

馬鈴薯粉状瘡癰病に関する研究 (第1報)

成 田 武 四† 宇 井 格 生†

I 緒 言

従来本邦に未発生であつて、輸入禁止の指定をうけていた馬鈴薯粉状瘡癰病が、1954年9月、北海道渡島支庁管内亀田町およびその周辺市町村に発生していたことが判明し、馬鈴薯生産および植物防疫の関係機関に一大衝撃をあたえ、新病害として植物防疫上の緊急措置がとられた。しかしその後の調査の結果、本病は府県にもかなり古くから存在し、その分布も既に広範囲に及んでいることが判明するに至つたので、本病は普通の瘡癰病などと同一の基準で種馬鈴薯検査の検査対象に加えられるようになった。

本病は北海道においては分布も局部的であり、また例年著しい被害をあたえているものではないが、特殊の気象および土壌の条件のもとでは不測の被害を生ずるおそれもあるので注意しなければならない病害である。筆者等は1955年から2ヶ年北海道生産農業協同組合連合会および道南生産農業協同組合連合会の委嘱をうけて本病に関する研究を実施したが、その年次成績の概要は同会から報告²⁰⁾²¹⁾されたとおりである。その後も筆者等は本研究を継続しているが、本病の防除法を確立するには今後なお本病病原菌の性質などについて研究しなければならない。しかし、現在までに得られた成果が本病の研究および指導の参考資料となりうれば幸いであるので、ここに2、3の成績をとりまとめて報告することとした。

本研究の実施にあつて常に御指導をいただいた北海道大学農学部名誉教授榎内吉彦博士、同大学農学部助教授村山大記博士および北海道農業試験場病理昆虫部長田中一郎博士に衷心感謝する。また、本研究の実施についていろいろ便宜をはかつていただいた北海道農務部農業改良課、渡島支庁産業課、北海道生産農業協同組合連合会、

道南生産農業協同組合連合会、亀田町馬鈴薯採種組合および同町農業改良相談所、上磯町馬鈴薯採種組合および同町農業改良相談所の各関係機関および職員諸氏の御支援に深く感謝する。なお、北海道大学農学部竹内昭士郎(現在東海近畿農業試験場)、三井康、北海道立農業試験場病虫部舟山広治(現在上川支場)、同渡島支場荒木喜六、佐藤謙(現在十勝支場)の諸氏には本研究の遂行にいろいろ助力された。ここに記して感謝の意を表する。

II 世界における本病の歴史と分布

本病は1841年に初めてドイツにおいて発見せられたもので(WALLROTH-1842²⁴⁾)、1846年にはイギリス本国に分布することが知られ(BERKELEY-1846²⁵⁾)、1886年にはノルウェーに発生することが報ぜられた(BRUNCHORST-1886²⁶⁾)。1891年には本病が南米のエクアドルにかなり発生していたことが知られ(LAGERHEIM-1872¹³⁾)、その後ペルーにも分布していることが判明したので、馬鈴薯の原産地であるアンデス山脈地方が本病の発祥地であつて、本病がこの地方からヨーロッパにもちこまれたものとみられている(ABBOTT-1929¹¹⁾, 1931¹²⁾)。本病は20世紀に入つてヨーロッパ各地、南アフリカ、インド、オーストラリア、ニュージーランド、ハワイ、アメリカ合衆国、カナダその他の地方にも発生することが報ぜられ、現在本病はほとんど全世界に分布しているとみられている(HEALD-1933²⁰⁾, WALKER-1952²⁰⁾, 村山、伊藤-1955¹⁹⁾)。

本病の発生は冷凍多湿の地方に多いようで、イギリス本国においてはスコットランド、西部イングランド、西部アイルランド等北西部に被害が多く(WHITEHEAD, MC INTOSH & FINDLEY-1953²⁵⁾)、ソ連においては馬鈴薯疫病の被害地帯と本病の分布は一致しているという(DOROJKIN-1936²⁵⁾)。1913年に本病はカナダのケベック地方、アメリカ合衆国のマサチューセッツ、ネブラスカ、メーンの各州に発生することが知られたが、これはベルギー、オランダなどから種薯にともなつて輸入され

† 病虫部

†† 北海道大学農学部

たとみられている (GÜSSOW-1913³⁸), MORSE-1914¹⁸), MELHUS-1914¹⁵)。アメリカ合衆国では本病の発生が確認された当時、蔓延防止のため厳重な検疫が行われたが、その後本病の性質が明かにされるにともなつて取締りの規程が除外されたというが (HEALD-1933³⁹)、北東部のカナダに接する湿潤地帯には被害がみられている。

本病の病原菌は藻菌類、古生菌族、莖状菌目、根瘤病菌科に属する *Spongospora subterranea* (WALLROTH) LAGERHEIM で、十字科作物根瘤病菌 *Plasmodiophora Brassicae* WOR. に近縁の種類である。本菌の胞子は小さく、黒黴菌に似ているため、本菌の最初の発見者である WALLROTH (1842⁴⁰) は黒黴菌の 1 種、*Erysibe subterranea* WALLROTH と命名し、その後の研究者も黒黴菌と認めて *Tubercinia scabies* BERKELEY, *Sorosporium scabies* FISCHER DE WELDEHEIN などの学名を用いた (BERKELEY-1846⁴¹), FISCHER DE WALDEHEIN-1877⁴²)。しかし、BRUNCHORST (1886⁴³) は馬鈴薯の罹病組織内に本菌の plasmodium を認めて本菌を根瘤病菌科に移し、*Spongospora* という新属を創設して *Spongospora solani* BRUNCHORST と命名した。その後 LAGERHEIM (1892⁴⁴) は *Erysibe subterranea* WALLROTH と *Spongospora solani* BRUNCHORST とが同一種であることを論じて、本菌に *Spongospora subterranea* (WALLROTH) LAGERHEIM なる学名を与え、また MASSE (1908⁴⁵) は *S. scabies* (BERKELEY) MASSE, JOHNSON (1909⁴⁶) は *S. subterranea* (WALLROTH) JOHNSON として発表した。priority によつて *S. subterranea* (WALLROTH) LAGERHEIM を採用するのが妥当と認められる。本病の病斑部に生ずる粉状物は本病原菌の胞子球 (spore ball) を多数含み、胞子球は海綿状で隙間を有し、楕円形あるいは球形で径 50 μ 前後の大いさであるが、これは径 3~4 μ 大の球形胞子が多数集合したものである。本病原菌の生活史、寄生体に侵入する機構、本病の発生と環境との関係などについては幾多の研究報告が発表され、種々議論されているが、これに関してはそれぞれの事項に関連して述べることにする。

なお、本病の病名には corky scab, powdery scab, *Spongospora* scab, spongy scab などがあるが、普通 powdery scab が多く用いられている。

III 本邦における本病の分布と被害

(1) 北海道における本病の分布と被害

本病が北海道において初めて発見された経緯および本病に対してとられた応急措置については井上 (1956⁴⁷) の報告に詳しく述べられている。すなわち、横浜植物防疫所札幌支所伊藤技官 (現在横浜植物防疫所) が 1954 年 9 月、亀田村 (現在亀田町) 産の馬鈴薯塊茎中に本病の疑いあるものを発見し、これが北海道大学農学部村山助教授によつて本病と同定されたのである。横浜植物防疫所札幌支所においては同年 10 月、本病の分布を調査したが、本病は亀田町、上磯町、七飯村、大野村 (現在大野町) 八雲町など渡島支庁管内の町村にのみ発見され、亀田町西桔梗地区および上磯町七重浜地区が発生が激甚であることが明かにされた。農林省においては本病の発見と同時に、本病の発生した圃場産の馬鈴薯の移動をとめるよう指示したが、その後発生地産の種薯は罹病薯を除去した上、発病の危険が比較的少ないと考えられる関西以西の地区に出荷させるよう指導した。1955 年には本病の府県における分布、発生状況も判明し、本病の性質も次第に明かになつたので、本病を種馬鈴薯検疫の対象病害に加え、普通の馬鈴薯瘡瘍病と同一の基準で検査するように定められ、1955 年 9 月 21 日より実施されることになつた。

筆者等は 1954 年秋以降、現地調査、送付された標本の検査などによつて本病の分布を調査したが、現在までに明かにすることのできた本病の分布町村は第 1 表のとおりである。

すなわち、本病の発生が確認された町村は、渡島支庁管内の 7 (9) 市町村と石狩支庁管内の 1 町村である。渡島支庁管内においては、本病の発見された 1954 年以降、毎年本病の発生をみている市町村が多い。石狩支庁管内の広島村においては 1956 年に本病が発見されたが、翌年にも発生をみている。本病の発生が確認されたこれらの町村のほか

第 1 表 馬鈴薯粉状瘡癰病の分布町村

支 庁	本病の発生が確認された町村	疑問症状の塊茎の認められた町村	備 考
石 狩	広島村	—	
空 知	—	奈井江町 (1957) 山 仁 町 (1957)	
上 川	—	南富良野町 (1957)	
後 志	—	—	
松 山	—	厚沢部村 (1956)	
渡 島	函館市, 亀田町, 上磯町, 七飯村, 大野町, 銭亀沢村, 八雲町	木古内町 (1954) 松 前 町 (1954)	横浜植物防疫所札幌支所の調査によれば木古内町, 戸井村にも本病の発生が認められている(1954)。
胆 振	—	—	
日 高	—	—	
十 勝	—	清水町 (1954) 芽室町 (1954) 本 別 町 (1956)	
釧 路	—	—	
根 室	—	—	
網 走	—	端 野 村 (1955)	
宗 谷	—	—	
留 萌	—	—	

注) 疑問症状のものとは塊茎に本病の未熟または初期病斑とみられるものが存在し、その組織内に本病原菌の *plasmodium* とみられるものが存在していたが、成熟した孢子球を確認することができなかつたものをいう。おそらく本病と認めてよいと思われるが、一応疑問症として取扱つた。

に、10(9)町村において本病疑似症状のものが発見された。これは本病と断定することはできなかつたが、いろいろな点から判断しておそらく本病でないかとみられるものである。今後さらに精査すれば、本病分布の町村は増加するものと思われる。本病の発生と土壌条件との関係については後節において述べるが、概括すると本病は排水不良地に発生が多いもので、本病激発地の亀田町西桔梗地区および上磯町七重浜地区は排水不良の城土(黒ボク)地帯である。

本病が発見された当時、本病激発地に近接した

ところにアメリカ合衆国軍が1945年以降数年間駐留していたので、軍食糧の馬鈴薯が本病発生の原因となつたのではないかと考えられた。しかし既報のように、また井上(1955¹⁰)が述べているように、前記の亀田町、上磯町の本病激発地が本病の発祥地であるとは考えられない。1956年に本病が石狩支庁管内広島村に発見されたが、この発生圃場は1947~48年以降原始林を開墾して設けられた馬鈴薯原々種農場の圃場である。従つてこの圃場開設後に導入された種薯にともなつて本病がもちこまれたという疑いもあるが、この種薯を生産し

たとみられる町村には現在本病が発見されていない。

本病による馬鈴薯塊茎の被害は年によつて変動がある。1954年以降の4ケ年についてみると、本病の被害は1954年と1956年にはなほだしく、他の2ケ年は軽微であつた。本病の発生が多い亀田町西桔梗地区および上磯町七重浜地区では、1954年または1956年において、病薯率50%以上を示した圃場が多く、しかも病薯のうち中症*以上のものが80%（重症*のものが50%）を占めるほど病勢はなほだしかつたが、1955年および1957年においては病薯率50%に上る圃場はほとんどなく、多くは10～20%の病薯率で、しかも重症の病薯はまれで、多くは軽症*のものであつた。前記の両地区以外においては発生が多いときでも両地区の1955年に準ずる軽微な被害にとどまつていた。北海道においては外国の一部にみられるような canker type の病薯、すなわち腐爛状を呈するものは認められていないし、収量に対する影響もほとんどないとみられるが、本病の発生はなほだしいときは馬鈴薯の商品価値を著しく低下させ、当然経済的な損失を招くことになる。

(2) 府県における本病の分布と被害

府県における本病の分布については井上(1955¹⁰⁾)が報告しているが、これを要約すると次のとおりである。最初、北海道産の本病病薯を府県において栽培したとき本病が発生するか否かが問題となり、1955年に横浜、神戸および門司の各植物防疫所において隔離圃場を設け、北海道産本病病薯を栽培したが、横浜および神戸植物防疫所の場合収穫後貯蔵しておいたものに極めてまれに本病の罹病薯が発見されたにすぎなかつた。しかし、同年夏神戸および門司植物防疫所における馬鈴薯の輸出検査、あるいは各防疫所による現地調査な

どによつて、本病が府県に発生していたことが判明した。当時本病の発生が認められた町村は長崎県佐世保市、岡山県牛窓町、兵庫県高砂市、同姫路市、同淡町、同有波村、愛知県滑洲町などである。これらの町村における本病の発生と北海道における本病発生町村産種薯との間には関係のないことが多く、また相当以前から本病が存在していたことが明かにされた。また、本病の発生は馬鈴薯を連作したところ、水田裏作として栽培したところ、湿潤なところに栽培したものに多い傾向がみられ、発生の際もはなほだしいものでは病薯率70%を示していたという。

なお、愛知県園芸試験場藤本技師より北海道農業試験場永田技官への連絡によると、本病は1953年6月愛知県知多町(旧八幡町)、1955年6月および8月同知多町および横須賀町において発見され、同地ではかなり以前から発生していたもののようにみられるという。従つて本病は精査すればその分布はかなり広いものでないかと思われる。

IV 本病の発生経過と病態

(1) 圃場における馬鈴薯の発病経過

本病の圃場における発生経過を明かにするため、1955年および1956年の2ケ年、本病激発地の亀田町西桔梗地区の試験圃場に馬鈴薯を播種し、発芽後収穫時まで数回、根部、ストロン、塊茎などにおける本病の症状を調査し、また附近一般圃場における発生状況を調査した。なお、1957年には亀田町西桔梗地区の一般圃場における本病の発生経過を観察した。

1) 1955年調査

亀田町西桔梗前川氏方圃場に、健全無病の「男爵薯」および「馬鈴薯農林1号」を各30坪、4月20日に播種し、発芽後ほぼ半月おきにそれぞれ20株乃至30株の地下部を調査した。

「男爵薯」の根に6月17日やや膨大した部分がまれに認められたが、その部の組織に病原菌の plasmodium とみられるものが存在した。7月7日には根に白色または淡黄褐色を呈した径1～5mm大の球状膨大部、すなわちゴールが着生しているのが認められ、ゴールの組織内には病原菌の

注) 病薯の病斑数、病斑面積歩合、病斑の状態にもとづいて次のように区分した。

- * 軽症 病斑やや小さく、不明瞭で、その数も少なく数ヶ程度のもの
- * 中症 病斑は顕著で、その数もやや多く、病斑面積歩合10%前後のもの
- * 重症 同じく顕著で、面積歩合30%前後のもの(ほとんど全面に病斑のみられるものは極重症とする)

plasmodium とみられるものが存在していたが、一部のものに病原菌の胞子球が認められた。7月26日には黄褐色またはすでに表皮が裂けて黄褐色粉状を呈したゴールが根に著しく多数着生し、その大部分に胞子球の存在が認められた。なお、白色のゴールも少数混在していた。収穫時期の8月6日にはゴールの多くは黄褐色粉状を呈し、あるいはほとんど消失して原形をとどめていなかったが、なお白色の小ゴール、末裂開の黄褐色のものも少数存在した。9月11日まで圃場に生育させておいた株では、根に残存していた明瞭なゴールは極めて少数であつた。「馬鈴薯農林1号」の場合も、「男爵薯」と同じく根に7月26日以降ゴールの生成が認められ、その経過もほとんど同じであつたが、生成量は少数であつた。

ゴールは根のあらゆる部位に生成されていたが、その大いさは着生部位によつて異なり、細い根では概して小さく（径1～2mm）、太い根では大きかつた（径3～5mm）。ゴールは多くは単在していたが、ときには連らなつて数珠状あるいは塊状となるものがあつた。1株のうちで根圏の内側上方、すなわち地上茎を生じている根部の下方にゴール数が多く、側方に伸長した根には比較的少ない傾向が認められた。なお、直径0.5mmの根におけるゴール着生数を調査した一例では、10cm間に9～15ヶを数えた（発病観察圃に隣接したところに栽培した「ケネベック」について8月6日調査）。

両品種ともストロンにはほとんど異状がみられなかつた。

「男爵薯」の塊茎には7月6日極めてまれに水浸状の赤褐色小斑点が認められたが、7月26日には径0.5～1mm大の赤褐色腫瘤状斑点が認められた。この病斑部には病原菌の plasmodium とみられるものが存在したが、胞子球は認められなかつた。収穫時期の8月6日には病斑の隆起も明瞭で、径2.5～3mm大となつたが、1954年に見られた成熟した典型的な病斑は少なく、病斑部に完全した胞子球が見出されることはまれであつた。なお、塊茎を掘りとつた後室内で保存すると、病斑部はやや扁平となり、周囲が凹陥して典型的な病斑に近い状態となつたが、皮は破れることも

なく、内部の胞子球が増加または成熟するようには見られなかつた。また、8月6日収穫後圃場に仮貯蔵しておいたもの、あるいは圃場に生育させておいたものを9月11日に調査したが、塊茎の病斑は扁平となつているものが多くなつたが、皮の裂開するものはまれであつた。

「馬鈴薯農林1号」の塊茎の病斑もおおむね同じであつたが、病斑数は少なかつた。なお病薯率は「男爵薯」が11.3%乃至12.9%、「馬鈴薯農林1号」は1.8%乃至1.9%であつた。また、塊茎の病斑は概してストロンに近い基部に多く、頂部には少なかつた。例えば、8月7日「ケネベック」3株の塊茎の病斑数はそれぞれ22、113および61であつたが、基部と頂部の病斑数の比はそれぞれ17:5、101:12および44:17であつた。

一般圃場における本病の発生経過も試験圃場の場合と大差がなかつた。一般に馬鈴薯の根にゴールの着生が多い圃場では塊茎の発病もやや多い傾向がみられた。しかし、根にゴールが生成されていた圃場において塊茎のほとんど発病していなかつた例がある。ことに、1954年に塊茎が発病していなかつたという圃場において、1955年には根部にゴールの着生が認められ、塊茎には病斑が認められなかつた例がある。このことは本病の分布を論ずる上に注意を要することがらである。

2) 1956年調査

亀田町西桔梗堂崎氏方圃場に、健全無病の「男爵薯」および「馬鈴薯農林1号」を各5坪、4月19日に播種し、発芽後ほぼ半月おきにそれぞれ数株の地下部の病変を調査した。

「男爵薯」では6月12日根部に僅かに隆起した部分がまれに認められ、この部分の細胞内に若い plasmodium とみられるものがまれに存在していたが、6月29日の調査では特別に変化したものは認められなかつた。7月11日には根部に粗雑な異状隆起部が存在し、この組織内に病原菌の胞子球形形成前とみられる分裂像、plasmodiumなどがみられた。前年7月上旬に見られたゴールは7月23日に初めて認められたが、その数は少なかつた。ゴール内には病原菌の胞子球が存在していた。収穫時期の8月9日には根にすでに成熟して

裂開したゴールと白色のゴールが少数認められた。「馬鈴薯農林1号」では7月11日以降「男爵薯」の場合と同じく根に病変がみられ、ゴール数は「男爵薯」よりもやや多かつたが、前年よりは少なかつた。両品種ともストロンにはほとんど異状が認められなかつた。「男爵薯」の塊茎に7月23日赤褐色の腫瘤斑点がまれに認められたが、収穫時期の8月9日には皮部の裂開した典型的な病斑と腫瘤状の末熟病斑とが混在しており、病薯率は46%で軽症のものが多かつた。「馬鈴薯農林1号」の塊茎の場合も発病状況は「男爵薯」とほぼ同じで、病薯率は44%であつた。

試験圃場における本病の発生は附近の一般圃場に比較するとむしろ軽微かつ緩慢であつた。すなわち、一般圃場においては7月23日根部に多数のゴールが着生していたばかりでなく、その中にすでに黄褐色粉状を呈するものがあり、塊茎にも多数の大形腫瘤斑点が認められたところがある。8月9日には塊茎に成熟した典型的な病斑が多数認められ、病薯率が70%以上に及び、しかも重症のものが多く存在したところが少なくなかつた。しかし全般的にみて、1956年には前年に比して根におけるゴール生成程度がやや少なかつたのに対して、塊茎の発病程度は著しく、1954年に近い発生状況を示したものとみることができる。

3) 1957年調査

亀田町および上磯町の本病激発地の農家圃場を6月28日および7月25日に任意に選定して調査した。対象品種は「男爵薯」である。6月28日には馬鈴薯のどの部分にも異状が全く認められなかつた。7月25日には根にゴールの着生が認められたが、前2ヶ年に比してその数は極めて少なく、また白色の末熟のもののみであつた。塊茎にもほとんど異状がみられなかつたか、あるいはまれに赤褐色腫瘤斑点がみられた程度のところが多かつたが、1圃場では塊茎にやや顕著な腫瘤斑点の存在がみられた。ただし後者の場合も根のゴール着生数はあまり多くなく、また白色の状態であつた。収穫期の調査は行わなかつたが、一般に塊茎の発病は軽微で、1955年の発生程度とほぼ同程度か、僅かに多く、1954、1956両年に比して遙かに少な

かつた。

以上3ヶ年における本病発生経過および程度を記述したが、年によつてその状況に差異がみられたことは注意すべき点である。この差異は気象条件と関係があるものとみられるが、これについては別に検討することとする(Ⅴの1参照)。

(2) ポット試験における馬鈴薯の発病経過

圃場における本病の発生経過調査と平行して、札幌市においてポットに栽培した馬鈴薯の発病状況を調査した。すなわち、陶製のポットに亀田町の発病圃土壌と本病の発生していない札幌市北大農場および早来村胆振馬鈴薯原々種農場の土壌をそれぞれ充填し、これに罹病薯および健全薯をそれぞれ1955年6月11日に播種した。なお、健全薯播種区には病薯から採集した病原菌の孢子球を土壌に混入した。ポットは水をみたしたコンクリート框の中におさめ、11~13°Cの水道水を框内に掛け流し、また框の上部にシートを張つて遮光して土壌温度を低温に保つように努めたので、実験期間中の土壌温度は7月中旬まで18°C、その後も20~22°C(ただし8月上旬は23°C)であつた。7月下旬、8月5日、8月29日および9月8日に各区の生育株の地下部を検査した。各区ともほとんど発病がみられなかつたが、亀田町発病土に罹病薯を播種したのものには若干の異状が認められた。すなわち、塊茎形成初期の8月5日に、径1cmの小塊茎の基部の皮目周辺に水浸状淡赤色の小病斑2ヶが認められ、この表皮細胞内に病原菌の球形の遊走子嚢とみられる小体が存在した。8月29日には調査塊茎3ヶのうち1ヶに、9月8日には5ヶのうち1ヶに丘状膨大病斑が存在していたが、組織内には病原菌の成熟した孢子球がみられなかつた。なお、9月8日調査の根にはゴールの着生していたと思われる表皮の崩壊部が2、3ヶ所に認められた。

(3) 低温時において本病感染後症状の発現するまでの日数

前述の調査では馬鈴薯の根および塊茎が本病に感染後症状を発現するまでの所要日数が不明であつたので、1957年にPhytotronを使用してこの点を明かにするため実験を行なつた。すなわち、

1956年広島村産本病病薯を2つに切断し、これを保水力の高い土壌を充填したポットに植付けて硝子室内で栽培した。幼植物が草丈15cmに生長したとき、ポット土壌の表層1cmの深さに本病原菌胞子球を1ポット当たり約1gずつ混入接種した。接種後半数のポットを13°Cに調節した低温室、残りをそのまま温室内におき、土壌湿度を充分に保つよう灌水に注意して管理した。これらのポットを1~2週間ごとに各5ヶ取り出し、馬鈴薯の根部の異状、ゴール形成の有無、病原菌の状態などを調査した。6月に実施した第1回の実験はPhytotronの故障のため中断し、8月に第2回の実験を行なった。調査結果は次のとおりである。

第1回実験 6月20日接種後低温室においたものは実験中断前の7月6日までの間に根に異状は認められなかつた。この間温室(20~35°C)においた対照区にも病変はみられなかつた。

第2回実験 8月3日土壌に接種後低温室においたものでは8月10日には異状がなかつたが、8月17日には10株のうち3株の根に72ヶの白色、平滑、小形(径0.5~1mm)のゴールが形成されていた。ゴール内部組織には病原菌の胞子球は認められず plasmodium が点在していたのみであつた。8月31日には10株中9株の根にゴールが形成され、その数は最少3ヶ、最多36ヶであつた。径1mm前後の白色平滑なゴールと径1~1.5mm、やや淡黄褐色のゴールが混在していたが、胞子球はまだ見られず、plasmodium のみが認められた。9月7日には10株のうち9株の根にゴールが形成され、ゴールは前回調査よりも成熟しているものが多く、その内部に胞子球が存在していた。しかし圃場におけるゴールにみられる多数の胞子球が充満しているものはほとんど無かつた。なお、接種後硝子室(20~31°C)においた対照区にはこの間異状がみられなかつた。

以上の実験のみでは病原菌の寄主体侵入よりゴール形成までの日数を推定することは困難であるが、病原菌侵入後低温に遭遇したとき、または低温に遭遇後菌が侵入したとき、肉眼的に認められる病変、すなわちゴール形成までは少なくとも1週間以上2週間、普通2週間以上を必要とすると

みられる。また、本実験に関する限り、胞子球形成までには1ヶ月前後を要するものとみられた。

なお、8月10日に低温室から戸外または温室に移しておいたものでは、9月7日調査時にもゴール内部に胞子球は存在していなかつた。8月17日に低温室から温室に移したもので同じ結果であつたが、8月17日に低温室から戸外に、また8月31日に低温室から戸外または硝子室に移したものでは、いずれも9月7日調査時にはゴール内部に胞子球が形成されていた。この結果から高温が病原菌の plasmodium から胞子球生成までの経過に若干の影響を及ぼしているようにみられるが、今後さらに検討の必要がある。

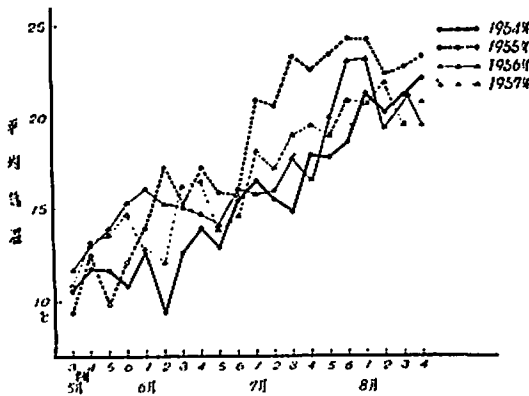
V 本病の発生と環境条件との関係

(1) 気象条件との関係

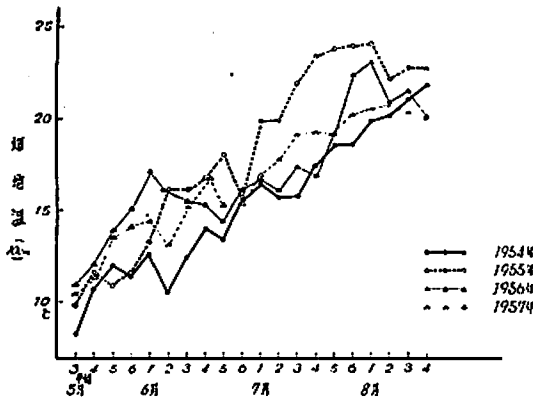
亀田町、上磯町等における馬鈴薯粉状疫病病の発生経過および発生程度は前述のように年によつて差がある。すなわち、1955年には馬鈴薯の根にゴールが早くから多数生成されたが、塊茎の被害は極めて軽微であつた。1956年には根にゴールが着生したのはやや遅く、その生成量も少なく緩慢に継続したが、塊茎の被害は著しかつた。これに対して1957年には、根におけるゴールの生成は前年よりもさらに少なく、塊茎の被害は1955年より僅かに多かつたが、1956年よりは著しく少なかつた。なお、1954年には根におけるゴールの着生状況は不明であるが、塊茎の被害は1956年よりやや多目で、4ヶ年中最も著しかつた。この発生状況の差異が気象条件と関係あるか否かを検討するため、近接の大野町にある北海道立農業試験場渡島支場の気象表から平均気温、畑地温および降水量をとり、これを図示すると第1~3図のとおりである。

もちろん、本病の発生と気象条件との関係を検討するためには、病原菌の寄主体侵入方法、侵入適温、潜伏期間、潜伏期間と温度、湿度との関係などが明かにされていなければならない。この点については種々の議論もあり、筆者等も研究を進めつつあるが、一応ここでは従来の報告、とくに KOLE (1954²³⁾) の研究結果にもとづいて、病原菌

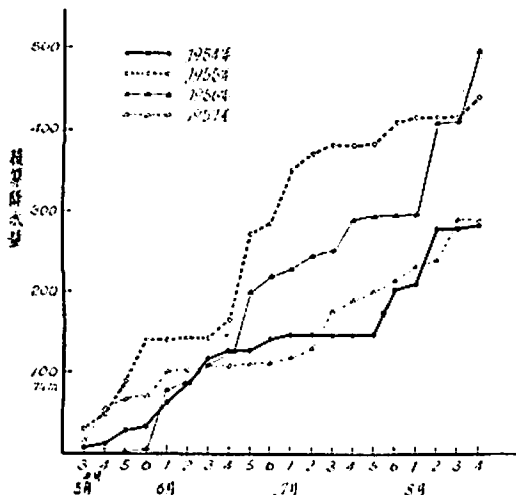
第1図 渡島支場における平均気温



第2図 渡島支場における畑地温



第3図 渡島支場における降水量



の寄主体侵入適温を $13\sim 20^{\circ}\text{C}$ 、特に $16\sim 19^{\circ}\text{C}$ 、潜伏期間を2～3週間とみなして検討してみる。

1955年には6月2半旬以降6半旬まで平均気温、畑地温とも $15\sim 18^{\circ}\text{C}$ に終始し、この間4～5半旬に降水量が多かつたことが、病原菌の根部侵入の機会を多くし、7月上、中旬ほとんど一斉にゴールの生成をみるに至つたものとみられ、7月1半旬以降急激に 20°C 以上に上昇したため菌の根部侵入は抑制されて、雨後ゴールの新生は少なかつたものとみられる。また塊茎肥大初期の6月末～7月初めに降高温であつたため、塊茎への菌侵入も少なく、侵入後の菌の発育が抑制されて発病が軽微に終わつたものとみられる。

1956年には根におけるゴールの生成が緩慢で少数であつたことは侵入好機が分散していた関係によるとみられる。すなわち、5月5半旬～6月1半旬には 15°C 以上に上昇したが、6月2半旬以降かえつて 15°C 以下に下降し、この間降雨も多くなかつたことが、初期のゴール生成を緩慢にし、また6月6半旬以降7月5半旬まで $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ であつたことが8月に入つても新しいゴールが認められた理由ともみられる。しかし6月6半旬以降の適温適湿の時期が塊茎の肥大期にあたつていたため、むしろ塊茎への菌の侵入を旺盛にしたものと考えられる。

1957年には気温が 15°C 以上に上昇したのは6月3～4半旬であるが、この間降雨が少なく、また7月1半旬以降5半旬までは $17\sim 20^{\circ}\text{C}$ を示したが、7月2半旬まで長らく旱天が続き、その後も降雨が多くはなかつた。これらのことが低湿地の一部を除いて全般的に根のゴール着生も塊茎の発病も多くなかつた原因とみられる。

1954年には根におけるゴール生成状況が不明であるが、6月5半旬までは 15°C 以下の低温であつたことと、6月6半旬以降7月3半旬も $15\sim 16^{\circ}\text{C}$ でやや低く、この間旱天であつたことはゴールの生成を抑制したものとみられる。同年は7月4～6半旬がほぼ $17\sim 19^{\circ}\text{C}$ で、7月6半旬に降雨が多かつたことが、菌の一斉活動を促し、塊茎侵入を旺盛にしたのでないかとみられる。同年は8月上旬の収穫時には発病に気がつかず、仮貯蔵中に症状がみられたものといわれているが、これは菌の侵入時期が遅かつたためでないかともみら

れる。

気象表と発病との関係を総括してみると、菌の侵入の旺盛な時期は13~17°Cよりも、17~19°Cの温度範囲にあるようにみられ、20°C以上では抑制されるようにみられる。また、Kole (1954²³)は菌を常に多湿状態に保つよりも、むしろ予め乾燥させておいた方が発芽を刺激すると述べているが、4ヶ年の発病経過をみても、ある期間乾燥が続いた後降雨があり、しかも適温であるときに菌の活動が旺盛で、一斉に発病をみるようになることもいうことができる（例えば1954年の塊茎の発病、1955年の根のゴールの多かつたこと）。

なお、1956年には石狩支庁管内広島村に本病が発生したが、塊茎の発病のみについて気象との関係を検討してみると（ただし気象は札幌市琴似町農業試験場の資料によつたので現地とは多少異なる）、塊茎肥大期の7月、特に上、中旬が平年ほぼ19°C以上（おおむね急激に20°Cを超えることが多い）であるのに対し、1956年は16~18°Cの範囲にあつたことが発病に影響したものと考えられる。

従つて病原菌が普遍的に存在すると仮定する

と、種薯植付後おおむね6、70日以後の塊茎肥大期の気温、地温が20°C以下、特に17~19°C前後のときに塊茎発病の危険があるものといえよう。しかし、さらに実験的にこれらの関係を究明する必要のあることはいうまでもない。

（2） 土壌条件その他との関係

1954年および1955年に亀田町、上磯町その他周辺の町村における本病発生状況を調査し、本病が墾土地帯（黒ボク）、特に低温の墾土地帯に多発していることを報告した。すなわち、本病の発生は墾土地帯でも、表土黒ボクで下層土泥炭の低温地帯に多く、表土黒ボクでも下層重粘または砂土の台地帯ではやや軽く、また砂土、堆積土などでも軽微であつた。さらに石狩支庁管内で本病の発生をみた広島村の圃場も腐植に頗る富む砂壤土で、特に低温地に発生が多かつたことが注目される点である。

1955年に土壌条件の異なる圃場に健全薯および本病病薯を播種して発病状況を調査したが、その結果を一括すると次のとおりである。

第 2 表 馬鈴薯粉状瘡痕病の発生と土壌との関係

圃 場 名	土 壌 の 種 類	区 別	根 ゴール 着生程度	病 薯 数 合	備 考
亀田町西桔便 堂 崎 氏	墾 土 (下層泥炭)	健 全 薯 軽 症 薯 重 症 薯	± ± +	4.3 9.2 6.5	前年度開墾し、本年初めて馬鈴薯を作付けした。
同 寺 崎 氏	同	健 全 薯 病 薯	+ +	11.9 17.7	前年度発病地
同 前 川 氏	同	健 全 薯 病 薯	± +	25.1 28.9	前年度発病地
亀田町共立 工 藤 氏	高台、砂壤土	健 全 薯 軽 症 薯 重 症 薯	— (±) (±)	0 0.7 1.4	隣接地前年度発生軽微、ゴール生成極めてまれ。
上磯町七重浜 若 松 氏	墾 土 (砂 土 泥)	健 全 薯 軽 症 薯 重 症 薯	+ + +	12.8 22.1 16.0	2~3年馬鈴薯を栽培しなかつたところ。
上磯町浜分 広 部 氏	砂 土	病 薯	(±)	0.6	3年間馬鈴薯を栽培しなかつたところ。ゴール形成極めてまれ

この調査では既存の病原菌の分布密度が異なるので判定は困難であるが、本病の発生が低湿地に多い傾向が示されている。また塩土(下層泥炭)地帯の上磯町七重浜奥玉氏方圃場にあつては、その圃場の半分は砂の含有率が多く、ほかの部分と著しい対照を示していたが、前者の部分の馬鈴薯は根にゴール着生程度も少なく、塊茎の発病も軽微であつた。すなわち、砂分の多いところでは、根部20cm当りゴール数3.0、病薯率9.4%であつたが、砂分の少ないところでは同じくゴール数5.4、病薯率20.3%であつた。

KOLE (1954¹²⁾) によると土壌の pH 5.2~7.5 の範囲内では菌の侵入には差がないというが、亀田町、上磯町等における本病多発地と軽微なところの pH には大差がなく、pH 5.5~6.4 の範囲内にあり、発病と土壌の pH とは深い関係があるとは

いえない。

なお、本病の発生の多い亀田町、上磯町その他周辺町村は耕地面積が比較的狭少で、経済作物の種類に乏しいため馬鈴薯が主要作物であつて輪作年数が短かく、ときには馬鈴薯の連作を行なつてゐる状況にあるが、このことは土壌中における病原菌の生存密度を増大させ、土壌の発病誘起条件と相俟つて発病を多からしめている一因ともみられる。

VI 本病と馬鈴薯品種との関係

1955年、亀田町西桔梗前川氏方圃場に馬鈴薯25品種(種間雑種、野生種を含む)を栽培し、根部および塊茎の発病状況を調査した。その結果を一括すると第3表のとおりである。

発病の軽微であつた1ケ年の成績で、品種の本

第3表 馬鈴薯品種と馬鈴薯粉状腐爛病との関係

品 種	根 部 に お け る ゴ ー ル 着 生 程 度	病 薯 数 合	品 種	根 部 に お け る ゴ ー ル 着 生 程 度	病 薯 数 合
早 生 種			極晩 生種		
男 爵 薯	+	9.4	ケ ネ ベ ツ ク	+ ± ~ +	5.6
チ ト セ	± ~ +	5.1	島 系 275号	±	0
オ オ ジ ロ	+	10.4			
イ ー ス テ リ ン グ	+	5.3	<i>S. demissum</i>	(±)	不 明
サ ス キ イ ア	+	6.8	<i>S. demissum</i> <i>f. atrocyaneum</i>	(±)	6ケ中 発病なし
中 生 種			野 生		
ア ー リ	+ ~ ± +	5.4	<i>S. antipovicii</i>	(±)?	4ケ中 発病なし
S - 45208	± ~ +	0	× <i>S. demissum</i>		
島 系 273号	+ ~ ± +	6.6	<i>S. antipovicii</i> × <i>S. demissum</i> <i>f. atrocyaneum</i>	+	6ケ中1ケに 疑問症あり
オ フ ク ロ ン	+ ~ ± +	0			
メ ノ ミ ニ ー	+	2.9	<i>S. ajuscoense</i>	+	5ケ中 発病なし
晩 生 種			<i>S. polyadenium</i>	?	7ケ中 発病なし
バ ル ナ ツ ア	+	2.3	41089-8	+	3.9
北 海 7 号	+ ~ ± +	7.5			
馬 鈴 薯 農 林 1 号	± ~ +	1.8			
神 谷 薯	±	0			
プロフェツサー	(±)	0			
ポルトマン	(±)	0			
フ ェ ロ ー ル	±	2.9			

- 注) 1. 4月23日播種、種薯は北海道農業試験場作物第4研究室(恵庭町島松)産。
 2. 野生種以外は各品種1区2坪、3連制、野生種(41089-8を除く)は1区数株、「馬鈴薯農林1号」は隣接の発病観察圃の成績を用いる。
 3. 7月26日、8月7日には各品種3株について根のゴール着生程度を調査した。
 + 多 + ± 稍多 + 中 ± 少 (±) 極少
 4. 6月11日各区7株について塊茎の発病調査を行わない3区平均結果を示した。ただし「馬鈴薯農林1号」は15株分についての成績、野生種は塊茎の形成少なかったため全部について調査。

病に対する抵抗性の強弱を論ずることはできないが、品種によつては塊茎が全く発病しなかつたものと、かなりの発病を示したものととの差異があり、根のゴール着生程度と塊茎の発病とが必ずしも一致していなかつたものもあつた。根におけるゴール生成の極めて少なかつたのは「プロフェツサーボルトマン」で、「神谷薯」、「フエロール」、「島系 275 号」なども少なかつたが、「アーリ」、「島系 273 号」、「オフクロン」、「北海 7 号」などはやや多く、「ケネベック」は最も多かつた。塊茎では「プロフェツサーボルトマン」、「神谷薯」、「島系 275 号」、「オフクロン」、「S-45208」などはほとんど発病しなかつたのに対し、「男爵薯」、「オオジロ」、「北海 7 号」、「サスキイア」、「島系 273 号」、「ケネベック」などは発病がやや多かつた。晩生種が早生種よりも塊茎の発病が少なかつたのは試験年の気象条件に影響されているかも知れないが、晩生種でも「ケネベック」、「北海 7 号」のように根および塊茎の発病が多かつたことからみると、品種間に罹病性の差異があるようにみられる。なお、野生種については成績が明瞭でなかつたが、*S. demissum*, *S. demissum* f. *atrocyaneum*, *S. antipovicii* × *S. demissum*, *S. antipovicii* × *S. demissum* f. *atrocyaneum*, *S. ajuscoense* などは本病に罹病するものとみられる。

VII 本病病原菌の寄主植物

本病病原菌は *Solanum tuberosum* (馬鈴薯) のほか、近縁の *Solanum* 属植物、すなわち *S. ciliatum*, *S. commersonii* (馬鈴薯「コンメルゾニー」), *S. haematolodum*, *S. Lycopersicum* (トマト), *S. mammosum*, *S. marginatum*, *S. nigrum* (イヌホオズキ), *S. waccowiczii* などに寄生することが知られ (MELHUS & ROSENBAUM-1916¹⁶⁾, MELHUS, ROSENBAUM & SCHULTZ-1916¹⁷⁾, FERDINANDSEN-1923¹⁷⁾), またアカザ科に属する *Ullucus tuberosus* に寄生するともいわれている (RYBAKOVA & NEDOSHIVINA-1936²²⁾)。筆者等は北海道において本病原菌が馬鈴薯以外のナス科植物を侵襲し得るか否かを明らかにするため、圃場試験および室内接種試験を行なつた。

(1) 圃場試験

1955 年は亀田町西桔梗前川氏方圃場に、1956 年は同堂崎氏方圃場に次のナス科植物の苗を移植し、随時抜きとつた株の発病状況を調査した。

供試植物

1955 年 (6 月 15 日) 移植

Capsicum annuum L. var. *acuminatum* FING.
(トウガラシ)

Solanum Lycopersicum L. (トマト, 品種「ジョ
(トンベア)」)

S. Melongena L. (ナス)

1956 年 (6 月 11~12 日移植, △印は 6 月 29 日移植)

Capsicum annuum L. var. *acuminatum* FING.
(トウガラシ)

△ *C. annuum* L. var. *grossum* SENDT. (シントウ
ガラシ)

△ *Datura Metel* L. (ケチヨウセン アサガオ)

D. Stramonium L. (シロバナ チョウセンアサガオ)

D. Tatula L. (ヨウシュ チョウセンアサガオ)

△ *Petunia violacea* LINDL. (ツクパネ アサガオ)

△ *Physalis floridana* Rydb.

△ *P. pubescens* L. (ハスクトマト)

Solanum Lycopersicum L. (トマト, 品種「マー
グロブ」)

S. Melongena L. (ナス)

S. nigrum L. (イヌホオズキ)

S. nigrum L. var. *miniatum* Hook. (クロミノ
イヌホオズキ)

S. nodiflorum Jacq.

S. villosum Willd.

各植物についての観察結果を概括すると次のとおりである。

Capsicum annuum L. var. *acuminatum* FING.
(トウガラシ) —— 1955 年の調査においては、移植後 3 ヶ月近く経過した 9 月 11 日に根に馬鈴薯根部のゴールに酷似したゴール状の肥大部が認められ、この組織内に病原体の存在が認められた。なお、径 0.2mm の細根に 1~1.5mm のやや細長いゴールの着生しているのも観察された。1956 年にも 9 月 24 日に紡錘形のゴールが根に少数着生しているのを認め、この組織内に病原菌の *plasmodium* が存在していた。

Capiscum annuum L. var. *grossum* SENDT (シツウガラシ) —— トウガラシの場合と同じく、根に紡錘形のゴールが少数生成せられ、病原菌の plasmodium が認められた。

Physalis floridana Rydb. —— 9月24日根に紡錘形の茶褐色ゴールが形成されていたが、その数は1株に2、3ヶで、組織内に plasmodium の存在は確認されなかつた。

Solanum Lycopersicum L. (トマト) —— 1955年には7月26日に根の屈曲の多いところに淡褐色を帯びた、やや肥大した部分が存在したが、これは本病によるものであるか否かは明かでなかつた。しかし8月6日には太い根に半球状を呈した肥大部が認められ、その部および周辺組織は褐色化しており、この組織内にアメーバ状の病原体が認められた。9月11日には同じく径2～3 mm 大、表面粗糙の肥大部が多数存し、この組織内に病原菌の plasmodium が多数認められたが、孢子球は

みられなかつた。

1956年には7月23日細い根に紡錘形のゴールとまれに小球形のゴールが形成されており、その数は1株に10～15ヶであつた。また、太い根には前年にみられたような異状に膨大した部分がところどころに認められた。これらの組織内には病原菌の plasmodium が存在していた。8月9日には根に馬鈴薯の場合と同じゴールが多数認められ、その古いものの内部には病原菌の末熟孢子球がまれに認められ、9月24日には古いゴールの内部に完熟した孢子球が存在していた。なお、9月24日には成熟した古いゴールと新しいゴールとが混在していた。

なお1956年には、発芽後2～3週目の若いトマト苗(品種「マーグローブ」)を別に6月12日および7月23日に同圃場に移植し、7月23日、8月9日および9月24日にそれぞれ調査した。調査結果を一括すると次のとおりである。

第4表 トマトの移植時期と発病との関係

移 植 日	調 査 日	根のゴール 形成程度	ゴール中の病原菌の状態	備 考
6月12日	8月10日	++	plasmodium, まれに未熟の孢子球	古いゴールと新しいものと が混在した
	9月34日	++	古いものには完熟した孢子球	
7月23日	8月10日	±	plasmodium	新しいゴール(径1mm) が少数存在した
	9月24日	++	plasmodium	

すなわち7月23日に移植したものに、移植後18日目にはすでにゴールの形成が認められた。なおトマトのゴール内に形成された病原菌の孢子球は馬鈴薯のものよりもやや小型であつた。

Solanum Melongena L. (ナス) —— 1955年には8月5日根に表面の滑らかな肥大部がまれに認められ、9月11日根に半球形肥大部が少数認められたが、トマトの場合のように異状に彎曲することとはなかつた。この組織内に病原菌の plasmodium が認められた。

1956年には8月9日太根、細根のいずれの部分にもゴールの形成が顕著に認められ、その組織内

に病原菌の plasmodium が存在し、9月24日には同じく病原菌の孢子球が少数混在していた。

Solanum nigrum L. (イヌホオズキ) および *S. nigrum* L. var. *miniaturum* Hook. (クロミノイヌホオズキ) —— イヌホオズキにあつては9月24日にやや太い根に幅2～3 mmの淡褐色肥大部が多数存在し、この部の組織にアメーバ状の小体が多数認められ、また褐色に変色した病原菌の孢子球と思われるものがみられたが、孢子球と確認するには至らなかつた。クロミノイヌホオズキの根にもゴールが形成され、病原菌の plasmodium が認められた。

なお、1956年10月、馬鈴薯粉状瘡癰病の発生が認められた石狩支庁管内広島村の圃場附近に自生していたイヌホオズキにも、根にゴールの生成が認められ、組織内に完熟した孢子球が存在していた。

Solanum nodiflorum Jacq. — 8月9日および9月24日、太い根に屈曲した異状突起部が認められ、この部の組織に病原菌の plasmodium が存在していたが、その発育は緩慢で、少数であつた。

Solanum villosum Willd. — 7月23日に根に球形乃至紡錘形の明瞭なゴールが形成されていた(3株に15ヶ)。いずれも白色乃至淡褐色を呈し、組織内には plasmodium 時代の菌が充満し、一部は孢子形成前の状態を呈していた。8月9日にはゴールの表面はやや粗澁となり、褐色を帯びるものが多く、9月24日にはゴール内に完熟した孢子球が明瞭に認められた。しかしその孢子球数は馬鈴薯の根のゴールの場合に比して少数であつた。

その他の植物 — いずれの植物にもほとんど異状がみられなかつた。

(2) 室内における接種試験

i) 1955年、陶製ポットに亀田町の発病圃土壌を充填し、これに病原菌の孢子球(1954年産病薯から採集)を混じた後、*Capsicum annuum* L. var. *acuminatum* Fing. (トウガラシ、品種「札幌早生ナンバン」)、*C. annuum* L. var. *grossum* Sendt. (シシトウガラシ)、*Solanum Lycopersicum* L. (トマト、品種「金成トマト」)および *S. Melongena* L. (ナス、品種「蔓細千成ナス」)を6月11日播種した。ポットは前述(IVの2参照)の方法にしたがつて管理し、8月30日および9月20日に生育株を抜きとつて調査した。なお、土壌温度は6月18°C(最高平均)、7月22°C、8月23°Cであつた。

ナスの根には異状がみられなかつた。トウガラシでは8月30日、シシトウガラシでは9月20日に根の表面にやや肥大した部分が認めれたが、前者には病原菌の存在が不明瞭で、後者では表皮組織内にアメーバ状の病原菌が認められた。なお、トマトには根に淡褐色の、やや肥大した部分が存在

していたが、組織内の菌の状態は不明瞭で、アメーバ状か plasmodium かは判定できなかった。

ii) 1956年の圃場試験に供試した植物(Vの1参照)のほか、*Nicotiana alata* Link et Otto (シユクエンタバコ)、*N. glauca* R., *N. rustica* L. (マルバタバコ)、*N. Sanderæ* Hort. (ハナタバコ)、*N. sylvestris* Speg. et Comes, *N. Tabacum* L. (タバコ)の苗をそれぞれ病土を充填したポットに6月27日移植した。これらのポットを日蔭の露地にうめ、常時灌水し、9月末に各植物の根部の状態を調査した。*Nicotiana* 属植物以外の前述の植物(Vの1参照)の根の状態は圃場試験におけると同じ傾向を示したが、いずれの植物においても典型的なゴールは僅かしか形成されず、比較的古い根に異状肥大部が形成されていたことが多い。病変組織に病原菌の孢子球の存在が確認されたのはトマト、ナス、イヌホオズキおよび *Solanum villosum* の場合である。*Nicotiana* 属植物にあつてはマルバタバコ、シユクエンタバコおよびハナタバコの根にやや肥大し、表面が褐色となつた部分が認められたが、シユクエンタバコの異状肥大部に極めて少数の病原菌の plasmodium とみられるものが存在した以外には病原菌の存在は確認されなかつた。

(3) 罹病組織内病原菌の病原性

前述の試験において罹病した植物の組織内病原菌の伝染能力、病原性をみるため次の実験を実施した。すなわち、1956年、亀田町の試験圃から馬鈴薯、トマト、ナス、トウガラシ、クロミノイヌホオズキおよび *Solanum villosum* の根部を採集し、若いゴール、異状肥大部の存在する部分を切りとつて水洗後磨砕し、これをポットにみたした殺菌土中に混入した。また馬鈴薯塊茎の若い病斑部の組織も同ような方法で接種源に供した。これらの接種源の組織の一部は徒手切片として病原菌の状態を調査しておいた。接種土に健全なトマト苗を移植し、ポットを10~28°Cの温室内におき、一定期日後にトマトの根の状況を調査した。その結果を一括すると第5表のとおりである。

すなわち、病原菌の孢子球と plasmodium の混存していた馬鈴薯塊茎および根部の組織を接種

第5表 接種源の病原菌の状態とトマトの発病との関係

接 種 源	病 原 菌 の 状 態	トマト根節におけるゴールの状況			
		接種後 30 日		接種後 60 日	
		着生数	大 き さ	着生数	大 き さ
馬鈴薯, 塊茎, 病斑部	plasmodium, まれに胞子球	++	大	+++	大
馬鈴薯, 根, ゴール	胞子球と plasmodium 混在	++	大	+++	大
トマト, 根, ゴール	plasmodium	+	大	++	大
ナス, 根, ゴール	plasmodium	±	小	+	小
トウガラシ, 根, ゴール	まれに plasmodium	—		±	小
<i>S. villosum</i> , 根, ゴール	plasmodium	+	小	++	中
クロミノイヌホオズキ, 根, ゴール	plasmodium	±	小	+	中

注) 1. ゴールの着生数 +++: 1株に20ヶ以上 ++: 10~20ヶ +: 10ヶ以下

2. ゴールの大きさ 大: 2mm 前後のものが多い 中: 2mm 前後のものが多い

小: まれに「中」程度のもので混在するが、大部分は僅かに肥大した程度

源とした場合にトマトの発病は顕著であつた。しかし病原菌の plasmodium 時代のみしか認められなかつた他の植物の根のゴールを接種源とした場合でもトマトにゴールを生成せしめ、ことに *S. villosum* WILLD. およびトマトのゴールを接種源としたものでは発病がやや多かつた。

以上の各試験成績を総合して判断すると次のようになる。(3)の試験結果によると、トマト、ナスその他の根のゴール内の病原菌は plasmodium 時代であつても、土壤中に遊離された後いずれも新たな植物を侵し得るものとみられるので、組織内に完熟した胞子球が生成されなくとも plasmodium が生成されれば、これを本病原菌の保菌者、伝播者とみなし得ることになり、これらを寄主植物とみることも可能である。しかし、plasmodium 自体の新植物侵入の可能性、その方法などについてはなお充分に検討することが必要であり、また組織内に plasmodium 時代で發育がとどまつて胞子球が生成されないものかについても検討する必要がある。従つて、病原菌が侵入して病変をおこし、菌の plasmodium が存在していただけのもの、すなわちトウガラシ、シシトウガラシ、クロミノイヌホオズキ、シニクコンタバコ、*Solanum nodiflorum* JACQ. などは一応寄主植物と断定することを保留して今後の検討をまつことにしたい。また前記の品種試験において病変をおこした *S. demissum*, *S. demissum* f. *atrocyaneum*,

S. antipovicii × *S. demissum* f. *atrocyaneum*, *S. ajacense* などの馬鈴薯野生種は本病原菌の寄主植物とみても誤りはないと思われるが、病変組織内の菌の状態についての観察が不充分であるので、その断定を保留しておく。従つて、確実に本病原菌の寄主植物と認められたのは馬鈴薯のほか、トマト、ナス、イヌホオズキおよび *Solanum villosum* WILLD. である。このうち、ナスおよび *S. villosum* WILLD. は従来報告されたことがない新寄主植物である。しかし、以上の実験結果からも推察できるように、本病原菌の侵襲し得る植物は多数に上るのでないかとみられ、今後さらに検討を加えたい。

VIII 論 議

馬鈴薯粉状腐病が1954年初めて北海道において発見された当時は、本病が海外から新たに本邦に侵入したのではないかと想像された。しかしその後の調査によつて、本病は北海道のみでなく、府県にも広く分布し、その起源もかなり古いのではないかとみられるようになった。現在知られている本病原菌の寄主植物は数種類に過ぎないが、このほかにも野生植物の根に寄生していないとは断言できない。石狩支庁管内広島村においては野生植物のイヌホオズキが本病におかされ、馬鈴薯も発病していたが、同地に本病が種薯にともなつて導入されたものでないとするれば、本病は古くから

野生植物に発生していた疾病でないかという推論もでてくる。この点については今後さらにいろいろな角度から検討しなければ結論を下すことができないであろう。

本病は北海道において現在、渡島支庁管内7(9)市町村と石狩支庁管内1町村に発生することが確認されており、このほか本病疑似症状のものが発見された町村は渡島、空知、上川、十勝、網走各支庁管内の10(9)町村に及んでいる。しかし、本病の発生が激甚なところは渡島支庁管内亀田町および上磯町の両町の局部に限られている。何故、本病の激発地が前記の局部地域に限られているのだろうか。これについて若干の考察を試みよう。

本病発生激発地の亀田町、上磯町などの栽培農家にあつては耕地面積が比較的狭少で、農業経営の中心をなすものが馬鈴薯である。従つて馬鈴薯の輪作年次は短かく、ときには連作を行なつてゐる圃場もある。従つて、本病原菌が潜在または導入せられたとすると、土壌中における病原菌の生存密度が必然的に増大し、他地方よりも発病が多くなることも当然である。しかし、このような馬鈴薯栽培条件の地帯は、本病未発生地域にも、あるいは本病発生の軽微な地域にもある。本病未発生地は病原菌が分布していなかつたという解釈が成立つが、発生軽微な地域については、この栽培条件以外に発生を強く支配する条件があるものとみななければならない。外国における本病の発生と土壌との関係についての既往の報告によると、本病は腐植質に富む土壌で、保水力の強い、あるいは排水不良のところに発生が多いといわれている(MELHUS, ROSENBAUM & SCHULTZ 1916¹⁷⁾, WILD-1929²⁰⁾)。筆者等も健全薯または本病病薯を亀田町および上磯町において土壌性質の異なる圃場に播種したところ、本病の発生が砂土では極めて軽微で、礫土の低湿地において発生が甚しいことを認めた。また、札幌市において病薯または健全薯に病原菌を接種して亀田町礫土土壌、札幌市礫土および早来村火山灰土に播種したが、亀田町礫土にのみ軽微な発病がみられた。これは病原菌の既存密度とも関係があるが、亀田町礫土が発病させ

やすい条件をもっているものともみられる。さらに、渡島支庁管内の本病発生地域を全般的にみても、本病の発生が腐植質に富む礫土の低湿地帯に著しいことが判明している。すなわち、礫土地帯でも高台の下層重粘土のところは本病の発生が軽微であり、また礫土でも砂土を混じったところでは砂土の多いところほど発生が軽微であつた。亀田町西桔梗、上磯町七重浜地区などは礫土の低湿地帯であつて、本病発生に好適した土壌条件をそなえているため本病が激発するのも当然であろう。本病の発生をみた石狩支庁管内広島村の圃場も腐植質に富む砂壤土で、礫土地帯に属していることは、本病の発生が土壌性質と深い関係をもつてゐることを示すものといえよう。しかし北海道内にはこの地区以外にも土壌条件的には発生に適するとみられるところがある。従つて本病の発生には土壌条件以外の条件も関与しているものと考えられる。

亀田町、上磯町等において本病の発生経過および発生程度が年によつて異なることを述べたが、馬鈴薯の根におけるゴールの着生、塊茎における病斑の生成には気温、地温、降水量などの気象条件が密接に関与しているようにみられる。すなわち、本病の発生状況を通じて判断すると、前述のように、本病病原菌の寄主体侵入は13~20°C、とくに17~19°Cの温度範囲において、降雨があつたとき、とくに一時乾燥後に降雨があつたときに旺盛であるとみられ、この時期から2~3週後に症状を示すようになるものとみられる。馬鈴薯の根におけるゴールの生成は別問題とし、一応塊茎の発病に局限して考察すると、種薯植付後60~70日以後の塊茎肥大時期以後が塊茎の発病危険期となる。道南地方ではこの危険期が6月末~7月初めからはじまるが、その他の地方では播種時期が遅い関係で恐らく7月中旬以降あるいは7月下旬以降に発病危険期がくるものとみられる。道南地方以外のところの発病危険期には温度が急激に上昇して20°C前後、あるいはそれ以上になることが多いから、それ以前に根の発病する危険性があつても、塊茎の発病はおのずから特殊な地域、特殊な年に限られてくるのでないかと考えられ

る。例えば、1956年のような夏期多湿、低温の年に腐植土地帯の広島村に発生をみたような例が該当する。これに対して、道南地方は早生種を早く播種する関係で、気温の上昇の著しくない6月末から7月初めにすでに塊茎の発病危険期が到来し、同地方は北部の内陸地方よりも夏期の気温がむしろ上昇しないことが多いため、かえってほかの地方よりは発病しやすい条件にあるものとみることができる。従つて、このような気象条件と特殊な土壌条件および栽培条件とをそなえた亀田町、上磯町等において本病が多発するようになったものとみられる。

海外諸国においても本病は冷涼多湿の地域あるいは冷涼多湿の年に発生が多いことが知られている。しかし、本病が寒地性病害であるといつても暖地に発病しないとはいえない。現に本病は中国、九州地方等西日本にも発生しているのであつて、これは栽培時期と関して考えると、塊茎の発病危険期には東日本（高冷地帯を除く）よりも温度条件において好適しているものとみるべきであろう。

もちろん、本病の発生と環境条件との関係を論議するには病原菌の生活史、病原菌の生態、病原菌の寄主体侵入機構その他を十分に究明する必要があるが、これらについては今後さらに研究することとして、一応現在の段階において本病の特殊発生の原因について検討を加えた次第である。

なお、本病原菌の寄主植物についても今後研究が必要であるが、本研究において筆者等は本病原菌の寄主植物として馬鈴薯のほか、トマト、ナス、イヌホオズキおよび *Solanum villosum* WILLD の5種を確認することができた。このうち、ナスおよび *S. villosum* WILLD は新奇主植物である。なお、トウガラシ、シットウガラシ、クロミノイヌホオズキ、シュクコンタバコ、*Solanum nodiflorum* JACQ. などにも病原菌が侵入して病変をおこすが、病変組織内に病原菌の孢子球が形成されていなかったため寄主植物と断定することを保留した（また、馬鈴薯野生種数種についても同じく保留した。）しかし、これらの結果からみると、本病原菌はかなり広い寄主範囲をもっているものでな

いかと推測され、今後これについて詳細に検討する必要があるものと考えられる。

IX 摘 要

1) 馬鈴薯粉状腐爛病は1954年北海道において初めて発見されたが、調査の結果本病は北海道のみでなく府県にも広く分布し、その起源もかなり古いものとみられた。

2) 北海道において本病の発生が確認されたのは渡島支庁管内7(9)市町村、石狩支庁管内1町村であり、その発生の特に著しいのは亀田町、上磯町などである。しかし、本病擬似症状のものがこのほか6支庁管内10(9)町村に発見せられ、本病の発生は広範囲に及ぶものと推定される。

3) 亀田町の圃場において本病の発生経過を調査したが、馬鈴薯根部におけるゴール生成経過、塊茎における病斑の生成経過および程度は年によつて著しく異なり、根部にゴールが多数生成せられても塊茎の発病が少ない年や、根部にゴールの形成は少なかつたが塊茎の発病のはなはだしい年もあつた。これは気象条件、その経過の差異に原因するものとみられた。

4) 本病の発生経過および程度の圃場観察の結果からみると、病原菌の寄主体侵入は13~20°C、特に17~19°Cのときに旺盛で、20°C以上では抑制されるようにみられた。また、ある期間乾燥後に降雨があり、しかも適温のときに菌の活動が旺盛で、発病が著しくなるようにみられた。

5) 本病の発生の著しいところは腐植質に富む墾土地帯で特に低湿のところである。

6) 馬鈴薯の品種によつて発病に差異を示すものがあり、「神谷薯」、「プロフェツサー ボルトマン」などは発病が少なく、「オオジョロ」、「男爵薯」、「ケネベック」などは多い傾向を示した。

7) 馬鈴薯のほか、トマト、ナス、イヌホオズキおよび *Solanum villosum* WILLD は本病に罹病し、病変部に病原菌の孢子球が認められた。ナスおよび *S. villosum* WILLD は従来未報告の寄主植物である。なお、トウガラシ、シットウガラシ、クロミノイヌホオズキ、シュクコンタバコ、*S. nodiflorum* (その他馬鈴薯の野生種数種) などとも病

変をおこしたが、病原菌の *plasmodium* 時代の
みが認められ、胞子球の存在は認められなかつた
(または不明)。これに関しては今後さらに検討を要
する。

8) 本病の発生が渡島支庁管内、特に亀田町、
上磯町の局部に多い理由は馬鈴薯の作付けが多い
という栽培条件、腐植質に富む低湿の墾土である
という土壌条件、塊茎の発病危険期が同地方にお
いては6月末～7月末にあたっているため、ほか
の地方よりも菌の活動に好適する気象条件に遭遇
しやすいという各種の好条件がそなわっているた
めとみられた。

引用文献

1. ABBOTT, E. V. : Diseases of economic plants in Peru. *Phytopath.*, 19; 645~656, 1929.
2. ABBOTT, E. V. : Further notes on potato diseases in Peru. *Phytopath.*, 21; 1061~1071, 1931.
3. BERKELEY, M. T. : Observations, botanical and physiological, on the potato murrain. *Jour. Roy. Hort. Sci., London*, 1; 9~34, 1846.
4. BRUNCHORST, J. : Ueber eine verbreitete Krankheit der Kartoffelknollen. *Bergenes Museum, Aarsbretning*, 1886, 219, 1887.
5. DOROJKIN, N. A. : [Summary of seven years' investigations on powdery scab of potato.] *White Russian Acad. Sci. Inst. Biol. Sci. Minsk*, 1936 (in *Rev. appl. Myc.*, 16; 273~274, 1937).
6. FISCHER von WALDEHEIM : *Aper. Syst. Ustil.*, P. 33, 1877 (村山、伊藤~1955による)。
7. FERDINANDSEN, C. : The importance of weeds in plant disease. *Tidsski. for Landdronomi*, 6; 265~278, 1923 (in *Rev. appl. Mycol.*, 2, 563, 1923).
8. GÜSSOW, H. T. : Powdery scab of potatoes (*Spongospora subterranea* (WALLER.) JOHNS.), *Phytopath.*, 3; 18~19, 1913.
9. HEALD, F. D. : *Manual of plant diseases*, 467~475, 1933.
10. 井上 亨 : 馬鈴薯粉状瘡癰病対策の経過概要について。植物防疫, 9; 449~452, 1955.
11. JOHNSON, TH. : Further observations on powdery scab, *Spongospora subterranea*. *Sci. Proc. Roy. Dublin Sci.* 12; 165~174, 1909.
12. KOLE, A. P. : A contribution to the knowledge of *Spongospora subterranea* (WALLER.) LAGERHEIM, the cause of powdery scab of potatoes. *Inst. voor platenziekt. Onderzoek, Mededling*, 68; 1~65, 1954.
13. LAGERHEIM, G. von : Remarks on the fungus of a potato scab (*Spongospora solani* BRUNCH.). *Jour. Mycol.* 7; 103~104, 1892.
14. MASSE, J. : *Jour. Board. Agr.* 15, 592, 1908 (村山、伊藤~1955による)。
15. MELHUS, I. E. : Powdery scab (*Spongospora subterranea*) of potatoes. *U. S. Dept. Agr. Bul.*; 82; 1914.
16. MELHUS, I. E. & ROSENBAUM, J. : *Spongospora* on the root of the potato and on seven other new hosts. *Phytopath.*, 6; 108, 1916.
17. MELHUS, I. E., ROSENBAUM, J. & SCHULTZ, E. S. : *Spongospora subterranea* and *Phoma tuberosa* on the Irish potato. *Jour. Agr. Res.*, 7; 213~253, 1916.
18. MORSE, W. J. : Powdery scab of potato. *Me. Agr. Exp. Sta. Bul.*, 227; 87~104, 1914.
19. 村山大記、伊藤茂郎 : 馬鈴薯粉状瘡癰病とその防除法。農及園, 30; 905~910, 1955.
20. 成田武四、宇井格生 : 馬鈴薯粉状瘡癰病に関する調査(昭和30年度成績)。北海道生産農協連。資料 12; 1~26, 1956.
21. 成田武四、宇井格生 : 馬鈴薯粉状瘡癰病に関する調査(昭和31年度成績)。北海道生産農協連。資料 6; 1~12, 1957.
22. RYBAKOVA, MME S. & NEDOSHIVINA, H. : [On the problem of powdery scab, morphological and biological properties of the causal organism of powdery scab, *Spongospora subterranea* JOHNSON.] *White Russian Acad. Sci. Inst. Biol. Sci. Minsk*, 1936; 57~85, 1936 (in *Rev. appl. Mycol.* 16, 274~275, 1937).
23. WALKER, J. C. : Diseases of vegetable crops. 335~338, 1952.
24. WALLROTH, F. W. : *Naturgeschichte der Erysibe subterranea* WALLER. *Beiträge zur Botanik*, 1; 118~123, 1842.
25. WHITEHEAD, T., MCINTOSH, T. P. & FINDLEY, W. M. : The potato in disease and health. 357~375, 1953.
26. WILD N. : Untersuchungen über den Pulverschorf der Kartoffelknollen (*Spongospora subterranea* (WALLER.) JOHNSON. *Phytopath. Zeitschr.*, 1; 367~452, 1929.



(1) 馬鈴粉状瘡病病薯 (1954年亀田町産)



(2) 同 (1955年亀田町産)



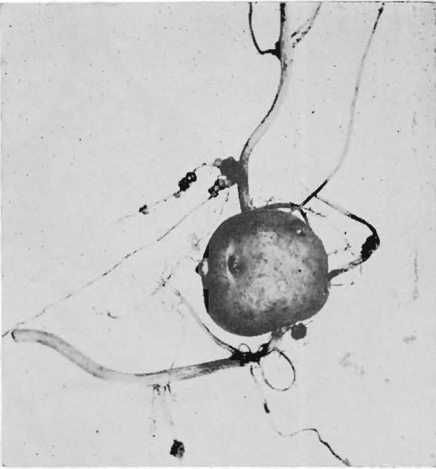
(3) 同 (1956年亀田町産)



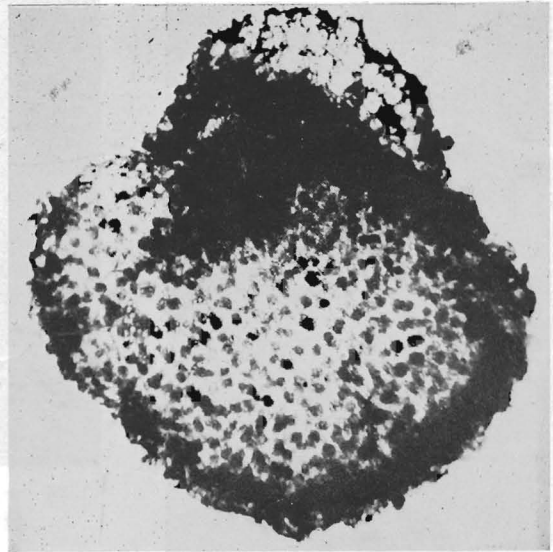
(4) 同, 典型的な病斑の拡大図



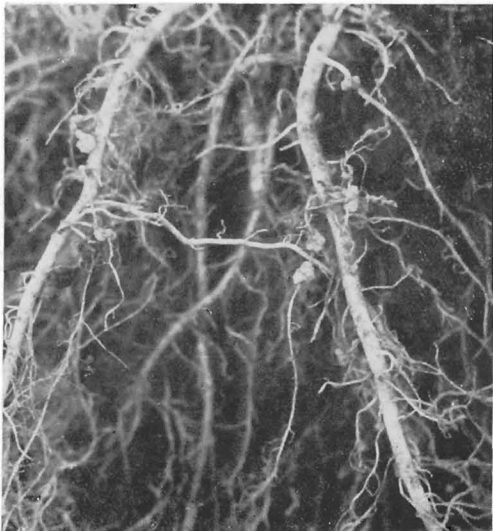
(5) 同, 軽症病斑の拡大図



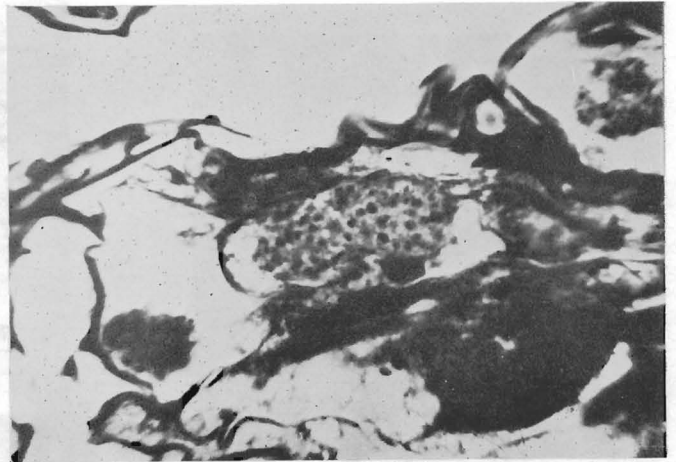
(6) 馬鈴薯の根に生じた粉状瘡痂病のゴール
(*Solanum antiipoviczii* × *S. demissum*
f. atrocyaneum)



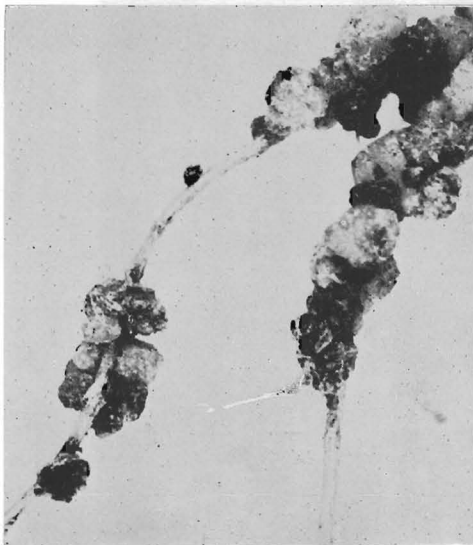
(9) 同, ゴール横断切片 (男爵薯)



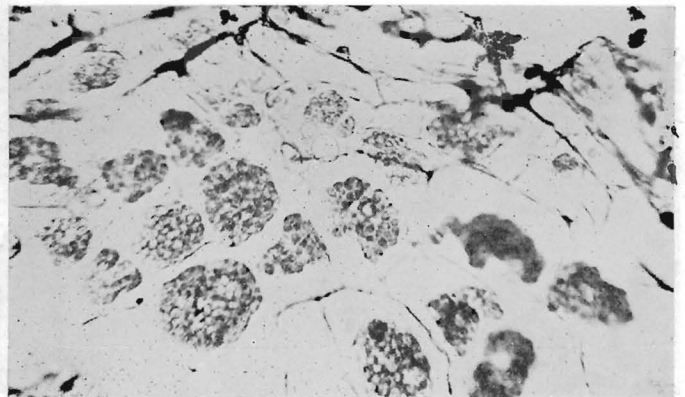
(7) 同, (ケネベック)



(10) 同, ゴール内部の病原菌の plasmodium (男爵薯)



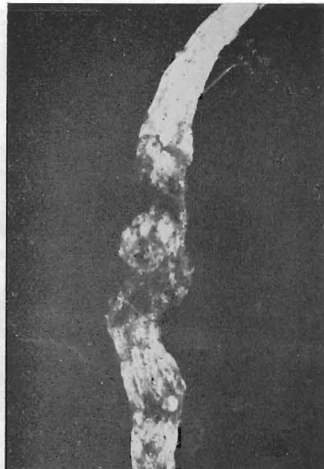
(8) 同, 拡大図 (男爵薯)



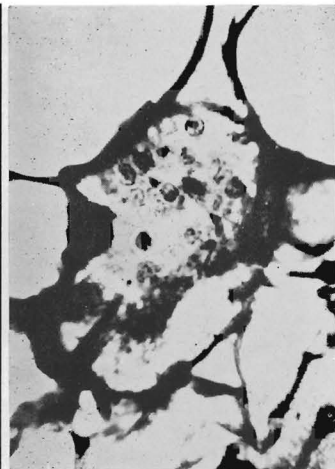
(11) 同, ゴール内部の病原菌の胞子球 (男爵薯)



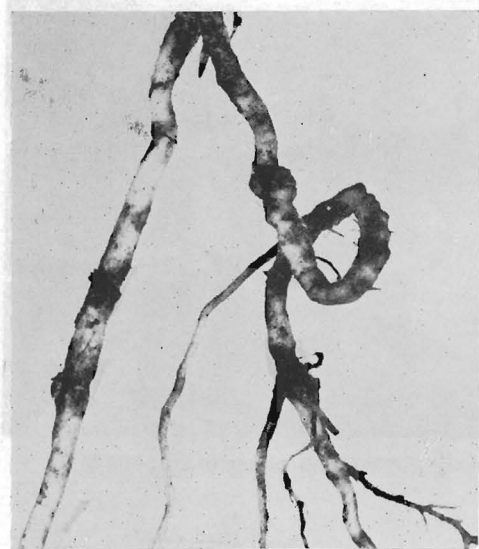
(12) トマト根部に生じた粉状瘡痂病のゴール



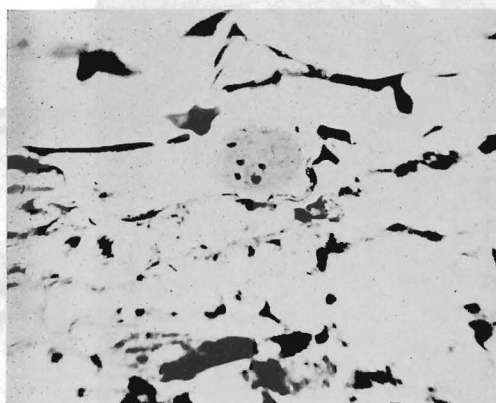
(15) ナス根部に生じた粉状瘡痂病罹病肥大部



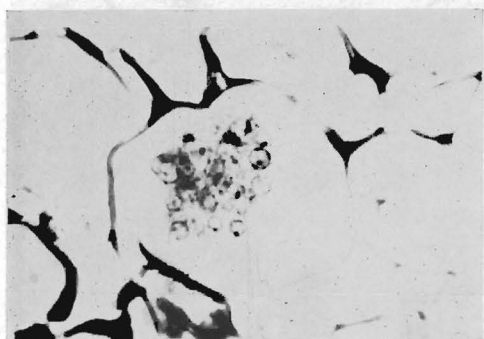
(16) 同組織内の病原菌のアメーバ状小体



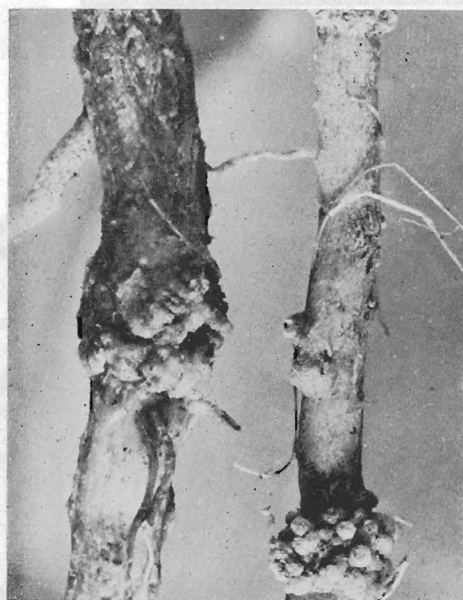
(13) 同, 罹病肥大部



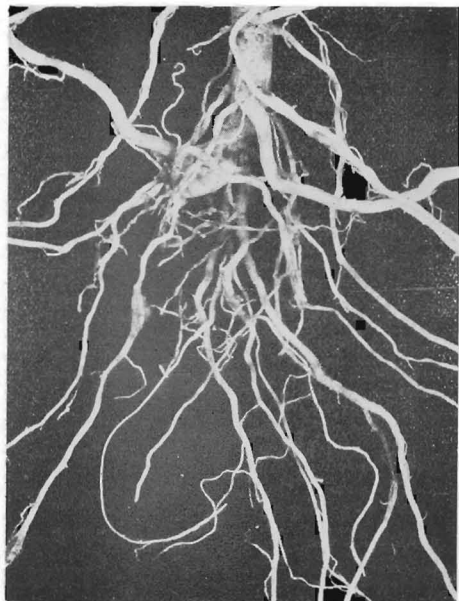
(17) 同組織内の病原菌の plasmodium



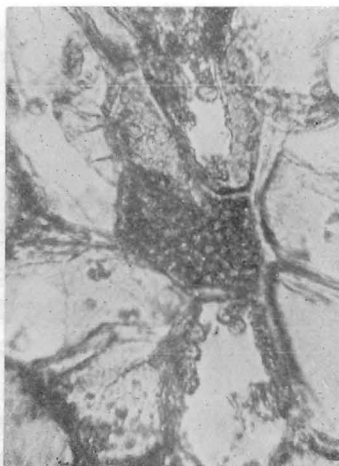
(14) 同, 組織内の病原菌の plasmodium



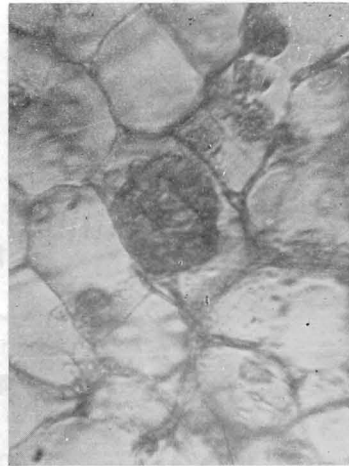
(18) ナス根部に生じた粉状瘡痂病のゴール



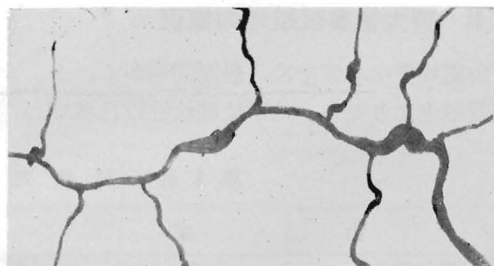
19) *Solanum villosum* 根部に生じた粉状瘡癰病のゴール



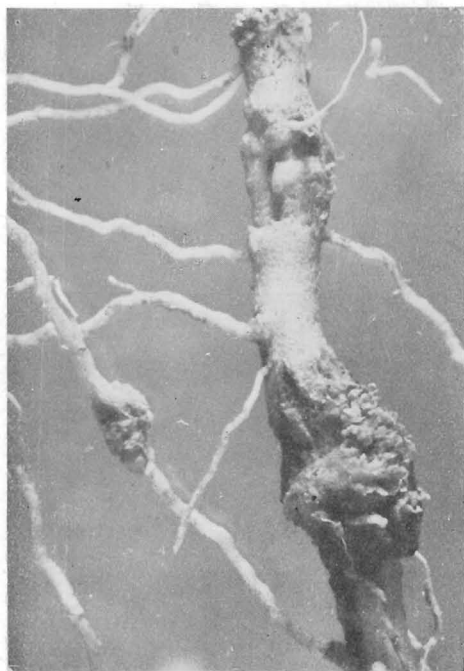
21) 同, ゴール内の病原菌の plasmodium



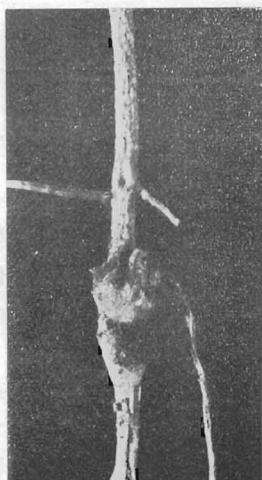
22) 同, ゴール内の病原菌の胞子球



23) シシトウガラシ根部に生じた肥大部(粉状瘡癰病菌の侵入によるとみられる)



20) 同, 拡大図



24) トウガラシ根部に生じた肥大部(同上)



25) クロミノイヌホオズキ根部に生じた肥大部(同上)