

ジャガイモ塊茎異常症の発生について

仲川 晃生¹⁾・中村 吉秀^{1)*}・迎田 幸博¹⁾・菅 康弘¹⁾・小川 哲治²⁾

松尾 和敏³⁾・坂口 莊一^{3)**}・織田 拓^{3)***}

小嶺 正敬³⁾・福田 治男³⁾・牟田 勇³⁾

(¹⁾長崎県総合農林試験場愛野馬鈴薯支場・²⁾長崎県総合農林試験場

³⁾長崎県病害虫防除所)

Occurrence of Potato Tuber Necrosis in Japan. Akio NAKAGAWA¹⁾, Yoshihide NAKAMURA^{1)*}, Yukihiro MUKAIDA¹⁾, Yasuhiro SUGA¹⁾, Tetuji OGAWA²⁾, Kazutoshi MATUO³⁾, Souichi SAKAGUCHI^{3)**}, Hiraku ORITA^{3)***}, Masayuki KOMINE³⁾, Haruo FUKUDA³⁾, Isamu MUTA³⁾ (¹⁾Aino Potato Branch, Nagasaki Prefectural Agricultural and Forestry Experiment Station, Aino, Nagasaki 854-03. ²⁾Nagasaki Prefectural Agricultural and Forestry Experiment Station, Isahaya, Nagasaki 854. ³⁾Nagasaki Prefectural Plant Protection Office, Isahaya, Nagasaki 854.)

Key words: potato, tuber necrosis

緒 言

長崎県の島原半島を中心とする島原・南高地区は、県下第一のジャガイモの生産地である。当地では数年前より収穫塊茎に穿刺状の穴が生じる障害が目立つようになり、出荷したジャガイモが「腐れ」を生じているとの理由で市場から返品されるなどのほか、採種生産の圃場でも発生することから現地では大きな問題となっている。本症を呈したジャガイモは、貯蔵中に被害が拡大するとする農家も多いことから、現場では原因の解明とその対策を求める声が高い。このため、現地での発生実態調査をするとともに原因究明のための試験をした結果、若干の知見が得られたので報告する。

本試験を行うに当たり、佐賀大学ウイルス病制御学教室大島一里博士、九州農業試験場西和文室長及び川瀬章夫研究員には、有益なご助言および多大なご助力を賜った、衷心よりお礼申し上げたい。また、農林水産省種苗

管理センター雲仙農場山並昭郎原種部長には、試験用の健全ジャガイモ種子を提供して頂き、北海道大学名誉教授四方英四郎博士、前農業環境技術研究所大内昭環境生物部長および農業研究センター中村和雄総合研究官には、懇切なご指導・ご鞭撻を賜った、この場を借りて各位に厚くお礼申し上げる。

本研究は、農林水産省指定試験事業により行ったものである。

材料および方法

1. 現地発生実態調査

1995年5月中旬～6月上旬の春作ジャガイモ収穫時に、長崎県南高来郡愛野町農家圃場を、また12月上旬の秋作ジャガイモ収穫時に、島原半島全体を廻り、塊茎異常症の初発年、客土の有無、栽培品種、種いもの来歴、種いもの消毒の有無および土壌消毒の有無等について耕作者への聞き取り調査をするとともに、堀取り直後の塊茎を1圃場当たり100個ずつ、任意に数カ所にわたり調べ、発症塊茎率の調査ならびに菌分離用サンプルの採取を行った。

2. 異常塊茎の貯蔵による被害の拡大

1995年春作で得られた異常症塊茎の内、塊茎表面に穿刺状の症状を呈した陥没症塊茎を477個および塊茎表面にミミズ腫状の症状を呈したミミズ腫症塊茎を91個小型コンテナに詰め、暗黒条件下約20℃に設定した愛野馬鈴薯支場内の貯蔵庫中に約1年間放置後、塊茎の被害状態

*現在 長崎県果樹試験場

*Present address: Nagasaki Fruit-Tree Experiment Station, Omura, Nagasaki 856.

**現在 長崎県総合農林試験場

**Present address: Nagasaki Prefectural Agricultural and Forestry Experiment Station, Isahaya, Nagasaki 854.

***現在 長崎県五島農業改良普及センター

***Present address: Nagasaki Goto Prefectural Agricultural Extension Center, Fukue, Nagasaki 853.

を調べた。

3. 異常症部分からの菌の分離・接種

1995年春作で得たジャガイモ品種ニシユタカの異常症塊茎の内、陥没症と塊茎表皮下部が黒く変色し表面にひびの生じている黒目症塊茎から、常法により菌の分離を行った。単菌糸分離した菌はPSA培地で25℃暗黒下で3日間培養し、径6mmのコルクボーラーで菌叢を打ち出した後、約40gの大きさのニシユタカ塊茎に有傷・無傷で接種し、湿った濾紙を敷きパラフィルムで覆いをして湿室としたピーカーに入れた。25℃暗黒下で10日間静置培養後、ジャガイモ塊茎に対する病原性の有無を調べた。また、土壌接種試験では、ふすま・パーミキュライト培地25℃暗黒下で10日間培養した培地を細かくほぐした後、10gを接種源として径13cmの素焼き鉢に8分目に詰めた蒸気殺菌土壌に、均一になるように混和した後、約40gの大きさのジャガイモ（品種ニシユタカ）塊茎を植付けた。試験は1995年にガラス室条件下で行い、9月に植付け、3カ月後に掘取り、症状の再現を調べた。

4. 異常塊茎の植付けによる症状の再現

愛野馬鈴薯支場内隔離温室条件下でのポット試験（1995年秋）と圃場試験（1996年春）を行った。ポット試験では、各種症状を呈したジャガイモ塊茎（品種ニシユタカおよびデジマ）を9月に蒸気殺菌土壌を詰めた径13cmの素焼き鉢に植付け、12月に掘取り後、症状の有無を調べた。また、圃場試験では幅1.4m長さ8mのコンクリート製枠圃場を2枠用いた。圃場は、クローリックリン錠剤を地下15cmの深さに30cm四方に1錠の割合で埋設後ビニールにより被覆し、約1カ月放置後、小型管理機により抜気した。一方に異常塊茎（陥没症）を、また、他方に愛野馬鈴薯支場環境科圃場より得た健全塊茎を植付けた。その後の栽培管理は、愛野支場慣行によった。

5. 不織布トンネルの有無による異常塊茎発症率の差異

農林水産省種苗管理センター雲仙農場より得たジャガイモ品種ニシユタカおよびデジマの原々種を1996年3月に愛野支場内環境科圃場に植付け後黒マルチ栽培し、アブラムシ等の飛来を防ぐ目的で出芽直後に各品種10株ずつ任意に3カ所を不織布（ユニチカ製パスマイト）でトンネル状に覆った。対照区は不織布を掛けなかった。試験期間中は両区とも疫病・アブラムシに対する一般防除は行わなかった。

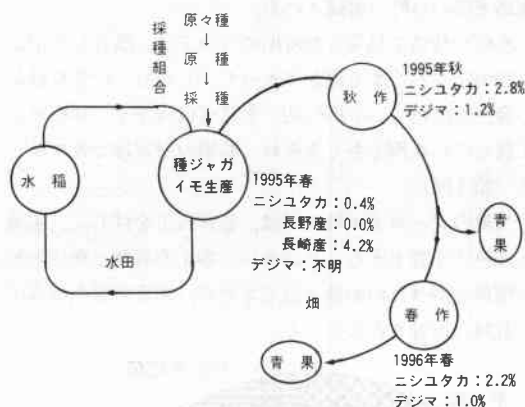
結 果

1. 現地発生実態調査

現地圃場の調査では、ジャガイモの異常塊茎として以下の4症状が認められた。①陥没症：塊茎表面に直径

1cm内外の黒色の穴が生じ、直下1cm位の深さまで茶色い変色部が認められる（第1図A）。②黒目症：塊茎表皮下内部が黒く変色する、中には表面にひび割れが生じる（第1図B）。③ミミズ腫症：塊茎表皮がミミズ腫状に膨れ、後に黒く沈んだ状態となる（第1図C）。④内部褐変症：外観健全の塊茎内部に1cm内外の大きさの褐変を有す（第1図D）。陥没症では陥没部に菌糸が蔓延しているのがよく観察された（第1図E）。この症状は春作の収穫時（5～6月）に顕著であり、秋作の収穫時（11下旬～12月上旬）では認められなかった。

第2図に長崎県愛野町における一般農家の種いもの調



第2図 長崎県愛野町におけるジャガイモ青果用種いもの生産状況とジャガイモ塊茎異常症の発生程度の推移



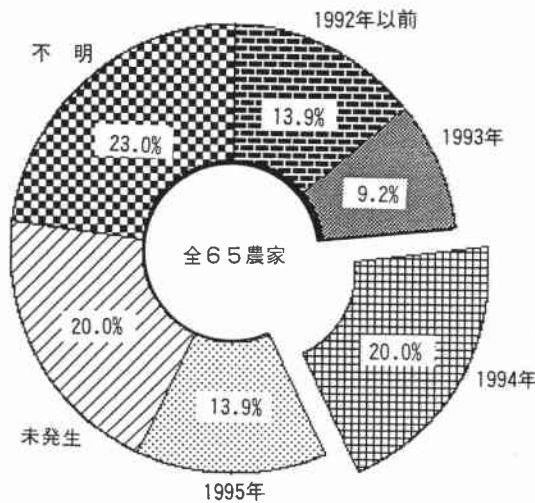
第3図 ジャガイモ塊茎異常症発生分布（1995年春・秋作収穫時調査）

整と、塊茎異常症の発生程度を示した。購入した採種レベルの種いもは、水田の裏作（春作）で栽培し、次の秋作（畑作）の種とする。秋作ではこの種を使い青果生産するほか、一部を次の春作（畑作）の種とする。基本的には翌年の春作で全量を青果として出荷し、次作（秋作）では、水田裏作にて生産した新規の種に更新する。この間に購入種子の栽培時では低かった発症塊茎率が、自家採種を行う間に高まる事が判明した。発症塊茎率はデジマに比べニシユタカで高かった。

1995年の調査で異常症の発生を確認した地域を第3図に示した。塊茎異常症の発生は、北高来郡森山町の他、南高来郡の11町で確認された。

本症が初めて発生した時期については、調査した中では1994年からとする例が多かった。しかし、かなり昔から発生を認めている例の他、異常症自体をそうか病として扱っていた例も多くみられ、時期の特定はできなかった（第4図）。

当地のジャガイモ栽培では、品質向上を目的に、圃場へ赤色土を客土することが多い。客土の有無と発症率との関係を調べたのが第1表であるが、本症の発生は客土の有無に影響されなかった。



第4図 ジャガイモ塊茎異常症の初発年 (1995年春・秋収穫時聞き取り調査)

第1表 客土の有無と異常塊茎発症率との関係^{a)}

品 種	異常塊茎発症率 (%)	
	客 土 有	客 土 無
ニシユタカ	2.6±1.9 ^{b)}	1.2±1.4
デジマ	1.0±1.5	0.8±1.4

a) 調査筆数：ニシユタカ44筆，デジマ23筆
b) 数値は平均値±標準偏差

第2表は、種いも消毒の有無と発症との関係を調べたものである。当地では、ストレプトマイシン・オキシテトラサイクリン水和剤もしくはストレプトマイシン・チオファネートメチル水和剤が種いも消毒剤として一般に普及している。種いも消毒の有無と本症の発生との関係は、認められなかった。

土壌消毒の有無と発症との関係を示したのが第3表である。土壌消毒の有無に関わらず本症の発生が認められた。

種いもの来歴と発症との関係を示したのが第4表である。購入した種子を一度でも自作した場合は自家採種とした。この結果、自家採種では発症率がニシユタカで1.8%を示したのに対し、長野産の購入種子を用いた場合は発症が認められなかった。また、購入種子でも産地仲買人由来の場合は発症率が高かった。

2. 異常塊茎の貯蔵による被害の拡大

異常塊茎の貯蔵中の変化を第5表と第1図Fに示す。陥没症状を呈した塊茎は24.5%が陥没症状を呈していた他は、54.1%が乾腐病を発病し、18.5%の塊茎が疫病を発病していた。陥没症と判定された塊茎の内2.9%のものが再度調査すると陥没型のそうか病であった。ミミズ腫症の場合は、100%がミミズ腫症のままであった。

3. 異常症部分からの菌の分離・接種

陥没および黒目部分から分離された糸状菌の接種試験

第2表 種いも消毒の有無と異常塊茎発症率との関係^{a)}

品 種	異常塊茎発症率 (%)		
	消 毒 有		消 毒 無
	ストレプトマイシン・オキシテラサイクリン水和剤	ストレプトマイシン・チオファネートメチル水和剤	
ニシユタカ	1.3±2.0 ^{b)}	2.4±1.5	1.1±1.3
デジマ	1.0±0.5	0.9±1.3	1.0±1.5

a) 調査筆数：ニシユタカ37筆，デジマ23筆
b) 数値は平均値±標準偏差

第3表 土壌消毒と異常塊茎発症率との関係^{a)}

品 種	異常塊茎発症率 (%)		
	消 毒 有		消 毒 無
	クロルピクリンくん蒸剤	D-D油剤	
ニシユタカ	2.0±1.5 ^{b)}	0.7±1.4	1.4±1.6
デジマ	1.0±1.7	0.9±0.8	0.6±0.5

a) 調査筆数：ニシユタカ42筆，デジマ25筆
b) 数値は平均値±標準偏差

第4表 種いもの来歴の違いによる異常塊茎発症率の差異^{a)}

品 種	自家採取	購 入 種 子					
		原々種	原 種	農 協			産地仲買人
				長野県産	長崎県産	不 明	
ニシユタカ	1.8±1.7	1.3±1.4 ^{b)}	— ^{c)}	0.0±0.0	4.2	4.2±1.2	4.1±1.1
デ ジ マ	0.7±0.7	2.0±2.9	0.0	—	—	0.0	0.6

a) 調査筆数：ニシユタカ51筆，デジマ21筆

b) 数値は平均値±標準偏差，但し該当事例が1例だけの時は標準偏差の項無し

c) 該当なし

第5表 異常塊茎の貯蔵中の変化^{a)}

塊茎症状	調査 塊茎 数 (個)	症 状 別 塊 茎 率 (%)				
		陥没症	ミミズ 腫 症	そうか 病 ^{b)}	疫 病	乾腐病
陥 没 症	477	24.5	0.0	2.9	18.5	54.1
ミミズ腫症	91	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0

a) 1995年春作時収穫塊茎（品種ニシユタカ）を貯蔵庫内にて保存，1996年4月1日調査

b) 陥没型そうか病

第6表 陥没部分から分離された糸状菌の接種による塊茎異常症の再現試験

菌 株	菌 種	発症塊茎率 (%)			乾腐病 ^{b)} 発生塊 茎率 (%)
		塊茎接種		土 壤 接 種	
		有 傷	無 傷		
SI9501	菌種不明	0.0	0.0	0.0	0.0
SI9507	<i>Mucor</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0
SI9509	菌種不明	0.0	0.0	0.0	0.0
SI9510	菌種不明	0.0	0.0	0.0	0.0
SI9514	<i>Fusarium</i> sp.	0.0	0.0	0.0	60.0
SI9515	<i>Fusarium</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0
SI9526	<i>Fusarium</i> sp.	0.0	0.0	0.0	50.0
SI9528	<i>Fusarium</i> sp.	0.0	0.0	0.0	11.1
SI9532	<i>Fusarium</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0
SI9535	<i>Fusarium</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0
SI9552	<i>Fusarium</i> sp.	0.0	0.0	0.0	50.0
SI9555	<i>Fusarium</i> sp.	0.0	0.0	0.0	40.0
SI9558	<i>Fusarium</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0
SI9561	<i>Fusarium</i> sp.	0.0	0.0	0.0	50.0
SI9567	<i>Fusarium</i> sp.	0.0	0.0	0.0	100.0
SI9569	<i>Fusarium</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0
SI9570	<i>Fusarium</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0
SI9575	<i>Fusarium</i> sp.	0.0	0.0	0.0	25.0
SI9577	<i>Fusarium</i> sp.	0.0	0.0	0.0	25.0
SI9580	<i>Fusarium</i> sp.	0.0	0.0	0.0	66.7
SI9585 ^{a)}	<i>Fusarium</i> sp.	0.0	0.0	0.0	75.0
SI9586 ^{a)}	<i>Fusarium</i> sp.	0.0	0.0	0.0	40.0
Cont.		0.0	0.0	0.0	0.0

a) 乾腐病塊茎から分離した菌

b) 土壌接種時の乾腐病発病塊茎率

結果を第6表に示す。分離された糸状菌は，ほとんどが *Fusarium* 属菌であった。糸状菌は陥没部およびびびの生じた黒目の表層部分からは分離されるが，内部の変色した部分からは分離されず，また同様にミミズ腫症および内部褐変症の変色部分からは分離されなかった。分離した糸状菌を塊茎に有傷無傷で接種した場合も，また，土壌接種した場合も本症の再現は認められなかった。土壌接種では乾腐病が高率に発生した。

4. 異常塊茎の植付けによる症状の再現

症状別異常塊茎をポットに植付けた時の結果を第7表に示した。異常症塊茎の植付により，高率に異常症が再現された。陥没症塊茎を植付けた場合は，陥没症とともに高率にミミズ腫症が生じること，また，ミミズ腫症塊茎からはミミズ腫症の他，陥没症が生じた。愛野支場環境科種圃場由来の外観健全塊茎を植え付けても低率ながらミミズ腫症を生じた。

圃場条件下での異常塊茎の植え付け試験結果を第8表に示す。陥没症塊茎の植付けにより，黒目症とミミズ腫症が生じ，また，環境科種圃場から得た健全塊茎からも異常塊茎が生じた。

5. 不織布トンネルの有無による異常塊茎発症率の差異

第9表は不織布トンネルの有無と異常症塊茎の発症率を示したものである。ニシユタカで不織布トンネルをすることにより，異常症の発生が押さえられた。デジマでは不織布トンネルの有無に係わらず発症は認められなかった。

考 察

ジャガイモ塊茎異常症の原因については客土をした圃場で多い，堆肥の種類により発生に差が生じる等の指摘が生産者から上がっているが，今回，島原半島全域を対象にした現地調査の結果からは，明確な関係は認められなかった。

異常塊茎の症状としては，陥没症および黒目症のほか塊茎を注意深く観察しないと判らないミミズ腫症，なら

第7表 症状別異常塊茎の植付けによる異常症状の再現 (ポット試験)^{a)}

植付塊茎の種類 ^{b)}	調査株数 (本)	調査塊茎数 (個)	発症塊茎数 (個)	発症塊茎率 (%)	内 訳		
					陥没症	ミミズ腫症	陥没症 + ミミズ腫症
ニシユタカ							
陥没症	7	21	4	19.0	4.8	14.3	0.0
ミミズ腫症	7	28	9	32.1	3.6	28.6	0.0
陥没症+ミミズ腫症	7	17	5	29.4	11.8	17.6	0.0
内部褐変症	7	11	3	27.3	0.0	27.3	0.0
健全 (無症状)	7	32	7	6.3	0.0	6.3	0.0
デ ジ マ							
ミミズ腫症	7	35	10	28.6	0.0	20.0	8.6
健全 (無症状)	7	29	1	3.4	0.0	3.4	0.0

a) 1995年秋作試験。試験は、隔離温室条件下で行った。

b) 異常症状塊茎は愛野馬鈴薯支場環境科圃場で発生したものを使い、健全塊茎は、環境科採種圃場から得た外観無症状のいもを用いた。

第8表 異常塊茎の植付けによる症状再現試験^{a)}

植付塊茎の種類	調査株数 (株)	調査塊茎数 (個)	発症塊茎率 (%)	症状別塊茎率 (%)		
				陥没症	黒目症	ミミズ腫症
陥没症塊茎	26	189	6.8	0.0	6.8	1.0 ^{b)}
健全塊茎	26	190	6.2	0.0	3.2	3.1

a) 1996年春作露地試験

b) ミミズ腫症塊茎は黒目症状を併発

第9表 不織布トンネル栽培と異常塊茎発症率との関係^{a)}

処 理 区	調査株数 (株)	全調査塊茎数 (個)	平均発症塊茎率 (%)
ニシユタカ ^{b)}			
不織布被覆区	10	186	0.0 ^{c)} a
無被覆区	10	191	5.8 ^{b)}
デ ジ マ			
不織布被覆区	10	107	0.0 ^{a)}
無被覆区	10	114	0.0 ^{a)}

a) 1996年春作試験。圃場はクロルピルクリンくん蒸剤により消毒した

b) 農水省種苗管理センター雲仙農場産原々種を用いた

c) 同一英小文字を付した平均値間には、Tukey法により有為差無し

びに塊茎の切断時に気が付く内部褐変症等が認められた。症状としては異なるこれらの塊茎を植付けると、基本的にミミズ腫症が発生し、これに伴い他の症状も再現されることから、これらは同一の原因に起因するものと考えられる。このうち陥没症のものでは、収穫時に陥没部に白い菌糸が蔓延しているのが観察された。ここで分離される菌は主としてジャガイモ乾腐病菌であると考えられ、分離菌を再接種しても陥没症は再現されないこと、ならびに現地調査および症状再現試験では、土壤消毒を

している圃場でも本症の発生が確認されることから、これら分離菌が、本症の直接的な原因ではなく、先に何らかの原因により塊茎表面にえそ部分が生じ、ここに二次的に土壤中のこれらの菌が寄生したものと考えられる。我々の行った試験では、貯蔵中の陥没症塊茎は乾腐病や疫病に進展した。このことは、乾腐病になった塊茎ではえそ部分から乾腐病菌が侵入し、また、疫病になったものでは疫病菌が侵入したものと考えれば試験結果を巧く説明できる。現地調査では労力的な限界から細菌病については調査を見合わせたが、軟腐病や青枯病発生圃場では、これらの病原の侵入により陥没部分から病斑の拡大が認められる塊茎が多数観察された。これらのことから、生産者の指摘する貯蔵中における被害の拡大は、二次的に侵入した乾腐病菌等により塊茎の「腐れ」が拡大していくものと思われる。なお、陥没症貯蔵塊茎からそうか病塊茎が発見されたことは、一部の陥没症の症状が、陥没型そうか病の病斑と見分けが付きにくいための過誤と考える。

症状としてみた場合、陥没症はえそ部分が塊茎表面に生じ、二次的に菌が寄生したもので、黒目症はえそ部分が塊茎表面またはその真下に生じ、二次的な菌の寄生を受けていないもの、内部褐変症は塊茎内部にえそ部分が生じたもの、ミミズ腫症はえそ部分が小さくまとまらず不定形状に生じたと考えると判りやすい。塊茎におけるえそ部分の発生原因としては、①本症の発生は種いもの来歴と深い係わりを持ち、健全な種子でも一度当地で増殖させたものは発症すること、すなわち、当地での栽培中に異常発症因子を獲得 (保毒) すること、②当地由来の外観健全種子の植付けでも発症すること、③種苗管理センター由来の健全塊茎を使い、アブラムシ等の飛来を

防ぐ不織布トンネル栽培を行うと発症が防げられること等の事実から、アブラムシ等により媒介されるウイルスの存在を強く示唆する。事実、迫ら³⁾、大島ら²⁾は異常症塊茎から PVY の新系統を分離しており、本症との関連を現在調査中である。

本塊茎異常症は、西ら¹⁾も指摘するように塊茎により伝染することから、採種栽培に当たっては、健全種子の生産に十分な注意が必要である。特に本症の発生が認められた島原・南高地区では、青果圃場と採種圃場がモザイク状に隣接していることから、採種圃場の集団化と隔離対策の確立が急務であろう。今後は病原の確定と伝播法の解明を行うとともに、現地においては種いも更新ならびに一般防除の励行と、いも捨て場や耕作放棄圃場における「野良いも」の撲滅対策の確立が必要である。

塊茎異常症の発生地は1995年に島原半島を中心に行った調査をまとめたものであるが、調査の及ばなかった地域もあり、また広域的な発生が懸念されることから、再度全県的な調査が必要であると考えられる。

摘 要

1. 長崎県の島原・南高地区ではジャガイモ塊茎に黒色穿刺状の穴などが生じる塊茎異常症が近年発生し、ジャガイモの生産現場で問題となっている。

2. 症状としては陥没症、黒目症、ミミズ腫症および内部褐変症の4症状が認められた。症状毎に異なる塊茎

を植付けた結果、基本的にミミズ腫症が高率に再現されることから、症状としては同一の原因が関わっていると考えられた。

3. 陥没症および一部の黒目症の異常部から *Fusarium* 属菌（主として乾腐病菌）が高率に分離されるが、これらの菌の接種では、症状は再現されなかった。また、ミミズ腫症および内部褐変症の異常部位からは菌は分離されなかった。

4. 現地調査の結果、本症の発生は種いもの来歴と深い関わりを持ち、他県産の健全な種いもでも、当地での栽培を繰り返すことで異常症を発症するようになった。

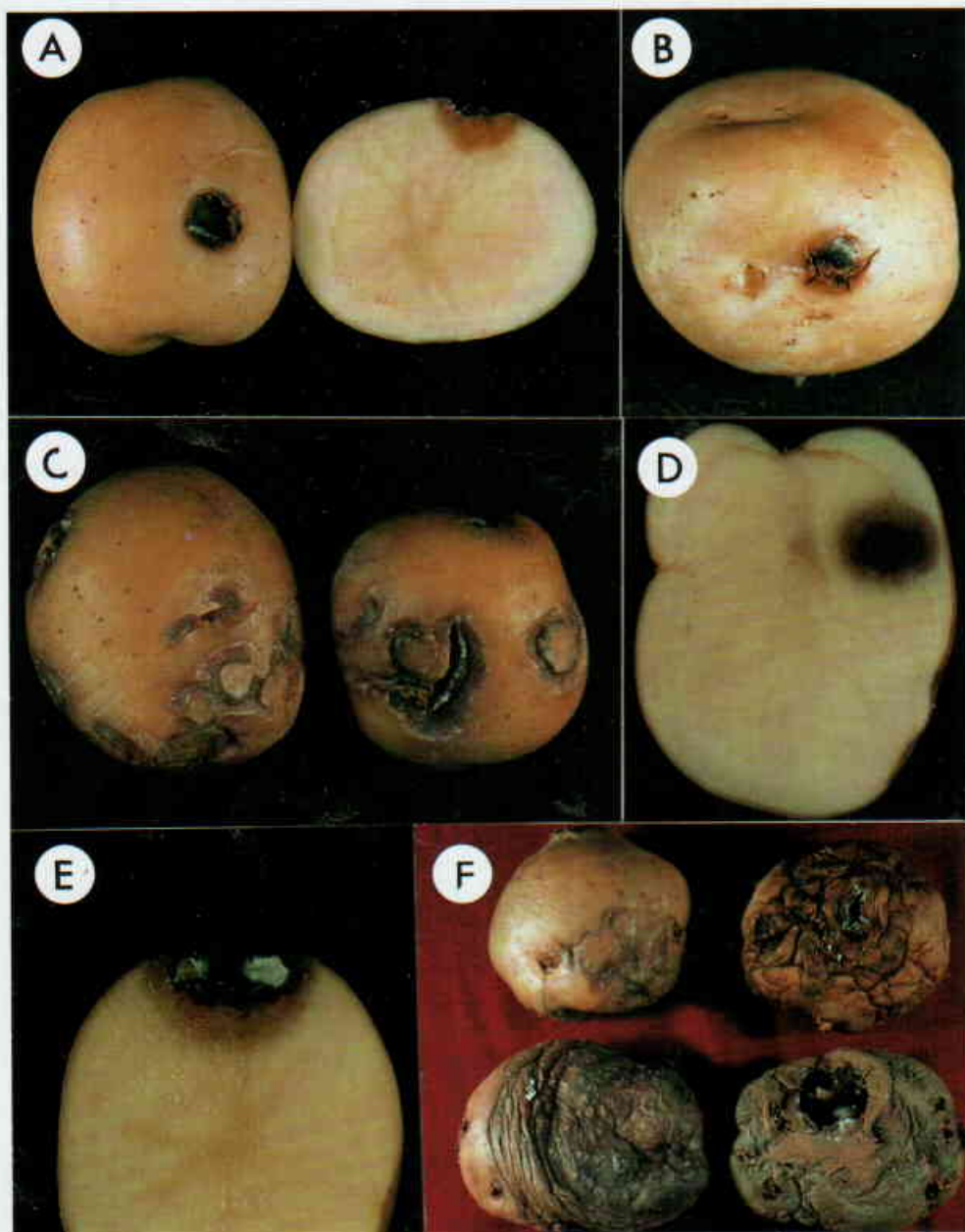
5. アブラムシ等の虫除けを目的とした健全種子の不織布トンネル栽培では、異常塊茎の発生は認められなかった。

6. 以上の結果、本症の発生には何らかの病原が関与している可能性が高い。

引用文献

- 1) 西 和文・川瀬章夫・並木史郎・中村吉秀・仲川晃生 (1997) 九病虫研究会報 43: 29-30. 2) 大島一里・迫 和也・仲川晃生・松尾和敏・小川哲治・四方英四郎・佐古宣道 (1997) 平成9年度日本植物病理学会大会講演要旨予稿集 152. 3) 迫 和也・大島一里・仲川晃生・松尾和敏・小川哲二・四方英四郎・佐古宣道 (1997) 九病虫研究会報 43: 130-131.

(1997年4月30日 受領)



第1図 ジャガイモ塊茎異常症の症状

A：陥没症状，B：黒目症状，C：ミミズ腫症状，D：内部褐変症状，E：陥没部位に蔓延する菌糸，
 F：異常塊茎1年貯蔵後の状態（上左：ミミズ腫症，上右：陥没症，下左：陥没症から疫病発病，
 下右：陥没症から乾腐病発病）