

サツマイモ “周皮乾腐症状” (仮称) の発生要因

高野幸成・猪野 誠

キーワード：サツマイモ，周皮乾腐症状，発生要因，土壤水分，病害

I 緒 言

千葉県は、全国有数のサツマイモ主産県で、北総台地に位置する印旛、香取地区を中心に、「ベニアズマ」を主力とする青果用品種が栽培されている。サツマイモ栽培では、線虫などの虫害、立枯病などの土壌病害、外観形状を損なう生理障害、腐敗などが品質低下の要因となるが、最近ではこれに加えて、原因の特定されていない“周皮乾腐症状” (仮称) の発生が問題となっている。

“周皮乾腐症状”は、塊根表面の周皮が楕円形や円形状に陥没し、発生部が乾燥腐敗する。本症状は、塊根の目 (根痕) に発生することが多く、頭部から尾部まで全ての部位に発生し、大きさは大小様々である。被害は、表層に留まることが多く、その下に新たな周皮が形成され、被害部が剥離する場合もある。また、事例は少ないが、被害進行が塊根内部にまで及ぶ場合もあり、その症状は*Pythium*属菌による白腐病に類似する (写真1~3)。

“周皮乾腐症状”の発生は、紫サツマイモ品種「パープルスイートロード」の県内普及に伴い深刻になった。本品種は、2002年に品種登録され、機性能が期待できるアントシアニン色素を含有し、外観が良く、良食味である特性を持つ青果用品種である (田宮ら, 2003)。本県における「パープルスイートロード」の栽培適性は高く、従来の紫サツマイモ品種に比べて外観形状が良く、正品も多く得られることから、それに替わって普及が進んだが、“周皮乾腐症状”を発生しやすいことが徐々に問題化した。また、主力品種「ベニアズマ」でも、年次によって本症状の発生が問題となり、夏季が高温少雨で、秋以降に多雨の気象条件で多発する傾向にあった。このため、現地から本症状の原因究明や対策の確立が求められた。

そこで、まず現地における“周皮乾腐症状”の発生実態を調査した。次に、多発年の気象条件から土壤水分の影響が考えられたため、水分状態を変えた試験を行った。さらに、本症状に対する品種系統間差異を調査し、最後に本症状が病害、線虫害及び生理障害のいずれに起因するかを明

らかにするため、処理条件を変えたコンテナ栽培試験を行った。これらの試験から、“周皮乾腐症状”の発生要因と耕種的な軽減対策が明らかとなったので報告する。

本研究を実施するに当たり、香取及び印旛農林振興センター (現農業事務所) と、佐原市 (現香取市) 及び香取郡大栄町 (現成田市) の農家の皆様には、現地実態調査にご協力をいただいた。また、当センター病理研究室 (現病理昆虫研究室) の皆様には、試験実施に当たのご助言やご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表す。

II 材料及び方法

1. “周皮乾腐症状”の現地発生実態調査

(1) 現地共進会における発生状況調査

現地における“周皮乾腐症状”の発生実態を把握するため、2006年に佐原市及び香取郡大栄町で行われた坪掘り共進会において、本症状の発生と作型や耕種概要との関係を調査した。共進会実施日は、佐原市の早掘り栽培が8月4日、普通掘り栽培が10月10日、香取郡大栄町の普通掘り栽培が9月20日である。共進会へは、植付け日の異なる圃場から、1坪分のサツマイモが当日に収穫、出品され、このうち本県主力品種の「ベニアズマ」を調査対象とした。出品圃場数は、佐原市の早掘り栽培が44、普通掘り栽培が81、香取郡大栄町の普通掘り栽培が85で、1坪分 (7~19株) の全ての塊根について、“周皮乾腐症状”の発生の有無を調査し、作型の違いによる発生状況を比較した。さらに普通掘り栽培については、前作物の種類、本県や民間の種苗会社で育成された「ベニアズマ」ウイルスフリー苗の使用系統、植付け時期、クロルピクリン剤使用の有無を調査し、発生状況を比較した。

(2) 現地圃場における経時的発生調査

“周皮乾腐症状”の発生時期を把握するため、2005年に本症状の発生が多かった佐原市の現地圃場において、翌年の2006年に経時的に塊根を掘り取り、本症状の発生状況を調査した。

供試品種は、「パープルスイートロード」とし、6月6日に植付けた。その他の耕種概要は第1表のとおりである。掘り取りは、7月6日、8月10日、9月5日、10月10日の計4

受理日2012年8月8日

回とし、植付け後30日以降、約1か月間隔で行った。植付け後30日の7月6日調査では、塊根の肥大が進んでいなかったため、赤色化している根を対象に、それ以降の調査では、全ての塊根を対象に、“周皮乾腐症状”の発生状況と重量を調査した。調査は1区10株、3反復とした。

“周皮乾腐症状”の調査方法は、以下の全ての試験に共通とし、発生程度を0（無）：“周皮乾腐症状”の発生なし、1（微）：“周皮乾腐症状”発生面積5%未満、2（少）：同5～10%、3（中）：同11～15%、4（多）：同16～20%、5（甚）：同21%以上、の6段階で評価し、発生度を次式から算出した。

$$\text{発生度} = [\Sigma (\text{発生程度} \times \text{いも数}) / (\text{調査いも数} \times 5)] \times 100$$

2. “周皮乾腐症状”の発生に及ぼす土壌水分の影響

(1) 生育前期及び生育後期の土壌水分の影響

“周皮乾腐症状”の発生に及ぼす土壌水分の影響を明らかにするため、2006年に千葉県農業総合研究センター（現農林総合研究センター）北総園芸研究所畑作園芸研究室の鉄骨ハウス内の無底枠圃場において、生育前期と生育後期の土壌水分状態を変えた試験を行った。

供試品種は、「パープルスイートロード」とし、6月30日に植付けた。その他の耕種概要は第1表のとおりである。

本症状は、夏季が少雨で、秋以降に多雨の気象条件で多発する傾向にあったことから、植付け後30日から94日までを生育前期、植付け後95日から159日までを生育後期として区分した。試験区は、生育前期と生育後期の土壌水分状態の組み合わせで、乾燥-乾燥区、乾燥-湿潤区、湿潤-乾燥区、湿潤-湿潤区の4区を設け、畦中央部の深さ20cmに埋設したテンシオメータ（大起理化工業(株)）で土壌水分張力（pF値）を測定し、以下のように管理した。植付け後29日（7月29日）までは、各区ともpF2.7を目安に1回当たり20mmをかん水した。植付け後30日（7月30日）から94日（10月2日）までの生育前期は、乾燥区が無かん水、湿潤区がpF2.7を目安に1回当たり50mm（植付け後66日のみ100mm）をかん水した。植付け後95日（10月3日）から159日（12月6日）までの生育後期は、乾燥区が無かん水、湿

潤区がpF2.3を目安に1回当たり50mmをかん水した。

調査は2時期に行い、まず生育前期の土壌水分管理終了時の10月2日に1回目を行った。調査株数は1枠10 m²の1区30株、反復なしで、前期乾燥区と前期湿潤区の2区について、全ての塊根を対象に生育及び“周皮乾腐症状”の発生状況を調査した。2回目は、生育後期終了時の12月6日に、前述の2区とは別の枠圃場に設けた生育前期と生育後期の土壌水分状態を組み合わせた4区について、調査株数を1区30株、2反復とし、全ての塊根を対象に、生育、収量、“周皮乾腐症状”の発生状況を調査した。

(2) 夏季のかん水処理による影響

夏季のかん水処理が“周皮乾腐症状”の発生に及ぼす影響を明らかにするため、2008年に当研究室のパイプハウスにおいて、かん水処理の有無による“周皮乾腐症状”の発生状況を調査した。

供試品種は、「パープルスイートロード」とし、5月30日に植付けた。その他の耕種概要は第1表のとおりである。試験区は、かん水区と無かん水区の2区を設け、畦中央部の深さ20cmに埋設したテンシオメータで土壌水分張力（pF値）を測定し、以下のように管理した。植付け後55日（7月24日）までは、パイプハウスのフィルムを除去し、両区とも露地栽培で管理した。(1)試験の生育前期の期間内に入る植付け後56日（7月25日）から91日（8月29日）までは、前後の入り口を除き、パイプハウス上部にポリオレフィン系フィルムを展張して、降雨を遮断した。この間、かん水区はフィルム展張直後に20mm、その後はpF2.5を目安に1回当たり50mmをかん水し、無かん水区はかん水を行わなかった。植付け後92日（8月30日）以降は、再度パイプハウス上部のフィルムを除去し、両区とも露地栽培で管理した。試験規模は、1区32.4m²、反復なしとした。

収穫は植付け後166日（11月12日）に行い、50g以上の塊根を対象に、収量及び“周皮乾腐症状”の発生状況を1区30株調査した。

(3) 土壌湿潤条件下における被害進行の状況調査

生育後期の土壌湿潤条件下における“周皮乾腐症状”の被害進行過程を明らかにするため、2008年に(1)試験と同じ

第1表 現地圃場調査及び場内圃場試験における耕種概要

試験項目	前作物	畦の形状	クロルピクリン剤 使用の有無	畦間 (cm)	株間 (cm)	施肥成分量 (kg/10a)		
						窒素	リン酸	加里
試験1-(2)	サツマイモ	高畦	有	100	35	4.0	10.7	7.7
試験2-(1)	サツマイモ	平畦	有	100	30	0	28.0	10.0
試験2-(2)	サツマイモ	高畦	有	90	30	1.2	4.0	4.0
試験2-(3)	サツマイモ	平畦	有	100	30	1.0	23.0	10.5
試験3	コカブ	高畦	有	90	30	1.2	4.0	4.0

注1) 各試験圃場とも、土壌は表層腐植質黒ボク土である。

2) 各試験とも、黒色ポリエチレンフィルムを用いたマルチ栽培である。

枠圃場において、本症状の経時的な発生状況を調査した。

供試品種は、「パープルスイートロード」とし、6月27日に植付けた。その他の耕種概要は第1表のとおりである。土壤水分は、畦中央部の深さ20cmに埋設したテンシオメータで土壤水分張力（pF値）を測定し、(1)試験の乾燥-湿潤区に概ね該当するように管理した。植付け後30日（7月27日）までは、pF2.7を目安に1回当たり20mmをかん水した。植付け後31日（7月28日）から95日（9月30日）までは、かん水をせず乾燥状態とした。植付け後96日（10月1日）から160日（12月4日）までは、pF2.3を目安に1回当たり50～100mmをかん水し、湿潤状態とした。試験規模は、1枠10 m²を1区30株とし、4反復設けた。掘り取りは、植付け後96日（10月1日）から7日間隔で、合計10回行った。調査株数は1回当たり1区3株とし、全ての塊根を対象に、“周皮乾腐症状”の発生状況及び被害部の剥離状況（写真2）を調査した。

3. “周皮乾腐症状”の発生に対する品種系統間差異

“周皮乾腐症状”の発生に対する品種系統間差異を明らかにするため、2007年に前記2の(2)試験と同じパイプハウスにおいて、県内栽培品種及び「ベニアズマ」ウイルスフリー苗の系統を用いて、本症状の発生状況を調査した。

供試品種は、「ベニアズマ」、「高系14号」、「べにはるか」、「ベニコマチ」、「べにまさり」、「パープルスイートロード」、「アヤコマチ」の7品種とした。「ベニアズマ」ウイルスフリー苗の系統については、本県や民間の種苗会社で育成、ウイルスフリー化された5系統（フリー苗A～E）と、原種から毎年種いもで維持しているウイルスフリー化されていない苗（原種苗）を加えた6系統を供試した。

植付けは6月6日で、その他の耕種概要は第1表のとおりである。前記2の(1)試験の乾燥-湿潤区に近い土壤水分状態とするため、植付け後41日（7月17日）までは、パイプハウスのフィルムを除去し、露地栽培で管理した。植付け後42日（7月18日）から92日（9月6日）までは、前後の入り口を除き、パイプハウス上部にポリオレフィン系フィルムを展張し、雨よけにより土壤を乾燥状態とした。植付け後93日（9月7日）から163日（11月16日）の収穫までは、パイプハウス上部のフィルムを除去し、降雨の少ない時期

に計5回、1回当たり60～130mmをかん水し、土壤を湿潤状態とした。試験規模は、1区5株、4反復で、50g以上の塊根を対象に、“周皮乾腐症状”の発生状況を調査した。

4. “周皮乾腐症状”の発生原因の判定

“周皮乾腐症状”の発生原因を判定するため、本症状の多発した土壤を用いて、2007年と2008年にコンテナ栽培による再現試験を行った。

土壤には、前記2の(1)試験で“周皮乾腐症状”が多発した場内土壤を用いた。試験区は、土壤をオートクレーブで121°C、20分間の高圧滅菌処理した滅菌区、10a当たり30kgに相当するホスチアゼート粒剤を混和した殺線虫区（2007年のみ）、クロルピクリン錠剤を処理したクロピク区（2008年のみ）、これに無処理区を加えた計4区を設けた。

両年とも、供試品種は「パープルスイートロード」とし、各処理土壤を長さ52cm、幅36cm、高さ30cmのコンテナに詰め、株間25cmに2株植付けた。コンテナはハウス内に設置し、深さ20cmに埋設したテンシオメータで土壤水分張力（pF値）を測定し、前記2の(1)試験の乾燥-湿潤区に近い土壤水分状態とするため、かん水を以下のように行った。植付け後45日までは、pF2.7を目安に1回当たり20～50mmをかん水した。植付け後46日からの約1か月間は、pF2.9を目安に1回当たり10～15mmをかん水し、乾燥状態とした。その後は、pF2.3を目安に1回当たり50mmをかん水し、湿潤状態とした。試験規模は、1区4コンテナ（8株）とし、2007年は7月12日から12月6日、2008年は7月7日から12月3日まで栽培し、全ての塊根を対象に、“周皮乾腐症状”の発生状況を調査した。

Ⅲ 結 果

1. “周皮乾腐症状”の現地発生実態調査

(1) 現地共進会における発生状況調査

現地共進会における「ベニアズマ」の“周皮乾腐症状”発生状況を第2表に示した。“周皮乾腐症状”の発生圃場割合は、佐原・早掘りの11%に対して、佐原・普通掘りが47%、大栄・普通掘りが41%と高かった。佐原・早掘りの発生圃場では、発生いも率が全て20%以下であったのに対して、

第2表 現地共進会における「ベニアズマ」の“周皮乾腐症状”発生状況

地区・作型	出品圃場数	発生圃場割合 (%)	発生いも率別の内訳 (圃場数)			
			0% (無)	1～20%	21～40%	41%～
佐原・早掘り	44	11	39	5	0	0
佐原・普通掘り	81	47	43	34	3	1
大栄・普通掘り	85	41	50	32	2	1

注1) 2006年の共進会で調査した。

2) 発生いも率は、1圃場当たり1坪分（7～19株）のいも数に対する発生いもの比率を示す。

第3表 現地普通掘り共進会における“周皮乾腐症状”発生状況と耕種概要との関係

調査項目	分類	発生の有無 (圃場数)		合計 (圃場数)	発生圃場割合 (%)
		有	無		
前作物の種類	サツマイモ	46	58	104	44
	ニンジン	18	17	35	51
	ダイコン	3	4	7	43
	サトイモ	1	5	6	17
	ギニアグラス	1	4	5	20
	その他	1	4	5	20
	輪作作物の合計	24	34	58	41
「ベニアズマ」ウイルスフリー苗の使用系統	A	54	63	117	46
	その他	13	19	32	41
植付け時期	5月中旬	12	15	27	44
	5月下旬	42	52	94	45
	6月上旬	14	19	33	42
	6月中旬	0	4	4	0
クロルピクリン剤使用の有無	有	31	42	73	42
	無	3	9	12	25

注1) 第1表の佐原及び大栄普通掘り栽培を対象とし、耕種概要の不明な圃場は含んでいない。
 2) 前作物の種類その他は、圃場数が5未満の作物（ゴボウ、落花生、麦）をまとめた値である。
 3) クロルピクリン剤使用の有無は、大栄普通掘り栽培のみのデータである。

第4表 現地圃場における植付け後日数別の“周皮乾腐症状”発生状況及び塊根の肥大状況

調査日 (月/日)	植付け 後日数 (日)	“周皮乾腐症状”		発生いも の平均1個 重 (g)
		発生いも率 (%)	発生度	
7/6	30	0	0	—
8/10	65	4	0.9	8
9/5	91	22	4.5	71
10/10	126	34	6.9	99

注1) 植付けは、2006年6月6日である。
 2) 全ての塊根を対象に、1区10株、3反復で調査した。
 3) 発生度は、発生程度を0（無）～5（甚）の6段階で判定し、次式から算出した。

$$\text{発生度} = \left[\frac{\sum (\text{発生程度} \times \text{いも数})}{\text{調査いも数} \times 5} \right] \times 100$$

佐原及び大栄・普通掘りの発生圃場では、21%以上の高い圃場が数圃場みられた。

現地普通掘り共進会における“周皮乾腐症状”発生状況と耕種概要との関係を第3表に示した。前作物の種類の違いによる発生圃場割合は、サツマイモ跡、ニンジン跡、ダイコン跡が43～51%と高く、該当圃場は少ないもののサトイモ跡、ギニアグラス跡、その他が17～20%と低かった。サツマイモ連作の有無別では、連作圃場（サツマイモ跡）が44%、輪作圃場が41%と同程度であった。「ベニアズマ」ウイルスフリー苗の使用系統では、使用割合に差があるものの、主力系統Aが46%、その他の系統が41%と同程度であった。植付け時期では、該当圃場の少ない6月中旬植えを除くと、各時期とも42～45%と同程度であった。クロル

ピクリン剤使用の有無では、使用圃場が42%、不使用圃場が25%で、前者の割合が高かった。

(2)現地圃場における経時的発生調査

現地圃場における植付け後日数別の“周皮乾腐症状”発生状況及び塊根の肥大状況を第4表に示した。“周皮乾腐症状”の発生いも率は、植付け後30日が0%、同65日が4%、同91日が22%、同126日が34%で、日数の経過に伴って高くなった。発生いもの平均1個重は、本症状が認められた植付け後65日が8gで、その後71g、99gと増加した。

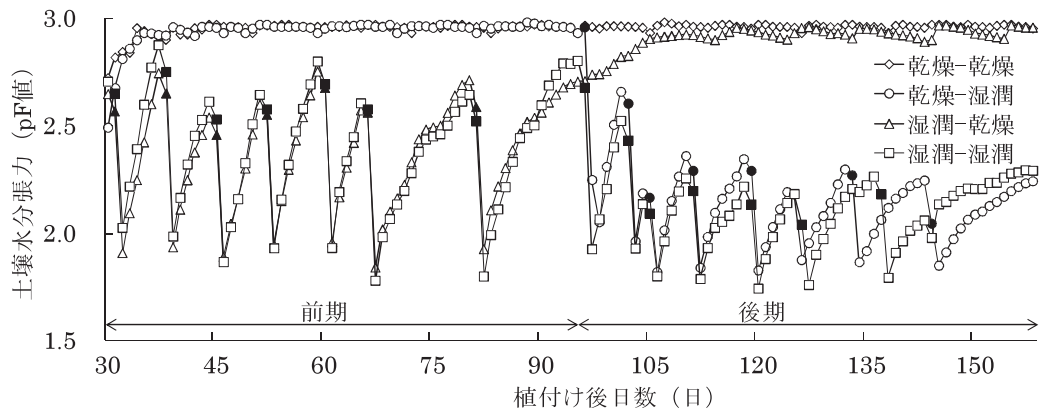
2. “周皮乾腐症状”の発生に及ぼす土壤水分の影響

(1)生育前期及び生育後期の土壤水分の影響

生育前期及び生育後期の土壤水分管理法別の土壤水分張力の推移を第1図に示した。生育前期の土壤水分張力は、前期乾燥の2区が概ねpF2.9～3.0、前期湿潤の2区がpF1.8～2.7の範囲で推移した。生育後期は、後期乾燥の2区が概ねpF2.9～3.0、後期湿潤の2区がpF1.8～2.4の範囲で推移した。

生育前期の土壤水分管理終了時の生育及び“周皮乾腐症状”発生状況を第5表に示した。地上部重は、乾燥区の1.3kg/株に対して、湿潤区が2.1kg/株と多かった。平均いも1個重と株あたりいも数は、乾燥区が66gと5.5個、湿潤区が53gと4.1個で、前者が多かった。“周皮乾腐症状”の発生は、湿潤区のみみられ、発生いも率は5%と低かった。

生育前期及び生育後期の土壤水分状態の違いによる生育、収量及び“周皮乾腐症状”発生状況を第6表に示した。収穫時の地上部重は、湿潤-湿潤区が2.3kg/株と最も多く、次いで乾燥-湿潤区と湿潤-乾燥区の1.5kg/株、乾燥-乾



第1図 生育前期及び生育後期の土壌水分管理法別の土壌水分張力の推移

注1) 植付けは、2006年6月30日である。
 2) 畦中央部の深さ20cmの位置を測定した。
 線上マーカーの塗りつぶしはかん水を表す。

第5表 生育前期の土壌水分管理終了時の生育及び“周皮乾腐症状”発生状況

試験区 (前期)	生育			“周皮乾腐症状”	
	地上部重 (kg/株)	平均いも 1個重(g)	株当たり いも数	発生いも率 (%)	発生度
乾燥	1.3	66	5.5	0	0
湿潤	2.1	53	4.1	5	1

注1) 植付け後30日（7月30日）から94日（10月2日）までの土壌水分状態を変えて、10月2日に調査した。
 2) 全ての塊根を対象に、1区30株調査した。
 3) “周皮乾腐症状”の発生度は、第4表の注に同じ。

第6表 生育前期及び生育後期の土壌水分状態の違いによる生育、収量及び“周皮乾腐症状”発生状況

試験区 (前期 - 後期)	地上部重 (kg/株)	収量			“周皮乾腐症状”	
		総いも重 (kg/10a)	平均いも 1個重(g)	株当たり いも数	発生いも率 (%)	発生度
乾燥 - 乾燥	1.1	1,894	95	6.7	0	0
乾燥 - 湿潤	1.5	1,893	111	5.7	59	24
湿潤 - 乾燥	1.5	1,963	120	5.4	37	8
湿潤 - 湿潤	2.3	1,145	88	4.3	58	13

注1) 前期は植付け後30日（7月30日）から94日（10月2日）まで、後期は植付け後95日（10月3日）から159日（12月6日）までとし、各試験区の土壌水分状態を変えて、12月6日に調査した。
 2) 全ての塊根を対象に、1区30株、2反復で調査した。
 3) “周皮乾腐症状”の発生度は、第4表の注に同じ。

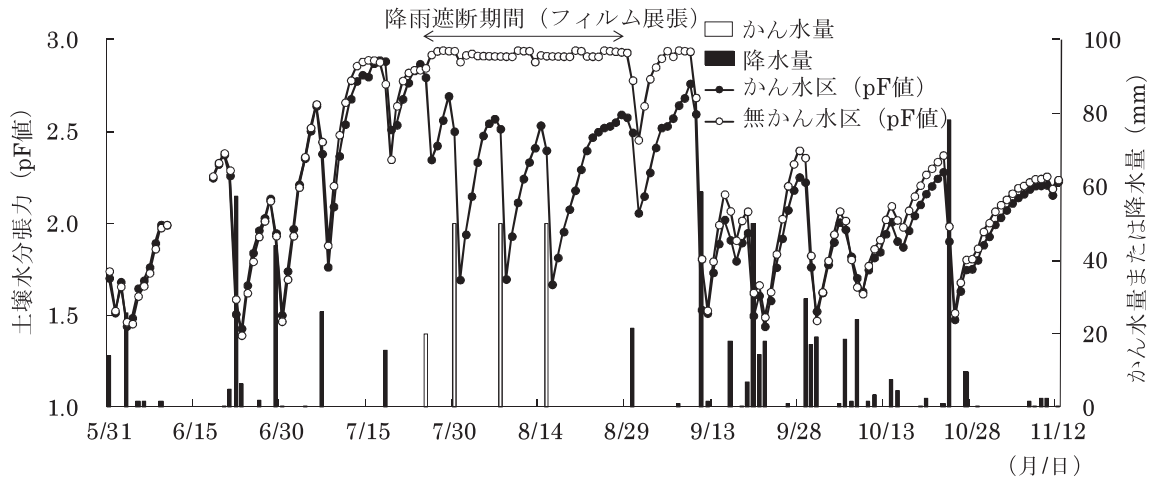
乾燥区の1.1kg/株の順であった。10a当たり総いも重は、湿潤-湿潤区が1,145kgと最も少なく、その他の区は1,893~1,963kgと同程度であった。平均いも1個重と株当たりいも数は、乾燥-乾燥区がそれぞれ95gと6.7個、乾燥-湿潤区が111gと5.7個、湿潤-乾燥区が120gと5.4個で、これら3区に比べて湿潤-湿潤区は88gと4.3個で少なかった。

“周皮乾腐症状”の発生いも率は、乾燥-湿潤区が59%、湿潤-湿潤区が58%と同程度に高く、湿潤-乾燥区が37%、乾燥-乾燥区では発生がみられなかった。発生度は、乾燥-湿潤区が24と最も高く、次いで湿潤-湿潤区の13、湿潤-乾燥区の8、乾燥-乾燥区の0の順であった。

(2)夏季のかん水処理による影響

夏季かん水処理の有無による土壌水分張力の推移を第2図に示した。かん水処理期間中の土壌水分張力は、かん水区がpF1.7~2.7の範囲で推移し、無かん水区のpF2.9程度に比べて低かった。また、かん水処理終了後の8月30日から9月9日の間も、かん水区がpF2.1~2.8、無かん水区がpF2.5~2.9の範囲で推移し、常に前者が低かった。

夏季かん水処理の有無による収量及び“周皮乾腐症状”発生状況を第7表に示した。10a当たり総いも重は、かん水区が4,483kgで、無かん水区の3,968kgに比べて多かった。A品重は、かん水区が3,178kgで、無かん水区の1,509kgに



第2図 夏季かん水処理の有無による土壌水分張力の推移

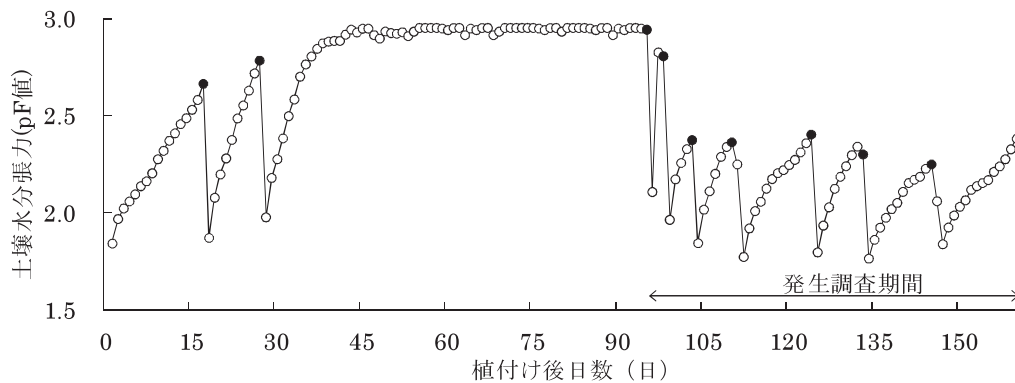
注1) 植付けは2008年5月30日, 収穫は11月12日である。
 2) 畦中央部の深さ20cmの位置を測定した (一部欠測値あり)。

第7表 夏季かん水処理の有無による収量及び“周皮乾腐症状”発生状況

試験区	収量					“周皮乾腐症状”	
	総いも重 (kg/10a)	A品重 (kg/10a)	A品率 (%)	平均いも 1個重(g)	株当たり いも数	発生いも率 (%)	発生度
かん水	4,483	3,178	70	225	5.4	9	2
無かん水	3,968	1,509	36	198	5.4	37	9

注1) かん水処理 (降雨遮断) の期間は, 植付け後56日 (7月25日) から91日 (8月29日) までとした。

- 2) 50g以上の塊根を対象に, 1区30株調査した。
- 3) A品は, “周皮乾腐症状” の発生がなく外観の優れる商品性の高い塊根とした。
- 4) “周皮乾腐症状” の発生度は, 第4表の注に同じ。



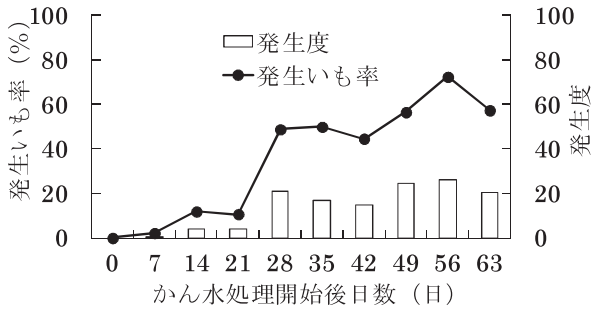
第3図 “周皮乾腐症状” 被害進行の調査圃場における生育期間中の土壌水分張力の推移

注1) 植付けは, 2008年6月27日である。
 2) 畦中央部の深さ20cmの位置を測定した。
 線上マーカーの塗りつぶしはかん水を表す。

比べて約2倍と多かった。平均いも1個重は, かん水区が225gで, 無かん水区の198gに比べて多く, 株当たりいも数は, 両区とも5.4個と同等であった。“周皮乾腐症状” の発生いも率は, かん水区が9%で, 無かん水区の37%に比べて低く, その発生度も同様の傾向であった。

(3) 土壌湿潤条件下における被害進行の状況調査

“周皮乾腐症状” 被害進行の調査圃場における生育期間中の土壌水分張力の推移を第3図に示した。土壌水分張力は, 植付け後34日まではpF1.8~2.7, 同35から95日まではpF2.8以上で推移した。また, 植付け後96と98日のかん水以降は, 概ねpF1.8~2.4の範囲で推移した。



第4図 生育後期の土壌湿潤条件下における“周皮乾腐症状”の発生推移

- 注1) 生育後期のかん水は、植付け後96日（10月1日）から開始した。
 2) 全ての塊根を対象に、1区3株、4反復で調査した。
 3) “周皮乾腐症状”の発生度は、第4表の注に同じ。

第8表 品種の違いによる“周皮乾腐症状”発生状況

品種	発生いも率 (%)	発生度
パープルスイートロード	78 a	28
アヤコマチ	24 b	5
べにまさり	19 b	6
ベニアズマ	18 b	4
ベニコマチ	18 b	4
高系14号	6 b	1
べにはるか	5 b	1
分散分析(P値)	<0.001	—

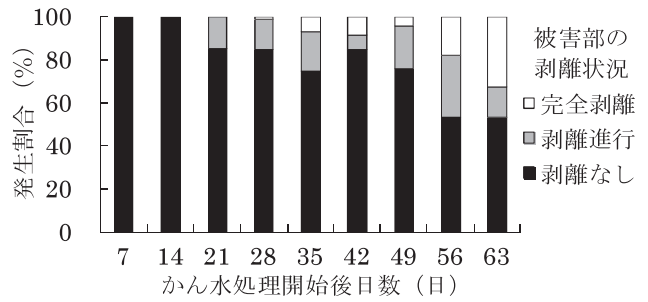
- 注1) 「ベニアズマ」には、原種から毎年種いもで維持しているウイルスフリー化されていない苗(原種苗)を用いた。
 2) 50g以上の塊根を対象に、1区5株、4反復で調査した。
 3) “周皮乾腐症状”の発生度は、第4表の注に同じ。
 4) 発生いも率は、角変換後に統計検定を行った。異なる英文字は、5%水準で有意差があることを示す(Tukey-Kramer法)。

生育後期の土壌湿潤条件下における“周皮乾腐症状”の発生推移を第4図に示した。“周皮乾腐症状”は、かん水処理開始直前には発生がみられず、処理後7日以降に確認された。発生いも率は、処理後7日から21日が2~12%であったのに対して、同28日以降は45~73%と高かった。同様に、発生度は処理後7日から21日が4以下で、同28日以降は15~26と高かった。

生育後期の土壌湿潤条件下における“周皮乾腐症状”被害部の剥離状況を第5図に示した。被害部の剥離は、かん水処理開始後21日以降にみられ、完全剥離は同28日に確認された。処理後21日から49日までは、剥離なしが75~85%であったが、同56日以降は剥離なしが53%と低下し、完全剥離の割合が18%、33%と増加した。

3. “周皮乾腐症状”の発生に対する品種系統間差異

品種の違いによる“周皮乾腐症状”発生状況を第8表に示した。発生いも率は、「パープルスイートロード」が78%と最も高く、「アヤコマチ」、「べにまさり」、「ベニアズマ」、



第5図 生育後期の土壌湿潤条件下における“周皮乾腐症状”被害部の剥離状況

- 注1) 発生割合は、発生いも全ての被害部数に対する各症状の比率を示す。
 2) その他は、第4図の注1)と2)に同じ。

第9表 「ベニアズマ」系統の違いによる“周皮乾腐症状”発生状況

品種系統	発生いも率 (%)	発生度
ベニアズマ (原種苗)	18	4
ベニアズマ (フリー苗A)	29	7
ベニアズマ (フリー苗B)	19	4
ベニアズマ (フリー苗C)	19	4
ベニアズマ (フリー苗D)	17	3
ベニアズマ (フリー苗E)	9	2
分散分析(P値)	0.392	—

- 注1) フリー苗は、千葉県や民間の種苗会社で育成されたウイルスフリー苗である。
 2) 発生いも率は、角変換後に統計検定を行った。
 3) その他は、第8表の注2)と3)に同じ。

第10表 “周皮乾腐症状”多発土壌処理法別の発生状況

試験年度	試験区	発生いも率 (%)	発生度
2007年	滅菌	0	0
	殺線虫	31	9
	無処理	13	3
2008年	滅菌	0	0
	クロピク	0	0
	無処理	90	40

- 注1) 全ての塊根を対象に、1区4コンテナ(8株)で調査した。
 2) “周皮乾腐症状”の発生度は、第4表の注に同じ。

「ベニコマチ」の4品種が18~24%の範囲で、「高系14号」及び「べにはるか」の2品種が、それぞれ6%、5%であった。「パープルスイートロード」とその他の品種には5%水準で有意差が認められた。発生度は、「パープルスイートロード」が28で、他の品種の1~6に比べて高かった。

「ベニアズマ」系統の違いによる“周皮乾腐症状”発生状況を第9表に示した。発生いも率は、原種苗の18%に対して、フリー苗Aが29%と高く、フリー苗B, C, Dが17~19%と同程度、フリー苗Eが9%と低かったが、系統間に有意差は認められなかった。

4. “周皮乾腐症状”の発生原因の判定

“周皮乾腐症状”多発土壌処理法別の発生状況を第10表に示した。2007年試験では、滅菌区には発生がみられず、その他2区の発生いも率は、殺線虫区が31%、無処理区が13%であった。2008年試験では、滅菌区及びクロピク区には発生がみられず、無処理区の発生いも率は90%であった。

IV 考 察

1. “周皮乾腐症状”の現地発生実態調査

千葉県におけるサツマイモ栽培は、4月下旬から5月上旬に植付け、7月下旬から8月中旬に収穫される早掘り栽培、5月中旬から6月中旬に植付け、9月下旬から11月中旬に収穫される普通掘り栽培があり、後者の比率が高い。これら作型の違いによる“周皮乾腐症状”の発生状況を把握するため、2006年の現地共進会における発生状況を調査した結果、本症状は早掘り栽培に比べて普通掘り栽培に多く発生し、発生割合の高い圃場も後者が多かった(第2表)。また、同年の現地圃場における経時的発生調査の結果、本症状は植付け後65日の小さい塊根にも観察され、その後日数の経過に伴って増加する傾向にあった(第4表)。これらのことから、本症状は塊根の肥大期間全般を通じて発生する可能性があり、在圃期間が長いほど発生リスクは高まると考えられた。

現地普通掘り共進会における“周皮乾腐症状”発生状況と耕種概要との関係では、サツマイモ連作圃場に限らず、輪作圃場でも同様の発生状況であった(第3表)。当県のサツマイモ主産地では、サツマイモが3~6年連作された後、輪作作物として、ニンジン、サトイモ、ダイコンなどの根菜類や落花生、線虫対策としてギニアグラスなどが1作組み込まれ、再度サツマイモが連作される体系が多い。本調査の結果では、該当圃場の少ないサトイモ跡やギニアグラス跡などで、“周皮乾腐症状”の発生圃場割合が低かったが、次年度以降の同様な調査において、必ずしも他品目に比べてその割合が低い傾向はみられなかった(データ省略)。このため、サツマイモ連作圃場に他の作物を1作輪作しても、発生軽減は難しいと考えられた。また、当県では立枯病などの防除対策として、クロルピクリン剤のマルチ畦内消毒が普及している。現地共進会における発生状況調査では、クロルピクリン剤使用圃場の発生割合が不使用圃場に比べて高く(第3表)、クロルピクリン剤による土壌消毒は、本症状に対する有効な対策ではないと考えられた。

2. “周皮乾腐症状”の発生に及ぼす土壌水分の影響

生育前期及び生育後期の土壌水分の影響を調査した(1)試験の結果、生育前期終了時の1回目調査では、前期湿潤区の

みにわずかに本症状が観察された(第5表)。また、生育後期終了時の2回目調査では、生育前期の土壌水分状態にかかわらず、生育後期を湿潤状態とした乾燥-湿潤区及び湿潤-湿潤区で発生が多かった。これに対して、生育後期を乾燥状態とした湿潤-乾燥区では発生が少なく、乾燥-乾燥区では発生が認められなかった(第6表)。このように、“周皮乾腐症状”は生育前期及び生育後期の土壌水分状態の違いによって発生状況が異なり、塊根肥大期間中の土壌が湿潤状態にあると発生し、その影響は生育前期に比べて生育後期が強かった。前述の現地共進会における発生状況調査では、作型によって本症状の発生割合が異なったが、在圃期間が短く、夏季に収穫される早掘り栽培では、普通掘り栽培のように秋雨や台風などによる生育後期の降雨の影響を受けにくいことが発生の少ない要因と考えられた。サツマイモは、生育後期に長雨にあうと皮目の増大、腐敗などのほか、食味や貯蔵性の低下、色ぬけ、病気の多発などの問題が発生する(武田, 1989)。同様に、“周皮乾腐症状”も生育後期の土壌湿潤条件下で多発し、マイナス要因となることが示された。特に、多発した後期湿潤区のうち、乾燥-湿潤区の発生度は、湿潤-湿潤区の1.8倍と高く(第6表)、生育前期の土壌乾燥がさらに本症状の発生を助長し、被害程度を高める要因となることが考えられた。また、現地における本症状の多発年は、夏季が少雨で、秋以降に多雨の気象条件であり、本試験の結果と一致した。サツマイモでは、土壌乾燥により根の形成層活動が大きくなるが、同時に細胞の木化も促進される(戸苅, 1950)。本試験では、塊根の組織的形態について調査していないが、生育前期の土壌乾燥が本症状の発生を助長する要因の一つとして、乾燥ストレスによる組織的な形態変化が考えられる。また、平均いも1個重を比較すると、生育前期終了から生育後期終了まで、乾燥-湿潤区が45g、湿潤-湿潤区が35gそれぞれ増加し(第6表)、前者の肥大が進んだことから、塊根の肥大速度が影響している可能性も考えられた。

武田ら(1984)は、サツマイモの土壌水分管理について、植付け後1か月はpF2.0~2.1、生育盛期はpF2.5~2.7、収穫1か月前はpF2.7~2.8とし、湿潤状態から乾燥状態へ管理することが望ましいとしている。本試験でも、総いも重と平均いも1個重は湿潤-乾燥区が最も多く(第6表)、塊根の肥大に適する管理であったことが確認され、かつ“周皮乾腐症状”の発生も少なかった。しかし、ハウス栽培と異なり、降雨の影響を受ける通常の露地栽培では、近年の気象状況から、夏季の高温乾燥、秋季の長雨などに遭遇するリスクが高いと考えられ、理想的な土壌水分状態で推移することは現実的には考えにくい。そこで、生育前期に当たる夏季の土壌乾燥を抑制し、“周皮乾腐症状”の発生を軽減できるか否かを明らかにするため、(2)試験において、夏季

のかん水処理による影響を調査した。その結果、植付け後日数が(1)試験の生育前期の期間内に入る7月25日から8月29日までの処理期間中、無かん水区は乾燥状態で推移し、かん水区は適度なpF値で推移した(第2図)。このような夏季の土壤水分状態のみが異なる条件下において、かん水区の発生いも率は、無かん水区に比べて低減し、加えて収量及び品質もかん水区が優った(第7表)。一般に、サツマイモは乾燥に強いとされているが、8月の降水量は乾物生産量に影響を与え、この時期の干ばつ害は大きく、かん水の効果は高い(加藤, 1987)。このように、夏季の土壤乾燥時のかん水処理は、“周皮乾腐症状”の発生を軽減し、増収効果も得られることが期待できるため、有効な耕種的対策と考えられた。

(1)試験の乾燥-湿潤区と同条件で土壤水分管理し、土壤湿潤条件下における被害進行の状況調査を行った(3)試験の結果、“周皮乾腐症状”は、土壤湿潤状態が1週間続くと発生が確認され、同条件が継続すると約1か月後に発生程度が高まった(第4図)。このことから、普通掘り栽培では、生育後期の多雨による土壤湿潤の影響は1か月後に現れることが推察され、その影響を小さくするためには、収穫期が晩秋となる遅植えを避け、在圃期間を延ばさないように適期に収穫することが必要と考えられた。一方、“周皮乾腐症状”被害部の剥離は、土壤湿潤状態が3週間続いた時にみられ、完全剥離は約1か月後に確認された(第5図)。このように、本症状の発生が確認されてから被害部の剥離がみられるまでの間は14日、完全剥離までの間は21日であったことから、本症状は発生後短期間で進行が止まる場合もあり、その後に被害部が剥離していくものと考えられた。病害や害虫に食害されたサツマイモの塊根は、自己防御反応の一つとしてイボメアマロンなどの抗菌性物質であるファイトアレキシンを産生する(渡邊, 2010)。“周皮乾腐症状”に対しても、ファイトアレキシンの産生による防御反応が働いている可能性があり、比較的短期間で被害進行が止まることが考えられた。なお、本試験では被害部表面から塊根内部への被害進行は確認されなかった。

3. “周皮乾腐症状”の発生に対する品種系統間差異

“周皮乾腐症状”の発生には品種間差異が認められ、「パープルスイートロード」で発生しやすく(第8表)、現地の発生状況と一致した。中谷ら(2005)は、「パープルスイートロード」が湿害に弱いことを示し、塊根周皮の表面構造が「ベニアズマ」では凹凸が多かったのに対して、「パープルスイートロード」では比較的平滑であったと報告している。本試験では組織的な調査を行っていないが、このような、塊根周皮の構造の違いが本症状への品種間差に影響していることが考えられる。

「ベニアズマ」6系統を用いた試験では、発生いも率が9~

29%の範囲であり有意差は認められなかったが(第9表)、系統間差異についてはさらなる調査が必要と考えられた。

4. “周皮乾腐症状”の発生原因の判定

“周皮乾腐症状”の多発土壤を用いた再現試験の結果、本症状は殺線虫区及び無処理区では発生したが、滅菌区及びクロピク区では発生しなかった(第10表)。このことから、本症状は線虫害及び生理障害ではなく、病害であることが示唆された。なお、本試験ではコンテナ栽培という閉鎖系の中で、クロルピクリン剤処理により本症状を防除できたが、現地発生実態調査及び本剤を使用した場内圃場試験の発生状況から、実用的な防除法としては期待できないと考えられた。これは、圃場条件下では消毒範囲が限られていることや、生育後期に本症状の発生が多いことから、未消毒部からの病原体の影響を受けやすくなることが原因として考えられる。

小柳ら(1987)は、サツマイモの裂開試験において、乾燥処理した塊根を水中に投入すると裂開を生じたことから、乾燥状態にある塊根が急激に吸水することは裂開を誘起する要因の一つであると推察している。前述したように、“周皮乾腐症状”は、生育前期の土壤乾燥後、生育後期の湿潤条件で多発することが明らかとなったが、乾燥状態から湿潤状態へ移行する過程で、塊根に亀裂などの障害を生じ、その部位から何らかの病原体が侵入し、発生しやすくなることが考えられる。

5. “周皮乾腐症状”に対する耕種的対策

“周皮乾腐症状”の発生軽減には、次のような耕種的対策が考えられる。多発圃場では、発生しにくい品種の作付けや早掘り栽培とする。夏季の土壤乾燥前にかん水を行う。生育後期の降雨の影響を小さくするため、遅植えを避け、適期に収穫する。

“周皮乾腐症状”に対しては、以上のような軽減対策が明らかとなり、病害の可能性が示唆された。今後、原因の特定を含め、さらなる発生軽減に結びつく有効な防除対策の確立が望まれる。

V 摘 要

原因不明のサツマイモ“周皮乾腐症状”（仮称）について、発生要因及び耕種的な軽減対策を明らかにした。

1. “周皮乾腐症状”は、普通掘り栽培に比べて早掘り栽培で発生が少なかった。
2. “周皮乾腐症状”は、土壤水分の影響を強く受け、生育前期の土壤乾燥後、生育後期の湿潤条件で多発した。また、生育前期に当たる夏季のかん水処理で被害が軽減した。
3. “周皮乾腐症状”の発生には、品種間差異が認められ、

- 「パープルスイートロード」で発生しやすく、「高系14号」と「べにはるか」で発生しにくかった。
4. “周皮乾腐症状”は、本症状の多発土壌を用いた再現試験において、無処理土壌では再発したが、滅菌処理土壌では発生しなかったことから、病害であることが示唆された。
 5. “周皮乾腐症状”に対する耕種的な軽減対策として、発生しにくい品種の利用、早掘り栽培、夏季のかん水処理、適期収穫が考えられた。

Ⅵ 引用文献

- 加藤真次郎 (1987) 生育環境・栽培条件と収量構成の変動. 農業技術体系作物編. 第5巻サツマイモ. 追録第9号. pp.25-26. 農文協. 東京.
- 小柳敦史・中谷 誠・渡辺 泰 (1987) サツマイモ塊根裂開症の発症要因に関する研究. 日作紀. 56(2):190-197.
- 中谷 誠・藏之内利和・熊谷 亨 (2005) サツマイモ品種「パープルスイートロード」は収穫期の湿害に弱い. 関東東海北陸農業研究成果情報. 2004(3):96-97.
- 武田英之 (1989) まるごと楽しむサツマイモ百科. pp.51-53. 農文協. 東京.
- 武田英之・猪野 誠・安藤光一 (1984) 食用カンショ生産技術の現状と改善法 [4]. 農及園. 59:1024-1028.
- 田宮誠司・中谷 誠・小巻克巳・片山健二・藏之内利和 (2003) サツマイモ新品種「パープルスイートロード」. 作物研報. 4:29-43.
- 戸荻義次 (1950) 甘藷塊根形成に関する研究. 農事試験場報告. 68:1-96.
- 渡邊 健 (2010) サツマイモ事典. pp.186. 財団法人いも類振興会. 東京.

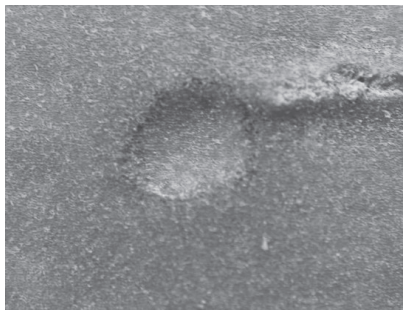


典型的な症状

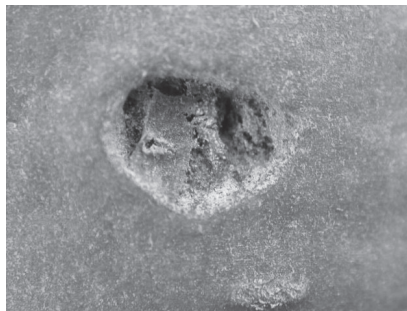


多発塊根

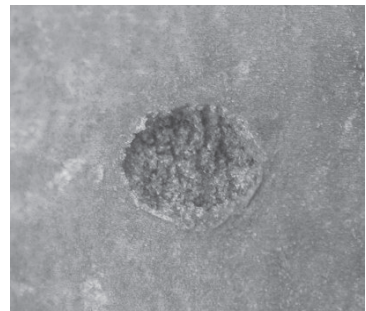
写真1 “周皮乾腐症状” 被害塊根の外観



剥離なし

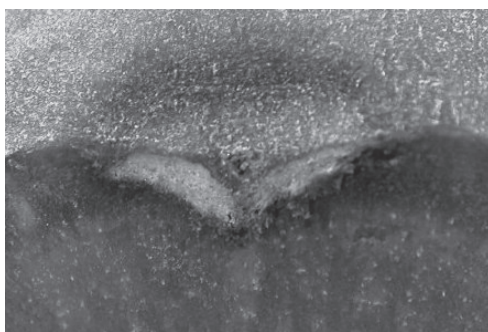


剥離進行

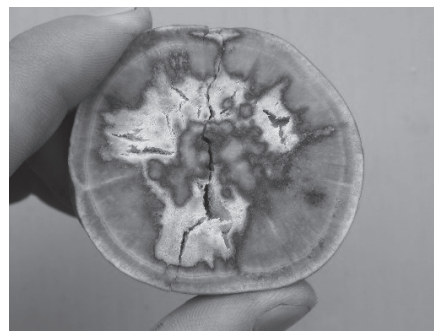


完全剥離

写真2 “周皮乾腐症状” 被害部の剥離状況



通常被害



内部に進行した被害

写真3 “周皮乾腐症状” 被害塊根の内部

Factors Affecting the Occurrence of Dry Scab Symptoms on the Tuberos Root Periderm of Sweet Potato

Yukinari TAKANO and Makoto INO

Key words : damage by disease, dry scab symptoms on tuberos root periderm, factors affecting occurrence, soil moisture, sweet potato

Summary

We investigated dry scab symptoms of unknown cause on the tuberos root periderm of sweet potato and identified factors affecting their occurrence, as well as their cultural control.

1. The rate of occurrence of dry scab symptoms on the tuberos root periderm was lower with early-season culture than with normal-season culture.
2. When soil was dry in the first half of the growing period and wet in the second half, dry scab symptoms were frequent. The rate of occurrence was decreased by watering in the summer in the first half of the growing period.
3. Varietal differences were observed in the disease. There was a high rate of occurrence on 'Purple Sweet Lord' and low rates on 'Koukei 14' and 'Beniharuka'.
4. In a test that used soil obtained from a field where dry scab symptoms had been observed frequently on tuberos root periderm, the symptoms did not occur on sweet potato grown in the soil when it had been sterilized. We therefore assumed that the cause of these symptoms was damage by soil-borne disease.
5. Use of a resistant cultivar, early-season culture, watering in summer, and harvesting at a suitable time may be useful for cultural control of dry scab symptoms on tuberos root periderm.