

馬鈴しょの輪腐病とたたかう(1)

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

1. 警戒を要する海外からの病虫害侵入

よい種イモを用いることが、馬鈴しょ生産向上、効率化をはかるうえでもっとも重要な手段であることは、いまさら論を俟たない。戦後の昭和22年(1947)国営の馬鈴薯原種農場が設けられ、原種は採種はの体系が整備され、また昭和25年に植物防疫法が制定され、種馬鈴しょ検疫が実施されるようになってから(実際の検疫は昭和26年から)50年余が経過した。

この間、昭和24年に最高に達した日本の馬鈴しょ栽培面積は、昭和40年(1965)頃より次第に減少していったが、よい種イモの普及率が高まったことに加え、栽培方法の改善、新優良品種の登場などによって単位面積あたりの収量はいちじるしく増加した。しかし近年、農業従事者の高齢化などにより面積の減少がみられ、国内の生産量もそれに伴い漸減の傾向を示している。一方消費量はほぼ横ばいであるものの、これのすべてを国内産で充当することはできず、とくに消費に占める加工品の比率が高く、不足分を海外からの輸入で補っている。現在生鮮品としての馬鈴しょの輸入は病虫害の侵入防止の観点から禁ぜられてはいるが、外国から日本への輸出を望む声は決して低くはなく、また旅行、所用などで海外に出かける人も多く、その他外国との人的物的な交流も頻繁で、どのような機会でも海外産の生^{なま}イモが日本に持ちこまれないとも限らない。

生鮮馬鈴しょの輸入が禁ぜられているのは、日本に未発生の病虫害が侵入し、国内の馬鈴しょその他近縁作物に害を及ぼすのを防止するためである。以前に発生をみた馬鈴しょの輪腐病は、現在では採種体系の整備によって、ほとんどその姿を見なくなっているものの、もし不幸にして再度侵入を許してしまったならば、その実物に接した経験をもっている馬鈴しょ生産者は、いまではきわめて少なく、しかも防除には多額の費用と莫大な労力、それに長年月を要し、日本の馬鈴しょ生産の根幹をゆるがしかねない。

日本をはじめ、主な国で種馬鈴しょ生産上この病害に対し、きわめて厳しい検疫を実施し、決して手をゆるめていないのも、このためである。筆者はかつて輪腐病対策に携わったことがあるので、今後の本病に対する警戒と防除の上での参考の一部になれば幸いと思い、ここにその体験について紹介する。

2. 日本の馬鈴しょ作を^{しんがい}震駭させた輪腐病

戦後の昭和22、23年頃、北海道をはじめ全国各地の馬鈴しょ生産地で、イモが多量に腐る事故が多発したが、調査の結果、それまで日本での発生が確認されていない輪腐病(bacterial ring rot)であることがわかり、丁度その頃戦後の食糧事情改善のため馬鈴しょの増産が切望されていた矢先だけに、関係者に大きな衝撃を与えた。何故ならば、過去幾度か欧州・北米で馬鈴しょ作に壊滅的な被害を加え、しかも防除がきわめて難しいとして

侵入がもっとも恐れられていた病害であったからである。

輪腐病は20世紀はじめ、ドイツで発生が認められたのが最初で、続いて中東欧地域でも認められるようになった。北米では1930年代にカナダ、ついで米国に発生し、'40年頃には北米の主な産地にひろがって相当の害をもたらした、と報告されている。

日本でこの病害が確認されたのは昭和22年(1947)北海道においてであって、はじめは発生は局部的なものと考えられていたが、明けて23年には北海道ばかりでなく本州各地で発生を見るに至った。本州での発生でとくに注目されたのは農林1号が罹病していたことであって、戦中の昭和17年(1942)に食用兼でん粉原料用として育成されたこの品種が、休眠が短いために暖かい地方での春秋二期作用として適していることがわかり、これら地方での栽培用の種イモとして北海道から本州方面に多量に送り出され、そのときすでに保菌していたためであろう、と考えられた。

どのような経路で日本に侵入したかについては、成田武四氏(元北海道立農業試験場病虫部長、元帯広畜産大学教授)の詳細な研究があり、品種改良に用いるために昭和14年(1939)にドイツから輸入された、でん粉価の高いステルケライへ第1号その他2品種の種イモにこの病害が混ざっていた疑いが濃厚である、とされている。この当時は、今日のように厳しい植物検疫は実施されていなかったようであるが、昭和10年代に、これら材料を入れて品種改良を行ったところで栽培に携わった人たちは、収穫時、貯蔵中または翌年の種イモ植付準備中に「ずいぶんとイモが腐った。どうしてこんなに腐るのかと、不思議に

思った」と述懐していたそうである。

3. 輪腐病とはどんな病害か

輪腐病は病原細菌*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicum*の寄生によるものであるが、病原は馬鈴しょの茎・イモの維管束部(水、養分の通路であって、イモを輪切りにしたとき、皮から少し内側に薄い筋状の輪になって見える部分)に付き、そこで繁殖する。であるから、イモを外側から見ただけでは、これが病害に罹っているかどうかを知ることができず、前述のように輸入した種イモの内部に保菌した状態で侵入したのであろう。

茎の中で増殖した病原細菌は維管束部で急速に繁殖するために、水、養分の通路をふさぐ恰好となって、茎はやがて萎れて枯れる。かなり腐敗の進んだイモは、当然植付前に除かれるが、ときには誤って植えられることもある。このときには、節の詰まった押しつぶされたような草型となり、伸びない。この親イモを切ってみると、維管束の部分が黒く腐っていたり、軟らかくなったりしている。種イモ切りのときに伝染したイモから生じた株は、はじめは健康な株と同じように生育するが、生育の半ば頃から下葉が萎れて枯れはじめ、数日でその茎は萎れ、倒れて枯れる。1株に生じた数本の茎が同時に枯れはじめることもあるが、多くは1本づつ枯れてくる。

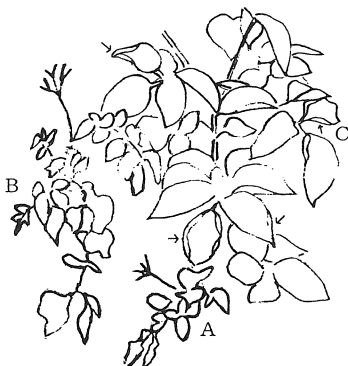
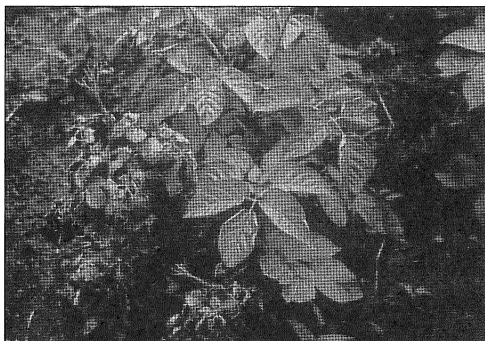
菌は地下の匍枝(イモが親株とつながっている部分)を伝わって新しくできたイモの中に侵入する。早く肥大をはじめて温度の高い期間に大きくなったイモは、収穫されるまでに腐ることもあるが、軽微なものは腐ることなく掘り取られる。このように内部に菌が侵入したイモは、低い温度(0~5℃程度、以前北海道などで行われた、露地にイモを積み、

麦わらなどで覆い、その上に防寒のため土をかけて貯蔵したときの温度)では内部の腐れはそれほど進まないものの、温度が高くなると腐りはじめる。

まず、イモの維管束部が黄色く軟らかくなり、さらに進むと黒褐色となってその部分が空洞となる。空洞ができるほど腐れの進んだイモは軽くなり、水に浸すと浮かび、やがて完全に腐ってしまうが、また病気の進んだイモの多くは外側が裂け、その部分から腐った内容物が出る。これら病気のはなはだしいイモは、当然種イモとして用いられることはないが、維管束部が黄色く軟化する程度のもの

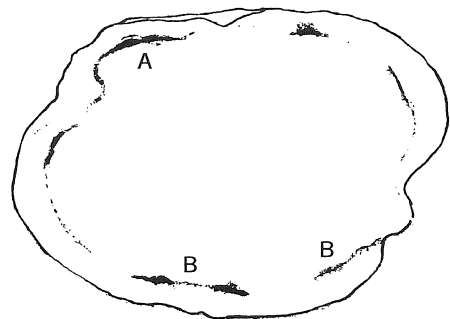
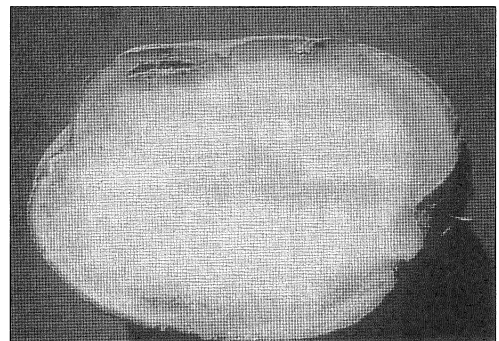
は保菌に気がつかず、種イモとして用いられ、植付前の種イモ切り作業のときナイフに病菌が付き、これが続いて健全なイモを切るときにその維管束部に付いて伝染をおこす。つまり、輪腐病は栽培者が健全なものと病気のものとの区別がつかないまま種イモ切りという作業をすることによって伝染する病害である。言い換えれば、種イモ切り作業を行わないで済むようになれば、この病害の伝染、蔓延はその多くが防げる。

嚴重に選んだ種イモを植えても発病する場合がときとしてあるが、これは後に述べるように、植付ける畑に病イモが残っていて、そ



輪腐病株

- A. すでに萎れ、枯れて倒れた茎
- B. 萎れ、下葉が枯れている茎
- C. 一部の葉が萎れはじめている茎
(←は萎れて中側に巻いている部分)



輪腐病イモ(成田氏)

- A. 維管束部が空洞化している
- B. 同部が黄変軟化している

れが伝染源となっていることが多い。しかし病原菌が単独で土の中に残っていることはなく、この点はそうか病など土壌伝染する病害とは異なる。輪腐病は土壌伝染をしないので、考えようによっては防除しやすい病害ともいえる。

4. とられた輪腐病対策 — (1) 植付け前

馬鈴薯原原種農場は、当初生産に重大な害をおよぼすウイルス病を防除して無病の種イモの基となる原原種を生産することを目的として設けられたが、輪腐病の発生を見たために急拠本病の対策も同時に行わなければならなかった。見方を変えれば、輪腐病の全国的な大発生と時を同じくして原原種農場が設立されたことは、本病対策上まこと不幸中の幸であった、といわなければならない。

種イモが罹病しているかどうかを眼で見て判断することができない本病の防除対策は、ウイルス病に準じて行われることになった。すなわち次のとおりである。

- ① 切らずに植付けられる小イモが、種イモとして価値があるかどうか検討する。
- ② イモの中に侵入している病原菌があるかないかを調べ、無病であると確認されたものだけを種イモとする。
- ③ 病気に罹ることによって生ずる内部の変化を観察して健病の判定をする。
- ④ 病原菌が種イモを切るナイフによってうつされるので、用いるナイフを消毒する。
- ⑤ 種イモを入れる容器、耕作に用いる農具などを消毒する。
- ⑥ 前年（前作）に馬鈴しょを植付けた畑には、続けて種馬鈴しょを栽培しない。
- ⑦ 畑で症状をあらわす株をとりのぞく。
病気に罹った種イモ、株のとりのぞきと、

伝染を防ぐことであるが、さらに、もしこの病害に抵抗性をもち、実用的な価値の高い品種があれば、それら品種の普及奨励をはかるのも、もっとも確実な防除法の一つである。

1) 小イモの、種イモとしての利用価値

この病害の伝染のほとんどが、種イモを切るときに用いるナイフによるもので、もし種イモを切らずにそのまま植えれば、この病気の被害をかなり防ぐことができる。

切らずに植えることのできる小さなイモが、十分な生産能力をもっていて、種イモとして価値のあることは吉田 稔氏（元北海道大学助教授、現（財）いも類振興会参与）がたびたび本誌上で述べており、また北海道中央馬鈴薯原原種農場（現種苗管理センター北海道中央農場）で行った調査でも実証されている。しかし、いろいろと工夫しても、生産物のほとんどが小粒イモになるような栽培法は難しく、とくに日本で広く栽培されている、イモが大きくなる特性をもっている男爵薯その他の品種においてそうである。

オランダなど欧州諸国で用いられる種イモの多くは小粒イモであり、日本でも昭和50年（1975）頃から「若種イモ」といって、小イモを種として用いる調査が行われ、一部実施されたが、これは生育の途中で地上部を刈取ったり、茎を引き抜いたり、薬剤によって枯らしたり、また焔によって茎葉を焼いたりなどして生育を止めることにより、イモを大きくしない、また併せてウイルス病の感染を防ぐ、との考えによるものである。オランダを含む北欧は、北海道よりも緯度は北にあるものの、春は早くから植付作業ができ、生育中の日照量も北海道よりも多く、イモの生育が進むため、小粒種イモの生産は日本で行うよ

りも、かなり容易であろう。

原原種農場が設立された頃の一般的な考え方としては、小イモは十分に生育できなかった株、すなわちウイルス病に罹病した株にできたものであろう、との意識が強く、したがって種イモとして用いるのには大へんな抵抗があった。ウイルス病防除の観点からは、大イモを用いるのが、より確かであり、また畑で病株をとりのぞくにも、種イモをいくつか（2～4片）切って隣り合わせに植えた方が、病株の発見が容易、確実になる、とのことで多くの場合種イモ栽培では小イモは敬遠され、西南暖地の秋作のように、植付けた種イモが腐れないよう、むしろ切らずに使える小粒が好まれる現象は例外的であった。

2) 病原菌の有無の確認

現在も独立行政法人種苗管理センター農場（旧馬鈴薯原原種農場）で行われている「グラム染色検定法」がそれである。イモまたは茎の維管束部から検出用の試料をとり、これを特殊な方法で染色して、病原菌があるかないかを顕微鏡で調べるのであるが、この病害を検出するうえで、もっとも正確度の高いものであって、昭和20年代には年間数万個の種イモがこの方法によって調べられている。調査試料は、イモからとる場合に比べて茎からとる方が菌の密度が一般にははるかに高く、したがって検出の確率も高いが、生育の途中に調べるので、数本茎を生じているときにすべての茎を切って調べるわけにゆかず、代表する1本をとって調べることとなり、その茎により果して株が健全か罹病かを判定することへの信頼性についての心配がないではない。これについては、検出作業を生育の中後期に行えば、病気の株であればだいたい全身に菌

が分布しているため、確度は一段と高くなる。暖地の秋作のように、休眠が明けて間もない種イモを植えて1本しか茎を生じないときには、茎から試料をとることは難しい。

植付前のイモから試料をとる場合は、保菌と判定されたものを廃棄するのは容易であるが、株からのときには室内に移した試料を染色、鏡検することとなるため、採取した株にしっかりと標識をつけておかないと病株のとりぞきに確実を期せないことがあるので、この点は十分に注意しなければならない。

このほか、ウイルス病検出のための坑血清こうけっせいを作るのと同様の原理で輪腐病の坑血清を作り、これと維管束部からとった試料とを混ぜ、現われる反応によって健全か罹病かを調べる方法もある。

3) イモ内部の病変の観察

病イモは、少し病気が進んでくると、とくに匍枝の付け根の付近から少し黄色味を帯び、つづいてその部分が軟らかくなり、イモを強く押すその軟らかくなったところが崩れて押し出されてくる。もっと進んだものは、前記のように維管束部が黒褐色となって空洞化してくる。

観察によって健全か病気かの区別がつかないものを、どのように判定したらよいであろうか。少数であれば、「グラム染色検定法」によればよいが、多量のイモについて一般の観察による検出よりも、一段と確度の高い方法の導入が必要となった。

そこで、1930、'40年代に米国の一部で用いられた「紫外線照射法」がとり入れられたが、これは輪腐病に罹ったイモは維管束部、すなわち病原が集中して存在するところにリボフラビン（riboflavin）を多く生じ、これ

を紫外線の下で見ると緑黄色に光るので、このようなイモを除けばよい、との原理によっている。菌が多く集まっているであろう匍枝の付いている個所の近くを、維管束が輪状に現われるくらいに切り、暗室の中の紫外線下で観察するのである。この検出法によって、かなりの量の種イモが植付前に除かれたが、これらの多くは健全であったり、また逆に健全と判定されたものの中から後日病株を生ずることもあったりする。判定がある程度作業員の主観によるのは止むを得ず、またイモが傷ついたり、乾腐病などに罹っている部分があると、そこが緑黄色に光ることが多く、判断に迷うことがしばしばであった。このようなわけで、紫外線照射法はその確度がかならずしも高くなく、またイモを切ることによって却って伝染の機会を増すおそれがある、などの点から、開始されてから数年を経ないで行われなくなった。

4) 切断ナイフ消毒についての検討

当時から現在まで、日本では一部を除き、種イモはいくつかに切って用いられるが、切るに際して輪腐病の伝染をどのように防いだらよいか、すなわち切断に使うナイフをどのようにして消毒するかが問題となった。

- ① ナイフを水洗いする。流水により洗う方法と、容器に水を汲んでおいて、その中でナイフを動かして洗う方法とがある。
- ② 焰でナイフを焼く。使用したナイフを直接焰で焼く方法と、アルコールに浸した後に焼くやりかたがある。
- ③ 熱湯でナイフを煮る。熱源の上に容器を置いて水を沸とうさせ、その中に使用済みのナイフを浸す。
- ④ 薬液に使用済みのナイフを浸して消毒す

る。

①は、かなりの時間流水で洗えば菌を除けるかもしれないが、作業に時間がかかりすぎ、汲み置き水で洗う方法は、洗浄の度数が多くなると伝染のおそれなしとはしない。

②では、滅菌は可能であり、とくにアルコールに浸した後に焼く作業では、ほぼ完全に滅菌できるが、少なくとも10秒以上焼かなければ効果はなく、また同じナイフを何度も用いると表面にイモのかすが焼けて固まってしまうため、作業能率が落ちる。

③ 煮えたぎっている湯の中に浸すのは、焰で焼くと同様殺菌効果はあるものの、作業者1人について一式の装置を必要とする。

④ 上記の物理的手段にくらべ、短時間で滅菌できる薬剤があれば、より作業能率は向上する。昇汞^{しょうこう}(塩化第二水銀、 HgCl_2)、ウスプルンなどが供試され、昇汞500倍液に5秒浸せばほぼ完全に殺菌でき、作業効率がよいため、この方法による消毒の作業化が定着し、かなりの期間続けられた。

5) 容器類の厳重な消毒

種イモを入れる容器等は、種イモ消毒(イモの表面についている他の病害を防ぐための作業)に用いる薬剤で消毒した。

6) 連作の禁止

種イモ栽培では、異なる品種が混ざるのを防ぐことはもちろん、ウイルス病その他の病害の伝染を防ぐ見地から同じ畑に続けて作付することが禁じられているが、輪腐病対策上からもこのことがいえる。すなわち、前作で、もし輪腐病が発生すると、収穫後に畑に残されたイモから次の作付時に生ずる株の中に混ざって病株を生じ、その株につくイモはすべて罹病する。(つづく)