

ジャガイモそうか病防除に向けた取り組み

農研機構 北海道農業研究センター
バレイショ育種グループ 主任研究員

あさの けんじ
浅野 賢治

はじめに

ジャガイモそうか病（以下そうか病）は、北海道では13,797ha（26.8%）の圃場で発生が確認されており（平成27年北海道病害虫防除所）、鹿児島県や長崎県などの主要なバレイショ産地でも問題となっている重要土壌病害の一つである。そうか病は病原性の*Streptomyces*属菌によって引き起こされる病害であり、日本では*S. scabies*、*S. turgidiscabies*、*S. acidiscabies*の3種の存在が報告されている。そうか病に罹病する

とそうか病菌の生産する毒素によって、塊茎表面にかさぶた状の病斑が形成され、バレイショの商品価値を損なう（図1）。本病害は日本のみならず世界中のバレイショ栽培地帯で問題となっており、これまでに数多くのそうか病防除技術が開発されてきたが、いずれも決定的な効果は得られておらずそうか病の問題は未だに解決されていない。そのため現時点ではそうか病防除には抵抗性品種や肥料、有用微生物を上手に利用してそうか病菌が増えにくいような環境を作り出すことが重要である。抵抗性品種の作付けは様々な圃場環境でも安定的に効果が得られるそうか病対策である。しかしながらその普及は不十分であり、男爵薯など既存の感受性品種も広く栽培されているため、抵抗性品種の開発と栽培法によるそうか病防除技術の開発を併せて進めることが重要である。本稿では北海道農業研究センター（以下、北農研）におけるそうか病抵抗性品種の開発に向けた取り組みと戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）におけるジャガイモそうか病研究グループの研究成果を紹介する。



図1 汚染圃場で栽培したそうか病抵抗性品種と感受性品種

上段左：ユキラシャ（極強）、右：スノーマーチ（強）
下段左：男爵薯（弱）、右：トヨシロ（弱）

そうか病抵抗性品種の開発

そうか病はバレイショ栽培上の重要病害

表1 国内のそうか病抵抗性品種

品種名	そうか病 抵抗性程度	用途	普及面積 (H.25時点、ha)	抵抗性の由来	品種登録年
アトランチック	中	チップ	45.6	チェロキー?	H.4*
スノーデン	中	チップ	1675.9	チェロキー?	H.12*
スタークイーン	やや強	生食	-	アトランチック、チェロキー	H.14
ノーキングラセット	強	チップ	100.4	Nooksack	H.14*
ユキラシャ	極強	生食	0.3	Early Gem	H.15
春あかり	やや強	暖地生食	-	T-AY-20 (<i>S. andigena</i>)	H.17
スノーマーチ	強	生食	162.1	アトランチック、チェロキー	H.19
オホーツクチップ	中	チップ	444.3	アトランチック	H.19
アンドーバー	中	チップ	208.7	アトランチック	H.20*
さんじゅう丸	中	暖地生食	3.9	T-AY-20	H.24
リラチップ	中	チップ	-	アトランチック、チェロキー	H.28
ぼろしり	やや強	チップ	0.8	ノーキングラセット、Pike	H.29

*海外からの導入品種であり、年次は北海道優良品種等に認定された年次を示す。

であることから、いずれの育種組織でもそうか病抵抗性の付与を主要な育種目標の一つとして品種開発に取り組んでおり、スノーマーチ、オホーツクチップ、さんじゅう丸、ぼろしりなどのそうか病抵抗性品種が育成されてきた(表1)。これらの品種の作付けは近年増加しており、そうか病対策に対するニーズが高いことがわかる。当然そうか病抵抗性のみで普及するものではなく、栽培特性や加工適性等が優れることも重要であるが、そうか病抵抗性の有無は生産者にとって品種選択の重要な要素であり、品質や栽培特性と併せてそうか病抵抗性を付与することが普及する品種を育成するための一歩であると考えている。

そうか病抵抗性の詳細な遺伝様式は明らかになっていないが、複数の遺伝子が関わる量的形質であると考えられている。ウイルス抵抗性など一つの抵抗性遺伝子により制御されている形質に比べ、そうか病抵抗性では育種集団における抵抗性個体の出現

頻度は遥かに低くなる。そこで優れた抵抗性遺伝資源の選定と、確実に抵抗性個体を選抜するための手法を確立することが重要である。これまでに幼苗接種、塊茎断片への接種など様々な手法の開発が試みられているが、高精度な手法は開発されていない。また、育種に利用可能なDNAマーカーも開発されていないため、抵抗性の評価はそうか病菌汚染圃場で実施することが主流となっている。汚染圃場は罹病塊茎を繰り返し栽培することによって、菌密度を高めそうか病が発病しやすくなった圃場である。しかしながら、近年発病程度の低下や圃場内での発病ムラにより正確な評価が行えなくなっていた。そこでそうか病の発病を助長する作用があると言われるシロカラシを前作として導入し、作付け前にバーク堆肥を施与するなどそうか病が発病しやすい環境を作り出している。さらには、培養した菌を圃場全体に散布することによって、安定的且つ均一なそうか病の発病を実現してい

る。また、ピートモスを主成分とする自然分解するポットに、種いもと高汚染土を入れ圃場に植え付けることによって、確実にそうか病を発病させる精密評価系も確立した。近年はそうか病抵抗性の遺伝資源を積極的に活用し、育種の早期段階から抵抗性個体を選抜するなどそうか病抵抗性品種の開発に力を入れている。これまでに抵抗性で早生の生食用品種やサラダ加工等に利用可能な業務加工用品種が育成されていないため、食味や加工品質に優れ栽培しやすいような抵抗性品種を育成していきたい。

栽培法によるそうか病対策技術の開発

上述したようにそうか病の発病を抑制するためには、そうか病菌が増えにくいような栽培環境を作り出すことが重要である。これまでに施肥条件によってバレイショ根圏の共生微生物相が大きく異なることがわかっており (Unno *et al.*, 2015)、肥料や資材によってそうか病が増加しにくい環境を作り出すことも可能であると考えられる。SIPの研究グループでは、様々な有機物資材を用いたそうか病抑制試験を実施し、そうか病抑制効果が期待される複数の資材を選抜した。

大麦発酵濃縮液 (商品名: ソイルサプリエキス、以下 SSE) は麦焼酎の製造工程で発生する副産物のみを原料とした資材であり、有機 JAS 規格に適合した特殊肥料として市販されている。SSE には肥料成分の他に、アミノ酸、有機酸、腐植酸等の成分が多く含まれており、SSE の希釈液で種いもをコーティング (種いもコーティング処理) することで種いも由来のそうか病菌による発病を抑えられることが分かってき

た。土壌消毒をした圃場へそうか病罹病いもを植え付けたところ、SSE 種いもコーティング処理区では化学農薬浸漬区と同程度に健全な収穫物を得ることができた (図 2 A、鹿児島県農業開発総合センター研究成果)。SSE は種いもコーティングに使用した後は、液肥として圃場に散布することができ処理費用がかからないこと、有機栽培にも利用可能であるという利点も有している。SSE 種いもコーティングによるそうか病の抑制機作は明確にはなっていないが、SSE 種いもコーティングによって特定の有用微生物が種いも表面で増殖し、その微生物が培地上でそうか病菌の生育を抑制することが明らかになっており (図 2 B、鹿児島大学研究成果)、SSE によって種いも周辺の微生物相が改善されてそうか病を抑制したのではないかと考えている。

また、圃場への米ぬか混和処理は西南暖地のバレイショ産地でそうか病対策として実施されてきた。これまでに米ぬかの成分がそうか病菌の生育を抑制することや、そうか病菌に拮抗的に作用する *Streptomyces* 属菌を増加させることによってそうか病を抑制していることが明らかとなっている (Tomihama *et al.*, 2016)。北海道でも米ぬか処理によってそうか病抑制効果が見られており、現在は効果的な処理方法を調査するなど米ぬかを利用した防除法の確立を進めている。ソイルサプリームックス (SSM) は、脱脂米ぬかに SSE を吸着させた混合有機質肥料である。SSM は粉状品で慣行肥料と一緒に施用するものであり、九州では SSM を施用した区 (300kg/10a) において、無処理区よりも健全いもの割合が増加し、収量が増加することが明らかになって

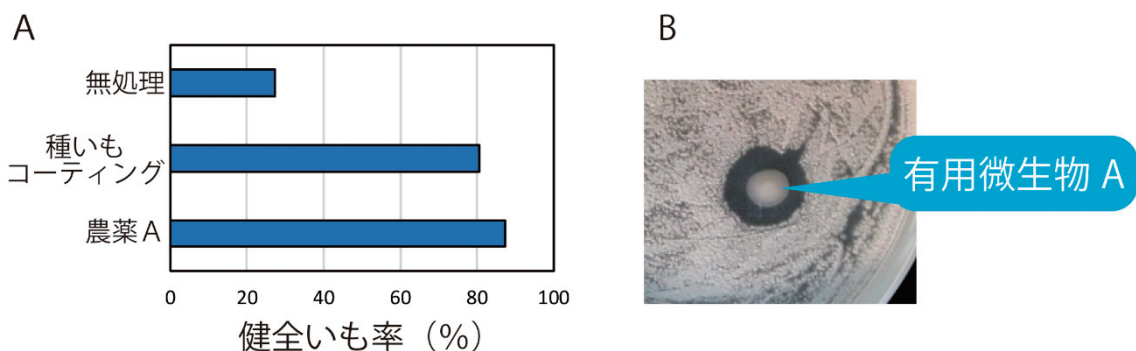


図2 そうか病に対するSSE種いもコーティングの効果

- A：罹病種いもにそれぞれの処理を行い、土壌消毒した圃場へ植え付けた後の収穫時の健全いも率。(鹿児島県農業開発総合センター研究成果)
- B：SSE種いもコーティングにより増加する有用微生物のそうか病菌に対する影響。有用微生物A（中心の白い丸）周辺ではそうか病菌の生育が抑制される（透明な部分が生育抑制部分、白い部分ではそうか病菌が生育している）。(鹿児島大学研究成果)

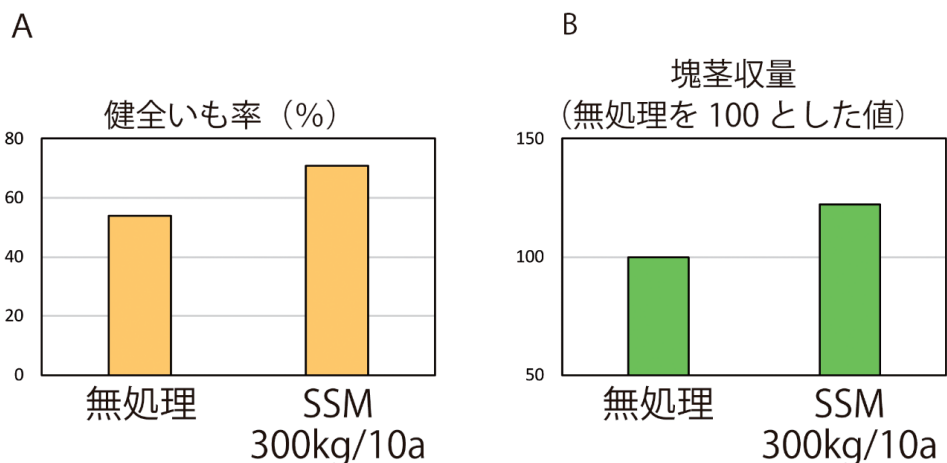


図3 SSM処理によるそうか病抑制効果

SSMを300kg/10aで処理した時の健全いも率（A）と塊茎収量（B）（鹿児島県農業開発総合センター研究成果）

いる(図3、鹿児島県農業開発総合センター研究成果)。北海道でもSSMの施用試験を今年度から始めており、そうか病抑制効果が確認できれば普及に向けて試験を重ねていきたい。また、この他にもSIPの研究グループではそうか病菌に対して拮抗的に働く微生物を単離し、その資材化を進めている。研究グループでは、SSE、SSM、微生物資材など複数の資材の開発を進めており、そうか病の被害度合いに応じてどの資

材を使うのか選択できるようなマニュアルを作成し生産現場への普及を進める予定である。

今後の展開

これまでにそうか病抵抗性個体を効率的に選抜可能なDNAマーカーは開発されていない。現在北農研では、そうか病抵抗性が極強のユキラシャについて抵抗性の遺伝解析を進めており、その解析を通じて

DNA マーカーを開発したいと考えている。また、そうか病抵抗性のメカニズムはこれまでに明らかにされていないが、抵抗性品種では塊茎表皮におけるそうか病菌が少ないことが明らかになっている (Kobayashi *et al.*, 2015)。抵抗性品種では代謝物や共生微生物の作用によって、地下部においてそうか病菌の生育を抑制している可能性もあると考えており、それらの解析を通じてそうか病抵抗性のメカニズムを明らかにできるかもしれない。DNA マーカーの開発や抵抗性に関与する代謝物及び微生物の特定に成功すれば、汚染圃場で栽培することなく効率的かつ大規模に抵抗性個体を初期選抜することが可能となり、抵抗性育種を加速化できる。また、それらの代謝物や微生物を増加させるような肥料・資材を見出すことによって、さらなる栽培法の開発にもつながると考えている。

日本で利用されている抵抗性の由来を見ると、多くがアトランチックに由来することが分かる (表 1)。アトランチックの抵抗性はチェロキーにたどり着き、日本のそうか病抵抗性品種の育成が限られた遺伝資源に依存していることが分かる。今後は島系561号やT-AY-20と言った北海道では未利用の抵抗性遺伝資源や、抵抗性のある野生種などの利用し抵抗性品種の育成も進める予定である。そうか病の防除のためには、抵抗性品種の作付け、肥料・資材による土壌微生物相の改善、有用微生物の利用など総合的な取り組みが重要である。抵抗性品種の開発や栽培方法の開発を通じて、そうか病防除につながる貢献をしたいと考えている。

謝辞

本報告の一部はJSPS科研費 17K15213 及び内閣府戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)「次世代農林水産業創造技術」(管理法人：生研支援センター)によって実施された。また、本稿の執筆にあたり、北海道農業研究センター、鹿児島県農業開発総合センター、長崎県農林技術開発センター、片倉コープアグリ(株)、鹿児島大学の諸氏にご協力頂いた。ここに深くお礼申し上げます。

引用文献

- (1) Unno, Y. *et al.*, (2015) Bacterial community shifts associated with high abundance of *Rhizobium* spp. in potato roots under macronutrient-deficient conditions. *Soil Biol. Biochem.* 80 : 232-236
- (2) Tomihama, T. *et al.*, (2016) Rice bran amendment suppresses potato common scab by increasing antagonistic bacterial community levels in the rhizosphere. *Phytopathology* 106 : 719-728.
- (3) Kobayashi, A. *et al.*, (2015) Community Analysis of Root- and Tuber-Associated Bacteria in Field-Grown Potato Plants Harboring Different Resistance Levels against Common Scab. *Microbes Environ.* 30(4): 301-309