、簡便でかつ雑菌の繁殖を抑制し、きわめて高率に胴枯病菌を分離することができた。このように小黒点病斑は本病の初期病徴であることが明らかになったが、この病斑の形成に関する研究は本病の発生生態を解明する上できわめて重要な手がかりになると考えられた。

胴枯病菌の生育は斎藤氏タマネギ醬油培地がもっとも優れ、ついでPSA培地が優れた。柄子殻および柄胞子の形成はPSA培地およびニンジン寒天培地が良好であった。これらのことからPSA培地は培養菌叢および柄胞子を得るために適すると思われる。ジャガイモ煎汁培地に添加する糖の種類が生育に及ぼす影響を調べたところ、単糖類では果糖、マンノースなどが優れ、ブドウ糖はこれらに比較すると劣った。二糖類ではショ糖がもっとも生育が良好であった。このことは、PSA培地がPDA培地より優れることを示すものである。またPSA培地に添加するショ糖量は、1~3%の範囲で生育量の差異が認められないことから、添加量は常用濃度の1%で十分と判断した。またPSA培地のPHは、PH5.0~6.0の範囲で生育が良好であることから、培地のPHの修正を行う必要がないことも明らかになった。

菌叢の生育は15~32℃の範囲でみられ、25~28℃が適温であった。

柄子殻および柄胞子の形成には光が必要であり、BLBおよび昼光色蛍光灯の照射によって形成が促進された。また自然光の散光下においても柄子殻形成および柄胞子の溢出が認められた。

培養温度と形成柄胞子の種類との間には密接な関係が認められた。20℃および22.5℃の低温条件下では α 胞子が形成され、25℃で培養すると α 胞子を含む β 胞子が主に形成されるようになり、30℃の高温条件下では β 胞子のみが形成された。この結果は、田中(1934)が18~19℃で培養すると α 胞子のみを、25℃では主として β 胞子を生産することを示したが、これと一致した。このように低温側では α 胞子が、高温側では β 胞子が形成されることは、カンキツ黒点病菌(*Phomopsis citri*, 小泉, 1965; 大森, 1973), リンゴ胴枯病菌(*Phomopsis mali*, 原田ら, 1972), ブドウホモプシス腐敗病菌(*Phomopsis* sp., 粕山ら, 1981; 畑本, 1989)で知られている。一方、西川(1957)によるとナス褐紋病菌(*Phomopsis vexans*)は高温側で α 胞子を、低温側では β 胞子を生ずるといふ。 α 胞子しか発芽しないため、 α 胞子が形成される高温で多発するとされている。本病原菌の場合、第IV章で示すように自然界における柄子殻形成時期は、低温条件下にあり、伝染源の α 胞子の形成に適すると思われる。この結果、外気温が柄胞子の種類を決定し、これが感染時期に影響するものと考えられる。しかし、低温条件下で培養しても培養菌叢の周縁部近くの柄子殻には β 胞子が形成されることがあり、柄胞子の種類の決定には他の要因も関係すると思われる。

培地上の柄子殻から溢出する胞子塊は α 胞子を含むと桃色~淡桃色を呈し、 α 胞子を含む胞子塊は肉眼で容易に判断できる。これは他の多くの*Phomopsis*菌には見られない現象であり、本病原菌の特徴の一つと言えよう。

柄胞子の発芽については、田中(1934)はブドウ糖1%液でよく発芽するとしているが、本試験では、柄胞子(α 胞子)懸濁液にブドウ糖あるいはショ糖を添加しても、発芽促進は認められなかった。セイヨウナシの樹皮、葉あるいはジャガイモの煎汁液を添加すると柄胞子の発芽は著しく促進された。この際、セイヨウナシの樹皮および葉の

煎汁液を加えた場合、柄胞子の膨潤が認められ、ジャガイモの煎汁液の場合は認められなかった。柄胞子の膨潤については、田中(1934)が柄胞子懸濁液乾燥処理を行った場合にのみ生じ、正常の発芽においては膨潤しないことを報告している。柄胞子の膨潤については発芽条件および膨潤の意義について検討が必要と思われる。

柄胞子の発芽は、菌叢の発育がほとんど見られない10℃から、32℃の高温条件でも認められ、発芽温度は広範囲であることが明らかになった。適温は20~30℃であった。

第IV章 発生生態

本病の一症状である小黒点病斑の進展経過、形成時期、形成部位、形成量と被害について調査を行い、小黒点病斑の役割および生態的意義について検討した。一方、柄胞子は6月に孢子角として

噴出することは観察されているが(中島・瀧元, 1924; 田中, 1934), 噴出消長は明らかにされていない。また、子のう胞子もその存在が知られているだけであり(田中, 1934), 胞子の分散に関する調査、観察はまったく行われていない。これらの諸点を明らかにするため、両胞子の噴出消長を調査した。

第1節 小黒点病斑の形成および病斑進展

1. 小黒点病斑の進展経過

1979年の秋期に試験場内の胴枯病の多発生樹の枝に小黒点病斑が存在することを発見した。小黒点病斑が認められた1年生枝(越冬後の調査時: 2年生枝)および短果枝に印をつけ、病斑進展状況を観察した。

表19に示すように小黒点病斑はそのままの状態越冬し、翌春の開花始め(5月12日)頃より病

表19 小黒点病斑形成枝の病斑進展経過(岩手園試場内圃場, 1980年^{a)})

No.	小黒点病斑が 存在する枝	小黒点 病斑数	4月		5月			6月			
			23日	12日	17日	22日	27日	2日	7日	12日	18日
1	2年生枝 ^{b)}	8	- ^{c)}	-	-	+ ^{d)}	+	⊕ ^{e)}	⊕	⊕	⊕
2	"	12	-	+	+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
3	"	9	-	-	+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
4	"	10	-	-	+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
5	"	12	-	-	+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
6	短果枝群	8	-	-	+	+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
7	"	16	-	+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
8	"	8	-	-	+	+	+	+	+	+	+
9	"	1	-	-	+	+	+	+	+	+	+
10	"	3	-	-	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
11	"	3	-	-	+	+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
12	"	3	-	-	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
13	"	2	-	-	-	-	+	+	+	+	+
14	"	6	-	-	-	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
15	"	3	-	-	-	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕

a) 調査年の開花始め: 5月12日, 落花期: 5月20日。

b) 小黒点病斑の発見時(1979年秋期)は1年生枝に相当。

c) -: 明瞭な病斑拡大が認められないもの。

d) +: 明瞭な病斑拡大が認められたもの。

e) ⊕: 病斑拡大のため、病斑部より先端が萎ちよう枯死したもの。

斑が拡大した。初めは小黑点病斑を中心にして不明瞭な病斑が周囲に進展し、しだいに明瞭な病斑が形成され(図版II-4, 5), 典型的な枝枯れとなった。開花終期にあたる5月17日には大部分の枝で病斑が進展し、本病の特徴である短果枝群の萎ちょう枯死が観察された。5月22日には2年生枝に枝枯れが発生した。この頃には病斑進展が遅くなり、6月に入るとほとんどが停止した。

2年生枝(表19の調査枝No.1~No.5)上には多くの病斑が形成されていたが、この場合には個々の病斑が進展し、それぞれが融合して大型病斑となった。2年生枝に比較して、細くかつ短い短果枝群(表19の調査枝No.6~No.15)は、小黑点病斑が少ない場合でも枝枯れを起こす傾向が認められた。

このように、枝枯れは小黑点病斑が進展して生じ、小黑点病斑以外の部位からは生じないことから、小黑点病斑は胴枯病の初期病斑であること、また、病原菌の越冬部位であることが判明した。

2. 小黑点病斑の形成時期

試験場内において、毎年胴枯病の発生が認められている樹(2樹, 品種: パートレット)を選び、その1年生枝(40本)およびその先端部から生ずる新梢に小黑点病斑が存在していないことを確認した後、印を付け小黑点病斑の形成状況を追跡観察した。1980年は6月18日, 7月10日, 22日, 8月2日, 8日, 18日, 26日, 9月2日, 9日, 16日, 24日, 30日, 11月5日に枝ごとの小黑点病斑形成状況を調査した。1981年も同様の調査を7月

表20 小黑点病斑の形成時期

調査年月日	調査枝数 ^{a)}	1年生枝		新梢 ^{b)}
		発病枝数	小黑点病斑数	発病枝数
[1980年]				
6月18日	40	0	0	0
7月10日	40	0	0	0
22日	40	0	0	0
8月2日	40	6	47	0
8日	40	9	62	0
18日	40	10	101	0
26日	40	13	125	0
9月2日	40	15	141	0
9日	40	15	143	0
16日	40	15	143	0
24日	40	15	143	0
30日	40	15	143	0
11月5日	40	15	143	0
[1981年]				
7月15日	40	0	0	0
31日	40	7	76	0
8月18日	40	8	100	0
9月2日	40	16	138	0
16日	40	16	159	0
10月16日	40	16	160	0

a) あらかじめ印をつけた枝, 品種: パートレット。

b) 調査した1年生枝から生じた枝。

15日, 31日, 8月18日, 9月2日, 9日, 16日および10月16日に行った。

1980年に行った小黒点病斑の形成時期に関する調査結果を表20に示した。6月18日, 7月10日および7月22日の調査では小黒点病斑は全く認められなかったが, 8月2日には調査枝40枝中, 6枝の1年生枝上において小黒点病斑の形成が確認された。初期病斑はきわめて小さな褐色～黒褐色の点であり, 判別は困難であったが, しだいに明瞭な黒色あるいは黒紫色の円形病斑となり, 8月8日, 8月18日, 8月26日と時間の経過とともに, 発病枝数および病斑数が増加した。なお, 枝当たりの小黒点病斑数が多い枝は早期から発生が目立ち, 形成量が少ない枝では確認が遅れる傾向を示した。9月2日以降は新たな病斑の形成は認められなかった。秋末には直径が約1mmの小黒点になった。なお, 新梢では小黒点病斑は全く認められな

かった。

1981年も同様の調査を行った。7月15日の調査では観察されなかったが, 7月31日に1年生枝上に多数存在しているのが確認された。その後, 8月18日, 9月2日と経過するにつれ, 発病枝数および病斑数が増加した。9月2日以降は発病枝数の増加が認められないものの, 病斑数は引き続き増加した。しかし9月16日以降においては病斑数の増加は停滞した。前年同様, 新梢では全く認められなかった。

これらのことから, 本病の初期病徴である小黒点病斑は1年生枝上に7月末から見え始め, 8月から9月中旬にかけて形成されることが明らかになった。

3. 小黒点病斑形成部位

毎年胴枯病が多発生している紫波町の栽培園に

表21 胴枯病の多発園におけるパートレットの小黒点病斑の枝齢別分布 (1980年)

枝 齢	調査枝数	枝当たり小黒点病斑数の頻度分布							
		0	1~10	11~20	21~30	31~40	41~50	51~100	101~
新 梢	95	95	0	0	0	0	0	0	0
1 年生枝	91	8	35	18	9	4	3	5	9
2 年生枝	42	29	12	1	0	0	0	0	0
3 年生枝	16	16	0	0	0	0	0	0	0

において, 1980年11月15日枝齢別に小黒点病斑の有無および病斑数を調査した。枝齢はその年に生じた枝を新梢, 前年に生じた枝を1年生枝, 2年前の枝を2年生枝, 3年前の枝を3年生枝とした。また短果枝群についても同様の調査を行った。図4に示すように, 短果枝群をI, II, III, IV, Vに区分し, それぞれ新梢に相当する部分を“S”, 前年に生じた部分を“1”, 2年前に生じた部分を“2”, 3年前に生じた部分を“3”, 4年前に生じた部分を“4”に区別して調査を行った。なお調査に供した品種はいずれもパートレットを用いた。

表21に示すように, 小黒点病斑は新梢になく1年生枝に多数認められた。1年生枝上の病斑数は枝当たり1~10個の範囲のものが多かった。中には, 100個を超えるほどに密集している枝も認め

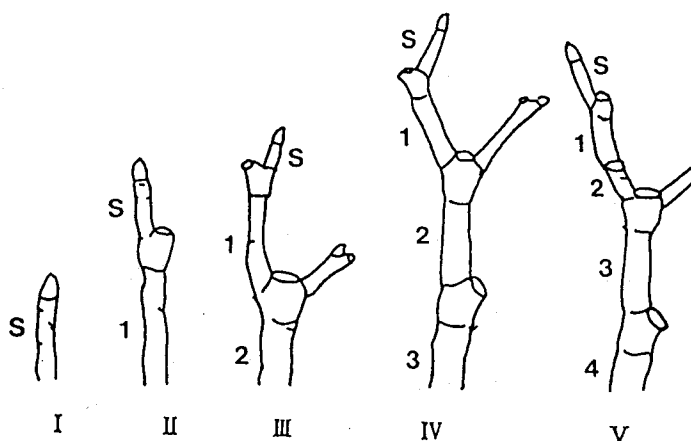


図4 短果枝群および枝齢の区分

- S : 新梢に相当
- 1 : 1年生枝に相当
- 2 : 2年生枝に相当
- 3 : 3年生枝に相当
- 4 : 4年生枝に相当

表22 胴枯病が多発しているパートレットの短果枝群における小黑点病斑の枝齢別分布 (1980年)

短果枝群の区分 ^{a)}	調査枝数	枝齢 ^{b)}	枝当たり小黑点病斑数の頻度分布								
			0	0	11	21	31	41	51	101	
			0	~	~	~	~	~	~	~	
I	311	S	311	0	0	0	0	0	0	0	0
II	105	S	105	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	55	39	8	1	1	1	0	0	0
III	71	S	71	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	51	18	0	2	0	0	0	0	0
		2	67	4	0	0	0	0	0	0	0
IV	25	S	25	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	22	3	0	0	0	0	0	0	0
		2	24	1	0	0	0	0	0	0	0
		3	25	0	0	0	0	0	0	0	0
V	10	S	10	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	9	1	0	0	0	0	0	0	0
		2	10	0	0	0	0	0	0	0	0
		3	10	0	0	0	0	0	0	0	0
		4	10	0	0	0	0	0	0	0	0

a) 短果枝群の区分 図4を参照。

b) 枝齢の区分 図4を参照。

られた。2年生枝においても認められたが、その多くは直径が2~3mmと大きく、その性状は前年に形成された病斑が拡大進展できなかった病斑に類似した。3年生枝は調査枝数が少なかったが、小黑点病斑は認められなかった。

短果枝群においても同様の調査を行った。表22に示すように、小黑点病斑は当年に生じた部分(表22におけるI, II, III, IV, Vの“S”)にはまったく存在せず、前年に生じた部分(II, III, IV, Vの“1”)に認められた。2年前に生じた部分(III, IV, Vの“2”)においても低率であるが存在した。3年あるいは4年前に生じた部分(IV, Vの“3”, “4”)では小黑点病斑は認められなかった。

4. 新梢に形成される微小黒点

これまでの調査によると、初期病斑である小黑点病斑は新梢に認められず、夏期に1年生枝上に形成される。この状態で越冬し、翌春の開花期に病斑が進展し、枝枯れが生じる。このことは開

期に2年生枝が枯死することを意味する。ところが果樹試験場盛岡支場において1年生枝の枯死が観察されている。このため秋期における新梢の小黑点病斑の形成状況を観察するとともに、病原菌の分離を試みた。また、岩手県園芸試験場の場内圃場において毎年薬剤散布を行わず、胴枯病を激発させ、新梢の小黑点病斑の形成状況を調査した。

1) 病原菌の分離

材料および方法

胴枯病が多発している果樹試験場盛岡支場において、1981年11月4日に小黑点病斑形成状況を観察し、そこで新梢に形成されている微小黒点から病原菌の分離を試みた。新梢の枝表面を流水でよく洗浄し、1%次亜塩素酸ナトリウム溶液に20分間浸漬したのち、殺菌水で数回洗浄した。ついで殺菌剃刀を用いて、微小黒点の表面を剥ぐように直径0.5~1.0mmの小切片を作成し、PSA平板に置床した。

結果

胴枯病が激発している果樹試験場盛岡支場において、小黒点病斑形成状況を観察したところ、特

定の品種、エミール・ヘイストでは新梢に微小な黒点が存在することを認めた。そこで病原菌の分離を試みたところ、表23に示すように、胴枯病菌

表23 新梢の微小黒点からの胴枯病菌の分離^{a)}

分離品種 ^{b)}	供試病斑数	分離菌			
		本菌		他の糸状菌	
		分離数	分離率 %	分離数	分離率 %
エミール・ヘイスト	40	23	57.5	17	42.5
パートレット	5	3	60.0	1	20.0

a) 枝表面を流水で洗浄し、1%次亜塩素酸ナトリウム溶液で20分間表面殺菌したのち、殺菌水ですすぎ、剃刀を用いて微小黒点の小切片を作成し、PSA平板に置床した。

b) 果樹試験場盛岡支場の植栽樹。

表24 激発樹^{a)}における小黒点病斑の枝齢別分布 (1991年)

調査枝	1年生枝			新梢		
	長さ cm	小黒点病斑数	10cm当たり 小黒点病斑数	長さ cm	小黒点病斑数	10cm当たり 小黒点病斑数
No. 1	44	305	69.32	77	43	5.58
2	48	15	3.13	99	0	0.00
3	55	47	8.55	144	1	0.07
4	42	63	15.00	143	26	1.82
5	99	45	4.55	108	0	0.00
6	24	116	21.09	55	21	3.82
7	55	120	21.82	84	18	2.14
8	66	353	53.48	110	0	0.00
9	90	245	27.22	92	2	0.22
10	80	383	47.88	52	0	0.00
11	78	278	35.64	48	3	0.63
12	90	457	50.78	90	7	0.78
平均値		202.3	29.87		10.1	1.26

a) 10年間、薬剤散布を行わず、胴枯病を激発させた樹 (品種：パートレット)。

が分離された。分離率は、57.5%を示し、1年生枝の場合に比較すると劣った。またパートレットにもまれに微小な黒点が存在しており、これらからも胴枯病菌が分離できた。

2) 激発樹の新梢における小黒点病斑形成状況

岩手県園芸試験場の場内圃場において10年間薬剤散布を行わず、胴枯病を激発させた樹 (品種：パートレット) を対象として、新梢および新梢が生じている1年生枝に形成されている小黒点病斑数を調べ比較した。

新梢および新梢が生じている1年生枝上に存在する小黒点病斑数を表24に示した。1年生枝の場

合、任意に選んだ調査枝12本のいずれも小黒点病斑が多数認められた。病斑数が多い枝の場合、病斑が群集しており、病斑数を数えることは困難を極めたが、形成病斑数の平均値が枝当たり202.3個、枝の長さ10cm当たり29.87個であった。新梢を観察すると、微小黒点(図版II-7)が調査枝12本中、8本で認められた。病斑数は、枝当たり10.1個、枝の長さ10cm当たり1.26個であり、1年生枝に比較するときわめて少なかった。

5. 小黒点病斑の形成量と枝枯れ

1) 小黒点病斑の進展病斑長

小黒点病斑1個が春季に進展できる病斑長を明らかにするために、試験場内の胴枯病発生樹(品種:バートレット)について、1983年4月に2年生枝上に形成されている小黒点病斑を観察し、小黒点病斑が散在している2年生枝を選び、さらに周囲に病斑がなく孤立している病斑60個に印をつ

表25 2年生枝上の孤立している小黒点病斑1個の病斑進展状況(1983年)

進展病斑長	該当病斑数	同左割合	進展病斑中の割合	枝枯れになった病斑数	胞子角が噴出した病斑数
cm	個	%	%		
—	24	40.0		0	0
~1.0	14	23.3	38.9	0	0
1.1~2.0	6	10.0	16.7	0	0
2.1~3.0	8	13.3	22.2	0	0
3.1~4.0	7	11.7	19.4	0	0
4.1~5.0	1	1.7	2.8	0	0
5.1~	0	0.0	0.0	0	0

表26 2年生枝上の小黒点病斑形成量と病斑進展状況(1981年)

2年生枝上の小黒点病斑形成量	該当枝数	未進展枝数	進展枝数	枝枯れ数	胞子角噴出枝数
個/枝					
1~10	20	4	16	0	4
11~20	6	0	6	3	1
21~30	6	0	6	6	3
31~40	4	0	4	4	2
41~	4	0	4	4	2

け、その進展状況を観察した。進展病斑長は、進展が停止後の5月26日にその長径を測定した。

表25に示すとおり、調査病斑のうち、拡大進展が認められなかったものは40%存在した。進展程度の軽い病斑は大部分であり、進展病斑長が1cm以下のものが進展病斑中の38.9%、1.1~2.0cmのものが16.7%、2.1~3.0cmのものが22.2%を示した。4.0cm以上に拡大するものものはわずか2.8%であった。進展して生じた病斑長の平均値を求めると1.9cmであった(図版II-6)。このように進展病斑長が小さいと、発病部が枝の周囲を

表27 短果枝上の小黒点病斑1個の病斑進展状況

調査短果枝	病斑進展	花叢の萎ちよう	胞子角の噴出
No. 1	+	-	-
2	-	-	-
3	-	-	-
4	+	+	-
5	-	-	-
6	+	+	-

取り囲むことがないため、結果的に枝枯れをおこすこともなく、また、胞子角の噴出も観察されなかった。

2) 小黒点病斑数と枝枯れ

枝当たり小黒点病斑数と枝枯れの関係を明らかにするために、1981年4月24日に試験場内のバートレットの短果枝を有する2年生枝40本について小黒点病斑形成状況を調査し、その後の病斑進展状況を観察した。また小黒点病斑が1個だけ存在する短果枝を探し出し、病斑進展状況を比較観察した。

1年生枝上に形成される小黒点病斑形成量と翌春、病斑進展のため発生する枝枯れ(2年生枝)の関係を表26に示した。小黒点病斑形成量が枝当たり1~10個で肉眼的には病斑が散在している場合、20%の50枝では病斑進展が認められなかった。80%が進展したが、いずれも枝枯れに至らなかった。また、進展病斑上で胞子角の噴出が認められる枝も少なかった。形成量が枝当たり11~20個になると、調査枝6本のいずれにも病斑進展が認められ、3本に枝枯れが発生した。しかし、胞子角の噴出枝は少なく、1本だけに認められた。枝当たりの形成量が21~30個、31~40個および41個以上に群集すると、調査枝全てが進展し、枝枯れになった。また、胞子角の噴出も顕著に認められた。

小黒点病斑が1個存在する短果枝の病斑進展状況を表27に示した。調査短果枝6本の内3本(第27表における調査枝No.1, No.4, No.6)が進展し、その内の2本(調査枝No.4, No.6)が花叢の萎ちょうを引きおこした。この場合いずれも胞子角の噴出は認められなかった。

3) 秋期における小黒点病斑の形成量と翌年の被害

第VI章、第2節に示した薬剤散布試験において、各試験区(1区2樹、2区制)について、薬剤散布の翌年の秋期(1982年10月5日)における小黒点病斑の形成状況と翌年の被害の関係を調べた。小黒点病斑の形成状況は1区当たり100本の1年生枝について小黒点病斑の形成の有無、形成程度を調べ、小黒点病斑の形成枝率および形成度を算出した。翌年の被害は1樹当たりの枝枯れ数と花叢の萎ちょう数の合計値で示した。

図5に示すように、秋期の小黒点病斑の形成量が多い場合、翌春の枝枯れ等の被害数も明らかに

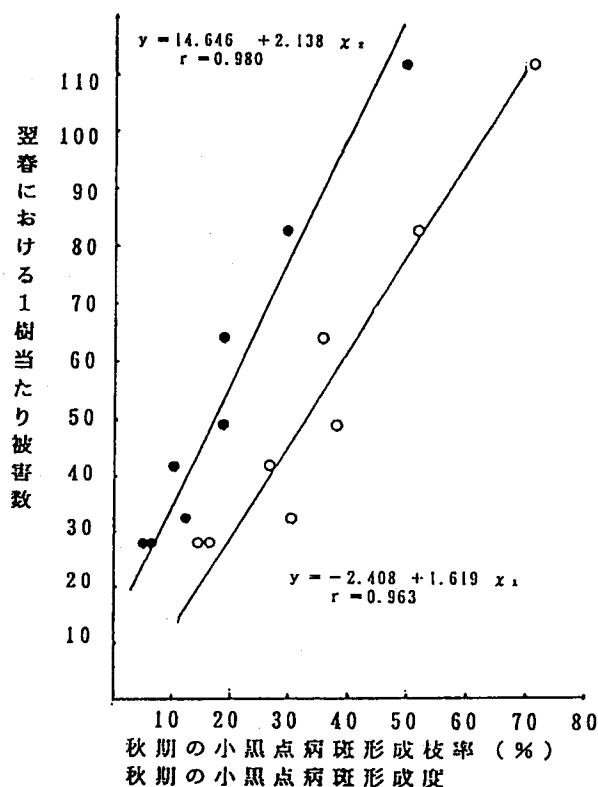


図5 秋期における小黒点病斑の形成量と翌年の被害

○：秋期の小黒点病斑形成枝率 X_1
●：秋期の小黒点病斑形成度 X_2
翌年の被害数：1樹当たり枝枯れ数
+短果枝群の萎ちょう枯死数

多くなった。秋期における小黒点病斑形成枝率(x_1)と翌春の1樹当たり枝枯れ等の被害数(y)の関係は $r = 0.963$ の相関があり、 $y = -2.408 + 1.619 x_1$ の関係式が得られた。また秋期の小黒点病斑形成度(x_2)と翌春の1樹当たり枝枯れ等の被害数(y)の関係は $r = 0.980$ の相関があり、 $y = 14.646 + 2.138 x_2$ の関係式が得られた。

6. 未進展病斑の動向

1981年に形成された小黒点病斑を有する枝のなかで、病斑の拡大進展が認められなかった枝(30本)に印をつけ、1年後(1982年)および2年後(1983年)における進展状況を調査した。

小黒点病斑の大部分は春期に拡大進展するが、中には進展しない病斑が存在した。同じ枝に進展する病斑と進展できない病斑が混在する場合も観察されたが、多くの場合は枝単位で進展できない

表28 拡大進展ができなかった小黒点病斑のその後の動向

調査枝 ^{a)}	1年後 (1982年)			2年後 (1983年)		
	病斑の 進展 ^{b)}	孢子角の 噴出 ^{c)}	小黒点病斑 の存在 ^{d)}	病斑の 進展 ^{b)}	孢子角の 噴出 ^{c)}	小黒点病斑 の存在 ^{d)}
No. 1	—		+	+	+	
2	+	—				
3	—		+	+	+	
4	—		±	+	+	
5	—		+	—		+
6	—		+	?		
7	—		±	—		±
8	—		±	—		±
9	?					
10	—		+	+	—	
11	—		+	—		+
12	?					
13	+	+				
14	—		±	—		±
15	—		+	—		+
16	—		±	—		±
17	—		±	—		±
18	?					
19	+	+				
20	—		±	—		±
21	—		±	—		±
22	+	+				
23	—		±	—		±
24	+	—				
25	+	—	+			
26	—		±	—		±
27	—		±	—		±
28	—		±	—		±
29	—		±	—		±
30	—		±	—		±

a) 1981年に小黒点病斑が拡大進展できなかった枝。

b) 病斑の進展状況 +: 小黒点病斑が拡大進展, —: 拡大進展が見られない, ?: 枝の損傷のため調査不能。

c) 孢子角の噴出は6月10日~6月21日に観察。

d) 小黒点病斑の存在 +: 小黒点病斑が明瞭, ±: 小黒点病斑が存在するが、症状がやや不明瞭, —: 小黒点病斑が不明瞭。

枝が存在した。そこで1981年の春期に進展しなかつた枝30本に印をつけ、その後の病斑進展状況を観察した。表28に示すとおり、1年後の1982年の春期に、調査枝No.2 (以下No.だけで示す)、No.13、No.19、No.22、No.24およびNo.25に進展が認められ、そのうちNo.13、No.19およびNo.22で柄子殻形成および孢子角の噴出が認められた。No.25の場合、病斑進展が認められたものの、一部は小黒点病斑のま

ま残存した。一方、21本の枝においては、進展が認められなかった。進展できなかった小黒点病斑は、前年よりやや大きい直径2~3mmになったが、症状は不鮮明になった(図版III-1)。

進展した枝は剪除処分し、残存枝についてさらに1年後の1982年春期に病斑進展状況を観察した。その結果、病徴が比較的明瞭であったNo.1、No.10、症状がやや不明瞭になったNo.3および病徴が不明

際になったNo.4において進展が認められ、No.10を除く調査枝で孢子角の噴出が認められた。それ以外の枝では進展せず、ほとんどの小黒点病斑は表皮が剥がれたり、病徴が不鮮明になり、その存在が不明となった。

7. 小黒点病斑の病斑進展に関与する要因

1) 枝の採取時期

材料および方法

枝の採取時期が小黒点病斑の進展に及ぼす影響を明らかにするために、小黒点病斑が形成されている枝（品種：パートレット）を11月21日、2月2日および3月20日に採取し、15cmの長さに切り揃え、ついで水道水約50mlを入れた三角フラスコの中に挿し入れ、27℃に恒温器内に置き、進展推移を比較した。なお、三角フラスコ内の水は定期的に取り替えた。

表29 小黒点病斑形成枝^{a)}の採取時期が病斑進展に及ぼす影響

小黒点病斑形成枝採取時期	供試枝数	病斑進展枝数			
		処理 ^{b)} 後日数			
		10日	15日	20日	25日
11月21日	8	0	0	0	8
1月16日	4	0	1	4	4
2月2日	4	0	0	4	4
3月20日	4	0	2	4	4

a) 15cmの長さに切り揃えた小黒点病斑形成枝（品種：パートレット）。

b) 水道水を入れた三角フラスコの中に小黒点病斑形成枝を挿し、27℃の恒温器内に置いた。

結果

枝の採取時期と小黒点病斑の進展の関係を表29に示した。11月21日に採取した小黒点病斑形成枝では、処理25日後の12月17日に供試枝8本いずれ

表30 小黒点病斑形成休眠枝の病斑進展に及ぼす水分ストレスおよび温度の影響

温度 ℃	水揚げ時期	供試枝数	処理後経過日数											
			採取時		1日		2日		3日		4日		7日	
			進展枝数	枝重量比	進展枝数	枝重量比	進展枝数	枝重量比	進展枝数	枝重量比	進展枝数	枝重量比	進展枝数	枝重量比
15	採取日	5	0	1.00	0	1.04	0	1.04	0	1.05	0	1.05	0	1.05
	採取1日後	5	0	1.00	0	0.96	0	1.04	0	1.04	0	1.04	0	1.05
	採取2日後	5	0	1.00	0	0.96	0	0.93	0	1.04	0	1.04	0	1.05
	採取4日後	5	0	1.00	0	0.97	0	0.94	0	0.90	5	0.87	5	0.95
27	採取日	5	0	1.00	0	1.04	0	1.04	0	1.04	0	1.04	0	1.04
	採取1日後	5	0	1.00	0	0.92	0	1.03	0	1.04	1	1.06	4	1.04
	採取2日後	5	0	1.00	0	0.91	0	0.84	0	1.01	2	1.02	4	1.01
	採取4日後	5	0	1.00	0	0.91	0	0.85	0	0.78	5	0.81	5	0.89

a) 3月4日に採取した枝（品種：パートレット、長さ：15cm）を供試。

も小黒点病斑の進展が確認された。これらのものはその周辺部が薄墨色あるいは紫褐色を呈し、自然発病と同様の症状を示した。小黒点病斑が散在している場合、進展し始めの病斑の直径は2~3mmであったが、近接する場合、病斑が融合し数cmの大きな病斑になった。同じ枝に形成されている小黒点病斑であっても、進展時期は斉一でなく、

枝の部位によって異なった。供試枝8本の内5本では先端部（水中に挿し入れた反対側）に存在する病斑が進展した。一方、水中に存在する小黒点病斑は進展しなかった。また、進展病斑でも水中に挿し入れた部分へは進展せず、停止した。処理35日後の12月27日に至り、柄孢子が孢子角として多量に噴出した。

1月16日に採取した枝の場合、処理15日後の1月31日に供試枝4本の内1本で、小黒点病斑が進展し始め、処理20日後にはすべての枝が進展した。2月2日に採取した枝の場合、処理20日後の2月20日に供試枝4本の内1本で、小黒点病斑が進展し始め、処理25日後にはすべての枝で進展が認められた。3月20日の採取枝の場合、処理15日後の4月4日に供試枝4本の内2本が進展し始め、処理20日後にはすべての枝で進展が認められた。

このように小黒点病斑が形成されている休眠枝はどの時期に採取、加温しても、直ちに進展せず、抑制されていることが明らかになった。なお、いずれの採取時期の場合も水中部分に存在する小黒点病斑は進展しなかった。

2) 温度および水分ストレス

材料および方法

温度および水分ストレスが進展に及ぼす影響を明らかにするために、3月4日に15cmの長さに切り揃えた小黒点病斑形成枝を採取し、水揚げ時期を変える方法で、水分ストレスを加え、15℃および27℃の恒温器内にそれぞれ置き、病斑の進展推移を観察した。水揚げ時期は、採取後直ちに水道水の入った三角フラスコの中に挿し、水揚げさせた場合、1日、2日および4日間三角フラスコの中に挿し乾燥させた後、水道水を加えた場合とで比較した。この際、枝の重量を測定し、採取時との重量比を求めた。

結果

温度および水分ストレスが小黒点病斑の進展に及ぼす影響を観察した結果を表30に示した。採取した枝を直ちに水道水の入った三角フラスコの中に挿し、水揚げさせると、枝は吸水し15℃および27℃のいずれの温度条件においても、枝重量比(対採取時)が約1.04になり、7日後までの期間においては、病斑進展は認められなかった。

採取枝を採取翌日および2日後に水揚げさせた場合、15℃の温度条件下では採取7日後までは進展は認められなかったが、27℃の温度条件下では採取4日後に進展し始め7日後には供試枝5本の内4本が進展した。この場合、枝重量比の減少は15℃より27℃の温度条件下の方が顕著に認められ

た。15℃の場合、水揚げ後枝重量比は回復し、採取日に水揚げした場合と差異が認められないようになった。これに対し27℃の温度条件下では採取翌日に水揚げした場合、回復したが、採取2日後の場合、回復が劣った。

一方、採取4日後に水揚げした場合、15℃および27℃の温度条件ともに、枝重量比の減少が顕著であり、水揚げ前に進展が認められた。この結果、小黒点病斑の進展には水分ストレスが大きく関与することが明らかになった。

第2節 柄胞子の噴出消長

1. 柄胞子の噴出消長

岩手県園芸試験場圃場および紫波町のセイヨウナシ栽培団地で柄胞子の噴出状況を1979年から1983年にかけて観察した。噴出が確認された時期を噴出始期、大部分の病斑から孢子角が噴出し、糸状の孢子角が顕著に認められる時期を盛期、孢子角の噴出が最後に確認された時期を終期として半旬ごとに記録した。柄胞子は2種類(α 孢子、 β 孢子)存在することが知られているので、1980年および1981年には約7日間隔で孢子角を採集し検鏡した。1980年は当年に病斑進展が認められた枝(2年生枝)に形成された柄胞子を主対象に調査し、1981年は当年の進展病斑と、前年に進展した病斑の中で再び柄胞子の噴出が認められた病斑を区分して、孢子角を採集し検鏡した。

表31に示すように、噴出は、早い場合、5月第5半旬に一部の枝で認められたが、通常は5月第6半旬に始まり、6月に入ると急激に噴出量が増加した。噴出盛期は年次変動が少なく、6月第2半旬あるいは6月第3半旬であった。終期は年次によって異なった。1979年および1980年は6月第6半旬であったが、1981年および1982年は7月第4半旬まで続いた。1980年の噴出期は降雨がなく、気温が高めに経過したため、噴出した柄胞子は分散することなく、孢子角が風にたなびく現象が観察された。しかし、その後の降雨によって溶解し、孢子は一気に分散した。一方、1981年のように低温多雨条件が続くと孢子は長期間にわたって噴出し7月中旬まで続いた。

胞子角の噴出は、その大部分が当年に拡大進展した病斑部で観察されるが、一部で古い病斑部においても認められた(図版III-2, 3)。前年に病斑の進展および胞子角の噴出が認められた病斑部を観察すると、一部の病斑において柄胞子の噴出が認められた。これは古い柄子殻から生じたのではなく、明らかに同一子座内に新たに形成された柄子殻から噴出した胞子であり、早い時期(5月第5半旬)から認められた。

短果枝群に形成された病斑部でも、胞子角の噴出は認められたが、まれであり、噴出量もきわめて少なかった。

なお、胴枯病の多発樹の場合、剪定時に剪除された枝はすでに小黑点病斑が形成されており、5

月に病斑進展が認められ、6月には胞子角の噴出が観察された。したがって、これらは十分伝染源になり得るものと推察された。

Phomopsis 菌の柄胞子には、発芽能力を有する α 胞子とその能力を欠く β 胞子の存在が知られている。そこで1980年および1981年に噴出してくる胞子角を定期的に採取し、柄胞子の種類別にその割合を観察した。表32および表33に示すように、両年ともに初期に噴出される胞子はほとんどが α 胞子だけであり、噴出量が多い6月上、中旬は α 胞子が主体であった。6月下旬以降になると β 胞子の割合が多い胞子角が噴出されるようになり、 β 胞子だけのものも観察された。

前年に病斑進展したが、病斑が枝の周囲を取り

表31 柄胞子の噴出消長

年	セイヨウナシの発育			胞子角の噴出期		
	開花期	満開期	落花期	始期	盛期	終期
				月 半旬	月 半旬	月 半旬
1979	5月7日	5月9日	5月12日	5・6	6・2	6・6
1980	5月13日	5月14日	5月17日	5・5	6・2	6・6
1981	5月6日	5月8日	5月15日	5・6	6・2~6・3	7・4
1982	5月3日	5月6日	5月10日	5・6	6・3	7・4
1983	4月28日	4月30日	5月5日	5・6	6・2	7・2

表32 1980年における柄胞子の種類別噴出消長

採集月日	胞子角の採集部位	調査胞子角数	柄胞子の種類構成別胞子角数			
			α 胞子のみ	α, β 胞子混在		β 胞子のみ
				$\alpha > \beta$	$\alpha < \beta$	
5月31日	2年生枝上の新病斑	50	50	0	0	0
6月7日	"	50	29	19	2	0
6月14日	"	50	32	16	2	0
6月21日	"	50	26	15	3	6
6月28日	"	3	1	1	1	0
"	3年生枝上の古病斑	34	34	0	0	0

囲めなかった結果、枯死せず生存した枝を観察すると、古い病斑部上に新たに柄子殻の形成が認められ、胞子角の噴出が観察された。表33に示すように噴出される胞子角は α 胞子だけが含まれ、 β 胞子は認められなかった。

2. 病斑進展温度と形成される柄胞子の種類

材料および方法

小黑点病斑が存在する1年生枝を15cmの長さに切りそろえ、水道水を入れた100 mlの三角フラスコに枝1本ずつ挿し、15℃、26~27℃の照明付き恒温器に保ち、病斑進展および胞子角の形成状況

表33 1981年における柄胞子の種類別噴出消長

胞子角の採集病斑	採集月日	調査胞子角数	柄胞子の種類構成別胞子角数			
			α 胞子のみ	α, β 胞子混在		β 胞子のみ
				$\alpha > \beta$	$\alpha < \beta$	
2年生枝上の当年 進展した病斑	6月4日	50	49	1	0	0
	11日	50	45	3	2	0
	19日	36	27	4	4	1
	27日	50	15	21	11	3
	7月3日	50	37	12	1	0
	15日	24	13	6	5	0
3年生枝上の前年 進展した病斑	6月4日	50	50	0	0	0
	11日	50	50	0	0	0
	19日	20	20	0	0	0
	7月3日	17	17	0	0	0

を観察した。噴出した胞子角は検鏡し、 α 胞子および β 胞子の構成状況を調査した。枝は1月7日に採取し直ちに実験に供した。

結果

小黑点病斑が存在する1年生枝を15℃に保ったところ、処理20日後頃から病斑進展が認められ、処理35日後頃には胞子角が形成された。処理45日後に胞子角の α 胞子および β 胞子の構成状況を調査した。表34に示すように胞子角は α 胞子のみを含むものが多く、ついで α 胞子が主で β 胞子がわずかに含むものが多かった。枝（供試枝No.4）に

よって β 胞子を多く含むものも認められた。この枝は細く、胞子角の形成量が他に比較して著しく少なかった。

一方、26~27℃に保った場合、処理15日頃から病斑進展が認められた。処理30日後に柄胞子の種類を調査したところ、胞子角のいずれもが β 胞子のみを含んでいた。

3. 柄胞子の生存期間

材料および方法

小黑点病斑が存在する1年生枝を15℃で病斑進

表34 小黑点病斑の病斑進展温度と形成柄胞子の種類

処理温度 ℃	供試枝 No.	調査胞子角 ^{a)}	柄胞子の種類構成別胞子角数					
			α	$\alpha > \beta$	$\alpha > \beta$	$\alpha < \beta$	$\alpha < \beta$	β
15	1	10	10	0	0	0	0	0
	2	10	5	5	0	0	0	0
	3	10	7	3	0	0	0	0
	4	10	1	1	4	2	3	0
	5	10	8	1	0	1	0	0
26~27	1	10	0	0	0	0	0	10
	2	10	0	0	0	0	0	10
	3	10	0	0	0	0	0	10
	4	10	0	0	0	0	0	10
	5	10	0	0	0	0	0	10

a) 1月7日に小黑点病斑形成枝を採取し、水道水を入れた三角フラスコに挿し、それぞれの温度条件で病斑進展させ、形成された柄子殻から噴出した胞子角を処理45日後に鏡検した。

表35 柄胞子に対する乾燥処理と生存期間

供試柄胞子および処理	発芽率 ^{a)}					
	処理期間					
	0日	4日	6日	11日	27日	60日
	%	%	%	%	%	%
柄胞子懸濁液 風乾	90.7	0.0	—	—	—	—
分離胞子角 風乾	90.7	92.4	87.8	94.4	86.4	—
噴出胞子角 放任	—	—	—	—	—	90.6

a) ジャガイモ煎汁液を加えた柄胞子懸濁液を、湿室にしたペトリ皿内の2穴スライドに滴下し、25℃、20時間後の発芽率を調査した。

展させ、噴出させて胞子角を供試し、乾燥条件と柄胞子の発芽との関係を調査した。はじめに胞子角を蒸留水に懸濁した柄胞子液をペトリ皿内の2穴スライドグラスに滴下し、25℃の恒温器（通風式）で乾燥させ、4日間放置した後、ジャガイモ煎汁液を加え発芽試験を行った。次に胞子角をペトリ皿内のスライドグラスに置き、4日、6日、11日、27日間乾燥させた後、発芽試験を行った。発芽試験は、湿室にしたペトリ皿内のU字管上の2穴スライドグラスに胞子懸濁液として滴下し、25℃の恒温器内に保ち、20時間後に発芽率を調査した。なお水を入れた三角フラスコ内に胞子角噴出枝を挿したまま、胞子角の噴出後60日間放置したものを対照として発芽試験に供した。

結果

表35に示すように懸濁した柄胞子液を乾燥させると柄胞子は4日で発芽力を失っていた。これに対して胞子角が噴出している枝を水に挿していた場合には、少なくとも2ヵ月間発芽能力を持続した。また、採取した胞子角を4日、6日、11日、27日間放置しても、いずれも高い発芽率を示した。このように胞子角は乾燥に対してかなり安定であることが明らかになった。

第3節 子のう殻の形成状況および子のう胞子の噴出消長

1. 子のう殻の形成状況

園芸試験場場内圃場および紫波町の栽培2団地において、子のう殻の形成状況を調査した。場内

圃場では全樹を対象に、紫波町の栽培団地では5ヵ所で、1ヵ所につき50樹（10樹/樹列×5樹列）について、子のう殻の形成量を調べた。また、子のう殻の形成が認められた枝、30本について、枝齢、太さおよび病斑型を調査した。病斑型は、病斑が枝の周囲を取り囲み枝枯れになっているものと病斑部の周囲に癒傷組織が盛り上がるように形成されているものとに区分した。

この結果、園芸試験場場内圃場においては子のう殻の形成は全く認められなかった。紫波町の上松本団地では5ヵ所の調査地点の内、1地点だけに子のう殻の形成が認められた。子のう殻の形成が認められた樹は50樹の内16樹あり、子のう殻の形成病斑数は26個であった。また、紫波町水分団地においても5ヵ所の調査地点の内、1地点だけに子のう殻の形成が認められた。調査樹、50樹の内8樹に子のう殻の形成が認められ、子のう殻の形成病斑数は12個存在した。このように子のう殻の形成は比較的少なく、圃場によっては認められないことがある。

子のう殻の形成が認められた枝の枝齢、太さおよび病斑型を調査した。表36に示すように3年生枝がもっとも多く、ついで4年生枝が多く、両者で80%を占めた。1～2年生枝には認められなかった。枝の太さ別では、大部分の枝は直径が1.0～2.0cmであった。もっとも細い枝は直径が0.9cm、もっとも太い枝は直径5.6cmであった。病斑型では、1例を除きすべてが、病斑部の周囲に癒傷組織が盛り上がるように形成されるため凹陷状を呈するもの（図版I-3）であった。

表36 子のう殻形成病斑の枝齢別分布および病斑型

枝 齢 ^{a)}	枝数	同左割合 %	枝の太さ (直径) cm	病斑型別枝数	
				枝枯れ型 ^{b)}	凹陷型 ^{c)}
1年生枝	0	0.0		0	0
2年生枝	0	0.0		0	0
3年生枝	13	43.3	1.2	1	12
4年生枝	11	36.7	1.8	0	11
5年生枝	3	10.0	2.0	0	3
6～年生枝	3	10.0	3.7	0	3

- a) 1979年12月26日の調査で、当年に発育した枝を1年生枝、前年に発育した枝を2年生枝とし、前々年に発育した枝を3年生枝とした。
 b) 発病部が枝の周囲を取り囲み枝枯れ症状を呈するもの。
 c) 病斑部の周囲に癒傷組織が盛り上がり、凹陷症状を呈し、樹皮が剥がれていないもの。

表37 1980年における子のう胞子調査

調査月日	調査子のう殻数	子のう胞子 充滿している 子のう殻数	子のう胞子 充滿率 %	子のう胞子 の噴出
4月12日	45	45	100	
19日	50	50	100	
26日	50	50	100	
5月3日	50	50	100	
10日	50	50	100	
17日	130	119	92	
24日	50	50	100	
31日	150	147	98	
6月7日	50	50	100	
14日	62	62	100	
21日	50	50	100	± ^{a)}
28日	50	50	100	+ ^{b)}
7月5日	100	99	99	++ ^{c)}
12日	100	80	80	+
18日	50	0	0	
26日	100	16	16	
8月2日	50	14	28	
8日	100	0	0	
18日	100	3	3	
26日	175	4	2	

- a) ±：子のう殻の頸部周囲に子のう胞子の噴出がわずかに認められる。
 b) +：子のう殻の頸部周囲に子のう胞子の噴出が容易に認められる。
 c) ++：子のう殻の頸部周囲に子のう胞子の噴出が目立つ。

2. 子のう胞子の噴出消長

紫波町の栽培団地において、1980年から1982年にかけて、前年の秋に形成され越冬した子のう殻が形成されている枝を定期的に採取し調査した。剃刀で樹皮の表面を剥ぎ、実体顕微鏡を用いて、子のう殻内部の子のう胞子の充満状況を観察した。

1980年には4月12日から、1週間おきに前年の秋に形成された子のう殻を採取し、内部の子のう胞子の充満状況を調べた。その結果、表37に示すように、4～6月は子のう殻の中に子のう胞子が充満していた(図版III-4)。6月下旬になり、子のう殻頸部の周囲に、子のう胞子の噴出が認めら

表38 1981年における子のう胞子調査

調査月日	調査子のう殻数	子のう胞子の充満している子のう殻数	子のう胞子充満率
			%
6月4日	70	70	100
11日	50	50	100
19日	142	114	80
27日	212	149	70
7月3日	67	17	25
15日	154	64	42
22日	60	0	0

表39 1982年における子のう胞子調査

調査月日	調査子のう殻数	子のう胞子の充満している子のう殻数	子のう胞子充満率	子のう胞子の噴出
			%	
6月17日	120	120	100	- ^{a)}
28日	111	70	63	+ ^{b)}
7月17日	60	43	72	+
30日	189	167	88	+
8月7日	228	17	7	+
19日	210	5	2	-

a) 子のう殻の頸部の周囲に子のう胞子の噴出が認められない。

b) 子のう殻の頸部の周囲に子のう胞子の噴出が認められる。

れ、7月上旬(7月5日)に、多量の噴出が認められた(図版III-5)。7月12日には中空の子のう殻が目立ちはじめ、7月18日以降、大部分の子のう殻が中空であった。

1981年および1982年においても同様の調査を行った。表38および表39に示すように、両年ともに6月中旬まで子のう殻の中に子のう胞子が充満していた。6月下旬になると中空の子のう殻が認められた。大部分が中空になる時期は、1981年が7月中旬、1982年が8月上旬であった。

圃場観察すると、子のう胞子の噴出は降雨後に顕著に認められるので、1980年、1981年および1982年における噴出消長と降雨状況を対比した。その結果、図6に示すように、4月から6月上旬までは連続降雨および多雨条件に遭遇しても子のう胞

子の噴出は認められなかった。しかし、6月中旬以降では降雨のつど子のう胞子の噴出が認められた。1980年は6月の降雨が少なかったが、7月に入り降雨が多くなるにつれ、子のう胞子の噴出が顕著となった。1981年は6月中旬から降雨が続き、これに伴い噴出も早くから認められた。

1982年の場合、6月上～中旬には降雨がきわめて少なかったため、子のう胞子の噴出は認められなかったが、6月下旬の降雨で噴出が始まり、その後、7月下旬～8月上旬の多雨条件下でほとんどの子のう殻が中空となった。

第4節 考察

胴枯病の多発生樹で秋期に観察された小黑点病斑は翌春の開花期に拡大進展し、枝枯れおよび短

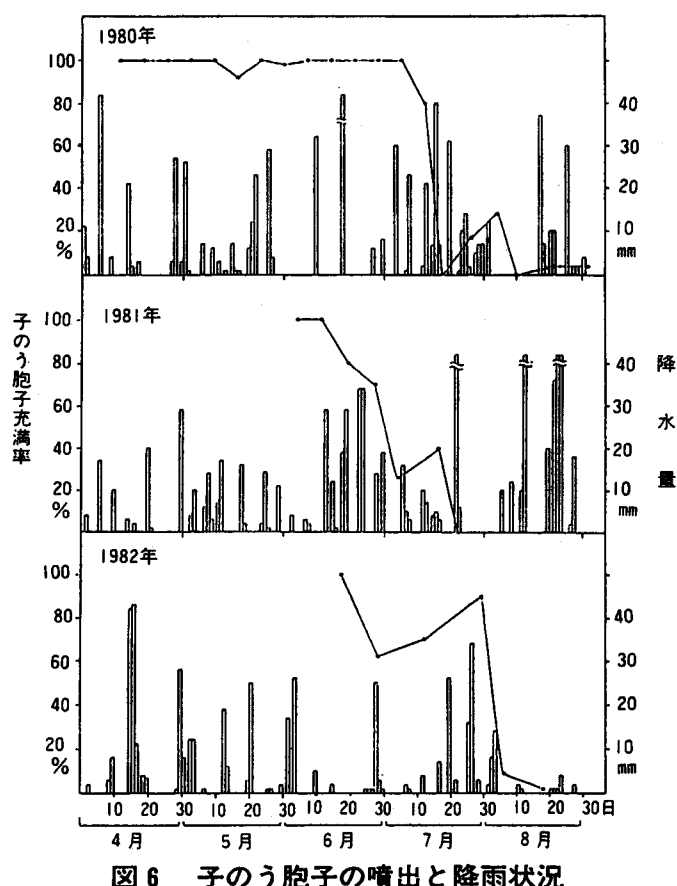


図6 子のう胞子の噴出と降雨状況

果枝群の萎ちょう枯死という典型的な胴枯病の病徴を示した。小黑点病斑以外の部位からの発病は認められないことから、小黑点病斑は胴枯病の初期病斑であるとともに越冬病斑であることが明らかになった。そこで、小黑点病斑の形成部位を調査した。小黑点病斑は新梢にはなく、1年生枝に多数存在し、ついで2年生枝に存在することが明らかになった。このことは、翌春には必然的に2年生枝あるいは3年生枝で病斑進展することを意味する。2年生枝および3年生枝は花芽を持つ短果枝を多数有することから開花期頃の花叢の萎ちょうに発展する。田中(1934)は2年生枝および3年生枝が萎ちょう枯死することを観察しており、小黑点病斑の形成部位と被害の関係が合致している。

一方、セイヨウナシは短果枝が年々分岐して短果枝群を形成し、結実させる。すなわち短果枝群は枝齢の異なる短枝の集合体と言い換えることができるが、これを枝齢別に調査したところ、1年生枝に相当する部分に小黑点病斑が認められた。これは、翌春におけるこの小黑点病斑の進展が短果

枝群の萎ちょう枯死を引き起こすことになることを示すものである。2~3年生枝の萎ちょうと短果枝群の萎ちょう枯死は、外観的な発病部位の違いと病徴から別個の現象と思われたが、これは枝齢と小黑点病斑の形成の関係という一つの要因で説明できるものと思われる。

その後1981年の秋期に、佐久間氏から胴枯病が激発している農林水産省果樹試験場盛岡支場において、新梢に小黑点病斑が存在するとの指摘があった(私信)。そこで調査を行ったところ、小黑点病斑は明らかに1年生枝に多かったが、特定の品種(エミール・ヘイスト)では新梢にも多数認められた。また広く栽培されているパートレットにもまれに存在した。これらの病斑は通常観察される病斑より小さい、微小黒点状のものであったが、病原菌を分離した結果、胴枯病菌が分離された。薬剤が散布されている一般の栽培園では小黑点病斑が新梢になく、1年生枝に多いことは小黑点病斑の形成量の多少によると考え、薬剤散布を行わず、激発させた樹について新梢と1年生枝の小黑点病斑の形成数を比較した。その結果、新梢において比較的多くの微小黒点が認められた。しかし、1年生枝の形成量に比較すると少ないことから、新梢における小黑点病斑の形成は、菌密度が高く、薬剤散布が行われないなど、感染量が多い場合にみられる現象と思われる。また、柄胞子の分散時期および1年生枝に形成される小黑点病斑は、8月から9月にかけて明瞭になることを考え合わせると、新梢が感染し、初期病徴として発現するには、早い場合で4~5ヵ月、通常は1年2ヵ月を要して発病してくるものと推察された。

小黑点病斑の進展は、個々にみると小さく、病斑上における柄子殻形成がきわめて不良であった。枝当たりの小黑点病斑形成量が枝上に散在する程度である1~10個の場合、枝枯れに至らず、柄胞子の噴出量も少なかった。柄胞子の多量噴出は、小黑点病斑が多数形成され、大きな病斑を作り柄子殻を多く産生した場合におこる。枝枯れおよび柄胞子の噴出とともに良好な小黑点病斑形成量は少なくとも枝当たり20個を超える程度と思われる。

小黑点病斑が進展できる期間はおよそ5月に限定され、この期間において進展できなかった病

斑は未進展のまま推移し、翌年の同時期に進展した。場合によっては2年後まで未進展のまま推移した後、小黒点病斑が拡大進展することが観察された。また、進展せず小黒点病斑の病徴が不鮮明になり、その存在が不明になるものも認められた。これらのことは、病斑進展がみられる春期のわずかな期間以外は病原菌の活動が抑制されていることを示し、胴枯性病害の共通的な特徴と考えられる。また、感染から発病に至るまで長い期間を要することに加え、一度の感染で発病が数年にわたることは、防除の困難性を示唆するとともに、胴枯性病害の永続性機構の一つと考えられる。

小黒点病斑の進展に関与する要因を明らかにするために、小黒点病斑が形成されている休眠枝を採取し、これを水に挿し加温処理を行い、病斑進展推移を観察した。休眠枝はどの時期に供試しても直ちに進展せず、一定期間、進展抑制が認められたが、日数の経過に伴い、病斑が拡大した。枝の先端部から進展することが多く、水中に挿した基部では進展しなかった。先端部の進展は先端の切り口が乾燥することにより、樹皮の活性がより一層低下し、進展の抑制ができなくなるためと思われる。これに対し水中に挿し入れた基部では樹皮に水分が補給され、樹皮の活性が維持されるために小黒点病斑は進展できないものと思われる。

切枝を一定期間乾燥させた後、水揚げさせるという水分ストレスを与えると、小黒点病斑の進展が開始した。27℃の温度条件では採取1～2日間の水分ストレスで、採取4日後に進展しはじめ、7日後には進展が顕著に認められた。同様の処理を15℃の温度条件で行っても、7日後においては進展がみられなかった。これは15℃より27℃の方が枝重量比の減少が著しく、枝体活性が低下するためと思われる。Bier (1959, 1964) は樹皮活性の低下の指標として樹皮含水量の減少を取り上げている。リンゴ腐らん病においては、田村(1984)が樹皮含水量と病斑進展の関係を調べ、夏期の発病抑制は気温の上昇と樹皮水分量の増加に伴う抵抗性の増加によるとした。セイヨウナシ胴枯病も6月には病斑進展が停止するが、これも含め、病斑進展の関与する要因についてはさらに解明する必要があると思われる。

柄胞子の噴出は、田中(1934)が6月中、下旬に、中島・瀧元(1924)が6月中旬に観察しているが、噴出期間の調査はない。そこで定期的に調査したところ、柄胞子は、胞子角として噴出し、5月下旬から7月中旬まで認められた。その盛期は6月上、中旬であり、開花期のおおむね30～40日後に相当した。

噴出した胞子角は降雨がない場合には、糸状に長くなり、その後の降雨で分散することが観察された。したがって6月上、中旬における天候、特に降雨状況が枝条への感染に大きな影響を与えるものと思われる。

胞子懸濁液を乾燥させると柄胞子は数日で発芽能力を失うが、採取した胞子角を27日間ペトリ皿内に放置しても高い発芽能力を持続していた。また胞子角が噴出している枝を水に挿しておくだけで、少なくとも2ヵ月間発芽能力を有することから、自然界では降雨で分散するまで、感染能力を保持していると思われる。このように胞子角は乾燥に安定な形態と機能を有すると考えられる。

Phomopsis 菌の柄胞子には発芽能力を有する α 胞子と発芽能力を欠く β 胞子との存在が知られているが、噴出初期から盛期にかけて噴出される胞子の大部分は α 胞子であった。盛期を過ぎると β 胞子を混在する柄子殻が増加するが、依然として β 胞子より α 胞子の割合が多かった。このことは、胞子角が肉眼で観察される期間は常に α 胞子が多量に存在し、伝染源になり得ることを示している。 α 胞子の形成には柄胞子形成期間の温度条件が関与しているであろう。第III章、第4節の培養温度と柄胞子の種類で明らかにしたように、低温条件下では α 胞子が形成され、高温条件下では β 胞子が形成される。そこで、柄胞子の形成期間の平均気温を調べると、表40に示すように、1980年5月上旬が11.4℃、中旬が12.5℃、下旬が18.6℃、6月上旬が20.9℃を示し、1981年5月上旬が16.9℃、中旬が14.9℃、下旬が17.9℃、6月上旬が19.6℃を示し、 α 胞子の形成に適する温度条件下にある。また、小黒点病斑が存在する休眠枝を15℃に保ち病斑進展させると、形成される柄胞子のほとんどが α 胞子であり、26～27℃に保った場合は β 胞子が形成された。このことから、温度条件が形成

柄胞子の種類を決定することは明らかである。しかしながら、野外条件においては、1980年および1981年ともに、噴出盛期を過ぎるとβ胞子の混在柄子殻が増加する現象が認められた。1980年の場合には、気温上昇による影響も考えられるが、1981年の場合、5月上旬から6月中旬は最高気温の平均値が20℃以下にあり、温度条件のみでは説明できない。20℃で培養しても菌叢の周縁部において形成された柄子殻にはβ胞子が含まれ、また、小黒点病斑を15℃で進展させ柄胞子を形成させた場合でも、枝が細く胞子角の形成が不良のものにβ胞子が多く含まれていたことから、栄養条件も関係すると思われる。野外条件でも、噴出盛期を過ぎると、栄養条件が不良になるためにβ胞子が形成されるものと推察した。

子のう胞子は秋期および越冬後の4月に観察されることがすでに知られているが(田中, 1934)、分散に関する報告はない。そこで、1週間おきに子のう殻を採取し、内部の子のう胞子の充満状況を調べ、子のう胞子の分散を調査した。その結果、子のう胞子は降雨後に子のう殻頸部の周囲に塊状に噴出されることが明らかになった。胴枯性病害の子のう胞子の分散には、放出による空中飛散と雨水あるいは融雪水による分散の2方法が考えられる。リンゴ腐らん病菌の場合(斎藤ら, 1972; 田村, 1984)、罹病リンゴ樹皮を湿室に置くと、子のう殻の開口部に子のうが押し出され、子のう塊を形成することが知られており、これが降雨によって分散されると考えられている。しかし、園内への伝搬は樹皮表面の雨水による流下より、射出による空中飛散が特に重要とされている。セイヨウナシ胴枯病菌の場合、噴出が顕著であり、噴出後の降雨で分散することから、柄胞子と同様に雨媒伝染するものと思われる。

子のう胞子の噴出は6月下旬から8月上旬において認められた。その後、野呂ら(1983)も被害枝を屋上に設置し、雨水を採取する方法で調査を行い、子のう胞子が6月中旬から9月上旬まで存在することを示した。一般に、胴枯性病害の子のう胞子の分散盛期は、リンゴ腐らん病菌(斎藤ら, 1972)の例のように4~6月にみられ、柄胞子の分散時期より早い時期から観察される。これに対

表40 胞子角調査年の気温の推移

時 期	旬別日平均値		
	最高気温 ℃	最低気温 ℃	平均気温 ℃
1980年5月上旬	17.0	5.8	11.4
中 旬	17.1	7.9	12.5
下 旬	24.9	12.2	18.6
6月上旬	26.7	15.0	20.9
中 旬	25.1	15.5	20.3
下 旬	25.6	16.4	21.0
1981年5月上旬	16.9	7.9	12.4
中 旬	14.9	7.4	11.2
下 旬	17.9	8.4	13.2
6月上旬	19.6	11.7	15.7
中 旬	18.2	13.8	16.0
下 旬	21.1	14.1	17.6

して、セイヨウナシ胴枯病菌の場合、子のう胞子の分散は柄胞子噴出後の梅雨期に盛期がある。このことは雨媒伝染性を示す本菌の大きな特徴点である。

子のう胞子の噴出には降雨が必要であるが、噴出消長と降水量を対比すると、降水量としては10mm以上の降雨が必要であった。しかしながら、噴出開始前の6月中旬まで多量の降雨に遭遇しても噴出は認められないため、子のう胞子の噴出機構についてはさらに検討が必要である。

第V章 伝染環の解明

これまでの観察により、開花期における枝枯れおよび短果枝群の萎ちよう枯死の発生、6月上、中旬を盛期とする柄胞子の噴出、それに続く子のう胞子の噴出、初期病斑である小黒点病斑の形成時期および存在部位等が明らかになった。これらの諸現象がどのように関連して伝染環が形成されるかを考える場合、胞子の噴出から感染、発病に至る過程の解明が必要である。このため、接種方法および接種条件を検討し、接種試験によって自然発病と同様の病徴を発現させることにより、伝染環を解明した。

第1節 有傷接種による病原性検定および病徴発現

材料および方法

圃場で栽培されているセイヨウナシ(品種：バートレット)の成木を用い、その1年生枝および2年生枝の樹皮をコルクボーラ(直径5mm)で打ち抜き、この穴に、あらかじめタマネギ醬油平板培地で培養して用意した含菌寒天を埋め込んだ。つぎに、打ち抜いた樹皮円盤で穴をふさぎ、この上をパラフィルムで覆った。実験には、枝齢ごとに20本ずつの枝を供試した。接種は1980年4月26日に行い、1982年の春期まで観察した。

結果

野外のセイヨウナシの1年生枝および2年生枝に含菌寒天の有傷接種を行った。接種後2年まで観察を行ったが、接種枝のいずれにも発病が認められなかった。接種時にコルクボーラであけた穴は癒傷組織で全体が覆われていた。

第2節 柄胞子の無傷接種による病徴発現

接種は、試験場内圃場のバートレットの成木を用いて、柄胞子懸濁液を十分に含ませた脱脂綿(1.5×1.0cm)を枝にあて、パラフィルムで一定期間、包み込み湿潤状態に保つ方法で行った。パラフィルムおよび脱脂綿を除去するまでを湿潤期間と名付けた。このような方法で以下の接種試験を行った。

1. 柄胞子濃度および接種時の枝齢と発病

材料および方法

接種柄胞子濃度および接種時の枝齢に関する試験は1980年6月13日に接種し、その後の発病推移を観察した。

接種柄胞子濃度試験は、自然産生の胞子角を殺菌蒸留水に懸濁したものを原液とし、 1.9×10^6 個/mlの原液、 10^{-2} および 10^{-4} 希釈液をそれぞれ1年生枝に接種した。湿潤期間は30日とした。発病推移は1982年まで観察した。

接種時の枝齢に関する試験は、新梢、1年生枝、2年生枝および3年生枝に柄胞子懸濁液(1.9×10^6 個/ml)を接種し、感受性を比較した。湿潤期間は30日とした。発病推移は1983年まで観察した。

結果

柄胞子濃度および枝齢と発病の関係を明らかにするために、1980年6月13日に接種を行った。表41および表42に示すように、接種年の11月には微小斑点状の小黒点病斑が認められた。これは自然発病でまれに新梢上に存在する小黒点病斑の症状に極似していた。接種年の翌年の開花期、すなわち1981年5月になると、接種枝の一部が小黒点病斑の進展のために枯死し、典型的な枝枯れ症状を呈した。6月には拡大進展した病斑部に柄胞子の噴出が観察された。これらの病斑部からは、胴枯病菌が再分離された。ついで接種後1年2ヵ月経過した1981年8月に、それまで病斑が形成されていなかった枝に小黒点病斑が多数形成されはじめた。これらは初め小さな黒褐色の点であったが、しだいに明瞭になり、1981年11月には黒色～黒紫色の直径1mm程度の円形病斑となり、自然発病で観察される小黒点病斑の症状および形成状況が一致した(図版III-6)。小黒点病斑が形成された枝は、接種2年後にあたる1982年5～6月には、ほとんどが枝枯れになり(図版IV-1)、多量の胞子角の噴出が観察された。

接種柄胞子濃度と発病の関係を表41に示した。接種柄胞子濃度が 1.9×10^6 個/mlの場合、発病率が高く、小黒点病斑数も多かった。接種当年の秋期には56.7%の枝で小黒点病斑が形成されたが、これらの枝の多くでは病斑進展がみられなかった。接種翌年には大部分の枝で小黒点病斑が形成され、

表41 接種柄孢子濃度が発病に及ぼす影響

接種 ^{a)} (1980年 6月13日) 柄孢子濃度 個/ml	接種 枝数	1980年11月		1981年 5月	1981年11月		1982年5~6月		
		小黑点病斑 形成枝数	枝当たり 病斑数	病斑進展 枯死枝数	残存 枝数	小黑点病斑 形成枝数	枝当たり 病斑数	病斑進展 枯死枝数	孢子角噴 出枝数
1.9×10^6	30	17	7.2	2	28	24	23.8	22	22
1.9×10^4	10	2	1.0	1	9	5	4.8	5	5
1.9×10^2	10	0	0.0	0	10	0	0.0	0	0

a) 柄孢子懸濁液を含ませた脱脂綿を1年生枝にあて、パラフィルムで包み込む方法で接種。パラフィルムおよび脱脂綿を除去するまでの湿潤期間は30日間。

表42 接種時枝齢が発病に及ぼす影響

接種 ^{a)} 時 (1980年 6月13日) の枝齢	接種 枝数	1980年 11月	1981年 5月	1981年11月		1982年5~6月		1983年5~6月		
		小黑点病斑 形成枝数	病斑進展 枯死枝数	残存 枝数	小黑点病斑 形成枝数	残存 枝数	孢子角噴 出枝数	残存 枝数	病斑進展 枯死枝数	孢子角噴 出枝数
新梢	10	6	4	6	4	3	3	3	3	2
1年生枝	10	6	0	10	9	7	7	3	2	2
2年生枝	10	2	0	10	4	3	3	7	4	1
3年生枝	10	0	0	10	0	0	0	10	3	1

a) 柄孢子懸濁液 (1.9×10^6 個/ml) を含ませた脱脂綿を枝にあて、パラフィルムで包み込む方法で接種。湿潤期間は30日間。

枝当たりの病斑数も多く23.8個を示した。これらの小黑点病斑形成枝の大部分は翌年(接種2年後)には枝枯れをおこし、また、その表面に孢子角の噴出が認められた。これに対し 1.9×10^4 個/mlの場合、接種当年に一部の枝で、また、接種翌年には多くの枝で小黑点病斑の形成が形成されたが、小黑点病斑形成枝率および病斑数は 1.9×10^6 個/mlの場合に比べ少なかった。なお、 1.9×10^2 個/mlの場合は発病が認められなかった。このことから安定的に発病させる条件として、 10^6 個/mlの柄孢子濃度が必要と思われる。

接種時の枝齢と発病の関係を表42に示した。接種時には緑色を呈し、伸長が著しい新梢はもっとも感受性が高かった。接種翌年の春期には、供試枝10本の内4本が小黑点病斑の進展により枝枯れになった。ついで接種2年後の春期に3本が枝枯れになり、3年後には残存していた3本が発病し、すべての枝が枯死した。1年生枝は新梢と同様に感受性が高かった。接種翌年には供試枝10本の内

9本に小黑点病斑が形成され、小黑点病斑形成枝は接種3年後までにすべて進展し、枯死した。2年生枝の場合、接種1年後の小黑点病斑形成枝数および2年後の病斑進展枯死枝は少なかった。しかし、継続観察の結果、3年後になって、病斑進展枝が増加した。3年生枝の場合、接種2年後まで発病が認められなかったが、3年後に一部の枝で病斑進展が認められ、柄孢子の噴出も観察された。以上のことから、若い枝ほど感受性が高く、古くなるにつれ感受性が低下することが明らかとなった。

2. 湿潤期間と発病

材料および方法

湿潤期間を1日、5日、10日および30日とし、感染に及ぼす影響を比較した。PSA平板で培養して得た柄孢子を殺菌蒸留水に懸濁し、 1.9×10^6 個/mlに調整した柄孢子懸濁液を新梢および1年生枝に接種した。1981年6月12日に接種し、その

表43 湿潤期間が発病に及ぼす影響

接種 ^{a)} (1981年 6月12日) 湿潤期間 日	新梢				1年生枝			
	接種 枝数	1982年10月		1983年 5月 病斑進展 枯死枝数	接種 枝数	1982年10月		1983年 5月 病斑進展 枯死枝数
		小黑点病斑 形成枝数	枝当たり 病斑数			小黑点病斑 形成枝数	枝当たり 病斑数	
1	7	1	1.0	0	10	0	0.0	0
5	9	7	1.9	2	9	2	3.5	1
10	8	6	4.7	6	9	4	8.3	3
30	10	8	7.4	6	10	7	5.9	3

a) 柄孢子懸濁液 (1.9×10^6 個/ml) を含ませた脱脂綿を新梢および1年生枝にあて、パラフィルムで包み込む方法で接種。

表44 柄孢子の接種時期が発病に及ぼす影響

1981年 接種 ^{a)} 月日	新梢				1年生枝			
	接種 枝数	1982年10月		1983年 5月 病斑進展 枯死枝数	接種 枝数	1982年10月		1983年 5月 病斑進展 枯死枝数
		小黑点病斑 形成枝数	枝当たり 病斑数			小黑点病斑 形成枝数	枝当たり 病斑数	
5月27日	- ^{b)}	-	-	-	19	17	18.1	6
6月9日	18	13	13.8	12	18	8	4.5	3
7月4日	17	6	1.7	6	20	4	1.0	0

a) 柄孢子懸濁液 ($1.6 \sim 1.9 \times 10^6$ 個/ml) を含ませた脱脂綿を新梢および1年生枝にあて、パラフィルムで包み込む方法で接種。湿潤期間は10日間。

b) 5月27日は新梢が小さく、供試できなかった。

後の発病推移を1983年まで観察した。

結果

表43に示すように、感受性の高い新梢の場合、1日の湿潤期間で接種枝7本中1本の枝で発病が認められた。5日の湿潤期間では大部分の枝で小黑点病斑の形成が認められた。10日、30日と湿潤期間を長くすると形成される小黑点病斑数が増加し、越冬後の病斑進展枯死枝数が多くなった。1年生枝の場合、新梢に比較して長い湿潤期間が必要であった。5日の湿潤期間で発病が認められ、湿潤期間を長くすると発病率が高くなった。湿潤期間30日の場合、新梢と同程度の発病が認められた。

3. 接種時期と発病

材料および方法

1981年5月27日、6月9日および7月4日に新

梢および1年生枝に接種し、枝の感受性を比較した。なお、5月27日の新梢は小さく、供試することができなかった。柄孢子懸濁液は、PSA平板で培養して得た柄孢子を殺菌蒸留水に懸濁し、 $1.5 \sim 1.9 \times 10^6$ 個/mlに調整したものをを用い、湿潤期間は10日間とした。発病推移は1983年まで観察した。

結果

柄孢子の噴出始めに相当する5月27日は、新梢がきわめて小さく、接種が困難であったので、1年生枝だけに接種した。表44に示すように、翌年の小黑点病斑の形成は良好であり、2年後の病斑進展も顕著であった。

柄孢子の噴出盛期に相当する6月9日は、新梢における小黑点病斑形成および病斑進展が良好であった。しかし、1年生枝の場合、5月27日接種区より発病が少なく、感受性の低下が認められた。

柄孢子の噴出終期に相当する7月4日は、新梢

表45 柄胞子の自然感染による小黑点病斑の形成状況

調査 ^{a)} 部位		1樹当たりの発病枝数	
枝の区分	枝 齢	該当数	小黑点病斑形成枝数
主枝, 側枝	新梢	13.3	0.0
	1年生枝	7.0	6.0
	2年生枝	3.0	0.7
	3年生枝	1.0	0.0
短果枝群 ^{b)}	新梢部	42.0	0.0
	1年生枝部	17.0	12.0

a) 調査は接種（発病枝の取り付け：1981年6月22日）の翌年の11月8日に実施。

b) 主枝および側枝から生じている短枝。

および1年生枝ともに発病が認められたものの6月9日に比較すると感受性が著しく低下した。

第3節 柄胞子の自然感染による病徴発現

材料および方法

降雨日に孢子角が多量に噴出している発病枝（病斑長約10cm）、1条を幼木の主幹上部に取り付け、自然感染を試みた。発病枝を取り付けた1981年6月22日は降水量22mmの降雨があり、翌日にはほとんどの孢子角が分散していた。品種はパートレットを用い、5樹に接種した。

結果

幼木の主幹上部に孢子角が噴出している発病枝1条を取り付け、自然感染を試みたが、翌年の夏期には接種した5樹ともに小黑点病斑が多く、枝で多数形成されはじめた。秋期（11月8日）に実施した小黑点病斑形成状況の調査結果を表45および図7に示した。病斑は1年生枝（図版IV-2）、短果枝群（主枝および側枝から生じている短枝を総称）の1年生枝に相当する部分（図版IV-3）および接種源を取り付けた2年生枝において認められた。これらは接種2年後の1983年5月に進展し、自然発病と同じ症状の枝枯れ、短果枝群の萎ちょう枯死および孢子角の噴出が認められた（図版IV-4）。その結果、主枝および主枝から直接生じた1年生枝（接種翌年に発生した枝）だけが残存した。なお、隣接樹列の無接種樹10樹では発病

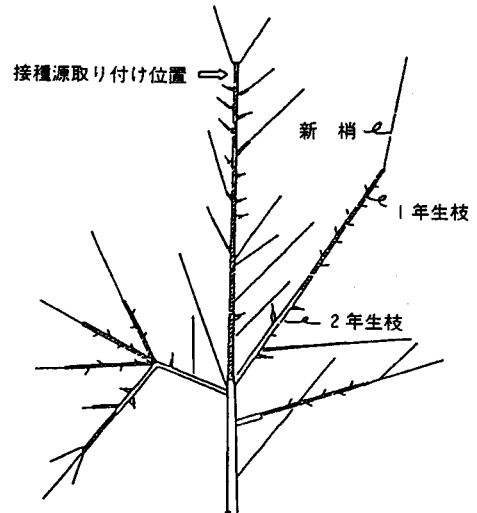


図7 柄胞子の自然感染接種による小黑点病斑の形成状況

斜線部：小黑点病斑形成枝

が認められなかった。その後の推移を1991年まで観察した。発病樹は枯死することなく、残った枝で生育し、感染、発病を毎年繰り返した。しかしながら、結果枝の枯死のため、着果はすることはまれであった。また、菌密度が高いため、新梢に感染したものの一部が、秋末には微小な小黑点病斑となり、翌年の春期には病斑進展のため、枝枯れになるものも増加した。供試樹はいずれも、生長が妨げられ、樹勢衰弱は顕著であった。

第4節 子のう胞子の接種による病徴発現

1. 有傷接種

材料および方法

圃場で栽培されているセイヨウナシ（品種：パートレット）の成木を用い、枝の樹皮をコルクボーラ（直径5mm）で打ち抜き、この穴に子のう胞子懸濁液（ 1.8×10^4 個/ml）を0.1ml滴下した。つぎに打ち抜いた樹皮円盤で穴をふさぎ、この上をパラフィルムで覆った。子のう胞子懸濁液は、休眠期に子のう殻形成枝を採取し、冷蔵庫に貯蔵していたものを用い、子のう胞子を殺菌蒸留水に懸濁し、調整した。実験には短果枝、2年生枝および3年生枝、それぞれ5本ずつ供試した。接種は1980年4月30日に行い、1982年春期まで発病状況を観察した。

結果

枝の樹皮をコルクボーラで打ち抜き、この穴に

表46 子のう胞子の接種による発病

接種枝 ^{a)}	接種翌年(1982年)	接種2年後(1983年)	接種3年後(1984年)	
	10月21日 小黑点病斑形成数	4～6月 病斑進展の有無	4～6月 病斑進展の有無	4～6月 胞子角の形成
No.1	—	—	+	+
2	3	—	+	—
3	1	—	+	—
4	—	—	—	—
5	3	—	+	—
6	—	—	—	—
7	—	—	—	—
8	—	—	+	—
9	—	—	—	—
10	3	—	+	+

a) 子のう胞子懸濁液 (1.5×10^4 個/ml) を含ませた脱脂綿を1年生枝にあて、パラフィルムで包み込む方法で、1981年5月27日に接種した。湿潤期間は30日間。

子のう胞子懸濁液を滴下する方法で有傷接種した。供試枝の短果枝、2年生枝および3年生枝のいずれも発病が認められなかった。接種時にコルクボーラであけた穴には癒傷組織が形成され全体が覆われた。

2. 無傷接種

材料および方法

接種は、圃場のバートレットの成木を用いて、子のう胞子懸濁液を十分に含ませた脱脂綿(1.5 × 1.0 cm) を枝にあて、パラフィルムで包み込む方法で行った。接種源は、休眠期に子のう殻形成枝を採取し、冷蔵庫に貯蔵していたものを用い、子のう胞子を殺菌蒸留水に懸濁した。懸濁液は1 ml 当たり 1.5×10^4 個の子のう胞子を含むが、一部は子のうの中に入ったままのものもあった。なお、対照区は殺菌蒸留水を用いた。パラフィルムおよび脱脂綿は接種30日後に除去した。1981年5月27日に、1年生枝10本に接種し、1984年春期まで発病状況を観察した。

結果

子のう胞子の接種試験の結果を表46に示した。接種翌年に接種枝10本のうち4本に小黑点病斑が形成された(図版IV-5)。枝当たりの病斑数は少なく、いずれも3個以下であった。形成された小

黒点病斑は越冬後の春期において、いずれも進展が認められなかった。しかし、接種3年後の春期になり、病斑進展が観察された。接種翌年に小黑点病斑の形成が認められた接種枝の他、認められなかった2本の接種枝(表46におけるNo.1, No.8)も病斑進展が観察された。ついで2本の病斑進展枝で胞子角の噴出が認められた。

第5節 宿主範囲

材料および方法

1982年6月10日に野外に植栽した種々の樹種に柄胞子を接種した。接種源は自然発病枝から噴出している胞子角(α胞子)を殺菌水に懸濁し、 1.0×10^6 個/mlに調整した。この柄胞子懸濁液を十分に含ませた脱脂綿(1.5 × 1.0 cm)を枝にあて、パラフィルムで包み込む方法で接種した。発病調査は接種3年後の1985年春期まで実施した。

接種樹種および品種は次のとおりである。セイヨウナシ(*Pyrus communis* L. var. *sativa de Candolle*) : バートレット, ナシ(*Pyrus serotina* Rehder var. *culta* Rehder) : 幸水, リンゴ(*Malus pumila* Miller var. *domestica* Schneider) : ふじ, モモ(*Prunus persica* Batsch var. *vulgaris* Maximowicz) : 砂子早生, ネクターリン(*Prunus persica* Batsch var. *nucipersica*

表47 セイヨウナシ胴枯病菌の各種果樹に対する病原性

接種樹種 (品種)	接種枝		接種翌年 (1983年)			接種2～3年後 (1984～1985年)	
	接種時 ^{a)} (1982年)		春 期	秋 期		残存 枝数 ^{b)}	病斑進展 枝数
	枝 齢	枝 数	病斑進展 枝数	残存 枝数 ^{b)}	小黒点病斑 形成枝数		
セイヨウナシ (パートレット)	新梢	10	6	4	4	0	—
	1年生枝	10	3	9	6	3	0
ナ シ	新梢	10	0	0	0	10	0
(幸 水)	1年生枝	10	0	0	0	10	0
リンゴ	新梢	10	0	0	0	10	0
(ふ じ)	1年生枝	10	0	0	0	10	0
モモ(砂子早生)	新梢	10	0	0	0	10	0
ネクタリン	新梢	10	0	0	0	10	0
オウトウ	新梢	10	0	0	0	10	0
(佐藤錦)	1年生枝	10	0	0	0	10	0
アンズ	新梢	10	0	0	0	10	0
(平 和)	1年生枝	10	0	0	0	10	0
ウメ(小梅)	新梢	10	0	0	0	10	0

a) 1982年6月10日に柄孢子懸濁液 (1.0×10^6 個/ml) を含ませた脱脂綿を枝にあて、パラフィルムで包み込む方法で接種。パラフィルムおよび脱脂綿を除去するまでの湿潤期間は30日間。

b) 病斑進展のため枯死した枝を剪除し、残存した枝。

Schneider), アンズ (*Prunus armeniaca* L.): 平和, オウトウ (*Prunus avium* L.): 佐藤錦, ウメ (*Prunus mume* Siebold et Zuccarini): 小梅。接種枝は新梢および1年生枝を供試したが、モモ, ネクタリンおよびウメは、接種時には新梢の伸長が小さいため、1年生枝だけを対象とした。

結 果

柄孢子を各種果樹の枝に接種し、その結果を表47に示した。宿主であるセイヨウナシに対しては病原性を示した。すなわち、接種枝の新梢および1年生枝において、小黒点病斑の形成および病斑進展による枝枯れが観察された。一方、他の果樹に対しては接種3年後まで観察を継続したが、ナシ, リンゴ, モモ, ネクタリン, アンズ, オウトウおよびウメに対する病原性はいずれも認められなかった。

第6節 考察

セイヨウナシ胴枯病菌の柄孢子および子のう孢子を用いた接種試験は、田中(1934)によって初めて行われたが、無傷接種では発病せず、低率であるが、有傷接種で発病が認められたことから、本病は傷痕寄生性を示すものと結論された。しかしながら、接種試験によって自然発病と同じ病徴を発現させた事実はなく、病原性や接種方法の検討が残されていた。そこで、接種方法を検討するとともに、接種試験によって自然発病と同じ病徴を発現させることにより、伝染環を解明しようとした。

はじめに、リンゴ腐らん病の接種試験で行われている切枝接種法(田村ら, 1973)を参考にした。コルクボーラで樹皮を打ち抜き、その部位に培養した含菌寒天を埋め込む方法で、発病させることができた。しかしながら、この方法では、発病が枝の生理的活性が低下してくる頃に認められることを考慮すると、自然発病とかけ離れたものと思われる。また、同様の方法で、圃場の成木の枝に接種した場合、発病が全く見られなかったことか

ら、この方法は適切な接種方法と考えられなかった。

一方、発病部位、特に小黒点病斑の形成部位を観察すると、剪定痕のような人為的な傷口からの感染は認められない。したがって、病原菌の侵入には傷口を必要としないと考えた。また、胴枯病の発生状況を子細に観察すると、子のう胞子が全く存在しない園地や極めて少ない園地でも多発していること、さらに、柄胞子がどの園地においても多量に噴出されることを考慮すると、柄胞子が主な伝染源と思われる。そこで、栽培樹を供試し、枝に傷をつけずに柄胞子懸濁液を含ませた脱脂綿をパラフィルムで覆う方法で接種してみた。その結果、柄胞子の無傷接種で確実に発病が認められ、自然発病で認められるものと同じ病徴を発現させることができた。すなわち、小黒点病斑の形成、小黒点病斑での越冬、翌春の病斑進展による枝枯れおよび胞子角の噴出が認められた。また、接種後枝枯れが発生するまで、早い場合で1年、通常2年を要し、場合によっては3年に及ぶことを明らかにした。このことは、これまで行われていた切枝を用いた有傷および無傷接種試験では、病原性に関する検定および宿主範囲を明らかにすることが難しいことを示している。

柄胞子懸濁液を含ませた脱脂綿をパラフィルムで覆う接種方法で、小黒点病斑の形成に及ぼす湿潤期間の影響をみると、接種枝の樹齢によって異なったが、安定的に発病するには比較的長い期間の湿潤状態が必要であった。一方、胞子角の噴出している病斑部を樹に取り付け、自然感染に近い状態で接種した場合、1回の降雨によって多量の発病が認められたので、自然感染の場合、接種における湿潤より短い期間で感染することが示唆されている。

柄胞子濃度と発病の関係をみると、小黒点病斑の形成には 1.9×10^4 個/ml以上の胞子濃度が必要であった。また小黒点病斑形成率および病斑数から判断し、安定的に発病させる条件として 10^6 個/mlの柄胞子濃度が必要と思われる。なお、この結果は接種枝が1年生枝の場合であり、枝齢ごとの検討も必要である。*Phomopsis* 菌の柄胞子濃度と発病の関係は、ブドウ枝膨病菌 (*Phomopsis*

sp., 御厨ら, 1988)で調べられている。類似した接種方法で、新梢における黒色病斑は、 5×10^4 個/以上の胞子濃度で発生することを報告しており、本結果ときわめて類似している。自然感染では胞子角が雨水によって溶け、雨水とともに柄胞子が分散するが、その際の胞子濃度については、更に検討が必要である。

宿主の感受性は樹齢によって異なっている。すなわち、若い枝ほど感受性であり、柄胞子の噴出期に伸長している新梢がもっとも感染しやすく、ついで1年生枝が感受性が高かった。2年生枝、3年生枝と樹齢が進むにつれ、著しく感受性の低下が認められた。感受性の高い新梢が感染すると、翌年には1年生枝上に小黒点病斑の形成が認められた。このことは、ほ場観察において、小黒点病斑が1年生枝および短果枝群の1年生枝に相当する部分に多いという事実と一致するものである。宿主の感受性は、枝齢のみでなく、柄胞子の噴出期においても、変化が認められ、噴出盛期に相当する時期は新梢の感受性が高いことが明らかになった。しかし、このような感受性の変化が自然感染に対してどのような影響を与えるかに関してはさらに検討が必要である。

幼木の主枝上部に胞子角が噴出している発病枝を降雨時に取り付ける接種方法を用いると、自然感染がおり、発病推移を観察することができた。その結果、本病の自然発生の特徴、すなわち、①接種翌年の夏期から秋期にかけて多量の小黒点病斑が主に1年生枝および短果枝群の1年生枝に相当する部分に形成される、②越冬後の翌春における小黒点病斑の進展による枝枯れ、短果枝の萎ちよう枯死、③胞子角として柄胞子の噴出、が再現できた。このことは、降雨があれば、発病枝1本だけで、接種樹の大部分の枝が発病することから、本病が発生すれば容易に多発につながる危険性があることを強く示唆している。また、接種樹はその後毎年感染・発病を繰り返しているが、隣接樹の非接種樹では本病の発生が少ない。これは本病が雨媒伝染し、きわめて近距離の伝搬によってまん延することを示唆している。

子のう胞子の病原性について検討した結果、有傷接種では発病は認められなかった。そこで子の

う胞子懸濁液を含ませた脱脂綿をパラフィルムで覆う方法で検討した。その結果、接種翌年には小黒点病斑の形成が認められた。しかし、柄胞子の接種試験結果と比較して、小黒点病斑の形成枝率および形成量は明らかに少なかった。これは子のう胞子の接種菌量が少なかったこと並びに接種時期の関係で新梢に比べて感受性が劣る1年生枝を供試したことが影響したものと推定される。また、小黒点病斑の進展は接種2年後には見られず、接種3年後に認められた。これも柄胞子の枝齡別接種試験における接種枝2、3年生枝の場合と同じ現象であり、小黒点病斑の形成量が少なかったことと関係があったと思われる。また、発病枝上において柄子殻の形成および胞子角の噴出が認められた。このように子のう胞子の接種によっても、自然発病と同じ病状が再現できた。子のう胞子は降雨で膿状に噴出、分散することを考慮すると、子のう胞子も柄胞子と同じように雨媒伝染し、小黒点病斑の形成、病斑進展による枝枯れ、柄子殻の形成に続いて、再び柄胞子を分散させる伝染環を形成している。

主要果樹に対する柄胞子の接種試験の結果、セイヨウナシだけに病斑を形成し、ナシ、リンゴ、モモ、ネクタリン、アンズ、オウトウおよびウメに対しては病原性が認められなかった。本菌の宿主範囲に関しては、田中(1934)が柄胞子あるいは子のう胞子の懸濁液を用いて有傷接種する方法で検討している。それによると、本菌はリンゴ(国光、紅玉、緋の衣)、ナシ(長十郎)、モモ、ウメ等に対する病原性が認められず、セイヨウナシのみ病原性を有するとした。一方、杉木ら(1983)は、青森県で発生したリンゴの胴枯病菌は従来から知られていた *Phomopsis mali* の他、*Diaporthe tanakae* が関与することを示した。ついで、藤田ら(1988)は、圃場の樹を用いた無傷接種でリンゴ胴枯病菌はリンゴにのみ病原性を有し、セイヨウナシには病原性を示さないことを明らかにした。この場合、セイヨウナシで認められる小黒点病斑は形成されず、接種2年後に病斑が進展することを示した。これらのことからセイヨウナシ胴枯病菌はセイヨウナシだけで伝染環を形成するものと思われる。

第VI章 防 除 法

これまでに明らかになった発生生態を基にして、防除法を確立するために試験を行った。本病の主要な伝染源は柄胞子であり、柄胞子の主要噴出期間は限定されるため、薬剤による効率的防除が可能であると考えた。はじめに各種薬剤による柄胞子発芽抑制効果および発育抑制効果を比較検討して、防除薬剤を検索した。ついで多発園においてこれらの薬剤を柄胞子噴出期に散布して防除効果の現れ方を調査した。また、柄胞子の分散および薬剤散布時期と防除効果の関係について検討した。さらに初期病斑である小黒点病斑に対する薬剤の進展抑制効果を検討した。

胴枯性病害の共通的防除手段である被害枝の剪除処分および病斑部の削り取りなど伝染源除去の効果と薬剤散布と組み合わせた総合防除の効果を明らかにしようとした。

第1節 防除薬剤の検索

1. 薬剤の柄胞子発芽抑制効果

材料および方法

病斑上から採取した自然産生の柄胞子の懸濁液とセイヨウナシ樹皮煎汁液の混合液を2穴スライドグラスに滴下し、さらに薬剤の成分量が1 ppm、10ppm、100ppmになるように加え、これを湿室にしたペトリ皿に入れ、25℃、48時間後に検鏡し、発芽率を調査した。供試薬剤は、TPN水和剤、キャプタン水和剤、ダイホルタン水和剤、ジネブ水和剤、マンゼブ水和剤、ポリカーバメイト水和剤、プロピネブ水和剤、チオフアネートメチル水和剤、ベノミル水和剤、フルオルイミド水和剤、ポリオキシシン水和剤、DBEDC乳剤、ノニルフェノールスルホン酸銅水和剤、有機銅水和剤、塩基性塩化銅水和剤、イプロジオン水和剤、プロシミドン水和剤、スルフェン酸系水和剤、チアジアジン水和剤、トリアジメホン水和剤、トリホリン水和剤およびフェナリモル水和剤である。

結 果

薬剤の柄胞子発芽抑制効果試験の結果を、表48

に示した。柄胞子の発芽抑制に対して有効な薬剤は多く、TPN、キャプタン、ダイホルタン、フルオルイミド、プロピネブ、スルフェン酸系の各薬剤は、1 ppm の濃度で全く発芽が認められず、効果がすぐれた。ついで、ポリカーバメイト、有機銅、マンゼブの順に効果がすぐれ、1 ppm で低い発芽率を示した。一方、発芽するものの柄胞子の異常膨潤および発芽管の奇形化を起こす薬剤にはチオファネートメチル、ベノミル、トリアジメホン、トリホリンおよびフェナリモルがあった。中でもベノミルおよびチオファネートメチルは1

ppm で発芽率も低く、効果がすぐれた。発芽抑制効果の劣った薬剤は塩基性塩化銅、DBEDCがあり、ついで、イプロジオン、ポリオキシシ、プロシミドンの効果が劣った。

2. 薬剤の菌叢発育抑制効果

材料および方法

タマネギ醬油平板培地で12日間培養した胴枯病菌の菌叢をコルクボーラ(直径3mm)で打ち抜き、100ppm、500ppm および1,000ppm の各濃度の薬液に10分間浸漬した後、タマネギ醬油平板培地に

表48 薬剤の柄胞子発芽および菌叢発育に及ぼす影響

供 試 薬 剤	柄胞子発芽率			菌叢の発育の有無		
	1 ppm	10ppm	100ppm	100ppm	500ppm	1000ppm
	%	%	%			
TPN	0	0	0	+ ^{b)}	+	+
キャプタン	0	0	0	+	+	+
ダイホルタン	0	0	0	+	- ^{c)}	-
ジネブ	96	76	0	+	+	+
マンゼブ	37	0	0	+	+	+
ポリカーバメイト	6	0	0	+	+	+
プロピネブ	0	0	0	+	+	+
チオファネートメチル	16※ ^{a)}	6※	0	-	-	-
ベノミル	2	0	0	-	-	-
フルオルイミド	0	0	0	+	+	+
ポリオキシシ	93	89	14	+	+	+
DBEDC	98	96	73	+	+	+
ノニルフェノールスルホン酸銅	95	96	5	+	+	+
有機銅	14	0	0	+	+	-
塩基性塩化銅	92	86	74	+	+	+
イプロジオン	91	90	30	+	+	+
プロシミドン	98	93	0	+	+	+
スルフェン酸系	0	0	0	+	+	+
チアジアジン	97	6	0	+	+	+
トリアジメホン	96※	98※	0	+	+	+
トリホリン	90※	83※	0	+	+	+
フェナリモル	96※	96※	0	+	-	-
蒸留水		88		-	-	-

a) ※：異常発芽。

b) +：菌叢の発育が認められる。

c) -：菌叢の発育が認められない。

置床し、25℃、7日間培養し、菌叢の発育状態を調査した。各薬剤による処理濃度につき、菌叢片を4個用いた。薬剤は柄孢子発芽抑制試験において供試した22薬剤を供試した。

結果

菌叢の薬液浸漬処理による薬剤の菌叢発育抑制効果は、表48に示すとおり、チオファネートメチル、ベノミルおよびフェナリモルがすぐれ、100ppmで発育を抑制することができた。ついでダイホルタン、トリホリン、有機銅の順に効果がすぐれた。ダイホルタンおよびトリホリンは500ppm、有機銅は1,000ppmで発育抑制効果が認められた。菌叢発育抑制効果の認められた薬剤はいずれも柄孢子発芽抑制効果もすぐれた。しかし、柄孢子発芽抑制効果のすぐれたTPN、キャプタン、フルオリミド、プロピネブおよびスルフェン酸系の1,000ppm処理では、菌叢発育抑制効果が認められなかった。

第2節 柄孢子の噴出期における薬剤散布

1. 圃場における防除薬剤の検索および防除効果の現れ方

材料および方法
圃場における薬剤試験は、胴枯病が多発している紫波町上松本の栽培圃場で行った。発生量が同程度の2樹列(38樹)を選び、品種はバートレットを供試した。薬剤散布は、1981年5月26日、6月4日、6月11日および6月19日に動力噴霧機を用いて、十分量(1樹当たり約20ℓ)散布した。供試薬剤はチオファネートメチル水和剤(70%)1,500倍、有機銅水和剤(40%)600倍、チオファネートメチル・有機銅水和剤(35%, 40%)1,000倍、キャプタン・ベノミル水和剤(60%, 10%)600倍、ダイホルタン水和剤(80%)1,500倍、トリオーリン水和剤(7.5%)500倍、ボルドー液4-12式を用い、1区2樹、2区制で行った。6月下旬以降は慣行薬剤(6月下旬はキャプタン・有機銅水和剤、7月はボルドー液が主体)を無散布区を含め全樹を対象に散布した。1982年は柄孢子噴出期間中の5月第6半旬から6月第6半旬にかけてチオファネートメチル・有機銅水和剤1,000倍を4回、全面散布し、7月以降は慣行のボルドー液を主体に薬剤散布を行った。

防除効果は1982年10月5日に1年生枝(散布時は新梢)の小黒点病斑の形成量で判定した。小黒

表49 柄孢子噴出期における薬剤散布^{a)}の防除効果

供試薬剤	使用濃度		1982年10月5日		1983年5月27日
	希釈倍数	成分量	小黒点病斑形成枝率	小黒点病斑形成度 ^{b)}	1樹当たり枝枯れ等被害数
	倍	ppm	%		
チオファネートメチル水和剤	1,500	466	36.0	18.8	64.3
有機銅水和剤	600	666	38.5	19.0	49.3
チオファネートメチル・有機銅水和剤	1,000	350	27.0	10.7	41.8
		400			
キャプタン・ベノミル水和剤	600	1,000	31.0	13.3	32.5
		166			
ダイホルタン水和剤	1,500	533	14.5	5.7	28.3
トリホリン水和剤	500	150	52.0	30.0	82.5
ボルドー液	4-12式		16.5	6.7	28.3
無散布			71.5	49.3	118.3

a) 散布年月日：1981年5月26日、6月4日、6月11日、6月19日。

b) 小黒点病斑形成度 = $\frac{\sum \text{指数} \times \text{該当数}}{3N} \times 100$

指数1	小黒点病斑数 1~10個/枝
2	" 11~30個/枝
3	" 31個以上

点病斑の形成量として、1区当たり100本の1年生枝について小黒点病斑の形成の有無、形成程度を記録し、小黒点病斑形成枝率および小黒点病斑形成度を算出した。さらに翌春(1983年5月27日)の枝枯れ、花叢の萎ちようなどの被害数を調べ、防除効果の現れ方を調査した。

結果

胴枯病多発園において菌叢発育抑制効果のすぐれた薬剤、これらの混合剤およびボルドー液を柄胞子の主要感染時期に薬剤散布を行った。薬剤の第1回散布は柄胞子の噴出前の5月26日に行った。第2回散布時の6月4日には孢子角の噴出が増加し始め、第3回散布時の6月11日には多量の孢子角が観察されるようになった。この柄胞子は散布翌日の29mmの降雨で分散した。その後も柄胞子が噴出し、また、第4回散布時の6月19日にまで17日を除き、降雨があったので、この期間が主要感染時期と考えられた。なお孢子角の噴出は7月中旬まで認められた。

防除効果は感染の翌年に生じてくる小黒点病斑の形成量で判定した。表49に示すように、無散布区は、1年生枝の小黒点病斑形成枝率が71.5%、小黒点病斑形成度が49.3%を示し、著しい発病を示した。これに対し、薬剤散布区は小黒点病斑の形成量が減少し、いずれの薬剤も防除効果が認められた。特に、ダイホルタン水和剤(1,500倍)およびボルドー液(4-12式)の効果がすぐれた。ダイホルタン水和剤は、小黒点病斑形成枝率が14.5%、小黒点病斑形成度が5.7を示し、ボルドー液は小黒点病斑形成枝率が16.5%、小黒点病斑形成度が6.7で、高い防除効果を示した。ついで、チオファネートメチル・有機銅水和剤(1,000倍)およびキャプタン・ベノミル水和剤(600倍)の効果がすぐれた。チオファネートメチル・有機銅水和剤は、小黒点病斑形成枝率27.0%、小黒点病斑形成度10.7を示し、キャプタン・ベノミル水和剤は、小黒点病斑形成枝率31.0%、小黒点病斑形成度13.3を示した。チオファネートメチル水和剤(1,500倍)および有機銅水和剤(600倍)の小黒点病斑形成度は、それぞれ18.8、19.0を示し防除効果が認められたが、両者の混合剤であるチオファネートメチル・有機銅水和剤に比較すると効

果は劣った。トリホリン水和剤(500倍)は他剤に比較すると防除効果が劣り、実用性が認められなかった。

秋期における小黒点病斑形成調査に続いて、翌年の春期すなわち薬剤散布の2年後の枝枯れ、花叢の萎ちようなどの被害量調査を行った。なお、試験期間中の剪定は小黒点病斑の形成量の多少に関係なく、従来どおり、栽培の見地に基づいて実施した。

無散布区は枝枯れ等の被害数が1樹当たり118.3個を示し、壊滅的な被害になった。これに対し、ダイホルタン水和剤区およびボルドー液区の被害数/樹はともに28.3個を示した。これは無散布区の約1/4の被害量であり、顕著な防除効果が認められた。キャプタン・ベノミル水和剤の効果もすぐれ、被害数/樹は32.5個であった。ついでチオファネートメチル・有機銅水和剤、有機銅水和剤、チオファネートメチル水和剤、トリホリン水和剤の順に効果がすぐれた。

2. 柄胞子の分散および薬剤散布時期と防除効果

材料および方法

柄胞子の分散と感染は降雨と密接に関係するので、降雨および薬剤散布の時期と防除効果について検討した。場内圃場に植栽されている4年生樹(品種：マックス・レッド・バートレット)を供試した。接種源は1983年6月4日に孢子角が噴出している自然発病枝を採取、保存しておき、これを6月9日の降雨日に樹の主幹上部(地上2.0~2.2mの位置)に取り付け、翌日の6月10日に除去した。薬剤はキャプタン・ベノミル水和剤600倍液を接種5日前に相当する6月4日、接種翌日の6月10日、接種2日後の6月11日に動力噴霧機を用いて薬液がしたたり落ちる程度に散布した。防除効果は翌年の1984年11月8日に、1年生枝(散布時の新梢)の小黒点病斑形成状況を調査し判定した。供試樹は1区当たり2~3樹を用いた。

結果

接種日の6月9日には10mmの降雨があり、接種源の枝から長く糸状に噴出していた孢子角は、すべて降雨で分散し、翌日に接種源を除去した際、

表50 柄胞子の分散および薬剤散布時期と防除効果

試験区 薬剤散布年月日	接種 ^{a)} 日と の関係	供試 樹数	1984年11月 8日		
			調査枝数	小黑点病斑 形成枝率	小黑点病斑 形成度 ^{b)}
1983年				%	
6月 4日	5日前散布	3	30	3.3	1.1
6月10日	翌日散布	3	30	0.0	0.0
6月11日	2日後散布	2	20	0.0	0.0
無散布		3	30	66.7	35.7

a) 1983年 6月 9日の降雨日に胞子角噴出枝を主幹上部に取りつけ、翌日に除去。

b) 小黑点病斑形成度は表49に準ずる。

まったく認められなかった。柄胞子の分散前および分散後の薬剤散布による防除効果は、散布翌年の1年生枝の小黑点病斑形成状況を調査し判定した。薬剤散布を行わなかった樹は、翌年の夏期に1年生枝上に小黑点病斑が形成され始め、秋期にはその存在が明瞭になった。表50に示すように、無散布区では、小黑点病斑形成枝率66.7%、小黑点病斑形成度35.7%で多発した。これに対して、5日前の6月4日にキャプタン・ベノミル水和剤を散布した樹はわずかに発病がみられ、小黑点病斑形成枝率が3.3%、小黑点病斑形成度が1.1%を示し、予防散布による防除効果が顕著であった。柄胞子の分散翌日の6月10日および2日後の6月11日に薬剤散布した樹では、全く発病が認められず高い防除効果を示した。このことから、降雨後2日以内の薬剤散布で防除できることが明らかになった。

第3節 小黑点病斑形成枝に対する薬剤処理

材料および方法

小黑点病斑形成枝に対する薬剤散布試験は、園地のパートレットを用い、病斑進展前の4月24日に、小黑点病斑の形成が認められた2年生枝(2年前の感染枝)を対象に、薬剤ごとに10枝ずつ散布した。薬剤はチオファネートメチル水和剤(1,000倍)、トリアジメホン水和剤(1,000倍)、トリホリン水和剤(500倍)、フェナリモル水和剤(3,000倍)を供試した。防除効果は、同年の6月11日に病斑の進展状況を調べ判定した。

小黑点病斑形成枝に対する薬剤塗布試験も園地

のパートレットを用い、病斑進展前の4月24日に40枝について、チオファネートメチル大豆油塗布剤(チオファネートメチル含量20%)を刷毛で枝の表面に塗布した。防除効果は同年の6月14日に病斑の進展状況を調べ判定した。

結果

小黑点病斑形成枝に対する薬剤散布試験における供試薬剤は、胞子発芽抑制効果が認められた薬剤のうち、浸透移行性を示すといわれている薬剤を散布した。表51に示すようにチオファネートメチル水和剤(1,000倍)、トリアジメホン水和剤(1,000倍)、トリホリン水和剤(500倍)、フェナリモル水和剤(3,000倍)のいずれの薬剤も病斑進展、進展に伴う枝枯れおよび胞子角の噴出が観察され、防除効果は認められなかった。

小黑点病斑形成枝に対する薬剤塗布試験の結果を表52に示した。チオファネートメチル大豆油塗布剤を処理した枝の85%が病斑進展し、進展抑制効果は小さかったが、枯死枝数は無処理区に比較して少なかった。また胞子角の噴出は、無処理区において病斑進展枝の1/3で観察されたのに対し、チオファネートメチル大豆油塗布剤を処理した枝では全く認められなかった。一方、薬剤処理時に花芽および葉芽に薬剤が付着すると、薬害により芽の展開が妨げられることが明らかになった。

第4節 伝染源剪除処分の防除効果

材料および方法

胴枯病が多発している紫波町上松本の栽培園において、伝染源となる柄胞子が形成される前に発

表51 小黒点病斑形成枝に対する薬剤散布^{a)}試験

供試薬剤	希釈倍数	処理枝数 ^{b)}	病斑進展枝数	枯死枝数	孢子角噴出枝数
	倍				
チオファネートメチル水和剤	1,000	10	10	2	4
トリアジメホン水和剤	1,000	10	9	2	4
トリホリン水和剤	500	10	10	2	6
フェナリモル水和剤	3,000	10	9	4	5
水		10	9	3	2

a) 散布月日：4月24日。

b) 小黒点病斑形成枝，2年生枝，品種：パートレット。

表52 小黒点病斑形成枝に対する塗布剤試験

供試薬剤および処理 ^{a)}	方法	処理枝数 ^{b)}	6月14日		
			病斑進展枝数	枯死枝数	孢子角噴出枝数
チオファネートメチル大豆油塗布剤	原液塗布	40	34	5	0
無処理		40	36	17	12

a) 処理月日：4月24日。

b) 小黒点病斑形成枝，2年生枝，品種：パートレット。

病枝の剪除処分を行い，その防除効果を検討した。春期の発病は，短果枝群の萎ちょう枯死，枝枯れのほか比較的太い枝で病斑部を削り取り処分ができるものに区分し，1981年5月21日，5月26日，6月4日，6月11日に巡回し，見つけしだいに剪除あるいは削り取り処分を行った。対照の放任区は，柄胞子の分散すなわち降雨による孢子角の分散が終了した後の7月3日に発病部の処分を実施した。また，チオファネートメチル水和剤(1,500倍)あるいはボルドー液(4-12式)を柄胞子主要分散時期に散布し，薬剤散布条件下における伝染源除去効果についても検討した。

薬剤は1981年5月26日，6月4日，6月11日および6月19日に動力噴霧機を用いて1樹当たり約20ℓ散布した。この際，伝染源除去区は，伝染源を除去したのちに薬剤を散布した。各処理につき2樹を供試した。なお，7月以降は輪紋病を対象に全試験区に薬剤散布を行った。また，7月以降の感染を防ぐために，放任区の発病部は7月3日にすべて除去した。処理効果は散布翌年の1982年10月9日に1区当たり100本の1年生枝の小黒点病斑の形成量で判定した。

結果

試験圃場における1981年春期の発生量は多かった。1樹当たり被害発生量(短果枝群の萎ちょう，枝枯れ，削り取り病斑の合計値)を各試験区間で比較すると，もっとも発生量の少ないボルドー液散布・放任区が79.0，もっとも多発した無散布・剪除区が106.5であり，発生量に大きな差異は認められなかった。また，孢子角の噴出は主として枝枯れおよび削り取り病斑で生じるため，両者の発生量を比較すると，無散布・放任区がやや少なく，無散布・剪除区がやや多かったが，他の試験区は同程度であった。全発病部の約90%は柄胞子の噴出が認められない時期の5月21日および5月26日に除去することができた。残り10%は孢子角が噴出しはじめた6月4日と盛期に当たる6月11日に処分したが，孢子角の噴出前の病斑が多く，孢子角が認められても柄胞子の分散前であったため，目的とする伝染源の除去は達成できたものと思われる。

伝染源の除去効果は翌年(1982年)の1年生枝上の小黒点病斑形成量で判定した。表53に示すように，無散布・放任区は小黒点病斑形成度が62.6を示したのに対し，剪除区は36.0であり，伝染源除去効果が認められた。チオファネートメチル水

和剤を散布した場合、放任区の小黑点病斑形成度が22.3を示し、無散布区の1/3程度に発病を抑制できた。剪除区は小黑点病斑形成度が15.3であり、除去効果が認められるものの、その程度は小さかった。ボルドー液の散布区は、小黑点病斑の形成を著しく抑制し、防除効果がすぐれた。この場合、伝染源の除去効果は全く認められなかった。

これらのことから、多発条件下における伝染源の除去効果は、薬剤散布を行わない場合、明瞭であるが、薬剤散布を実施すると散布薬剤の効力の影響を強く受け、除去効果は減少することが明らかになった。

第5節 考察

セイヨウナシの栽培団地を次々と廃園に追い込んでいる胴枯病の防除法を確立することは急務である。これまで実施された防除に関する試験は極めて少なく、記載されている防除法（中島・瀧元, 1924；田中, 1934；中田, 1950；富樫, 1950；福田・北島, 1956；北島・梶山, 1961）は試験結果に基づくものではなく、根拠を欠くものである。このため、本病の発生生態および伝染環を解明し、これに基づく防除法を確立しようとした。

病気を防ぐことは伝染環を断ち切ることを考え、まず第一に感染防止手段を講じた。前章で明らか

にしたように、柄胞子が主要な伝染源であるので、その感染防止がもっとも重要と判断される。

防除法確立の手始めとして、防除薬剤の検索に着手した。胞子発芽抑制効果および菌叢発育抑制効果を濃度別に比較したところ、チオファネートメチル、ペノミル、フェナリモル、ダイホルタン、トリホリン、有機銅の効果がすぐれることが明らかになった。そこで、これらの薬剤を胴枯病多発園において柄胞子噴出期に散布することにした。なお、チオファネートメチルおよびペノミルは、同系のベンズイミダゾール系薬剤であり、また、フェナリモルおよびトリホリンはエルゴステロール合成阻害剤であるので、それぞれ代表してチオファネートメチル水和剤およびトリホリン水和剤を供試した。また、ベンズイミダゾール系薬剤は連用すると耐性菌が出現する事例があり、その対策の一環として他剤との混合剤の散布が有効であることが示されているので、混合剤として、チオファネートメチル・有機銅水和剤およびキャプタン・ペノミル水和剤を供試した。一方、ボルドー液は直接的殺菌力は劣るため、防除薬剤の検索試験に用いなかったが、有機銅の効果が認められることおよび古くから防除薬剤に取り上げられていることから（田中, 1934；中田, 1950；富樫, 1950；福田・北島, 1956；北島・梶原, 1961）、この試験

表53 伝染源除去処理が発病に及ぼす影響

試験区		1981年春季1樹当たり発病数				1982年10月9日	
散布薬剤 ^{a)}	伝染源処理	短果枝の萎ちょう	枝枯れ	削り取り病斑	合計	小黑点病斑形成枝率 %	小黑点病斑形成度 ^{d)}
ボルドー液	剪除 ^{b)}	27.5	33.0	22.0	82.5	21.0	8.0
	放任 ^{c)}	23.0	44.0	12.0	79.0	12.0	5.3
チオファネート メチル水和剤	剪除	30.0	33.0	21.0	84.0	32.0	15.3
	放任	40.5	52.0	7.0	99.5	36.0	22.3
無散布	剪除	38.5	46.0	22.0	106.5	61.0	36.0
	放任	43.0	36.5	5.5	85.0	82.0	62.6

a) 散布年月日：1981年 5月26日, 6月 4日, 6月11日, 6月19日。

b) 剪除処分年月日：1981年 5月26日, 6月 4日, 6月11日。

c) 1981年 7月 3日に剪除処分。

d) 小黑点病斑形成度は表49に準ずる。

で供試した。

防除効果は感染の翌年に生じてくる1年生枝の小黒点病斑形成状況で判定した。その結果、ダイホルタン水和剤およびボルドー液の効果がきわめてすぐれ、発生量を著しく減少させた。本試験の薬剤散布期間には降雨が多かったが、両薬剤ともに耐雨性があることから防除効果を高くしたものである。両薬剤に続いて効果がすぐれた薬剤には、チオファネートメチル・有機銅水和剤およびキャプタン・ベノミル水和剤があり、実用性が認められた。チオファネートメチル・有機銅水和剤は単剤のチオファネートメチル水和剤および有機銅水和剤より防除効果が高く、混合剤としての有利性が認められた。防除効果の高かった薬剤散布は翌年の枝枯れ等の被害数も減少させた。このことは薬剤散布の実際の効果が散布の2年後に現れることを示すものである。これは前章において示した感染から小黒点病斑の形成、小黒点病斑の進展経過等の伝染環を考慮すると矛盾のない結果と言える。なお、本試験は薬剤散布の防除効果をはじめて実証したものである。

その後、野呂ら(1983)も生育期にチオファネートメチル水和剤とキャプタン水和剤を混合散布し、翌年秋期における小黒点病斑の形成量および散布2年後の枯死枝数を著しく減少させることを示している。

このように本病の防除法として、柄胞子の主要噴出期間、すなわち6月下旬～7月中旬に、薬剤を定期散布することがきわめて効果的と考えられる。一方、柄胞子の噴出・分散経過を観察すると、胞子角として糸状に噴出していた柄胞子は降雨によって一気に分散し、降雨と柄胞子の分散・感染は密接な関係が認められた。このため、降雨状況に対応した薬剤散布法が必要と考え、胞子角が噴出している発病枝を降雨日に樹の上部に設置する方法で、薬剤の予防散布および降雨後散布の防除効果について検討した。その結果、降雨5日前のキャプタン・ベノミル水和剤の予防散布に加え、降雨すなわち柄胞子の分散の翌日および2日後の散布で十分に防除できることを明らかにした。降雨後の散布で防除できることは、柄胞子の噴出状況を観察しながらの対応ができることを示すもの

で、現実の防除対策としてきわめて実用性が高い。特に噴出期に降雨日が少ない場合には、降雨があった特定の日に多量の感染が起きることになるが、これに対して効率的な防除が可能となる。

小黒点病斑の進展を阻止することができれば、被害にならないため、小黒点病斑の形成後における防除法について検討した。小黒点病斑部の表皮を剃刀で剥ぐようにして削り取るだけで病斑進展を阻止することができるが、病斑数の多さおよび作業精度から判断し、実用性がないと思われる。このため小黒点病斑に対する薬剤処理を取り上げた。散布時期は休眠期が考えられるが、休眠期防除としては、石灰硫黄合剤の散布が中島・瀧元(1924)および田中(1934)によって示され、いくつかの病害解説書においても同様のことが記載されている。これは胴枯性病害に対して広く行われている防除法であるが、本病に対する効果試験は行われていない。県内の栽培園では、石灰硫黄合剤散布の落葉期あるいは萌芽前の休眠期に実施されているが、これらの処理樹について小黒点病斑の進展状況を観察を行ったが、進展抑制効果は認められなかった。また、小黒点病斑から病原菌の分離を行う際に、次亜塩素酸ナトリウム液に30分間浸漬しても病原菌が死滅しないこと、さらに小黒点病斑の断面を観察すると周皮細胞までが褐変していること考慮すると表面殺菌だけの効果を有する薬剤では防除が困難と思われる。このため浸透移行性を示すといわれているベンズイミダゾール系薬剤およびエルゴステロール生合成阻害剤を進展前の小黒点病斑に散布した。しかしながら、どの薬剤も病斑進展を阻止することはできなかった。

野呂ら(1983)も小黒点病斑の拡大阻止をねらいとする薬剤の休眠期散布を検討したが、石灰硫黄合剤およびベンズイミダゾール系薬剤の防除効果は認められていない。

藤田ら(1981a, 1981b)は、リンゴ腐らん病防除試験において病患部を削り取らずにベンズイミダゾール系薬剤に植物油を加えペースト状にしたものを塗布することで治療できると報告している。そこで、リンゴ腐らん病を対象として開発中のチオファネートメチル・大豆油塗布剤を小黒点

病斑が形成されている枝を対象として病斑進展前に塗布処理を行った。その結果、大部分の枝で病斑が進展したが、枯死枝数が減少することおよび胞子角の噴出が認められないなどの効果が認められた。しかし、薬剤処理時に花芽や葉芽に薬剤が付着すると芽の展開が妨げられることに加え、病斑進展に対する効果、作業性を考慮すると実用的であるとは言い難い。

胴枯病の発病部を早期に剪除することは、伝染源となる柄胞子の形成あるいは分散を阻止するにつながる。胴枯病が園地全体にまん延していない試験場内圃場では多発樹と無発病樹が存在するが、それまで発生が見られない樹で発生しても、発病枝の剪除処分を継続すると、その後の発生の増加は抑えられることから、この方法は有効な防除手段と思われる。しかし、多発園では剪除処分に労力を注いだ割には効果が現れにくいことも指摘されている。そこで、多発園における伝染源の除去処分と薬剤散布との併用処理の場合の防除効果について検討した。

発病部の除去は5月下旬から6月上旬にかけて4回実施し、徹底的に行ったが、薬剤散布を実施しない場合、翌年の小黒点病斑の形成枝率が高かった。これは除去できなかった病斑上に形成された柄胞子の他、隣接樹列から飛散した柄胞子による感染も関係したものである。伝染源の除去効果は、薬剤散布を行わない場合に明瞭に認められたが、薬剤散布を行うと、散布薬剤の効力の影響を強く受け、除去効果は小さいことが明らかになった。特に、防除効果の高いボルドー液を散布した場合、除去効果は全く認められなかった。このことは、胴枯病の多発園では、柄胞子の感染防止のための薬剤散布を最重点とすべきことを示している。伝染源の除去は胴枯性病害の共通的な防除法の一つであり、リンゴ腐らん病の例のように病患部の削り取りおよび発病枝の剪除処分の重要性が指摘されている。しかし、本病の多発園では、①発生量が多い、②枯死枝は剪除しても、病斑進展が停止し、枯死に至らない病斑は見逃されやすい、③削り取り対象となる枝は短果枝を多数有する3～4年生枝に多く、削り取り作業の困難性に加え、剪除処分は減収に直結する、などの理

由で伝染源が残りやすいことを考慮すると、薬剤散布による防除手段は不可欠であると思われる。

第VII章 総合考察

岩手県内で多発しているセイヨウナシの枝枯れおよび短果枝群の萎ちよう枯死の病原は、セイヨウナシ胴枯病菌 (*Diaporthe tanakae Kobayashi et Sakuma*) によることが判明した。本病の発生生態に関しては不明な点が多かったため、調査、研究を行った結果、ほぼ全ぼうが明らかとなり、図8に示される伝染環を有すると考えられる。本病は柄胞子だけでも伝染環が成立し、大部分の発病は柄胞子の感染によるものと推察される。柄胞子は5月下旬～7月中旬にかけて噴出し、その盛期は6月上～中旬に認められた。噴出した柄胞子は降雨によって分散し、枝に感染する。若い枝ほど感受性であり、特に柄胞子の噴出期間中に伸長が著しい新梢が感染しやすく、ついで1年生枝が感染しやすい。潜伏期間は長く、短い場合で4～5ヵ月であり、通常は1年2ヵ月後に、初期病徴である小黒点病斑が形成される。小黒点病斑の状態越冬し、翌春の開花期に病斑が拡大進展し、枝枯れおよび短果枝群の萎ちよう枯死が発生する。また、病斑進展ができなかった小黒点病斑は、1年あるいは2年後進展する場合がある。したがって、伝染環の一巡に要する期間は通常2年であるが、短い場合で1年、長い場合、4年に及ぶことが明らかになった。このことは、本病の多発園においては一旦発病すると、数年間にわたり生存できることを意味し、病原菌の根絶は難しいことを示唆している。一方、子のう胞子は拡大進展した病斑部に秋期、子のう殻のなかで形成され、この状態で越冬し、翌年の6月下旬～8月上旬にかけて降雨により分散し感染する。子のう胞子の感染によっても小黒点病斑は形成され、小黒点病斑の状態越冬し、開花期において病斑が拡大進展し、枝枯れが発生する。このように子のう胞子も柄胞子と同様の伝染環を有すると思われるが、子のう胞子が存在しない園地も多いことから、自然条件下における子のう胞子の役割および動向に関してはさらに検討が必要である。

一方、最近田中ら (1989) はラ・フランスの果実の成熟期および追熟期にセイヨウナシ胴枯病菌

による果実腐敗を報告している。この場合、柄子殻形成は認められないことから、果実発病からの伝染環は成立しないものと思われる。

セイヨウナシ胴枯病菌の感染発病上の特徴は、第一に潜伏期間が長いことが挙げられる。感染から小黒点病斑形成まで、短い場合で4～5ヵ月、通常は1年2ヵ月を要する。感染から枝枯れになるまで、短い場合で1年、通常は2年、長い場合、4年に及ぶ。このような潜伏期間の長い例は、胴枯性病害の中ではリンゴ腐らん病が知られており、佐久間 (1983) は摘果痕や採果痕に柄胞子を接種し、発病するまで、1～3年を要することを明らかにしている。

第二の特徴に小黒点病斑形成がある。傷や皮目のような明瞭な侵入門戸がなく、無傷接種で小黒点病斑が多数形成されることから、本菌の侵害力はきわめて強い。無傷接種で発病させた *Phomopsis* 菌による病害には、他にカンキツ黒点病 (*Diaporthe citri*, 田中・中村, 1950; 本間・山田, 1969; 倉本・山田, 1975)、ブドウ枝膨病 (*Phomopsis* sp., 御厨, 1988)、ブドウ芽枯病 (*Phomopsis* sp., 深谷, 1988) およびモモホモブシス腐敗病 (*Phomopsis* sp., 粕山, 1981; 畑本, 1989) がある。このうち黒点状病斑を形成する病害には、カンキツ黒点病およびブドウ枝膨病がある。カンキツ黒点病の場合、葉、枝、果実などの黒点部分には病原菌が生存しているが、この部分には胞子を形成することはない (北島, 1989)。ブドウ枝膨病の場合、新梢部に黒色病斑を形成し、翌年には木質部肥大症状を呈する。しかし、初期病徴として小黒点病斑を形成し、翌年それが進展するという二段階で被害を与える病害は、セイヨウナシ胴枯病の他にないものと思われる。

第三の特徴は発病部の枝齢が限定されることにある。柄胞子が分散する時期は、新梢が伸長している時期に相当し、この新梢部がきわめて感染しやすいために、多量の潜在的感染部位が生じる。これに加え、小黒点病斑の進展までには通常2年要するために、開花期には2年生枝および短果枝群の2年生枝に相当する部位が発病し、結果として、花叢の萎ちようという特異的な病徴を呈することになる。このような発病特徴を有する病害は

本病以外にはないものと思われる。

これまでに明らかになった発生生態および防除試験結果から下記の防除対策を提唱した。

- ① 剪定にあたっては、小黒点病斑が多数認められる枝を除去し、残さないようにする。特に2～3年生枝に注意する。
- ② 多発生樹では枝枯れを予想し、2～3年生枝を多めに残し、枝枯れ後に仕上げの剪定を行う。
- ③ 剪定した枝にも小黒点病斑が形成されることが多いので、焼却処分にする。
- ④ 開花期ころから2～3回定期的に巡回し、発病枝を見つけしだい剪除焼却する。特に柄孢子噴出前（5月期）に除去することが大切であるが、6月以降も行い、子のう殻が形成される病斑を残さないようにする。また、比較的太い枝の場合は早期に病患部を削り取る。
- ⑤ 柄孢子の噴出期に当たる5月下旬～7月中旬

に薬剤を定期的に予防散布する。なお、6月上～中旬は例年の噴出盛期であるためもっとも重要な防除時期である。薬剤はダイホルタン水和剤（1,500倍）、有機銅・チオファネートメチル水和剤（1,000倍）、キャプタン・ベノミル水和剤（600倍）、ボルドー液（4-12式）のいずれかを散布する。なお、これらの薬剤による防除効果は、主として2年後に現れる。

- ⑥ 柄孢子は孢子角の噴出後の降雨で分散するが、分散後2日以内に薬剤（キャプタン・ベノミル水和剤）散布を行うと防除できるので、降雨後直ちに特別散布する。

- ⑦ 子のう孢子の噴出期に当たる6月下旬～8月上旬はセイヨウナシの主要病害である輪紋病の感染時期に相当するので同時防除を図る。胴枯性病害の内でもっとも研究されている病害の一つにリンゴ腐らん病がある。この病害は傷痕感染し、発病数は少ないものの発病力は著しく大

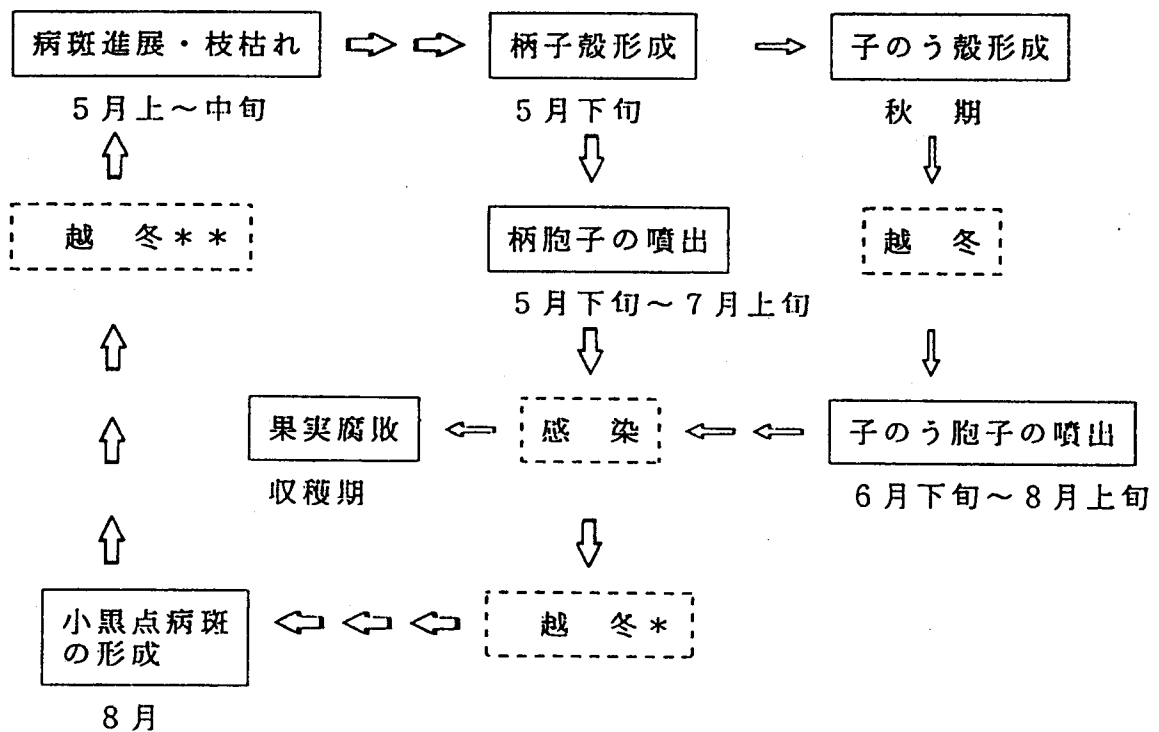


図8 セイヨウナシ胴枯病菌の伝染環

- * 潜伏期間が短い場合は越冬せず秋期に小黒点病斑が形成される。
- ** 小黒点病斑が進展できず、さらに越冬を1～2回繰り返した後病斑進展することがある。

きいため、一つの胴腐らんで樹が枯死することもある。また病斑の再進展も顕著に認められる。このような病害に対する防除は病斑の外科的処理が取り上げられ、多くの試験が行われてきた。感染防止をねらいとする薬剤散布は田村(1984)、鷲尾ら(1977)によって行われ、有効薬剤の通年散布による顕著な防除効果が明らかにされている。しかし、小金沢・佐久間(1980)は、腐らん病の発生量は集中分布し、薬剤散布試験の効果判定を行うためには、反復数を非常に多く取る必要があることを明らかにし、試験を行う上の困難性を指摘した。これに比較するとセイヨウナシ胴枯病は1樹当たりの発病数(小黒点病斑数)はきわめて多い。このためには感染防止をねらいとする薬剤散布試験の効果判定は容易である。また、発病数の多さに加え、病斑進展力は小さく、再進展も通常しないことを考慮すると病斑進展後の外科的処理の実用性は小さい。

一方、リンゴ胴枯病の場合、潜在感染していたと思われる病原菌が樹体の健康状態の悪化に伴って顕在化してくると考えられている(尾沢ら, 1979)。仲谷ら(1987)は発生誘因の一つに晩秋の剪定によって誘因された凍寒害を指摘した。このような発生誘因は、腐らん病(鷲尾, 1977; 平良木, 1980)で凍寒害、クワ胴枯病(青木, 1945)で根雪期間、スギ暗色枝枯病(小林, 1957)で乾燥や風が関係することが知られている。セイヨウナシ胴枯病の場合、中島・瀧元(1924)が寒害が関与すると指摘しているが、推測の域を出ていない。セイヨウナシ胴枯病の小黒点病斑は夏期に形成され、また、形成された小黒点病斑の多くは通常春になって進展することから、凍寒害などの発生誘因は特に必要ないものと思われる。

病斑進展については、ナシ胴枯病(工藤, 1985)で窒素肥料の多用、クリ胴枯病(内田, 1966, 1967b)で肥料の3要素、土壤の乾湿などが関係することが知られている。セイヨウナシ胴枯病の場合、この点の検討は行われていない。

このような発病上の特徴を考慮し防除対策を論ずると、健全な樹体管理が行われていても、病原菌を接種すると多量の小黒点病斑の形成、枝枯れが発生し、小黒点病斑形成後の進展抑制対策がな

いことから、本病の防除の実際的でかつ有効な手段は、柄胞子による感染防止をねらいとした薬剤散布であると考えられる。

薬剤散布は柄胞子の感染を防止するために散布するが、柄胞子は孢子角として噴出することから、噴出時期に定期的に予防散布することが必要と思われる。これに加え、孢子角の噴出状況および降雨状況に応じた特別散布を行うと効率的に防除できるものと思われる。

多発園では、先に述べた②の方法が有効である。これを実施すると、枝枯れが多発しても結実数が確保され、実質的な被害から回避できる。この場合、残す枝の量はあらかじめ秋期に1年生枝上における小黒点病斑形成状況を調査し、枝枯れ量を予測して決定するとよいであろう。

発病枝の剪除処分および病患部の削り取りは、胴枯性病害の共通的な防除手段になっている。発生数が少ない場合は有効な手段と思われるが、多発園ではすべてを剪除処分することは、不可能に近い。また、薬剤散布を実施すると散布薬剤の影響を強く受け、伝染源の除去効果は減少することから、実際には、発病枝の剪除処分は柄胞子噴出前にできる範囲でよい。

先にのべた①～⑦の防除対策を実施すれば、胴枯病の被害は軽減されるが、防除効果が現れるまで年数を要する。また、単年度だけの防除では病原菌の根絶が困難であるので、毎年継続して対策を実施する必要がある。

第八章 摘 要

岩手県下のセイヨウナシにおいて枝枯れ及び短果枝群の萎ちよう枯死を多数ひきおこし、大きな被害を与えている病害は胴枯病であることを明らかにし、その発生生態および防除法を検討した。

1. 病徴および病原菌

1) 胴枯病に感染したセイヨウナシでは、春期に枝枯れおよび短果枝群の萎ちよう枯死が多数発生する。短果枝群の萎ちよう枯死は一見花腐症状を呈するが、これは、短果枝部分に発生した病斑が進展し、枝枯れになるために発生する。

2) 枝枯れは2～3年生枝の若い枝で発生する。病斑進展は5月一杯ではほぼ停止するが、6月にはその上に糸状の胞子角を噴出する。

3) 新たな病徴として直径約1mmの黒色を呈する小黒点病斑を発見した。この病斑部の解剖学的観察の結果、周皮細胞の褐変が認められた。

4) 種々の発病部から分離された *Phomopsis* 菌は、子のう胞子および柄胞子から分離された *Phomopsis* 菌と培養的性質および柄胞子の大きさがほぼ同じであった。完全時代および不完全時代の形態的性質を比較検討し、セイヨウナシ胴枯病菌、*Diaporthe tanakae Kobayashi et Sakuma* (*Diaporthe ambigua sensu Tanaka non Nitische*) と同定した。

5) 胴枯病菌の生育および柄胞子の形成に適する培地は、ジャガイモ・ショ糖寒天培地 (P S A) であった。

6) 菌叢の生育は15～32℃で見られ、適温は25～28℃であった。

7) 柄子殻の形成は暗黒条件下では認められず、昼光色蛍光灯およびB L Bの照射によって促進された。

8) P S A培地上には低温条件(22.5℃, 20℃)で形成された柄子殻には α 胞子が産生され、25℃では α 胞子と β 胞子が混在し、高温条件(30℃)になると β 胞子が形成された。

9) 柄胞子の発芽は栄養分が必要であり、10～32℃の温度範囲で発芽し、20～30℃でよく発

芽した。

2. 発生生態

1) 前年秋期に認められた小黒点病斑は、越冬後の開花期に拡大進展した。その結果、枝枯れおよび短果枝群の萎ちよう枯死が発生した。このことから、小黒点病斑は本病の初期発生病斑であり、また、越冬することが明らかになった。

2) 小黒点病斑は7月末から見え始め、大部分は8月に形成された。はじめはきわめて小さな褐色斑点であるが、しだいに明瞭になり、晩秋には直径1mm程度の小黒点になった。

3) 小黒点病斑は1年生枝および短果枝群の1年生枝に相当する部分に多数形成された。ついで2年生枝および短果枝群の2年生枝上に多い。また、激発樹では1年生枝に比較すると少ないものの、新梢部にも認められ、秋期に微小黒点が形成された。

4) 小黒点病斑は、離れて存在しているときには、病斑進展が少ないために、枝枯れおよび胞子角の噴出に至らないが、群がっている場合には、融合して大きな病斑となり、枝枯れをおこし、さらに多量の胞子角を噴出する。しかし、短果枝群の枝上では、小黒点病斑数がわずかでも枝枯れを生じ、花叢葉が萎ちよう枯死する。

5) 小黒点病斑が進展できる期間は、ほぼ5月に限定され、進展できなかった小黒点病斑は翌年あるいは2年後の開花期において進展した。しかし、中には進展せず、病徴が不鮮明になり、その存在が不明となるものも認められた。

6) 柄胞子は5月下旬～7月中旬に胞子角を作り、柄子殻から噴出するが、その盛期は6月上、中旬であった。噴出する胞子の多くは、当年に拡大進展した病斑部において形成されたものであるが、前年の病斑部に新たに形成された柄子殻で作られる場合もあった。噴出した胞子角は降雨により分散する。

7) 柄胞子の噴出初期に採取した胞子角には α 胞子のみが含まれ、後半になると β 胞子が混在してきた。なお前年の病斑部で形成された胞子角はいずれの時期もすべて α 胞子であった。形成柄胞子の種類は、主として柄子殻の形成期間の温度条

件によって支配されるものと推定される。

8) 子のう殻は、病斑進展が比較的小さく、その病斑部の周囲に癒傷組織が盛り上がるように形成され、凹陷した病斑部に形成され、大部分は3～4年生枝上の病斑に形成された。子のう胞子は越冬後の6月下旬～8月上旬において、降雨により噴出し分散した。

3. 伝染環

1) 枝に柄胞子を含ませた脱脂綿をパラフィルムで巻きつける方法および胞子角の噴出している枝を樹の上部に取り付ける方法などの無傷接種で自然発病と同じ病徴と病斑進展経過を再現することができた。伝染環の一巡に要する期間は通常は2年であるが、短い場合で1年、長い場合、3～4年に及ぶことが明らかになった。

2) 接種試験の結果、新梢がもっとも感受性であり、ついで1年生枝が発病しやすく、2年生枝、3年生枝と樹齢が増加するにつれ、発病しにくくなった。

3) 枝に柄胞子を含ませた脱脂綿をパラフィルムで巻きつける方法で接種する場合、感染には湿潤期間が必要であり、それは接種方法、樹齢によって異なった。感受性の高い新梢の場合、5日の湿潤期間で大部分が発病した。また、接種時期によっても枝の感染、発病程度が異なり、接種時期が遅くなるにつれ感受性が低下した。

4) 柄胞子の場合と同様の方法で子のう胞子を接種した場合にも、小黑点病斑の形成、病斑進展による枝枯れおよび柄胞子の噴出が認められた。

5) 接種試験の結果、セイヨウナシだけに病原性が認められ、ナシ、リンゴ、モモ、ネクタリン、アンズ、オウトウおよびウメは発病しなかった。

4. 防除方法

1) 各種殺菌剤の柄胞子発芽抑制効果および菌叢発育抑制効果を約20種の薬剤を用いて検討した結果、ペノミル、チオファネートメチル、ダイホルタン、有機銅、フェナリモルおよびトリホリンが有効であった。

2) 柄胞子の噴出期における薬剤散布はきわめて有効であり、翌年の小黑点病斑の形成量を著し

く減少させ、薬剤散布2年後の枝枯れおよび短果枝群の萎ちよう枯死の発生を抑制することができた。防除効果はダイホルタン水和剤(1,500倍)、ボルドー液(4-12式)がすぐれ、ついで有機銅・チオファネートメチル水和剤(1,000倍)およびキャプタン・ペノミル水和剤(600倍)が有効であった。

3) 柄胞子の分散がおきる降雨5日前にキャプタン・ペノミル水和剤(600倍)を予防散布することにより、小黑点病斑形成を阻止することができた。また、降雨後2日以内に薬剤散布すると防除できることが明らかになった。

4) 小黑点病斑形成枝に対する薬剤散布および塗布剤処理では、いずれも病斑進展の抑制効果が認められなかった。このため、本病の実用的な防除対策としては、感染防止をねらいとした薬剤散布の実施が重要であると考えた。

5) 発病枝の剪除処分することによる伝染源の除去と薬剤散布との併用処理による防除効果を検討したところ、多発条件下では伝染源の除去効果は、薬剤散布を行わない場合に明瞭に認められたが、薬剤散布を実施すると散布薬剤の効力の影響を強く受け、除去効果は小さいことが明らかになった。

引用文献

- 我孫子和雄. 1972. モモのフォモプシス腐敗病の生態に関する研究. 園試報A11:127-137.
- Anonymous. 1960. Index of plant diseases in the United States. U. S. Dept. Agr. Handbook 165:1-531.
- 青木 清. 1945. 桑の胴枯病の発生機構に関する研究. 蚕糸報12:245-306.
- Bier, J.E. 1959. The relation of bark moisture to the development of canker disease caused by native, facultative parasites. II. *Fusarium* canker on black cottonwood. Can. J. Botany 37:781-788.
- Bier, J.E. 1964. The relation of some bark factors to canker susceptibility. Phytopathology 54:250-253.
- Cayley, D.M. 1923. Fungi associated with "Die-back" in stone fruit trees. I. Ann. Appl. Biol. 10:253-274.
- 遠藤 茂. 1926. 日本梨の胴枯病に就いて. 病虫雑13:893-900.
- 深谷雅子・加藤作美・工藤 晟. 1988. ブドウ芽枯病に関する研究 第1報 秋田県におけるブドウ芽枯病の発生とその病原菌. 秋田果試報19:25-35.
- 福田仁郎・北島 博. 1956. "果樹病虫害図説," pp.63-65. 朝倉書店, 東京.
- 藤田孝二・会津博作・田中弥平. 1981a. チオファネートメチル剤またはベノミル剤加用植物油によるリンゴ腐らん病の治療効果. 日植病報47:107.
- 藤田孝二・杉木 隆・蝦名春三・田中弥平・工藤祐基. 1981b. チオファネートメチル剤加用植物油の塗布によるリンゴ腐らん病の治療効果. 日植病報46:78.
- 藤田孝二・杉木 隆・松中謙次郎. 1988. *Diaporthe tanakae* によるリンゴ胴枯病の発生及びその生態. 青森畑園試研報 6:17-35.
- 藤田孝二・杉木 隆・田中弥平・工藤祐基. 1979. リンゴ腐らん病の侵入門戸と発生消長. 北日本病虫研報30:74.
- Grove, W.B. 1917. The British species of *Phomopsis*. Kew Bull. 2:49-73.
- 原田幸雄・照井陸奥生・桑田博隆・鈴木繁実・藤田 隆. 1972. リンゴ胴枯病(*Phomopsis mali*)の柄胞子形成に対する温度および光の影響. 弘前大農学報18:140-151.
- 畑本 求. 1989. ブドウの新病害; 萎縮病, 輪紋病, 環紋葉枯病およびフォモプシス腐敗病に関する研究. 岡山農試臨時報告C79:1-81.
- 平良木 武. 1972. リンゴ腐らん病に関する研究 第1報 発生状況および発生生態に関する2,3の知見. 岩手園試報 2:29-42.
- 平良木 武・中野武夫. 1976. 西洋ナシ花腐症 1. 病徴と発生経過. 日植病報42:69.
- 平良木 武・仲谷房治・関沢 博. 1980. セイヨウナシの胴枯病に関する研究 第1報 発生状況及び病徴. 北日本病虫研報31:91-92.
- 本間保男・山田峻一. 1969. カンキツ黒点病の感染ならびに発病に関する要因. 園試報B9:85-97.
- 岩手県園芸試験場(編)1975. "リンゴ腐らん病の発生生態の解明と防除法," (農林省総合助成試験成績) 226p.
- 粕山新二・那須英夫・畑本 求・藤井新太郎. 1981. ブドウのフォモプシス腐敗病(新称)について. 植物防疫35:27-33.
- 北島 博. 1989. "果樹病害各論," p.30. 養賢堂, 東京.
- 北島 博・梶原敏宏. 1961. "原色作物病害図説," p.302. 養賢堂, 東京.
- 小林享夫. 1957. スギ暗色枝枯病に関する研究. 林試研報96:17-36.
- 小林享夫. 1962. 各種肥料処理を施したカラマツ苗木における胴枯性病害発生の一例. 森林防疫ニュース11:300-301.
- Kobayashi, T. 1970. Taxonomic studies of Japanese Diaportheaceae with special reference to their life-histories. Bull. Gov. For. Exp. Sta. Tokyo 226:1-242.
- Kobayashi, T. and Sakuma, T. 1982. Materials for the fungus flora of Japan

- (31) Trans. Mycol. Soc. Japan. 23 : 37-40.
- 小金沢碩城・佐久間 勉. 1980. リンゴ腐らん病に関する研究 II 分布型. 果樹試報 C7 : 109-116.
- 小泉酪冊. 1965. カンキツ黒点病菌の孢子形成ならびに孢子型に及ぼす光, 温度および湿度の影響. 園試報 B4 : 127-137.
- 工藤 晟・田中寛康. 1985. ナシ胴枯病の発病に及ぼす窒素施肥量の影響. 日植病報 51 : 325.
- 倉本 孟・山田峻一. 1975. カンキツ黒点病菌の感染に及ぼす環境の影響, とくにぬれの時間について. 果樹試報 B2 : 75-86.
- Massee, G. 1915. Blister disease of fruit trees. Kew Bull. Misc. Inform. 1915 : 104-107.
- 御厨秀樹・貞松光男. 1987. *Phomopsis* sp. によるブドウ枝膨病 (新称) について. 日植病報 53 : 378.
- 御厨秀樹・貞松光男. 1988. ブドウ枝膨病 (*Phomopsis* sp.) の接種時期と孢子濃度が発病に及ぼす影響. 佐賀果試研報 10 : 77-81.
- 中島友輔・瀧元清透. 1924. 洋梨の胴枯病に就て. 病虫雑 11 : 415-421.
- 中田覚五郎. 1950. "作物病害図編," pp. 285-286. 養賢堂, 東京.
- 仲谷房治. 1984. セイヨウナシ胴枯病の発生生態と防除. 植物防疫 38 : 30-33.
- Nakatani F. 1988. European pear canker resembling fire blight. In: "Deciduous tree fruit (apple) disease workshop proceedings," (ed. by Sawamura, K. and Mink, G. I.), pp. 72-75. Univ. Hirosaki Press, Hirosaki.
- 仲谷房治・平良木 武. 1987. リンゴわい性樹における胴枯病の発生特徴. 北日本病虫研報 38 : 68-71.
- 仲谷房治・平良木 武・関沢 博. 1980. セイヨウナシの胴枯病に関する研究 第 2 報 病原菌の分離及び同定. 北日本病虫研報 31 : 93-94.
- 仲谷房治・平良木 武・関沢 博. 1981. セイヨウナシの胴枯病に関する研究 第 3 報 枝に形成される小黒点病斑. 北日本病虫研 報 32 : 141-143.
- 仲谷房治・平良木 武・関沢 博. 1982. セイヨウナシの胴枯病に関する研究 第 4 報 柄胞子の無傷接種による病徴発現. 日植病報 48 : 366.
- 仲谷房治・平良木 武・関沢 博. 1983. セイヨウナシ胴枯病に関する研究 第 5 報 生活環と防除法. 日植病報 49 : 401.
- 仲谷房治・平良木 武・関沢 博. 1984. セイヨウナシ胴枯病に関する研究. 岩手園試報 5 : 47-70.
- 西川陽之助. 1957. 茄子褐紋病の発生と気温との関係. 植物防疫 11 : 145-148.
- 野呂俊一・藤田孝二・松中謙次郎. 1983. 生育期の薬剤散布によるセイヨウナシ胴枯病の防除について. 北日本病虫研報 34 : 145.
- 大森 薫. 1973. カンキツ黒点病菌の柄胞子形成に及ぼす光の影響. 日植病報 39 : 127-129.
- 尾沢 賢・広間勝己・島田尚光. 1979. リンゴわい性栽培樹の *Phomopsis* 属菌による胴枯病. 日植病報 45 : 81.
- 斎藤 泉・田村 修・高桑 亮. 1972. リンゴ腐らん病, *Valsa ceratosperma* の子のう胞子の分散様式. 日植病報 38 : 367-374.
- 佐久間 勉. 1978. リンゴ腐らん病の発生部位に関する調査. 果樹試報 C5 : 29-37.
- 佐久間 勉. 1983. リンゴ腐らん病に関する研究 IV 病原菌柄胞子の感染の場における動向およびリンゴ樹の本病に対する感受性の季節的変動. 果樹試報 C10 : 61-79.
- Sakuma, T., Batra, L. R., Nakatani, F. and Sawamura, K. 1982. European pear die-back (*Diaportha* sp.) in Japan and its comparison with pear fire blight (*Erwinia amylovora*). Bull. Fruit Tree Res. Stn., Japan, Ser. C9 : 79-89.
- 佐久間 勉・宮川久義. 1981 a. 東北地方の西洋ナシに発生する胴枯症の病徴およびそれらより分離される病原菌. 日植病報 47 : 106.
- 佐久間 勉・宮川久義. 1981 b. セイヨウナシ枝枯病 (改称) に関する研究 第 1 報 病徴および分離される菌類. 果樹試報 C8 : 67-76.

- 杉木 隆・藤田孝二・松中謙次郎. 1983. *Diaporthe tanakae* Kobayashi et Sakuma によるリンゴ胴枯病の発生. 日植病報49: 402.
- 田村 修. 1984. 北海道におけるリンゴ腐らん病の発生生態と防除に関する研究. 北海道農試集報49: 1-81.
- 田村 修・斎藤 泉・高桑 亮・馬場徹代. 1973. リンゴ腐らん病研究における切枝接種法. 北海道農試集報26: 80-87.
- 田中一郎. 1934. 洋梨胴枯病に関する研究. 北海道農試報31: 85-122.
- 田中彰一・中村俊一郎. 1950. 柑橘黒点病に関する研究 園学雑19: 177-184.
- 田中 孝・山川隆平・東海林久雄. 1989. セイヨウナシ胴枯病菌によるセイヨウナシの果実腐敗. 日植病報55: 87.
- 田代暢哉・貞松光男. 1989. ブドウ枝膨病菌 (*Phomopsis* sp.) 柄胞子の生存と新梢への感染. 日植病報55: 83.
- Traverso, J. B. 1906 *Frora Italica Cryptogama, Pyrenomycetes*. 2: 190-285.
- 富樫浩吾. 1950. “果樹病学,” pp.100-106. 朝倉書店, 東京.
- 辻 良助. 1926. 苗木ニヨリ伝播スル病害. 横浜税関植物検査課植物検査彙報 1: 37-51.
- Wehmyer, L. E. 1933. “The genus *Diaporthe* and its segregates,” Univ, Michig. Sci. Ser.9: Ann Arbor; 349p.
- 内田和馬. 1966. クリ胴枯病の発生誘因と対策. 農業および園芸41: 935-938.
- 内田和馬. 1967. クリ胴枯病防除に関する研究. 胴枯病の被害に及ぼす栽培条件の影響 1. 土壤水分, 栽植密度の影響. 茨城園試研報 2: 1-5.
- 内田和馬. 1977. クリ胴枯病防除に関する研究. 茨城園試研報, 特別報告 4: 1-65.
- 鷲尾貞夫・佐々木政司・玉川和長・中川原郁也・高橋正治. 1977. リンゴ腐らん病の発生実態と防除. 青森畑園試研報 2: 1-43.

Studies on the Epidemiology and Control of European Pear Canker Caused by *Diaporthe tanakae* Kobayashi et Sakuma

Fusaharu NAKATANI

Summary

Canker of European pear is the most serious disease in Japan. This disease is characterized by wilting of blossom and dieback. However, the causal pathogen had not been known in Iwate Prefecture. This paper describes the causal fungus, symptoms, the epidemiology, disease cycle and its chemical control.

1. Symptoms and Pathogen

The typical symptoms of the canker are blossom, foliage and twig blight at blossom time during early spring. Entire flower clusters wilt, shrivel, and, finally, together with the spur, turn black and die. The wilting of blossom is due to spur canker. Small black spots were observed as the new symptom on the twig.

The cultural characteristics and pycnospore size of *Phomopsis*, which were isolated from twig cankers, spur cankers and small black spots, were identical with that of the fungi isolated from ascospore. The morphological characteristics of the perfect stage agreed with that of *Diaporthe ambigua* (Sacc.) Nitschke described by Tanaka (1934). Later, this fungus was identified as a new species, namely, *Diaporthe tanakae* Kobayashi et Sakuma.

The optimum temperature for its growth on PSA was 25-28°C. The formations of two type of conidia in pycnidia were influenced by temperature. The α -conidia were formed at relatively lower temperature (20-25°C), while β -conidia were formed by at high temperature (30°C).

Pycnospore required exogenous nutrients for their germination, and germinated in the range from 10 to 30°C: the optimum temperature ranged from 20 to 30°C.

2. Disease Cycle and Epidemiology

The first symptom was found mostly in August as small black spots on the twigs. The spots first appeared as brown dots, then turned black or purplish black, and enlarged to a diameter of about 1mm by late autumn. Many spots were observed on 1- and 2-yr-old twig and 1- and 2-yr-old portions of spurs, but they were rarely detected on the current shoot. The following spring, the overwintering spots enlarged and became twig cankers. Many twigs and spurs died back as a result of the cankers that completely girdled them.

Small black spots that did not develop in May enlarged and developed during the flowering time after 1 or 2 years. Dieback occurred where many spots were present on the twigs.

Pycnidia of the fungus were formed on the cankers that developed in May. Spore horns from pycnidia on twigs were usually observed from late May to mid July, mostly from early to mid June. Pycnospores oozing out from pycnidia consisted of only α -conidia during the early period and both α -conidia and β -conidia during the latter period.

Perithecia were formed in the bark of twig cankers in autumn. The following year ascospores oozed out from the perithecia and were scattered by rain from late June to early August. However, ascospores are not so important as inocula for canker infection, because perithecia are fewer than pycnidia.

Similar symptoms, as well as development of the disease, were observed by unwounded inoculation with pycnospores and ascospores. The inoculation tests indicated that current shoots were most susceptible to this pathogen. One-year-old shoots were also susceptible. However, susceptibility decreased with increase in age. A given period of wetness was necessary for the infection to develop. The length of time was influenced by the method of inoculation and the age of the shoots.

Inoculation of unwounded shoots in the field that European pear infected only European pear shoots.

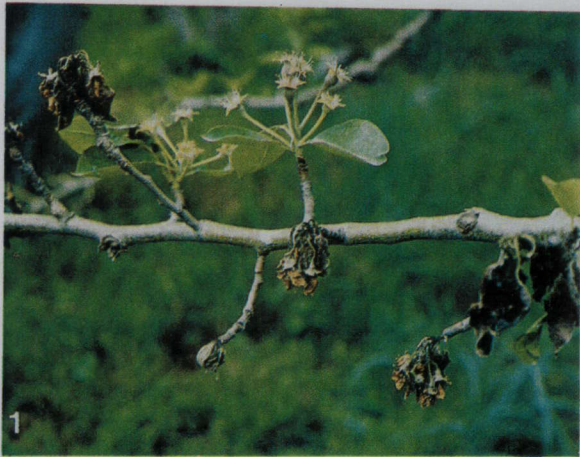
3. Control

Benomyl, thiophanate-methyl, captafol, oxine-copper, fenarimol and triadimefon were effective in inhibiting mycelial growth and germination of conidia.

The spraying of fungicides during the period when conidia dispersed was effective in controlling the disease. Captafol or Bordeaux mixture were the most effective against infection on twigs; the mixed fungicides, oxine-copper + thiophanate-methyl and captan + benomyl, were also effective. In consequence of applications of fungicides, the next year, there was a decrease in the number of black spots on the twigs, and two years later, dieback was decreased.

The cutting of infected twig with black spots during the pruning time, and removal of cankers before pycnospores ooze are necessary to prevent this disease. However, removing cankers was not so effective when the effective fungicides, such as Bordeaux mixture and Captafol, were sprayed on heavily infected pear trees.

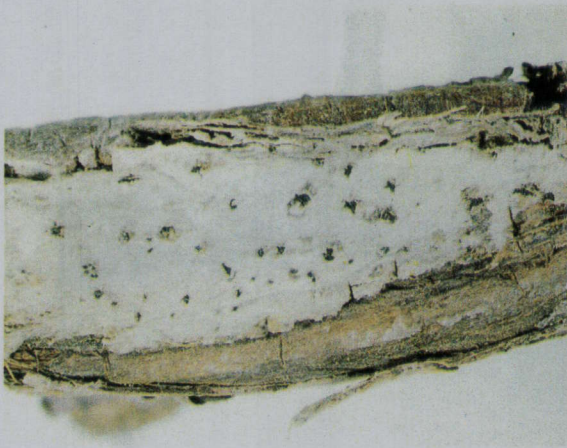
図版 I



1. 短果枝群の萎ちよう枯死症状



2. 枝枯れ症状



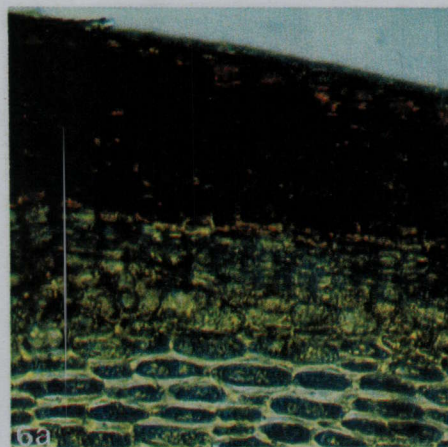
3. 子のう殻形成病斑



4. 枝上に形成されている小黑点病斑
(品種：パートレット)



5. 品種、グランド・チャンピ
オンの小黑点病斑



6 a. 小黑点病斑が形成され
ている樹皮の断面

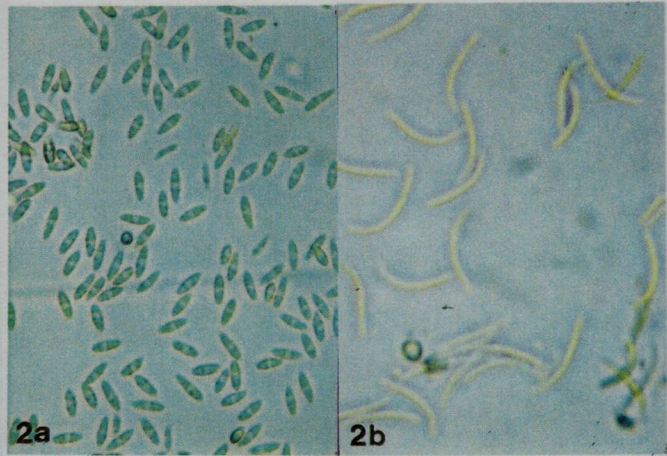


6 b. 健全樹皮の断面

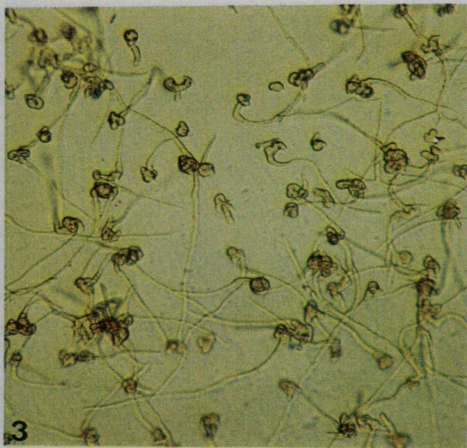
図版 II



1. 子のう胞子



2 a. 柄胞子 (α 胞子) 2 b. 柄胞子 (β 胞子)



3. 柄胞子の発芽, セイヨウナシ葉煎汁液を加えた場合に見られる柄胞子の膨潤



4. 小黑点病斑が進展し始め, 周辺が紫褐色を呈している



5. 小黑点病斑の周辺が黒変



6. 1個の小黑点病斑が進展し形成させた病斑

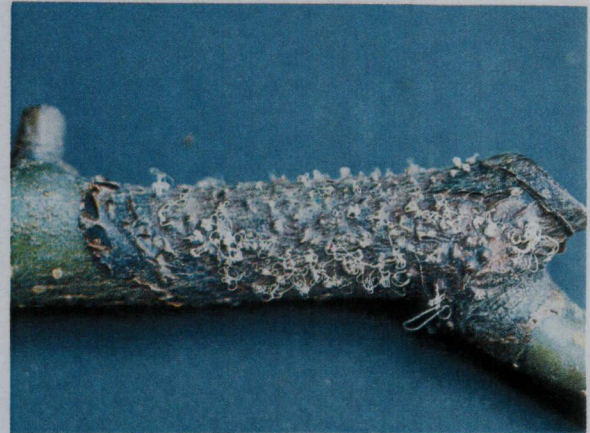


7. 新梢部に形成されている小黑点病斑

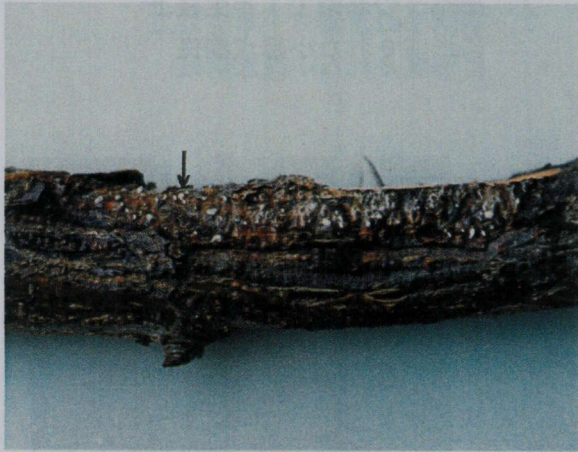
図版III



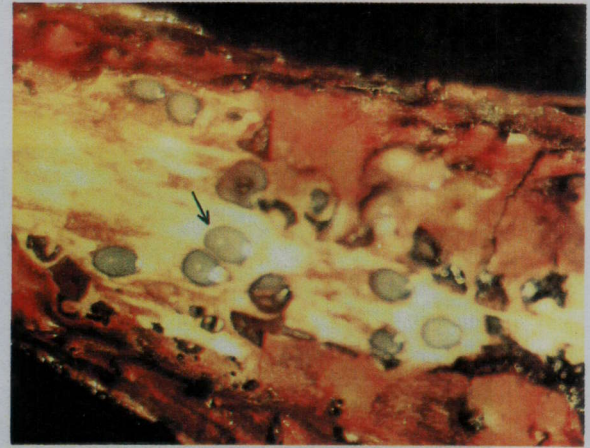
1. 小黑点病斑が進展しない場合、症状が不明瞭になる



2. 柄胞子の胞子角



3. 前年に進展した病斑部から溢出する柄胞子



4. 子のうが充満している子のう殻



5. 子のう胞子が溢出している状況



6. 柄胞子の接種で形成された小黑点病斑

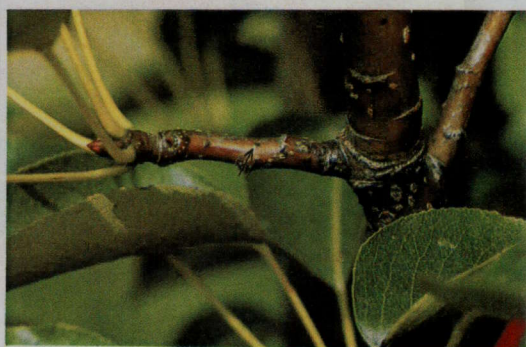
図版IV



1. 柄胞子の接種2年後に生じた枝枯れ症状



2. 柄胞子の感染で1年生枝上に形成された小黑点病斑



3. 柄胞子の感染で短果枝(1年生枝)上に形成された小黑点病斑



5. 子のう胞子の接種で形成された小黑点病斑



4. 柄胞子の接種2年後の状況, 小黑点病斑形成部(赤テープ結束部)の病斑進展によって生じた枝枯れ