

Pseudomonas caryophylli によるスターチス萎ちょう細菌病

誌名	日本植物病理學會報 = Annals of the Phytopathological Society of Japan
ISSN	00319473
著者名	西山,幸司 小林,達男 畔上,耕児
発行元	日本植物病理學會
巻/号	54巻4号
巻号補足	
掲載ページ	p. 444-452
発行年月	1988年10月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



Pseudomonas caryophylli によるスターチス萎ちょう細菌病*

西山 幸司**・小林 達男***・畔上 耕児****

Koushi NISHIYAMA**, Tatsuo KOBAYASHI*** and Koji AZEGAMI****:
Bacterial Wilt of Statice Caused by *Pseudomonas caryophylli*

Abstract

A bacterial wilt of statice (*Limonium sinuatum* Mill.) plants was observed in Kochi Prefecture in 1985. Affected leaves showed unilateral chlorosis or entire wilting. The midvein and lateral veins often turned to pronounced red color in localized portions of affected leaves. The disease occurs severely in the hot season but not in winter. A non-fluorescent, aerobic, Gram-negative bacterium was isolated from the diseased plants. The bacteriological characteristics of 25 isolates of the bacterium coincided with those of the type strain and reference strains of *Pseudomonas caryophylli* which were isolated from carnations. The bacterium as well as reference strains attacked statice and carnations by artificial inoculations and it reproduced the similar symptoms to those of the natural infections. On the basis of bacteriological characteristics and pathogenicities, the bacterium was identified as *Pseudomonas caryophylli* (Burkholder 1942) Starr and Burkholder 1942. Bacterial wilt of statice was proposed for the name of the disease.

(Received March 10, 1988)

Key words: identification, statice, *Pseudomonas caryophylli*.

緒 言

高知県香美郡野市町にあるスターチス (*Limonium sinuatum* Mill.) の超促成栽培圃場で、1985年8月に下葉から黄化して萎ちょう枯死する株が見られた。同様な症状を呈する株が発生している圃場数は、日を追って急速に増加し、同年12月の調査では147筆中の124筆に及んだ。県内の他のスターチス生産団地である安芸市、芸西村および須崎市でも同様な症状の株が多数発生し、大きな被害をもたらした。このような症状を呈する株が最初に発見されたのは1981年であるが、発生は少なく被害も軽微であったために1985年までは現場ではほとんど無視されてきた。

病害および主根の維管束部を検鏡すると多量の細菌

泥の漏出が認められ、わが国には記録のない細菌病と推定された。そこで、病原細菌を分離し、病原性ならびに細菌学的性質を調査し、病原細菌を *Pseudomonas caryophylli* と同定した。本病はアメリカ合衆国フロリダ州で1984年に最初に発見されたものであった。本報では病原細菌の分離ならびに同定について報告する。

病徴と発生時期

本病は、はじめ下葉の一部分が生気を失い黄化して萎ちょうする。症状が進むと葉身の主脈を境とした半葉が黄化するとともに一部の葉脈が赤変し、さらに症状が進むと黄化と葉脈の赤変は葉身全体に及ぶ。このような症状は徐々に上位葉へと進展し、ついには生長

* 本報の概要は日本植物病理学会夏季関東部会(1986年7月)において講演した。

** 現在: 農業生物資源研究所 Present address: National Institute of Agrobiological Resources, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

*** 高知県農林技術研究所 Kochi Prefectural Institute of Agriculture and Forest Science, Ino, Kochi 781-21, Japan

**** 農業環境技術研究所 National Institute of Agro-Environmental Sciences, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

点も侵されて株全体が枯死し、やや赤味がかった黄色の枯れ葉が地面に折り重なるように残る (図版 I-1)。罹病株の主根および側根は黒変することが多く、変色部から根の基部に向かって維管束部があめ色から黒色に変色し (図版 I-2)、はげしく侵されると大部分の根が腐敗する。

本病は定植時期が早いほど激しく発病する傾向があり、8月下旬に定植した場合には、定植後2週間目ごろから発病し、9月中旬以降に定植した場合には、発病しないか、遅れて発病して軽い病状を呈する。また、発病株は11月に入ると気温の低下に伴って病勢が停滞し、翌年4月以降の気温の上昇を待って再び活発となる。本病は育苗中にも発生し、汚染苗を本圃へ持ち込むことで、圃場全体が発病したという事例もみられている。現地圃場では、アーリー・ブルー、アーリー・ホワイト、アプリコット・ビューティーなどの品種に発生しており、品種間差異は認められていない。

実験材料および方法

供試細菌 1985年12月に県内の主要4産地 (野市

町, 須崎市, 安芸市, 芸西村) の計15カ所の発生圃場から罹病植物を採集し、地際部に近い主根の維管束部分を分離材料として画線培養法によって分離し、圃場ごとに1~2株を代表として選び、計25株を供試細菌とした (第1表)。対照細菌には *Pseudomonas caryophylli* PDDCC 512, *P. cepacia* PDDCC 5796, *P. gladioli* pv. *gladioli* PDDCC 3950, *P. gladioli* pv. *alliiicola* PDDCC 2804 (以上、ニュージーランド国保存菌株, 輸入許可番号60横植第137号), *P. caryophylli* NIAES 1100, NIAES 1192, NIAES 1406, *P. avenae* NIAES 1505 (以上、農業環境技術研究所保存菌株) を用いた (第2表)。

接種試験 スターチス (品種, アーリー・ブルー) は、滅菌土を詰めた径8cmの鉢で約1カ月育成した苗を用い、穿刺接種と断根後に菌液を灌注する方法との2通りの接種方法で行った。穿刺接種は、PPGA斜面培地で約48時間培養した細菌を直接付けた1本の針を、地際部の主根に1回宛貫通するまで突き刺す方法で行った。断根後に菌液を灌注する方法は、大型のカッターナイフで側根を切断し、ただちに細菌懸濁

第1表 供試細菌の来歴^{a)}

菌株番号	採集地	分離源スターチス品種
KS 101~116	高知県香美郡野市町	アーリー・ブルー
KS 201~204	〃 安芸郡芸西村	アーリー・ブルー
KS 205	〃 安芸市	アーリー・ブルー
KS 206~207	〃 安芸郡芸西村	ローズ・ライト
KS 208	〃 安芸郡芸西村	トライ S14
KS 301	〃 須崎市	アーリー・ブルー

a) 採集および細菌の分離はいずれも1985年12月に行った。

第2表 対照細菌の来歴

細菌株	分離源	分離年
<i>Pseudomonas caryophylli</i> (Burkholder 1942) Starr and Burkholder 1942		
PDDCC ^{a)} 512 (T) ^{b)}	カーネーション	1951
NIAES ^{c)} 1100	カーネーション	1964
NIAES 1192	カーネーション	1977
NIAES 1406	カーネーション	1979
<i>Pseudomonas cepacia</i> Burkholder 1950		
PDDCC 5796 (T)	タマネギ	1949
<i>Pseudomonas gladioli</i> pv. <i>gladioli</i> Severini 1913		
PDDCC 3950 (T)	グラジオラス	1948
<i>Pseudomonas gladioli</i> pv. <i>alliiicola</i> (Burkholder 1942) Young, Dye and Wilkie 1978		
PDDCC 2804 (T)	タマネギ	1939
<i>Pseudomonas avenae</i> Manns 1909		
NIAES 1505	イネ	1983

a) PDDCC: Plant Disease Division Culture Collection, New Zealand.

b) T: Type strain または pathotype strain.

c) NIAES: National Institute of Agro-Environmental Sciences, Japan.

液を1鉢当たり約20ml灌注した。細菌懸濁液は48時間培養の1斜面を20mlの滅菌水に懸濁して調製した。接種は2月下旬に行い、接種した植物は暖房ガラス温室で管理した。

カーネーションは品種インブルーブドホワイトシムを用い、草丈約20cmの苗の地際部から2~4cmの位置の茎に斜面培養細菌を付けた針を1回宛貫通するまで穿刺した。接種は8月上旬に行い、接種後の植物は28℃の室内に一夜保持したのちガラス室で管理した。

細菌学的性質 細菌学的性質の調査は西山が常用している方法⁸⁾で実施した。単一炭素源としての各種化合物の利用性試験は21日間培養後の結果も観察したが、比較表には14日間培養の結果を示した。集落の形状は普通寒天培地上で5日間発育したものについて調査した。

実験結果

病原性

スターチスに穿刺接種すると、接種7日後から一部の個体で病徴が見え始め、14日後には全個体で病徴が観察され、28日後にはほぼ半数の個体が枯死し、生き残っている個体も心葉付近の葉のみを残す重症株であった。断根接種をしたものでは、接種10日後から病徴が見え始め、病勢の進展は穿刺接種よりやや遅れる傾向にあり、20日後でも外観健全な株が見られた。しかし、それらのものも28日後には明らかに発病した。14日目の発病程度は第3表に要約したとおりである。病徴ははじめ下葉の一部が脱水症状を示し、つ

づいて黄化した。やがて主脈を境とした半葉の大半が黄化するとともに一部の葉脈は赤くなった(図版I-3)。さらに病勢が進むと葉身全体が黄化し、萎ちょうした。このような症状は徐々に上位葉へと拡がっていった。とくに上位葉では葉脈の赤変が顕著で、葉身全体の黄化に先行して現れ、緑色の葉身上にあたかも赤い血管が浮き出ているかのように見えた(図版I-4)。対照として用いたカーネーション由来の *P. caryophylli* 3株をスターチスに接種した場合にも、供試細菌を接種したものと同様の病徴を呈した。

カーネーションに穿刺接種したものでは、接種7日後から病徴が観察されはじめ、10日後には半数以上の個体が発病した。病徴の出はじめは側芽のしおれとして観察されるものが多く、のち主茎の葉がしおれることが多かった。病勢の進展の速い個体では14日後に枯死したが、多くは枯死するまでに3週間を要した。14日目の発病程度の要約は第3表に示すとおりである。罹病葉ははじめ生気がなくなり、しだいに葉肉部が脱水症状を呈し、やがて羊皮状となった。健全葉は表面が平滑であるが、罹病葉は葉脈を残して葉肉が脱落するために縦に筋が生じた。このような症状は上位の展開中の葉では葉の先端から生じてくることが多かった。十分展開した葉の場合には、葉身は基部から先端へ向かって4分の1程度のところで垂れており、その反転した付近で脱水症状が最初に観察されることが多かった。対照として用いたカーネーション由来の *P. caryophylli* 3株も同様の病徴を呈し、病原性や病原力において供試細菌との間に顕著な差異は認められなかった。

第3表 スターチスおよびカーネーションに対する接種試験の結果⁸⁾

細菌	スターチス		カーネーション	
	地際部針接種		地際部針接種	
供試細菌 25株	— b)	(0)	—	(2) d)
	+	(0)	+	(6)
	++	(14)	++	(14)
	+++	(7)	+++	(2)
	++++	(4)	++++	(1)
<i>P. caryophylli</i>				
NIAES 1100	+++	+	+++	
NIAES 1192	+++	++	+++	
NIAES 1406	++	++	++	

a) 接種14日後の結果。()内は菌株数。

b) 発病度。—：外観健全，+：軽症，++：中症，+++：重症，++++：枯死。

c) 28日後には明瞭な病徴が出現した。

d) 20日後には明瞭な病徴が出現した。

細菌学的性質

本細菌は普通寒天上に円形、全縁、中高、半透明で悪臭はなく、表面が平滑な集落を形成し、25℃下で5日間培養後の集落の大きさは1.5~2.0mmであった。

細菌学的性質について結果を要約すると第5表に示すとおりであり、その詳細は以下のとおりである。硝酸塩の還元力は強かったが、ガスの生成はみられなかった。5%スクロース加用培地で顕著に隆起したコロニーを形成した。O-F試験では、好氣的培養の表層で発育したが培地のpHはほとんど変化しなかった。リパーゼ活性（マーガリンの加水分解およびツイン80の加水分解）は強く、オキシダーゼ活性、カタラーゼ活性は容易に検出されたがその強度は中程度であった。ウシンスキー氏液、フェルミ氏液、ペプトン水、ブイヨンに発育したが培地の混濁程度は低かった。単一の炭素源としての利用性試験のうち、ラクトース、アドニトール、β-アラニン、クエン酸、安息香酸においては、陽性と認められるまでの培養期間が菌株間で大きく異なった。また、マルトースでは全株が遅反応

を示し、14日以後21日までの間に陽性となった。ラクトースでは14日以内に陽性とならなかった2菌株も21日後には陽性となった。

考 察

分離細菌の所屬を推定するために、簡易同定法^{7,9)}により近縁細菌を検索すると、以下のとおりである。供試細菌はグラム反応陰性、好気性の短桿状細菌で、緑色蛍光色素および非水溶性の色素を産生せず、40℃下で発育し、オキシダーゼ活性を有するが、アルギニンジヒドロラーゼ活性がなく、L-酒石酸を単一の炭素源とする培地には発育しない。これらの性質から、供試細菌は*P. caryophylli*である可能性が示唆される。Sandsら¹³⁾の方法で検索すれば、*P. gladioli*, *P. cepacia*, *P. caryophylli*, *P. avenae*に近縁と推定される。同様のことはBergey's Manual Vol. 11¹²⁾からも示唆される。そこで、第2表に示した対照細菌を供試し、近縁と推定される細菌の識別に有効と考えられている細菌学的性質^{12,13)}のいくつかを調査した。結果は第4表に示すとおり、Type strain, Pathotype strainを含む既

第4表 供試細菌と数種の蛍光色素非産生 *Pseudomonas* との細菌学的性質の比較

性 質	供試細菌	対照細菌 ^{a)}				
		Pcar	Pcep	Pgg	Pga	Pave
硝酸塩の還元	+	+	—	—	+	+
硝酸呼吸	+	+	—	—	+	+
41℃下での発育	+	+	+	+	+	+
オキシダーゼ	+	+	+	+	+	+
アルギニンジヒドロラーゼ	—	—	—	—	—	—
ゼラチン液化	—	—	—	—	+	+
レバン産生	+	+	—	—	—	—
利用性 ^{c)}						
D-アラビノース	+	+	+	+	+	—
グルコース	+	+	+	+	+	+
ラムノース	+	+	—	—	—	—
スクロース	+	+	+	—	—	—
セロビオース	+	+	+	+	+	—
トレハロース	+	+	+	+	+	—
アドニトール	+	+	+	+	+	—
L-酒石酸	—	—	+	+	+	—
D-酒石酸	—	—	—	+	+	+
レブリン酸	—	—	+	+	+	—
メサコン酸	—	—	—	+	+	—
シトラコ酸	—	—	+	—	+	+
2,3-ブタンジオール	+	+	+	—	—	+

a) Pcar: *P. caryophylli* PDDCC 512, Pcep: *P. cepacia* PDDCC 5796, Pgg: *P. gladioli* pv. *gladioli* PDDCC 3950, Pga: *P. gladioli* pv. *alliiicola* PDDCC 2804, Pave: *P. avenae* NIAES 1505.

b) +: 陽性, —: 陰性, +^w: 遅れて陽性。

c) 単一炭素源としての利用性試験は14日間培養の結果を表示した。

第5表 供試細菌と *Pseudomonas caryophylli* との細菌学的性質の比較

性 質	供試細菌	<i>Pseudomonas caryophylli</i> ^{a)}						
		Type	NIAES	Jones	Burkholder	鍵渡	太田	Ballard
(供試株数)	(25)	(1)	(3)	(2)	(12)	(4)	(40)	(3)
グラム反応	陰性	陰性	陰性	陰性	陰性	陰性	陰性	陰性
酸素との関係	好気性	好気性	好気性	好気性	好気性	好気性	好気性	好気性
O-F 試験	O/-	O/-	O/-				O	
運動性	+ ^{b)}	+	+		+		+	
べん毛	1~3			>1	>1	1~7		>1
ポリ-β-HBA	+	+	+	+				+
ジャガイモ腐敗	-	-	-				-	
タバコ過敏反応	-	-	-	+				
硝酸塩の還元	+	+	+	-	+	+	+	
硝酸塩からのガス	-	-	-					
硝酸呼吸	+	+	+				+	+
発 育								
ウシンスキー氏液	+	+	+			+	+	
フェルミ氏液	+	+	+			+	+	
コーン氏液	-	-	-			-	-	
41C	+	+	+	+	+			+
42C	+16/-9	+	+1/-2		+			
43C	-	-	-		+			
5% NaCl 存在下	-	-	-				-	
オキシダーゼ	+	+	+	+			+	+
カタラーゼ	+	+	+				+	
アルギニンジヒドロラーゼ	-	-	-	-			-	+
チロシナーゼ	-	-	-				-	
レシチナーゼ	-	-	-				+	+1/-2
加水分解								
デンプン	-	-	-	-	-		-	-
アルブチン	-	-	-				-	
エスクリン	-	-	-				+20/-20	
マーガリン	+	+	+					
ツイーン 80	+	+	+	+			+	+2/-1
カゼイン	-	-	-	+			-	
ゼラチン液化	-	-	-	-	-	-	-	-
VP 反応	-	-	-				-	
MR 試験	-	-	-				-	
生産性								
ピオシアニン	-	-	-					
緑色蛍光色素	-	-	-	-	-	-	-	-
褐色色素	+	+	+	+	+	+		
レバニン	+	+	+	+			+	-
アンモニア	+	+	+			+	-	
硫化水素	-	-	-		-	-	-	
インドール	-	-	-		-	-	-	
2-ケトグルコン酸	-	-	-				-	
3-ケトラクトース	-	-	-				-	
利用性 ^{c)}								
D-アラビノース	+	+	+					+
L-アラビノース	+	+	+	+	+	+	+	+
キシロース	+	+	+		+	+	+	+
グルコース	+	+	+	+	+	+	+	+

第5表 (続き)

性 質	供試細菌	<i>Pseudomonas caryophylli</i> ^{a)}						
		Type	NIAES	Jones	Burkholder	鍵渡	太田	Ballard
フルクトース	+	+	+		+	+	+	+
ラムノース	+	+	+	+	+	+	+	+
ガラクトース	+	+	+		+	+	+	+
マンノース	+	+	+					+
スクロース	+	+	+	+	+	+	+	+
マルトース	—	—	—		+	+	+37/—3	—
ラクトース	+23/—2	+	+		+	+	+32/—8	—
セロビオース	+	+	+	+			+	+
トレハロース	+	+	+	+				+1/—2
ラフィノース	+	+	+				+	
デキストリン	—	—	—			—	—	
デンプン	—	—	—			—	—	
イヌリン	—	—	—					—
グリセリン	+	+	+		+	+	+	+
マンニトール	+	+	+	+	+	+	+	+
ソルビトール	+	+	+	+			+	+
イノシトール	+	+	+				+	+
エリトリトール	—	—	—				—	—
ガラクチトール	—	—	—				+25/—15	
アドニトール	+	+	+	—				—
n-プロパノール	—	—	—					+
サリン	—	—	—		+	+	+	+
L-酒石酸	—	—	—		+	+	—	—
D-酒石酸	—	—	—	—				—
m-酒石酸	+	+	+	—				+
乳 酸	+	+	+		+	+		+
レブリン酸	—	—	—	—				—
メサコン酸	—	—	—	—				—
シトラコ酸	—	—	—	—				—
安息香酸	+2/—23	—	+2/—1					—
マロン酸	+	+	+				—	+
クエン酸	+	+	+		+	+	+20/—20	+
サッカラート	+	+	+	—				+
ベタイン	+	+	+	+				+
β-アラニン	+18/—7	+	+					+
L-バリン	—	—	—	—				+1/—2
アミルアミン	—	—	—					—
2,3-ブタンジオール	+	+	+					+
トリプタミン	—	—	—	—				—

a) Type: Type strain PDDCC 512, NIAES: National Institute of Agro-Environmental Sciences, Jones^{b)}, Burkholder³⁾, 鍵渡⁶⁾, 太田¹¹⁾, Ballard¹²⁾.

b) +: 陽性, —: 陰性, O: 酸化型。

c) 本報告において実施した単一炭素源としての利用性試験は 14 日間培養後の結果を表示した。

知菌株との間では *P. caryophylli* に一致することを示した。

供試細菌が *P. caryophylli* であることを確認するために、同菌の Type strain (PDDCC 512) および農業環境技術研究所保存細菌のうちの 3 株 (NIAES 1100,

1192, 1406) を対照として詳細に細菌学的性質を比較調査した。結果は第 5 表に示したとおりである。表中には、*P. caryophylli* に関する他の研究者による記載をも併記した。

供試細菌と対照細菌とは互によく似ているが、

42°C 下での発育およびラクトース、安息香酸、あるいは β -アラニンを一炭素源とする培地での発育において菌株間で差が認められた。しかし、最高発育温度は 41°C 以上 43°C 未満であること、単一炭素源の利用試験で違いの認められた性質は、特定の菌株だけが片寄って陽性を示すものでないことから、同一種内の変異の幅の中にあると判断される。したがって、供試細菌と対照細菌とが同一種に属するとみて差しつかえない。

つぎに、供試細菌の結果と他の研究者による記載とを比較すると、両者はおおむね一致している(第5表)。ただし、つぎの点についてはさらに検討を要する。すなわち、Ballard ら¹⁾が試験に用いた菌株のなかには、Type strain (Starr PC 113) が含まれている。このものと筆者らのものとは入手先が異なっているが、両者を比較するとレンチナーゼ活性、トレハロース、ラクトース、*n*-プロパノールおよびサリシンの利用、アルギニンジヒドロラーゼ活性、レバンの産生(スクロース加用培地でのスライム形成)で違いがある。このうち、単一炭素源としての利用試験とレバンの産生においては、基礎培地ならびに結果を判定するまでの期間の違いが影響している可能性が高いが、アルギニンジヒドロラーゼ活性における違いは手法上の違いとは認めがたいものである。アルギニンジヒドロラーゼ活性について、太田¹¹⁾、Jones ら⁵⁾は陰性と記載しており、筆者らの結果と一致する。Bergey's Manual 8版⁴⁾、Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Vol. 1¹²⁾、CMI の記載²⁾、Laboratory Guide¹³⁾ など、細菌の同定において広く利用されているものでは、*P. caryophylli* のアルギニンジヒドロラーゼ活性はいずれも陽性と記述されている。しかし、それらの記述はいずれも Ballard ら¹⁾の記載をよりどころとしていることから、*P. caryophylli* がアルギニンジヒドロラーゼ活性を有

するとには確かには認めにくい。レバン産生とともにさらに検討すべきであると考え。

供試細菌は人工接種によってカーネーションを萎ちょうさせた。また、スターチスには本細菌特有の葉脈を赤変させる病徴を再現した。この病徴は Jones ら⁵⁾の観察とよく一致する。

以上述べたとおり、供試細菌は細菌学的性質および病原性のいずれから *Pseudomonas caryophylli* (Burkholder 1942) Starr and Burkholder 1942 と同定される。

病名については、先に提案¹⁰⁾したとおり、カーネーション萎ちょう細菌病の例にならないスターチス萎ちょう細菌病 (bacterial wilt of statice) としたい。

摘 要

1985年8月に高知県下でスターチスが萎ちょうする病気が大発生した。本病は葉が生気を失って萎ちょうし、葉脈が顕著に赤変する特徴がある。また、病植物の根の維管束が褐変し、細菌泥の漏出が観察される。8月下旬の高温期に定植するとすばやく発病するが、気温の低下を待って定植すると発病は遅れる。病勢は11月から停滞し、翌年の4月以降に再び活発となる。

分離細菌 25 株は均質な細菌学的性質を有し、Type strain を含むカーネーション由来の *P. caryophylli* の性質と一致した。両者は根部への穿刺接種あるいは断根後に菌液を灌注する方法でスターチスに自然発病の病徴を再現し、カーネーションに萎ちょう細菌病を起こした。したがって、分離細菌を *Pseudomonas caryophylli* (Burkholder 1942) Starr and Burkholder 1942 と同定した。

病名は、カーネーション萎ちょう細菌病の例にならない、スターチス萎ちょう細菌病 (bacterial wilt of statice) を提案した。

引 用 文 献

1. Ballard, R.W., Palleroni, N.J., Doudoroff, M., Stanier, Y. and Mandel, M. (1970). J. Gen. Microbiol. 60: 199-214.
2. Bradbury, J.F. (1973). CMI Description of Pathogenic Fungi and Bacteria. No. 373.
3. Burkholder, W.H. (1942). Phytopathology 32: 141-149.
4. Doudoroff, M. and Palleroni, N.J. (1974). In Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (Buchanan, R.E. and Gibbons, N.E. eds.). 8th ed. The Williams & Wilkins Co., Baltimore, pp. 217-243.
5. Jones, J.B. and Engelhard, A.W. (1984). Plant Disease 68: 338-340.
6. 鍵渡徳次・土屋行夫 (1968). 植物防疫 22: 67-69.
7. 西山幸司 (1978). 同上 32: 283-288.
8. 西山幸司 (1981). 農技研報 C 35: 1-55.
9. 西山幸司 (1986). 植物防疫 40: 296-298.

10. 西山幸司・小林達男・畔上耕児・渡辺康正 (1987). 日植病報 53 : 70 (講要).
11. 太田光輝 (1978). 静岡農試研報 23 : 66-72.
12. Palleroni, N.J. (1984). *In* Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (Krieg, N.R. *ed.*). Vol. 1. The Williams & Wilkins Co., Baltimore. pp. 141-198.
13. Sands, D.C., Schroth, M.N. and Hildebrand, D.C. (1980). *In* Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria (Schaad, N.W. *ed.*). Amer. Phytopathol. Soc., St. Paul. pp. 36-44.

図 版 説 明

図 版 I スターチス萎ちょう細菌病

1. 自然発病株
2. 自然発病株, 主根の縦断面
- 3, 4. 菌株 KS 101 の穿刺接種による発病株

図版 I

