

ばれいしょの疫病による塊茎腐敗の発生生態と防除について

北海道立総合研究機構 農業研究本部 中央農業試験場 病虫部クリーン病害虫グループ

西脇 由恵

Yoshie Nishiwaki

1. はじめに

北海道のばれいしょ栽培は作付面積51,000ha、収穫量1,897,000tで国内全収穫量のおよそ80%を占め（平成28年農林水産統計）、用途も生食用はもちろんのこと、加工用、澱粉原料用、種子用など多岐にわたり、それぞれの用途において国内のばれいしょ供給を支えている。ばれいしょの安定生産には様々な病害虫への対策を必要とし、なかでも疫病は

防除すべき最も重要な病害である（写真1、2）。疫病は早期の茎葉発病により収量が激減するが被害はそれだけではない。塊茎に感染して塊茎腐敗を引き起こし、収穫時だけではなく仮貯蔵中にも新たな発病塊茎を生じ、歩留まりの低下を引き起こす（以下、茎葉での症状を「疫病」、疫病による塊茎腐敗を「塊茎腐敗」と記述する）。夏期の気候が疫病の感染発病に適している北海道ではその発生は多く（図1）、徹底した疫病防除が実施されているが、8



写真1. バレイショ疫病（白井原図）

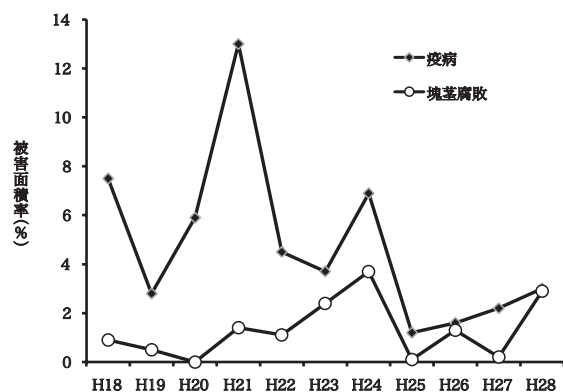


図1. 過去10年間の北海道における疫病および塊茎腐敗の被害面積率推移



写真2. 茎に発病したバレイショ疫病（谷井原図）

月中旬以降の天候によって塊茎腐敗による被害が増加する事例も多い。平成28年度は疫病の発生面積率は19.9%と例年に比べてやや少なかったものの、塊茎腐敗の発生面積率は14.8%と例年に比べてやや多かったとされる（平成28.11.20現在、北海道病害虫防除所調べ）。かつては、疫病には防除効果があるものの塊茎腐敗には効果が認められない薬剤がほとんどであったため、塊茎腐敗の発生防止対策は困難を極めた。（尾崎、1989）近年は疫病だけではなく塊茎腐敗にも高い防除効果を示す薬剤が増え、塊茎腐敗の防除を目的とした薬剤散布も実施されているが、なお多発を許してしまう場合もある。そこ

で今回は塊茎腐敗の発生生態とその特徴に基づいた防除対策について北海道の現状を紹介したい。

2. 病徴

表皮の一部に褐色～茶褐色のややへこんだ斑紋を生じ、表皮に近接の肉質部は不規則に褐変、または赤褐変してごわごわした状態になる（写真3、4）。この病いもを保存した場合、内部の変色斑紋が拡大し、表面が扁平状にへこんで堅くなるが、軟らかく腐敗することはない。ただし、二次的に軟腐病菌などの腐敗性菌が侵入することは多く、それらが軟化腐敗し被害を大きくしている場合も多い。



写真3. 塊茎腐敗（白井原図）

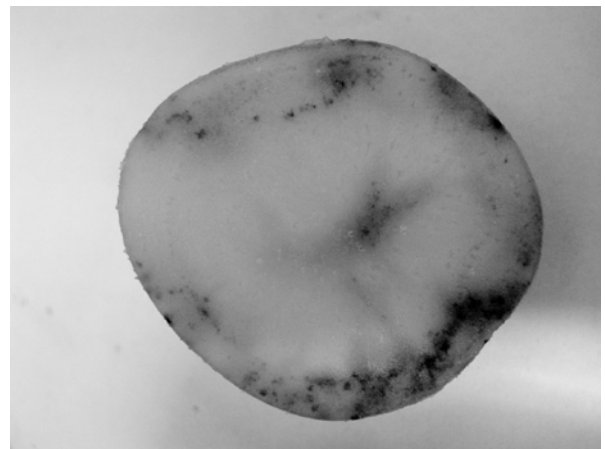


写真4. 塊茎腐敗切断面（白井原図）

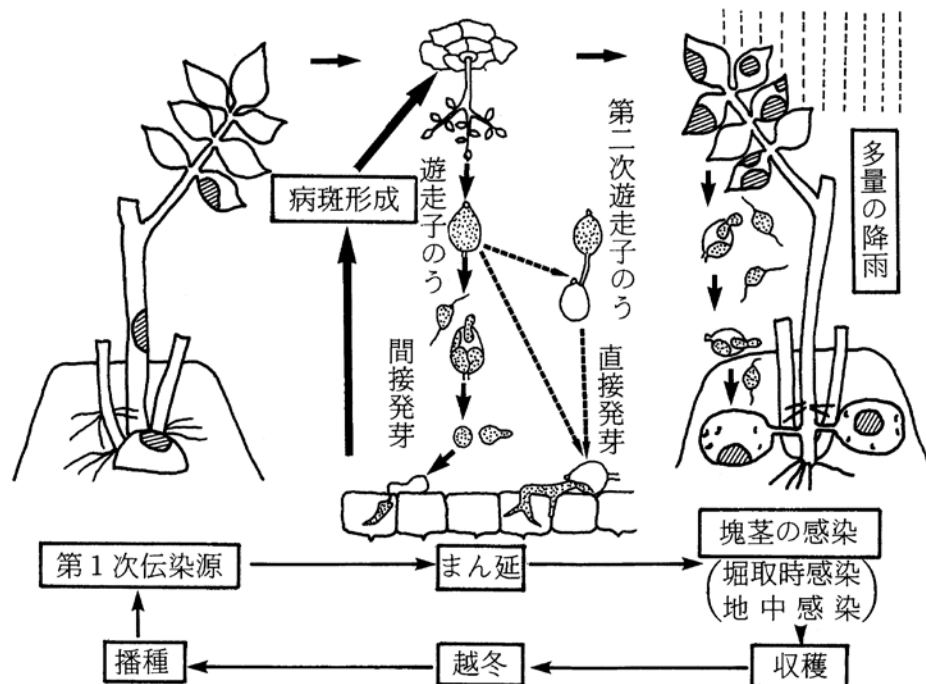


図2. バレイシヨ疫病菌の伝染環(佐藤原図)

3. 塊茎腐敗の発生生態

ジャガイモ疫病の生活環を図2に示す。病原菌の塊茎への伝染は(1)茎葉から塊茎へ、(2)塊茎から塊茎への2つの経路があるが、塊茎間の伝染は少なく、主として罹病茎葉に形成された遊走子のう(写真5)が地表面に落下、多量の降雨により土壤中に浸透し、遊走子のうや遊走子のうから放出された遊走子が新塊茎に到達することによる感染が大部分を占めるとされる(Sato, 1980)。また感染機会は2つあり、1つは先にも述べた土壤中での感染、もう1つは収穫の際に塊茎に罹病茎葉や汚染土壌が付着することによる感染である。(佐藤、1990)感染部位はほとんどが目や皮目とされるが(Sato, 1980)、塊茎表面に生じる傷も侵入門戸となる(大澤ら、2016)。

塊茎腐敗の多発には様々な条件が複雑に絡み合っている。塊茎腐敗の発生には、その前段として地上部の疫病発生が不可欠であるが、早期に疫病が蔓延し地上部が枯死すると、生育後半に多雨に見舞われても塊茎腐敗の発生は少ない。Sato (Sato, 1980)によると、茎葉を刈り取った後の圃場に遊走子のうを接種した後、散水すると塊茎腐敗が発生し、接種せずに散水のみ処理した場合は発生しなかった。これらのことから、降雨などの気象が感染に好適な条件に整った時に、新鮮な伝染源が圃場内にあることが、塊茎腐敗の発生に重要であることは明らかである。

Sato (Sato, 1979)の解析によると、北海道では疫病の蔓延期間中に多量の降雨があった場合、地温が14～16℃と低い時に多発し、20℃以上で



写真5. 病斑上に形成された遊走子のう
(北海道病害虫防除提要より)

は発生せず、18℃付近では発生が少ないこと、これに対して北海道に比較して明らかに塊茎腐敗の発生が少ない(坂口、1973,1979)とされる長崎では、春作ばれいしょの栽培期間中に梅雨があり連日多量の降雨があるが、地温が20℃以上と高いことから、地温も塊茎腐敗の発生の重要な要因となっていることを示した。これは遊走子のうが遊走子を放出する間接発芽や、遊走子の運動能力の好適条件にも一致しており、土壌中での感染の多くが遊走子による感染であることを示唆している。

これらのことから、土壌中の塊茎の感染条件は、(1)罹病茎葉があつて、そこに遊走子のうが形成されていること、(2)多量の降雨、(3)その時の地温が低いこと、これらの条件が同時に満たされることが必要である。

4. 防除対策

塊茎腐敗の感染・発病には、疫病の発生状況や気象条件、土壌条件が複雑に関わっており、特定の手段だけで解決することは難しい。防除を考える上では、いかに感染源量を抑制するか、いかに新塊茎に抵抗性を持たせるか(感染しづらい新塊茎を栽培するか)、いかに発生に好適な気象条件を回避するかが重要であり、その手段としては薬剤による防除や抵抗性品種の利用などが挙げられる。

1) 抵抗性品種の利用

抵抗性品種の利用は塊茎腐敗防除にとって有効な対策の1つである。ばれいしょ育種において塊茎腐敗抵抗性は重要な特性の一つであり、塊茎腐敗抵抗性検定結果が優良品種選定上の参考とされている。ただし、疫病菌に対する地上部の抵抗性と塊茎の抵抗性は必ずしも連動しない。

① 抵抗性評価方法

地上部の抵抗性の違いによって生じる地上部の感染源量の違いに塊茎腐敗の発生量が左右されることが、塊茎腐敗抵抗性の評価に影響すると考えられるため、抵抗性評価にあたっては注意が必要である。

現在北海道で実施されている塊茎腐敗抵抗性検定は、白井ら(白井・美濃、2015)によって改善された方法を活用している。主な改善点は、(1)検定圃場内で生育後半まで感染源を長期間維持することを目的として、比較的疫病の進展が緩慢な「さやか」を検定品種の両側の畦に配置する、(2)年

次による評価が安定している品種「ひかる（極弱）」、「トヨシロ（やや弱）」、「農林一号（中）」、「エニワ（強）」および「オホーツクチップ（強）」を基準品種とした点で、この他、培土は半培土のみとする、7月末から8月上旬まではマンゼブ剤による疫病防除を実施するなどにより、安定した評価が可能となっている。表1に北海道における主な優良品種の塊茎腐敗抵抗性について示す。これらを参考に、熟期や用途に応じて品種を選択することも一つの防除手段である。

2) 薬剤による防除

北海道におけるばれいしょ栽培では、生育後半に塊茎腐敗の感染好適条件が整いやすく、薬剤防除としては、開花期頃から疫病を対象とした薬剤散布を徹底して感染源を可能な限り低いレベルに抑え、かつ生育後半には塊茎腐敗に対する薬剤散布を実施し、塊茎への感染を抑えている。ここで注意すべきは、「塊茎腐敗」を対象病害として登録の取得された殺菌剤はないこと、そして必ずしも疫病に効果の高い薬剤が塊茎腐敗にも効果が高いとは限らない点である。たとえば、表2に示した通り、マンゼブ水和剤は予防効果に優れ、疫病防除に効果的であるが、塊茎腐敗に対する防除効果は低い。このため北海道では塊茎腐敗に対する効果評価を別途実施し、防除指導につなげている。

① 薬剤の効果評価法

先にも述べた通り、塊茎腐敗は生育後半にある程度の疫病罹病茎葉がなければ発病せず、薬効を評価できない。また、無防除で疫病が激発して早期に茎葉が枯死した場合、生育後半に新鮮な感染源がないために薬剤処理区よりも塊茎腐敗の発生量が少なくなり、この場合も薬効が評価できない。そこで、薬剤の塊茎腐敗に対する効果を評価するに当たっては、（1）供試する品種は塊茎腐敗の発生が多くなる8月末以降の低温期に茎葉が残っている中晩生～晩生を選択、（2）試験薬剤の散布開始時に均一かつ十分量の伝染源を確保するため、茎葉発病の初発気から8月初旬までマンゼブ水和剤もしくは銅剤による圃場全面散布を実施、（3）無処理区の早期枯凋による判定不能を回避するため塊茎腐敗に対して効果の低いマンゼブ水和剤散布区を設ける、これら3点が必要とされる（藤根、2012）。これに基づいて試験を設計・実施、薬効を評価（表3、4）し、北海道では現在9剤の薬剤を塊茎腐敗の防除薬剤として指導している（表5）。

② 作用機作

尾崎らは塊茎腐敗に効果の高かったメトラキシル・マンゼブ水和剤について、有効成分であるメトラキシルの持つ浸透移行性の、塊茎腐敗に対する高い防除効果への関与を示唆している（尾崎ら、1988）。しかし、現在塊茎腐敗に対して高い防除効

表1. 北海道の主な優良品種の疫病による塊茎腐敗抵抗性評価区分*

区分	品 種 名
ごく弱	十勝こがね・ひかる・コナユタカ
弱	メークイン・男爵薯・ワセシロ・キタアカリ・とうや・ベニアカリ・スタークイーン・コナユキ・ぼろしり
やや弱	トヨシロ・きたかむい・リラチップ・ピルカ
中	農林1号・コナフブキ・アーリースターチ・ナツフブキ・スノーマーチ・アンドーバー
やや強	紅丸・ホツカイコガネ・サクラフブキ・さやか・花標津・ユキラシャ・キタムラサキ・はるか・コナヒメ
強	エニワ・ムサマル・オホーツクチップ・ゆきつぶら

*：特性検定等の成績による。

表2. マンゼブ水和剤の茎葉散布による疫病および塊茎腐敗に対する防除効果*

供試薬剤	供試濃度	散布月日	茎葉発病度		塊茎発病率(%)
			8/15	8/27	
マンゼブ水和剤	600倍	7/21,29,8/11,19	5.0	25.0	37.0
無処理			58.3	83.3	20.8

*：尾崎ら（1988）を一部改変

果が認められている薬剤の中には浸透移行性をほとんど持たない剤もあり、薬剤防除の作用機作は多岐に渡ると考えられる。この点を明確にすることで、より効果的な薬剤の活用法が見出せると思われる。

この他、枯凋剤やチョッパーなどによる茎葉処理により地上部を速やかに枯死させ感染リスクを減らしてから収穫する、好天時に収穫するなどの耕種的防除も有効な防除手段となる。

5. おわりに

これまで述べてきたように、塊茎腐敗に対する個々の対策はあるものの、体系的な防除法の検討は少なく、殺菌剤散布を打ち切るタイミングや抵抗性品種栽培時の効率的な散布体系など検討すべき課題も多い。今後、土壌中での遊走子のうの動態や生存期間、収穫時の塊茎感染による仮貯蔵中の発病の詳細

などを明らかにし、各殺菌剤の特性を活かした、より効果的な防除対策が必要であると考えている。

【引用文献】

- 藤根 統 (2012) 北日本病虫研報 63.37-41
 大澤ら. (2016) 日植病報 82.194-195. (講要)
 尾崎政春ら (1988) 北日本病虫研報 39.112-117
 尾崎政春 (1989) 植物防疫 43.143-146.
 坂口荘一 (1973) 九病虫研報 19.23-25.
 坂口荘一 (1979) 九病虫研報 25.16-19.
 Sato.N. (1979) Phytopathol. 69.989-993.
 Sato.N. (1980) Ann.Phtopath.Soc.Japan 46.231-240.
 佐藤章夫 (1990) 植物防疫 44:362-365
 白井佳代・美濃健一 (2015) 道総研農試集報 99.115-120

表3. 各薬剤の塊茎腐敗に対する防除効果*1

供試薬剤名	供試濃度	茎葉発病状況 ^{*2} (8/17散布開始頃)		腐敗いも率(%) ^{*3}		防除価 ^{*5}
		発病株率(%)	発病度	収穫時 9/21	最終 ^{*4} 10/5	
エトフィンフロアブル	750倍	100	42.7	0	1.8	72
フルアジナム水和剤	1,500倍	100	42.3	0	1.9	70
マンゼブ水和剤	400倍	100	38.7	0.4	3.1	52
無処理		100	38.7	1.6	6.4	

- *1: (一社) 北海道植物防疫協会、中発生条件、2012年、8/15,23,30、9/7,14の計5回散布
 *2: 1区20株調査
 *3: 1区108～155個調査
 *4: 収穫時および貯蔵後調査の合計
 *5: 最終腐敗いも率により算出

表4. 各薬剤の塊茎腐敗に対する防除効果*1

供試薬剤名	供試濃度	茎葉発病状況 ^{*2} (8/31散布開始直前)		腐敗いも率(%) ^{*3}		防除価 ^{*5}
		発病株率(%)	発病度	収穫時 9/24,25	最終 ^{*4} 10/14	
エトフィンフロアブル	750倍	72.0	18.3	0	0	100
シアゾファミド水和剤F	1,500倍	68.0	17.0	0	0	100
マンゼブ水和剤	500倍	69.3	17.0	5.6	11.3	74
無処理		61.3	15.3	19.8	42.8	

- *1: 道総研中央農試、甚発生条件、2015年、9/1,8,14,15の計4回散布
 *2: 1区20株調査
 *3: 1区203～302個調査
 *4: 収穫時および貯蔵後調査の合計
 *5: 最終腐敗いも率により算出

表5. 北海道において塊茎腐敗を対象に指導している薬剤 (H28.11月現在)

薬剤名	使用濃度
エトフィンフロアブル	750倍
ベンチアバリカルブイソプロピル・T P N水和剤	750～1,000倍
マンジプロパミド水和剤F	1,500倍
シアゾファミド水和剤F	1,500倍
アミスルプロム水和剤F	2,000～3,000倍
フルアジナム水和剤	1,000～2,000倍
フルアジナム水和剤F	1,000倍
フルオピコリド・プロパモカルブ塩酸塩水和剤F	800～1,000倍