

特集：ジャガイモそうか病対策に向けた新たな研究

## ジャガイモそうか病の発生程度に応じた総合防除

北海道立中央農業試験場 田中 民夫

## はじめに

ジャガイモそうか病は、日本において全国的に発生が認められる土壌病害であり(鈴木, 1985), 個別の防除法では対応が難しく総合防除が必要とされる。日本に分布する病原菌として, 本州には *Streptomyces scabies*, 九州には *S. scabies* および *S. acidiscabies* に遺伝的に類似するそうか病菌が知られている(沢田ら, 1995)。ジャガイモの主産地である北海道では, *S. scabies* と *S. turgidiscabies* の2菌種が主にそうか病の発生に関与する(田中, 2000)。*S. turgidiscabies* は, 北海道に分布する新種として命名されたが(MIYAJIMA et al., 1998), 近年, 韓国, フィンランドおよびスウェーデンでもその分布が確認された(PARK et al., 2004; VALKONEN, 2004)。さらにアルゼンチンにおいても, 本菌種がPCRによりジャガイモ塊茎および土壌から検出された(BARRERA et al., 2004)。

これらのそうか病菌は種イモ伝染と土壌伝染を行うので, そうか病を防ぐためには種イモ伝染と土壌伝染対策をあわせて行う必要がある。そうか病菌の種イモ伝染を防止するためには, 無病イモを用いることが基本であるが, 植付け前の種イモ消毒によって保菌イモに起因するそうか病の発生は大きく減少する(相馬ら, 2002)。一方, そうか病の土壌伝染による発病を抑えることは, 種イモ伝染に比較して極めて困難である。これまでに, 薬剤防除, 化学的・物理的土壌環境制御, 耕種的防除および生物的防除によって土壌伝染を防ごうとする試みがなされてきた(田中, 2000)。北海道において, そうか病の発生程度は地域間差が大きく, 無発生地域を含めて少～甚発地域まで様々であり, 実用効果を得るためには発生程度に応じた防除対策が望まれる。

ジャガイモそうか病防除法開発に関わるプロジェクト研究(以下プロジェクト研究と称する)が, 北海道において1994年から前・中期6年間にわたり実施され, 発生実態調査および個別的な防除法の開発がなされた。さらに, 2000年から後期4年間のプロジェクト研究では, そうか病の発生程度に対応した総合防除法を開発することを目標として研究が進められた。今回, 研究を通して明らかになったそうか病総合防除法の特徴と発生程度に

応じた有効な防除法を既往の知見とあわせて概説する。

## I プロジェクト研究の概要

そうか病の発生程度に応じた総合防除法を開発するため, 圃場を病イモ率により無～甚発Ⅲの7段階に区分し, 防除試験を実施した(表-1)。被害軽減を必要とする中～甚発Ⅲ圃場において, 発病軽減効果があるとされるマメ類や緑肥作物を前作した。緑肥作物として用いたエンバク野生種およびベッチ類は, 年2回栽培してすき込んだ。対照作物として, テンサイを作付けした。栽培実態に応じてテンサイの代わりに裸地あるいは連作ジャガイモを対照とした区も設定した。翌年, これらの栽培跡地の半分を酸度調整した。すなわち, 土壌pH5.0を目標として, 硫酸第一鉄(商品名:フェロサンド)を手播き施用し, ロータリー混和を行った(全面全層施用法)。これらの圃場にそうか病抵抗性が異なるジャガイモ品種‘ユキラシャ’(ごく強)(小林ら, 2000), ‘スノーマーチ’(強)(池谷ら, 2004), ‘スタークイーン’(やや強)(千田ら, 2000)および‘男爵薯’(弱)をそれぞれ植付けた。防除効果の有効性を判断する基準として, 病イモ率15%を被害許容水準とし, 病イモ率をそれ以下に維持あるいは軽減できる防除法を有効と見なした。このようにして, 普及性を考慮して選択した, ①発病を軽減する前作物の作付け, ②土壌pH調整, ③抵抗性品種の作付け, を組み合わせたそうか病の総合防除試験を実施した(表-2参照)。

## II 防除法の特徴

## 1 前作物

前作物の種類とそうか病発生との関係について, いく

表-1 ジャガイモそうか病の発生程度区分と試験事例数

発生程度	病イモ率 (%)	試験事例数
無	0	0
少	1～5	0
中	6～15	3
多	16～30	2
甚Ⅰ	31～55	3
甚Ⅱ	56～80	4
甚Ⅲ	81～100	2

Integrated Control of Potato Scab According Incidence Levels.

By Tamio TANANA

(キーワード: ジャガイモ, そうか病, 総合防除)

表-2 ジャガイモそうか病の発生程度に対応した防除法

防除法	発生程度区分と病イモ率				
	少～中	多	甚		
			I	II	III
1～15%	16～30%	31～55%	56～80%	81%以上	
前作の選択	○	×	×	×	×
土壌 pH 調整	○	○	△	×	×
抵抗性品種	○(や強)	○(や強)	○(強)	○(強)	×

○ (病イモ率 15% ≥) : 防除対策として有効. △ (16% ≤ 病イモ率 ≤ 25%) : 防除対策としてやや有効. × (病イモ率 26% ≤) : 防除対策として無効. や強 : やや強以上の抵抗性品種. 強 : 強以上の抵抗性品種. pH 調整 : 目標 pH 5.0 (種イモ近傍).

つかの知見が報告されている。例えば、長期間のジャガイモ栽培において毎年ダイズを間作すると、そうか病の増加は抑制された (WEINHOLD et al., 1964)。また、春にハクサイ、オートムギ、ジャガイモおよびダイズを植付けた後、同年の秋にジャガイモを植付けた場合、そうか病の発生が最も少なかったのは、前作物をダイズとした場合であった (PARK et al., 2004)。さらに、北海道における発生実態調査により、マメ類の作付け頻度が高い圃場ほど発病は少ないことが明らかにされた。一方、マメ類緑肥の発病抑制効果はポット試験ではわずかに認められるが、圃場試験では防除効果を認めなかった (WILSON, 2004)。北海道で実施したプロジェクト研究の結果、前作物の選択によるそうか病の防除効果は少～多発圃場では有効であったが、多発圃場では効果が不安定になり、甚発圃場に栽培した感受性ジャガイモ品種では、前作の効果は顕在化しなかった (表-2)。このようにマメ類などの前作による発病軽減効果は、そうか病の発生が少ない圃場では認められるが、発生が激しくなると効果はない。同様に、ダイズの間作は、そうか病の増加を抑制するが、そうか病菌が十分に定着した場合には、そうか病を減少させない (WEINHOLD et al., 1964)。前作には、ダイズ、アズキおよびインゲンマメなどのマメ類、休閒緑肥としてエンバク野生種、エンバク、アルファルファ、アカクローバ、ヘアリーベッチ、後作緑肥としてエンバク野生種およびエンバクが推奨される (十勝農試ほか, 2004)。マメ類の前作によるそうか病の抑制機作は、いまだ明らかにされていないが、ダイズ緑肥は土壌中の微生物活性を増加させるという (WILSON, 2004)。

## 2 土壌 pH 調整

土壌の低 pH 化によりそうか病の発生は抑制される。これまでに報告のある酸度調整資材としては、硫酸第一鉄 (商品名: フェロサンド)、硫酸アルミニウム、硫黄および有機質などからなる資材がある。フェロサンドは特殊肥料として登録のある資材で、プロジェクト研究で

酸度調整資材として使用された。フェロサンドの施用法には、全面全層施用法、全面表面散布法および带状施用法があり、いずれもそうか病に対する防除効果が期待できる。全面全層施用法は、施肥・植付け前に本資材を全面施用し、深さ 10 cm まで土壌を pH 5.0 に保つ方法である。また、全面表面散布法とは、全面全層施用法の半量の資材を表層 5 cm に混和するか、表面に散布し混和することなく施肥・植付けする方法である。さらに、带状施用法とは、プロジェクト研究で開発された資材散布装置付き施肥は種機により、全面全層施用法の 1/4 量を畝になる部分に带状に施用し、資材施用、施肥および植付けまでを一貫して行う方法である。そうか病の発生が大きく減少し始める土壌 pH は、5.0～5.2 であるとされる (Liu et al., 2004)。また、発病抑制効果、収量、後作への影響を考慮すると、土壌酸度調整資材の施用目標値は pH 5.0 とするのが妥当とされる (田村ら, 1997)。プロジェクト研究において、pH 5.0 を目標とした土壌 pH 調整によるそうか病の防除は、そうか病の発生程度が少～多発圃場 (病イモ率 1～30%) で有効であった (表-2)。甚発圃場に対して本防除法を実施しても、病イモ率は減少する機会が多いが、被害許容水準以下にはできなかった (表-2)。フェロサンドを施用するに当たり、全面全層施用法では酸度調整に資材費がかかりすぎるので、本法の 1/4 量の資材で同等の防除効果が期待できる带状施用法が推奨される (十勝農試ほか, 2004)。なお、土壌 pH 調整による防除を実施する際の注意事項として、pH 5.0 付近の交換酸度  $y_1$  が 1 未満の土壌では防除効果は現れにくいので、適否を事前に判定すること、作土の pH が 5.5 以下の圃場への施用は避けること、および pH 低下に多量のフェロサンドを必要とする地帯では不適であることがあげられる。

## 3 抵抗性品種

RICH (1983) はジャガイモそうか病防除の最も効果的な方法は、抵抗性品種を植付けることであると、のちに北海道において育成される抵抗性品種の交配母本となる 'Cherokee' や 'Early Gem' など多数の抵抗性品種を紹介した。近年、そうか病抵抗性がやや強の 'スタークイン' およびごく強の 'ユキラシャ' に引き続き、抵抗性強の 'スノーマーチ' が品種登録され、2007 (平成 19) 年から一般栽培が可能となる。

プロジェクト研究の結果、そうか病の発生程度別に対応できる品種が明らかにされた (表-2)。やや強品種は、少～多発圃場で有効であり、強～ごく強品種は、少～甚発 II 圃場で有効である。このように抵抗性品種の作付けによる防除は、前作物の選択および土壌 pH 調整に比較して、より発生程度が高い圃場にも対応し得る経済的な防除法である。現在、そうか病菌が生産する植物毒素サクストミン A に対する市販品種の耐性クローンが得ら

れており、抵抗性に関わる形質だけが変化したそうか病抵抗性ごく強系統が育成されつつあり、今後の実用化が期待される (Wilson, 2004)。

### III そうか病発生程度に対応した総合防除法

#### 1 中発圃場

そうか病の病イモ率が6～15%の中発圃場においては、いずれの処理も有効であった。前作にダイズおよび緑肥作物としてエンバク野生種を用いると、テンサイと比較して発病は少なく、また、土壌 pH 調整およびやや強以上の抵抗性品種の作付けによっても発病は減少した。さらに、これらの防除法を組み合わせることで、防除効果は一層高まった (図-1)。このように、中発圃場においていずれの防除法も有効であったが、被害許容水準を病イモ率 15%として経済性と効率性を考慮すると、前作物の選択、土壌 pH 調整および抵抗性品種の作付けのうち、いずれかを実施すればよく、これらを組み合わせた総合防除を実施する必要はないと考えられる。すなわち、①そうか病軽減効果のあるマメ類やエンバク野生種などを前作した後、ジャガイモを作付けする、②土壌 pH 5.0 を目標として硫酸第一鉄 (フェロサンド) を施用した後、ジャガイモを作付けする、③「やや強」以上の抵抗性品種を作付けする、のいずれかで対応できると考えられる (表-2)。なお、中発圃場におけるこれらの防除法は、少発圃場にも適用できると考えられる。

#### 2 多発圃場

そうか病の病イモ率が16～30%の多発圃場において、前作にアズキを栽培した場合、後作の「男爵薯」における病イモ率は、前作にテンサイを作付けした場合と比較して低下せず有効でなかった (図-2)。一方、春播きコムギ、アズキ、テンサイおよびジャガイモを用いた4

年間の連輪作試験の結果では、前作にアズキが二作入った場合、発病は最も少なくなった。このように多発圃場においては、前作の選択のみでは防除効果は安定しなかった。一方、土壌 pH 調整とやや強以上の抵抗性品種の作付け効果は高く、いずれも有効であった (図-2)。また、前作の選択、土壌 pH 調整および抵抗性品種の作付けを組み合わせると、防除効果は個別の防除法に比べてより高くなった。しかし、土壌 pH 調整と抵抗性品種の作付けのみでは被害許容水準を下回ったので、これらの防除法のいずれかを実施すれば十分対応できるものと考えられる (表-2)。

#### 3 甚発 I～II 圃場

そうか病の病イモ率が31～80%の甚発圃場において、前作にダイズ、アズキおよびエンバク野生種を栽培しても、後作の感受性ジャガイモ品種における発病は許容水準を上回った (図-3, 4)。また、土壌 pH 調整によっても、感受性ジャガイモ品種の発病は許容水準を上回った。また、前作物の選択と土壌 pH 調整を組み合わせても、有効な防除法にはなり得なかった。甚発 I～II 圃場において、有効な防除法は、強以上の抵抗性品種を栽培することである (表-2)。これにより被害許容水準を下回ることが可能であり、他の防除法との組み合わせによる防除は必要ない。

#### 4 甚発 III 圃場

甚発 III 圃場は、前作の選択、土壌 pH 調整および抵抗性品種のいずれによっても対応不可能である。そうか病の発生が軽いうちは、取り得る防除法も多様であるが、発生がひどくなるに従って防除法が限定される。そうか病の発生が最も激しい甚発 III 圃場では、対応できる防除法はない (表-2)。このような圃場には、生食・加工用ジャガイモを作付けするべきではない。

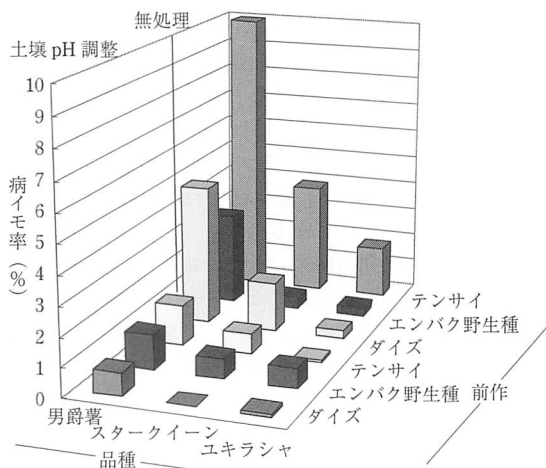


図-1 中発圃場におけるそうか病防除試験事例

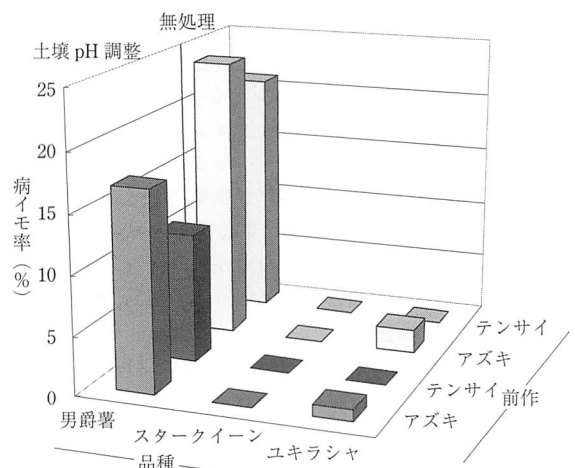


図-2 多発圃場におけるそうか病防除試験事例

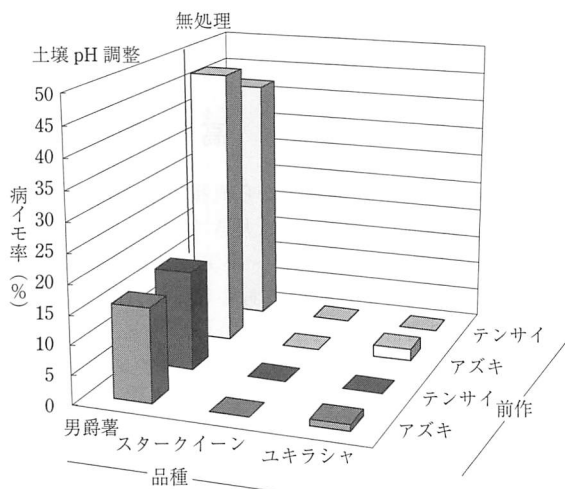


図-3 甚発 I 圃場におけるそうか病防除試験事例

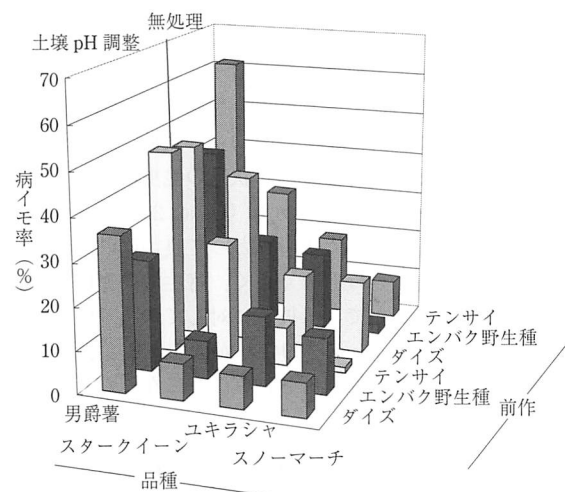


図-4 甚発 II 圃場におけるそうか病の防除試験事例

おわりに

北海道では、プロジェクト研究の成果に基づき、ジャガイモそうか病の発生程度に対応した防除法を指導している。すなわち、少～中発圃場では、①前作として、そうか病軽減効果のある作目を選択するか、②土壌 pH 5.0 を目標として硫酸第一鉄（フェロサンド）を施用するか、③やや強以上の抵抗性品種を作付けする。次に、多発圃場では、①土壌 pH 5.0 を目標として硫酸第一鉄（フェロサンド）を施用するか、②やや強以上の抵抗性品種を作付けする。さらに、甚発 I～II 圃場では、強以上の抵抗性強品種を作付けする。一方、甚発 III 圃場では、十分な防除効果が得られないので、生食・加工用ジ

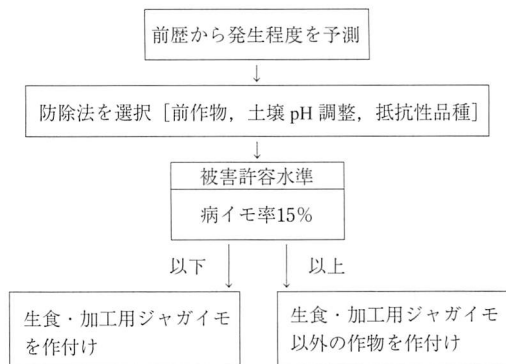


図-5 ジャガイモそうか病の発生程度を考慮した作付けまでの流れ

ャガイモを作付けしない。このように、そうか病の発生程度に応じて有効な防除法を使い分ける必要がある。したがって、防除対象となる圃場のそうか病の発生程度をあらかじめ把握し、有効な防除法を選択する必要がある(図-5)。そうか病発生程度の予測は、そうか病菌の定量だけでは困難であるため現状では前歴に頼らざるを得ない。ジャガイモの収穫時にそうか病の病イモ率を調査して、発生程度を記録しておき、次回の作付け前にこの発病履歴に基づいて、当該圃場におけるそうか病の有効な防除法を選択することが重要である。

引用文献

- 1) BARRERA, et al. (2004) : Novel Approaches to the Control of Potato Scab, Organizing Committee of International Potato Scab Symposium, Sapporo, p. 274 ~ 278.
- 2) 北海道立十勝農業試験場ほか (2004) : 平成 15 年度農業試験会議資料, 68 pp.
- 3) 池谷 聡ら (2004) : 平成 15 年度新しい研究成果—北海道地域一, p. 56 ~ 59.
- 4) 小林 晃ら (2000) : 平成 11 年度新しい研究成果—北海道地域一, p. 44 ~ 46.
- 5) LIU, D. et al. (2004) : Novel Approaches to the Control of Potato Scab, Organizing Committee of International Potato Scab Symposium, Sapporo, p. 182 ~ 189.
- 6) MIYAJIMA, K. F. et al. (1998) : Int. J. Syst. Bacteriol. 48 : 495 ~ 502.
- 7) PARK, D. H. et al. (2004) : Novel Approaches to the Control of Potato Scab, Organizing Committee of International Potato Scab Symposium, Sapporo, p. 89 ~ 100.
- 8) RICH, A. E. (1983) : Potato Diseases, Academic Press, New York, p. 17.
- 9) 沢田和也ら (1995) : 土肥誌 66 : 599 ~ 608.
- 10) 千田圭一ら (2000) : 道立農試集報 78 : 1 ~ 18.
- 11) 相馬 潤ら (2002) : 同上 82 : 121 ~ 124.
- 12) 鈴木孝二 (1985) : 農林水産技術研究ジャーナル 8 : 19 ~ 25.
- 13) 田村 元ら (1997) : 道立農試集報 73 : 57 ~ 61.
- 14) 田中文字夫 (2000) : 同上 96 : 1 ~ 66.
- 15) VALKONEN, J. P. T. (2004) : Novel Approaches to the Control of Potato Scab, Organizing Committee of International Potato Scab Symposium, Sapporo, p. 76 ~ 81.
- 16) WEINHOLD, A. R. et al. (1964) : American Potato J. 41 : 265 ~ 273.
- 17) WILSON, C. R. (2004) : Novel Approaches to the Control of Potato Scab, Organizing Committee of International Potato Scab Symposium, Sapporo, p. 198 ~ 214.