

# 北海道における植物細菌病

## 1. *Pseudomonas syringae* van HALL によるアズキの褐斑細菌病

谷井 昭 夫†      馬 場 徹 代†

### BACTERIAL PLANT DISEASES IN HOKKAIDO

#### 1. Bacterial Brown Spot of Adzuki Bean caused by *Pseudomonas syringae* van HALL

Akio TANI and Tetsushiro BABA

1970年8月、伊達町でアズキ（白田小豆）の葉に、大型のハローをともなった赤褐色の大きな斑点と、葉柄に赤褐色の条斑を形成する細菌病が発生した。この病害はその病原細菌の細菌学的性質、寄生性を検討した結果、*Pseudomonas syringae* van HALL による本邦未記録の新病害であることが明らかになった。病名を褐斑細菌病、Bacterial brown spot とする。

## I 緒 言

北海道における細菌病に関する報告は極めて乏しく、わずかに成田博士らによるジャガイモの細菌病に関する詳細な報告<sup>15)16)17)</sup>があるにすぎず、一般に本州の記載が準用され、詳細な同定記載はみあたらない。北海道には本州にない作物が栽培され、その病害の種類も多いので、それらを明らかにしておくことは必要である。一般に、作物の重要な病害とは、ある地方における病害が流行的に発生するのが通例であるので、その病原菌の性質を調査し、明らかにしておくことは病害発生予察上極めて有意義であると考えられる。筆者らは、この一環として細菌病類の試験、とくに血清学的類別を実施しているが、1970年、伊達町においてアズキに1種の細菌病が発生し、これを同定した結果、*Pseudomonas syringae* van HALL による本邦未記録の新病害であることがわかったので報告する。

## II 病 徴

葉には初め褐色の小斑点を生じ、水浸状を呈す

ることなく拡大あるいは融合し、大型のハローをともなった赤褐色の円形～不整形の大きな病斑となる。病斑部は薄く、破れやすい。菌泥は生じない。本病斑は *Phyllosticta phaseolina* による褐紋病に類似しているが、後者は病斑部に小黑点（柄子殻）を散生するのに対して前者は作らないので区別できる (Plate I, 1)。

葉柄では初め赤褐色の小点を生じ、やや水浸状を呈して進行し、ついに赤褐色の条斑となる (Plate I, 2)。節に発病すると葉柄はもろく離脱しやすくなる。伊達町以外での本病の分布はまだ明らかでないが、発病したアズキの種子の元種は十勝産であることと、一般に豆類の病害は種子伝染するものが多いことを考えあわせると、十勝地方にも発生している可能性があると考えられる。

## III 病原細菌の分離と接種試験

普通寒天を用い、稀釈平板法によって茎葉の新鮮な病斑部より細菌を分離すると、灰白色、円形コロニーを形成する細菌が高率に分離される。分離された細菌を Tween 80 の約 5,000 倍液に浮遊させ、アズキ（宝小豆）に噴霧接種すると茎葉に自然病徴と似た病斑を形成し、これらの病斑から接

† 中央農業試験場

種細菌が再分離されるので、これらの分離細菌が病原細菌であると認められる。

#### IV 病原細菌の寄主範囲

温室で育成した鉢植えの植物に病原細菌（6菌株）を遠沈洗浄し、Tween 80 の約5,000倍液で約 $10^8$  cells/ml に調整した病原細菌浮遊液を噴霧接種した。接種後は温室に置くことなく温室内で管理した。その結果は Table 1 に示すとおりである。すなわち、噴霧接種でアズキ、ササゲ、フジマメに、付傷接種でレモン果実寄生性を認めたが、インゲン、ダイズほか9植物には全く寄生性を認めなかった。

Table 1 The pathogenicity of causal pathogen to the several plants by spray inoculation

Plants	Degree of infection <sup>a)</sup>
Soy bean ( <i>Glycine max</i> )	-
Kidney bean ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	-
Adzuki bean ( <i>Phaseolus angularis</i> )	卍
Broad bean ( <i>Vicia faba</i> )	-
Garden bean ( <i>Pisum sativum</i> )	-
Cowpea ( <i>Vigna sinensis</i> )	卍
Lablab ( <i>Dolichos lablab</i> )	+~卍
Sugar beet ( <i>Beta vulgaris</i> var. <i>rapa</i> )	-* <sup>b)</sup>
Eggplant ( <i>Solanum melongena</i> )	-*
Pepper ( <i>Capsicum annum</i> )	-*
Great burdock ( <i>Arctium lappa</i> )	-*
New Zealand spinach ( <i>Tetragonia expansa</i> )	-*
Sesame ( <i>Sesamun japonicum</i> )	-*
Physalis floridana	-*
Lemon fruit ( <i>Citrus</i> sp.)	卍* <sup>c)</sup>

a) 卍; Severe infection, 卍; Moderate infection, +; Slight infection, -; No infection.

b) Inoculated with two isolates

c) Wound inoculation.

アズキ(宝小豆)の接種病徴は接種4日後に褐色の小斑点を生じ、水浸状を呈することなく拡大し、赤褐色の円形病斑と病斑周囲にハローを形成したが、自然感染にみられるような大型のハローをともなった大きな赤褐色の病斑とならなかつた(Plate I, 3)。また葉柄の発病は夏期の接種では成

功したが、冬期の接種では不成功であった。このことは接種条件が適当でなかったか、あるいは品種間差異があるためであろうと考えられる。ササゲは最も発病しやすく、接種2日後には褐色の小斑点を生じ、やや水浸状を呈して拡大し、ついにハローをともなった赤褐色の円形病斑を形成する。また葉脈に条斑を形成し、その結果、葉の捲縮屈曲を生ずる(Plate I, 4)。フジマメもアズキとよく似た病斑を形成する(Plate I, 5)。

そ菜類に対する寄生性は殺菌水を吸水させた濾紙を入れたペトリ皿に各寄主の組織を入れ、普通寒天培地で生育させた菌苔を塗布し、その腐敗状況を25°C、4日間調査した。その結果、ダイコン、タマネギ、カンランを腐敗せしめ、ニンジンに極めて微弱な寄生性を認めたが、ハクサイは腐敗しなかつた。

#### V 病原細菌の細菌学的性質

病原細菌の細菌学的性質の検査は、とくに記載したもの以外は米国細菌学者協会の実験法<sup>19)</sup>および伝染病研究所学友会の細菌実習提要<sup>9)</sup>により実施し、供試菌株は6菌株(葉柄から分離した4菌株、葉から分離した2菌株)で、あらかじめ普通寒天培地に25°C、24~48時間培養したものを供試し、培養温度はゼラチンの液化能の検査を除いて25°Cで実施した。

##### A 形態および染色性

菌体は両端の丸い桿状で、まっすぐかまたはやや彎曲し、大きさ0.5~0.8×1.2~3.1 $\mu$ である。単在するか2個連結し、芽胞、包のうは認められない。1~5本の単極または両極性の鞭毛を有する(Plate I, 6)グラム陰性である。塩基性フクシンやメチレン青によく染まる。

##### B 培養的性質

1) 普通寒天平面培養; 生育は中庸で、表生コロニーは灰白色、円形、全縁、中高で表面は平滑、湿光を帯び不透明、牛酪質である。古くなれば丘状となり周縁はやや不規則となる。内生コロニーは白色~やや褐色を帯び、レンズ状である。培地は変色しない。

2) 普通寒天斜面培養; 生育は中庸で、菌苔は

灰白色、糸状、丘状、表面は平滑、湿光を帯び、半透明で牛酪質である。培地は変色せず、悪臭もない。

3) 普通寒天せん刺培養；糸状に発育するが、せん刺溝の上部は下部に比べて発育極めて良好である。

4) ブイヨン培養；混濁中庸で、液の上部は下部に比べて混濁が著しい。被膜を形成し、沈澱は少量でやや粘稠である。

5) ペプトン水、ブドウ糖リン酸塩ペプトン水培養；ブイヨン培養の場合とほとんど変わりがない。

6) 牛乳培養；凝固することなく徐々に消化する。液は黄緑色に着色し、古くなれば著しく黒紫色を呈する。

7) リトマス牛乳；リトマスを青変し、底部より次第に還元する。

8) メチレン青の還元；メチレン青を還元する。

9) ウシンスキー氏液培養；生育しない。

10) フェルミ氏液培養；徐々に発育し、液は黄緑色となる。

11) コーン氏液培養；生育しない。

### C 生理的性質

1) 色素の産生；キングA培地<sup>11)</sup>にピオシアニンを産生しないが、B培地<sup>11)</sup>に緑色の蛍光色素を産生する。

2) 酸素との関係；好気性である。

3) ゼラチンの液化；ゼラチンをロート状に液化する。

4) 硝酸塩の還元；1, 2, 4日培養で硝酸塩を還元しない。

5) インドールの産生；1, 2, 4日培養でインドールを産生しない。

6) 硫化水素の産生；酢酸鉛寒天の高層にせん刺培養したが、硫化水素を産生しない。

7) アンモニアの産生；ペプトン水の2, 4日培養でわずかにアンモニアの産生を認める。

8) 糖類、アルコールおよび有機酸塩の分解作用；AYERS らの合成培地と BARSIEKOW の培地に1%の寒天を添加し、プロムチモールブルーを

用いて21種の糖類、エチルアルコールと6種の有機酸塩の利用能をせん刺培養法により約3週間にわたって調査した。その結果、グリセロール、L-アラビノース、D-キシロース、ラムノース、デキストロース、D-マンノース、ガラクトース、D-フルクトース、サッカロース、マンニトールからは培養24時間で両基礎培地とも酸の産生を認めた。マルトース、ラクトース、エリトリトールでは合成培地で10~20日目に酸を産生(遅分解性)したペプトンを基礎培地とした場合は酸を産生しなかった。ラフィノース、澱粉、デキストリン、イヌリン、サリシン、ズルチトール、D-ソルビトール、エチルアルコールからは両基礎培地とも酸の産生は認められなかった。また、いずれの糖類からもガスの産生は認められなかった。

マロン酸ナトリウム、クエン酸ナトリウム、コハク酸ナトリウムを利用するが、馬尿酸ナトリウム、尿酸ナトリウム、酒石酸ナトリウムは利用されなかった。

9) 澱粉の糖化作用；0.2%可溶性澱粉加用ブイヨン水に7日間培養したが、糖化作用を認めない。

10) レバンの産生<sup>12)</sup>；5%蔗糖加用普通寒天培地に培養したが、レバンを産生しない。

11) Voges-Proskauer 試験とメチル赤試験；両者とも陰性である。

12) グルコン酸の酸化<sup>9)</sup>；GRAHAM らの方法(グルコン酸ナトリウムを代用)によって4, 7日培養し、Benedict 試薬によって検したが、陰性である。

13) カタラーゼ試験；陽性である。

14) チトクローム・オキシダーゼ試験<sup>7)</sup>；GABY らの方法によったが陰性である。

15) オキシダーゼ反応<sup>12)</sup>；KOVACS の方法によったが陰性である。

16) アルギニン・ディヒドロラーゼ試験<sup>2)</sup>；THORNELLY の方法によったが陰性である。

17) チロシナーゼ活性<sup>12)</sup>；LELLIOTT らの方法で弱陽性である。

18) リパーゼ試験<sup>14)</sup>；その作用を認めない。

19) 耐塩性；4%食塩加用ペプトン水に生育するが、5%では強く生育を阻害される。

20) ペクチナーゼ活性<sup>19)</sup>; WIERING'S Pectate (Dowson's modification) で培養したが、その作用を認めない。

21) ジャガイモスライスの腐敗<sup>13)</sup>; ジャガイモスライス上で、25°C, 4日間培養したが、腐敗は起こらない。

22) 37°Cでの生育; 生育しない。

## VI 病原細菌の分類学的考察

病原細菌はグラム陰性、極毛を有する桿状体で、白色コロニーを形成する植物病原細菌なので、*Pseudomonas* 属細菌である。

アズキに自然で寄生する *Pseudomonas* 属細菌は未だ報告がないようである。著者らはインゲンかさ枯病菌 (*Pseudomonas phaseolicola*) が人為噴霧接種で、アズキに感染を起こすこと<sup>21)</sup>および自然でも寄生することを認めた(未発表)が、本細菌はインゲンに寄生性を有せず、インゲンかさ枯病菌を抗原とした抗血清に対して共通沈降素をほとんど認めないので、*Pseudomonas phaseolicola* と同種であるとは考えられない。

ササゲ、フジマメに人為的にまたは自然で寄生し、本病原細菌と細菌学的性質が類似しているものに多犯性の *Pseudomonas syringae* van HALL<sup>2)</sup> <sup>18)23)</sup>がある。*Pseudomonas syringae* の記載と著者らの菌とを比較すると Table 2 のとおりである。

すなわち、本菌はウシンスキー氏液における生育および2,3の糖(ラムノース、ラクトース、マルトース)の分解能を除いては *Ps. syringae* と差異がない。また *Ps. syringae* の細菌学的性質を検討したその他の報告によると、BUTLER ら<sup>3)</sup>は *Ps. syringae* にはラムノースからの酸の産生について、産生株と非産生株のあることを示している。マルトース、ラクトースについては本細菌は前述のように合成培地を基礎培地とした場合、長期間の培養で酸の産生がみられ(遅分解性)、ペプトンを基礎培地とした場合では酸の産生は認められない。CROSSE ら<sup>5)</sup>は *Ps. syringae* が Purple-lactose agar の長期間の培養(30日)で酸を産生することを認めており、基礎培地、調査期間によっては+

たは-の結果となる。エリトリットールも同様に合成培地では酸の産生が認められるが<sup>14)</sup>、ペプトンを基礎培地とした場合、酸の産生が認められないことがわかった。

LELLIOTT ら<sup>13)</sup>は緑色蛍光色素産生群の *Pseudomonas* 属細菌の分類に新しい細菌学的性質(レバンの産生、オキソダーゼ反応、アルギニン・ディヒドロラーゼなど)をとりあげているが、本病原細菌はレバンの産生を除いては *Ps. syringae* によく一致している。*Ps. syringae* にはレバン産生、非産生株が存在している<sup>3)14)</sup>。

以上のように本病原細菌の細菌学的性質は *Ps. syringae* の最近の記載とほとんど一致しており、培養的性質でわずかに異なるが、これは供試菌の系統の差異によると考えられるので、病原細菌は *Ps. syringae* の1系統と考えられる。本病原細菌は噴霧接種でインゲン、ソラマメに寄生性を認めなかったが、*Ps. syringae* には寄生性を異にした多くの系統が存在しており<sup>23)28)</sup>、ササゲ、フジマメに対する寄生性、およびその病徴、レモン果実、そ菜類に対する寄生性からみても病原細菌は *Pseudomonas syringae* van HALL と同定される。

この細菌によるアズキの自然発病は従来全く報告がないので、ここに本病の病名を褐斑細菌病、Bacterial brown spot とする。

なお、*Ps. syringae* によるライマビーン、インゲンの褐斑細菌病(Bacterial brown spot)<sup>10)22)</sup>の場合は、種子伝染することが認められており、本病でも同様であろうと考えられる。

また *Ps. syringae* に細菌学的性質がよく似ているものに *Ps. pisi* SACKETT<sup>1)</sup>があるが、HOITINK ら<sup>10)</sup>によれば、両者は細菌学的性質では全く区別がつかないが、寄主範囲、acrylamide disc-gel electrophoretic protein patterns, electrophoretic peroxidase isozymes などに相違があることを認めており、BUTLER ら<sup>3)</sup>によれば、両者は血清学的に明瞭に区別されるという。

著者らは本病原細菌が超音波処理の *Ps. aptata*<sup>20)</sup>を抗原とした抗血清に対して、多くの共通または類似の沈降抗原を有していることを認めた。LELLIOTT ら<sup>13)</sup>は *Ps. aptata* を *Ps. syringae* の

Table 2 Comparative characters of *Pseudomonas syringae* and writer's isolates

Organisms	<i>Pseudomonas syringae</i>				Writer's isolates
	Authors	TISDALE et al.	GARDNER et al.	BURKHOLDER	
Characters					
Flagell and size	polar, 1- 0.3-0.7 ×0.7-2.2 μ	polar, 1-5 0.44-0.66 ×1.10-2.34 μ	polar, 1-2 0.6-0.8 ×1.35-3.6 μ	polar, 1-2 0.75-1.5 ×1.5-3.0 μ	polar, 1-5 0.5-0.8 ×1.2-3.1 μ
Capsul and spore	no	no	no	no	no
Gram stain	negative	negative	negative	negative	negative
Ushinsky's solution	+	+	+	+	-
Fermi's solution	+	+	+	+	+
Cohn's solution	-	-	-	-	-
Action on milk	alkaline,digested	alkaline,digested	alkaline,digested	alkaline,digested	alkaline,digested
Reduction of litmus milk	+	+	+	+	+
Production of fluorescin	+	+	+	+	+
Oxygen relation	aerobic	aerobic	facultative anaerobic	facultative anaerobic	aerobic
Liquefaction of gelatin	+	+	+	+	+
Nitrate reduction	+	-	-	-	-
Indole production	+	-	-	-	-
Hydrogen sulfide test	-	-	-	-	-
Ammonia production	-	+		+	+
Acid from (organic media)	dextrose saccharose	dextrose saccharose	dextrose saccharose		rhamnose dextrose d-fructos galactose l-arabinose d-xylose saccharose mannitol glycerol
Acid or alkaline from (synthetic media)				dextrose galactose levulose mannose arabinose xylose saccharose mannitol glycerol citric, malic succinic, lactic acids	rhamnose dextrose d-fructose galactose l-arabinose saccharose maltose erythritol glycerol salts of citric malonic, succinic acids
No acid or alkaline from (organic or synthetic media)				rhamnose lactose maltose raffinose arbutin salicin dulcitol starch cellulose formic, tartaric, acetic acids	raffinose starch dextrine inulin salicin dulcitol d-sorbitol ethanol salts of tartaric, hippuric, uric acids
Hydrolysis of starch Toleration to NaCl Growth at 37°C	4 % -	- 4 % -	-	-	- 4 % -

synonym としているが、両者の関係については、ほかの多くの植物病原細菌をも含めて、血清学的にさらに追及していく必要がある。

## VII 摘 要

1. 1970年8月、北海道有珠郡伊達町で小豆の葉に、大型のハローをともなった赤褐色の大きな斑点と、葉柄に赤褐色の条斑を形成する病害が発生した。

2. この病斑部より常法によって病原菌を分離した結果、灰白色、円形コロニーを形成する細菌が分離され、分離細菌を小豆に噴霧接種すると、自然発病と極めて類似する病徴を生じ、これらの病斑部から接種細菌と同種の細菌が再分離されるので、分離細菌が病原菌であることがわかった。

3. 分離細菌の細菌学的諸性質とササゲ、フジマメ、レモン果実などに対する寄生性と病徴から、本病原細菌は *Pseudomonas syringae* van HALL と同定された。同菌による小豆の自然発病は、過去に報告の記録がないので病名を小豆の褐斑細菌病、Bacterial brown spot とした。

## 引用文献

- BREED, R. S., E. G. D. MURRAY and N. R. SMITH 1957; Bergcy's manual of determinative bacteriology. 7th ed. Williams and Wilkins Co., Baltimore; 127-123.
- BURKHOLDER, W. H., 1930; The bacterial disease of the bean; a comparative study. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Mem., 127; 55-59.
- BUTLER, L. D. and H. S. FENWICK, 1970; Austrian winter pea, a new host of *Pseudomonas syringae*. Plant Disease Repr., 54; 467-471.
- CLARA, F. M., 1934; A comparative study of the green-fluorescent bacterial plant pathogens. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Mem., 159; 14-29.
- CROSSE, J. E. and C. M. E. GARRETT, 1963; Studies on the bacteriophagy of *Pseudomonas mors-prunorum*, *Ps. syringae* and related organisms. J. appl. Bact., 26; 172.
- 伝染病研究所学友会, 1958; 細菌学実習提要, 2版, 丸善, 東京.
- GABY, W. L. and C. C. HADLEY, 1957; Practical laboratory test for the identification of *Pseudomonas aeruginosa*. J. Bact., 74; 356-358.
- GARDNER, M. W. and J. E. KENDRICK, 1925; Bacterial spot of cowpea and lima bean. Journ. Agr. Res., 31; 841-863.
- GRAHAM, D. C. and W. J. DOWSON, 1960; The coliform bacteria associated with potato black-leg and other soft rots. II. Biochemical characteristics of low and high-temperature strains. Ann. appl. Biol., 48; 59.
- HOITINK, H. A. J., D. J. HAGEDORN and M. ELIGABETH, 1963; Survival, transmission, and taxonomy of *Pseudomonas syringae* van HALL, the causal organism of bacterial brown spot of bean (*Phaseolus Vulgaris* L.). Can. J. Microbiol., 14; 437-441.
- KING, E. O., M. K. WARD and D. E. RANEY, 1954; Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescein. J. Lab. Clin. Med., 44; 301-307.
- KOVACS, N., 1956; Identification of *Pseudomonas pyocyanea* by the oxidase reaction. Nature, Lond. 178; 703.
- LELLIOTT, R. A., E. BILLING and A. C. HAWARD, 1966; A determinative scheme for fluorescent plant pathogenic pseudomonads. J. appl. Bact., 29; 470-489.
- MISAGHI, I. and R. G. Grogan, 1969; Nutritional and biochemical comparisons of plant-pathogenic and saprophytic fluorescent pseudomonads. Phytopath., 59; 1436-1450.
- 成田武四 1953; 北海道における馬鈴薯細菌病に関する研究, 道農試報告, 8; 1-80.
- , 春貴紀男, 1952; 北海道における馬鈴薯青枯病に関する調査, 道農試報告, 4; 1-62.
- , 田中一郎, 1954; 北海道に於ける馬鈴薯輪腐病に関する調査研究, 馬鈴薯萎凋性病害に関する調査研究(II), 道農試報告, 6; 1-116.
- SKERMAN, V. B. D., 1967; A guide to the identification of the genera of bacteria. 2th ed. Williams and Wilkins Co., Baltimore; 258.
- Society of American Bacteriologists 1957; Manual of microbiological methods. McGraw-Hill book Co. New York.
- 谷井昭夫, 高桑 亮, 1968; 北海道に発生したてん菜

- 斑点細菌病の病原細菌について, 日植病報, 5; 326 (講要).
21. ———, ———, 1969; インゲンかさ枯病 *Pseudomonas phaseolicola* (BURKHOLDER) DOWSON に対する インゲン品種, アズキ, ダイズ接種反応, 北日本病虫研報, 20; 39.
22. THORNER, M. J., 1960; The differentiation of *Pseudomonas* from other gram-negative bacteria on the basis of arginin metabolism. J. appl. Bact., 23; 37-52.
23. TISDALE, W. B. and M. W. WILLIAMSON, 1923; Bacterial spot of lima bean. Journ. Agr. Res., 25 141-153.

### Summary

At Date-Cho of Hokkaido prefecture in Japan, unreported bacterial plant disease was found on Adzuki bean (*Phaseolus angularis* WIGHT) in August 1970.

The symptoms are at first small brown spots on the leaves; then the lesions gradually enlarged and became round, reddish brown spots surrounded by large halos; later, spots of the leaves became fragile and thin, parchment like parts, and at last they were torn; while the symptoms shown the petioles is somewhat water-soaked reddish brown streaks.

As a results of experiments on bacteriological characters and pathogenicities, the pathogen was identified as *Pseudomonas syringae* van HALL.

The bacteriological characters of the

pathogen are as follows; Cylindrical rods, traight or somewhat curved,  $0.5-0.8 \times 1.2-3.1 \mu$ , motile with 1-5 polar flagella, GRAM-negative. Aerobic, colonies on agar, grayish white round, convex, smooth, glistening and butyrous. Fluorescin produced in King's B agar and gelatin liquefied, but not sodium polypectate. Milk digested without coagulation and litmus reduced, but not nitrate. Ammonia produced, but not levan, indol, hydrogen sulfide or acetoin. Methyl red negative. Acid but not gas from rhamnose, dextrose, d-fructose, galactose, d-mannose, l-arabinose, d-xylose, saccharose, lactose, maltose, mannitol, erythritol or glycerol in synthetic media; neither acid or gas from raffinose, starch, dextrine, inulin, salicin, dulcitol or ethanol. Alkaline reaction from sodium salts of citric, malonic, succinic acids, but not sodium salts of tartaric, hippuric, uric acids. Starch and tween 80 not hydrolysed. Tyrosinase week-positive, but not cytochrome oxidase, oxidase or arginine dihydrolase. Oxidation of gluconate negative.

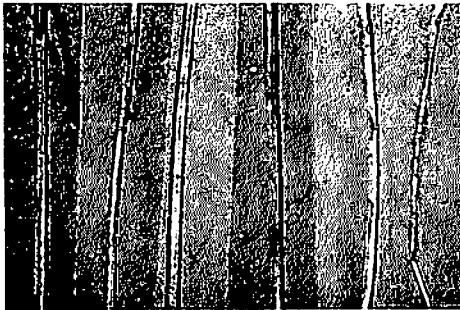
Occurs naturally on Adzuki bean (*Phaseolus angularis* WIGHT). Produced infection, following spray inoculation, in Cowpea (*Vigna sinensis* ENDL.) and Ladlab (*Dolichos lablab* L.), but not Soy bean (*Glycine max* MESSILL), Kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.), Broad bean (*Vicia faba* L.) or Garden bean (*Pisum sativum* L.).

Explanation of plate

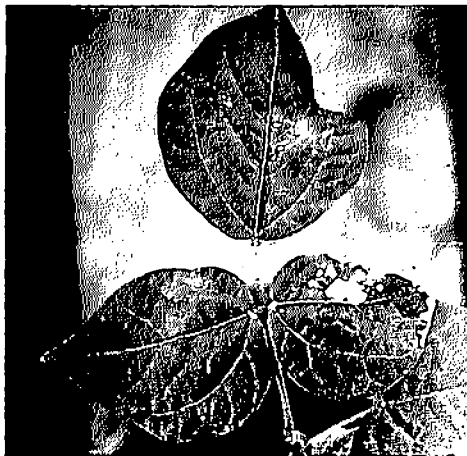
Plate I



1 Reddish brown spots sursounded by large halos on the Adzuki bean leaves (natural infection).



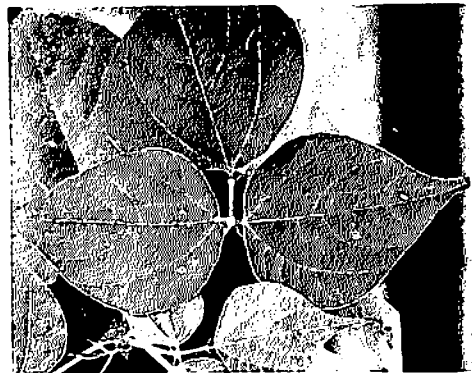
2. Streaks on the petioles (natural infection).



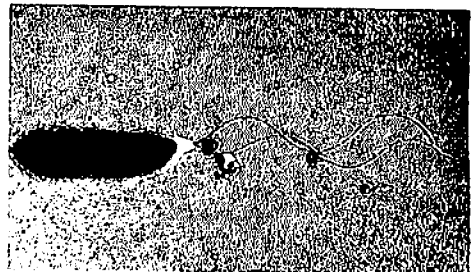
3. Brown spots on the Adzuki bean leaves (artificial inoculation).



4. Brown spots on the Cowpea leaves (artificial inoculation)



5. Brown spots on the Lablab leaves (artificial inoculation).



6. Electron micrograph of the pathogens  
( $\times 8,000$ )