

微生物制御による ジャガイモ土壤病害防除技術の開発

片倉コープアグリ株式会社 筑波総合研究所
農業研究開発課 課長

みつぼし まさひろ
三星 暢公

1 微生物を活かす有機質肥料

当社は肥料メーカーとして無機化学肥料や有機質肥料を問わず、地域・作物にあった肥料を提供している。また、創立当初から有機性の未利用資源の活用に取り組んでおり、現在も広く使われているなたね油の搾りかす等をはじめ、大正期には海老や魚の皮や鱗、さなぎ粕、ニンシ、大豆油粕などを肥料原料として使用していた。現在は産業界から発生する様々な有機資源の有用性を研究し、効果的な活用のための栽培試験等を実施している。

有機質肥料は種類によって土壌中の微生物へ異なる影響を与えるため、作物の根圏土壌の環境を整える微生物にまで研究の対象が広がっている。これまでに特定の微生物を選抜して製品化した微生物資材を販売するなど、様々な土壌改良資材を取り扱うようになっている。そして、有機質肥料の効果解明や微生物資材の製品開発から得られた情報を元に、地域や生産者ごとに異なる栽培条件に適合した肥料・資材を提供する取り組みを行っている。

2 ジャガイモ生産とそうか病

日本国内のジャガイモ生産量は246万t（農林水産省、2014年度）であるのに対し、世界では中国の生産量が約9,600万t

（FAOSTAT、2014年）と最も多く日本国内の生産量の40倍近くある。また、ジャガイモ生産ではジャガイモそうか病は世界的に問題になっている土壌病害で、その診断と対策は非常に重要な課題といえる。ジャガイモ表皮のそうか症状は病原菌が生産する毒素により表皮組織がコルク化してかさぶた状に発達したものである（図1）。



図1 そうか病の病斑が形成されたジャガイモ

そうか病は塊茎形成初期以降の土壌の乾燥や土壌の高pHが発病を助長するといわれている。土壌の乾燥については、塊茎形成初期の灌水により土壌を高水分にすることにより発病抑止効果があることが知られており、これは灌水による拮抗性細菌の増殖を促進する結果であることが示唆されている（田中、2003）。土壌化学性については、

低pHによる発病抑止効果が知られており、pHの上昇を抑えるため石灰等のアルカリ資材の施用を控えるという対策が取られている。しかしながら、北海道の道東でpHが5.3以下でもそうか病が多発する土壤があり、この土壤の研究からアルミニウムイオンがジャガイモそうか病の制御因子の一つであることが明らかとなった(吉田ら、1994)。また、九州では酸性土壤(pH4.5以下)でも発病するそうか病菌が発見され、土壤の低pH環境下での被害が問題となっている。なお、土壤の低pH環境はそうか病の抑制効果があるが、アルカリ資材を減らした連作によるカルシウムやマグネシウムの欠乏、鉄やマンガンの溶脱、硝酸化成に関与する細菌数の減少による窒素の肥効悪化などの影響がみられる場合があることから、過度にpHが低下した圃場ではジャガイモ栽培上の問題点があることを指摘しておきたい。

そうか病菌が感染する経路として、①汚染種いもからの感染、②汚染圃場の土壤からの感染がある。そのため、そうか病の防除には先ず汚染されていない種いもの入手・利用が重要であるが、そうか病の病斑がない種いもでもそうか病菌に感染していないとは限らない点が問題である。そして、過去にそうか病が甚発生した圃場の場合、化学農薬などを用いたそうか病菌の低減が必要となるが、消毒後の土壤では微生物相が大きく攪乱されているため、汚染種いもによる病原菌の持込に対し脆弱であることが問題である。このため、病原菌の賦活を抑え甚大な被害を起こさない発病抑止性を付与するような土づくりが必要である。発病抑止性とは土壤に病原菌がいても病害が

発生しにくい土壤の特性をいい、病原菌以外の土壤中の微生物が関わっていることが知られている。土壤消毒や土壤有機物の不足などによる微生物の絶対的不足がそうか病などの土壤病原菌の増殖を招く場合があるため、健全なジャガイモ生産のため良質な土壤微生物を活かす土づくりが欠かせない。

3 種いも表皮の微生物制御の試み

液状肥料のソイルサプリエクス(大麦発酵濃縮液)は大麦焼酎の発酵製造工程で発生する蒸留残渣を濃縮した肥料である。ソイルサプリエクスは作物の栄養生長や生殖生長上欠くことのできないアミノ酸・有機酸などを豊富に含んでおり、100%天然由来の原料からできていることから、有機JAS規格に適合した資材である。有機JAS規格とは、農薬や化学肥料などの化学物質に頼らず、環境への負荷を低減した持続可能な生産方式の基準を規定したものである。これまでに、ソイルサプリエクスの効果としてトマトや水稻などの根張りが向上し、果菜類では成り疲れがなく継続して収穫ができたという生産者の声が届いている。この他にも葉面散布による大豆の大粒収量の増加、育苗時灌水によるキャベツの定植後活着の向上による生育促進および収量増加が確認された。

今回、ソイルサプリエクスの希釈液をジャガイモ種いもにコーティング処理して栽培したところ、健全いも生産に効果があることが分かった(図2)。

土壤消毒した圃場へそうか病罹病種いもを植え付けたところ、ソイルサプリエクス処理区は化学農薬浸漬処理区と同程度に健

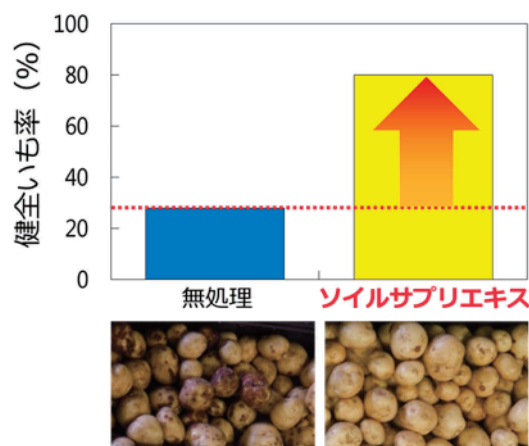


図2 ソイルサプリエキス種いもコーティング処理による健全いもの増加効果（鹿児島県農業開発総合センター）

全いもが増加した（富浜ら、2017）。通常、そうか病の対策として行われる化学農薬の浸漬処理は種いも表面の病原菌を殺菌することが主目的であるが、同時に病原菌以外の微生物も殺菌される。これに対し、ソイルサプリエキス種いもコーティング処理ではソイルサプリエキスに含まれるクエン酸等の有機酸がそうか病菌の増殖を抑制する可能性が示唆された（森、2017）他、そう

か病菌の増殖を抑制する微生物グループ（有用菌）がいも表皮で増加した（図3）。このことから、本処理による健全いも率の増大の要因には種いも表皮の微生物制御が関与する可能性が示唆されている。また、ソイルサプリエキスの種いもコーティング処理による健全いも率の増加は北海道でも同様の傾向を確認している（池田・浅野、2018）ことから、全国的に適用できる技術であると考えられる。

ソイルサプリエキスの種いもコーティング処理の方法は次の手順となる。まず、ソイルサプリエキスを水へ混合してソイルサプリエキス5倍希釈液を作成する。ジャガイモ種いもをカゴや網状の袋へ入れて、いも全体をソイルサプリエキス希釈液に沈める。いも表面全体にソイルサプリエキスの希釈液が付着していればよく、沈めている時間は数秒でも十数秒でもかまわない。その後、よく乾かしてから通常通りの植え付けを行う。ソイルサプリエキスは肥料であるため、種いもコーティング処理を行った

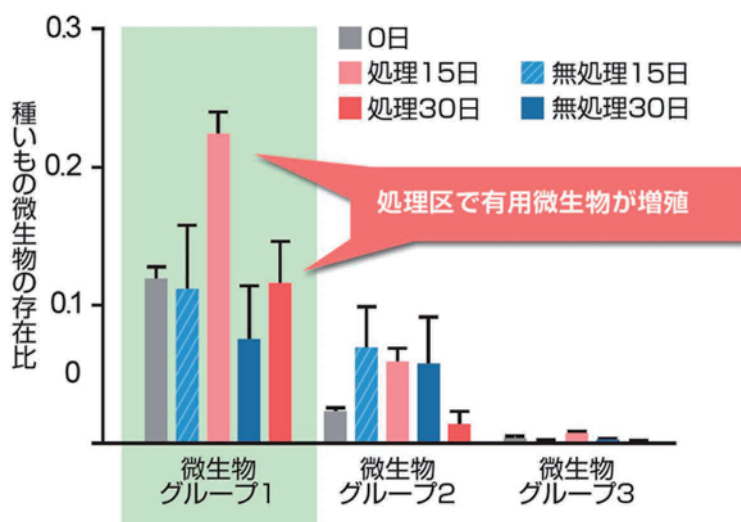


図3 ソイルサプリエキスのジャガイモ種いもコーティング処理が種いもの微生物の存在比に与える影響（鹿児島大学、マニュアルより抜粋）

後の希釈液は化学農薬のように専門の業者へ廃液処理を委託する必要があることも生産者が本技術を導入しやすい利点といえる。

4 圃場土壌の微生物制御の試み

ソイルサプリエキスを圃場へ施用することにより健全いものの割合が増加した(菅ら、2014)。ただし、実際の生産現場では圃場全体へ大量の液状肥料を散布するには労力とコストの問題があるため、ソイルサプリエキスを米ぬかに吸着させた粉状の肥料を開発し、ソイルサプリミックスと名付けた。米ぬかは施用することによりそうか病菌の増殖を抑制する微生物が土壌中で増加することが報告されている (Tomihama et al. 2016)。そのため、ソイルサプリミックスはソイルサプリエキスと米ぬかを合わせることによる相乗効果が期待され、実際にソイルサプリミックスをジャガイモ作付け前の圃場に全層施用したところ、健全いものが増えることにより可販収量が増加した(図4)。一般に汚染土壌に由来するそうか病対策として行われる土壌消毒(くん蒸剤、土壌混和薬剤等)は土壌中のそうか病菌密

度を低下させることにより発病を抑制すると考えられるが、化学薬剤では同時に人体への影響や環境問題の発生が懸念される。また、化学薬剤では土壌中の微生物のほとんどを殺菌することになるが、ソイルサプリミックスではむしろ有用微生物のエサとなるため、土壌微生物性の改善が期待される。このことから、ソイルサプリミックスの施用は生態系に悪影響を及ぼさない耕種的な栽培体系となる可能性が考えられる。なお、これまでの試験では、ソイルサプリミックスを種いも植え付け前に10 a 当たり300 kg全層混和することにより健全いも率が増加する事例を確認している(図4)。

5 微生物資材による微生物制御の試み

ソイルサプリエキスの種いもコーティング処理およびソイルサプリエキスや米ぬかの土壌混和によって健全いも率が増加したことから、その理由として有機物施用により塊茎表皮や土壌中で増殖する微生物(群)が関係するものと推察している。そこで、これまでの栽培試験で得られたジャガイモ塊茎表皮から約4,000菌株の共生微生物を分離してどのような微生物が塊茎表皮に存

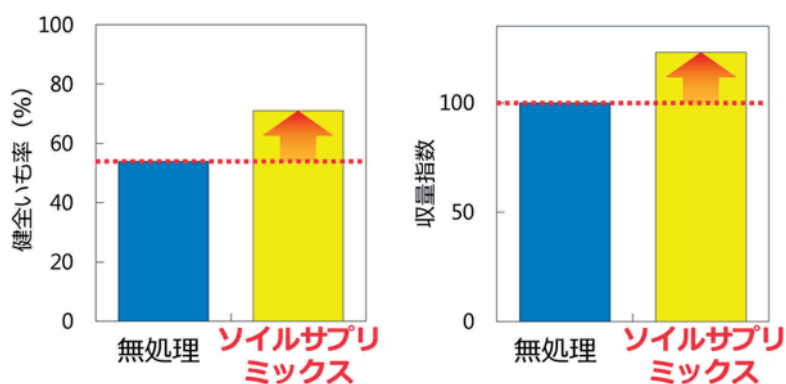


図4 ソイルサプリミックスの全層混和(300 kg/10 a)による健全いもおよび収量の増加効果
(鹿児島県農業開発総合センター)

在しているのかを解析した。そして、健全いも率が増加した処理区とそうではない区とを比較し、健全いも率が増加したソイルサプリエキスおよび米ぬかの土壌混和处理区のジャガイモ塊茎表皮で増加した微生物を有用菌の候補として絞り込み、その作用機作の解明や有用菌の資材化の検討を行っている。

ソイルサプリエキスなどの処理で得られた健全いも表皮から分離した微生物（有用菌）とそうか病菌を栄養寒天培地上でそれぞれの菌が交わるように培養したところ、交差した4か所すべてで有用菌の増殖を確認し、そうか病菌の増殖が抑えられていた（図5）。

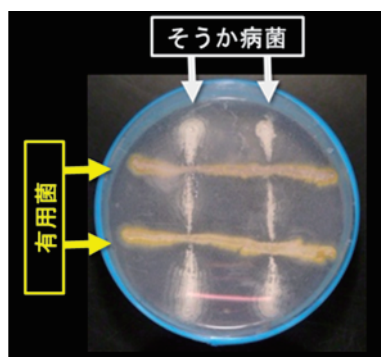


図5 有用菌とそうか病菌を同時に培養したときのそれぞれの菌の増殖（片倉コープアグリ株）

これは培地上で有用菌が増殖することによりそうか病菌が増殖しにくい環境となっていることを示しており、同様にいも表皮でも生育場所の競合などが起きる可能性があると考えられる。これまでに複数の有用菌を用いてポット規模の栽培試験を行い、健全いも率の増加効果が期待される菌株を選抜しており、現在、選抜された有用菌の資材化を行っている。

6 おわりに

本研究は北海道農業研究センター、長崎県農林技術開発センター、鹿児島県農業開発総合センターおよび鹿児島大学と共同で行われており、それぞれの地域における栽培体系に適した使用マニュアルを取りまとめ中である。ソイルサプリエキスやソイルサプリミックスは肥料メーカーである当社がJA等を通じて生産者の方に提供し、各共同研究機関と共に問い合わせに対応する体制をとっている。

そうか病の防除技術には土壌理化学性、生物性に関わる様々な方法が考えられる。一つの項目でそうか病を抑制することは難しいが、複数の技術を組み合わせた総合体系により健全なジャガイモ生産が可能になるのではないと思われる。我々は有機物や共生菌の研究をすすめ、土壌微生物相の改善や有用菌を用いた改良資材の開発を通じて健全なジャガイモ生産に貢献をしたいと考えている。

7 謝辞

本報告の大部分は、内閣府の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」（管理人：農研機構生物系特定産業技術研究支援センター）の支援を受けて行った。また、本稿で紹介したSIPでの5年間の研究実施にあたり、秋田県立大学教授の古屋廣光先生には御指導と激励を終始いただいたことに深く感謝申し上げます。

引用文献

池田、浅野（2018）土づくりとエコ農業
50（547）：p5-9.

菅ら (2014) 土と微生物 **68** : p54.
田中 (2003) 土と微生物 **58** : p69-77.
Tomihama et al. (2016) *Phytopathology*
106 : p719-728.

富浜ら (2017) 土肥誌 **89** : p31-36.
森 (2017) 日本土壤肥料学会講演要旨集
63 : p189.
吉田ら (1994) 日植病報 **60** : p630-635.