

北海道における植物細菌病

II *Erwinia chrysanthemi* BURKHOLDER et al. (*Pectobacterium carotovorum* var. *chrysanthemi*) によるジャガイモの萎凋細菌病

谷井 昭 夫 馬 場 徹 代

BACTERIAL PLANT DISEASES IN HOKKAIDO

II Bacterial stem rot of potato plant caused by *Erwinia chrysanthemi* BURKHOLDER et al. (*Pectobacterium carotovorum* var. *chrysanthemi*)

Akio TANII and Tetsushiro BABA

1969年、八雲町で原種栽培のジャガイモに茎維管束部の褐変、茎髓部の消失と茎葉萎凋、および新塊茎維管束部の褐変を伴った1種の細菌病が発生した。1970年にこれら罹病株から得た塊茎を播種したほ場で、同じ病状が発生したので、罹病茎および新塊茎の維管束部から病原細菌の分離を行なった結果、*Erwinia chrysanthemi* BURKHOLDER et al. (*Pectobacterium carotovorum* var. *chrysanthemi*), *E. carotovora* (JONES) HOLLAND. (*P. c.* var. *carotovora*) と同定される2種の細菌を得た。それぞれについて接種試験の結果、本症状の病原は *E. chrysanthemi* であることがわかった。同菌の寄主植物として、キク、カーネーション、philodendron などがあるが、ジャガイモを自然で侵す記録ははじめてである。病名を萎凋細菌病、Bacterial stem rot とする。

I 緒 言

ジャガイモの重要な細菌病として、輪腐病、青枯病などがあり、これらについては成田博士らによる詳細な同定記載^{21) 22) 23)}がある。筆者らは、根釧地方を中心に近年拡大傾向にあるジャガイモ黒脚病²⁶⁾について軟腐病菌群との関連の上で調査研究を進めつつあるが、従来、北海道にあっては、各種植物の軟腐病は、その病原が *E. carotovora*, *E. aroideae* とされ、同定試験がほとんどなされていないのが実情であり、また近年 *Pseudomonas* 属細菌による腐敗も^{6) 12) 24) 32) 33)}知られており、筆者らは本道における細菌性軟腐病について検討を要すると考えていた。

1969年6月に八雲町全域の原種栽培のジャガイモに従来の軟腐病と異なる病害が発生し、問題となった。しかし、これが種薯伝播性の危険性などを考慮して、生産種薯を食用とすることなどで、一応の解決をみた。筆者らは、この病害の病原について興味を持っていたが、1970年に前年罹病ジャガイモより採種した種薯を試作的に栽培したほ場で、同じ症状が発生したので、本病の種薯伝播性という重要性にかんがみ、発生予察の一環として本病の病原細菌の同定試験を実施した結果、*Erwinia chrysanthemi* BURKHOLDER et al. によるジャガイモの新病害であることが明らかになったので報告する。

II 病 徴

本病は本質的には維管束部の侵害による萎凋の病徴であるが、各部位における病徴を記すと次のとおりである。

親塊茎では、ほとんどの発病株でジェリー状に腐敗し、いわゆる軟腐病の悪臭はなく、莖部は重症株で地上 20cm 位までが変色折損し、内部は中空、黒褐変または軟腐症状を呈し (Fig. 1)、ときに匍中塊茎を莖下部の葉柄基部に生ずるものがある。さらに上部維管束部が褐変しており、葉柄に基部より黒褐色の条斑を形成する (Fig. 2)。軽症株では莖のつけねの部分に、維管束部の褐変および髓部の変色が認められる。

葉は一般にやや退緑を呈し、萎凋するものが多いが (Fig. 3)、根には特に明らかな異常は認められない。ストロンが軟腐、水浸状褐変を呈している場合がある。新塊茎ではストロンの付着部が水浸状褐変を呈しているものもあり、新塊茎内部の維管束部が褐変し (Fig. 4)、また柔組織が軟腐し

ているものがある。新塊茎における軟腐組織は空気にふれると黒色に変化する。上記のいずれの腐敗部にあっても悪臭は認められない。

III 病原細菌の分離と接種試験

前述した本病の病徴から *Fusarium* 属などの糸状菌による場合も考えられたので、普通寒天培地、変法ドルガルスキー培地、ジャガイモ煎汁寒天培地 (ストレプトマイシン、オーレオマイシン加用) の 3 種の培地およびろ紙に殺菌水を吸水させたペトリ皿に罹病莖の薄片を静置し、病原菌の分離を行なった。その結果、普通寒天培地上に培養 48 時間で莖および新塊茎の維管束褐変部より、白色、円形〜ブメーバ状の小型コロニーを形成する細菌が多数出現した。変法ドルガルスキー培地では少数のラクトース分解菌が認められたが、大部分は非分解性菌で培地は著しくアルカリ性を呈し、コロニーの発育も悪く、稀釈倍率が高くなると、ほとんど出現しなくなるため、単コロニーの分離が不可能であった。またジャガイモ煎汁寒天培地お

Table 1 Comparative table of physiological, pathogenic and serological characters between group I, II.

Group	Isolates	Source	Acid from lactose	Pathogenicity to potato stem	Serological reaction b) (anti- <i>E. aroideae</i> , <i>E. atroseptica</i> sera)
I	P T-1	Isolated from potato tuber	—	+* a)	—
	P T-2	Do	—	+*	
	P T-3	Do	—	+*	
	P T-4	Do	—	+*	
	P T-5	Do	—	+*	
	P T-6	Do	—	+*	
	P S-2	Isolated from potato stem	—	+*	
	P S-3	Do	—	+*	
II	P S-4	Isolated from potato stem	+	+	+
	P S-5	Do	+	+	
	P S-6	Do	+	+	

a) produced same symptoms as natural infection

b) precipitin reactions in agar gel (Ouchterlony method)

よびペトリ皿での静置培養法では、少数の *Alternaria* 属などの糸状菌が出現したのみで、その他病原となり得るような糸状菌は出現せず、組織片の維管束部に白色の細菌集塊が形成され、組織は著しく軟化した。また罹病組織に存在する細菌のグラム染色は陰性であった。

普通寒天培地上に生育した細菌を稀釈平板法によって純粋培養とし、11菌株を得た (Table 1)。分離細菌を注射接種法によってジャガイモ (農林1号) の茎に接種したところ、8菌株 (PT-1, 2, 3, 4, 5, 6, PS-2, 3) は維管束部の褐変および萎凋など、自然と同じ病徴を示し、さらに新塊茎の維管束部にまで移行し、褐変させたが、3菌株 (PS-4, 5, 6) は表皮の軟腐、髄の消失を認めたが、維管束部への移行、褐変は認められなかった。

以上のことから、前者が本病の病原であることがわかった。

前者は夏期の接種で接種部位の黒褐変と維管束部の褐変および萎凋など黒脚病様の症状を呈したが、秋期接種では接種部位はほとんど変化を示さず、維管束部の褐変のみであった。また若い茎は感受性であるが、古い木質化した茎では発病し難

いことが知られた。

IV 病原細菌の寄生性

温室で育成した鉢植の8種植物の葉柄などに付傷接種によって寄生性を調べた。一部の植物は殺菌水吸水ろ紙を入れたペトリ皿に切片 (貯蔵器官など) を入れ、普通寒天培地で生育させた菌苔を塗布し、25°C、4日間の腐敗状況を調査した。その結果は Table 2 に示すとおりである。

表によれば、ニンジンおよびダイコン切片の腐敗を除いては、菌株によって切片と葉柄部などに対する寄生性がかかなり差異のあることがわかる。ハクサイ葉柄部に対してⅠ群は陰性で、また切片に対する腐敗も不安定であるが、Ⅱ群は強い寄生性があり、切片に対する反応と一致している。カンランに対しては、Ⅰ群は葉柄部、切片共に全く寄生性を認めないが、Ⅱ群は葉柄部に寄生性を認めた。しかし、切片に対しては陰性であった。一方、セルリーに対してⅠ群は PT-5, PS-2, 3 を除いて強い寄生性を有しているが、Ⅱ群は全く寄生性を認めなかった。キク、カーネーション、トマト、トウモロコシに対しては、いずれの菌株も全く寄生性を認めないが、きわめて微弱な

Table 2 Results of the inoculation experiments with 11 isolates to various plants

Group Isolates Hosts	I								II			Cont.
	PT-1	PT-2	PT-3	PT-4	PT-5	PT-6	PS-2	PS-3	PS-4	PS-5	PS-6	
Carrot	(+++a)	(+++)	(+++)	(+++)	(+++)	(+++)	(+++)	(+++)	(+++)	(+++)	(+++)	(-)
Onion	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	(-)
Chinese cabbage	- b) (±~+++)	- (±~+++)	- (±)	- (±~+++)	- (+++)	± (+)	- (-)	- (+++)	+++ (+++)	+++ (+++)	+++ (+++)	- (-)
Cabbage	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	+	+	+	(-)
Japanese radish	- (+++)	- (+++)	- (+++)	- (+++)	- (+++)	- (+++)	- (+++)	- (+++)	+	+	+	(-)
Celery	+++	+++	+++	+++	-	+++	-	±	-	-	-	-
Tomato	±	±	±	±	±	±	±	±	±	-	-	-
Chrysanthemum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carnation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

() a) ; Sliced plant were used.

b) ; intact plant were used.

寄生性を認めたにすぎない。

以上のようにⅠ群とⅡ群とでは、菌株によってやや異なるが、セルリー、ハクサイ、カンランなどに対する寄生性で異なっていることがわかった。

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、とくに記したものの以外は米国細菌学者協会の実験法²⁹⁾および伝染病研究所学友会の細菌学実習提要⁴⁾に従い実施し、培養温度はゼラチンの液化能を除いては25°Cで行ない、あらかじめ普通寒天培地で25°C、24～48時間培養したものを接種源とした。供試菌株は前述の本病病原細菌8菌株と随伴菌とみられる3菌株を用いた。

A 形態と染色性

普通寒天培地に24時間培養した菌体は、Ⅰ群は両端の丸い桿状で、まっすぐか、やや彎曲し、大きさ0.5-0.7×1.1-5.9μである。単在するか連結し、糸状体を認めるが、芽胞、包のうは認められない。多数の周性鞭毛を有する (Fig. 5)。グラム陰性である。

Ⅱ群は短桿 (たわら状) で糸状体を認めないほかは、鞭毛、グラム染色など前者と同様であり (Fig. 6)、大きさ0.6-1.0×0.8-1.8μである。

B 培養的性質

普通寒天平面培養；Ⅰ群は生育遅く (48時間でコロニーを形成)、表生コロニーは灰白色、円形～アメーバ状、周縁はやや不規則で、扁平～やや丘状である。表面は平滑、湿光を帯び、半透明、牛酪質である。

Ⅱ群は発育中庸で、表生コロニーは灰白色、円形～アメーバ状、全縁、丘状で、表面は平滑、湿光を帯び、半透明、牛酪質である。基中コロニーは両者とも白色、レンズ状で、また両者とも培地を変色せず、悪臭もない。

普通寒天斜面培養；Ⅰ群は発育中庸で、菌苔は灰白色、糸状、扁平～やや丘状、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。Ⅱ群は菌苔が白色、丘状であ

る以外は前者と変わらない。

普通寒天せん刺培養；Ⅰ群はせん刺溝に一樣に生育するが、Ⅱ群は下部に比べ、上部の発育がやや良好である。

ブイヨン水培養；Ⅰ群はわずかに混濁し、液の下部は上部に比べて混濁が強い。沈澱は少量でやや粘稠である。被膜またはリングを形成せず、液も変色しない。Ⅱ群は液の上部が下部に比して、にごりがやや強い以外は前者と同様である。

ペプトン水、ブドウ糖リン酸塩ペプトン水培養；ブイヨン水培養の場合とほとんど変わらない。

ミルク培養；両者とも凝固し、わずかにペプトン化するが、Ⅱ群はⅠ群に比べて凝固が早い。

リトマスミルク培養；両者ともリトマスを赤変し、のち退色する。

メチレンブルーの還元；両者とも還元する。

ウッンスキー氏液培養；Ⅰ群はわずかに発育するが、Ⅱ群は中庸の生育を示す。両者とも液は変色しない。

フェルミ氏液培養；Ⅰ群はわずかに生育するが、Ⅱ群は良好な発育を示す。両者とも液は変色しない。

コーン氏液培養；両者とも生育しない。

C 生理的性質

蛍光色素の産生；両者ともキング A、B 培地¹³⁾になにも作らない。

酸素との関係；両者とも通性嫌気性である。

ゼラチンの液化；両者とも液化するが、Ⅰ群は管状に、Ⅱ群は層状に液化する。

硝酸塩の還元；1, 2, 4日培養で両者とも硝酸塩を還元する。

インドールの産生；1, 2日培養で両者ともインドールを産生する。

硫化水素の産生；酢酸鉛寒天の高層にせん刺培養したが、両者とも硫化水素を産生する。

アンモニアの産生；両者ともアンモニアを産生しない。

Voges-Proskauer 試験；両者とも陽性であるが、Ⅱ群はⅠ群に比べ、反応が強い。

メチール赤試験；Ⅰ群は陰性であるが、Ⅱ群

は弱陽性である。

糖類, アルコール, 有機酸の分解作用; KOSER の合成培地 (citrate を除く), BARSIKOW の培地に糖類は 1%, アルコールは 5%, 有機酸の場合は 0.2% の割合に加え, 1% 寒天を添加, ブロムチモールブルーを用いて寒天せん刺培養によって調査した。その結果, I 群では培養 2~4 日で, グリセロール, L-アラビノース, D-キシロース, ラムノース, グルコース, 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, ラフィノース, イスリン, サリシン, マンニトール, イノシトールからは両基礎培地とも酸を産生したが, マルトース, ラクトース, 澱粉, デキストリン, エリトリットール, ズルチトール, D-ソルビトールからは 2 週間後も両基礎培地とも酸の産生を認めなかった。ガスの産生は合成培地とペプトンを基礎培地とした場合, または菌株間で差異があるが, 合成培地ではガラクトース, マンニトールより少量のガスを産生するか, あるいは産生しない。ペプトンを基礎培地とした場合では, L-アラビノース, D-マンノース, ガラクトース, イスリン, マンニトールから少量のガスを産生するか, あるいは産生しない。またブロムチモールブルーを脱色する。エタノールでは合成培地の場合, 3 週間後に 2 菌株に酸の産生を認め, ペプトンを基礎培地とした場合では, 菌株によって遅速があるが, 2~3 週間後に全菌株が酸を産生した。

マロン酸ナトリウム, 酒石酸ナトリウム, 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, 尿酸ナトリウムは利用されなかった。

II 群はグリセロール, L-アラビノース, D-キシロース, ラムノース, グルコース, 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, ラクトース, ラフィノース, サリシン, マンニトール, イノシトールから両基礎培地とも培養 48 時間で酸を産生したが, マルトース, 澱粉, デキストリン, イスリン, エリトリットール, ズルチトール, D-ソルビトール, エタノールからは, 2 週間後も両基礎培地とも酸の産生を

認めなかった。ガスの産生は合成培地では, いずれの菌株も産生しないが, ペプトンを基礎培地とした場合では菌株によって異なるが, L-アラビノース, D-マンノース, ガラクトース, サッカロース, マンニトールから少量のガスを産生するか, あるいは産生しない。

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, マロン酸ナトリウム, 酒石酸ナトリウムは利用されない。

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, 両者とも糖化作用を認めない。

レバンの産生¹⁶⁾; 5% 蔗糖加用普通寒天培地に培養したが, 両者とも産生しない。I 群は軟弱, 絨布状コロニーを形成するが, II 群は表面やや粗造なコロニーとなる。

カタラーゼ試験; I 群はきわめて微弱な活性しか有さないが, II 群は強い活性を有する。

チトクロム・オキシダーゼ反応; GABY ら⁵⁾の方法によったが, 両者とも陰性である。

オキシダーゼ反応; KOVACS¹⁴⁾の方法によったが, 両者とも陰性である。

アルギニン・ディヒドロラアーゼ; THORNEYLY³¹⁾の方法によったが, 両者とも陰性である。

チロシンゼ活性; LELLIOTT ら¹⁶⁾の方法で両者とも陰性で, I 群は軟弱, 透明なコロニーとなり, 灰緑色の色素を産生するが, II 群は白色コロニーを形成し, なにも作らない。

グルコン酸の酸化; GRAHAM ら¹¹⁾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, 両者とも陰性である。

リパーゼ活性¹⁹⁾; 両者とも陰性である。

ペクチナーゼ活性²⁷⁾; Wieringa's Pectate Gel (Dowson's modification) で培養したが, 両者とも強い作用を認める。

ジャガイモスライスの腐敗¹⁶⁾; 両者とも 24 時間で, ジャガイモスライスを腐敗させるが, I 群は腐敗部が灰緑色となり, やや焼臭を帯びた香気を発するが, II 群は悪臭を発する。

食塩耐性；Ⅰ群は3%食塩加用ペプトン水に生育するが、4%では発育しない。Ⅱ群は6%でも生育する。

37°Cでの生育；Ⅰ群は生育しないが、Ⅱ群は中庸の発育を示す。

VI 病原細菌の分類学的考察

分離菌Ⅰ、Ⅱ群ともにグラム陰性、短桿～桿状で、周性鞭毛を有する植物病原細菌なので、BERGEY¹¹⁾の分類方式によれば *Erwinia* 属細菌である。

Ⅰ群と細菌学的性質のきわめてよく似ているものに *E. chrysanthemi*,²⁾ *E. carotovora* f. sp. *parthenii*,³⁰⁾ *E. dieffenbachiae*¹⁷⁾ がある。またこれら3者の細菌は2、3の細菌学的性質、寄生性に相違があるが、きわめて類似している。前2者はラクトース遅分解性(1~2週間目に酸を産生)に対して、後者はラクトース非分解性(1か月後も酸を産生しない)である。前2者のラクトース分解能は系統によってかなり相違があり、GRAHAM¹¹⁾らは *E. chrysanthemi* (キク、カーネーション *Philodendron* 系統) *E. c. f. sp. parthenii* について約4日で酸を産生するとし、同様に LELLIOTT¹⁵⁾のカーネーション系統では18~20日、MILLER ら¹⁸⁾の *Philodendron* 系統では10日、STARR³⁰⁾の *E. c. f. sp. parthenii* では14~20日で酸を産生している。

また岡部ら²⁵⁾は *E. chrysanthemi* キク系統の場合は、ラクトース非分解性でラクトース分解能を有する variant の出現によるとし(7~8日目)、後藤⁷⁾はイネ系統について同様にラクトース分解能を有する variant の出現によるとしている。

マルトースの分解能についても、原記載では *E. chrysanthemi* のキク、カーネーション、*Philodendron* 系統、*E. c. f. sp. parthenii* は弱い分解能を有しているが、GRAHAM ら¹¹⁾は上述の系統菌について非分解性としており、岡部ら²⁵⁾、後藤⁷⁾のキクおよびイネ系統も非分解性である。同様に他の異なる性質についても、系統によって陰性、陽性の両方が存在しているが、3者の重要な性質についてはほとんど一致している。

E. dieffenbachiae は MUNNECKE²⁰⁾により最初に報告され、彼はカーネーションに対する接種に不成功であったが、維管束部での移行能力から、*E. chrysanthemi* の系統菌と考えている。その後、McFADDEN¹⁷⁾は同様の病害の病原細菌について研究し、*E. chrysanthemi* と異なるとし、独立種と認めた。

GRAHAM⁹⁾ および GRAHAM ら^{10) 11)}は軟腐病菌群(*E. chrysanthemi*を含む)の広汎な研究を行ない、これらを WALDEE³¹⁾に従って *Pectobacterium carotovorum* 1種に統合し、変種で区別することを提唱しており、*E. chrysanthemi* (キク、カーネーションおよび *Philodendron* 系統)と *E. c. f. sp. parthenii* を2、3の細菌学的性質(ラクトース、マルトースの分解能、V.-P., M.R 反応、インドールの産生など)とジャガイモ茎に対する病徴(21.1°Cで黒脚症状)から、*P. c. var. chrysanthemi* としている。彼は *E. dieffenbachiae* については研究していないが、*chrysanthemi* group に含ませるべきものと考えている。

また寄生性についてみると、*E. dieffenbachiae* はキク、カーネーションを侵さない²⁰⁾が、*E. chrysanthemi* のカーネーション系統はキクを侵し、キク系統はカーネーションを侵さず⁹⁾、寄生性を異にした系統が存在している。

以上のように *E. dieffenbachiae*, *E. c. f. sp. parthenii* *E. chrysanthemi* の系統菌と考えられる。

Ⅰ群はキク、カーネーションを侵さないか、前述のようにこの group の細菌には寄生性を異にした系統が存在しており、またジャガイモ茎に対する黒脚症状、維管束部での移行能力および V.-P. M.R 反応、ラクトース分解能などの細菌学的性質から、GRAHAM の見解に従って *E. chrysanthemi* BURKHOLDER et al. (*P. carotovorum* var. *chrysanthemi*) と同定する。

E. chrysanthemi が自然でジャガイモを侵す記録ははじめてである。病名を萎凋細菌病 Bacterial stem rot とする。

またⅡ群は第3表で示されるように、2、3の性質を除いては *E. carotovora* に一致している。

Table 3 Comparative characters of *E. chrysanthemi*, *E. c. f. sp. parthenii*,
E. dieffenbachiae, *E. carotovora* and group I, II.

Organisms	<i>Erwinia chrysanthemi</i>				<i>E. c. f. sp. parthenii</i>	<i>E. dieffenbachiae</i>	<i>E. carotovora</i>	Group, I	Group, II
Authors	BURKHOLDER et al.	LELLIOTT	MILLER et al.	OKABE et al.	STARR	McFADDEN	BERGEY'S manual		
Characters									
Flagella and size	peritrichous, 0.45-1.05 × 1.05-3.85 μ	peritrichous, 3-14 0.5-0.8 × 0.8-3.2 μ	peritrichous 0.75-1.0 × 1.6-3.7 μ	peritrichous, 2-8, 0.5-0.7 × 0.6-3.0 μ	peritrichous, 6-12 0.7-0.8 × 3-7 μ	peritrichous, 0.17-1.07 × 1.61-3.57 μ	peritrichous, 1-6 0.7 × 1.0-2.0 μ	peritrichous, 0.5-0.7 × 1.1-3.9 μ	peritrichous, 0.6-1.0 × 0.8-1.8 μ
Capsul	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Spore	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gram stain	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Uchinsky's solution	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fermi's solution	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cohn's solution	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Action on milk	acid, coagulated	coagulated	acid, coagulated	acid, coagulated	—	acid, no coagulated	coagulated	acid, coagulated	acid, coagulated
Reduction of litmus milk	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oxygen relation	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Liquefaction of gelatin	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nitrate reduction	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Indole production	— and —	—	—	—	—	—	—	—	—
Hydrogen sulfide test	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hydrolysis of starch	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tolerance to NaCl (5%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Growth at 37°C	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Voges-Proskauer test	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Methyl red test	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Catalase test	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Production of levan	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gluconate test	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cytochrome oxidase	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oxidase	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Arginine dihydrolase	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tyrosinase	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lipase	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Liquefaction of pectate gel	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Potato rot	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Acid or alkaline from	dextrose, galactose, arabinose, xylose, rhamnose, saccharose, lactose, maltose, glycerol, mannitol, salicin, ethanol, dulcitol, sodium salts of citric, hippuric, malonic, uric acids.	dextrose, galactose, arabinose, xylose, rhamnose, mannose, saccharose, lactose, maltose, raffinose, glycerol, mannitol, salicin, erythritol, ethanol, sodium salts of malic, succinic, citric, tartaric, acetic acids.	dextrose, galactose, arabinose, xylose, rhamnose, mannose, saccharose, fructose, lactose, maltose, raffinose, dextrin, salicin, mannitol, glycerol, sorbitol, melibiose, cellobiose, ethanol, sodium salts of citric, malonic, tartaric acids.	dextrose, galactose, xylose, mannose, levulose, saccharose, mannitol, glycerol.	dextrose, galactose, arabinose, xylose, rhamnose, levulose, saccharose, lactose, maltose, raffinose, salicin, inositol, cellobiose.	dextrose, galactose, arabinose, xylose, rhamnose, mannose, saccharose, fructose, lactose, maltose, raffinose, mannitol, glycerol, salicin, inositol, sorbitol, aesculin, ribose, cellobiose, galacturonate, gluconate, glucuronolactone, ethanol, sodium salts of citric, malonic, tartaric acids.	dextrose, galactose, arabinose, xylose, rhamnose, mannose, saccharose, fructose, raffinose, mannitol, glycerol, salicin, inulin, inositol, ethanol, sodium salts of citric, malonic, tartaric, succinic acids.	dextrose, galactose, arabinose, xylose, rhamnose, mannose, saccharose, fructose, lactose, raffinose, mannitol, glycerol, salicin, inositol, sodium salts of citric, succinic acids.	dextrose, galactose, arabinose, xylose, rhamnose, mannose, saccharose, fructose, lactose, raffinose, mannitol, glycerol, salicin, inositol, sodium salts of citric, succinic acids.
No acid or alkaline from	—	sorbitol, sodium salts of hippuric, formic acids.	inulin, dulcitol, trehalose, a-methylglucoside, sodium salts of hippuric acids.	lactose, maltose	mannitol, inulin, dextrin, sorbitol, trehalose.	raffinose, lactose, maltose, dextrin, dulcitol, inulin, trehalose, melibiose, adonitol, mucate, melzitose, a-methylglucoside, sodium salts of hippuric, uric acids.	—	lactose, maltose, starch, dextrin, erythritol, dulcitol, sorbitol, sodium salts of hippuric, uric acids.	maltose, starch, dextrin, inulin, erythritol, dulcitol, sorbitol, ethanol, sodium salts of hippuric, malonic, uric, tartaric acids.

BURKHOLDER ら³⁾ は *E. carotovora* はエタノール, エリトリットール, ゼルチオール, マロン酸ナトリウム, 馬尿酸ナトリウムを利用するが, *E. atroseptica* は利用しないと, BERGEY¹⁾ の同定書ではこれが採用されている。II 群はそれらを利用しないが, 筆者らは本邦産軟腐病菌 (約40菌株) について, 上記の利用能を検討した結果, エタノールでは陽性, 陰性の両方が存在しており, その他はほとんどの菌株によって利用されず (未発表), BURKHOLDER らの説には疑問があり, 最近の *E.*

carotovora に関する記載と一致しているので *Erwinia carotovora* (JONES) HOLLAND と同定する。

岡部ら²⁵⁾および後藤ら⁸⁾は *E. chrysanthemi* を細菌学および血清学的性質などによって *E. carotovora* の synonym としているが, 同氏らによる軟腐病菌群に関する広汎な血清学的研究でも, ラクトース非分解性のグループは明らかに血清学的にまとまったグループを形成しており, また筆者らは *E. aroideae*, *E. atroseptica* の超音波処

理菌を抗原とした抗血清（寒天二重拡散法）で *E. carotovora*（Ⅱ群を含む）、*E. aroideae* *E. atroseptica* は熱安定分画に共通の沈降抗原を有しているが、Ⅰ群は共通沈降抗原を認めず、また *E. carotovora* として分譲を受けた菌株中にラクトース遅分解性（5日目に酸を産生）のものが3菌株含まれていたが、これらは共通沈降抗原を有していなかった（未発表）。

本病が種薯伝播性（発病株より得た種薯が再び同じ症状で発病するという意味）であることは前述したが、従来、この性質は軟腐病菌群の分類上あまり重要視されておらず、例えば *E. carotovora* と *E. atroseptica* との関係で SMITH²⁸⁾ が明らかにしているように、このような性質は農業または分類学上きわめて重要な性質であると考えられる。

VII 摘 要

1. 1969年6月、北海道山越郡八雲町でジャガイモの茎維管束部の褐変、茎基部の髓の腐敗消失をともなった茎葉の萎凋および、新塊茎維管束部の褐変を生ずる病害が発生した。
2. この褐変維管束部から常法によって病原菌を分離した結果、白色、円形〜アメーバ状コロニーを形成する2種（Ⅰ、Ⅱ群）の細菌が分離され、これらの細菌をジャガイモの茎に注射接種法によって接種した結果、Ⅰ群は自然発病と類似する病徴を生じ、新塊茎への移行も認められたが、Ⅱ群は維管束移行能力を有せず、Ⅰ群が病原細菌であることがわかった。
3. 分離細菌の細菌学的性質（V.-P., M.R 反応、ラクトース分解能など）から、Ⅰ群は *Erwinia chrysanthemi* BURKHOLDER et al., Ⅱ群は *Erwinia carotovora* (JONES) HOLLAND. と同定された。*E. chrysanthemi* がジャガイモを自然で侵す記録がみあたらないので、病名をジャガイモの萎凋細菌病、Bacterial stem rot とした。
4. *E. chrysanthemi* は *E. carotovora* の synonym という説もあるが、2, 3の細菌学的性質、種薯伝播性、血清反応から両者は別種の菌種であると考えられた。

引用文献

1. BREED, R. S., E. G. D. MURRAY and N. R. SMITH, 1957; Bergey's manual of determinative bacteriology. 7th ed. Williams and Wilkins Co., Baltimore.
2. BURKHOLDER, W.H., L.A. McFADDEN and A.W. DIMOCK, 1953; A bacterial blight of chrysanthemums. Phytopath., 43, 522-526.
3. BURKHOLDER, W.H. and W.L. SMITH, 1949; *Erwinia atroseptica* (van HALL) JENNISON and *Erwinia carotovora* (JONES) HOLLAND. Phytopath., 39, 887-897.
4. 伝染病研究学会, 1958; 細菌学実習提要. 2版丸善, 東京.
5. GADY, W.L. and C. HADIEY, 1957; Practical laboratory test for the identification of *Pseudomonas aeruginosa*. J. Bact., 74, 356-358.
6. 後藤正夫, 1956; *Pseudomonas marginalis* による甘藍の腐敗病. 農及園, 31, 1547-1548.
7. GOTO M., 1965; A comparative study of the sheath rot bacteria of rice. Ann. Phytopath. Soc. Japan 30, 42-45.
8. 後藤正夫, 岡部徳夫, 1958; 軟腐病菌 (*Erwinia carotovora*) の系統に関する研究, V 菌体抗原構造. 抗原構造と生化学的性質との関係および免疫抗体の熱による不活性化について, 静大農研究報告, 8, 1-32.
9. GRAHAM, D. C., 1964; Taxonomy of the soft rot coliform bacteria. Ann. Rev. Phytopath., 2, 13-42.
10. ———, and W. J. DOWSON, 1960; The coliform bacteria associated with potato black-leg and other soft rots. I. Their pathogenicity in relation to temperature. Ann. appl. Biol., 48, 51-57.
11. ———, and ———, 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, 58-64.
12. 舟山広治, 山貫重夫, 平野トシエ, 1960; 1種の *Pseudomonas* 属菌によるタマネギの腐敗病について, 日植病報, 25, 236.
13. 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.
14. KOVACS, N., 1956; Identification of *Pseudomonas pyocyanica* by the oxidase reaction. Nature, Lond., 178, 703.
15. LELLIOTT, R.A., 1956; Slow wilt of carnations caused by a species of *Erwinia*. Plant Path., 5, 19-23.
16. ———, A., E. BILLING and A.C. HAYWAID., 1966; A determinative scheme for the fluorescent plant pathogenic *Pseudomonads*. J. appl. Bact., 29, 470-489.
17. McFADDEN, L. A., 1961; Bacterial stem and leaf rot of dieffenbachia in Florida. Phytopath., 51, 663-668.
18. MILLER, H.N. and L.A. McFADDEN 1961; A bacterial

- disease of *Philodendron*. *Phytopath.*, 51, 826-831.
19. MISAGHI, I. and R. G. Grogan, 1969 ; Nutritional and biochemical comparisons of plant-pathogenic and saprophytic fluorescent *Pseudomonads*. *Phytopath.*, 59, 1436-1450.
 20. MUNNEKE, D.E., 1960 ; Bacterial stem rot of *dieffenbachia*. *Phytopath.*, 50, 696-700.
 21. 成田武四郎, ；北海道における馬鈴薯の細菌病に関する研究, 道農試報告, 8, 1-80.
 22. ———, 田中一郎, 1954 ; 馬鈴薯輪腐病に関する調査研究, 道農試報告, 6, 1-116.
 23. ———, 春貴紀男, 1952 ; 北海道における馬鈴薯薯枯病に関する調査, 道農試報告, 4, 1-62.
 24. 岡部徳夫, 後藤正夫, 1955 ; 日本に於ける植物細菌病, Ⅲ. *Pseudomonas* 属細菌による腐敗病について, 静大農研究報告, 5, 87-95.
 25. ———, ———, 1956 ; 日本における植物細菌病, Ⅶ. キクおよびシャスタギクの *Erwinia carotovora* による軟腐病について, 静大農研究報告, 6, 9-13.
 26. 尾崎政春, 谷井昭夫, 馬場徹代, 土屋貞夫, 1969 ; ジャガイモ黒脚病とその病原細菌 (予報), 日植病報, 34, 362.
 27. SKERMAN, V.B.D., 1967 ; A guide to the identification of the genera of bacteria. 2nd ed. Williams and Wilkins Co., Baltimore.
 28. SMITH, W.L., 1950 ; Pathogenic differences manifested by *Erwinia atroseptica* and *Erwinia carotovora*. *Phytopath.*, 40, 1011-1017.
 29. Society of American Bacteriologists, 1957 ; Manual of Microbiological Methods. McGraw-Hill Book Co., New York.
 30. STARR, M. P., 1947 ; The causal agent of bacterial root and stem disease of guayule. *Phytopath.*, 37, 291-300.
 31. THORNLEY, M. J., 1960 ; The differentiation of *Pseudomonas* from other gram-negative bacteria on the basis of arginine metabolism. *J. appl. Bact.*, 23, 37-52.
 32. 富永時任, 土屋行夫, 1958 ; *Pseudomonas* 属細菌に

- よるタマネギおよびラッキョウの腐敗病について, 日植病報, 23, 36.
33. 藤井新太郎, 1958 ; *Pseudomonas* 属細菌による白菜の腐敗病について, 日植病報, 23, 23.
 34. WALDEE, E. L., 1945 ; Comparative studies of some peritrichous phytopathogenic bacteria. *Iowa Coll. J. Sci.*, 19, 435-484.

Summary

At Yakumo-Cho, Hokkaido prefecture in Japan, unknown bacterial plant disease suddenly broke out on the principal potato seed fields in 1969.

The external symptom of infection is a wilting, and the internal symptom is a darkening of the pith and vascular bundle of the stems at or below the soil line. The darkened areas gradually develop, a hollow is formed in the stem-pith, and the browning of the vascular bundle of the stems is found at the upper part of the hollow. Then the petioles and leaves tend to wilt, the stems eventually rot completely and the plant collapses. Occasionally blackish brown streaks are produced on the petioles, and the vascular bundle of the tubers turns brown.

From the affected vascular bundle of stems and tubers, 2 species of *Erwinia* are isolated. From bacteriological characteristics, one is identified as *Erwinia chrysanthemi* BURKHOLDER et al. (*Pectobacterium carotovorum* var. *chrysanthemi*), others *E. carotovora* (JONES) HOLLAND (*P. carotovorum* var. *carotovora*).

As a result of experiment on isolations and pathogenicities, the causal organisms are recognized as *E. chrysanthemi*.



Fig. 1 Blight symptom on potato stems



Fig. 3 wilt symptom on potato petioles and leaves



Fig. 2 Blackish brown streak on potato petiole

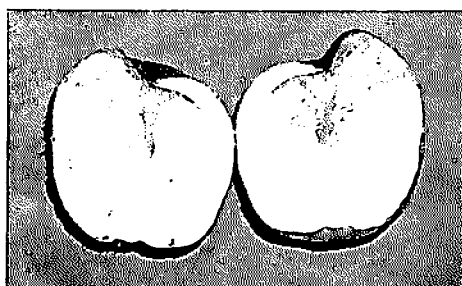


Fig. 4 Browned vascular bundle in potato tuber



Fig. 5 Electron micrograph of *Erwinia chrysanthemi* ($\times 6,000$)

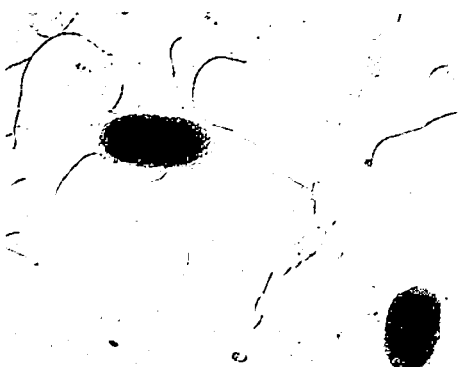


Fig. 6 Electron micrograph of *Erwinia carotovora* ($\times 9,000$)