

馬鈴しょの輪腐病とたたかう(2)

元農林水産省^{つまごい}婦恋馬鈴しょ^{げんげんしゅ}原原種農場 秋元 喜弘

前号の項目

1. 警戒を要する海外からの病害虫侵入
2. 日本の馬鈴しょ作を震撼させた輪腐病
3. 輪腐病とはどんな病害か
4. とられた輪腐病対策 — (1)植付け前
 - 1) 小イモ、種イモとしての利用価値
 - 2) 病原菌の有無の確認
 - 3) イモ内部の病変の観察
 - 4) 切断ナイフ消毒についての検討
 - 5) 容器類の厳重な消毒
 - 6) 連作の禁止

5. とられた輪腐病対策 — (2)植付け後

1) 病株の発見と、取り除き

観察による病株の確認は、グラム染色法・血清反応法などの技術をもっている馬鈴薯原原種農場（現種苗管理センター農場）以外の耕作畑で、輪腐病に罹っている馬鈴しょを取り除くための唯一の手段であった。

かなり腐敗の進んだイモは、だいたい種イモとして植えられることはないものの、採種栽培で塊茎単位栽植法（種イモを2～4片に切り、各切片を隣り合わせて植える方法）を行うために、種イモに切り目だけを入れ、植付直前に各切片に離すときには、内部の腐れがその時点までわからないため、植えられてしまうこともあり、また、切らずに植える小粒種イモを使うときも同様である。このような病イモは丈夫な株を育てる力がないので、生えた株は背丈が低く、節の間に詰まった、押しつぶされたような恰好を示し、葉色は生気を失って光沢がなく、淡黒い感じの緑色と

なり、葉先が黄化または黒褐変化することが多い。親イモを掘り上げてナイフで切ると、維管束の部分が腐っていたり、黄化したりしていて、強くおさえると軟かくなった黄色い、崩れた組織が押し出されてくる。このような株は、生育のはじめ頃に比較的容易に発見できるが、ほかの原因で種イモが腐っているとき、あるいは「石イモ」などと称してイモが固くなり、内部が半透明になったときなどにも似たように弱々しい株を生ずるが、このときには、どちらかといえば葉先が黄化または葉面が黒褐変化することは少ない。なお親イモを切って調べたときには、ナイフをアルコール綿などで消毒することを忘れてはならない。

種イモ切り作業のときに、ナイフで伝染した株の発見は、どちらかといえば難しい。それは種イモの切り口に付いた菌がイモの内部の維管束部を侵してゆき、芽の部分に達するのにかなりの日時を要し、とくに低温下でこの傾向が強いからである。ふつうは生育の後期、冷涼な地帯（北海道、あるいは本州の高原など）では開花期の後半以降になって病徴が現われることが多い。

何本か生じる茎のすべてが同時に発病することもあるが、たいていの場合には1本ないし2本程度の、しかも下葉の部分から少しづつ現われてくる。このため俗に「1本枯れ」などと呼ばれていた。疫病などの病害で早い時期に株が枯れてしまう場合をのぞき、遂にはすべての茎が萎れて枯れるが、この時期に

は健全な株でも茎が倒れて這うような草型となったり、軟腐病、疫病などの、ほかの病害も発生して茎葉が傷むことが多く、輪腐病株の発見を難しくして、場合によっては発生に気付かないこともある。

発病は、まず下葉からはじまる。葉のまわりの部分が黄化し、緑も淡くなり、黄色と緑色のまだら模様となることもある。葉の縁が軽く内側に巻くことが多い。このような葉は萎れ、その症状が次第に茎の上部に移ってゆき、遂には茎が萎れて倒れてしまう（前号16ページ写真参照）。下葉が発病してから、その茎が倒れるまでの日時は、そのときの気象条件、生育の経過などによって変るが、早ければ3～4日、ふつう5～8日くらいである。病徴は高温多湿のときによく現われ、一般に発現の適温は18～24℃とされている。

1本の茎が萎れ、倒れる頃には、病徴がまだ現われてない茎にもたいてい菌が侵入していて、これらの茎から試料を採って調べると菌のあることが確認される。輪腐病に罹った株の茎を、土が付かないようになるべく地際部から切りとって、切り口近くを強く押さえると、多くの場合白色の液が維管束部から流れ出る。しかし、菌が存在していても、このような液が出ないこともある。

病株は早く取り除いてしまわなければならない。株、親イモ、新イモのすべてを完全に取り除き、その際使用した器具など、手指は消毒する。また、畑のどの部分に発生したかを、きちんと記録しておくことが大切である。

2) 他の、紛らわしい病障害との区別

茎が萎れて枯れる馬鈴しょの病害には、輪腐病のほか軟腐病 (bacterial soft rot)、青枯病 (bacterial wilt, brown rot) など

があり、また畑がはなはだしく乾燥したときにも萎れる。これら馬鈴しょ株が萎凋する病障害との区別について記せば、次のとおりである。

○ 軟腐病：土寄せ作業などで茎の地際部が傷んだときなどに多く発生する。茎の下部分が黄緑から暗緑に変色し、次第に上部に拡がってゆき、茎の内部組織が水分を多く含んだように軟らかく崩れ、その結果茎が縦に裂けるようになったり、また地際付近で折れるようになって倒れ、枯れる。葉には全面に濃緑色または褐色の病斑を生じて腐れる。

高温多湿のときに発生しやすく、茎葉に病徴を現わしてから枯れるまでの経過はたいへん早く、畑では初期の病徴の現われに気付かないことがある。数本生じている茎のうち、全部が罹病して倒れることはあまりなく、多くは傷ついた茎だけのようである。冷涼地帯では、早いときには開花期頃から発生するが、花が散ってイモの肥大が盛んな頃の発生が目立つ。凹凸のある畑で、やや湿潤気味の凹地に多く発生するとは限らず、よく乾燥するところでも病株が見られ、また集団的に多発することは少ない。

イモが軟腐病により害を被ることが多く、とくに暖地の春作産のものでこの傾向があるが、病株にできたイモが腐るとは限らず、逆に健全な株にできたものでも収穫のときに腐っていたり、その後の貯蔵期間中に腐ることがある。

茎が地際部から腐れ、ベトベトに軟らかくなって倒れているか、また株の1本だけが倒れ、残りの茎が元気に生育しているかどうか、は見分けの一つのきめ手である。軟腐病に罹ったイモは、はじめ外皮に赤紫～褐色の斑点が

でき、内部が軟らかくなり、やがて皮が破れて内容物がでてくる（写真参照）。

○ 青枯病：この病害は、とくに暖かい地方で多発し、馬鈴しょのほか、トマト、ナスなども犯す。近年熱帯の高原地方で馬鈴しょ栽培が増加しているが、これらの地帯でもっとも警戒を要する病害の一つである。また、以前北海道の一部でも相当の発生をみて問題となった。

この病害の特徴としては、多くの場合茎の上部から萎れはじめ、次第に全体におよぶ。萎れは同じ株の1本の茎のこともあり、また数本が同時に発病することもある。萎れた葉

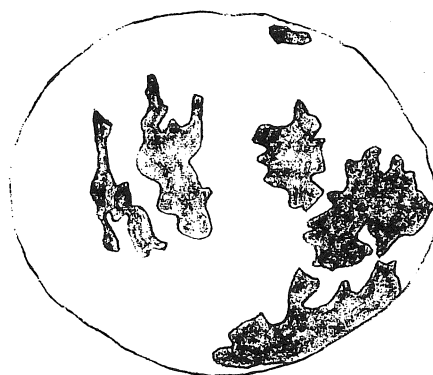
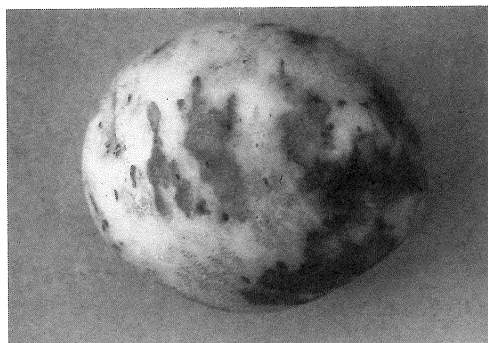
は、ふつう色があせて淡緑色となるが斑紋を現わすことはなく、ときとして萎れた葉が内側に巻くことがある。葉は次第に黄褐色になって枯れ、茎は倒れる。茎を地際部で切ると、維管束部が褐色となっていて、強くおさえると白い液が出てくることが多い。

病株にできたイモは、親株についていた部分、または目のところが軟らかくなり、この部分から腐った内容物が出て、それに土が固く付着することが多い。イモ内部の維管束部は褐色となり、その部分から白い液がにじみ出る。温度が高く、症状が進むと、維管束の周辺も軟らかくなって褐色化し、あるいは空



軟腐病株

←は茎が黒褐色変軟化し、倒れている部分



軟腐病いも（柳田氏）

●は赤紫に変色した部分

洞化する。

この病害は軽微な病イモを植えたとき、または病原菌が残っていて、とくに根を犯すセンチュウ (root knot nematode) のいる畑に植えたときに発生するが、温度が高いと多発するので、暖地の春作では生育の後期に、秋作では生育初期、中期に、また北海道内陸部では開花期以後、生育末期に近づいた頃に現われる。畑に菌が残っているときに多発するものの、一枚の畑で、ある部分にまとまって現われることは少なく、一般には散発する(写真参照)。

○ 乾燥による萎れ：畑がはなはだしく乾燥

したときには茎葉は萎れるが、このときには葉が変色することは少なく、畑全面が萎れることが多い。しかし早朝には萎れは一時回復している。病害によるものは早朝の、低温で露がおりているときにも萎れている。

3) 収穫時の留意事項

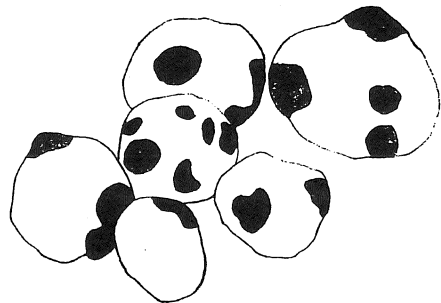
輪腐病が多発していた時代の収穫は、人力・畜力によることが多く、したがって掘取り時にイモの腐敗の有無、多少について、また腐敗の分布状態などについて観察することができ、腐敗イモが目立つときにはその原因等について、ある程度の考察が可能であった。そして、あまりにも腐敗が多いときには、ほか



青枯病株 (井上氏)

株全体が萎凋している

←は葉が内側に巻いている部分



青枯病いも (掘取直後)

● は、イモから出た内容物に土が固くついているところ

の畑の収穫物とは区別して貯えられた。

とくに種イモとして用いられる場合には、畑ごとに、また用いられた種イモの来歴別に区分して貯蔵され、この間随時観察してその後の状態の推移が見守られた。

4) 掘り残しイモの取り除き

冬季間畑が深くまで凍結する地域をのぞき、畑に掘り残されたイモは次の年（次の作付時）に株を生ずるが、これらは輪腐病ばかりでなく、他の病障害発生のもととなり、また品種が混ざる原因ともなるので、掘取り作業が終了あと爪のある農具などで掘り出して拾いとり、また次の作のときに生えてきた株を取り除いた。

6. 輪腐病抵抗性をもつ品種はあるか

本病の発生をみた昭和22、23年（1947、'48）頃、日本で広く栽培されていた品種は男爵薯、紅丸、農林1号であり、北海道、本州ともに農林1号の発病が目立ったため、この品種が本病に弱いものと思われていた。

昭和24、25年に成田氏が実施した品種の抵抗性に関する試験で、イモの切り口に病原菌を接種して植付け、その後の株の発病状況、収穫されたイモの罹病程度を調べた結果では、株の発病・イモの罹病ともに全くなかったのは神谷薯とプロフェッサーボルトマンの2品種で、株の発病・イモの罹病ともに中程度（30～50%）が農林1号・メークイン・ケネベック、それよりやや多いもの（50～70%）としては男爵薯、多発したもの（70%以上）はグリーンマウンテン（蝦夷錦）・ペポー・アーリーローズ・ラセットパーバンク・紅丸、であった。農林1号は男爵薯・紅丸よりは罹病しにくいものの、たまたま保菌して各方面に送られてゆき、そこで発病したために弱い

と思われたものであり、本質的に弱い男爵薯と紅丸が多く犯されていなかったのは幸いであった。

輪腐病に抵抗性のある品種を育成し、栽培することは、本病のもっとも確実な防除法の一つであるが、この当時抵抗性をもつとみられた神谷薯とプロフェッサーボルトマン（この両者は同一品種であるといわれている）はでん粉原料専用であって、一般用としては不向きであった。また昭和27年（1952）頃、川上幸治郎氏（故人）が手がけて選抜した系統の八岳1号もまた、本病抵抗性をもつといわれて試作されたが、茎数が少なく、葉が異常に大きく、立ち型で、日本の馬鈴しょと比較するとなじみがなく、また晩生であり、実用化するにはややためらいがみられ、またこの頃は馬鈴薯原原種農場を基点としての対策と、植物防疫所による検疫が軌道に乗り、効率的に機能しはじめた折でもあったため、輪腐病抵抗性をもつ品種の育成事業はその必要性が痛感されず、日の目をみないまま終った。

7. 種イモ栽培畑での対応と植物防疫

それでは、国営の馬鈴薯原原種農場から原原種の配付を受けた道県営の原種は、採種組合（採種地帯の市町村に設けられた団体）が経営する採種ほでは、どのような対策がとられたのであろうか。

馬鈴しょは他の作物とちがいで、ふえ方（増殖率）が低い。重量にして5、6倍から10倍くらいにしか増えず、したがって限られた量の原原種を直接消費用の栽培に用いるわけにゆかず、その間に原種ほ・採種ほの二つの増殖段階を設け、前者は道県が、後者は採種組合が管理経営することとなっている。この両段階での輪腐病対策としては、グラム染色法

のような、特別の設備を要するが検定可能数の少ない技術はとり入れられず、初期段階では原種ほに植付ける種イモは紫外線照射法によって調べ、また原採種ほともに種イモ切りナイフの消毒を行い、原種ほはウイルス病対策とあわせて塊茎単位栽植法によった。

原採種ほについては、植物防疫所（国の機関）の植物防疫官によるほ場検査（そのほかに植付前のは場検査、生産物検査）が生育期間中2～3回行われる。検査は主として観察によるが、抗血清を用いての検査が行われることもある。検査の対象となる病害虫のなかで、輪腐病に対してはもっとも厳しい基準があてはめられる。すなわち、検査当時畑に病株が（1株でも）あることが認められればもちろんのこと、検査以前にも（あるいは以後にも）病株が発生したとの情報があれば、その畑ばかりでなく、それと同じ出所（系統）の種イモを用いた畑はすべて種イモ畑としての資格を失う。つまり、それらの畑の生産物は種イモとして販売、使用ができなくなってしまう。このような厳しい検査基準は日本ばかりでなく、米国の採種事業実施各州およびカナダにおいても同様である。

昭和26年（1951）から種馬鈴しょ検疫が実施され、その当時から昭和30年代前半ころまでは、ふつうの馬鈴しょ畑ばかりでなく、採種畑でも時折この病害の発生をみて検査不合格となる例が少ないとはいえなかった。

8. 輪腐病制圧上の問題点

では、嚴重な病害検出作業を行って無病であることを確かめて配付されたもと種を、ぬかりない伝染防止の気配りをしながら増やしてゆく過程の原採種ほで、どうしてこの病害が発生したのであろうか。

その原因として次のようなことがあげられる。

- (イ) 輪作が守られておらず、また輪作をしてもそれ以前に馬鈴しょを栽培したときの掘り残しいもがあつて、これが伝染源となった場合。掘り残しいもの取り除きは、畑の耕起によって深い位置に移動してしまい、それから生じた株については取り除きが難しく、その数が多いときにはなおさらである。
- (ロ) 植付前に種イモが混ざることがある。一軒の生産者が種イモと一般消費用の馬鈴しょを、あわせ作付するのは好ましいことではないが、昭和20年代には往々にしてこのような事例があり、一般栽培用のイモが種イモ栽培用に混入する危険性がきわて高かった。
- (ハ) 収穫したイモが混ざることがある。前項と同じ理由で、収穫のとき用いる容器が同じで、収納場所も同じであれば、混入のおそれは多分にある。現在では考えられないことであるが、採種事業がはじめられてから年次の浅い頃には、ときとしてこのような問題が発生した。
- (ニ) 切断ナイフの消毒が不十分か、あるいはしていない。ナイフの刃の部分の部分が完全に消毒液に浸っていなかったり、消毒液の濃度がうすかったり、また全く消毒をしていないときには容易に伝染がおこりうる。
- (ホ) 稀ではあるが、種イモ自体に問題があるとき。輪腐病は発生すると被害は甚大であるが、病原菌そのものは決して強力なものでなく、ときとして感染しても発病しない、いわゆる潜伏する場合がある。したがって種イモの流れ、つまり代を追って常に十分な観察と注意が必要となってくる。

9. 依然として嚴重な警戒を要する病害

上記各項のなかで、同一の生産者が種イモ

と一般消費用馬鈴しょの両方を耕作していることが、種イモ畑に本病が発生する事故、すなわちなかなか本病がなくならなかった最大の原因のように考えられる。とくに北海道・本州高冷地帯などでは、戦中戦後にかけて主食として重要な役割を果たしてきたため、生産者は自家用となり、また販売用に出す馬鈴しょ生産を手放したがいなかった心情も、理解できないではない。

しかし、年を追うごとに採種事業が重要なこと、細心の注意を要すること、への認識が高まり、同じ馬鈴しょでも消費用と種イモ用では、極端にえば異なった作物であって、取扱いも異にすべきである、との考えが滲透し、種イモ栽培農家と一般消費用のそれとははっきり分けるようにし、町村によっては種イモ栽培地域を画然と区分するほどに徹した結果、輪腐病発生の事故は急速に減少していった。

種イモの大産地である北海道に例をとると、昭和29年(1954)には原種ほでの発生件数140、採種ほのそれは938となっていたが、次年にはそれぞれ3件、176件と急に減り、同36年(1961)以降は原種ほでの発生はみられず、採種ほでも僅か数件と、ほぼ制圧されている。はじめて発生をみてから十数年を経過した後の成果であり、現在では種イモ畑では全く見られなくなったが、一般消費用馬鈴しょ生産に用いる種イモのすべてが完全に更新されず、また畑の清浄化が徹底して行われない限り、どこかに潜み、消滅することなく僅かながらでも残存を続けてゆくおそれなしとはしない。

海外の採種地域のうち、米国各州・カナダでは輪腐病に対する検疫は対象病害虫のなかでもっとも厳しく、すべての州で検査時の発

生が0である、との基準が設けられている。これは、種イモ輸出に際してもっとも留意されるべき病害の一つであるスピンドルチューバーウィロイド病(potato spindle tuber viroid)のそれが、州によっては1.0%であるのと比べても、いかに厳しいかわかるが、これとても、検査の対象となった試料についての罹病率が0であった、という意味であって、かならずしも全生育期間をとおして無病であり、その系統(種イモが同じ系列の生産物、lot)すべてが無病であった、とのことではない。また北米では伝統的に大きなイモを種として、これを切って用いるのが一般であり、輸出用種イモも大きく、輸出先の国でも切って用いることが多く、したがって作物の汁液を介して伝染する病害発生の危険性は、小粒イモを用いるそれと比較すれば相対的に高いであろう。

現在北米から種馬鈴しょを輸出するに際して、もっとも注目されている病害は前記のスピンドルチューバーウィロイド病と輪腐病であり、これはその双方とも輸出先の国、主として熱帯・亜熱帯の開発途上国での発生が現在みられず、これらの国で侵入をもっとも恐れているためである。

確かに日本では輪腐病を目にすることがなくなって久しく、国内でこれを探し出すのは難しいことかもしれないが、思いがけないところに潜んでいるかもしれない、また広い世界、とくに以前から大生産国であり、現在もそうである温帯地域で、この病害が全くなかったとの情報はなく、これから先の日本の馬鈴しょ産業を守るうえでも、本病の国内での再流行、また海外からの再侵入、への警戒を怠ってはならないと思う。