

## V 耕種的防除

本病の発生生態，発生要因並びに抵抗性品種探索などの実験結果に基づいて，さらに本病の耕種的防除の可能性を明らかにするため，ほ場および室内で実験を行った。

### 1. 品種と発病

アズキ茎疫病に対する抵抗性品種の検定方法を確立し，既存品種における抵抗性品種の探索並びに抵抗性品種育成素材の探求などを実施し，耕種的防除法の可能性を検討した。

#### (1) 抵抗性品種の検定方法

本病に対する抵抗性品種の有無および抵抗性の品種間差異などを解明するための有効，かつ簡便

な方法を確立するため，ほ場および室内検定を行った。

#### 1) ほ場検定

本病の発生ほ場にアズキを播種し，抵抗性の品種間差異の有無を検討した。

#### (a) 検定材料および方法

上川支庁管内における本病の多発ほ場で，1978年，1979年の2カ年検定を行った。1978年は士別市（普通畑），愛別町（転換畑），富良野市（普通畑）の3カ所で実施した。供試品種19品種，播種期は5月17日～5月26日，栽植密度，施肥，その他管理は現地農家の慣行法に準じた。発病は8月4日～8月24日の間に，1区40株（個体別）につ

表23 ほ場におけるアズキ茎疫病抵抗性品種（系統）比較試験

1978年*			1979年*		
供試品種	発病個体率 (%)	平均	供試品種	発病個体率 (%)	平均
寿小豆	6.3-9.0	7.2	能登小豆	2.8-8.1	5.5
安城在来	24.2-26.9	25.6	夏小豆	23.4-67.6	45.5
斑小粒系-1	19.7-39.4	29.6	関東1号	32.0-63.9	48.0
USSR-4	43.0-56.5	49.8	大館1号	45.4-53.1	49.3
早生大粒1号	29.4-81.7	55.6	灰白系-3	33.9-76.1	55.0
暁大納言	41.5-82.3	61.9	剣-7号	62.2-71.3	66.8
小豆W-69	37.2-86.0	62.0	白小豆	17.5-40.0	29.0
USSR-1	43.1-85.2	64.2	十育98号	6.3-29.2	17.8
円葉1号	70.3-70.5	70.4	十育100号	26.8-28.6	27.7
光小豆	70.5	70.5	十育101号	43.2-58.4	50.8
アカネダイナゴン	41.1-92.7	71.6	十育104号	18.3-20.9	19.6
小豆早生系-1	72.5	72.5	十育105号	65.7-70.1	67.9
中共小豆	66.5-82.2	74.4	十育106号	1.2-11.6	6.4
茶殻早生	68.6-88.6	79.6	寿小豆	5.4-9.4	7.4
小豆早生系4号	65.6-89.6	80.8	茶殻早生	70.1	70.1
栄小豆	58.6-97.6	82.3			
宝小豆	70.4-94.9	82.3			
ハヤテショウズ	83.8-93.3	88.1			
小豆-14(USSR)	20.0-60.3	40.2			

\*：試験年次

いて、3反復調査した。

1979年は士別市（普通畑）、和寒町（転換畑）、愛別町（転換畑）、美瑛町（普通畑）の4ヵ所で実施した。供試品種は育成系統を含む15品種、播種期は5月19日～5月28日、栽植密度その他は農家の慣行法に準じた。発病調査は8月20日～8月23日の間に、前年同様1区40株について、2反復調査した。

#### (b) 検定結果

品種（系統）別に調査した結果を示すと表23のとおりである。1978年はほ場によって発生程度に差が認められたが、多発生ほ場、少発生ほ場に問わず寿小豆は発病個体率が6.3～9.0%（平均7.2%）で、供試した19品種中、最も発病が少なく、抵抗性を有すると考えられた（図版VI, 1）。

一方、円葉1号、光小豆、宝小豆、ハヤテシヨウズなど10品種はいずれのほ場においても発病個体率が高く、ほとんど抵抗性を有しないものと考えられた。安城在来、斑小粒系1号、早生大粒1号、小豆W-69、小豆-14（USSR）、暁大納言、USSR-4、アカネダイナゴンなど8品種はほ場間の差が顕著で抵抗性の有無は判然としなかった。1979年の調査では寿小豆が前年同様強い抵抗性を

示したほか、能登小豆、十育106号なども寿小豆と同等か、それ以上の抵抗性を有すると考えられる結果が得られた。これら3品種（系統）より若干、発病株率が高かったが、十育98号、十育104号、十育100号なども抵抗性を有すると考えられた。夏小豆、関東1号、大館1号、灰白系3、剣7号、白小豆、十育101号などはほ場間の差が顕著で抵抗性の判定は出来なかった。

#### 2) 室内検定

上記ほ場検定で供試した品種（系統）について室内幼苗検定法で品種抵抗性の有無を検討した。

##### (a) 実験材料および方法

ほ場検定に供試した品種（系統）の中、小豆-14（USSR）、白小豆の2品種を除く30品種（系統）を用いた。上記Ⅲ, 2, (3) 実験結果で3種類のレースが認められたが、上記試験ほ場のレースが未確認のため、3種類のレースを混合して接種した。すなわち、供試した菌株は各レースの代表菌株、レース1：Ph-39、レース2：Ph-15を用い、レース3については：IFO-30613、IFO-30614、Ph-4、Ph-13、Ph-34、Ph-40のいずれか1菌株を用いた。供試菌はPSA平板培地で27C、20日間培養し

表24 室内幼苗検定によるアズキ茎疫病抵抗性の品種間差異

品 種 名	発病個体率 (%)	平均	品 種 名	発病個体率 (%)	平均
能登小豆	21.1-32.8	24.8	光小豆	89.6-100	94.8
寿小豆	23.5-38.0	28.2	アカネダイナゴン	84.0-86.0	85.0
安城在来	67.0-94.0	80.5	小豆早生系-1	88.0-93.2	90.6
斑小粒系1	91.7-92.9	92.3	中共小豆	63.0-96.0	79.5
夏小豆	50.0-79.0	76.5	茶殻早生	88.0-100	94.0
関東1号	60.0-82.0	77.5	小豆早生系4号	87.6-100	93.8
USSR-4	80.0-82.4	81.2	栄小豆	75.0-93.3	84.3
大館-1号	58.4-65.6	62.0	宝小豆	60.0-94.0	72.7
灰白系-3	67.0-79.0	80.6	ハヤテシヨウズ	73.7-96.7	83.0
早生大粒1号	47.1-96.3	81.1	十育98号	50.0-76.0	71.6
暁大納言	76.0-78.0	78.0	十育100号	40.0-58.6	52.2
小豆W-69	77.8-77.8	77.8	十育101号	63.0-72.6	70.2
USSR-1	63.4-86.0	74.7	十育104号	33.0-63.8	60.2
剣-7号	86.6-86.7	86.7	十育105号	60.0-69.8	60.2
円葉1号	78.0-94.0	86.0	十育106号	51.8-67.4	42.4

た後、ホモジナイザーで約1分間磨砕処理した。各レースの培養菌を1:1:1の割合で混合し、プラスチック・バット(30cm×21cm×5cm)1枚分の土壤にシャーレ1枚分の含菌寒天液を混合し病土とした。アズキは病土を充填したバット容器に1品種10粒、計10品種100粒を条播し、26~27C、植物培養ランプ点灯下に静置した。発芽揃(播種4日)後3日間水道水で湛水処理し、4~5日目に品種別に発病個体数を調査した。本実験はいずれの供試品種についても最低3回以上反復した。

### (b) 実験結果

供試した30品種の中、全く発病しなかった強抵抗性の品種は認められなかった。しかし、表24に示したとおり、安城在来はじめ大半の品種は平均50%以上の発病個体率を示したのに対し、能登小豆(24.8%)と寿小豆(28.2%)の発病個体率は他のどの品種よりも低率であった。

### 3) 検定方法の比較

上記ほ場検定結果と室内幼苗検定結果を同一座標に図示し、両検定結果における相関の有無を検討した。

#### (a) 調査方法

ほ場検定結果をX軸、室内幼苗検定結果をY軸とした。図22は両検定結果とも発病個体率の平均値で示した。

#### (b) 調査結果

両検定結果を図22に示したが、全般的に室内幼苗検定の方がほ場検定より発病個体率が高かった。特には場検定では発病株率40%以下の品種でその差が顕著であった。しかしながら、安城在来および斑小粒系-1の2品種を除けば、総体的には場検定で発病の少なかった品種は室内幼苗検定においても発病個体率が低率の傾向にあった。両実験結果について相関係数および回帰式を求めた結果、 $r=0.7396^{**}$ 、 $Y=46.3+0.53X$ となり、両者の間にはいずれも1%水準で有意な正の相関が認められた。

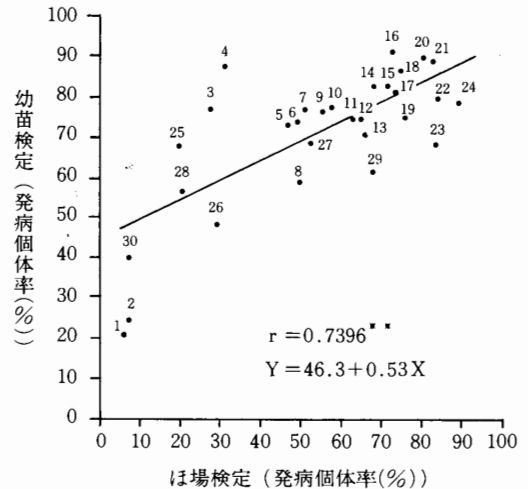


図22 アズキ茎疫病の抵抗性検定に伴う室内幼苗検定とほ場検定の調査結果

幼苗検定、ほ場検定共に平均発病個体率(%)  
回帰式の算定: 幼苗検定(Y)、ほ場検定(X)  
供試品種名:

1. 能登小豆、2. 寿小豆、3. 安城在来、4. 斑小粒系-1、
5. 夏小豆、6. 関東1号、7. USSR-4、8. 大館1号、
9. 灰白系-3、10. 早生大粒1号、11. 暁大納言、
12. 小豆W-69、13. USSR-1、14. 剣-7号、15. 円葉1号、
16. 光小豆、17. アカネダイナゴン、18. 小豆早生系-1、
19. 中共小豆、20. 茶殻早生、21. 小豆早生系4号、
22. 栄小豆、23. 宝小豆、24. ハヤテショウズ、
25. 十育98号、26. 十育100号、27. 十育101号、
28. 十育104号、29. 十育105号、30. 十育106号

### (2) 抵抗性品種の探索

本病の抵抗性品種検定法として室内幼苗検定法が有効と考えられた(図版V, 4)ので、本法を用いて抵抗性品種の探索を実施した。

#### (a) 実験材料および方法

供試品種: 1978年、1979年に北海道立十勝農業試験場から分譲されたアズキ品種、浦佐を含む計52品種(系統)を検定に供した。

供試菌: PSA 平板培地で27C、20日間培養した本病の分離培養菌 Ph-39(レース1)、Ph-15(レース2)、IFO-30613(レース3)およびIFO-30614(レース3)を混合接種して得られた土壤を病土として実験に供した。接種菌量はプラスチック・バット(30×21×5cm)容器1枚当たりの充

填土壤に、レース1, 2, 3菌を等量混合した含菌寒天液100mlを混合した。

育苗方法：上記バットに病土を詰め、アズキを1品種10粒、計6品種を播種し、26~27C、植物培養ランプ（約2,300lux）点灯条件下に静置した。発芽揃（播種後6日目）後、4日間湛水状態に保った。発病調査は湛水終了後（播種後10日目）、直ちに発病個体数を計測した。なお、各品種とも3回以上実験反復した。

### (b) 実験結果

検定結果は表25に示したとおり、供試した52品種（系統）中、発病の全く認められない強抵抗性品種は皆無であった。しかしながら、発病個体率における品種間の差異は顕著に認められ、従来、

北海道で栽培されている主要な品種、暁大納言、アカネダイナゴン、栄小豆、宝小豆、光小豆、茶殻早生およびハヤテショウズなどは70%以上の個体が発病し、いずれの品種も罹病性と考えられた。一方、北海道では一般に栽培されていない浦佐、中納言、鼠色種などは発病個体率が20%以下で、能登小豆や寿小豆よりもさらに強い抵抗性を有すると推定された。また、剣先と大館2号は能登小豆や寿小豆とおよそ同程度の抵抗性を有するものと考えられた。床土に対して病原性の異なる3種類のレースを混合接種しているため、どのレースに抵抗性、また罹病性を呈したかは明らかでないが、本検定で強抵抗性の品種は今後、本病の抵抗性品種育成素材としての可能性が十分期待できるものと思われる。

表25 室内幼苗検定によるアズキ茎疫病抵抗性の品種間差異

品 種 名	発病個体率 (%)	品 種 名	発病個体率 (%)
浦 佐	0-15.0	USSR-4	80.0-82.4
中 納 言	5.6-15.5	USSR-1	63.4-86.0
鼠 色 種	15.0-21.1	アカネダイナゴン	84.0-86.0
剣 先	20.0-27.8	剣 7 号	86.6-86.7
能 登 小 豆	21.1-32.8	黎 小 豆	77.8-87.5
寿 小 豆	23.5-38.0	斑小粒系-1	91.7-92.9
大 館 2 号	14.5-42.1	小豆早生系-1	88.0-93.2
小 納 言	20.0-45.0	黒 小 豆	87.5-93.3
知 多 早 生	15.0-45.0	栄 小 豆	75.0-93.6
鼠 小 豆	35.0-47.1	宝 小 豆	60.0-94.0
紅 小 豆	10.0-50.0	円 葉 1 号	78.0-94.0
栃 木 1 号	30.0-50.0	安 城 在 来	67.0-94.0
土 用 小 豆	60.0-50.0	中 共 小 豆	63.0-96.0
水 原 小 豆	45.5-57.1	早 生 大 粒 1 号	47.1-96.3
早 生 小 豆	36.8-57.9	ハヤテショウズ	73.7-96.7
大 納 言	45.0-57.9	光 小 豆	89.6-100
白 莢	33.3-60.0	小豆早生-4	87.6-100
岩 手 大 納 言	31.6-60.0	円 葉	81.8-100
大 館 1 号	58.4-65.6	茶 殻 早 生	88.0-100
赤 豆	72.2-76.5	十 育 98 号	50.0-76.0
小豆W-69	77.8-77.8	十 育 100 号	40.0-58.6
暁 大 納 言	76.0-78.0	十 育 101 号	63.0-72.6
夏 小 豆	50.0-79.0	十 育 104 号	33.0-63.8
灰 白 系 - 3	67.0-79.0	十 育 105 号	60.0-69.8
薄 衣	69.6-80.0	十 育 106 号	51.8-67.4
関 東 1 号	60.0-82.0	十 育 110 号	21.1-60.0

## 2. 抵抗性品種の利用

上記Vの1, (1)および(2)で抵抗性と考えられた能登小豆と寿小豆の2品種について、本病の多発ほ場で栽培の可能性を検討した。

### (a) 調査方法

1980年上川農試水田転換畑 (アズキ3年連作) および上川郡愛別町農家ほ場水田転換畑 (転換7年目) の2カ所で、本病に抵抗性を有すると考えられた品種の収量性について検討を行った。

供試品種：能登小豆、寿小豆のほか、対照品種として暁大納言、栄小豆、宝小豆およびハヤテシヨウズを用いた。

調査ほ場：上川農試ほ場では播種5月28日、畦幅×株間 60cm×20cm, 1株3本立て、施肥量(kg/10a)：N：5, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：12, K<sub>2</sub>O：18, MgO：6を作条に施用した。また愛別町農家ほ場では播種5月20日、畦幅×株間 65cm×20cm, 1株2本立

て、施肥その他管理は農家慣行法に準じた。

調査項目：開花始め、子実収量、本病の初発生期、発病株数などを調べた。

### (b) 調査結果

上川農試ほ場における調査結果は表26に示した。寿小豆の開花始めはハヤテシヨウズより遅かったが、栄小豆と同等、暁大納言より1日早かった。子実収量は寿小豆が224.0kg/10aで、ハヤテシヨウズや栄小豆よりおよそ20~32kg多かった。屑粒重は寿小豆が最も少なかった。200粒重は暁大納言より若干軽かったが、栄小豆やハヤテシヨウズより15~24%勝った。

愛別町農家ほ場の場合(表27)、寿小豆の子実収量は宝小豆より18%少なかったが、栄小豆と同等、ハヤテシヨウズより12%多かった。200粒重は暁大納言より軽かったが、その他の品種に比べ15~28%上回った。

表26 アズキ茎疫病多発ほ場における収量性 (I)

項 目 品 種	収 量 調 査 (kg/10a)				開花始 (月日)	初発期 (月日)	病株率 (%)
	総子実重	比	屑粒重	200粒重(g)			
寿 小 豆	224.0	123	7.5	25.6	7.21	7.27	0.8
能 登 小 豆	51.7	28	9.6	27.4	7.29	—	0.7
暁 大 納 言	142.5	78	10.3	28.4	7.22	6.24	1.5
栄 小 豆	203.9	112	12.5	22.6	7.21	6.26	5.4
ハヤテシヨウズ	181.8	100	13.4	20.7	7.18	7.25	10.2

試験場所：上川農試ほ場 (1980年)

発病調査：9月4日、1区30株、2反復平均

表27 アズキ茎疫病多発ほ場における収量性 (II)

項 目 品 種	収 量 調 査 (kg/10a)				病株率 (%)
	総子実重	比	屑粒重	200粒重(g)	
寿 小 豆	172.4	112	6.1	31.4	0
能 登 小 豆	20.8	13	3.3	35.1	0
暁 大 納 言	160.7	104	2.6	38.7	9.4
栄 小 豆	172.0	112	5.5	27.6	7.3
宝 小 豆	200.0	130	5.8	25.5	4.4
ハヤテシヨウズ	154.2	100	5.6	24.5	13.8

試験場所：愛別町農家ほ場 (1980年)

発病調査：8月14日、1区69株、2反復平均

一方、能登小豆は2ほ場とも開花は認められたものの、成熟期に達しなかった。このため、子実収量は極端に少なかった。

以上の結果から、寿小豆の収量性は宝小豆より若干劣ったものの、北海道の奨励品種であるハヤテショウズ、栄小豆、暁大納言などと同等か、あるいはやや優る傾向が認められた。このため、本病の発生し易い転作地帯では栄小豆、あるいはハヤテショウズなどより寿小豆の方が実用性においてより優るものと考えられた。

### 3. 栽培管理

#### (1) 栽培方法と発病

本病は湛水あるいは土壌の高水分条件で発病が助長、促進されるため、発病を抑制するためには排水対策が重要となる。ここでは発病を最小限に抑制する栽培方法について検討した。

##### (a) 実験材料および方法

水田転換畑でのアズキの栽培は平畦栽培されているのが普通である。1979年に上川農試ほ場（3年連作）で平畦、高畦、高畦・ビニールマルチの3種類の方法でアズキを栽培し、本病の発生被害について調査比較した。品種は「宝小豆」を用い、5月30日に播種した。高畦の高さは約15~20cmとした。栽植密度60cm×20cm、1株2~3本立て、施肥量(kg/10a)はN:4、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:16、K<sub>2</sub>O:12、MgO:4とし作条に施用した。各処理1区9m<sup>2</sup>、2反復で実施した。

発病調査は本病が初発した後、定期的に1区50株中の発病株数を計測した。また成熟期に1区30株を刈り取り、乾燥、脱穀後、子実収量を調査した。

##### (b) 実験結果

本病は発芽して間もない6月14日に平畦区で初発生し、さらに8日後の6月22日に高畦区で発生が認められた。高畦・ビニールマルチ区では平畦区より2週間遅れて初発した。各処理区その後の発病経過は図23に示したとおり、各処理区とも

7月11日までの間に発病株率が1~2%上昇したに過ぎなかった。ところが、7月9日に短時間で56mmを記録する集中豪雨に見舞われ、ほ場は一時湛水状態を呈し、平畦区は完全に冠水した。冠水期間はおよそ24時間程度であったが、6日後の7月15日調査では平畦区の発病株率は92.6%に達していた。

高畦区は平畦区より著しく低率であったが、7月11日調査時の約3倍多い21.3%の株が発病したが、高畦・ビニールマルチ区は5.5%で0.1%増加したに過ぎなかった。7月20日調査では平畦区は100%の株が発病し、早期発病株の多くは葉が萎凋、下垂し、既に枯死した株も散見された。

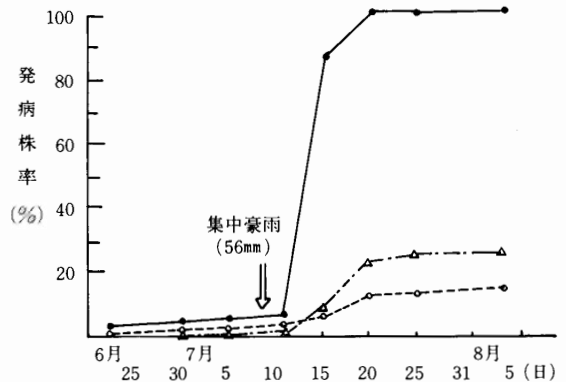


図23 アズキの栽培方法とアズキ茎疫病の発生程度(1979年)

●—●: 平畦    △—△: 高畦  
○—○: 高畦・ビニールマルチ

一方、高畦区および高畦・ビニールマルチ区においても7月11日の調査より若干増加の傾向にあったが、前者が38.0%、後者が13.3%で、平畦区に比べると発病株は極端に少なかった。

高畦区および高畦・ビニールマルチ区が著しく低率となった原因は、豪雨による冠水が回避されたためと推定される(図版VI, 2)。

#### (2) 培土処理の効果

上記実験でアズキを高畦および高畦・ビニール

マルチ栽培すると発生が著しく抑制されることが明かとなった。しかしながら、高畦、あるいは高畦・ビニールマルチ栽培は平畦に比べ労力的、また経済的負担が極めて大きい。また年次によっては播種後の気象、特に乾燥条件で発芽不揃現象を誘発される可能性もあるなど問題が多い。そこで、上記実験で植物体が冠水を回避したことによって本病の発生被害が著しく減少したことから、培土でも発病抑制できる可能性が示唆された。それ故、温室および場で培土処理の有無と発病の関係について検討を行った。

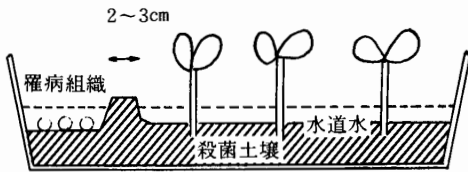


図24 アズキ茎疫病菌遊走子の  
土壌層の貫通力検定法

### 1) 室内実験

#### (a) 実験材料および方法

プラスチック・バットに殺菌土壌を充填し、ア

ズキ（品種：ハヤテショウズ）を、1バット当たり8 cm幅で1列10粒、3列計30粒を播種し、27Cで植物培養ランプ点灯下に静置した。発芽揃（播種後4日目）後温室に移動し、図24の模式で示したようにバットの片側に幅約3～4 cm、高さ約3 cmの土盛りを設け、水道水を静かに注入して湛水状態にした。土盛りの外側には予め準備しておいたアズキ幼苗の新鮮な罹病胚軸3本を接種源として浸漬処理した。一方、対照区は土盛りを設けずに水道水を灌注した。罹病苗は検定植物に接触しないように留意した。発病は接種源を浸漬処理後から経時的に調査した。

#### (b) 実験結果

実験結果は図25に示したとおり、対照区では湛水処理開始2日後既に2.5%の個体が発病し、4日後48.0%、6日後86.7%、8日後93.8%発病し、湛水後の日数の経過に伴い発病は急激に増加した。10日後には供試個体の全てが感染発病を呈した(図版VI, 3)。ところが、接種源と宿主の間に土盛りを設けた処理区は湛水処理後10日経過しても、発病個体の出現は全く認められなかった(図版VI, 4)。

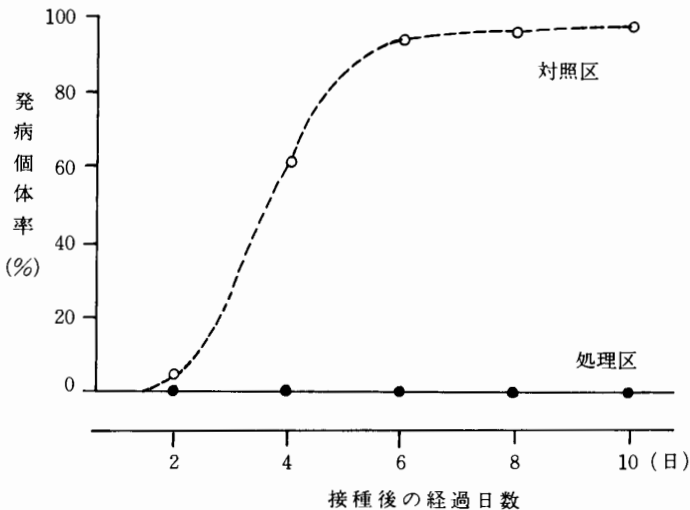


図25 アズキ茎疫病菌遊走子の土壌層の貫通能力

2) ほ場実験

(a) 実験材料および方法

1984年, 1985年の2カ年, 上川農試ほ場水田転換畑でアズキ株元への培土処理と発病の関係を検討した。品種は宝小豆を用いた。1984年は5月15日に播種した。栽植密度60cm×20cm, 1株2~3本立て, 施肥および施用量は当農試標準施肥法に準じた。培土は湛水処理直前に行った。畦間の土壌をやや深めに掘りアズキの株元に土を寄せて培土した。湛水処理は6月25日から27日の2日間実施した。

1985年は5月23日に播種した。栽植密度, 施肥, その他は前年度に準じた。湛水処理は7月28日から29日にかけて約24時間実施したが, 培土は前年同様湛水処理の前日に行った。

発病調査は2カ年とも本病が初発した後, 定期的に1区20株, 3反復の発病株数を計測した。

(b) 実験結果

実験結果は図26に示したとおりである。同一ほ場の除外区での本病の初発期は1984年が6月26日, 1985年が7月25日にそれぞれ認められたが, 本実験区内では1984年が7月6日, 1985年が7月27日に初発生を見た。平畦区(対照)は湛水処理を行うことによって, 発病様率が急激に増大し, 処理10日後にはおよそ60~70%に達したが, 培土区は2カ年とも僅か10%前後に過ぎなかった。

本病の伝染は本病菌の遊走子による水媒伝染が主であることは既に前項で明らかにしたが, 本実験の結果から, 遊走子は土壌が高水分条件であっても土壌を通過する遊泳力は持たないか, 極めて弱いものと推測された。

以上の結果から, アズキの生育期における培土処理は本病の蔓延防止対策の一環として, 極めて有効であると考えられた。

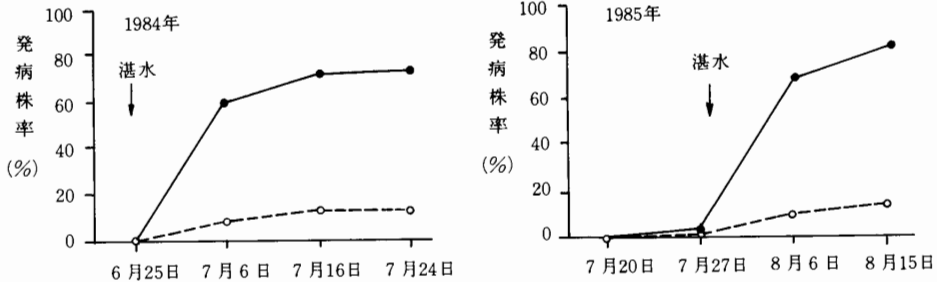


図26 培土処理とアズキ茎疫病の発生

●—●：平畦 ○-----○：培土

1984年：湛水処理 6月25日~6月27日

初発生期 6月26日

1985年：湛水処理 7月28日~7月29日

初発生期 7月25日

4. 小 括

本病の抵抗性品種を探索する方法を確立するため, ほ場および室内幼苗検定を行った。両検定結果の相関を求めた結果, 相関係数  $r=0.7396^{**}$  となり, 両者の間には 1%水準で高い正の相関が認め

られた。また回帰式は  $Y=46.3+0.53X$  ( $X$ : ほ場検定,  $Y$ : 室内幼苗検定) となり, 抵抗性の品種間差異は室内幼苗検定法で十分判定可能であると考えられた。このため, 室内幼苗検定法で抵抗性品種の探索を行った結果, 浦佐, 中納言, 鼠色種, 剣先, 能登小豆, 寿小豆などの品種は発病個



体率が低く、本病に対して抵抗性を有すると考えられた。

能登小豆と寿小豆の2品種について、本病の発生ほ場で従来から転作地帯で栽培されている主要品種との生育および収量性を比較した。寿小豆の開花始めはハヤテショウズより3日遅れたが、柴小豆と同等、暁大納言より1日早かった。収量は宝小豆よりやや減収したものの、ハヤテショウズよりも12~24%増収し、本品種の転作地帯における栽培普及の可能性が認められた。一方、能登小豆

は開花が遅く、かつ、成熟期に達しなかったため、子実収量が極めて少なく、普及性に欠けていると考えられた。

本病の発生被害を防止するための栽培方法、すなわち、本病菌の遊走子感染を回避するため、平畦、高畦、高畦・ビニールマルチおよび培土処理などの発病抑制効果を比較した結果、平畦に比べ、高畦、高畦・ビニールマルチおよび培土処理などはいずれも発病が少なく、防除効果が顕著であった。

## VI 薬 剤 防 除

転作地帯におけるアズキの生産性を安定、向上させるためには、連作回避、排水の促進、抵抗性品種の作付けなど耕種的防除対策のほか、薬剤防除も含めた総合的防除対策を確立する必要がある。このため、本病防除に有効な薬剤を探索し、その施用時期、施用方法などについて実験を行った。

### 1. 有効薬剤の探索

本病はアズキが発芽して間もない幼苗期から収穫期近くまで発病するため、幼苗期の発病を抑制する種子消毒剤と茎葉繁茂期に散布する有効な防除薬剤をそれぞれ探索する必要がある。

#### (1) 種子粉衣剤の効果

アズキの幼苗期発病、あるいは発芽前立枯を防止するため浸透性殺菌剤による種子粉衣の効果を検討した。

##### (a) 実験材料および方法

実験1：室内バット試験で浸透性殺菌剤、メタラキシル(N-(2, 6-dimethylphenyl)-N-(methoxyacetyl)-alanine methyl ester, 35% a.i.)粉剤の種子粉衣効果について検討した。本剤は播種直前に種子重量の0.3%をアズキ(品種：ハヤテシヨウズ)に乾粉衣および湿粉衣した。本病菌のIFO-30613を接種した土壌を病土とし、プラスチックバット(30×21×5 cm)に充填し、アズキを播種した。播種後は26~27°C、植物培養ランプ点灯の定温器内に置いた。なお、播種後適宜水道水を散水した。種子の発芽並びに発病調査は播種後10日

目に行った。

実験2：メタラキシル35%粉剤の植物体内における残留効果の検討を行った。供試品種は宝小豆で、実験1と同様、播種直前、種子重量の0.3%を湿粉衣し、殺菌土壌を充填した磁性ワグネルポット(1/5000a)に播種した。播種後は温室内に置き、1日1回水道水を適宜散水した。残留効果は播種後10日、16日、25日経過した後、静かに掘取り、上記の実験1同様、病土に移植し、湛水状態で、26~27°C、植物培養ランプ点灯下に置いた。調査は移植10日後に発病個体数を計測した。

実験3：アズキに対すメタラキシル35%粉剤の薬害の有無を検討した。供試品種に宝小豆を用い、播種直前、種子重量当たり0, 0.1, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0%量をそれぞれ湿粉衣処理し、殺菌土壌を充填したプラスチック・バットに播種した。播種後は直ちに26~27°C、植物培養ランプ点灯下に置いた。播種後15日目に発芽勢および発芽個体数を調査した。

##### (b) 実験結果

アズキ幼苗期の発病に対して抑制効果を有する種子粉衣剤の探索を行った(実験1)結果、表28に示したとおり、メタラキシル35%粉剤の播種直前、種子重量の0.3%乾粉衣処理、あるいは湿粉衣処理は発病個体が全く認められず、本病に対して卓効を有することが認められた。

実験2の植物体内におけるメタラキシル35%粉剤の残留効果を検討した結果、表29に示したとおり、無処理区が播種10日後82.1%、同16日後93.3%、同25日後80.0%の個体が発病したのに対し、

表28 アズキ茎疫病に対する浸透性殺菌剤(メタラキシル35%粉剤)の効果

処 理 区	粉衣量 (%)	発 芽 率 (%)			発病個体率 (%)		
		1	2	平均	1	2	平均
乾 粉 衣	0.3	100	100	100	0	0	0
湿 粉 衣	0.3	86.7	93.3	90.0	0	0	0
無 粉 衣	—	93.3	93.3	93.3	32.1	25.0	23.6

本剤の湿粉衣区は播種後25日経過しても発病個体は全く認められなかった。

表29 アズキ茎疫病に対する  
メトラキシル35%粉剤の残留効果

処 理 区	供試 粒数	発芽率 (%)	発病個体率 (%)		
			10日後	16日後	25日後
メトラキシル (35%) 粉剤	30	100	0	0	0
無 粉 衣	60	93.3	82.1	93.3	80.0

表30 アズキに対するメトラキシル (35%) 粉剤の種子粉衣量と発芽率

処 理 区	粉衣量 (%)	播種粒数	発芽率 (%)	同 比
メトラキシル粉剤	3.0	70	21.4	27.7
同 上	2.0	70	65.7	85.2
同 上	1.0	70	74.3	96.4
同 上	0.5	70	72.9	94.6
同 上	0.1	70	72.9	94.6
無 粉 衣	-	70	75.1	100

実験3のメトラキシル35%粉剤の種子粉衣量と発芽率との関係は表30に示したとおり、本剤の1.0%以下の粉衣では発芽率が72.9~74.3%で、無粉衣とほぼ同等であった。しかし、2.0%以上粉衣すると発芽率は急激に低下した。とくに、3.0%粉衣では発芽が著しく低下し、かつ、発芽個体の大部分のものは初生葉が奇形化し、明らかに薬害と考えられる現象が現われた。

以上の結果から、アズキ幼苗期における本病の防除薬剤として、浸透性殺菌剤のメトラキシル35%粉剤は播種直前の種子粉衣効果が高く、実用化の可能性が認められた。

## (2) 茎葉散布剤の探索

前項で記述したとおり、本病は発芽して間もない幼苗期から収穫期近くまで発病するため種子粉衣剤の効果にのみ期待することは難しい。従って、種子粉衣剤の残効性の消失後には茎葉散布剤による防除が必要となる。このため、本項では茎葉散布剤として有効な防除薬剤の探索を行った。

### (a) 実験材料および方法

実験1. 供試薬剤としてマンネブ(manganese ethylene bisdithiocarbamate), 75% a. i.) 水和剤、

マンゼブ(coordination product of zinc ion and manganese ethylene bisdithiocarbamate, 75% a. i.) 水和剤, TPN(tetrachloroisophthalonitrile, 75% a. i.) 水和剤, ポリカーバメート(bisdi methyl dithiocarbamoylzinc ethylenebis dithiocarbamate, 75% a. i.) 水和剤, ダイホルタン(N-tetrachloroethylthio tetrahydrophthalimide, 80% a. i.) 水和剤, キャプタン(N-trichloromethylthio tetrahydrophthalimide, 80% a. i.) 水和剤, スルフエン酸系(N-dichlorofluoromethylthio-N' N'-dimethyl-N-phenylsulfamide, 50% a. i.) 水和剤, イプロジオン(3-(3, 5-dichlorophenyl)-N-isopropyl-2,4-dioxoimidazolidime-1-carboxamide, 50% a. i.) 水和剤および銅(塩基性塩化銅, 84.1% a. i.) 水和剤の計9種類の薬剤を対象として in vitro で本病菌に対する抗菌性を検討した。

供試薬剤はPSA培地を用いて成分濃度が0, 10, 50, 100ppmになるように調整した後、シャーレに分注した。供試菌は予めPSA培地で23~24Cで14日間平板培養した本病菌の菌株IFO-30613を用いた。本病菌の菌叢周縁部よりコルクボーラーで打ち抜いた直径3mmの円形の含菌寒天片を供試培地に移植し、23~24Cの定温器で8日間培養した。

抗菌力は培養8日後に菌叢直径を計測して評価

した。また菌叢を形成しなかった場合には含菌寒天片を回収し、薬剤無添加のPSA培地に再移植して菌の生死を判定した。

実験2. *in vitro* で抗菌性を有すると認められた薬剤のうち、10ppmで本病菌の生育を完全に抑制した3薬剤（マンネブ剤、ダイホルタン剤、キャプタン剤）および10ppmで菌糸繁殖が認められたが50ppmで死滅した塩基性塩化銅の計4薬剤について、1978年旭川市永山の農家は場で本病に対する防除効果の検討を行った。供試品種・宝小豆、

播種5月17日、栽植密度60cm×20cm、1株2～3本立て、1区50m<sup>2</sup>、1反復制で行った。

供試薬剤は7月3日、13日、24日、8月3日の計4回、背負式動力噴霧器を用い、所定濃度の稀釈液を10a当たり100lアズキの株元を中心に散布した。発病調査は6月23日、7月3日、13日、24日、8月3日、12日の計6回、1区80株について発病株数を計測した。

表31 アズキ茎疫病菌に対する抗菌力検定

供試薬剤名	稀 釈 濃 度 (ppm)				備 考
	0	10	50	100	
マンネブ水和剤	79.2	0	0	0	10ppm以上菌死滅
マンゼブ水和剤	79.2	0	0	0	同 上
TPN水和剤	79.2	20.5	18.6	17.4	
ポリカーバメート水和剤	79.2	0	0	0	10ppm以上菌死滅
ダイホルタン水和剤	79.2	0	0	0	同 上
キャプタン水和剤	79.2	0	0	0	同 上
スルフェン酸水和剤	79.2	26.8	5.6	5.0	
イプロジオン水和剤	79.2	71.4	63.9	—	
塩基性塩化銅水和剤	79.2	6.0	0	0	50ppm以上菌死滅

菌叢直径 (mm) を示す

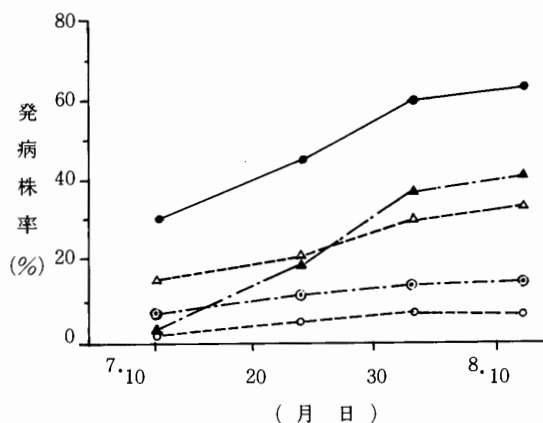


図27 アズキ茎疫病に対する有効薬剤の散布効果

試験年次：1978年、供試品種：栄小豆

散布時期(月日)：7.3、7.13、7.24、8.3の計4回

供試薬剤：マンネブ剤 500倍 ▲---▲、ダイホルタン 500倍 ◎---◎

有機銅 500倍 △.....△、キャプタン剤 500倍 ○.....○

無防除 ●—●

## (b) 実験結果

室内における実験結果は表31に示したとおりである。9種類の供試薬剤の中、マンネブ水和剤、マンゼブ水和剤、ポリカーバメート水和剤、ダイホルタン水和剤、キャプタン水和剤の5薬剤は本病菌に対し、いずれも強い抗菌力を示し、10ppmで完全に菌を死滅させた。塩基性塩化銅水和剤は10ppmで菌糸繁殖が若干認められたが、50ppm以上の濃度では菌を死滅させた。一方、TPN水和剤とスルフエン酸系水和剤は濃度が高まるに伴い菌叢発育は低下したが上記5薬剤に比較すると抗菌力において明らかに劣るものと考えられた。

ほ場における薬剤の供試濃度はすべて500倍液散布とした。結果は図27に示したとおりである。本病の初発期は6月14日(発芽始6月8日)に認められた。その後、本病は日数の経過とともに漸次発病が増加し、無散布区では8月3日の調査で発病株率60%に達した。一方、薬剤を散布した区は無散布に比べ、いずれも発病株率が低率であった。

発病株率が最も低かったのはキャプタン水和剤散布区で、8月12日調査で7%発病したに過ぎなかった。次いで、ダイホルタン水和剤散布区が少なかった。マンネブ水和剤および銅水和剤の発病抑制効果も若干認められたが、キャプタン水和剤およびダイホルタン水和剤より効果が劣った。

## (3) 茎葉散布剤の散布時期、散布回数

茎葉散布による本病の防除適期を明らかにするため、キャプタン水和剤を用いて散布時期、回数

と発病の関係を検討した。

## (a) 実験材料および方法

本実験は1980年に上川郡愛別町農家の水田転換畑で実施した。供試薬剤はキャプタン水和剤(80%)の500倍液を用い、10a当たり100~150lを背負式動力噴霧器でアズキ株元を中心に散布した。散布時期は6月24日~7月14日、7月4日~7月24日、7月14日~8月4日および7月24日~8月13日散布の4処理区を設け、9~10日間隔に3回散布した。また対照区として6月24日から8月22日まで同間隔で7回散布した。1区18m<sup>2</sup>、2反復、乱塊法で実施した。供試品種・宝小豆、播種期5月20日、栽植密度65cm×20cm、施肥その他管理は農家慣行法に準じた。

発病調査は8月4日、同22日、9月8日の計3回、1区138株について行った。

## (b) 実験結果

本病は発芽して間もない6月17日に初発を認めたが、その後は表32に示したとおり、全体的に発生が少なく処理間の差は顕著でなかった。7回散布区は他の散布区に比べて発病株率が低く僅かに防除効果が認められたに過ぎない。また、散布切り上げ時期の早い処理区発病株率が高かった。

少発生となった原因は7月中旬から8月中旬前半までほとんど降雨がなかったことが考えられる。一方、8月下旬から9月上旬にかけて降雨を伴う不順天候となり、ようやく発病株の増加が見られた。

表32 茎葉散布剤によるアズキ茎疫病の防除適期解明

処 理 区	散布時期 (月/日)							発病株率 (%)			子実重		200粒重 (g)
	6/24	7/4	14	24	8/4	13	22	8/4	8/22	9/8	(Kg/10a)	比	
キャプタン水和剤	○	○	○					0.2	0.9	15.0	-	-	-
同 上		○	○	○				1.7	2.9	12.6	-	-	-
同 上			○	○	○			0.5	1.4	11.2	-	-	-
同 上				○	○	○		0.2	0.2	9.9	228.2	121	28.3
同 上	○	○	○	○	○	○	○	1.1	1.8	5.8	202.1	108	28.4
無 防 除	-	-	-	-	-	-	-	8.2	9.9	14.7	187.8	100	26.5

試験年次：1980年、場 所：上川郡愛別町農家は場  
初 発 期：6月17日

IV, 2の項で記したとおり, 本病は多雨あるいは土壌の高水分条件で発病が助長, 促進され, 乾燥条件では抑制される。このため, 発生量はその年の気象条件で大きく変動することから, 薬剤の散布時期や散布回数などは年によって異なり, 特定し難いものと思われる。

#### (4) 散布濃度

茎葉散布剤としてキャプタン水和剤の散布濃度と発病との関係を検討した。

##### (a) 実験材料および方法

本実験は1981年に上川農試ほ場水田転換畑(アズキ4年連作)で実施した。供試薬剤の散布濃度は500倍, 1000倍の2濃度とし, 500倍液3回散布区と1000倍液3回散布区は7月18日, 同25日, 8月15日, また1000倍液と500倍液を組み合わせた4回散布区(第1回目500倍液, 第2・3・4回目1000倍液散布)は7月8日, 同18日, 同25日および8月15日にそれぞれ散布した。1区13.5m<sup>2</sup>, 3反

復, 乱塊法で行った。供試品種・宝小豆, 播種6月2日, 栽植密度60cm×20cm, 1株2~3本立て, 施肥その他管理は農試標準耕種法に準じた。発病調査は7月25日, 8月13日, 同27日の計3回, 1区120株中の発病株数を計測した。

##### (b) 実験結果

本病の初発期は6月23日に認められたが, 6月下旬から7月下旬までの少雨乾燥経過により発病が一時抑制される傾向にあった。本実験結果を示すと表33のとおりである。キャプタン水和剤の500倍液, 1000倍液3回散布並びに500倍液と1000倍液を組み合わせた4回散布は無防除に比べ発病株率がいずれも低率であった。なかでも, 500倍液3回散布が1000倍液3回散布, あるいは500倍液と1000倍液の4回散布よりも発病株率が低く, 発病抑制効果がより優った。また薬害も認められなかった。以上の結果から, 本剤の500倍液3回散布は1000倍液3回散布より防除効果が高く, 茎葉散布剤としての実用化の可能性が認められた。

表33 アズキ茎疫病に対する茎葉散布剤の散布濃度と防除効果

処理区	使用濃度		散布時期				発病株率(%)			収量	
	稀釈 倍数	成分量 (ppm)	7月		8月		7月	8月	27日	子実重 (kg/10)	200粒重 (g)
キャプタン(80%) 水和剤	500	1,600	○	○	○	○	1.3	3.0	5.5	105.5	95.0
同上*	500~ 1,000	1,600 ~ 800	○	○	○	○	0.3	6.4	17.4	115.3	96.2
同上	1,000	800	○	○	○	○	0.0	3.6	4.9	114.9	93.2
無防除	-	-	-	-	-	-	0.2	21.0	31.7	99.8	95.0

\* : 第1回散布500倍液, 第2回目以降1,000倍液を散布

策を確立するために検討を行った。

## 2. 実用的防除

メトラキシル粉剤は種子に粉衣処理することによってアズキ幼苗期における本病の発生を著しく抑制したが, その効果を取穫期まで期待することは難しい。このため, メトラキシル粉剤の種子粉衣処理と茎葉散布剤を併用してより有効な防除対

### (1) 種子粉衣剤と茎葉散布剤の併用防除

上記実験で有効と考えられた種子粉衣剤の播種直前処理と発病期におけるキャプタン水和剤またはマンゼブ水和剤の茎葉散布を組合わせて, 本病

の防除効果を検討した。

(a) 実験材料および方法

1982年上川郡愛別町農家は場および1983年上川農試は場水田転換畑で実施した。供試薬剤として、種子粉衣剤はECP(20%)・TMTD(30%)・メタラキシル(20%)混合粉剤、茎葉散布剤はキャプタン水和剤(80%)およびマンゼブ水和剤(75%)を用いた。種子粉衣剤は播種直前に種子重量の0.5%を粉衣処理した。茎葉散布剤はキャプタン水和剤の500倍液、マンゼブ水和剤の400倍液を1982年は8月2日、同12日、同23日の計3回、また1983年は6月30日、7月15日、8月1日、同17日の計4回、10a当たり100~120l、背負式動力噴霧器でアズキの株元を中心に散布した。供試品種・宝小豆、播種5月27日、1区16.2m<sup>2</sup>、3反復、乱塊法で実施した。

発病調査は初発期のほか、8月1日、10日、25日の計3回、1区100株中の発病株数を計測した。

また収量調査は成熟期(9月29日)に1区30株を刈り取り、乾燥、脱穀後子実収量並びに千粒重を秤量した。

(b) 実験結果

本病の初発生期は2ヵ年とも例年より遅い7月26日および8月1日に認められたが、その後は急激に発病蔓延した。すなわち、表34、表35に示したとおり、無防除区の発病経過をみると、1982年は8月2日以降、また1983年は8月10日以降発病株率が急激に増加した。

一方、種子粉衣剤と茎葉散布剤の併用処理区はマンゼブ水和剤またはキャプタン水和剤の単用散布に比べ発病株率が著しく低率で、生育後半まで、より安定した発病抑制効果が認められた。収量調査結果においても、無防除に比べ、種子粉衣と茎葉散布を併用した区は23%~30%増収し、また千粒重においても13.5~13.7g優った。

表34 アズキ茎疫病防除に対する種子粉衣剤と茎葉散布剤の併用処理効果

処 理 区	種 子 粉 衣	散 布 濃 度	発病株率 (%)			子実収量		千粒重 (g)
			8/1	8/10	8/25	kg/10a	比	
キャプタン水和剤	○	500倍	0	1.3	4.5	261.1	130	123.5
マンゼブ水和剤	○	400倍	0	2.0	7.0	247.2	123	123.3
無 散 布	○	—	0	3.0	9.7	248.1	123	127.5
キャプタン水和剤	—	500倍	0	26.0	38.5	219.3	109	117.0
無 防 除	—	—	0	31.0	61.0	201.1	100	109.8

試験年次：1983年、場 所：上川農試は場  
初 発 期：8月1日

表35 アズキ茎疫病防除に対する種子粉衣剤と茎葉散布剤の併用処理効果

処 理 区	種 子 粉 衣	散 布 濃 度	発病株率 (%)			子実収量		千粒重 (g)
			8/2	8/12	8/23	Kg/10a	比	
キャプタン水和剤	○	500倍	10.7	13.3	13.3	222.2	118	109
マンゼブ水和剤	○	400倍	4.0	6.7	9.3	220.9	117	96
無 散 布	○	—	5.3	8.0	21.3	220.9	117	97
マンゼブ水和剤	—	400倍	20.0	38.7	49.3	199.2	106	105
無 防 除	—	—	32.0	49.3	53.3	188.3	100	108

試験年次：1982年、場 所：上川郡愛別町農家は場  
初 発 期：7月26日

### 3. 小 括

本病の化学的防除対策を確立するため、有効薬剤の探索、施用時期、施用方法などを検討した。種子粉衣剤として浸透性殺菌剤のメトラキシル粉剤、茎葉散布剤としてマンネブ水和剤、ダイホルタン水和剤、キャプタン水和剤などが高い発病抑制効果を示した。

メトラキシル粉剤（35%）は播種直前に種子重の0.3%量を種子に湿粉衣または乾粉衣処理することによって、幼苗期における発病を著しく抑制した。種子粉衣処理による残留効果は播種後25日経過した後でも発病個体は全く認められなかった。このため、本剤の残留効果は少なくとも25日以上持続するものと推定された。また粉衣量が2.0%以上で生育障害を生じたが、1.0%以下では薬害と思われる症状は認められなかった。

茎葉散布剤は *in vitro* で強い抗菌性を示した薬剤を中心に現場でその有効性を検討した結果、マンネブ水和剤の500倍液、ダイホルタン水和剤500

倍液、キャプタン水和剤500倍液はいずれも防除効果が認められ、茎葉散布による本病の防除の可能性が示唆された。

茎葉散布剤のうち、キャプタン水和剤について散布時期、散布濃度、回数などを検討したところ、気象条件やほ場条件によって本病の発生が著しく年次変動するため散布時期を正確に把握することは困難であった。しかし、本剤の散布濃度を500倍液、1000倍液とし、それぞれの3回散布および500倍と1000倍液を組合わせた4回散布を行って防除効果を比較した結果、500倍液3回散布は1000倍液3回散布および500倍液と1000倍量の4回散布より発病株率が低く、防除効果が優った。

本病は気象条件やほ場条件によって発芽前あるいは発芽後の稚苗期から激しく発生し、茎葉散布だけでは防除困難なこともある。そこで、種子粉衣処理と茎葉散布を併用した結果、種子粉衣剤または茎葉散布剤を単用した場合に比べより高い防除効果の得られることが明かとなった。



## VII 総 合 考 察

近年、*Phytophthora* 属菌に起因する植物病害が畑作物をはじめ、園芸、花卉、牧草、果樹など多くの植物で発生し、国内外を問わず、その研究報告が少なくない。アズキの茎疫病は1967年に北海道夕張郡長沼町で成田(1977, 1980)によって発見されたのが世界で最初の記録である。当時、病原菌の種名は明らかでなかったが、*Phytophthora* 属菌の1種に起因するアズキの新病害として疫病(仮称)と呼称された。本病は1976年に再び札幌市篠路、河西郡芽室町で発生が認められ、さらに、1977年には上川、空知地方はじめ北海道の主要転作地帯に広く多発し注目された(図版I, 1)。本病の性状が次第に解明されるに伴い、1972年上川郡清水町、1973年芽室町美蔓、1974年富良野市鳥沼などで発生していた立枯病、あるいは根腐病の病徴が、茎疫病と酷似していたことが判明し、本病は散発的であるが、かなり古くから各地で発生していたものと推定される。1977年は第I期水田利用再編対策が施行された年で、転作地帯を中心にアズキの栽培面積が急激に拡大した年次に当たる。

本病の発生起源は不明であるが、水田転換初年目のアズキ畑においてもしばしば発生が認められる。種子伝染の可能性はほとんど考えられないことから、本病菌は以前から各地に土着、生息し、灌漑水などで分散拡大したものと推測される。

ダイズの茎疫病(root and stalk rot)(Hildebrand: 1959)、ササゲの茎疫病(stem rot)(Purss: 1957)、カボチャやキュウリの疫病(児玉: 1983, 児玉・土屋: 1981)、ナスの根腐疫病(伊達ほか: 1984)、Fraser fir (*Abies fraseri* (Pursh) Poir.) 苗の root rot (Kenerley et al.: 1984) など *Phytophthora* に起因する病害の多くは、排水不良あるいは多雨、または土壌の高水分条件下で多発する傾向にある。本病もその例外ではない。

本病は普通畑に比べ、水田転換畑で多発の傾向が認められる。発生の様相は必ずしも一様でない。ほ場および年次によっておよそ3種類の発生型に大別された。すなわち、発病株が数株点在する「点

発生」、畦に沿って数株または10数株連続して発病する「すじ状発生」およびほ場の一部、あるいは全体に蔓延する「坪状または全面発生」で、気象条件や排水条件などで発生型が決まるものと考えられた(土屋・田中: 1984)。本病の発生被害は発病時期によって異なるが、早期発病株ほど草丈や分枝数の減少が認められた(土屋: 1979)。収量構成要素の一形質である着莢数は7月中下旬発病で約83%、8月上中旬発病で約60%、また子実粒数は7月中下旬発病が82%、8月上中旬発病が57%、健全株に比べてそれぞれ減少した。ダイズが stem rot (病原菌: *P. megasperma* var. *sojiae*) に感染すると蒸散率、下位葉の水分含量、葉の温度などが健全葉に比べて低下し、根の水分量も健全株の1/10となり、水分ストレスの回復力が弱くなる(Kittle and Gray: 1980)と言われている。本病はアズキ茎疫病の性状と類似しているため、アズキにおいても同様の生理現象で、生育、収量に多大の影響を及ぼしているものと推定される。

アズキの病原菌はPSA, CMA培地を用い、罹病組織から常法により分離を行った結果、無隔膜菌糸からなる糸状菌が容易に分離された(図版IV, 1, 2)。本菌はCMA培地上で多数の造卵器(卵胞子を1個内蔵)と造精器(底着性、雌雄同株性)および菌糸の膨み(swelling)を形成する。しかし、遊走子のうの形成は培地上ではほとんど認められない。培養菌叢を殺菌水中に浮上させると遊走子のうを多数形成し、容易に間接発芽して遊走子を放出する。Tucker(1931)、伊藤(1936)の分類に従うと、本病菌はべん毛菌類(Mastigomycotina)、卵菌綱(Oomycetes)、ツユカビ目(Peronosporales)、ピシウム菌科(Pythiaceae)の *Phytophthora* に所属する。しかも形態学的特性、培養性質などがPurss(1957)の原記載、Waterhouse(1963, 1970)の分類基準などに見られる *P. vignae* と多くの共通点が認めらる。また、近年、菌の分類同定に電気泳動法を用いて菌体内のタンパク質を生化学的に比較する手法を採用している報告も少なく

ない(Gill and Powell : 1968)。筆者ら (1986) はアズキの病原菌と *P. vignae* について、電気泳動法を用いて生化学的性質を比較した結果、タンパクの種類によって両菌間に若干の量的差が認められたが、質的差異は認められなかった。このため、北沢ら (1978) と同様、両者は同一菌と考えられたこともある。しかしながら、*P. vignae* は宿主範囲が狭く、マメ科植物13属種18品種のうち、本菌に感受性の植物はササゲ (*Vigna sinensis*) とコンベッチ (*Vicia sativa*) のみであった(Purss : 1957) という。一方、筆者はアズキ茎疫病菌をアズキ、ササゲを含むマメ科植物7属種13品種に接種した結果、アズキにのみ特異的に強い病原性を示し、供試したほかの植物に対しては全く病原性が認められなかった。また G. S. Purss により分譲された *P. vignae* 4 菌株(レース 1, 2, 3, 4) とアズキの病原菌をアズキとササゲ(cowpea) に交互接種した結果、アズキ菌はアズキに対し、*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、アズキ菌がササゲに、また *P. vignae* がアズキに対して殆ど病原性を示さなかった。従って両菌の間には明らかに寄生性の差異が認められた。このため、アズキ茎疫病菌は Kuan and Erwin (1980), Gallegly (1983) などの考え方に準じ、*P. vignae* の分化型として取り扱うのが妥当と考えられた。

このため、アズキ茎疫病菌の種名は *Phytophthora vignae* Purss f. sp. *adzukicola* Tsuchiya, Yanagawa et Ogoshi とし、ササゲの茎疫病菌は *Phytophthora vignae* Purss f. sp. *vignae* Tsuchiya, Yanagawa et Ogoshi と命名した。

また、アズキ茎疫病菌 *P. vignae* Purss f. sp. *adzukicola* の菌株をアズキ6品種(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) に接種した結果、菌株によって品種反応の異なる現象が認められた (土屋・児玉 : 1981<sup>a</sup>)。イネいもち病菌 (山崎・高坂 : 1980), ムギ類さび病菌 (Starkman : 1914), 馬鈴薯疫病菌 (高桑・高瀬 : 1956, 1957), ダイズ茎疫病菌 (Morgan and Hartwig : 1965, Laviolette and Athow : 1977), ササゲ茎疫病菌 (Purss : 1972) などでは古くからレースの存在が知られている。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。すなわち、上記6品種の中、能登小豆と寿小豆に病原性がなく、早生大粒1号, ハヤテショウズ, 宝小豆に対して強い病原性を有するレース1; 能登小豆を除く、その他5品種に病原性を有するレース2および6品種全てに病原性を有するレース3の計3種類のレースに区分された (Tsuchiya et al. 1986)。

アズキ茎疫病菌 (*Phytophthora vignae* Purss f. sp. *adzukicola*) の生育と温度の関係を検討した結果、PSA および CMA 培地上における菌糸の生育温度は12C以上、34C以下の範囲で、最適温度は26~27Cであった。また遊走子のうの形成は15C以上、32C以下で、最適温度は23~25Cの範囲と考えられた。本病菌は桂(1971)および正子(1984)らの *Phytophthora* spp. の温度に対する特性一覧表と照合すると、高温性に該当していると考えられる。

卵胞子は PSA, CMA のいずれの培地上でも多数形成されるが、CMA 培地でより形成量が多い傾向にあった。24~25Cで培養した場合の卵胞子形成は CMA で培養開始2日目、PSA 培地で3日目頃から観察されるが、大部分のものは未成熟であった。成熟個体が多数認められるようになるためには5~6日を要した。

遊走子のうは普通、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形成する。また形成量は宿主植物が存在するとより促進される傾向にあった。Mehrotra (1970) は *P. drechleri* および *P. megasperma* var. *sojae* の遊走子は宿主植物の有無に関係なく、非特異的に土壌中の植物根に集積することを認め、Kuan and Erwin (1980) はアルファルファを土壌溶液で栽培すると根から分泌されるアミノ酸が30%、糖が10%増加したと報じている。アズキ幼苗の根を殺菌水中に浸漬すると遊走子のうの形成数が増加する傾向が認められ、根部から遊走子のうの形成を促進、あるいは刺激する物質が分泌されている可能性も考えられる。

土壌から *Phytophthora* を直接分離する方法として酒井培地(1961, 1962)はじめ、Ocana and Tsao (1966), Tsao and Menyonga (1966), Tsao and

Ocana(1969), Masago et al. (1977), Papavizas et al.(1981)などの選択培地を用いたり, 宿主植物による捕捉法, Marks and Mitchell(1970), Pratt and Mitchell(1973), Matsumoto(1979), Canaday and Schmitthenner (1982)らの宿主植物で捕捉する間接的分離法(baiting method)など種々報告されているが, 土壌中の菌密度を正確に計測することは困難である。

*P. cinnamomi* は自然発病土を20C, 多湿状態に保持すると宿主植物が存在しない場合でも6年間生存したが, 土壌水分2~3%の条件下では僅か数週間で検出できなくなった(Mircetich and Zentmyer: 1966)。また *P. parasitica* は土壌中で厚膜胞子や卵胞子, 小遊走子のうを形成するが, 菌糸は殆ど伸長せず, かつ, 生存力も弱い(Marx and Bryan: 1969)と報じている。筆者は本病菌の越冬を明らかにするため, ポット試験で菌糸と卵胞子を秋季に土壌接種し, 翌春菌の生存の有無を調べた結果, 卵胞子接種土壌からは容易に再分離されたが, 菌糸接種土壌からは全く分離されなかった。また本病の多発ほ場で, 融雪直後に土壌を採集し, Tsao (1960)の手法に準じて, 連続稀釈限界値を求めた結果, 本病菌は稀釈倍数512倍まで検出され, 自然発病土においても越冬していることが確認された。Kittle and Gray (1979<sup>a</sup>)は *P. megasperma* var. *sojae* の-7Cで保存した卵胞子懸濁液を土壌接種し, 胞子濃度が10個/g土壌で27%発病し, 100個/g土壌で65%発病したと報告している。筆者の場合は予備実験の結果で, 必ずしも正確とは言えないが, CMA培地で27C, 20日間培養して得られたアズキ茎疫病菌の卵胞子を1バット(30×21×5 cm)当たり約450~460個相当数を土壌接種し, 稀釈限界値を求めた結果, 発病は稀釈倍数が64倍まで認められ, 発病個体率が4%であった。稀釈限界の推定胞子数は1バット当たり約7.2個に相当した。*P. vignae*(=*P. vignae* Purss f. sp. *vignae*)の遊走子のう1個が50個以上の遊走子を形成する(Purss: 1957)という。筆者の供試した卵胞子が仮に遊走子のうを1個ずつ形成したとすると, 1バット当たり360個の遊走子が産生されたことになる。従って, 稀釈限界値の卵胞子量が仮に7個とした場合, 1個の卵胞子が1

個の遊走子のうを形成するとして, 農試の発病土壌は単純計算でバット当たり, 卵胞子が約1,800個, 遊走子は90,000個形成されたことになる。

*Pythium ultimum* の卵胞子の成熟には土壌環境(温度, 湿度, pH)が影響(Lumsden and Ayers: 1975)するが, 卵胞子の休眠覚醒に対しては毛管ポテンシャル( $\psi_m$ )が直接関与していないことを認めている(Lifshitz and Hancock: 1984)。また *P. katsurae* の卵胞子発芽には光が必要(Ko and Arakawa: 1980)としている。一方, 石黒・宇井(1981<sup>a</sup>)はアズキ茎疫病菌の卵胞子発芽に関与する要因として水分を上げている。しかも, 水分の浸透ポテンシャル( $\psi_\pi$ )が低下するにつれて卵胞子の発芽は低下し, -3.0 barになると発芽はほとんどしなくなった(石黒・宇井: 1981<sup>b</sup>)と報じている。また卵胞子が発芽して発芽管の先端に遊走子のうを形成するが, *P. megasperma* var. *sojae* では明るいところより暗い条件の方がより多くの遊走子のうを形成した(Sneh et al.: 1981)といい, MacDonald and Duniway(1978)は土壌の毛管ポテンシャル( $\psi_m$ )は *Phytophthora* の遊走子の放出誘導に強く関与すると報告している。*P. cinnamomi* の厚膜胞子は養分に富む場合に発芽し, 養分の少ない場合は遊走子のうを形成する(Mircetich and Zentmyer: 1969)としている。

筆者はアズキ茎疫病菌の卵胞子を接種した土壌, あるいは自然発病土にアズキを播種し, seedling baiting法で本病菌の検出を行った結果, 発芽後, 27Cの条件下で湛水処理すると発病個体は容易に得られるが, 無湛水ではほとんど得られなかった。このため, 卵胞子の発芽要因として土壌水分が最も強く関与しているものと考えられた。

卵胞子と菌糸の死滅温度差を利用すると, 土壌中から *P. megasperma* f. sp. *glycinea* の分離が可能であるという報告(Jimenez and Lockwood: 1982)もある。アズキ茎疫病菌における適用の可否は明らかでないが, もし適用可能な場合は, Tsao (1960)の連続稀釈限界値を求める手法と組み合わせると, 本病の土壌検診に利用し得る可能性が考えられる。

アズキ茎疫病菌の卵胞子は越冬後, 発芽して遊走子のうを形成し, 間接発芽して遊走子を放出し,

本病の第一次感染源になるものと考えられた。*Phytophthora* や *Pythium* の遊走子の生態については Burr and Stanghellini (1973), Kliejunas and Ko (1974), Duniway (1976), Pfender et al. (1977), Eye et al. (1978), MacDonald and Duniway (1979) など、これまで多くの研究報告がある。遊走子は遊走子のうから脱出後、直ちに遊泳行動を活発に行う。水の助けがなければ土の中での移動はほとんどない (正子 1984)。また *in vitro* の実験で、極端な温度 (5 C 以下, 36 C 以上), 極端な pH (5.2 以下, 9.25 以上), あるいは機械的障害などは活動を減少させる。*P. megasperma* f. sp. *glycinea* はおよそ 156.6  $\mu\text{m}/\text{sec}$  の速度で遊泳活動する (Klein : 1959)。また, Ho and Hickmann (1967) は 15 C で最も長時間遊泳活動したという。筆者は 27 C の植物培養ランプ点灯 (2300 lux) 下の静水条件で遊走子の移動距離を計測した。アズキを播種、育苗したバット容器に水道水を湛水した後、予め準備したアズキ幼苗の罹病胚軸を基質として浸漬接種し、基質と発病個体までの直線距離を遊走子の移動距離とした結果、距離と発病個体率との間には 1% 水準で負の相関 ( $r = -0.7764^{**}$ ) が認められた。最長距離で 38.2 cm に達したが、発病個体の大半は 10 cm 以内に集中し、遊走子の移動は極めて狭い範囲に限られた。しかし、ほ場では本病がしばしば多発し、全面に発病蔓延することも少なくない。Griffin (1972) は、遊走子の移動について、鞭毛よりも流水による移動がより重要であると指摘しているように、ほ場での発病蔓延はおそらく湛水した表面水に乗じて遊走子が広く移動分散した結果であろうと推測される。アズキ茎疫病の感染機作を解明するため、土壌または水面に本病菌を接種した結果、遊走子による感染発病は認められたが、菌糸感染と思われる現象は認められなかった。遊走子はアズキ胚軸部の気孔周辺細胞に集合、定着し、被のう胞子となり、やがて発芽し、発芽管が気孔の開孔部から組織内に侵入 (図版 IV, 3, 4) しているのが観察された。組織内に侵入した菌糸はさらに伸展、繁殖し、漸次表皮細胞層に達し、表皮細胞が破壊されるのが認められた (図版 V, 1, 2)。ジャガイモ疫病菌の宿主体侵入は主として角皮侵入で、表皮細胞

の縫合部付近から侵入するものが多い。また侵入に際しては被のう胞子から生じた発芽管の先が膨み、その下に侵入糸を生じて侵入がおこる。しかも、適温条件下では僅か 2~3 時間前後で発芽、侵入が可能 (掘 : 1951, Pristou-Gallegly : 1954, 富山 : 1956) としている。アズキ茎疫病菌は被のう胞子の発芽管が直接気孔の開孔部から侵入するのが認められた。発芽管の先端部に付着器の形成は認められなかった。また本病菌の侵入感染に要する時間は明らかでないが、潜伏期間はおおよそ 25 C で 26~27 時間, 15 C で 82~83 時間を要した。さらに、二次感染までの所要時間は 27 C で最短 12 時間以上を要し、36~37 時間経過後、潜伏期間を経て病徴が発現した。本病は土壌水分や温度と密接な関係が認められ、地表に表面水の存在する場合には気温が 15 C でも発病は認められたが、23 C 以上になると短時間で急激に発病蔓延する傾向にあった。また幼苗期は土壌水分が 30% 前後でも土壌中の菌密度が高ければ根部が感染して、発病することもあった。

以上の結果から、転作地帯で本病が多発する原因として、水田転換畑の周辺には水田や灌排水路が隣接しているため侵水し易いこと、地下水位が高いこと、土壌の透水性が普通畑より劣悪であること、などの環境にあるためと考えられる。

本病の防除対策を考える場合、ほ場の排水対策が基本となるものと考えられるが、抵抗性品種の栽培、栽培様式の改善、あるいは薬剤による化学的防除なども重要な対策である。

抵抗性品種を探索するため、本病の多発ほ場と室内実験 (幼苗検定) で品種抵抗性の有無を調べた結果、両者とも本病に対する品種間の差が認められ、ほ場で抵抗性と考えられた品種は幼苗検定でも発病が少かった。両者の間には 1% 水準で正の相関 ( $r = 0.7396^{**}$ ) が認められた。幼苗検定はほ場検定に比べ多くの労力を要するが、年間を通して実施可能であり、かつ本病菌のレースに対応する抵抗性品種選抜実験などに用いることが可能と考えられる。

52 品種 (系統含む) を用いて幼苗検定法で抵抗性検定を行った結果、かつて北海道で奨励品種とされた剣先 (1905), 寿小豆 (1971) のほか、浦佐、

中納言、鼠色種、能登小豆などが強い抵抗性を有すると判定された。

本病の抵抗性品種と考えられた能登小豆と寿小豆の2品種を水田転換畑に播種し、ハヤテショウズはじめ転作地帯で普通に栽培されているその他の品種と収量性を比較した結果、寿小豆の子実収量は宝小豆より若干少なかったが、ハヤテショウズより12~24%多かった。このため、寿小豆は本病の発生し易い転作地帯への栽培普及の可能性が認められ、1979年に北海道の奨励品種として再び種子増殖体系に組み入れられることとなった。

一方、能登小豆は成熟期が遅く、北海道での栽培は困難と考えられた。しかし、能登小豆はじめそのほかの抵抗性品種は本病に対するの抵抗性品種育成素材として今後利用し得るものと考えられる。ササゲ茎疫病の抵抗性は優性の遺伝子に支配される(Purss:1963)ことが知られている。アズキ茎疫病についても抵抗性の遺伝子を明らかにすると共に、上記抵抗性品種を新品種育成素材の足がかりとし、抵抗性品種の育成を急ぐ必要があろう。

転作地帯におけるアズキの栽培方法は平畦栽培されているのが普通である。このため、多雨、または隣接する水田や用水路からの浸透水などで滞水しやすく、しばしば本病が多発生する。本病は遊走子感染が主であることから、排水対策が防除の基本であることは上述したとおりである。元来、転換畑は水田用に基盤整備されたほ場である。それ故、排水対策を講じる場合、パンブレーカーによる心土破碎や明渠を掘るなどの重要性は言うまでもない。筆者は遊走子感染を防止する方法として、栽培様式、すなわち、高畦栽培、高畦・ビニールマルチ栽培(土屋・児玉:1981<sup>o</sup>, 土屋:1983)、あるいは株元を培土処理する方法などを行い、平畦の場合と発病程度を比較した結果、高畦、高畦・ビニールマルチ、培土などの処理区は発病株率がいずれも平畦区より低率で、本病の感染防止効果が顕著であった。培土処理で発病株率が著しく低下した原因は、正子(1984)やKittle and Gray(1979b)らも認めているとおり、遊走子が土壌間隙を通過する能力を欠いているためと考えられた。

本病は発芽前立枯を生ずることもあるが、発芽して間もない幼苗期から成熟期近くまで発生するため、薬剤による化学的防除法を確立するためには本病に有効な浸透移行性殺菌剤の種子粉衣剤と茎葉散布剤を探索する必要がある。ほ場および *in vitro* で実験した結果、種子粉衣剤としてメトラキシル粉剤、茎葉散布剤としてマンネブ剤、マンゼブ剤、ダイホルタン剤、キャプタン剤などが発病抑制効果を有することが認められた。

メトラキシル粉剤(35%)は播種直前に種子重の0.3%を種子に湿粉衣または乾粉衣処理することによって幼苗期における発病を顕著に抑制した。供試濃度は異なるが、*Phytophthora* に対する本剤の作用機作や発病抑制効果などについて Papavizas et al.(1979), Tsakiridis et al.(1979), Vaartaja et al.(1979), Ward et al.(1980), Lazarovits and Ward(1982), Dlatloff et al.(1983), Coffey et al.(1984)など既に多くの研究報告がある。本剤は浸透移行性を有し、Gupta et al.(1985)はダイズ種子にアイソトープ<sup>14</sup>Cのメトラキシルを処理し、発芽7日後に浸透移行を調べ、胚軸部で91.5%、葉と茎で5.8%、根で2.57%検出されたと報じ、また同剤を土壌灌注した場合でもダイズに吸収され、処理7日後に胚軸部から80.5%、根から4.4%、その他の部位から15.1%回収されたと報じている。アズキ茎疫病の主な感染部位はダイズ茎疫病(*Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea*)と同様、胚軸あるいは主茎地際部であることから、ダイズ同様、浸透移行して発病抑制効果が現れたものと考えられる。また種子粉衣(1.05g a.i./kg)処理したメトラキシル粉剤(35%)の残留効果は、播種後少なくとも25日以上持続するものと推定された。1.0%以下の粉衣量では薬害現象は全く認められなかったが、2.0%以上粉衣すると初生葉が奇形化するなど生育障害が出現した。

茎葉散布剤として有効と認められた薬剤の中、キャプタン水和剤を用いて散布時期、散布濃度、回数などについて検討した結果、気象条件やほ場条件によって発生が著しく変動するため、散布時期の正確な把握は困難であった。本病はその年の気象条件で発芽直後の稚苗期から激しく発生することもあり、茎葉散布だけで十分な防除効果を期

待することは難しい。薬剤による防除効果をより高めるためには浸透移行性殺菌剤の種子粉衣処理と播種後およそ1月以上経過した後の発病に対しては茎葉散布剤の株元散布を併用処理する必要(土屋・田中：1983)があると考えられた。またバーク堆肥を土壤施用することによってシャクナゲ根

腐病菌 (*Phytophthora cinnamomi*) の菌糸伸長や胞子形成が抑制され、かつ遊走子や被のう胞子の溶菌現象も認められた(Hoitink et al.:1977)という報告もある。アズキ茎疫病と有機物の関係についても今後検討する必要がある。

## VIII 摘 要

*Phytophthora vignae* (Purss) f. sp. *adzukicola* Tsuchiya, Yanagawa et Ogoshi によるアズキ茎疫病の発生被害の実態, 病原菌の分類・同定, 発生生態, 品種抵抗性検定および防除法等に関する研究結果をとりまとめた。

### 1. アズキ茎疫病の発生と被害

1) 本病は1967年に北海道夕張郡長沼町で発見されたのが最初の記録で, 当時は *Phytophthora* sp. に起因する疫病と呼ばれた。しかし, 病徴が茎および胚軸部に特徴的に現われるため, 1978年に茎疫病と改称することを提案し, 正式病名となった。

2) 本病は稀に発芽前立枯を起こし, 欠株を生ずるが, 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する。幼苗期は主として地際胚軸部, または根部が水浸状病徴を呈し, やがて萎凋枯死する。生育中期となる7月中旬以降は主茎の地際や下位の分枝節部を中心に水浸状病斑が生じ, やがて白色粉状の菌叢が密に生ずる。

3) 1977年から1983年にかけて本病の分布調査を行った結果, 北海道の水田転作地帯を中心に広く発生分布していることが明らかになった。また北海道以外では1983年に秋田県大潟村の水田転換畑で発生が認められている。

4) 発生消長調査の結果, 年次により発生期, 発生量が著しく変動し, 発生の様相も点発生, すじ状発生, 坪状または全面発生の三種類の発生型に大別された。

5) 本病は一般に普通畑より水田転換畑で多発の傾向がみられ, 1978年の調査では7月15日以前の発病株は生育途中で枯死し収穫皆無となった。8月中旬に発病した場合でも収量構成要素の着莢数や子実粒数が低下し, 子実収量がおよそ60%減収した。

### 2. 病原菌の分類・同定

1) 本病菌の形態および培養性質が *Phytophth-*

*ora vignae* Purss に酷似したため一時ササゲ (cowpea) の茎疫病菌と同一の *P. vignae* と同定されたが, アズキ茎疫病菌はアズキに, ササゲ茎疫病菌はササゲにそれぞれ特異的に病原性を有することから, アズキ茎疫病菌は *P. vignae* の分化型とみなした。従って, 本病菌の種名は *Phytophthora vignae* Purss f. sp. *adzukicola* Tsuchiya, Yanagawa et Ogoshi, またササゲの病原菌を *Phytophthora vignae* Purss f. sp. *vignae* Tsuchiya, Yanagawa et Ogoshi と命名した。

2) アズキ茎疫病菌には品種に対して病原性の異なる3種類のレースが認められた。

### 3. 病原菌の生理生態

1) 本病菌の菌糸生育温度はおよそ12~34°C, 最適温度は26~27°Cであり, また遊走子のう形成温度は16°C以上から28°C以下で認められ, 最適温度はおよそ25°C前後と考えられた。

2) 普通, 罹病組織上に遊走子のうの形成は認められないが, 水中に浮上させると多数形成する。罹病組織を25°Cの条件下で殺菌水に浮上し, 遊走子のうの形成時間を計測した結果, 処理後5時間目頃から形成し始め, 9時間後には多数の遊走子のうが認められた。

3) 遊走子のうの発芽と温度の関係を調べた結果, 遊走子のうはすべて間接発芽であり, 25°C以上の条件下では遊走子のうが形成された後, およそ1時間程度遅れて発芽が認められた。25°C以下では温度が低下するに伴い発芽は漸次遅れ, 15°Cでは25°Cのおよそ2倍の長時間を要した。また被のう胞子数を計測した結果, 宿主植物が存在することによって遊走子のう形成量が促進されると推測された。

4) 本病菌の越冬形態を明らかにするため培養菌の卵胞子と菌糸を土壌接種し, 冬期間 (1980年11月25日~'81年5月25日) 屋外に放置した結果, 卵胞子の越冬生存は認められたが, 菌糸の生存は全く認められなかった。従って, 本病菌の越冬形

態の主体は卵胞子であると考えられた。春融雪直後に本病の多発生ほ場から採集した土壌について Tsao(1960)の手法に準じて殺菌土壌による稀釈限界値を求めた結果、稀釈倍数256倍～512倍の値が得られ極めて高い菌密度で越冬していることが明らかとなった。

5) 遊走子の移動距離を明かにするため、アズキ幼苗を植えた容器に水を張り、静水条件下において本病菌の接種源から発病個体までの距離を便宜上移動距離とした結果、移動距離と発病個体率の間には1%水準で高い負の相関( $r = -0.7764^{**}$ )が認められ、発病個体の多くは10cm以内であった。

しかし、接種源から38cm離れたところでも一部発病個体が認められたことから、遊走子は静水状態でもおよそ40cm程度の移動は可能と推定された。

6) 本菌の感染を顕微鏡観察した結果、遊走子はアズキ胚軸部位の気孔周辺部に集合し、被のう胞子となり、やがて発芽し、気孔の開孔部に発芽管を伸ばし組織内に侵入した。気孔侵入した菌糸は表皮細胞層に進展するのが認められた。

7) 本病の潜伏期間はおよそ15Cで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、温度によって潜伏期間が大きく変動した。

8) 本病の二次感染所要時間は温度条件で異なるものと考えられるが、27Cで、湛水条件が少なくとも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る。

#### 4. 本病の発生環境

1) 発病温度は15～32C、最適温度は25～28Cであるが、温度条件が満たされても土壌が低水分条件下では発病は抑制される。また、降雨があっても排水良好な土壌では発病蔓延は抑制される。従って、発病に関与する最も重要な要因は土壌水分であり、二次的要因として温度は発病を促進し、降水量は土壌水分を高める原因になると考えられる。

2) 水田転換畑は周辺に水田や用水路が隣接しているため、普通畑に比べ、一般に地下水位が高

く、かつ土壌の透水性が劣るため、排水不良あるいは湛水状態になりやすい立地条件にあると考えられることができる。

#### 5. 抵抗性品種検定

1) 本病に対するアズキの品種抵抗性を検討した結果、北海道の転作地帯で1977～1978年当時に栽培されていた主な品種(ハヤテショウズ、宝小豆、茶殻早生、栄小豆、暁大納言、早生大粒1号)はいずれも罹病性であることが判明した。

2) 品種抵抗性の検定方法を確立するため、ほ場検定法と室内幼苗検定法を比較した結果、両者の間には1%水準( $r = 0.7396^{**}$ )で高い有意な相関が認められた。

3) 室内幼苗検定法の有効性が認められたので、52品種(系統も含む)を用いて抵抗性品種検定を行った結果、浦佐、中納言、鼠色種、などは発病個体率が20%以下で最も抵抗性が強く、次いで剣先、能登小豆、寿小豆、大館2号などが抵抗性を有すると考えられた。

#### 6. 耕種的防除

1) 室内幼苗検定で抵抗性と認められた能登小豆と寿小豆の2品種を本病の多発ほ場で栽培し、防除対策上の実用性を検討した結果、寿小豆の収量性は宝小豆より若干劣ったものの、ハヤテショウズや栄小豆などと同等で、本病の発生し易い転作地帯では栽培上、十分、実用性があると考えられた。しかし、能登小豆の場合は成熟期が遅く、北海道での栽培は難しいと考えられる。

2) 本病の発病を抑制するためにはほ場の排水対策が基本となるが、高畦栽培、高畦・ビニールマルチ栽培あるいは株元への培土処理などの栽培管理方法を施すことによって発病蔓延を最小限に抑制し得ることが明らかとなった。

#### 7. 薬剤防除

1) 有効薬剤の探索を行った結果、種子粉衣剤(メトラキシル35%粉剤)、茎葉散布剤(キャプタン水和剤、ダイホルタン水和剤、マンネブ水和剤、銅水和剤、マンゼブ水和剤)が本病に対して防除効果を有することが判明した。



2) メタラキシル35%粉剤は播種直前、種子重量の0.3%を乾粉衣または湿粉衣処理することによってアズキ幼苗期の発病抑制に有効であった。

3) 茎葉散布剤は主としてキャプタン水和剤の500~1,000倍液を用いて散布時期、散布回数などを検討した結果、500倍液3回散布区が1,000倍液3回散布区より発病抑制効果が優った。一方、本病は年次によって発生時期、発生程度が著しく変動するため散布時期を特定し得なかった。

4) 本病は上述したとおり、アズキの幼苗期から成熟期近くまで発病するため、茎葉散布剤のみで防除することは経済的、労力的に問題がある。従って、幼苗期の発病は種子粉衣剤処理によって抑制し、残効性が低下する播種後およそ30日前後経過したところからアズキの株元を中心に茎葉散布剤を2~3回散布する体系防除がより安定した防除効果が期待出来ると考えられた。

## 引用文献

- Berry, J. A. and Frank, R. G. (1973). Taxonomic significance of intraspecific isozyme patterns of the slime mold *Fuligo septica* produced by disc electrophoresis. *Amer. J. Bot.* 60 : 976-986.
- Burr, T. J. and Stanghellini, M. E. (1973). Propagule nature and density of *Pythium aphanidermatum* in field soil. *Phytopathology* 63 : 1499-1501.
- Canaday, C. H. and Schmitthenner, A. F. (1982). Isolating *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea* from soil with a baiting method that minimizes *Pythium* contamination. *Soil Biol. Biochem.* 14 : 67-68.
- Clare, B. G., Flentji, N. T. and Atkinson, M. R. (1968). Electrophoretic patterns of oxidoreductases and other proteins as criteria in fungal taxonomy. *Aust. J. Biol. Sci.* 21 : 275-295.
- Coffey, M. D., Klure, L. J. and Bower, L. A. (1984). Variability in sensitivity to metalaxyl of isolates of *Phytophthora cinnamomi* and *Phytophthora citricola*. *Phytopathology* 74 : 417-422.
- Dlatloff, A., Irwin, J. A. G. and Rose, J. L. (1983). Effects of systemic fungicidal seed dressings on the incidence of *Phytophthora megasperma*, nodulation, and nitrogen fixation in two soybean cultivars. *Rev. Pl. Path.* 62 : 370 (*Aust. J. Exp. Agric. and Animal. Husband.* (1983) 23(120) : 87-90).
- Duniway, J. M. (1976). Movement of zoospores of *Phytophthora cryptogea* in soils of various textures and matric potentials. *Phytopathology* 66 : 877-882.
- Eye, L. L., Sneh, B. and Lockwood, J. L. (1978). Factors affecting zoospore production by *Phytophthora megasperma* var. *sojae* for pathogenicity and race determination. *Phytopathology* 68 : 1766-1768.
- Gallegly, M. E. (1983). Summary of the open discussion session on taxonomy of *Phytophthora*. *Amer. Phytopath. Soc., USA.* p.174
- Gill, H. S. and Powell, D. (1968). The use of polyacrylamide gel disc electrophoresis in delimiting three species of *Phytophthora*. *Phytopath. Z.* 63 : 23-29.
- Griffin, D. M. (1972). *Ecology of soil fungi.* London : Chapman & Hall. p.187.
- Gupta, J. P., Erwin, D. C., Eckert, J. W. and Zaki, A. I. (1985). Translocation of metalaxyl in soybean plants and control of stem rot caused by *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea*, *Phytopathology* 75 : 865-868.
- Hall, R., Zentmyer, G. A. and Erwin, D. C. (1969). Approach to *Phytophthora* through acrylamide gel-electrophoresis of proteins. *Phytopathology* 59 : 770-774.
- 原 攝祐 (1930). *実験作物病理学.* p.848.
- Hildebrand, A. A. (1959). A root and stalk rot of soybeans caused by *Phytophthora megasperma* Drechsler var. *sojae* var. nov., *Can. J. Bot.* 37 : 927-957.
- Ho, H. H. and Hickman, C. J. (1967). Asexual reproduction and behavior of zoospores of *Phytophthora megasperma* var. *sojae*. *Can. J. Bot.* 45 : 1963-1981.
- Hoitink, H. A. J., Vandoren, Jr. D. M. and Schmitthenner, A. F. (1977). Suppression of *Phytophthora cinnamomi* in a composted hardwood bark potting medium. *Phytopathology* 67 : 561-565.
- 堀 正侃 (1951). 馬鈴薯疫病の生態と防除. *農及園* 26 (1) : 55-58.
- 石黒 潔, 宇井格生 (1981<sup>a</sup>). *Phytophthora vignae* Purss の卵胞子発芽とその要因, *日植病報*, 47 : 213-217.
- 石黒 潔, 宇井格生 (1981<sup>b</sup>). *Phytophthora vignae* Purss の卵胞子発芽におよぼす浸透ポテンシャルの影響, *日植病報* 47 : 218-221.
- 伊藤寛敬, 那須英夫, 岡本康博 (1984). ナスの新病害 “根腐疫病”. *植物防疫* 38 (1) : 5-8.
- 伊藤誠哉 (1936). *大日本菌類誌* 第1巻. 養聖堂, p.96-134.
- Jimenez, B. and Lockwood, J. L. (1982). Germination of oospores of *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea* in the presence of soil. *Phytopathology* 72 : 662-666.
- Kao, C. W. and Leu, L. S. (1983). *Phytophthora* stem rot of cowpea caused by *Phytophthora vignae* Purss. *Rev. Pl. Pathol.* 62 : 118 (*Plant Prot. Bull., Taiwan* (1982) 24 (3) : 189-191).
- 桂 琦一 (1971). *植物の疫病 一理論と実際一.* 誠文堂新光, p.33-34.
- Kaufmann, M. J. and Gerdemann, J. W. (1958). Root and stem rot of soybean caused by *Phytophthora sojae* n. sp. *Phytopathology* 48 : 201-208.
- Kenerley, C. M., Papke, K. and Bruck, R. I. (1984). Effect of flooding on development of *Phytophthora* root rot in Fraser fir seedlings. *Phytopathology* 74 : 401-404.
- 北沢健治, 岩田 勉, 柳田驥策 (1977). *Phytophthora* 属菌によるアズキの立枯性茎枯症状の発生について, *日植病報* 43 :

- 106.
- 北沢健治, 鈴井孝仁, 柳田 駿策 (1979). アズキ茎疫病菌 (*Phytophthora vignae*) の病原性の分化. 日植病報 45 : 116-117.
- Kitazawa, K., Suzui, T. and Yanagita, K. (1979). Pathogenicity of *Phytophthora vignae* Purss to adzuki bean and cowpea. Ann. Phytopath. Soc. Japan 45 : 406-408.
- 北沢健治, 土屋 貞夫, 児玉不二雄, Wichian Kamjaipai, 生越 明, 柳田 駿策 (1978). *Phytophthora vignae* Purss によるアズキの茎疫病 (新称). 日植病報 44 : 528-531.
- 北沢健治, 柳田 駿策 (1978). アズキ茎疫病の病原菌について. 日植病報 44 : 74-75.
- Kittle, D. R. and Gray, L. E. (1979<sup>a</sup>). Storage and use of *Phytophthora megasperma* var. *sojae* oospores as inoculum. Phytopathology 69 : 821-823.
- Kittle, D. R. and Gray, L. E. (1979<sup>b</sup>). The influence of soil temperature, moisture, porosity, and bulk density on the pathogenicity of *Phytophthora megasperma* var. *sojae*. Plant Dis. Rept. 63 : 231-234.
- Kittle, D. R. and Gray, L. E. (1980). Effects of infection by *Phytophthora megasperma* var. *sojae* on the water relations of soybean. Crop Sci. 20 : 504-507.
- Klein, H. H. (1959). Etiology of the *Phytophthora* disease of soybeans. Phytopathology 49 : 380-383.
- Kliejunas, J. T. and Ko, W. H. (1974). Effect of motility of *Phytophthora palmivora* zoospores on disease severity in papaya seedlings and substrate colonization in soil. Phytopathology 64 : 426-428.
- Ko, W. H. and Arakawa, C. K. (1980). Oospore germination of *Phytophthora katsurae*. Trans. Mycol. Soc. Japan 21 : 215-219.
- 児玉不二雄 (1983). 北海道畑作物の土壌病害 (宇井格生ほか編). 北海道植物防疫協会 p.109-115.
- 児玉不二雄・土屋 貞夫 (1981). 転換畑のウリおよびナス類に発生した *Phytophthora* の病害. 日植病報 47 : 100.
- Kuan, T. -L. and Erwin, D. C. (1980). Formae speciales differentiation of *Phytophthora megasperma* isolates from soybean and alfalfa. Phytopathology 70 : 333-338.
- Lavolette, F. A. and Athow, K. L. (1977). Three new physiologic race of *Phytophthora megasperma* var. *sojae*. Phytopathology 67 : 267-268.
- Lazarovits, G. and Ward, E. W. B. (1982). Relationship between localized glyceollin accumulation and metalaxyl treatment in the control of *Phytophthora* rot in soybean hypocotyls. Phytopathology 72 : 1217-1221.
- Lifshitz, R. and Hancock, J. G. (1984). Environmental influences on the passive survival of *Pythium ultimum* in soil. Phytopathology 74 : 128-132.
- Lumsden, R. D. and Ayers, W. A. (1975). Influence of soil environment on the germinability of constitutively dormant oospores of *Pythium ultimum*. Phytopathology 65 : 1101-1107.
- MacDonald, J. D. and Duniway, J. M. (1978). Influence of the matric and osmotic components of water potential on zoospore discharge in *Phytophthora*. Phytopathology 68 : 751-757.
- MacDonald, J. D. and Duniway, J. M. (1979). Use of fluorescent antibodies to study the survival of *Phytophthora megasperma* and *P. cinnamomi* zoospores in soil. Phytopathology 69 : 436-441.
- Marks, G. C. and Mitchell, J. E. (1970). Detection, isolation, and pathogenicity of *Phytophthora megasperma* from soils and estimation of inoculum levels. Phytopathology 60 : 1687-1690.
- Marx, D. H. and Bryan, W. C. (1969). Effect of soil bacteria on the mode of infection of pine roots by *Phytophthora cinnamomi*. Phytopathology 59 : 614-619.
- 正子 朔 (1984). 新版土壌病害の手引 (荒木隆男ほか編). 日本植物防疫協会, p.75-79.
- Masago, H., Yoshikawa, M., Fukuda, M. and Nakaniishi, N. (1977). Selective inhibition of *Pythium* spp. on a medium for direct isolation of *Phytophthora* spp. from soils and plants. Phytopathology 67 : 425-428.
- Matsumoto, N. and Sato, T. (1979). *Phytophthora cryptogea* Pethyl. & Laff. found in alfalfa-field soil. Ann. Phytopath. Soc. Japan 45 : 362-368.
- Mehrotra, R. S. (1970). Techniques for demonstrating accumulation of zoospores of *Phytophthora* species on roots in soil. Can. J. Bot. 48 : 879-882.
- Mircetich, S. M. and Zentmyer, G. A. (1966). Production of oospores and chlamydospores of *Phytophthora cinnamomi* in roots and soil. Phytopathology 56 : 1076-1078.
- Mircetich, S. M. and Zentmyer, G. A. (1969). Effect of carbon and nitrogen compounds on germination of chlamydospores of *Phytophthora cinnamomi* in soil. Phytopathology 59 : 1732-1735.
- Morgan, F. L. and Hartwig, E. E. (1965). Physiologic specialization in *Phytophthora megasperma* var. *sojae*. Phytopathology 55 : 1277-1279.
- 成田武四 (1977). 北海道における農作物病害—病害発生の史的展望および病名目録—. 帯広ソーゴー印刷, p.31-34, 110-112.
- 成田武四 (1980). 北海道農作物病害総覧. 北海道植物防疫

- 協会, p.236-250.
- Newhook, F. J., Waterhouse, G. M. and Stamps, D. J. (1978). Tabular key to the species of *Phytophthora* de Bary. Mycol. Pap. 143. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, England. 20pp.
- Nirwan, R. S. and Upadhyaya, J. (1972). *Phytophthora* blight of cowpea new to India. Indian Phytopath. 25 : 162-163.
- Ocana, G. and Tsao, P. H. (1965). Origin of colonies of *Phytophthora parasitica* in selective pimarinic medium in soil dilution plates. Phytopathology 55 : 1070.
- Papavizas, G. C., Bowers, J. H. and Johnston, S. A. (1981). Selective isolation of *Phytophthora capsici* from soils. Phytopathology 71 : 129-133.
- Papavizas, G. C., Schwenk, F. W., Locke, J. C. and Lewis, J. A. (1979). Systemic fungicides for controlling *Phytophthora* root rot and damping-off of soybean. Plant Dis. Repr. 63 : 708-712.
- Pfender, W. F., Hine, R. B. and Stanghellini, M. E. (1977). Production of sporangia and release of zoospores by *Phytophthora megasperma* in soil. Phytopathology 67 : 657-663.
- Pratt, R. G. and Mitchell, J. E. (1973). Conditions affecting the detection of *Phytophthora megasperma* in soils of Wisconsin alfalfa fields. Phytopathology 63 : 1374-1379.
- Pristou, R. and Gallegoly, M. E. (1954). Leaf penetration by *Phytophthora infestans*. Phytopathology 44 : 81-86.
- Purss, G. S. (1957). Stem rot : A disease of cowpeas caused by an undescribed species of *Phytophthora*. Qd. J. Agric. Sci. 14 : 125-154.
- Purss, G. S. (1958). Studies on varietal resistance to stem rot (*Phytophthora vignae* Purss) in the cowpea. Qd. Agric. Sci. 15 : 1-14.
- Purss, G. S. (1963). Caloona-stem rot resistant cowpea. Qd. Agri. J. 89 : 756-759.
- Purss, G. S. (1972). Pathogenic specialization in *Phytophthora vignae*. Aust. J. Agric. Res. 23 : 453-456.
- 斉藤道彦, 一戸正勝, 鶴田 理 (1980). *Fusarium* 属菌の同定におけるパーオキシダーゼの電気泳動パターン比較の有用性について. 日菌報 21 : 229-235.
- 酒井隆太郎 (1961). 馬鈴薯疫病菌の培養に関する栄養生理学的研究. 北農試報告 57 : 6-20.
- 酒井隆太郎 (1962). 植物病理実験法: 日本植物防疫協会. p. 767.
- Sneh, B., Eye, L. L. and Lockwood, J. L. (1981). Factors affecting germination of oospores of *Phytophthora megasperma* var. *sojae*. Phytopath. Z. 101 : 314-322.
- Starkman, E. C. (1914). A study in cereal rusts, physiological races. Bull. Minn. Agric. Exp. Stat. No. 138 : 56.
- 高桑 亮, 高瀬 昇 (1956). 北海道における馬鈴薯疫病菌系統の発生状況について. 日植病報 21 : 34-35.
- 高瀬 昇, 高桑 亮 (1957). 日本における馬鈴薯疫病菌系統及び疫病抵抗性遺伝子の国際命名方式による分類. 日植病報 22 : 79-82.
- 滝元清透 (1938). 疫病菌の寄生に因る作物の病害. 日植病報 7 : 240-248.
- 富山宏平 (1956). 馬鈴薯疫病抵抗性の細胞生理学的研究, III 疫病菌の侵入を受けた細胞の褐変に至る過程の時間の測定. 日植病報 20 : 165-169.
- Tsakiridis, J. P., Vasilakakis, CH. B. and Chrisochou, A. P. (1979). Evaluation of new systemic and non-systemic fungicides for the control of *Peronospora tabacina* in tobacco seedbeds and fields in Greece. Plant Dis. Repr. 63 : 63-66.
- Tsao, P. H. (1960). A serial dilution end-point method for estimating disease potentials of citrus *Phytophthora* in soil. Phytopathology 50 : 717-725.
- Tsao, P. H. and Menyonga, J. M. (1966). Respons of *Phytophthora* spp. and soil microflora to antibiotics in the pimarinic-vancomycin medium. Phytopathology 56 : 152.
- Tsao, P. H. and Ocana, G. (1969). Selective isolation of species of *Phytophthora* from natural soils on an improved antibiotic medium. Nature 223 : 636-638.
- 土屋貞夫 (1979). アズキ茎疫病の発生推移と被害. 日植病報 45 : 116.
- 土屋貞夫 (1983). 北海道畑作物の土壌病害 (宇井格生ほか編). 北海道植物防疫協会 p. 99-108.
- 土屋貞夫, 児玉不二雄 (1978). アズキ茎疫病とその病原菌. 植物防疫 32 (9) : 7-10.
- 土屋貞夫, 児玉不二雄 (1979). アズキ茎疫病のアズキおよびササゲ (cowpea) に対する病原性. 日植病報 45 : 116.
- 土屋貞夫, 児玉不二雄 (1981<sup>a</sup>). *P. vignae* のアズキ品種に対する病原性の差異. 日植病報 47 : 100.
- 土屋貞夫, 児玉不二雄 (1981<sup>b</sup>). 疫病の生態と防除—マメ類の茎疫病—植物防疫 35 : 439-442.
- 土屋貞夫, 児玉不二雄, Wichian, K. 生越 明 (1978). 上川管内におけるアズキ茎疫病の病原菌と発生状況. 日植病報 44 : 75.
- 土屋貞夫, 田中文夫 (1983). アズキ茎疫病に対する種子粉衣剤ならびに茎葉散布剤の防除効果. 日植病報 49 : 117.
- 土屋貞夫, 田中文夫 (1984). 上川地方におけるアズキ茎疫病の発生実態. 道立農試集報 51 : 105-112.
- Tsuchiya, S., Yanagawa, M. and Ogoshi, A. (1986). Formae speciales differentiation of *Phytophthora vignae* isolates from cowpea and adzuki bean. Ann. Phytopath. Soc. Japan 52 : 577-584.

- Tucker, C. M. (1931). Taxonomy of the genus *Phytophthora* de Bary. Res. Bull. Univ. Mo. 153 : p.1-208.
- Vaartaja, O., Pitblado, R. E., Buzzell, R. I. and Crawford, L. G. (1979). Chemical and biological control of *Phytophthora* root and stalk rot of soybean. Can. J. Pl. Sci. 59 (2) : 307-311.
- Walker, J. C. (1957). Plant pathology. McGraw-Hill Book Company, Inc. USA. p.200.
- Ward, E. W. B., Lazarovits, G., Stossel, P., Barrie, S. D. and Unwin, C. H. (1980). Glyceollin production associated with control of *Phytophthora* rot of soybeans by the systemic fungicide, metalaxyl. Phytopathology 70 : 738-740.
- Waterhouse, G. M. (1963). Key to the species of *Phytophthora* de Bary. Mycol. Pap. 92, Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, England.
- Waterhouse, G. M. (1970). The genus *Phytophthora* de Bary. Mycol. Pap. 122, Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, England.
- Waterhouse, G. M., Newhook, F. J. and Stanps, D. Jean (1983). Present criteria for classification of *Phytophthora*. *Phytophthora*, Amer. Phytopath. Soc. USA, 139-147.
- 山崎義人, 高坂卓彌 (1980). イネのいもち病と抵抗性育種. 博友社, p.341-412

# Studies on the stem rot disease of adzuki bean caused by *Phytophthora vignae* f. sp. *adzukicola* and its control

by

Sadao TSUCHIYA\*

## Summary

*Phytophthora* stem rot of adzuki bean (*Phaseolus angularis* (Willd.) Wight = *Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi) has broken out in the broad region of major area that have drained paddy field for upland crop cultivation in Hokkaido.

This treatise described the results of research conducted to establish measures to control this disease. The results can be outlined as follows.

### 1. Survey for the occurrence :

In the field survey (1977 - 1983) the disease distributed in 10 cities and 32 municipalities in 8 districts of Hokkaido. The first symptoms are water - soaked spot on the stems which appears on the hypocotyl close to the ground. Then the infected parts thins down and eventually the plant are dead. At their middle growing stage (mid July), both water - soaked spot on the stem close to the ground and lower branching joints are covered with white, powdery mycelia under wet conditions. Then the infected parts turn light red, grayish brown or black by secondarily parasitized fungi such as *Fusarium* and others.

This disease occurred more frequently in the drained paddy fields than in ordinary ones. The damage depends on the time of infection. The bean weight yield of the diseased plants which are infected in early August decreased 61.2% compared to healthy ones.

### 2. Pathogen :

1). Morphology ; The zoosporangia are subglobose to globose and  $28.6 \times 43.5 \mu\text{m}$  in size on the average, and the papilla are inconspicuous. Although they usually grow on the simple sympodial sporangiophores, they often proliferates or their zoosporangiophores sometimes branches off. Most of oogonia covered with a smooth and thin wall is spherical, and  $30 \times 31.2 \mu\text{m}$  in size on the average and every oogonium contains one oospore. At first oospores are colorless and later it turn pale yellow.

The antheridia are always amphigynous and homothallic.

2). Cultural properties ; The pathogen grows especially well on both potato sucrose agar and corn meal agar media. The fungus grows at the temperature ranging from 10 to 35 C. The optimum temperature is around 27 C.

3). Host range ; The causal fungus is only pathogenic to adzuki beans.

---

\*Present Address : Hokkaido Prefectural Kamikawa Agricultural Experiment Station, 6-18 Nagayama, Asahikawa, Hokkaido 079, Japan.

4). Identification ; From its mycological characteristics, the *Phytophthora* belongs to *P. vignae*, and is identified as *Phytophthora vignae* Purss f. sp. *adzukicola* Tsuchiya, Yanagawa et Ogoshi from the pathogenicity to the hosts.

There are three races in *P. vignae* f. sp. *adzukicola*.

### 3. Ecology and physiology :

1). The pathogen over winters mainly in the form of oospores.

2). The pathogen enters into the host plant through the stomata. The latent period depends on temperature. It is 82 to 83, 68 to 69 and 26 to 27 hours at 15C, 20C and 25C, respectively.

3). The time required for secondary infection which is caused by zoospores depends on temperature. At 27 C it requires more than 12 hours under wet condition.

4). While the disease developed at temperatures ranging from 15 to 32 C, the optimum temperature is from 25 to 28 C. One of the most important factors for disease development was water potential in soil. Temperature and rainfall are other important factors.

### 4. Varietal resistance :

The most resistant cultivars are Urasa, Chunagon, Soshokushu, following Kensaki, Notoshozu, Kotobukishozu and Oodate 2.

### 5. Disease control :

1). Cultural measures ; It is advisable for the farmers to grow Kotobukishozu, which is a recommended species by Hokkaido government. As to cultivation method, drainage measures of fields are useful, that is high ridge, high - ridge covered by vinyl film or molding which can minimize the outbreak and spread of the disease.

2). Chemical control; The fungicidal seed treatment with 35 % metaraxyl powder, effectively control young seedlings from developing the disease when sprinkled dry or wet over the seeds by 0.3% of the seed weight before seedling. Spraying to leaves and stems of water soluble fungicides such as captan and several others are effective. Both a fungicidal seed treatment and spraying a fungicide such as captan diluted 500 times are more effective. It is necessary to spray to the stems of the adzuki beans on the ground 2 to 3 times. Spraying time for disease control is about 30 days after seeding, when late affection of the fungicide disappears.

## 図 版 説 明

### 図版 I アズキ茎疫病発生の実態

- 1 : 水田転換畑における発生被害状況
- 2 : 降雨で滞水した状態
- 3 : アズキの苗立枯症状  
左：罹病苗， 右：健全苗
- 4 : 生育中期（開花始め頃）における立枯症状

### 図版 II 病徴および被害

- 1 : 茎地際部における初期病斑
- 2 : 多湿条件下における病斑  
白色粉状の菌叢で覆われる
- 3 : 低湿条件下における病斑  
病斑周縁部が赤褐色～赤紫色に変色
- 4 : 病斑上に二次寄生菌が着生  
茎地際部が黒色に変色
- 5 : 被害  
左：罹病個体， 右：健全個体

### 図版 III 病原菌

- 1 : 遊走子のう（罫線の長さ：29 $\mu$ m）
- 2 : 胞子のう柄の分岐およびProliferation（同上：29 $\mu$ m）
- 3 : 造卵器（O），造精器（A）（同上：17 $\mu$ m）



- 4 : 罹病組織内に形成された卵胞子 (罫線の長さ:  $19\mu\text{m}$ )
- 5 : 変形菌糸 (培地上で稀に認める) (同上:  $29\mu\text{m}$ )
- 6 : 同 上 (同上:  $29\mu\text{m}$ )

#### 図版 IV 病原菌

- 1 : PSA培地上における分離菌株の生育  
 上段; アズキ茎疫病菌  
 菌株番号; 左: Ph-9(IFO-30613), 中央: Ph-15,  
 右: Ph-39  
 下段; ササゲ茎疫病菌 (stem rot)  
 菌株番号; 左: Pv-15 (19915), 中央: Pv-17 (19997),  
 右: Pv-22 (20882)
- 2 : 分離菌株の病原性 (土壤接種)  
 左: 無接種, 中央: IFO-30613 (Ph-9), 右: Ph-15
- 3 : 病原菌の組織内侵入  
 被のう胞子の発芽管が気孔の開孔部より侵入 (罫線の長さ:  $16\mu\text{m}$ )
- 4 : 同 上 (同上:  $7.3\mu\text{m}$ )

#### 図版 V 病原菌

- 1 : アズキ幼苗胚軸部の断面 (健全組織) (罫線の長さ:  $16\mu\text{m}$ )
- 2 : 同 上 (感染組織) (同上:  $7.3\mu\text{m}$ )
- 3 : 自然発病土壤における本病菌の稀釈限界値  
 0 : 自然発病土, 3 : 稀釈倍数 8 倍, 5 : 同 32倍  
 7 : 同 128倍, 8 : 同 256倍, 9 : 同 512倍
- 4 : アズキ茎疫病に対する品種抵抗性の差異 (土壤接種)  
 左: ハヤテショウズ, 中央: 十育97号, 右: 寿小豆

#### 図版 VI 耕種的防除

- 1 : ほ場における抵抗性品種検定  
 中央から左 2 畦: 茶殻早生, 右端: 寿小豆
- 2 : 栽培方法と発病  
 左 1 畦: 平畦, 中央 2 畦: 高畦,  
 右 2 畦: 高畦・ビニールマルチ
- 3 : 培土処理の模擬実験  
 平畦・湛水処理 4 日後
- 4 : 同 上  
 培土・湛水処理 10 日後