

緒 言

アズキ茎疫病は *Phytophthora* 属菌による病害であり、アズキの主茎の地際あるいは下位の分枝節の部位に初め楕円形または紡錘形の水浸状病斑が生じ、やがて病斑表面に白色粉状の菌叢が密生し、ついには枯死する病害である。1967年に北海道夕張郡長沼町で発見された(成田;1977)のが世界で最初である。当時は病原菌の種名を同定するまでに至っていなかったが、アズキの新病害として疫病と仮称されていた。本病はその後、1976年に札幌市篠路の水田転換畑および芽室町の普通畑で再び発生が認められた。さらに、1977年には上川地方はじめ、空知、石狩、十勝、胆振、後志地方に広く多発し注目された。特に上川地方ではアズキの栽培面積11,357haの48.7%、5,528haに発生し、ほ場によっては病株率50%以上の所も少なくなかった。なかには収穫がほとんど期待出来ないほ場も散見された。本病はその後も発生地域が次第に拡大し、1983年には秋田県大瀧村でも発生が認められるに及んだ。1977年は第1期水田利用再編対策が施行された初年目で、水田利用総合対策にひき続き、減反政策が一層厳しく推進されるようになった年である。

このため、北海道の水田転作地帯ではアズキの栽培面積が急激に拡大した。転作地帯におけるアズキの安定生産上、本病の早急な防除対策の確立が強く望まれた。このため、北海道立上川農業試験場で1978年から本病の発生生態と防除法に関する研究が開始された。筆者は本研究開始と同時に1978年から1984年まで研究を担当した。

本論文は本病の防除技術を確立するために実施した、発生の実態、病原菌の同定並びに生態、発生環境、品種抵抗性および実用的防除方法などの試験結果を取りまとめたものである。

本研究を遂行するに当たり、元北海道立上川農業試験場長 森 哲郎氏には本研究課題を与えられ、また多くのご鞭撻を賜った。また、社団法人

日本豆類基金協会には研究遂行上多大なご援助を賜った。

さらに、元北海道大学農学部 長 宇井格生博士(現北海道植物防疫協会 長)、前北海道立中央農業試験場病虫部長 赤井 純博士、元同農業試験場病虫部長 高桑 亮博士、前農林水産省北海道農業試験場草地開発部牧草第3研究室長 荒木隆男博士(現日本植物防疫協会研究部長)には終始暖かいご助言とご激励およびご鞭撻を賜った。

また、北海道立上川農業試験場長 仲野博之氏には本論文を取りまとめるにあつて種々ご鞭撻を頂いた。オーストラリア、クイーンズランド州の Department of Primary Industries, G. S. Purss 博士には菌株の分譲を賜った。元農林水産省北海道農業試験場病理昆虫部研究技官 北沢健治氏には *Phytophthora vignae* のレース判別品種を分譲して頂いた。前北海道立十勝農業試験場豆類第二科長 成河智明氏(現農林水産省北海道農業試験場)、前北海道立上川農業試験場畑作科長 国井輝男氏(現北海道立中央農業試験場農業生物工学部長)にはアズキの供試品種を分譲して頂いた。また前北海道立上川農業試験場 児玉不二雄博士(現北海道立中央農業試験場病虫部病理科長)には海外からの菌株、あるいはレース判別品種導入にあつて多大の労を煩わしたほか、本研究遂行上、種々ご支援、御協力を賜った。さらには北海道立上川農業試験場病虫予察科田中文夫氏、同坂部静江氏、同高須やす子氏には終始絶大なる御協力を賜った。本病の発生実態調査および薬剤防除試験の一部については上川、空知地区各農業改良普及所の方々の御協力を頂いた。以上の各位に衷心から感謝の意を表する。

本論文の校閲の労をとっていただいた北海道大学農学部教授 生越 明博士、同教授 四方英四郎博士、同教授 喜久田嘉郎博士に対し深甚なる謝意を表する次第である。

I 研 究 史

マメ類の病害に関与する病原菌 *Phytophthora* 菌の種類はライマメ (*Phaseolus lunatus* L.) の *P. phaseoli* Thaxter (Walker : 1952), タイズ (*Glycine max* (L.) Merr.) の *P. megasperma* (Drechs.) f.sp. *glycinea* Kuan and Erwin [*P. megasperma* Drechs. var. *sojae* Hildeb.] (Hildebaurand : 1959, Kuan and Erwin : 1980), ササゲ (*Vigna sinensis* (L.) Savi ex Hassk = *Vigna sinensis* (L.) Endl. ex Hassk) の *P. vignae* Purss (Purss : 1957), ナタマメ (*Canavalia gladiata* D C.) の *P. canavaliae* Hara (原 : 1930) およびソラマメ (*Vicia faba* L.) の *P. nicotianae* var. *nicotianae* (Brede de Haan) Waterhouse [*P. nicotianae* Breda de Haan] (滝元 : 1938, 桂 : 1971) などが知られている。アズキ (*Phaseolus angularis* (Willd.) Wight = *Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi) における本病の発生は、1967年に北海道長沼町で成田 (1977, 1980) によって発見されたのが世界で最初の記録である。その後、1976年に札幌市、および芽室町で再び北沢ら (1977) によって発生が認められた。当時、病原菌の種名は決定されていなかったが、*Phytophthora* 菌に起因する病害であることから、疫病 (成田 : 1977, 1980) あるいは立枯性茎枯症状 (北沢ほか : 1977) 等と仮称されていた。ところが 1977年に上川地方はじめ、石狩、空知、胆振、十勝、後志地方など広い地域に再び多発生して問題になった。茎に生じた病斑部には *Fusarium* 菌が多数認められ、*Fusarium* による一種の土壌病害ではないかとも疑われた。しかし、精査した結果、成田 (1977, 1980) の記載と同じ *Phytophthora* に起因する病害であることが判明した。しかも、本病の性状および病原菌などは、1953年以降オーストラリアのクイーンズランド地方で発生した Cowpea (*Vigna sinensis* (L.) Savi ex Hassk) の stem rot (Purss : 1957) (以下、ササゲの茎疫病と呼称) と多くの点で酷似している (土屋・児玉 : 1978) ことが認められた。ササゲ茎疫病はオーストラリアのほか、

インド (Nirwan and Upadhyaya : 1972) や台湾 (Kao and Leu : 1983) においても発生が認められている。本病は苗の時期から成熟期まで発生する。罹病株ははじめ茎の地際部に褐色病斑を生じ、やがて拡大し、茎の先端にまで達することがある。病斑部はくぼみ、かつ茎を帯状に覆うようになる。水浸しや雨に濡れると罹病部位は菌糸で覆われ、遊走子のうが観察される。根部は急速に朽ち、白色または紅色の菌叢で覆われる。

Purss (1957) は、病原菌の形態ならびに生理的性質を調べ、1931年までに報告されている *Phytophthora* 属菌17種 (*P. primulae*, *P. verrucosa*, *P. macrospora*, *P. quininea*, *P. inflata*, *P. porri*, *P. fagopyri*, *P. megasperma*, *P. himalayensis*, *P. lateralis*, *P. stellata*, *P. formosana*, *P. leersiae*, *P. cinchonae*, *P. murrayae*, *P. ricini*, *P. fragariae*) と比較し、既知の種に該当種が見当たらないとして、ササゲ茎疫病菌を *Phytophthora* 属の新種と認定、種名を *Phytophthora vignae* Purss と同定した。本種はその後、Waterhouse (1970), Newhook and Waterhouse (1978) らの分類基準にも採用されている。

Purss (1958) はマメ科植物13属種19品種を用いて本病菌の宿主範囲を検討した結果、コモンベッチ (*Vicia sativa* L.) とササゲ (*Vigna sinensis* (L.) Savi ex Hassk = *Vigna sinensis* (L.) Endl. ex Hassk) の2種類の植物だけが本病菌に感受性であった。またササゲ39品種を用いて本病に対する品種抵抗性を比較した結果、供試した大部分の品種が激しく発病したのに対して、Blackeye 5, Chinese red, Nigro, および Rojo の4品種は発病率0%で品種抵抗性に差が認められたとしている。また *P. vignae* には Chinese red, Blackeye 5, Bechuana white の3品種すべてが抵抗性 (R) の反応を示すレース1, 前2品種がRで Bechuana white が罹病性 (S) を示すレース2, Chinese red と Bechuana white がR, Blackeye 5 がSのレース3および Chinese red のみRで他の2品種がS

の反応を示すレース4の計4種類のレースを認めた(Purss:1972)と報告している。

北沢ら(1978)はアズキ立枯症状の病原菌について分離同定を行なった結果、病原菌の形態、培養性質などがササゲ茎疫病菌の原記載(Purss:1957)と多くの点で一致したことから、Waterhouseの分類基準(1970)に準じて病原菌の種名を *Phytophthora vignae* Purss と同定した。また病徴は主に幼苗では胚軸または根部に、生育中・後期は主に茎や下位の分枝に生ずる特徴がある。このため従来呼称されていた病名を改め、新たにアズキの茎疫病と命名することが提唱された(北沢ほか;1978, 土屋ほか:1978)。ところが、その後接種試験などの研究が進み、アズキ茎疫病菌の諸性質が明らかになるに伴い、アズキの病原菌はアズキに、ササゲの病原菌はササゲにそれぞれ特異的に強い病原性を有することなどが逐次明らかになるにつれ、一時期、アズキ茎疫病菌は *P.vignae* のレースではないかとも考えられた(北沢ほか;1979)。し

かし、その後アズキ茎疫病菌とササゲ茎疫病菌をアズキとササゲにそれぞれ交互接種し、前者はササゲに対し、後者はアズキに対していずれも病原性を有しないか、または病原性が極めて弱いことを理由に、アズキ茎疫病菌は *P.vignae* の分化した一系統菌の可能性を示唆した(北沢ほか;1979)。

石黒・宇井(1981a)は本病の第一次感染源となるであろう卵胞子の発芽とその要因について検討し、培養30日目に培地上に形成していた卵胞子は培養中および発芽時に光の照射を行なわなくても高率に発芽する。発芽時に光を照射するときさらに発芽促進効果が認められたと述べている。また卵胞子の休眠は水分で容易に覚醒させると報じており、本病の生態解明上、有効な手がかりが示された。しかしながら、アズキ茎疫病に関するこれまでの研究報告の多くは原因究明に伴う病原菌の分離・同定が主であった。本病の発生生態はじめ、発生の要因あるいは品種や防除方法などに関する研究は殆ど行なわれていなかった。

II 発生実態と被害

1. 病 徴

アズキ茎疫病はまれに発芽前立枯を生ずることがあるが、普通は6月上・中旬の発芽間もない幼苗期から9月上旬の成熟期近くまで発生が認められる。

発芽前立枯は主に連作ほで発生する。発芽前に土壌中で本病に感染すると、はじめ胚軸部位に水浸状の病徴が現われ、やがてそこから生長部位にかけて組織が軟化、腐敗して発芽不能となる。

幼苗期（6月上旬～7月上旬）には地上および地下部の胚軸、または根部が侵される。胚軸では、はじめすじ状の水浸病徴が出現する。病勢の伸展に伴い、罹病部位はやがて萎縮、陥没してくびれ、葉は急激に下垂、萎凋し、ついには苗立枯症状を呈して枯死する（図版I, 3）。胚軸部における維管束の褐変はほとんど認められない。根部の場合は水浸状、または餡色を呈し、後に根部全体に拡大して早期に萎凋、枯死する。

生育中期（7月中旬）以降では主茎の地際、あるいは下位の分枝節部を中心に楕円形、紡錘形あるいはすじ状の水浸状病斑が生ずる。湿潤条件下では病斑の表面に逐次本病菌の菌糸が密生して白色粉状の菌叢を形成する（図版I, 4, 同II, 1, 2）。病斑部の表面、または組織内に多数の卵胞子が形成される（図版III, 4）。一方、乾燥条件下では病斑の伸展が緩慢で、病斑の周辺が僅かに赤褐色または赤紫色に変色し（図版II, 3）、菌叢形成は殆ど認められない。病斑部は、やがて *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Colletotrichum* 属菌などが二次的に寄生し、病斑上に形成される白色粉状の菌叢が淡紅色から灰褐色、または黒褐色を呈することが少なくない（図版II, 4）。罹病株の葉は特に病斑を形成することなく早期に萎凋、枯死する。また罹病部位の軟腐現象は顕著でなく、湿潤条件下で僅かに表皮細胞層が軟化するに過ぎない。

2. 発生の実態

(1) 発生分布

1977年から1983年の7年間にわたって北海道における本病の発生分布調査を行った。結果は図1に示したとおり、一部病害診断依頼試料から発生の確認された地域も含めると道内14支庁のうち、上川、空知、石狩、留萌、胆振、檜山、十勝、日高の8支庁管内で発生が認められた。

1977年には旭川市はじめ士別、名寄、美深、中川、風連、下川、剣淵、和寒、比布、愛別、当麻、鷹栖、東神楽、上川、美瑛、上富良野、中富良野、富良野、芽室、池田、長沼、鶴川、札幌の5市19町村、翌1978年は音威子府、朝日、東川、滝川、深川、新篠津、沼田、新十津川、江別、恵庭、平取、留萌の5市7町村で発生が認められた。また、1979年以降は発生地がさらに拡大の傾向を辿り、豊頃町はじめニセコ、余市、奈井江、当別、栗山などでも認められ、発生地域は既に北海道の10市32町村におよんだ。一方、北海道以外では1983年に秋田県南秋田郡大潟村の転換畑のアズキで発生が確認されている。本病は普通畑、転換畑のいずれのほ場でも発生が認められるが、1977、1978、1980年の3ヵ年の上川支庁管内における発生実態調査結果をみると、発生面積率（表1）はいずれも転換畑の方が普通畑より多発生の傾向にあった。

(2) 発生消長

1978年から1983年の6ヵ年間、本病の初発生期およびその後の発生経過について調査を行った。

(a) 調査ほ場および方法

1978年から1983年まで北海道立上川農業試験場、または上川郡愛別町農家ほ場で調査を実施した。調査ほ場の概要は表2のとおりである。なお、施肥およびほ場管理は上川農業試験場標準耕種法、

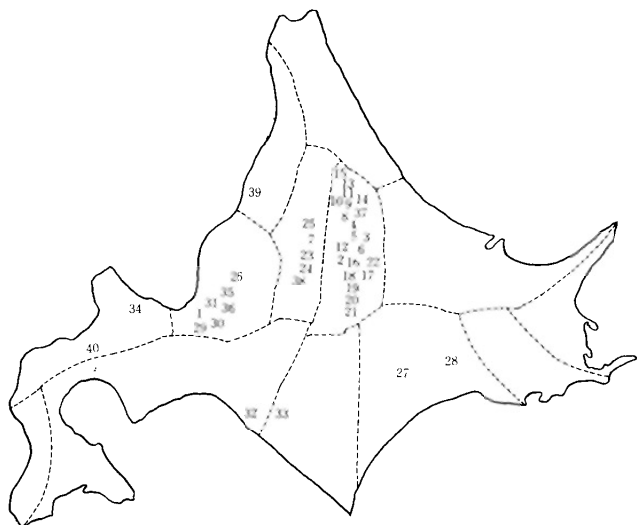


図1 北海道におけるアズキ茎疫病の発生分布
(1977~1983年)

1. 札幌, 2. 旭川, 3. 愛別, 4. 和寒,
5. 比布, 6. 当麻, 7. 深川, 8. 剣淵,
9. 士別, 10. 風連, 11. 名寄, 12. 鷹栖,
13. 美深, 14. 下川, 15. 中川, 16. 東神楽,
17. 東川, 18. 美瑛, 19. 上富良野,
20. 中富良野, 21. 富良野, 22. 上川,
23. 滝川, 24. 新十津川, 25. 沼田,
26. 新篠津, 27. 芽室, 28. 池田,
29. 恵庭, 30. 栗山, 31. 当別, 32. 鶴川,
33. 平取, 34. 余市, 35. 江別, 36. 長沼,
37. 朝日, 38. 奈井江, 39. 留萌, 40. ニセコ

表1 上川支庁管内におけるアズキ茎疫病の年次別発生面積

年次	区分	栽培面積 (ha)	発生面積 (ha)	同率 (%)
1977年	普通畑	3,550	1,312	37.0
	転換畑	7,807	4,216	54.0
1978年	普通畑	5,094	2,385	46.8
	転換畑	4,430	2,456	55.4
1980年	普通畑	4,550	1,380	30.3
	転換畑	2,449	948	38.7

管内の各農業改良普及所調査結果を集計した。

表2 調査ほ場の概要

年次	調査ほ場	供試品種	播種期	備考
1978年	上川農試ほ場	宝小豆	5月17日	水田転換初年目
1979年	"	"	5月30日	同 2年目
1980年	愛別町農家ほ場	"	5月20日	同 4年目
1981年	"	"	6月7日	同 5年目
1982年	"	"	5月20日	同 3年目
1983年	上川農試ほ場	"	5月27日	同 2年目

または農家の慣行法に準じた。

株率を算定した。

調査方法：各年次とも初発生期後5~10日間隔
に、1区40株、3反復で発病株数を調査し、発病

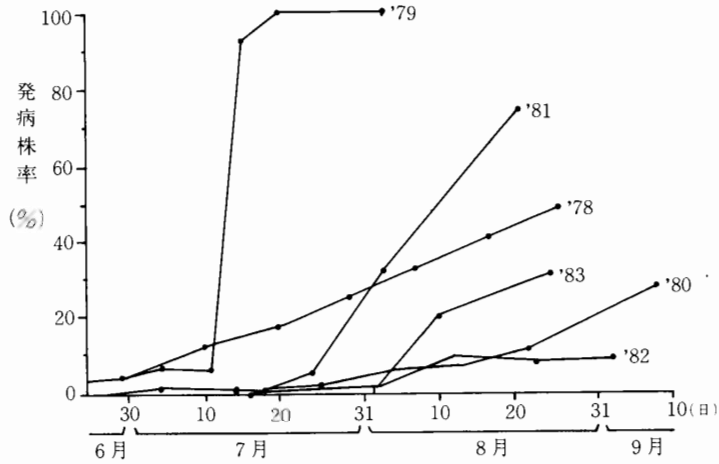


図2 アズキ茎疫病の年次別発生長

(b) 調査結果

本病の初発生期は例年およそ6月中旬に発芽して間もない頃から認められた。しかし、年次によっては7月下旬から8月上旬に認められたこともある。

発生長調査の結果は図2に示したとおり、本病は初発生期後漸次発生が拡大し、9月上・中旬の成熟期近くまで増加した。発病の推移は6ヵ年とも著しく異なり、年次間の差が顕著であった。

(3) 発生の様相

前項の調査で、発生長の年次間差が顕著となった原因を解明するため、多発年、少発年におけるほ場内での発病株の分布調査を行った。

(a) 調査ほ場および方法

前項の発生長調査ほ場において、1978年から1983年の6ヵ年、本病が初発した後、予め設定した調査区内の1畦当たり連続22株、5畦について5日または10日間隔に発病株数を調査した。各年次とも供試品種は宝小豆、栽植密度60cm×20cm、1株2～3本立てとした。

(b) 調査結果

ほ場における本病の発生様相は図3に示したと

おりである。発生は発病株がほ場に数株点在する「点発生」、畦に沿って数株、あるいは10数株連続して発病する「すじ状発生」、ほ場の一部または全体に発病株が蔓延する「坪状または全面発生」の3種類の発生型に大別された。

点発生型は1980年のように主に高温乾燥年に、すじ状発生型は概して7～8月期湿潤な気象であった1978、1983年に認められた。坪状または全面発生型は多量の降雨、あるいは隣接する水田や用水路からの侵入水でほ場が過湿または湛水状態を呈した1979年に認められた。従って、ほ場における本病の発生の様相は気象条件やほ場の排水条件などによって著しく異なるものと考えられた。

3. 被害

前項の調査で本病は普通畑、転換畑のいずれのほ場でも発生が認められたが、その後本病の被害の実態および被害解析等について検討を行った。

(1) 被害の実態

1977、1978、1980年の3ヵ年、上川管内における本病の発生被害実態調査を行った。

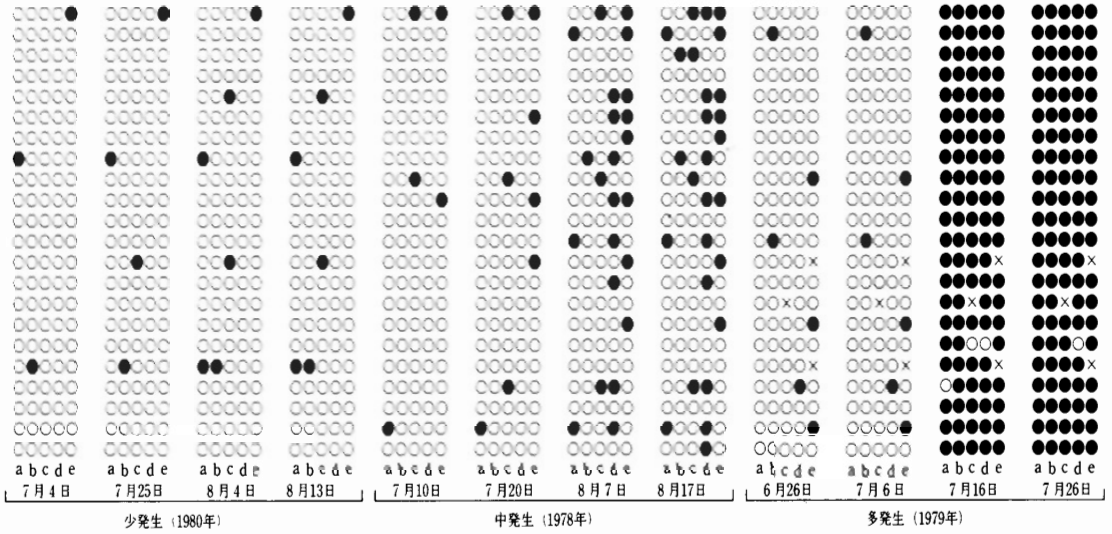


図3 ほ場におけるアズキ茎疫病の発生様相

記号 a, b, c, d, e : 畦を表わす
○ : 健全株, ● : 発病株, × : 欠株

(a) 調査方法

各年次とも8月中旬、管内各市町村別に最低10筆以上のほ場を無作為抽出して、該当ほ場の面積および発病の有無を調査した。1977年227筆、1978年219筆、1980年251筆について行った。調査結果は普通畑と転換畑に区分して集計した。また、さらに1977年、1980年は本病の発生程度別面積調査を実施した。調査は発病株率0(指数0)、同10%以下(指数1)、同11~40%(指数2)、同41~70%(指数3)、同71%以上(指数4)の5段階に

評価し、それぞれの発生面積と発病度を算出した。

(b) 調査結果

上川管内における本病の発生面積は、1977年が栽培面積11,357haの71.4%約8,100ha、1980年が6,864.1haの34.4%、約2,400haに達した。また、全体の栽培面積に占める転換畑の割合は1977年68.7%、1980年35.7%を占め、しかも、表3に示したとおり、転換畑の被害面積率や発病度は2カ年とも普通畑に比べて多発傾向にあった。

表3 上川管内におけるアズキ茎疫病の発生実態

年次	栽培面積 (ha)	発生程度(指数)別面積 (ha)					被害面積率 (%)	発病度
		0	1	2	3	4		
1977年	転換畑	7,807	1,765	4,434	1,335	273	0	25.4
	普通畑	3,550	1,484	1,580	376	110	0	18.6
1980年	転換畑	2,448	1,465	764	179	40	0	12.7
	普通畑	4,416	3,037	1,013	342	24	0	10.0

指数2以上の該当面積を被害面積と判定

$$\text{発病度} = \frac{\sum (\text{指数} + \text{該当ほ場筆数})}{4 \times \text{調査ほ場筆数}} \times 100$$

また、上川管内における3ヵ年の平均発生面積率を市町村別に示すと図4および表4のとおりである。すなわち、本病の発生面積率を地帯別に

比較すると、北部が61.7%で最も高率で、次いで南部が高かった。中央部は25.2%で最も低率で、発生面積率の地域間の差が顕著であった。

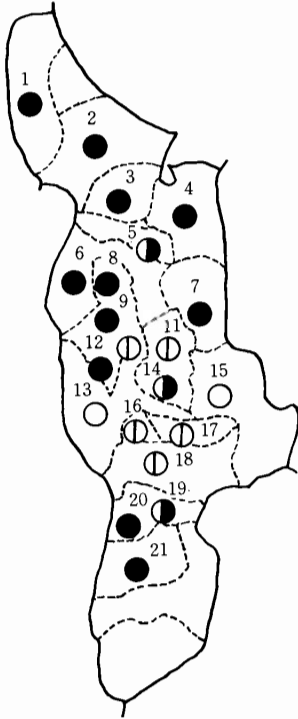


図4 上川支庁管内におけるアズキ茎疫病の発生実態

1) 1977, '78, '80年の3ヵ年平均

2) 発生面積率 (%)

○: 10以下

◐: 11~30

◑: 31~50

●: 51以上

3) 町村名

- | | | |
|--------|---------|-----------|
| 1. 中川町 | 8. 剣淵町 | 15. 上川町 |
| 2. 美深町 | 9. 和寒町 | 16. 東神楽町 |
| 3. 名寄市 | 10. 比布町 | 17. 東川町 |
| 4. 下川町 | 11. 愛別町 | 18. 美瑛町 |
| 5. 風連町 | 12. 鷹栖町 | 19. 上富良野町 |
| 6. 士別市 | 13. 旭川市 | 20. 中富良野町 |
| 7. 朝日町 | 14. 当麻町 | 21. 富良野市 |

表4 上川支庁管内におけるアズキ茎疫病の地帯別発生実態

地帯別	栽培面積 (ha)	発生面積 (%)
北 部	4,549.5	61.7
中 央 部	2,899.1	25.2
南 部	1,844.9	53.1

1977, 1978, 1980年の3ヵ年平均値

(2) 被害解析

本病の発病時期とアズキの生育および収量との関係を明らかにするためつぎの調査を行った。

(a) 調査方法

本調査は1978年、1979年に北海道立上川農業試験場の水田転換畑で実施した。1978年は発病時期別に発病個体に標識を付し、一般収穫期に刈取り、草丈、分枝数、節数、着莢数、子実粒数および子

実収量などを調べた。供試品種：宝小豆、播種5月30日、栽植密度60cm×20cm、1株3粒播き、施肥その他管理は上川農試標準耕種法に準じた。発病調査は7月10日以降、5～6日間隔で行った。

1979年は8月上旬における発病株率（1株当たり栽植本数2～3本）を基準に発病程度を5段階に区分し、収量調査を行った。刈取りは一般収穫期にそれぞれ30株を坪状に刈取り、乾燥、脱穀後、子実収量を秤った。供試品種「宝小豆」、播種5月30日、栽植密度、その他管理は上記に準じた。

(b) 調査結果

本病の発病時期とアズキの生育、収量との関係を調べた結果は表5および図5に示した。すなわち、アズキの生育は発病時期によって大きな影響を受け、早期発病個体ほど草丈や分枝数および節数が著しく減少した。また、収量構成要素の一形質である着莢数は健全個体に比べ7月中下旬の発

表5 アズキ茎疫病の発病時期とアズキの生育

項目 発病時期	草	丈	分枝数 (本/茎)	節数	着莢* 数	子実** 粒数	子実重 (g/50茎)	千粒重 (g)
	cm	比						
7月15日以前	枯死	—	—	—	—	—	—	—
7.16~7.29	30.6	69	1.5	10.2	8.6	2,546	173	70.5
7.30~8.12	35.1	79	2.1	12.4	19.8	5,986	419	70.4
8.13~8.26	34.3	78	2.3	12.0	18.6	6,082	436	73.3
健全個体	44.2	100	2.6	14.0	49.7	13,838	1,080	76.8

*：1茎当たりの本数,

**：50茎当たりの粒数

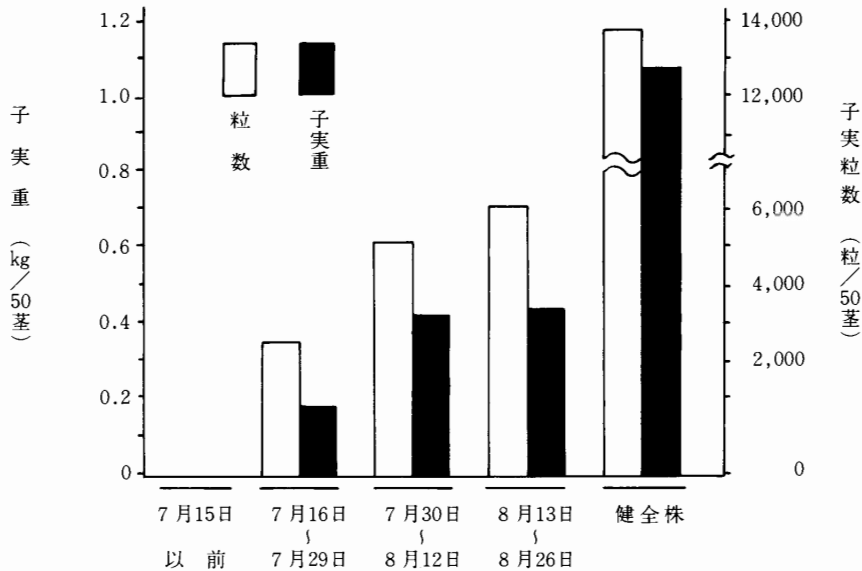


図5 アズキ茎疫病の発生時期と収量の関係

病個体は約83%，8月上中旬では60%減少した。子実粒数は7月中下旬の発病で約82%，8月上中旬で約57%減少した。子実重においても早期発病ほど減収量が多く，被害が顕著であった（図版II，5）。とくに，7月中旬以前に発病した個体の大半は生育途中で萎凋，枯死し，子実収量は皆無となった。

1979年に実施した発病と収量の関係は表6に示した。すなわち，本病の発生程度と子実収量の関係はその後の気象条件および発病蔓延の状況などによって若干異なるものと考えられるが，1979年の場合，8月上旬の発病株率は16.1%，10a 当たりの子実収量は124.2kg で，無発病区に比べ50%の減収となった。この減収量は1978年の被害調査結果

とおよそ一致した。

表6 アズキ茎疫病の発生程度と子実収量の関係

発病時期	発病株率 (%)	子実収量 (kg/10a)	収量比
8月上旬	0	248.4	100
"	16.1	124.2	50.0
"	49.3	88.5	35.6
"	80.0	43.6	17.6
"	100	0.8	0.3

調査年次 1979年

収量 (X) と発病株率 (Y) の相関関係

$$Y = 91.2 - 0.42X$$

$$r = -0.9375^{**}$$

4. 小 括

本病は稀に発芽前立枯を生ずることもあるが、普通は6月上・中旬の発芽して間もない幼苗期から9月上旬の成熟期近くまで発生し、多雨条件で多発生、乾燥条件で発病が抑制される傾向がある。したがって、本病の発生活長は年次間の差が顕著であった。

本病の病徴は幼苗期には根部、あるいは胚軸が侵されて苗立枯症状を呈し、また生育中期以降は主茎および下位分枝節部を中心に病斑上に白色粉状の菌叢が密生する。病斑が古くなると菌叢は *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Colletotrichum* 属菌などが二次寄生し淡紅色から黒褐色などに変色する特徴がある (図版II, 4)。

本病は1977年以降北海道の水田転作地帯を中心に急激に発生が拡大し、既に道内14支庁中8支庁管内、42市町村に分布していることが明かとなった。なお、北海道以外でも1983年に秋田県でも発生が認められた。本病の発生地域は今後さらに拡大するものと推測される。

ほ場における本病の発生様相はその年の気象条件によって異なり、点発生、すじ状発生、坪状または全面発生の3種類に大別された。

本病は普通畑、転換畑のいずれのほ場でも発生が認められるが、発生と被害は転換畑で大きい傾向にあった。また本病が発生するとアズキの生育が衰えるだけでなく、発病時期によっては収量構成要素の着莢数や子実粒数に大きく影響し、子実の減収が顕著となることが明らかになった。

III 病原菌

Phytophthora sp. に起因するアズキの病害は1967年に北海道夕張郡長沼町で初めて発見(成田:1977)され、その後1976年には札幌市篠路、河西郡芽室町で発生が認められた(北沢ほか:1977)。しかし、本病菌の種名は未決定であったので、本章においては病原菌について検討した。本病菌は既報(Purss:1957)のCowpeaのstem rot(以下、ササゲの茎疫病と記す)に酷似していたことから、オーストラリアのDepartment of Primary IndustriesのG.S. Purss氏より分譲を受けた*P. vignae*との形態学的性質、培養生理、生化学的性質、寄生性などについて比較し、本菌と*P. vignae*との異同を検討した。

1. 病原菌の分離・同定

病原菌を明らかにするため北海道内の各地から採集された発病株から病原菌を分離し、病原菌の形態、培養性質および生化学的性質について検討した。

(1) 病原菌の分離と接種

(a) 実験材料および方法

供試培地:コーンミール煎汁寒天培地(以下CMAと略す)を用いた。試料の分離部位および分離方法:アズキ胚軸または主茎部の罹病組織を常法により昇汞アルコール1,000倍液で表面殺菌した後、殺菌水で2回洗浄し、上記培地上に置床し、25~27Cで3日間培養した。

接種方法:分離菌を馬鈴薯煎汁寒天培地(以下PSAと略す)またはCMAで14日間平板培養した後、予め準備しておいたアズキ幼苗の胚軸部に含菌寒天片を付着接種した。接種部位は脱脂綿で保湿し、26~27Cの条件下で3~4日間静置した。

供試品種:アズキのハヤテショウズ、宝小豆および茶殻早生を用いた。

(b) 実験結果

罹病組織からは無隔膜の糸状菌が高頻度でほぼ純粋に分離された。この分離菌の病原性を確かめるためアズキ幼苗に接種を行ったところ、供試したアズキは3品種とも接種部位を中心に水浸状の病徴を呈した(表7)。この病徴は自然感染病徴と全く同様であり、しかも病斑部からは接種菌が容易に再分離された。このため病株から分離された糸状菌は本病の病原菌と断定した。

表7 アズキ茎疫病罹病株からの分離菌株の病原性

菌株番号	採集地	分離 年月日	供 試 品 種		
			ハヤテ ショウズ	宝小豆	茶殻早生
IFO-30613	旭川市永山	1977. 7. 20	+	+	+
IFO-30614	中川郡美深町	8. 10	+	+	+
Ph - 4	上川郡愛別町	7. 18	+	+	+
Ph - 13	上川郡和寒町	8. 1	+	+	+
Ph - 15	富良野市	7. 28	+	+	+
Ph - 23	上川郡美瑛町	8. 11	+	+	+
Ph - 24	河西郡芽室町	8. 15	+	+	+
Ph - 34	中川郡池田町	8. 15	+	+	+
Ph - 39	上川郡当麻町	8. 6	+	+	+
Ph - 42	夕張郡長沼町	8. 下旬	+	+	+
Ph - 44	勇払郡鶴川町	8. 1	+	+	+

(2) 形 態

本病菌の種名を同定するため菌の形態学的性質を検討した。

(a) 実験材料および方法

供試菌：1977年7～8月に北海道内から採集したアズキ罹病株より分離された培養菌12菌株を用いた。

供試培地：インゲン子実培地（品種：大正金時、子実40gと蒸留水70mlを200mlの三角フラスコに入れ、20分間蒸気高圧滅菌 (kg/cm^3) 処理)およびV-8ジュース寒天培地を用いた。遊走子のうはインゲン子実培地で25～26C、14日間培養後、菌糸

繁殖部位の種皮を削離し、殺菌水中に浮かし、23～24C、24時間静置培養し、形成された遊走子のうの数を光学顕微鏡で数えた。

造卵器、造精器はV-8ジュース寒天培地で23～24C、7日間培養し、形成された造卵器、造精器について形態を観察し、大きさを測定した。

(b) 実験結果

本病原菌の菌糸は隔膜を欠き、菌糸幅が不整一である。一般に生育菌糸は細く、古い菌糸は太い。また菌糸の中間部、あるいは先端部の所どころに不整形の膨らみ (swelling) が形成され、また変形した菌糸も稀に形成する (図版III, 5, 6)。遊走子のうは培地上では一般に形成されないが、菌叢

表8 北海道の各地から採集されたアズキ茎疫病菌の形態

菌 株 Na	採 集 年月日	採集地	遊走子のう (μm)	造卵器 (μm)	卵胞子 (μm)	造精器 (μm)
IFO-30613	1977. 7.20	旭川市永山	19.1～33.5×23.9～52.6 (27.2×39.3)	26.4～33.6×28.8～33.6 (30.2×30.8)	21.6～28.8 (24.0)	12.0～19.2×14.4～19.2 (15.0×19.1)
IFO-30614	8.10	美深町	19.1～31.1×26.3～59.2 (29.3×32.4)	24.0～33.6×24.0～37.4 (29.0×30.0)	19.2～28.8 (23.6)	13.4～16.8×14.4～21.6 (14.7×17.6)
Ph-4	7.18	愛別町	14.3～33.5×23.9～47.8 (24.4×32.8)	26.4～33.6×28.8～36.6 (30.3×32.9)	21.1～28.8 (24.0)	13.4～19.2×14.4～21.6 (15.6×16.5)
Ph-13	8. 1	和寒町	19.1～33.5×23.9～66.9 (27.2×47.3)	26.4～33.6×26.4～33.6 (29.3×32.3)	19.2～26.4 (24.0)	13.4～16.8×12.0～21.6 (14.7×16.3)
Ph-15	7.28	富良野市	24.9～43.0×43.0～81.3 (33.9×63.6)	28.8～33.6×28.8～34.6 (30.0×31.1)	24.0～28.8 (25.0)	14.4～19.2×14.4～23.0 (15.0×18.6)
Ph-22	8. 4	和寒町	19.1～38.2×21.5～62.1 (25.8×41.6)	26.4～33.6×27.8～33.6 (30.0×30.8)	21.6～28.8 (24.5)	13.4～16.8×14.4～19.2 (14.7×16.5)
Ph-23	8.11	美瑛町	19.1～34.4×23.9～57.4 (25.4×34.5)	28.8～33.6×28.8～33.6 (30.2×31.3)	24.0～28.8 (24.4)	14.4～19.2×14.4～21.6 (15.4×17.1)
Ph-24	8.15	芽室町	19.1～47.8×23.9～81.3 (29.6×55.0)	28.8～33.6×28.8～33.6 (29.8×31.4)	23.0～32.6 (25.5)	14.4～19.2×14.4～24.0 (15.8×18.5)
Ph-34	8.15	池田町	21.5～43.0×33.5～95.6 (33.0×67.4)	28.8～33.6×28.8～34.6 (31.3×32.7)	21.6～31.2 (25.1)	12.5～17.3×12.0～24.0 (14.8×16.6)
Ph-39	8. 6	当麻町	23.9～38.2×28.7～55.0 (29.7×36.5)	25.0～33.6×25.9～34.6 (29.2×30.0)	19.2～26.4 (24.1)	12.0～15.4×12.0～21.6 (14.2×16.9)
Ph-42	8.下旬	長沼町	19.1～33.5×26.3～47.8 (27.1×34.8)	24.0～33.6×24.0～33.6 (29.7×29.8)	23.0～26.4 (24.7)	12.0～16.8×12.0～24.0 (14.6×17.7)
Ph-44	8. 1	東胆振	28.7～33.5×32.5～42.1 (30.5×36.6)	26.4～33.6×28.8～33.6 (30.5×31.5)	21.6～27.8 (24.7)	12.0～18.2×14.4～21.6 (15.1×17.4)
平 均			28.6×43.5	30.0×31.2	24.5	15.0×17.4

() : 平均値を示す

を水道水に浮かし、25C前後で、およそ24時間培養すると多数形成される。形態は表8に示したとおり、垂球形～卵形で、大きさは20.6～34.1×27.6～62.4 μm 、平均28.6×43.5 μm 、乳頭突起はほとんどないか、目立たない。一般には細長い胞子のうの柄上に単生するが、しばしば遊走子のうの内側の底部から再び胞子のうの柄が伸長して2～3個鎖状に形成 (proliferation)、あるいは稀に胞子のうの柄が分岐してその先端に形成されることもある (図版III, 1, 2)。

造卵器はおよそ球形で、大きさは26.7～33.6×27.5～34.4 μm 、平均30.0×31.2 μm 、外被膜は平滑で約2.0～2.5 μm と薄く、1個の卵胞子を内蔵する (図版III, 3)。

造精器は楕円形から卵形で、大きさは約15.0×17.4 μm 、ほとんど例外なく底着性で、同株性 (homothallic) である。

卵胞子は球形で、外被膜が平滑で薄い。大きさは21.6×28.6 μm 、平均24.5 μm で、はじめは無色であるが、のちに淡黄色となる。

以上、菌の形態および遊走子のうの形成特性な

どから、本病菌は Mastigomycotina, Oomycetes, Peronosporales, Pythiaceae に所属する *Phytophthora* 属菌の1種と考えられた。さらに、遊走子のうの形態、造卵器の大きさ、造精器の着性状態、あるいは培養特性などの点から *P. vignae* に最も近いと考えられた。

そこで、本病菌と分類学的に近縁関係にあると考えられる既報の豆類の病原菌 *Phytophthora* 属菌と本病菌との形態を比較した結果 (表9)、本病菌は遊走子のう、造卵器、卵胞子などの形態および大きさなどから *P. vignae* と同定された。

(3) 培養性質

本病の罹病株から分離された病原菌の培養特性を明らかにするため検討を行った。

(a) 実験材料および方法

供試菌：本病罹病株から分離された分離菌株 IFO-30613菌とオーストラリアの Purss 氏より分離された *P. vignae* 2菌株 (レース1, レース3)

表9 *Phytophthora*属菌とアズキ茎疫病菌の形態比較

種名	遊走子のう (μm)	造卵器 (μm)	卵胞子 (μm)	造精器 (μm)	備考
アズキ菌	19.1～33.5 ×23.9～52.6 乳頭突起 (±)	26.4～33.6 ×28.8～33.6 膜平滑	21.6～28.8 淡黄色	12.0～19.2 ×14.4～19.2 底着	旭川市 分離株 (1977)
<i>Phytophthora vignae</i>	7.2～27 ×15～54 乳頭突起 (±)	27～42 ×24～46 膜平滑	18～32 淡黄色	15～16 ×12～27 底着	Purss (1957)
<i>P. phaseoli</i>	20～24 ×35～50 乳頭突起 (+)	23～38 膜平滑	18～26 淡黄色	8.5～11.5 ×14～17 底着又は側着	Thaxter (1889)
<i>P. megasperma</i>	6～45 ×15～60 乳頭突起 (±)	42～52 膜平滑	37～47 黄色	10～18 ×14～20 底着又は側着	Drechsler (1931)
<i>P. cactorum</i>	28～36 ×36～50 乳頭突起 (+)	25.3×26.7 膜平滑	24～30 黄褐色	13×15～21 側着	Schroeter (1886)

を供試した。供試培地：PSA および CMA 培地を用いた。供試菌は予め PSA, または CMA 平板培地で25C, 4日間培養し, 得られた菌叢の周縁部からコルクボーラで直径3 mmの含菌寒天片を切り取り, PSA または CMA (10ml/1シャーレ)の平板培地上に置床した。

培養温度：PSA 培地では12, 15, 20, 25, 28, 34C, CMA 培地では14, 21, 24, 26, 28, 33C, 各6種類の温度段階で, 前者は8日間, 後者は4日間静置培養した後, それぞれの菌叢直径を計測

した。

(b) 実験結果

本病菌の生育温度は PSA, CMA のいずれの培地においても, およそ10Cから35Cの範囲にあり, また, 最適温度は27C前後であると考えられた。しかも, 図6に示したとおり, 対照に供試した *P. vignae* 2菌株の温度反応とも合致する結果が得られた。

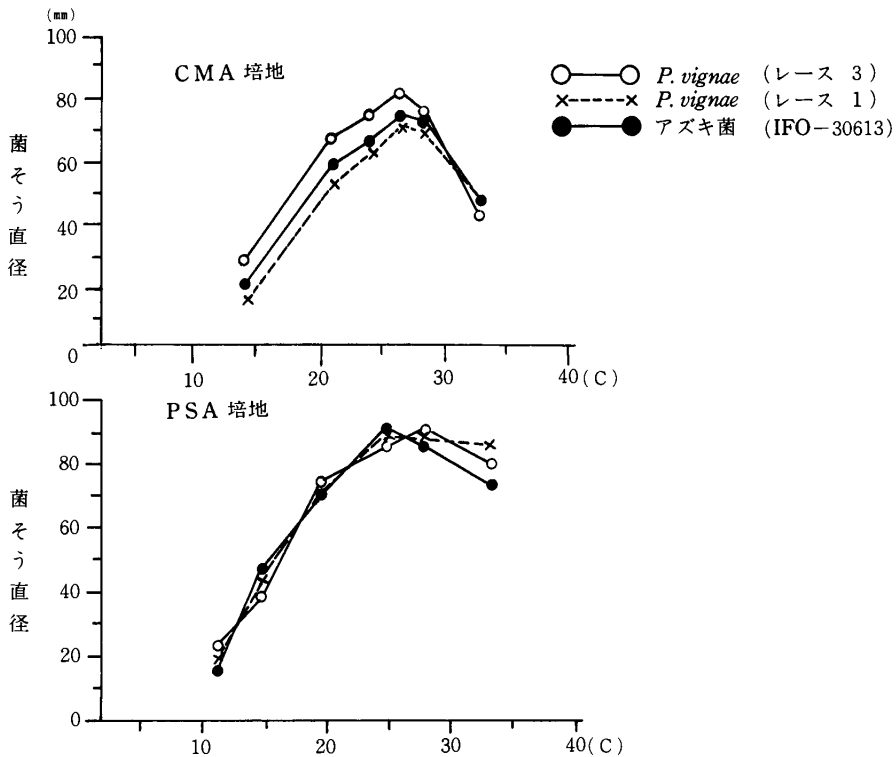


図6 アズキから分離された病原菌の生育と温度

(4) 生化学的性質

上記実験結果で, 本病菌の形態および培地上における生育温度などは *P. vignae* と一致していることが認められたが, さらに両菌の異同を確認するため電気泳動法を用いて, 菌体内の可溶性タンパク質, パオキシダーゼおよびエステラーゼを検出し, 両菌の生化学的性質を検討した。

(a) 実験材料および方法

供試菌：本病菌は IFO-30613, Ph-4, Ph-39, Ph-52, Ph-70 の5菌株と, *P. vignae* はオーストラリアの G.S. Purss 氏から分譲された培養菌株 Na19915, Na19997, Na20082, Na20549 の4菌株, 計9菌株の中から4~5菌株を適宜選んで実験に供した。なお, 供試菌はアスパラギン液体培地 (asparagine 2.5g, K_2HPO_4 5g, $MgSO_4$ 0.2g, glucose 10g, 蒸留水 10001) または V-8 ジュース液

体培地を用い、27C、20日間培養した。菌体は殺菌水で2～3回洗浄した後、約2倍量のリン酸緩衝液 (pH7.4) を添加し、ブレンダー (1,500rpm) で5分間磨砕した。さらに超音波で10分間細胞破碎した後、遠心分離器 (18,000rpm, 5 C) で60分間遠沈処理し、その上清液を分析試料とした。

電気泳動法：泳動は、5 mm×80mm のガラスカラムを用い、7.5% (pH8.9) ポリアクリルアミドゲルを支持体とするディスク法で行なった。泳動用緩衝液にはトリス・グリシン緩衝液 (pH8.6) を用い、4 C の条件下で、カラム当たり 3 mA の電流で約60分間泳動を行った。

染色：可溶性全タンパク質はアミド・ブラック 10B (Clare, Flentji et al. : 1968, Gill and Powell : 1968, Hall, Zentmyer et al. : 1969), エステラーゼはファーストブルー RR (Hall, Zentmyer et al. : 1969, Berry and Franke : 1973), パオキシダーゼはベンチジン (Clare, Flentji et al. : 1968,

Berry and Franke : 1973) またはピロガロール (齊藤ほか : 1980) を用いてそれぞれ染色した。

(b) 実験結果

可溶性タンパク質の電気泳動結果は図7に示したとおり、本病の病原菌と *P. vignae* より検出された可溶性タンパクの主要バンド数はいずれも10本で、両者間で特に有意な差異は認められなかった。

パオキシダーゼの場合は両者とも3本のバンドが検出された。図9に示したとおり、本病菌に比べ *P. vignae* の Ef 0.66-0.70 におけるバンドは発色が淡く活性がやや低いものと考えられた。

一方、エステラーゼの活性は両者とも不明瞭な2本の太いバンドが検出された (図8)。両菌間で差は顕著でなかったが、*P. vignae* の活性がやや高い傾向にあった。

以上の実験結果から、本病菌と *P. vignae* の菌体内可溶性タンパク質の酵素活性を比較した結果、

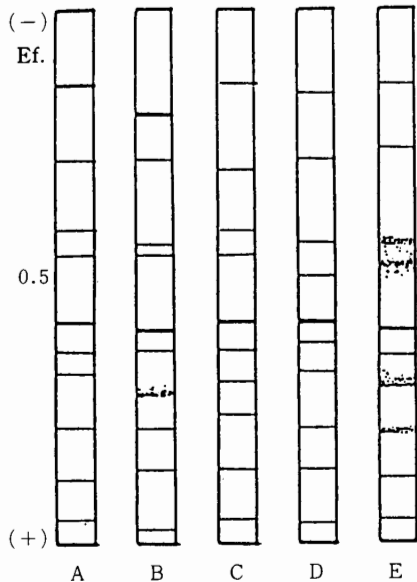


図7 電気泳動によるササゲ菌・アズキ菌の菌体内可溶性タンパク質の比較

- A : ササゲ菌 (*P. vignae*) 菌株 No.20082
- B : ササゲ菌 (*P. vignae*) 菌株 No.19997
- C : アズキ菌 菌株 Na Ph-4
- D : アズキ菌 菌株 Na IFO-30613
- E : アズキ菌 菌株 Na Ph-52



図8 電気泳動によるササゲ菌・アズキ菌の菌体内エステラーゼの比較

- A : ササゲ菌 (*P. vignae*) 菌株 No.20082
- B : ササゲ菌 (*P. vignae*) 菌株 No.19915
- C : アズキ菌 菌株 Na IFO-30613
- D : アズキ菌 菌株 Na Ph-39
- E : アズキ菌 菌株 Na Ph-70

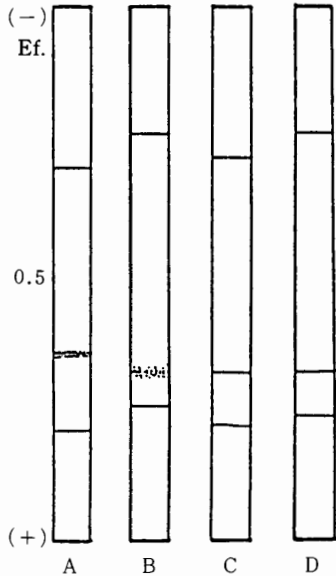


図9 電気泳動によるササゲ菌・アズキ菌の菌体内パオキシダーゼの比較

- A : ササゲ菌 (*P. vignae*) 菌株 No.19915
 B : ササゲ菌 (*P. vignae*) 菌株 No.20549
 C : アズキ菌 菌株No. Ph-39
 D : アズキ菌 菌株No. Ph-70

分類学的に両菌が異種と見なし得る判然とした差は認められなかった。

2. 病原性

本病菌の寄生性を明らかにするため、人為的接種により宿主範囲、*P. vignae* との病原性の差異、寄生性の分化などについて検討した。

(1) 宿主範囲

アズキをはじめ数種類の植物に本病菌を接種し、本病菌の宿主範囲を検討した。

(a) 実験材料および方法

供試植物：アズキ (*Phaseolus angularis* (Willd.) Wight = *Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi) 3品種のほか、ダイズ (*Glycine max* (L.) Merr), インゲン (*Phaseolus vulgaris* L.), ササゲ (*Vigna sinensis* (L.) Savi ex Hassk.), エンドウ (*Pisum sativum* L.), ソラ

マメ (*Vicia faba* L.), アルファルファ (*Medicago sativa* L.), カボチャ (*Cucurbita maxima* Duch.) の8属種14品種、ならびにナス (*Solanum melongena* L.), ピーマン (*Capsicum annuum* L.), キュウリ (*Cucumis sativus* L.), リンゴ (*Malus pumila* Miller var. *domestica* Schneider) など果実に接種した植物を含めると11属18種の植物を供試した。

供試菌：インゲン子実培地 (水道水に約12時間浸漬したインゲン子実20~30粒を200mlの三角フラスコに入れ蒸気加圧滅菌) または PSA 培地で25~26C, 14日間培養した本病菌の IFO-30613菌を用いた。

接種方法：土壌接種法または含菌寒天片付着接種法を行った。土壌接種法は殺菌土壌にインゲン子実培地での培養菌をホモジナイザーで磨砕した菌液を混和処理したものを床土とし、アズキはじめ各供試植物を播種し、20~25Cの条件下で育苗した。発芽後水道水を灌注して4日間湛水状態に保った。一方、含菌寒天片付着接種法は PSA での培養菌を用いた。茎または胚軸部、あるいは果実に対して有傷または無傷接種した。接種後は該当部位を水で濡らした脱脂綿で被い、かつ、全体をポリ袋で被覆し、20~25Cで4日間保湿静置した。

発病調査は接種後5~6日目に感染の有無を調べ、さらに罹病組織から病原菌の再分離を行った。

(b) 実験結果

マメ科植物7属12種を含む11属種18種に対して接種した結果、表10に示したとおり、本病菌はアズキに対して特異的に強い病原性を示し、いずれの接種法でも供試したアズキ品種全てが激しく発病した。また罹病組織からは接種した菌が容易に再分離された。一方、アズキ以外の植物では、有傷接種で極めて稀にインゲンとダイズに褐色~暗褐色の紡錘形病斑 (約5 mm×7 mm) を生じたが、そのほかの植物に対しては全く病原性が認められなかった。

表10 アズキ茎疫病菌の各種植物に対する病原性

供試植物および品種名	土 壤 接 種	茎 部 接 種	
		無 傷	有 傷
ア ズ キ	ハヤテショウズ	+	+
	宝 小 豆	+	+
	茶 殻 早 生	+	+
ダ イ ズ	ト ヨ ス ズ	-	-
	キ タ ム ス メ	-	-
	北 見 白	-	-
イ ン ゲ ン	大 正 金 時	-	-
サ サ ゲ	赤 種 三 尺	-	-
	黒 種 三 尺	-	-
	滝 の 白 糸	-	-
エ ン ド ウ		-	-
ソ ラ マ メ		-	-
アルファルファ		-	-
カ ボ チ ャ		-	-
ナ ス	果 実	-	-
ピ ー マ ン	"	-	-
キ ュ ウ リ	"	-	-
リ ン ゴ	"	-	-

しかし、反復実験で発病の再現性が極めて乏しく、また病原菌の再分離もできなかった。このため、インゲンとダイズを本病菌の宿主とみなすことができなかった。

(2) *Phytophthora vignae* の病原性ととの差異

上記実験結果で、本病菌はアズキにのみ特異的に強い病原性を有することが明かとなった。ところが、*P. vignae* はササゲに対して特異的に強い病原性を有するとされている(Purss; 1958)。そこで、本病菌と *P. vignae* との病原性の異同を明らかにするため、*P. vignae* およびその菌のレース判別品種を用いて実験を行った。

(a) 実験材料および方法

供試植物：アズキ (*Phaseolus angularis* (Willd.) Wight = *Vigna angularis* (Willd.)

Ohwi & Ohashi) はアカネダイナゴンはじめ 10 品種、ササゲ (*Vigna sinensis* (L.) Savi ex Hassk) は *P. vignae* のレース判別品種を含む 7 品種を用いた。アズキ品種は北海道立十勝農業試験場豆類第二科および同上川農業試験場元畑作科から分譲を受けた。ササゲ品種はオーストラリアの G.S. Purss 氏の了解を得て元農林水産省北海道農業試験場の北沢健治氏より分譲を受けた判別品種 (Chinese red, Blackeye 5, Bechuana white) のほか、市販種子 3 品種を用いた。

供試菌：本病菌は IFO-30613, IFO-30614, Ph-4, Ph-13, Ph-21, Ph-22, Ph-24, Ph-32, Ph-34, Ph-39, Ph-41, Ph-61 の計 12 菌株、*P. vignae* 菌は Purss 氏より分譲を受けた菌株番号 20882 (レース 1), 19915 (レース 2), 19997 (レース 3), 20549 (レース 4) の 4 菌株を供試した。

接種方法：供試菌はそれぞれ PSA 培地で 26~27 C, 20 日間平板培養した後、次の 2 つの方法で接

種を行った。

(i) 土壤接種：培養菌叢をホモジナイザーで軽く磨砕した後、1バット当たりの土壤に対して1/2シャーレ（直径9 cm）相当の含菌寒天液を混和接種し病土とした。病土はプラスチック・バット（30×21×5 cm）に入れて床土とし、アズキまたはササゲを播種した。播種後は27C、約2,300luxの植物培養用ランプ点灯条件下（12時間/1日）に置いた。発芽後は水道水を灌水し、地表より約1.0～1.5cmの深さに3日間湛水状態に保った。

(ii) 胚軸部有傷接種：殺菌土壤を入れた同バットに供試植物を播種し、上記と同じ条件下で育苗した。発芽して2日後（播種後6～7日目）胚軸部に有傷接種した。接種は Kaufmann and Gerdemann (1958)の接種法を一部変法し、培養菌を付着させた妻楊子を地表約1.0cmの胚軸部に穿孔し、27C、同上点灯条件に4日間保湿静置した。

発病調査：土壤接種区は湛水処理後5日目、胚軸部への有傷接種区は接種後5日目にそれぞれ発病個体数を調べた。接種は各供試品種、1回当たり8～10個体を用い、最低3回以上実験を反復した。

(b) 実験結果

本病菌のアズキおよびササゲに対する病原性：本病菌をアズキおよびササゲに接種した結果は表11、表12に示した。すなわち、IFO-30613菌ははじめ供試したすべての菌がいずれの接種方法を用いてもアズキに対して強い病原性を示した。しかしながら、ササゲに対しては土壤接種でIFO-30613、IFO-30614、Ph-13、Ph-24、Ph-34およびPh-39などがPoonaに稀れに病原性を示したものの、供試したほかの6品種に対して全く病原性を示さなかった。有傷接種でIFO-30613がChinese redと

表11 アズキ茎疫病菌のアズキおよびササゲに対する病原性（土壤接種）

品 種 名	供 試 菌 株											
	IFO 30613	IFO 30614	(Ph-No)		21	22	24	32	34	39	41	61
アズキ (<i>Phaseolus angularis</i> (Willd.) Wight)												
アカネダイナゴン	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
暁大納言	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ハヤテショウズ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
寿小豆	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+
能登小豆	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+
円葉1号	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
栄小豆	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
宝小豆	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
早生大粒1号	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ササゲ (<i>Vigna sinensis</i> (L.) Savi ex Hassk)												
Chinese red	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Blackeye 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bechuana white	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poona	±	±	-	±	-	-	±	-	±	±	-	-
赤種三尺	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
黒種三尺	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
三尺ササゲ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

発病全く認めない : -, 発病個体 5%以下 : ±
 発病個体 6～30% : +, 同 31%以上 : ++

表12 アズキ茎疫病菌のアズキおよびササゲに対する病原性（胚軸部に有傷接種）

品 種 名	供 試 菌 株											
	IFO		(Ph-No)		21	22	24	32	34	39	41	61
	30613	30614	4	13								
アズキ (<i>Phaseolus angularis</i> (Willd.) Wight)												
ハヤテショウズ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
寿 小 豆	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
能 登 小 豆	+	+	+	+	+	+	+	±	+	±	+	+
宝 小 豆	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
早生大粒 1 号	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ササゲ (<i>Vigna sinensis</i> (L.) Savi ex Hassk)												
Chinese red	±	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Blackeye 5	-	-	±	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bechuana white	-	-	-	-	-	-	-	-	-	±	-	-
Poona	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	±
赤 種 三 尺	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
黒 種 三 尺	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
発病全く認めない	-		発病個体 5%以下		±							
発病個体 6~30%	+		同 31%以上		+							

Poona, Ph-4 が Blackeye 5 と Poona, Ph-39 が Bechuana white と Poona に病原性を示した。

P. vignae 菌のアズキおよびササゲに対する病原性：*P. vignae* のアズキおよびササゲに接種した結果は表13, 表14に示したとおりである。すなわち, 20082 (レース 1) 菌は Chinese red, Blackeye 5, Bechuana white の 3 品種に対してはいずれの接種方法を用いても病原性が全く認められなかったが, 供試したほかのササゲ品種に対しては典型的な病徴が現われ, 明らかに病原性が認められた。19915 (レース 2) 菌は Bechuana white, Poona, 黒種三尺の 3 品種にのみ病原性を示し, 19997 (レース 3) 菌は Blackeye 5, Poona, 赤種三尺, 黒種三尺の 4 品種に病原性を示した。また, 20549 (レース 4) 菌は土壌接種で Chinese red を除く供試したすべてのササゲ品種に対して病原性が認められた。一方, アズキに対しては, 土壌接種法で 4 株菌はいずれの品種に対しても全く病原性を示さなかった。

胚軸部に有傷接種した場合には, 20882 菌が暁大納言, アカネダイナゴン, 栄小豆, 早生大粒 1 号

の 4 品種に, また 19915 菌が早生大粒 1 号に, 19997 菌が 7 品種中, 4 品種に稀に発病個体が認められたに過ぎなかった。しかも, 20549 菌の場合は供試したアズキ品種すべてに全く病原性を示さなかった。

従って, *P. vignae* 菌はレース判別品種に対して特異的な反応を示したが, アズキに対しては病原性を有しないか, あるいは極めて弱い病原力を有する菌と推定された。

以上の結果から, アズキから分離された本病菌はアズキに対して特異的に強い病原性を有するが, ササゲに対してはほとんど病原性をもちない。一方, ササゲ茎疫病菌はササゲに対して特異的に強い病原性を有するが, アズキに対してはほとんど病原性をもちないものと考えられた。

表13 ササゲ茎疫病菌のアズキおよびササゲに対する病原性 (土壌接種)

品 種 名	供 試 菌 株			
	20082 (レース1)	19915 (レース2)	19997 (レース3)	20549 (レース4)
ササゲ (<i>Vigna sinensis</i> (L.) Savi ex Hassk)				
Chinese red	-	-	-	-
Blackeye 5	-	-	+	+
Bechuana white	-	+	-	+
Poona	++	++	++	++
赤種三尺	+	-	+	+
黒種三尺	+	+	+	+
アズキ (<i>Phaseolus angularis</i> (Willd.) Wight.)				
暁大納言	-	-	-	-
茶穀早生	-	-	-	-
ハヤテショウズ	-	-	-	-
栄小豆	-	-	-	-
宝小豆	-	-	-	-
早生大粒1号	-	-	-	-

発病全く認めない：- ， 発病個体5%以下：±
 発病個体6~30%：+ ， 同 31%以上：++

表14 ササゲ茎疫病菌のアズキおよびササゲに対する病原性 (胚軸部に有傷接種)

品 種 名	供 試 菌 株			
	20082 (レース1)	19915 (レース2)	19997 (レース3)	20549 (レース4)
ササゲ (<i>Vigna sinensis</i> (L.) Savi ex Hassk)				
Chinese red	-	-	-	-
Blackeye 5	-	-	++	++
Bechuana white	-	++	-	++
Poona	++	++	++	++
アズキ (<i>Phaseolus angularis</i> (Willd.) Wight.)				
暁大納言	±	-	-	-
アカネダイナゴン	±	-	±	-
ハヤテショウズ	-	-	±	-
寿小豆	-	-	-	-
栄小豆	±	-	±	-
宝小豆	-	-	-	-
早生大粒1号	+	+	+	-

発病全く認めない：- ， 発病個体5%以下：±
 発病個体6~30%：+ ， 同 31%以上：++

(3) 病原菌の種名

アズキ茎疫病の病原菌は、遊走子のうが垂球形～卵形で、乳頭突起を持たないか、目立たない。また遊走子のう内側の底部から胞子のう柄が再生し、その先端部に再び遊走子のうを形成(Proliferation),あるいは子のう柄が分岐(monochadial sympodia)して2~3個形成することがある(図版III, 2)。

造卵器は球形、外皮膜が平滑で、無色ないし淡黄色の卵胞子1個を内蔵し、造精器はほとんど例外なく底着性であり、同株性であること、また培養性質などの菌学的諸性質がWaterhouse(1970), Newhook et al.(1978)の分類基準、ならびにPurss(1957)の原記載の*Phytophthora vignae*と酷似している。またササゲ茎疫病の病原菌*P. vignae*とアズキの病原菌について、生化学的性質を比較したところ、エステラーゼやパオキシダーゼ活性に若干量の差が認められたものの、その差は顕著でなく、両菌間で種を異にする有意な差とは考えられなかった。

一方、寄生性において両菌の間に明確な差が認められた。すなわち、*P. vignae*はササゲに対して特異的に強い病原性を有し、アズキの病原菌はアズキに特異的に強い病原性を示し、寄生性において両菌は明かに異なると考えられた。アズキの病原菌は*P. vignae*と形態学的、生理学的に多くの共通点を有するが、病原性において明らかに顕著な差異が認められることから、*P. vignae*の分化型と認定すべきものと考えられた。このため、アズキの病原菌は*Phytophthora vignae* Purss f.sp. *adzukiicola* Tsuchiya, Yanagawa et Ogoshi, またササゲ茎疫病の病原菌を*Phytophthora vignae* Purss f.sp. *vignae* Tsuchiya, Yanagawa et Ogoshiとした(Tsuchiya et al.: 1986)。

3. 寄生性の分化

*Phytophthora*属菌にはササゲ茎疫病菌(*P. vignae* Purss f. sp. *vignae*) (Purss: 1957)はじめジャガイモ疫病菌(*P. infestans* f. sp. *infestans*) (高桑・高瀬: 1956, 高瀬・高桑: 1957), ダイズ茎疫病(stem rot)菌(*P. megasperma* f. sp. *glycinea*)

(Morgan and Hartwig: 1965, Laviolette and Athow: 1977)などで、寄生性の分化した病原性の異なる多くのレースが知られている。そこでアズキ茎疫病菌(*P. vignae* f. sp. *adzukiicola*)におけるレースの有無を明らかにするとともに、抵抗性品種の育成あるいは防除対策確立のために必要な資料を得るため実験を行った。

(a) 実験材料および方法

供試菌株：北海道内から採集されたアズキ罹病株から常法によって分離した本病の分離培養菌19菌株(表15)を用いた。

表15 レース判別に供試したアズキ茎疫病菌の由来

菌株番号	分離植物(品種)	採集場所
IFO-30613	宝 小 豆	旭川市永山
IFO-30614	茶 殻 早 生	中川郡美深町
Ph-4	宝 小 豆	上川郡愛別町
Ph-13	ハヤテショウズ	" 和寒町
Ph-15	寿 小 豆	富良野市
Ph-18	茶 殻 早 生	中川郡美深町
Ph-21	—	上川郡下川町
Ph-22	寿 小 豆	上川郡和寒町
Ph-24	ハヤテショウズ	河西郡芽室町
Ph-32	—	石狩郡当別町
Ph-34	暁 大 納 言	中川郡池田町
Ph-39	栄 小 豆	上川郡当麻町
Ph-40	栄 小 豆	" 当麻町
Ph-41	茶 殻 早 生	" 当麻町
Ph-42	—	夕張郡長沼町
Ph-52	ハヤテショウズ	河西郡芽室町
Ph-53	宝 小 豆	旭川市永山
Ph-61	寿 小 豆	上川郡和寒町
Ph-63	寿 小 豆	" 和寒町

Ph-61 (1979年)を除き、他は1977年に分離

供試植物：北海道立十勝農業試験場より分譲されたアズキ6品種を用いた。すなわち、在来種の能登小豆、在来種から純系分離された早生大粒1号、宝小豆、茶殻早生、交配育成種のハヤテショウズ、寿小豆を供試した。

接種方法：土壌接種法で行った。供試菌はそれ

ぞれ PSA 平板培地上で26~27C, 20日間培養した後、殺菌土壤に混和接種して病土を作成した。プラスチック・バット容器 (30×21×5 cm) (以下、バットと略す) に入れた病土を床土とし、アズキを播種した。接種菌量は 1容器当たり1/2シャーレ (直径 9 cm) の含菌寒天を用いた。播種後は前項の実験と同様27C, 植物培養ランプ点灯条件下に静置した。発芽揃 (播種後およそ6~7日目) 後、水道水を灌水し、地表約1.0cm の深さで3日間湛水状態に保った。

発病調査：湛水处理5日後に発病個体数を計測した。各供試菌株とも1回の実験に1品種10粒とし、3~5回実験を反復した。なお、発病個体率0%を抵抗性 (-またはR), 10%以上を罹病性 (+またはS) と判定した。

(b) 実験結果

各供試菌の接種結果は表16に示したとおりである。供試菌19菌株中、14菌株 (73.7%) が供試した6品種すべてに強い病原性を示し、残り5菌株 (26.3%) は品種によって異なる反応を呈した。すなわち、Ph-18菌はハヤテショウズに対して発病個体率が僅か10%であったが、早生大粒1号、茶殻早生、宝小豆などに対してはPh-32, Ph-39, Ph-52と同様強い病原性を示し、能登小豆および寿小豆に対しては全く病原性を示さなかった。また、Ph-15は能登小豆を除き、供試した全ての品種に対して病原性が認められた。接種はほぼ同一条件下で実施したにも関わらず、菌株によって品種反応に差異が認められたことは、本病菌においても病原性の分化した菌株、すなわち、病原性の異なる

表16 アズキ茎疫病菌 (*Phytophthora vignae* f. sp. *adzukicola*) の病原性の差異

品 種 名	供 試 菌 株																		
	IFO-30613	IFO-30614	Ph-4	Ph-13	Ph-15	Ph-18	Ph-21	Ph-22	Ph-24	Ph-32	Ph-34	Ph-39	Ph-40	Ph-41	Ph-42	Ph-52	Ph-53	Ph-61	Ph-63
能登小豆	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+
寿小豆	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+
早生大粒1号	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
茶殻早生	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ハヤテショウズ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
宝小豆	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

発病全く認めない : -, 発病個体 5%以下 : ±
 発病個体6~30% : +, 同 31%以上 : ++

表17 アズキ茎疫病菌 (*Phytophthora vignae* f. sp. *adzukicola*) の寄生性の分化

品 種 名	来 歴	レース		
		レース1 (菌株 Ph-No.)	レース2	レース3
		18,32	15	IFO-30613
		39,52		IFO-30614
				4,13,21,22, 24,34,40,41, 42,53,61,63
能登小豆	能登半島在来種	R	R	S
寿小豆	能登小豆×早生大粒1号	R	S	S
早生大粒1号	早生大粒より純系分離	S	S	S
茶殻早生	早生円葉より純系分離	S	S	S
ハヤテショウズ	宝小豆×斑小粒系1号	S	S	S
宝小豆	小豆W-45より純系分離	S	S	S

備考 R : 抵抗生, S : 罹病性

レースの存在を考える必要がある。

供試したアズキ 6 品種を判別品種とし、各分離菌のレース検定を行った。結果は表17に示した。すなわち、能登小豆と寿小豆の2 品種に全く病原性を示さなかったが、その他の 4 品種に対して強い病原性を有する菌株 (Ph-18, Ph-32, Ph-39, Ph-52)、能登小豆を除くほかの 5 品種に病原性を有する菌株 (Ph-15) および 6 品種すべてに強い病原性を有する菌株 (IFO-30613, IFO-30614, Ph-4, Ph-13, Ph-21, Ph-22, Ph-24, Ph-34, Ph-40, Ph-41, Ph-42, Ph-53, Ph-61, Ph-63) の 3 種類に分かれた。このことから、アズキ茎疫病菌においても病原性の異なる 3 種類の系統が認められたことになる。そこで、筆者は供試した 6 品種を判別品種として、能登小豆と寿小豆に R で、ほかの 4 品種に S の反応を示した菌株をレース 1、能登小豆に R、ほかの 5 品種に S 反応を示した菌株をレース 2、また供試した 6 品種すべてに S の反応を呈した菌株をレース 3 として本病菌を分類することとした。

4. 病原菌の生育と温度

(1) 菌糸の生育と温度

本病菌の生育適温範囲を明らかにするために、アズキの罹病株から分離された分離培養菌株を用いて実験を行った。

(a) 実験材料および方法

供試菌は分離培養菌 IFO-30613, Ph-13, Ph-24 の 3 菌株を用いた。各菌株とも予め PSA 平板培地で 26C、5 日間培養した後、その菌叢周縁部から直径 3.0mm のコルクボーラで切り抜いた円形の含菌寒天片を用いた。含菌寒天片は直径 90mm のシャーレ当たり約 15ml 分注した PSA 平板培地の中央部に置床し、所定温度で 8 日間静置培養した後、それぞれの菌叢直径を計測した。なお、各菌株とも 1 温度区当たりシャーレ 6 枚を供試し、菌叢直径の平均値を算出した。

(b) 実験結果

本病菌の菌糸生育と温度の関係は図10に示したとおり、3 菌株ともほぼ同一温度反応を呈し、生育範囲は 12C 以上、34C 以下であった。10C 以下および 35C 以上の温度条件下ではいずれの菌株も菌糸伸長が著しく抑制され、菌叢の拡大は殆ど認められなかった。

一方、26~27C の温度範囲で 3 菌株とも菌叢直径が最大値を示し、菌糸生育の最適温度と考えられた。

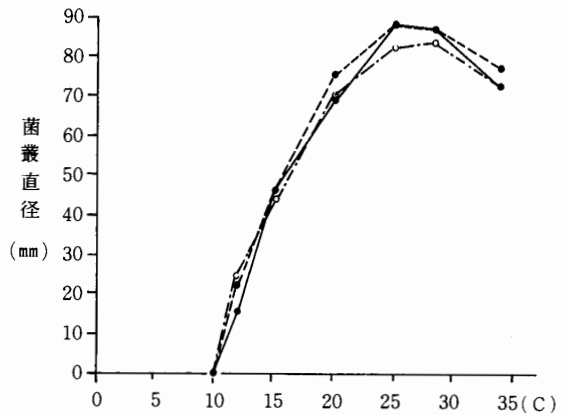


図10 アズキ茎疫病菌の菌糸生育と温度

供試培地	PSA 平板培地	
培養期間	8 日間	
供試菌株	IFO-30613	●—●
	Ph-13	●- - ●
	Ph-24	○ · · · ○

(2) 本病菌の遊走子のう形成と温度

本病の発生蔓延に強く関与すると考えられる遊走子のう、遊走子の形成と温度の関係を明らかにするため実験を行った。

(a) 実験材料および方法

PSA で培養した分離培養菌株 IFO-30613 菌を前項と同様、殺菌土壌に混和処理した病土を床土としてアズキを播種、育苗し、その後発病した苗を以下の実験に供した。すなわち、発病個体の幼苗胚軸部の罹病組織を 10mm の長さに切断し、殺菌水を入れたシャーレにそれぞれ 1 個体ずつ入れ、所定の温度 (16, 18, 23, 25, 28C) で静置培養した。46 時間経過後、遊走子のう、遊走子の形成

量を顕微鏡下で計測した。倍率60倍の視野で、病組織片に対して直角に菌糸先端まで検鏡した。

(b) 実験結果

遊走子のうの形成量と温度の関係は図11に示したとおり、25Cが143個で最も形成量が多かった。次いで23Cが多かった。28Cが71個、18Cが51個であった。16Cは25Cの14%に過ぎず、調べた温度範囲では形成量が最も少なかった。

一方、培養46時間以内に既に間接発芽した胞子数を計測した結果、最も発芽数の多かった温度区は25Cで、次いで23C、28Cの順に多かった。16Cでも間接発芽は認められたが、その数は数個に過ぎなかった。しかし、遊走子のうの形成量が少なかったため、発芽率は90%に達し、ほかの温度区に比べ最高率となった。

遊走子のうの形成最適温度は23~25Cの範囲と考えられ、上記実験の菌糸繁殖の最適温度よりやや低温条件にあった。

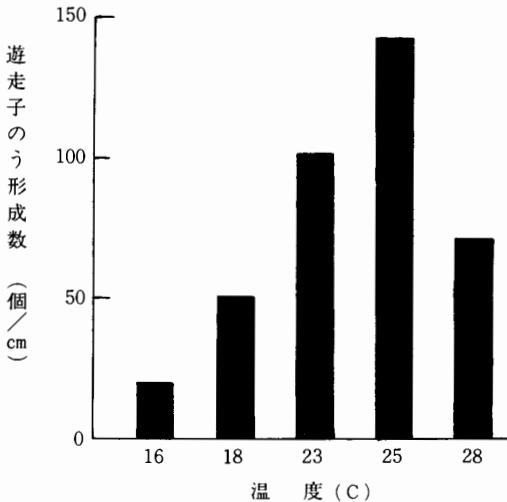


図11 アズキ茎疫病菌の遊走子のう形成数と温度の関係

アズキ幼苗罹病胚軸 (長さ 10mm)
培養時間 46時間後

(3) 遊走子のうの形成所要時間

上記実験で遊走子のうの形成最適温度は23~35Cと考えられたが、さらに遊走子のうの形成に要する所要時間を明らかにするため実験を行った。

(a) 実験材料および方法

供試菌は予め蒸気殺菌したアズキ幼苗胚軸で培養 (25C, 20日間) した IFO-30613菌を用いた。培養後、胚軸 (長さ30mm) とともに殺菌水を入れたシャーレに移し、25Cの条件下に静置した。3, 5, 7, 9 および11時間後に試料を検鏡し、遊走子のうの形成数を計測した。なお、検鏡胚軸数はそれぞれ4~5本とした。

(b) 実験結果

本病菌は普通、罹病組織や培地上では遊走子のうの形成は殆ど認められないが、水中では多量に形成し、かつ容易に間接発芽する性質がある。本実験で遊走子のうの形成に要する時間を経時的に顕微鏡観察した結果、表18に示したとおり、25Cでは培養を開始して5時間経過後、既に2個体に1~3個の遊走子のうが形成されているのが観察された。7時間後には試料1個体当たり平均10~11個の形成が認められた。間接発芽した胞子も1個認められたが、大部分のものは小さく未成熟であった。9時間以上経過すると遊走子のうの形成数は急激に増加し、また間接発芽した胞子数も漸増した。

表18 アズキ茎疫病菌の遊走子のう形成所要時間

培養時間 (h)	形 成 量	
	遊走子のう (個)	間接発芽 (個)
3	0	0
5	2.0	0
7	10.5	1.0
9	215.0	15.6
11	甚多	多

培養温度 : 25 C

形 成 量 : アズキ幼苗罹病胚軸 1本(3.0cm) 当り
個数

以上の結果から、本病菌の遊走子のうの形成所要時間は温度によって変動するものと推測されるが、最適温度条件下ではおよそ5～6時間後から形成し始めることが明らかになった。

(4) 遊走子のうの発芽と温度

本病菌の遊走子のう形成は最適温度条件下では5～6時間後から始まることは上記実験で明らかとなったが、次に遊走子のうの発芽におよぼす温度の影響について実験を行った。

(a) 実験材料および方法

供試菌として本病の分離培養菌株 IFO-30613を用いた。殺菌土壤に PSA 平板培地で培養(26～27°C, 20日間)した本病菌を混和して得られた病土を床土としてアズキを播種し、発芽後、湛水処理して発病した幼苗の胚軸を実験に供した。長さ10mmに切断した胚軸部罹病組織を殺菌水の入ったシャーレに移植し、所定の温度条件下で静置培養した。培養温度は15, 20, 23, 25, 27, 29, 32°Cの7種類の温度区を設け、遊走子のうの発芽状況を経時的に検鏡した。

(b) 実験結果

本実験結果から、遊走子のうの発芽様式はすべて間接発芽で、直接発芽した個体は全く認められなかった。発芽に要する時間は図12に示したとおり温度によって若干の差が認められた。すなわち、25°C以上では遊走子のうの形成は培養開始6～7時間後から始まり、さらに1～2時間経過した頃から間接発芽個体が散見されはじめ、数個の遊走子が遊泳し始めた。しかし、23°C以下では低温になるに伴い遊走子のうの形成量が減少し、発芽個体の出現期も漸次遅延する傾向にあった。15°Cの場合は25°Cのおよそ2倍の時間を要し、培養開始後13～14時間経過した後、はじめて発芽個体が観察された。

一方、各温度における遊泳中の遊走子量を観察した結果、遊走子の実数は明らかでないが、一般に高い温度程短時間で遊走子のうから放出され、早期に遊泳盛期となる。温度が低下するに伴い遊

走子のうの形成は遅れ、遊走子の遊泳盛期に達するまでの所要時間や遊泳時間などが漸次延長する傾向にあった。

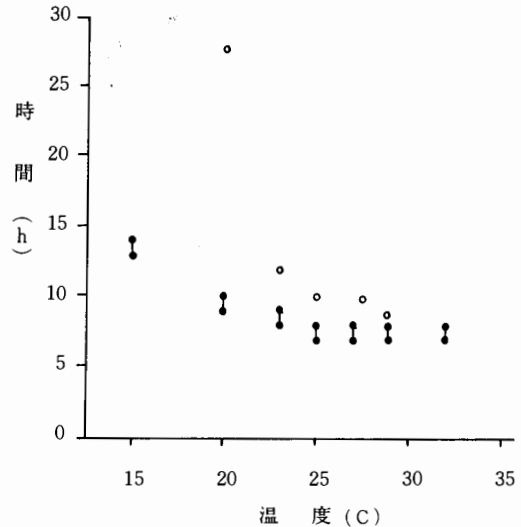


図12 アズキ茎疫病菌の遊走子形成時間と温度

- — ● : 遊走子のう発芽始め
- : 遊走子遊泳盛期

5. 小 括

アズキの立枯症状株から病原菌の分離を行った結果、アズキに対して強い病原性を有する(図版IV, 2), 無隔膜菌糸からなる糸状菌が高頻度に分離された。本病菌は PSA, CMA 培地上で多数の卵胞子を形成し、また培養菌叢を殺菌水に浮かすと容易に遊走子のうを形成、間接発芽して多数の遊走子を産生する。本菌は形態学的に、伊藤(1936), Tucker(1931), Waterhouse(1963)らの分類方式によると *Phytophthora* 属に所属する。しかも、その形態学的特性、培養性質は Purss(1957)の原記載にある *P. vignae* および Waterhouse(1963, 1970, 1983)の分類基準と多くの点で一致していた。また本病菌と *P. vignae* との異同を明らかにするため、電気泳動法により両菌の菌体可溶性タンパク質を比較した結果、殆ど差が認められなかったが、エステラーゼおよびパオキシダーゼ活性において両菌に若干の差異が認められた。し

かし、その差は顕著でなく、両菌を別種として区別し得る明確な差ではなかった。

一方、*P. vignae* はササゲに対して特異的に強い病原性を有する菌とされている (Purss ; 1958) が、アズキから分離された本病菌はアズキに対して強い病原性が認められた (土屋ほか ; 1979, Kitazawa et al. ; 1979)。また本病菌とササゲの茎疫病菌 *P. vignae* をアズキとササゲに交接種して病原性を比較した結果、本病菌はアズキに対して、ササゲの *P. vignae* はササゲに対してそれぞれ特異的に強い病原性を示したが、本病菌がササゲに、また *P. vignae* がアズキに対して殆ど病原性は認められなかった。このため、両菌は病原性において明らかに異なり、本病菌は *P. vignae* の分化型と考えられ、本病菌の種名を *Phytophthora vignae* Purss f. sp. *adzukiicola* Tsuchiya, Yanagawa et Ogoshi とし、またササゲ茎疫病の病原菌を *Phytophthora vignae* Purss f. sp. *vignae* Tsuchiya, Yanagawa

et Ogoshi とした。

また、北海道内の各地から採集された本病の分離菌株を能登小豆、寿小豆、早生大粒1号、茶殻早生、ハヤテショウズ、宝小豆の6品種に接種した結果、病原性の異なる3種類のレースが確認された (Tsuchiya et al. : 1986)。

本病菌の生育と温度の関係において、菌糸の生育温度は12C以上、34C以下の範囲で、最適温度はおおよそ26~27Cであった。遊走子のうの形成温度範囲はおおよそ16C以上から28C以下で、最適温度は23~25C前後であった。最適温度条件下における遊走子のうの形成は稀に培養5時間目頃から認められることもあるが、大部分は7時間程度経過した頃から形成され始め、時間の経過に伴い形成量は漸増した。一方、遊走子のうの間接発芽は遊走子のうの形成よりおおよそ1時間程度遅れる傾向にあった。

IV 発 生 生 態

アズキ茎疫病的確な防除対策を確立するためには、本病の性状、伝染経路、発病に関与する環境要因などを解明する必要がある。そこで、本病菌の生態、とくに越冬形態、越冬菌密度、遊走子のう、遊走子の形成条件、遊走子の動態、遊走子感染と発病について検討を行った。また土壌伝染や侵入部位、方法のほか、発病に関与する気象条件あるいはアズキの品種と発病の関係などについても調査および実験を行った。

1. 茎疫病菌の生態

(1) 遊走子形成に及ぼす宿主の影響

遊走子の形成量に対する宿主植物（アズキ）の影響の関係を明らかにするため室内実験を行った。

(a) 実験材料および方法

供試菌：アズキ（品種：宝小豆）の幼苗胚軸を基質として培養した分離菌株 IFO-30613 を用いた。本病菌は予め、長さ30mmに切断した幼苗胚軸20本を100mlの三角フラスコに入れ、蒸留水5 mlを加えて蒸気加圧滅菌した後、25Cで10日間培養した。

供試植物：常法により昇汞アルコール1,000倍液で種子消毒したアズキ種子（品種：ハヤテショウズ）を口紙を敷いた直径11.5cmの腰高シャーレに置床し、25Cで5日間保湿して発芽した稚苗を宿主とした。供試菌が十分繁殖した胚軸と無菌培養したアズキ稚苗を殺菌水15ml入れたシャーレに1個体ずつ混入した区と未混入区を設け、25Cで48時間静置培養した。なお、接種源とアズキ稚苗が直接接触しないようにした。

遊走子の形成量は所定時間経過後、シャーレの底に着床している被のう胞子を検鏡し、1視野（15×4倍）当たりの胞子数を算えた。

(b) 実験結果

遊走子の形成は宿主の有無に関わらず、25C48

時間経過後すでにシャーレの底面に着床している被のう胞子が多数観察された。この被のう胞子数を計測した結果、図13に示したとおり、1視野当たりの平均胞子数はアズキ稚苗混入区が36.0個、未混入区11.5個で、稚苗混入区は未混入区に比べ約3倍の胞子量であった。本病菌は宿主植物が存在することによって遊走子の形成が促進されたものと考えられる。

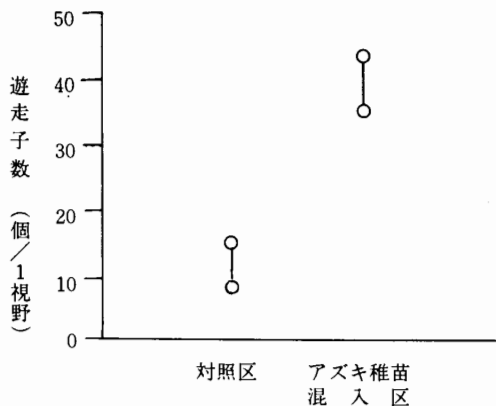


図13 アズキ茎疫病菌の遊走子形成量に及ぼすアズキの影響

(2) 病原菌の越冬形態

本病の伝染環を解明するため、ほ場における本病菌の越冬形態および土壤中における本病菌の検診法などについて調査および実験を行った。

1) 越冬形態

前年、本病が多発生したほ場にアズキを連作すると、本病の発生は容易に再現できる。本病菌は何らかの形態で越冬していると考えられる。そこで本病菌の越冬形態を解明するため実験を行った。

(a) 実験材料および方法

供試菌には本病の分離菌株 IFO-30613を用いた。本菌の卵胞子と菌糸を区分して畑地土壤に接種した。卵胞子はV-8 ジュース寒天培地を、菌糸はアスパラギン液体培地を用いて25C, 45日間培養した。V-8 ジュース寒天培地上の卵胞子は石黒・宇井 (1981^a) の手法に準じて採集した。アスパラギン培地での培養菌叢は殺菌水で2回洗浄後、ホモジナイザーで摩砕処理した。接種菌量は風乾土壤100g 当たり卵胞子懸濁液(10⁴/ml) 5ml, 菌糸懸濁液(生菌体重 10g)10ml を土壤に接種混和した後、ナイロンストッキングで作った袋に詰め、畑地土壤を充填したワグネルポット(5万分の1アール)に埋設した。6ヵ月間(1980年11月25日~'81年5月25日)屋外に放置した。越冬後土壤を回収し、素寒天(WA)培地を用いて常法により分離を行った。また供試土壤をバットに入れ、アズキ(品種:ハヤテショウズ, 宝小豆)を播種し、発病の有無を調べた。播種後27C, 植物培養用のランプ点灯条件下に静置し、発芽後3日間湛水処理を行った。

(b) 実験結果

越冬後に回収された土壤から稀積分離法で本菌の再分離を試みた結果、卵胞子接種土壤からは稀積分数10⁻²で卵胞子が回収されたが、菌糸接種区からは *Phytophthora* 菌が全く再分離されなかった。回収された卵胞子はWA培地上で発芽し、生存していることが確認された。

次いで、これら卵胞子接種土壤および菌糸接種土壤にアズキを播種し、それらが本病の感染源となり得るか否かを検討した。結果は表19に示したとおりである。すなわち、卵胞子接種区は湛水処理開始2日目から発病個体が出現し、日数の経過に伴い発病個体率は2品種とも急増した。しかし、菌糸接種区の場合は湛水処理後5日経過しても発病個体は全く認められなかった。

以上の結果から、本病菌の越冬は主に卵胞子の形態で行なわれ、これが翌年の重要な感染源になっているものと考えられる。

表19 アズキ茎疫病菌の土壤中での越冬の可否

処 理 区	供 試 品 種	発芽率 (%)	越冬後の土壤と発病*		
			3日後	4日後	5日後
卵胞子接種土壤	ハヤテショウズ	96.7	31.0	62.1	93.1
	宝 小 豆	100	3.4	20.7	55.2
菌糸接種土壤	ハヤテショウズ	96.7	0	0	0
	宝 小 豆	100	0	0	0

* : 湛水後の経過日数と発病個体率 (%)

2) 越冬菌密度

ほ場における本病菌の越冬形態は卵胞子であることが上記実験で明らかとなったので、次に本病の多発ほ場における越冬菌密度について検討した。

(a) 実験材料および方法

1982年3月の融雪直後に、上川農業試験場の水田転換6年目の本病多発畑から採集した土壤を実験に供した。融雪直後のため、残雪下の土壤や滞水状態にある土壤なども含めて採集し、十分混合した後、試料に供した。土壤中の菌量はTsao(1960)

の実験方法に準じて行った。すなわち、供試土壤を殺菌土壤で0, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024 倍の11段階に稀釈した後、この稀釈土壤をプラスチック製バット(30×21×5cm)に充填して、アズキ(品種:ハヤテショウズ)を播種育苗し、発病の稀釈限界を調べた。播種後は27C, 植物培養用ランプ点灯下に静置した。発芽後(播種後5日目)水道水を灌注して3日間湛水状態に保った。

調査は湛水処理して2日および3日経過後にそれぞれ発病個体数を算えた。

(b) 実験結果

湛水処理前は稀釈濃度に関係なく、発病は全く認められなかった。湛水処理後約30時間経過した頃から病土100%区および2倍稀釈土区(病土50%)を中心に発病個体が出現しはじめ、時間の経過に伴い発病個体数は漸次増加した。調査結果を示すと図14のとおりである。湛水処理開始後2日目より3日目の方が相対的に発病個体率は増加の傾向にあった。しかし、128倍以上の高稀釈土区では発病個体率の増加は僅か1%程度で、ほとんど差がなかった。

一方、病土の稀釈倍数と発病個体率との関係を

みると、2倍稀釈区が発病個体率90~100%で最も高く、次いで病土100%区、4倍稀釈区の順に高かった。また稀釈倍数が高まるに伴い発病個体率は急激に低下し、1,024倍稀釈区は5日間継続湛水処理しても発病個体が全く生じなかった(図版V, 3)。本病の感染発病に必要な卵孢子量は不明であり、また試料の菌量の実数を正確に把握することも困難であるが、本病菌の検出稀釈限界は128~256倍であった。

この方法は本病の土壌検診の方法として利用し得る可能性が考えられる。

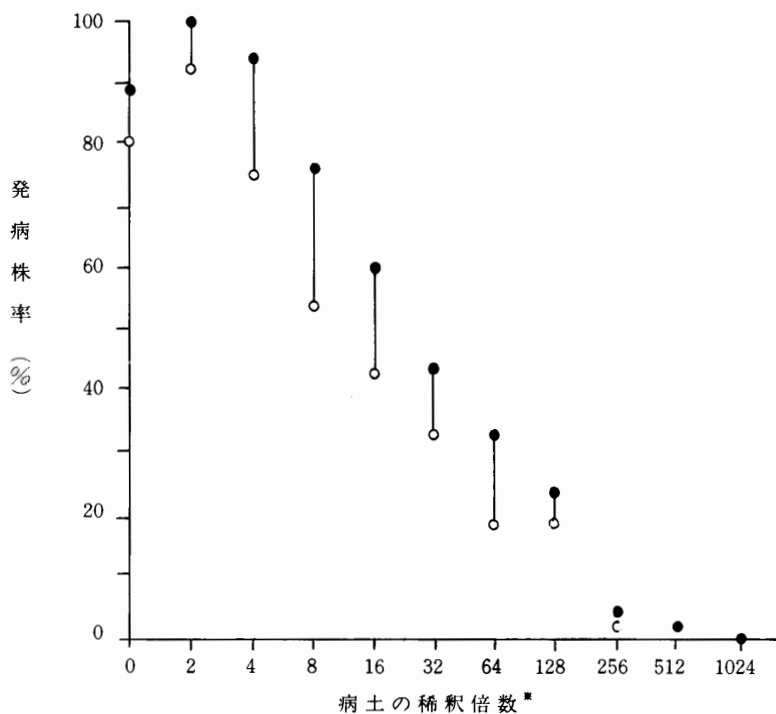


図14 アズキ茎疫病菌の土壌中における越冬菌密度と発病との関係

○：湛水処理 2日後 ●：同処理 3日後

* Tsao (1960) の稀釈方法に準ずる

(3) 病原菌の侵入と発病

本病の侵入、感染に強く関与すると考えられる湛水条件下における遊走子の動態および侵入部位、侵入方法などを解明するために実験を行った。

1) 遊走子の移動距離(1)

湛水条件下における本病菌の遊走子の移動距離を明らかにするため室内で実験を行った。

(a) 実験材料および方法

供試材料：本病の分離菌株 IFO-30613を用いた。本菌を予め接種して発病させたアズキ幼苗の胚軸罹病部位（品種：ハヤテショウズ）を接種源に供した。プラスチック・バット(30×40×7 cm)に殺菌土壌を充填し、アズキを1列25粒、計5列125粒(6.0×1.5cm)を播種し、26~27C、植物培養ランプ点灯下に静置した。発芽後（播種後4日目）水道水を灌注して、湛水状態とし、接種源を図15に示した所定の部位に浸漬した。接種源は長

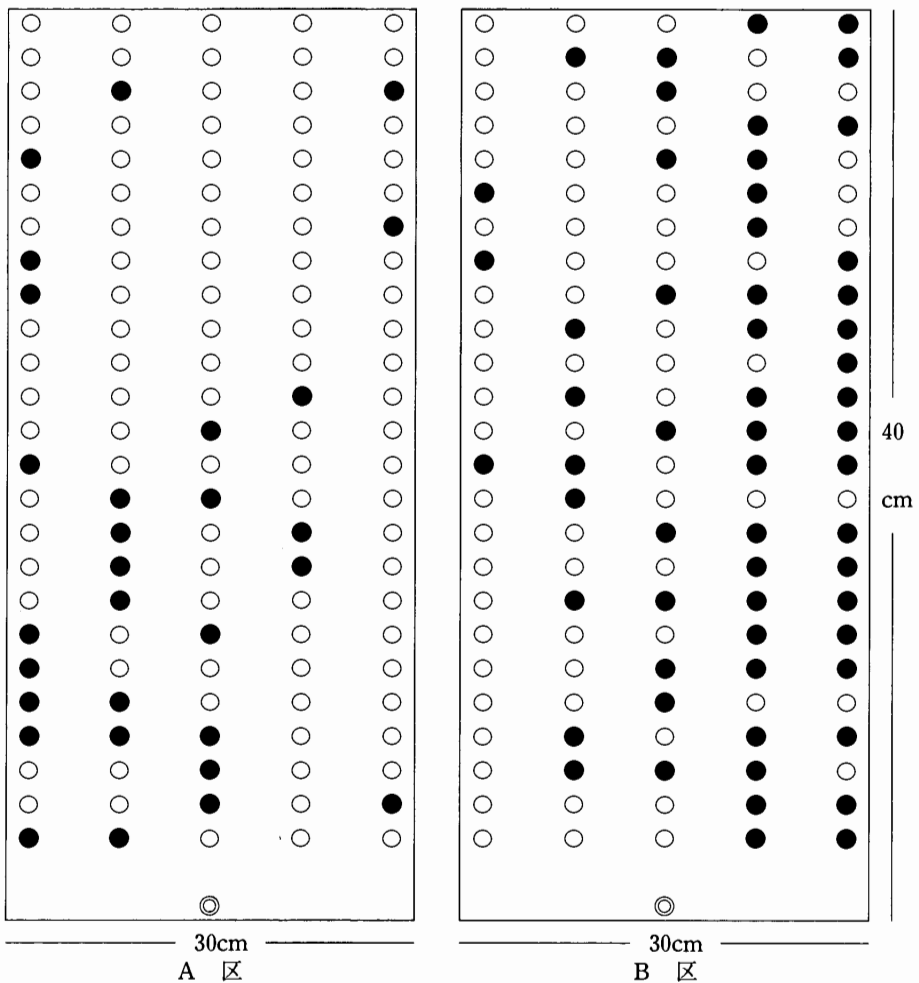


図15 湛水条件下でのアズキ茎疫病菌遊走子の動態

実験条件：室内（バット）実験

接種処理時間：A区 48時間，B区 51時間

◎：接種源，●：発病個体，○：健全個体

接種源からの距離と発病個体率との相関係数

A区： $r = -0.7764^{**}$ B区： $r = -0.7178^{**}$

さ約3.0cmの胚軸3本を糸で結び、48または51時間浸漬したのち取り除いた。遊走子の移動距離は便宜上、接種源からアズキ幼苗の発病個体までの直線的距離を計測し、遊泳移動距離とした。

(b) 実験結果

本病は接種後約44時間経過した頃から発生しはじめ、48時間後には23.2%の個体が発病した。接種源から最も遠距離の発病個体は36.3cmであった。接種源からの距離と発病個体率との間には高い負の相関 ($r = -0.7764^{**}$) が認められた。また51時間浸漬処理区においても相関係数は $r = -0.7178^{**}$ で48時間処理と同様高い負の相関が認められた。接種源から最も離れた発病個体は38.2cmで、48時間処理より僅か1.9cm延長したに過ぎなかった。

2) 遊走子の移動距離(2)

本病菌の遊走子の移動距離は上記実験でおよそ40cm程度と考えられたが、さらに遊走子の動態を解明するため実験を行った。

(a) 実験材料および方法

上記実験と同様、26~27C、植物培養ランプ点灯条件下で実験を行った。分離菌株 IFO-30613 を予め接種して得られたアズキ幼苗の罹病胚軸(長さ3.0cm)を接種源として用いた。プラスチック・バット(30×21×5 cm)にアズキ(品種：ハヤテショウズ)を1列8粒、計10列80粒播種した。発芽(播種後4日目)後水道水を灌注して湛水状態にし、バットの片隅に接種源を浸漬処理した。浸漬処理後64、68、72、88時間目にそれぞれ発病個体の分布と接種源から発病個体までの距離を計測した。

(b) 実験結果

処理後の発病調査結果は図16および図17に示した。発病個体率は64時間後が7.5%、68時間後11.3%、72時間後20.0%、88時間後37.5%と接種源の処理時間が長引くに伴って発病個体は増加した。一方、経時的に発病個体の分布を調べた結果、88時間後では接種源から0~5cmの近接部位で発病個体が最も高密度に分布し、次いで6~10cmの範囲で多かった。すなわち、接種源から離れるに伴って発病個体数は漸次減少した。

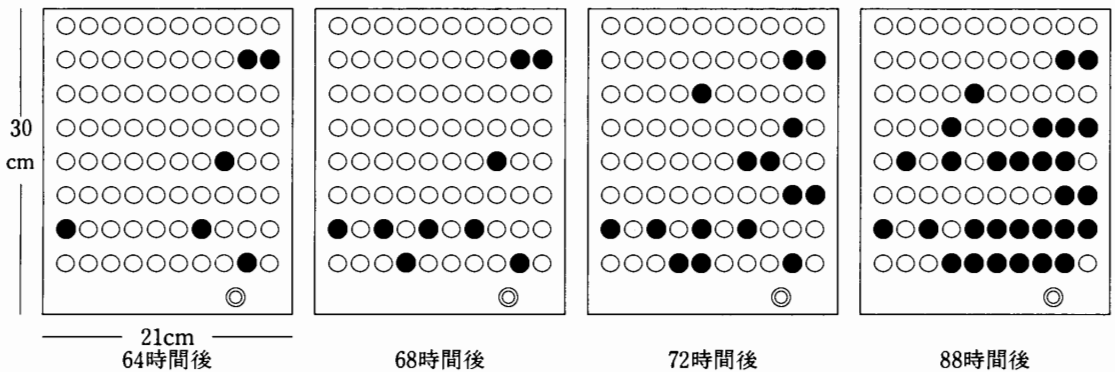


図16 湛水処理後の経過時間とアズキ茎疫病の発病個体の分布

実験条件：室内(バット)実験

室温27~28C、植物培養用ランプ点灯条件

◎：接種源、●：発病個体、○：健全個体

処理時間の最も短い64時間区では、発病個体は必ずしも接種源の近くに多く分布するとは限らなかった。また68~72時間処理区でも図17から明らかなどおり、接種源から最も近距離にある5cm以内より、6~10cmの範囲の個体がより多く発病を

呈した。

以上の実験結果から、湛水処理が長時間に及ぶ場合は遊走子による感染発病個体は接種源からの距離と高い負の相関関係が認められたが、短時間処理では必ずしも相関を示すとは限らなかった。

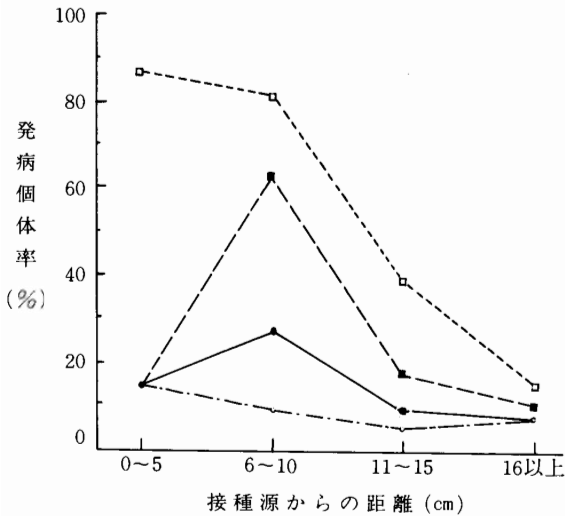


図17 アズキ茎疫病菌接種後の経過時間と発病個体の分布

○：培養64時間後 ●：同68時間後
 ■：同72時間後 □：同88時間後

3) 本病菌の侵入感染

本病の感染の主体は遊走子である可能性が高いので、ここでは宿主植物のアズキに対する本病菌の遊走子の侵入部位、侵入方法などを解明するため実験を行った。

(a) 実験材料および方法

供試菌は本病の分離菌株 IFO-30613を用いた。アズキ幼苗胚軸部に本病菌を接種し、発病した罹病組織片を感染源に供した。あらかじめ、27C、植物培養ランプ点灯条件下で播種したアズキ(品種：ハヤテショウズ)を、発芽直後(播種後4日目)水道水で湛水し、上記感染源を浸漬処理した。27Cで30時間経過後アズキ幼苗を採取し、胚軸部をメチレンブルーで染色し、顕微鏡観察した。

(b) 実験結果

湛水条件下で感染源を30時間浸漬処理した後、アズキ幼苗を抜き取り、胚軸部位の表皮切片を顕微鏡観察した結果、間接発芽した遊走子はアズキ胚軸部の表皮上に付着、定着し、被のう胞子化しているのが観察された。また一部の胞子は既に発芽し、気孔の開孔部に侵入開始している胞子も認

められた(図版IV, 3, 4)。しかしながら、気孔の孔辺細胞あるいは表皮細胞などを貫通、侵入している胞子は全く観察されなかった。被のう胞子の定着は一般に気孔周辺部に多く、そのほかの部位では概して少ない傾向にあった。

気孔侵入した発芽菌糸は時間の経過に伴い漸次気孔周辺細胞あるいは表皮細胞層直下の内皮層に伸長、繁殖し、当該組織細胞層を急激に崩壊した(図版V, 1, 2)。以上の結果から、湛水条件下での遊走子の主要な侵入門戸は胚軸の気孔開孔部であると考えられた。

4) 潜伏期間

本病の潜伏期間を解明するため、温度と発病の関係を検討した。

(a) 実験材料および方法

供試温度は15, 20, 23, 25, 27, 29, 32Cの7段階とし、上記実験と同様、植物培養ランプ点灯条件下でプラスチック・バットで育苗したアズキ幼苗(品種：宝小豆)を用いて、実験を行った。供試菌は本病の分離菌株 IFO-30613を土壌接種して得られたアズキ幼苗(品種：ハヤテショウズ)の新鮮な罹病胚軸部を接種源とした。供試植物は常法で播種し、発芽して2日(播種後6日目)後、水道水で湛水状態にし、予め用意した上記接種源を容器の片隅に浸漬処理した。処理後は所定の温度条件下に静置し、発病個体数を経時的に調査した。一方、遊走子が形成されるまでの所要時間を知るため経時的に顕微鏡観察した。

(b) 実験結果

本病は遊走子感染が主であるため、遊走子が宿主植物に到達、着生、侵入、感染する過程を経時的に正確に把握することは難しい。このため接種源を湛水中に浸漬してから、発病個体が出現するまでの所要時間から、罹病組織上に形成された遊走子のうかが間接発芽するまでの所要時間を差し引いた時間差を便宜上本病の潜伏期間とした。結果は表20に示したとおりである。接種源上に遊走子のうかが形成され、かつ間接発芽するまでに要する時間は15Cで13~14時間、20Cで9~10時間、23

Cで8～9時間であった。25C以上では各温度区とも7～8時間で間接発芽し、処理区間の差は認められなかった。一方、発病個体の出現期は、15

C区が96時間で最も長時間を要し、次いで20Cが長かった。最も短時間で発病した区は25Cであった。32Cでも39時間後には発病が認められた。

表20 アズキ茎疫病菌の遊走子形成量並びに侵入感染と温度

温度 (C)	遊 走 子		接種後発病 所要時間 (B)	潜伏期間 (B-A)	発病程度
	遊泳始 (A) (hs)	遊 泳 盛 期 (hs)			
15	13～14	—	96	82～83	極少
20	9～10	28	78	68～69	少
23	8～9	12	44	35～36	多
25	7～8	10	34	26～27	甚
27	7～8	10	44	36～37	甚
29	7～8	8	40	32～33	甚
32	7～8	?	39	31～32	多

供試菌：IFO-30613 (幼苗罹病組織)

以上の結果から、本病の潜伏期間は15Cでおよそ82～83時間、20Cで68～69時間、25Cで26～27時間、32Cで31～32時間と考えられ、温度条件によって潜伏期間は大きく変動することが明らかとなった。

浸漬処理した。浸漬処理時間は5, 8, 12, 24, および30時間とした。所定時間経過後、感染源は除去した。発病調査は感染源の処理開始後5日目に実施した。

5) 二次感染所要時間

本病は灌水条件下では短期間で急激に発生蔓延する傾向がある。おそらく、本病の第一次感染の発病個体から二次感染するまでの所要時間が極めて短時間であるためと推定される。本実験は本病の第一次発病株から二次感染し、発病株が出現するまでの所要時間を明らかにするため検討を行った。

(b) 実験結果

本病の第一次発病個体から二次感染するまでに要した時間は表21に示したとおりである。二次感染による発病個体は浸漬処理12時間以上の区で出現し、8時間以内では全く認められなかった。従って、本病の二次感染までの所要時間は温度条件によって異なるものと考えられるが、27Cの温度条件下では灌水状態が少なくとも12時間以上継続すれば十分二次感染の可能性があると考えられた。

(a) 実験材料および方法

前項の実験方法に準じ、バットで育苗したアズキ幼苗 (品種：ハヤテショウズ) を用いて室内で実験を行った。接種源には本病の分離菌株 IFO-30613を接種して得られた新鮮な幼苗胚軸の発病組織を供試した。殺菌土壌を充填したバットにアズキを播種した後、27C、植物培養ランプ点灯条件下に静置した。発芽 (播種5日目) 後、水道水を灌注して灌水状態とし、予め用意した第1次感染源を1バット当たり4～6本を1束にして水中に

表21 灌水条件下におけるアズキ茎疫病の二次感染所要時間

罹病組織 処理時間	供試個体数 (本)	発病個体数 (%)
5	56	0
8	68	0
12	79	57.0
24	75	86.7
30	75	70.7

供試菌：IFO-30613 (罹病組織)
品 種：ハヤテショウズ

2. 発生環境

本病の発生時期、発生被害は前項IIの2, 3で記述したとおり、年次によって著しい変動が認められる。本病の発生変動要因を解明することは、本病の防除対策上極めて重要である。それ故、本病の発生に対し強く影響をおよぼすと思われる気象要因やほ場条件について検討を行った。

(1) 気象条件

1) 温度と発病

本病に対して感受性の高いアズキ幼苗を用いて室内実験を行った。

(a) 実験材料および方法

供試菌は本病の分離菌株 Ph-39を用いた。また処理温度は15, 20, 25Cおよび28Cとした。プラス

チック・バット1個当たりの殺菌土壌にPSA平板培地で27C, 20日間培養した本病菌シャーレ1枚分を混和し、病土とた。この病土を床土としてアズキ(品種:ハヤテショウズ)を播種し、27Cで、植物培養ランプ点灯条件下に4日間静置した。発芽揃い後、直ちに水道水を加えて湛水処理し、所定の温度で同ランプ点灯条件下で4日間育苗した。各温度区ともバット当たり種子50粒を供試した。湛水処理4日後、発病個体数を調査した。

(b) 実験結果

湛水処理開始後最も早く発病した温度は28Cで、次いで25Cであった。温度が低い程発病は遅れる傾向にあった。湛水処理4日後の調査結果を示すと図18のとおりである。28Cで84.0%の個体が発病したのに対し、20Cでは18.4%, 15Cでは僅か4.1%に過ぎなかった。28Cでは発病個体の多くが既に倒伏、枯死した上、胚軸部の表皮組織が腐敗軟化している個体も数本認められた。

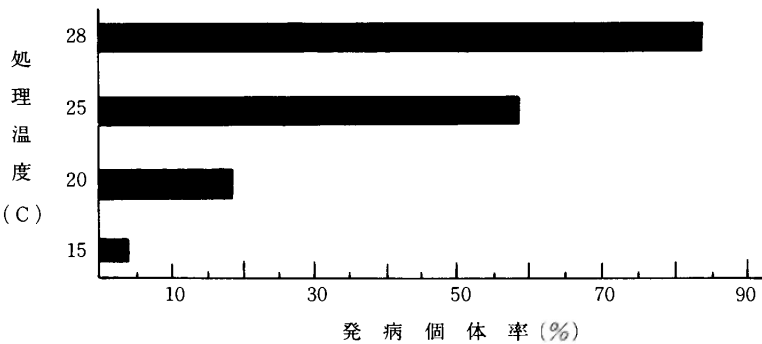


図18 アズキ茎疫病の発生と温度の関係

一方、15C区は湛水処理後7日経過しても発病個体数の増加は認められなかった。以上の実験結果から、湛水条件下では本病の発生に対しては温度の影響も決して少なくないと考えられる。

2) 降水量と発病

本病の発生と降水量の関係について検討を行った。

(a) 調査方法

1979年に北海道立上川農業試験場ほ場と上川郡愛別町農家ほ場の2カ所で本病の発生と降水量との関係を検討した。上川農試ほ場は水田転換2年目のアズキ畑で、供試品種:宝小豆、播種5月30日、栽植密度60×20cm, 1株3本立て、施肥量(Kg/10a)は N:6, P₂O₅:24, K₂O:14, MgO:5とし作条施用した。愛別町農家ほ場は転換3年目のアズキ畑で、品種:宝小豆、播種5月

20日、栽植密度60×20cm、1株2～3本立て、施肥その他管理は農家慣行法に準じた。なお、降水量の観測値は上川農試は当场観測値、愛別ほ場は旧愛別町気象観測所の観測値を用いた。

(b) 調査結果

降水量と発病の関係进行调查した結果は図19、図20に示した。上川農試ほ場では6月3半旬に本病の初発を認めたが、その後の発病は緩慢で、7月2半旬までは発病株率が6.5%以下で推移した。しかしながら、7月9日に短時間で56mmに達する集中豪雨があり、ほ場一面湛水状態となった(図版I, 2)。2日後、ほ場の表面水は一応引いたものの、土壌のぬかるみが甚だしく、およそ5日間ほ場に入れない状態であった。その5日後に調査を行ったところ、本病は急激に蔓延し、発病株

率が92.6%、発病茎率82.4%に達する激発生となった。

一方、愛別町農家は場では6月3半旬に初発を見た。同6半旬には発病株率が8.6%に拡大し、7月2半旬には63.1%に達する多発生となった。7月4半旬以降も発病株は増加傾向にあったが、その程度は概して緩慢であった。6月4半旬から5半旬にかけて47mm、同6半旬21.6mm、7月1半旬25.7mmの降雨が観測されている。これに対して、7月2半旬は9.3mm、同3半旬から5半旬迄は僅か12.4mmの降雨をみたに過ぎなかった。

供試した2ほ場は前年いずれも本病が多発したほ場で、土壌中の菌密度がかなり高まっていた可能性も考えられるが、2ほ場とも多雨で多発生、少雨で少発生の傾向が認められ、降水量と発病の間には密接な関係があったとみることが出来る。

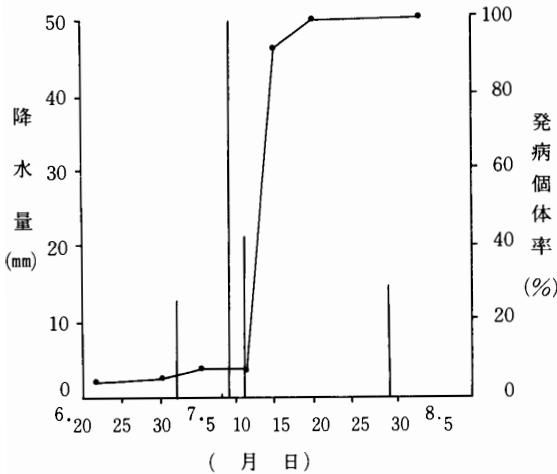


図19 アズキ茎疫病の発生と降水量の関係 (1979年：上川農試ほ場)

供試品種：宝小豆
●—●：発病個体率
——：降水量

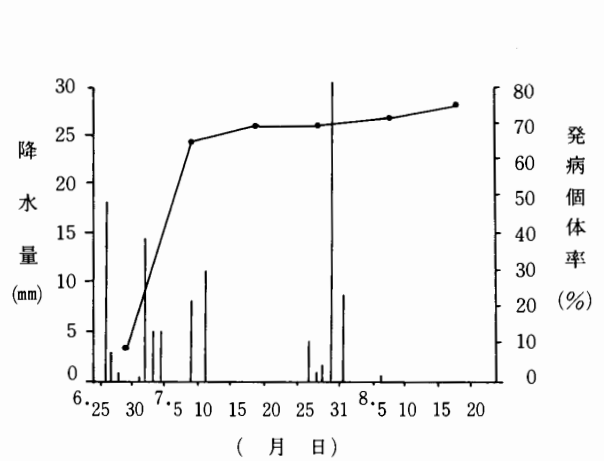


図20 アズキ茎疫病の発生と降水量の関係 (1979年：上川郡愛別町ほ場)

供試品種：宝小豆
●—●：発病個体率
——：降水量

(2) ほ場条件

1) 土壌水分と発病

上記観察で、降水量と発病の間に密接な関係が認められたが、さらに、土壌水分と発病の関係を明らかにするため実験を行った。

(a) 実験材料および方法

供試菌は本病の分離培養菌株 IFO-30614を用いた。CMA平板培地上で27C、20日間培養した菌叢をプラスチック・バット (30×21×5 cm) 1枚分の殺菌土壌に対してシャーレ 1枚分を混和接種した後、アズキ (品種：ハヤテショウズ) を播種

した。バット当たり80粒を条播し、覆土した後、27Cの植物培養ランプ点灯下に4日間静置した。発芽揃い後(播種4日目)水道水を注入して土壤水分を調整した。土壤水分量(風乾土壤当たり)は24~26%, 28~34%, 34~38%, 43~45%および水深1.0cm(湛水)の計5処理区とした。水分調整は湛水区の蒸散量を目安とし1日1回減水分を補給した。発病調査は処理開始後から6日間継続して行った。

(b) 実験結果

土壤水分の調整開始後から経時的に本病の発病経過を調査した結果、表22に示したとおり、最も早期発生したのは湛水区で、処理3日目には2.9%の個体が既に発病していた。4日目には土壤水分24~26%区を除き、すべての区で発病が認められたが、湛水区が20.5%発病したのに対し、他の区

は1~2個体発病したに過ぎなかった。処理6日後の調査では湛水区が71.6%で、処理4日目の約3.5倍の発病個体数に達したが、土壤水分43~45%区および34~38%区では僅か5~6個体増加したにすぎなかった。また土壤水分28~34%区では処理4日目の調査結果と同じで、新たな発病個体の増加は認められなかった。一方、24~26%区では6日経過後した後でも発病個体の出現は全く認められなかった。

湛水区は蔓延の様相を呈し、発病個体の多くは主に地際の胚軸部位が侵され倒伏枯死した。他の処理区では発病個体は散発的で、しかも、発病部位は主に地下部であった。

以上の結果から、本病の発生蔓延には湛水条件が好適であるが、土壤中の菌密度が高い場合には土壤水分が40%前後でも感染して、発病する可能性が認められた。

表22 土壤水分とアズキ茎疫病の発生

土壤水分	供試個体 (本)	湛水処理後の経過日数				
		2日	3日	4日	5日	6日
湛水(地表1.0cm)	75	0	2.9	20.5	48.3	71.6
43~45(%)	78	0	0	1.4	3.5	9.3
34~38	74	0	0	2.7	5.4	10.8
28~34	76	0	0	0.7	0.7	0.7
24~26	78	0	0	0	0	0

供試菌：IFO-30613 (土壤接種)
水分調整：発芽揃後より開始
品 種：ハヤテシヨウズ

2) 水田転換畑の地下水位

上記実験で、温度と土壤水分は本病の発生に対して強い影響を及ぼすことが明らかになったので、さらに本病の多発生を誘発する転換畑のは場環境、とくに降水量と地下水位の関係について検討を行った。

(a) 調査方法

上川農試の水田転換畑で、1979年7月1日から7月31日までの31日間地下水位の変動を観測した。水位測定は転換畑の中央部をボーリングし、直径約5cm、深さ1mの円筒状エスロンパイプを通して、1日1回定期的に水位測定を行った。降水

量は同農試観測値を用いた。

(b) 調査結果

地下水位および降水量の観測結果を示すと図21のとおりで、同農試は場の通常的水位はおよそ35cmから40cmであった。しかし、7月9日に記録した集中豪雨の後は水位が急激に上昇し、2日後の7月11日には16.5cmに達した。また、7月2日あるいは7月30日のように1日およそ10mm以上の降雨でも水位の変動が認められ、通常値より10cm以上高まる傾向にあった。

以上の結果から、水田転換畑は周辺に水田や用水路が隣接しているため、一般に地下水位が高く、

かつ普通畑に比べて土壌の透水性も劣るため、排水不良あるいは湛水状態になりやす条件にあるものと推定される。

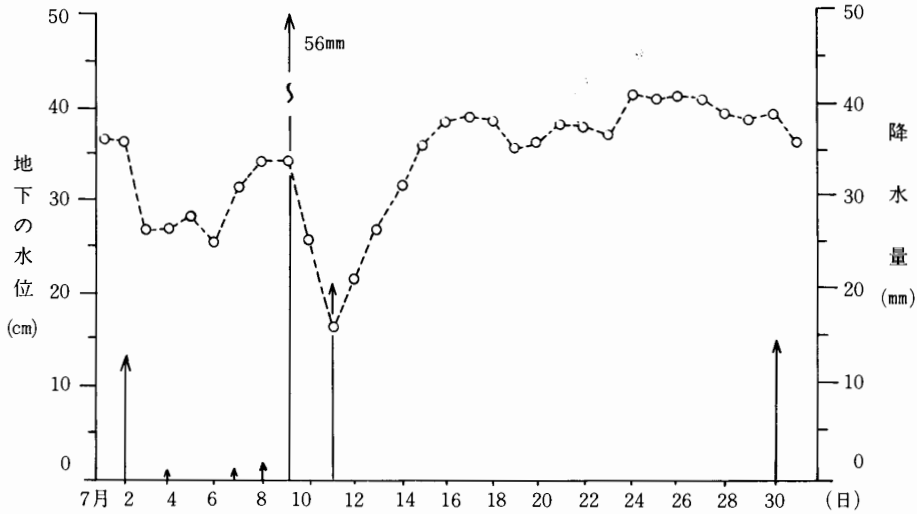


図21 転換畑における地下水の水位変動 (1979年：上川農試ほ場)

3. 小 括

本病の発生生態を解明するため、病原菌の生態、越冬生態ならびに発生環境などについて実験を行った。

通常、遊走子のうは病斑部や培地上ではほとんど形成されないが、高水分条件下では容易に多数形成され、また宿主植物であるアズキが存在することによって形成量はより多くなる傾向にあった。

一般に本病はアズキを連作することによって漸次発生が増加する傾向にある。融雪直後アズキ連作ほから発病土壌を採集し、Tsao(1960)の手法に準じて殺菌土壌を用い連続稀釈限界値を求めた結果、本病菌は 512倍稀釈まで検出され、土壌中で越冬生存していることが確認された。また本病菌は卵胞子の形態で越冬しているものと考えられる。

越冬した卵胞子は翌春遊走子のう、遊走子を形成して本病の第一次感染源になると推定される。感染の主体となる遊走子の生態あるいは動態を室

内実験で検討した結果、静止した水中での遊走子の移動(接種した基質から感染発病個体までの直線的)距離は最高約40cmであったが、移動距離と感染発病個体率との間には統計的に高い負の相関($r = -0.7764^{**}$ または $r = -0.7178^{**}$)が認められた。また遊走子はアズキ胚軸部の気孔周辺に集合、定着して気孔の開孔部から発芽管を出して侵入するのが認められた。潜伏期間は25Cで26~27時間、15Cでは82~83時間であった。また二次感染までの所要時間は27Cの温度条件下では12時間以内で感染可能であることが判明した。

本病の発生に影響を及ぼすと考えられる気象条件、ほ場条件および温度などについて検討した結果、28C > 25C > 20C > 15Cの順に発病個体率が高く、降水量が多く、かつ土壌水分の多い条件ほど発病が多くなる傾向にあった。しかしながら、土壌中の菌密度が高い場合には土壌水分がおよそ30%程度でも根部感染して、発病する可能性のあることが認められた。