

# 北海道におけるジャガイモ半身萎ちょう病の発生状況と 今後の研究課題

北海道立中央農業試験場  すみ  の  あき  お  大

## はじめに

北海道では、これまでにジャガイモ半身萎ちょう病菌として1981年に斎藤らが *Verticillium albo-atrum* を、また、1984年に北沢・佐藤が *V. nigrescens* を報告している。斎藤らは当初、後志支庁管内真狩村で *V. albo-atrum* による本病の発生を認め、その後、根室支庁管内中標津町でも発生を認めている(斎藤ら、未発表)。北沢・佐藤は札幌市の北海道農試内の圃場で *V. nigrescens* による本病の発生を認め、その後、上川支庁管内美深町でも発生を認めている(北沢ら、1987)。これら発生が確認された地点は道内の離れた地域であることから、本病が道内全域に広がっている恐れのあることが懸念されたが、その後、大きな被害をもたらした報告もなく、本病の道内における発生実態や詳細な研究調査は行われていなかった。

しかしながら、近年、北海道の各地でジャガイモの黄化期が早い圃場が散見されており、これらの圃場では、ジャガイモの下位葉が黄化したり、株の片側あるいは全体が萎ちょうしたり、茎の維管束部が褐変するなどの半身萎ちょう病の典型的な症状が見受けられる。1993年に道内の22圃場を予備的に調査したところ、上述の2種の *Verticillium* 属菌ではなく、*V. dahliae* が高頻度に分離され、その発生も道内の広い範囲に及んでいることが推察された(角野ら、1993)。*V. dahliae* による本道のジャガイモでの発生は、1976年に札幌市で岩田氏により認められたとされるが正式な報告はなされていなかった(北沢、1983)。このようなことから、現在の道内における本病の発生状況や病原菌及び被害状況の詳細かつ早急な解明と防除対策の確立を目指し、試験に取り組むこととなった。ジャガイモでの本病の調査研究はまだ緒についたばかりであり十分なデータを持ち合わせていないが、1993～94年にかけて行った発生実態調査の結果を中心に、北海道における本病の現状を紹介するとともに、今後の課題と研究方針を述べ、参考に供したい。

## I 病 徴

ジャガイモ半身萎ちょう病の初期症状は、下位葉の葉先や葉脈間の退色である。この退色は葉の萎れを伴い、葉先が巻き上がる場合もあり、後に退色部分は黄化や褐変して枯れる。これらの症状はしだいに下位から上位へと進展し、最後は全体が枯れ上がる。発病した茎の維管束部分は褐変し、検鏡により内部に菌糸が確認される。これら葉の萎ちょうや黄化及び維管束褐変の症状は株全体に見られるだけでなく、時に株の片側や1茎だけ、また、茎の片側だけに見られる場合もある。

発生の激しい圃場では、ジャガイモの開花期ごろに既にこれらの症状が現れるが、通常はジャガイモ栽培の後期に現れるため、自然枯ちょうと区別し難く、本病の発生に気付かない場合が多い。

## II 北海道内の発生実態と病原菌の分布状況

### 1 病原菌の同定

3種類の *Verticillium* 属菌の同定は、主として休眠体の形態に基づいて行われる。すなわち、*V. dahliae* は微小菌核を、*V. albo-atrum* は暗色休眠菌糸を、*V. nigrescens* は小型の厚膜胞子を形成する。また、*V. albo-atrum* は分生子柄の基部が黒く着色し、30°Cで生育できないことも分類の基準となっている。北海道のジャガイモから分離した菌株についての形態的特徴と培養性質については、表-1に示した。結果として、道内のジャガイモからは3菌種とも分離された。高等植物に病原性を示す *Verticillium* 属菌は、上記の3菌種のほかに大型の厚膜胞子を形成する *V. nubilum* と微小菌核、暗色休眠菌糸、厚膜胞子のいずれも形成する *V. tricorpus* が報告されているが、北海道のジャガイモからは現在のところ見いだされていない。

### 2 発生実態と病原菌の分布状況

1993～94年にかけて、道内の42市町村137圃場についてジャガイモの茎を採集し、維管束褐変の有無と病原菌の分離を試み、本病の発生実態と病原菌の分布状況を調査した。結果を図-1と表-2に示した。34市町村、89圃場(65%)でジャガイモ半身萎ちょう病の発生が認められた。これらの中には黄化や萎ちょうなどの病徴は認め

表-1 ジャガイモから分離された *Verticillium* 属菌の形態及び培養性質の比較

菌 株	分生胞子の大きさ(μm, ( )内は平均値)		分生子柄の着色の有無	微小菌核の有無	暗色休眠菌糸の有無	厚膜胞子の有無	培地上での生育				
	長 径	短 径					適温	30°C	32°C	35°C	
<i>V. dahliae</i>											
SVPI 94006	3.9- (4.9) -6.2	2.2- (2.9) -3.9	-	+	-	-	23°C	+	+	-	
SVPI 94274	4.3- (5.4) -7.5	2.2- (3.1) -4.1	-	+	-	-	23°C	+	+	-	
SVPI 94093	3.6- (4.9) -5.8	2.1- (2.7) -3.2	-	+	-	-	23°C	+	+	-	
<i>V. albo-atrum</i>											
SVPI 94334	4.42- (5.6) -6.8	2.0- (2.9) -3.4	+	-	+	-	20°C	±	-	-	
SVPI 94190	4.6- (5.7) -7.0	2.8- (3.1) -5.7	+	-	+	-	20°C	±	-	-	
SVPI 94221	4.4- (5.3) -6.0	2.5- (2.9) -3.3	+	-	+	-	20°C	±	-	-	
<i>V. nigrescens</i>											
SVPI 94165	3.4- (4.8) -6.4	2.8- (3.5) -4.4	-	-	-	+	25°C	+	+	±	
SVPI 94063	3.3- (4.3) -6.7	2.5- (3.1) -5.1	-	-	-	+	25°C	+	+	±	
SVPI 94078	3.5- (4.4) -5.6	2.6- (3.1) -4.1	-	-	-	+	25°C	+	+	±	
既往の報告											
<i>V. dahliae</i>	2.5-8	1.4-3.2	-	+	-	-	23°C	+			
<i>V. albo-atrum</i>	3.6- (5.3) -6.4	1.8- (3.1) -3.5	+	-	+	-	20>25	-			
<i>V. nigrescens</i>	3.0- (4.7) -9.0	1.5- (2.7) -5.0	-	-	-	+		+			

注1) 培地上での生育で±は1か月後にわずかに生育を認めた。

注2) 既往の報告は主に以下によった。*V. dahliae*: C. M. I. Descript., *V. albo-atrum*: 斎藤ら (1981), *V. nigrescens*: 北沢・佐藤 (1984)

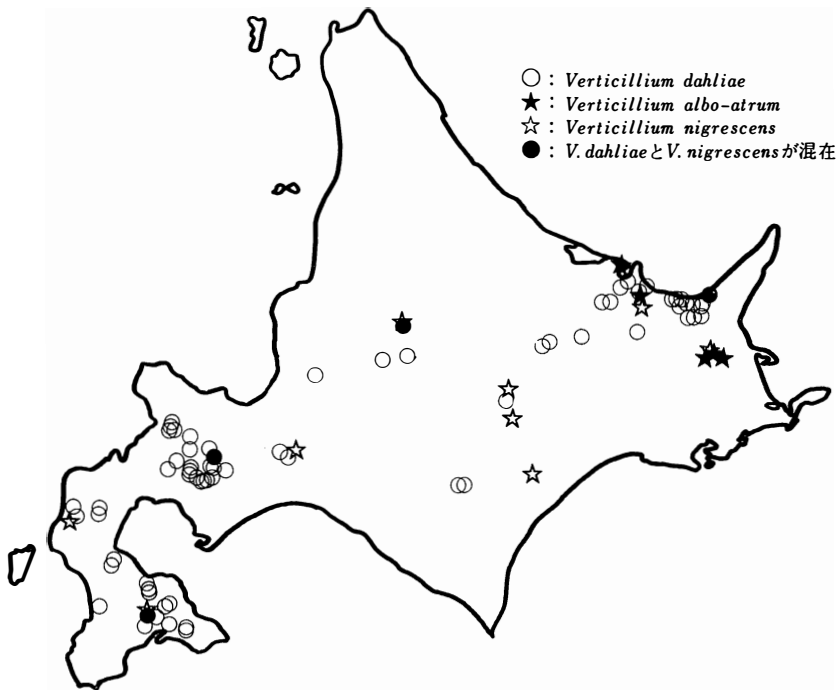


図-1 北海道におけるジャガイモ半身萎ちょう病の病原菌別発生状況 (1993~94年)

表-2 北海道におけるジャガイモ半身萎ちよう病の発生状況 (1993年~94年)

支庁名	調査市 町村数	発生市 町村数	調査圃 場数	半身萎ちよう病発生圃場数				無発生 圃場数
				<i>V. dahliae</i>	<i>V. albo-atrum</i>	<i>V. nigrescens</i>	<i>V. dahl.</i> + <i>nigr.</i>	
石狩支庁	1	1	4	2	0	1	0	1
空知支庁	4	2	5	2	0	0	0	3
後志支庁	8	7	30	23	0	0	1	6
渡島支庁	6	6	16	12	0	1	1	2
檜山支庁	5	4	13	5	0	1	0	7
胆振支庁	1	0	2	0	0	0	0	2
上川支庁	2	2	3	1	0	1	1	0
網走支庁	7	7	36	23	2	1	1	9
根室支庁	1	1	7	0	3	1	0	3
十勝支庁	7	4	21	3	0	3	0	15
合計	42	34	137	71 (80%)	5 (6%)	9 (10%)	4 (4%)	48

表-3 分離菌株のジャガイモに対する病原性

菌種	接種後 45 日		接種後 53 日		接種後 77 日			菌の再 分離
	黄化株率	枯死株率	黄化株率	枯死株率	黄化株率	枯死株率	維管束褐 変株率	
<i>V. albo-atrum</i>	100%	0%	40%	60%	0%	100%	100%	+++
<i>V. dahliae</i>	20%	0%	80%	0%	70%	30%	100%	+++
<i>V. nigrescens</i>	0%	0%	0%	0%	30%	0%	20%	+
無接種	0%	0%	0%	0%	40%	0%	0%	-

られなかったが維管束褐変が認められた圃場や全く病徴は認められなかったが *Verticillium* 属菌が分離された圃場 (*V. nigrescens* の2圃場) も含まれる。いずれにしても、本病の発生は道内の広い範囲に及んでいるものと推察された。しかし、本病の発生状況を地域的に見ると、渡島、後志、網走地方で発生割合が高く十勝地方で少ない傾向が認められ、地域により発生程度に差があるように思われた。

本病発生圃場の菌種別内訳を見ると、*V. dahliae* が分離された圃場が71 (80%)、*V. albo-atrum* が分離された圃場が5 (6%)、*V. nigrescens* が分離された圃場が9 (10%)、*V. dahliae* と *V. nigrescens* が混発していた圃場が4 (4%) であり、*V. dahliae* の発生割合が圧倒的に多かった。病原菌の地理的分布を見ると、*V. dahliae* と *V. nigrescens* は道内各地に分布していたのに対し、*V. albo-atrum* は道東の網走市と中標津町のみ分布が限られていた。*V. albo-atrum* の生育適温が *V. dahliae* と *V. nigrescens* に比較して低温であることは一般的に知られており、このことが病原菌の地理的分布の差に直接関連しているとされている (飯嶋, 1983)。このことから、*V. albo-atrum* の発生が、道内でもより冷涼な気候

の道東地域に限られているものと思われる。*V. albo-atrum* によるジャガイモ半身萎ちよう病の発生がより冷涼な地域に限定されることはアメリカでも認められており (Rowe et al., 1987)、今後調査事例を増やし、病原菌の分布と気温の関係や年次変動の有無などを検討したい。

### III 病原性

#### 1 ジャガイモに対する病原性

ISAAC (1949) は、*V. dahliae* に比べ *V. albo-atrum* のほうがジャガイモに対する病原性の強いことを指摘している。また、北沢・佐藤 (1984) は接種試験でジャガイモに対する病原性を比較したところ、*V. albo-atrum* が最も病原性が強く、次いで *V. dahliae*、*V. nigrescens* の順であることを報告している。北海道のジャガイモから分離された菌株を用いて温室での接種試験を試みた結果、北沢・佐藤の結果同様 *V. dahliae* に比べ *V. albo-atrum* のほうが病原性が強かった。しかし、*V. nigrescens* に関しては北沢・佐藤が接種45日目まで罹病度で無処理区と顕著な差を認めたのに対し、本試験では接種後77日目でも無処理区と外部病徴に差がなく、維管

束褐変株率も20%と非常に低かった(表-3)。V. nigrescensは一般に病原性が弱く、作物によっては分離されても病原性を示さない場合がある。海外でもジャガイモに萎ちょう症状を示すが病原性は弱いとされ、ジャガイモ半身萎ちょう病の病原菌として取り上げられていない場合が多い(RICH, 1983; POWELSON and ROWE, 1993)。V. nigrescensの北海道でのジャガイモ半身萎ちょう病菌としての重要性については、供試菌株数を増やしたり、接種量を増やした試験や圃場での試験、より多くの発生実態調査など、さらに検討を試みる必要がある。

2 収量への影響

海外でのジャガイモ半身萎ちょう病の収量に対する影響を調べた報告には、ほとんど減収をもたらさないとす

るものから、30~50%もの減収をもたらすとするものまで様々である(POWELSON and ROWE, 1993)。これは病原菌の種類、病害の発生程度、圃場環境、栽培環境、気象条件、品種などの違いによるものと考えられる。北海道のジャガイモから分離されたV. dahliaeを供試し、径30cmの素焼き鉢で行った接種試験では、無接種区に比べ20~25%の減収が認められた(表-4)。しかしながら本病が激発しても収穫が皆無になるような大打撃は与えないようである。

3 他作物への病原性

V. dahliaeとV. albo-atrumはともに多犯性の病原菌として知られ、数多くの作物を加害する。1993年に道内のジャガイモより分離されたV. dahliaeについてナス、トマト、ピーマン、ダイコン、ハクサイ、メロンに

表-4 鉢試験でのジャガイモ半身萎ちょう病の収量への影響

菌株名	接種源	植え付け日	萌芽日	1株当たりの塊茎数	1株当たりの塊茎重量	(割合)
PO 2-1-1	微小菌核	1/28	2/8	4.0個	283g	74.4%
PO 10-2-1	培養菌体	1/28	2/9	4.0個	299g	78.6%
無接種	—	1/28	2/7	5.3個	380g	100%

- 注) 1. 径30cmの素焼き鉢に殺菌土壌を詰め50gの種イモを1個植え付けた。
- 2. PO 2-1-1は石英砂に形成させた微小菌核を殺菌土壌に混和し接種源とした。
- 3. PO 10-2-1は石英砂で培養した菌体を殺菌土壌に混和し接種源とした。

表-5 ジャガイモから分離されたV. dahliaeの各種作物に対する病原性

分離圃場名	ジャガイモ				トマト	ナス	ピーマン	ダイコン	ハクサイ	メロン
	メークイン	男爵	ワセシロ	デジマ	ボンデローザ	千両	京みどり	耐病総太り	完全結球白菜	夕張キング春系
真狩1	++	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND
真狩2	++	++	++	++	-	++	-	+	+	+
真狩3	++	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND
喜茂別1	++	++	++	++	-	++	-	+	+	+
喜茂別2	++	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND
喜茂別3	++	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND
留寿都1	++	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND
留寿都3	++	++	++	++	-	++	-	+	+	+
ニセコ1	++	++	++	++	-or++	++	-	+	+	+
共和1	++	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND
共和2	++	++	++	++	-	++	-	+	+	+
共和3	++	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND
訓子府1	++	++	++	++	-	++	-	+	+	+
置戸1	++	++	++	++	-	++	-	+	+	+
置戸2	++	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND
端野1	++	++	++	++	-	++	-	+	+	+
端野2	++	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND
端野3	++	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND
美幌3	++	++	++	++	-	++	-	+	+	+

- 注) - : 黄化, 萎ちょう症状も維管束褐変もなし。
- + : 維管束褐変しているが黄化, 萎ちょう症状はなし。
- ++ : 黄化, 萎ちょう症状が見られ, 維管束褐変もしている。
- ND : 試験を行わなかった。

対する病原性を調べたところ、ニセコ1圃場からの分離菌を除いたすべての菌株がトマトやピーマンに病原性を示さず、ナス、ダイコン、ハクサイ、メロンには病原性を示した(表-5)。*V. dahliae*にはナス、トマト、ピーマン、ハクサイ、ダイコン、エダマメを指標作物とした寄生性の異なる菌群の存在が認められている(萩原, 1990)。本試験ではエダマメでの検討を行っていないが、大部分がナス系統(A群)であるものと思われる。なお、ニセコ1圃場についてはトマトに強い病原性を示す菌株とトマトに病原性を示さない菌株があり、ナス系とトマト系(B群)が混在しているものと思われる。

ある作物が宿主であるかないかは、ジャガイモ半身萎ちょう病発生圃場にその作物を栽培できるかどうかを結論付けるものなので、今後、さらに供試植物を増やして検討するとともに、*V. albo-atrum*や*V. nigrescens*についても検討する必要がある。また、作物の栽培によって土壤中での本病原菌密度がどう変化するかについても明らかにする必要がある。

#### IV 今後の課題や問題点

##### 1 道内の汚染状況の把握

これまでの実態調査の結果から、ジャガイモ半身萎ちょう病はすでに北海道の広い地域にまん延している可能性が高いと推察された。しかし、一方でその発生程度は地域により差があることも明らかとなった。半身萎ちょう病は典型的な土壌病害であり、土壌中の病原菌密度(土壌の汚染状況)と発病及び被害とは密接な関係がある。ジャガイモの作付け前における病原菌密度の水準と作付け後の発病や経済的損失との関係を把握することは、本病の防除対策を講じるうえで非常に重要なことである。とりわけ、北海道で発生量の多い*V. dahliae*に関しては、微小菌核を土壌からふるい分ける定量法が開発されている(橋本・渋川, 1982; 田村ら, 1985; 白石, 1988)ので、これらの手法を用いてジャガイモにおける土壌中の菌密度と発病のモデル試験に取り組むとともに、道内の地域ごとの汚染状況を早急に把握する必要がある。

##### 2 ジャガイモゆえの問題点

ジャガイモ特有の問題の一つは、他の作物の*Verticillium*病に比べ症状が見難いことである。特に生食用の「男爵」や「メークイン」などの早生の品種では、本病により黄化期や枯ちよう期が早まったとしても、自然枯ちようとの区別が付き難い。また、たとえ本病が激発しても収穫皆無になることがないので、本病の発生を認識し難いのである。そのため、対策を講じる時

期が遅れ、発生や被害が広がる可能性がある。

二つめの問題は、ジャガイモは畑作の主要作物であるために栽培面積が多く、また、圃場規模も大きい。このため、発生を認めたからといってジャガイモの作付けを見合わせて他作物を作付けしたり、くん蒸剤や太陽熱を利用した被覆の伴う土壌消毒を行うなどの抜本的対策が組み難い点である。

今後、本病の防除対策を確立していくなかで上記2点を十分に考慮に入れるとともに、経済的にも採算の取れる防除対策を考案していく必要がある。

##### 3 他作物栽培への影響

近年、北海道の畑作地帯ではより収益性の高い野菜や花きの作付けが増えてきており、輪作体系の中にも組み込まれてきている。そのような状況の中で*Verticillium*菌による病害の発生が増えてきており、特に被害の大きいものとしてメロンやダイコンが挙げられる。ある圃場では、メロンを初めて栽培したにもかかわらず本病が激発し、収穫皆無となった事例も確認している。*Verticillium*菌による病害が発生した圃場に共通する特徴として注目すべき点は、前作がジャガイモであったり、過去にジャガイモが過作されていることである。前述のように、ジャガイモでの本病の発生は道内の広い地域に及んでいるものと思われる。一方で、その発生は現在ほとんどが見過ごされているのが現状である。このような現状を踏まえると、ジャガイモ栽培において本病を知らず知らずのうちに増やしてしまい、その後の収益性の高い作物の作付け時に大打撃を被ってしまう図式がおのずと推察されるわけである。

現在、北海道で*Verticillium*属菌による病害の発生が認められている作物を表-6に示した。少なくとも現時点においては、これらの作物をジャガイモの過作地帯で栽培することや、ジャガイモ後作として栽培することは避けるべきであろう。また、今後の試験研究の中では、ジャガイモにおける本病の発生実態や発生生態の解明に焦点を絞りながらも、常に本病原菌の他作物に対する影響も見据えた上での防除対策を確立する必要があるものと思われる。

##### 4 抵抗性品種の探索

*Verticillium*菌による病害に対する防除手段として、抵抗性品種や台木の利用が有効であることが知られており、国内でもトマトやナス、アルファルファなどで実用化されている。海外では既に半身萎ちょう病に抵抗性があるジャガイモの品種も数多く見いだされている(RICH, 1983)。今後、国内の栽培品種を中心に抵抗性品種の探索を行うとともに、感受性の異なることが既にわかっている

表-6 北海道で発生が認められた *Verticillium* 属菌による病害

病原菌	作物名	病名	発生を確認した年
<i>V. dahliae</i>			
	ナス	半身萎ちょう病	昭和 25 年頃
	トマト	半身萎ちょう病	昭和 49 年
	イチゴ	萎ちょう病	昭和 50 年
	トウガラシ	半身萎ちょう病	昭和 50 年
	ピーマン	半身萎ちょう病	昭和 50 年
	スイカ	半身萎ちょう病	昭和 50 年
	メロン	半身萎ちょう病	昭和 50 年
	キュウリ	半身萎ちょう病	昭和 50 年
	キク	半身萎ちょう病	昭和 50 年
	ダイコン	バーティシリウム黒点病	昭和 51 年
	ハクサイ	黄化病	昭和 53 年
	キャベツ	萎ちょう病	昭和 53 年
	ホウレンソウ	萎ちょう病	昭和 53 年
	ウド	萎ちょう病	昭和 60 年
	ゴボウ	維管束褐変症状	平成 2 年
	マクワウリ	半身萎ちょう病	平成 4 年
	ジャガイモ	半身萎ちょう病	平成 5 年
	ワサビダイコン	バーティシリウム黒点病	平成 5 年
<i>V. albo-atrum</i>			
	ジャガイモ	半身萎ちょう病	昭和 54 年
	アルファルファ	半身萎ちょう病	昭和 55 年
<i>V. nigrescens</i>			
	ジャガイモ	半身萎ちょう病	昭和 57 年

る海外の品種を指標にした抵抗性品種簡易検定法の開発が急がれる。

以上、北海道のジャガイモ半身萎ちょう病の発生現状と今後の研究方針について述べてきたが、このほかにも数多くの課題が考えられる。1981年に飯嶋がわが国のバーティシリウム病研究が「病原学的研究の時代」から「環境学的・生態学的研究の時代」に前進することを期待すると述べた。その後15年間でバーティシリウム病の研究は素晴らしい発展を遂げ、非常に多くの有益な研究成果が蓄積されている。しかしながら、ジャガイモに関していえば、わが国では「病原学的研究の時代」から脱し得ていないのが現状である。今後は海外のジャガイモ半身萎ちょう病の成果に照らし合わせていくとともに、他作物のバーティシリウム病に対するわが国の成果が、ジャガイモでも当てはまるかどうかを一つ一つ確認しながら研究を進めていきたい。また、本病の防除対策を確立していく上での重要なこととして、わが国のこれまでの

研究の中心であった施設栽培・園芸作物での成果を、いかに大規模露地栽培・畑作物としての北海道のジャガイモで応用できるかがポイントであるように思われる。

#### 引用文献

- 1) 橋本光司・渋川三郎 (1982): 植物防疫 36: 519~523.
- 2) 飯嶋 勉 (1981): 日植病報 47: 379 (講要).
- 3) ——— (1983): 植物防疫 37: 89~95.
- 4) ISAAC, I. (1949): Trans. Br. mycol. Soc. 32: 137~157.
- 5) 北沢健治 (1983): 同上 37: 100~105.
- 6) ——— (1987): 昭和 62 年普及奨励ならびに指導参考事項, 北海道農務部, p. 268.
- 7) ———・佐藤章夫 (1984): 日植病報 50: 641~642.
- 8) POWELSON, M. L. and R. C. ROWE (1993): Annu. Rev. Phytopathol. 31: 111~126.
- 9) RICH, A. E. (1983): in Potato Disease, p. 71~78, Academic Press, New York.
- 10) ROWE, R. C. et al. (1987): Plant Disease 71: 482~489.
- 11) 斎藤 泉ら (1981): 植物防疫 35: 316~318.
- 12) 白石俊昌 (1988): 土と微生物 31: 67~69.
- 13) 角野晶大ら (1993): 日植病報 59: 767 (講要).
- 14) 田村 修ら (1985): 同上 51: 111 (講要).