

ジャガイモ黒あし病の現状と課題

農研機構 北海道農業研究センター 生産環境研究領域
病虫害グループ グループ長

なかやま たかと
中山 尊登

はじめに

ばれいしょはわが国の重要な基幹作物のひとつであり、平成29年度の収穫量は全国で239.5万トンと報告されている。ばれいしょは収穫した塊茎（子いも）を次代の種（種ばれいしょ）として用いる栄養繁殖により生産されるため、細菌やウイルス等の病原体による感染のリスクに曝される危険性が高く、ひとたび病原体に汚染された種ばれいしょが配布されると、一般農家での栽培時に甚大な被害が生じる。このリスクを避け、健全無病な種ばれいしょを供給するため、種ばれいしょの生産は植物防疫法による指定種苗検疫の対象とされており、厳格な病虫害の管理下で行われている。実際の種ばれいしょの生産体系では、まず国の機関（農研機構種苗管理センター）が生産した原原種を、道県の管理下で原種、さらにこれを農業団体が採種へと3段階で増殖した後、一般農家が使用する種ばれいしょとして供給されている。しかし、病原体の感染リスクに十分な注意が払われて生産されているにも関わらず、2014年に種苗管理センターの原原種ほ場においてジャガイモ黒あし病（以下黒あし病）が発生し、健全な種ばれいしょの安定供給が脅かされる事態となった¹²⁾。本稿では、種苗管理セ

ンターでの黒あし病の発生を受け、著者らの研究グループで取り組んだ調査研究（平成27年度農業食品産業科学技術研究推進事業「健全種ばれいしょ生産のためのジャガイモ黒あし病の発生要因の解明と高度診断技術の開発」、http://www.affrc.maff.go.jp/docs/public_offering/agri_food/2018/27005c.html）で得られた成果の紹介、黒あし病対策の現状と残された課題について解説する。

1 ジャガイモ黒あし病とその病原菌

ジャガイモ黒あし病は種ばれいしょで伝染する細菌病で、その特徴として種ばれいしょの軟化腐敗が最初に起こることが挙げられる。腐敗が植付後早期に起こった場合には、不萌芽となったり、出芽茎に著しい萎縮が生じ、このような場合、後に倒伏、枯死に至ることが多い。そのほか、茎葉の萎凋、退色、茎髓部の腐敗などが起こり、茎の基部に黒変した腐敗を生じる（黒あし症状；図1）。

黒あし病の病原菌はかつて *Erwinia* 属とされていた一群の細菌で、*Pectobacterium atrosepticum*（以下 Pa、旧名 *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*）、*P. carotovorum*（以下 Pc、旧名 *E. carotovora*



図1 ジャガイモ黒あし病による種いもの腐敗（左、円内）ならびに茎基部の黒変腐敗（黒あし症状；右、円内）

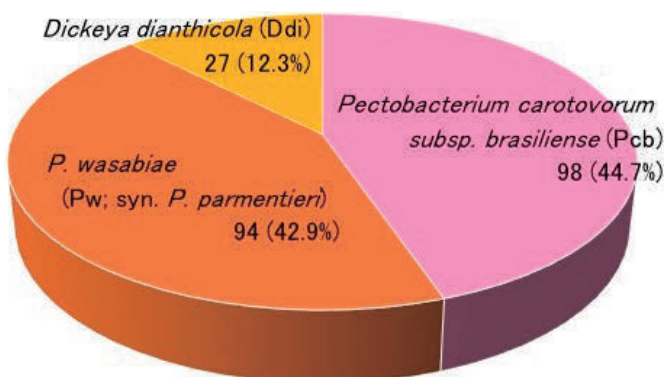


図2 国内で2000年以降に分離されたジャガイモ黒あし病菌の菌種構成

subsp. *carotovora*)、*Dickeya* sp. (種未同定、旧名 *E. chrysanthemi*) の3菌種であるとされてきた。しかし、これらの3菌種に該当しない細菌による黒あし病の発生が疑われる事例が認められたことから、改めて国内で発生している黒あし病菌の菌種の同定と整理を行った。既報3菌種に該当しない黒あし病菌の新菌種と推定された菌株について、数種のハウスキーピング遺伝子のシーケンス解析と細菌学的性状解析を実施した結果、国内未報告である *P. carotovorum* subsp. *brasiliense* (以下Pcb) と同定された³⁾。また同様に、種が未同定であった *Dickeya* sp. を *D. dianthicola* (以下Ddi)⁴⁾ と、さらにPcを *P. wasabiae*

(Pw、*P. parmentieri* のシノニム⁶⁾) と再同定した¹⁴⁾。この結果、国内で発生している黒あし病菌はPa、Pw、Pcb、Ddiの4菌種に再整理された⁸⁾。また、2000年以降に分離された黒あし病菌219菌株について、PCR法で菌種を同定したところ、Pcbが98菌株(45%)、Pwが94菌株(43%)、Ddiが27菌株(12%)であり、前2者で全体の9割弱を占め、近年Paによる黒あし病の発生は確認されていないことが判明した⁸⁾(図2)。

2 ジャガイモ黒あし病の診断法

種ばれいしょの種子伝染性細菌病の保菌検定法として、堀田らによって増菌培養とELISA法あるいはPCR法を組み合わせた

方法が報告されており¹⁵⁾、これをもとに、種苗管理センターにおいては黒あし病の検定手順が策定されている。しかし、堀田らの方法では、種ばれいしょ伝染性細菌病である黒あし病、輪腐病ならびに青枯病の病原細菌の網羅的検出を目的としているため、増菌培養条件が黒あし病菌の特異的検出に最適化されていないことに加え、黒あし病菌の検出対象は3菌種（Pw、Pa、Ddi）で、それぞれについてPCRを実施する必要がある、さらに検出対象にPcbが含まれないという大きな問題があった。そこで、本法を改良し、黒あし病菌4菌種を高感度に検出可能な方法を開発した。まず、茎や塊茎片等の植物試料あるいは土壌を、

黒あし病菌の半選択培地であるLEM培地⁵⁾中で、3ないし5日間静置培養した後、培養液から熱処理によってDNAを抽出する。得られたDNAテンプレートについて、Paに対してECA1fとECA2r¹⁾、Pwに対してDHT1とDHT2¹⁵⁾、Ddiに対してADE1とADE2⁷⁾の各プライマーセットを用いるトリプレックスPCRで、Pcbに対してはBR1fとL1r²⁾を用いるシンプレックスPCRに供試して検出するという方法である。本方法を用いることにより、国内で発生している黒あし病菌4菌種を、2種類のPCR反応により、植物試料あるいは土壌から効率的かつ高感度に検出することが可能となった^{9,10)}（図3）。

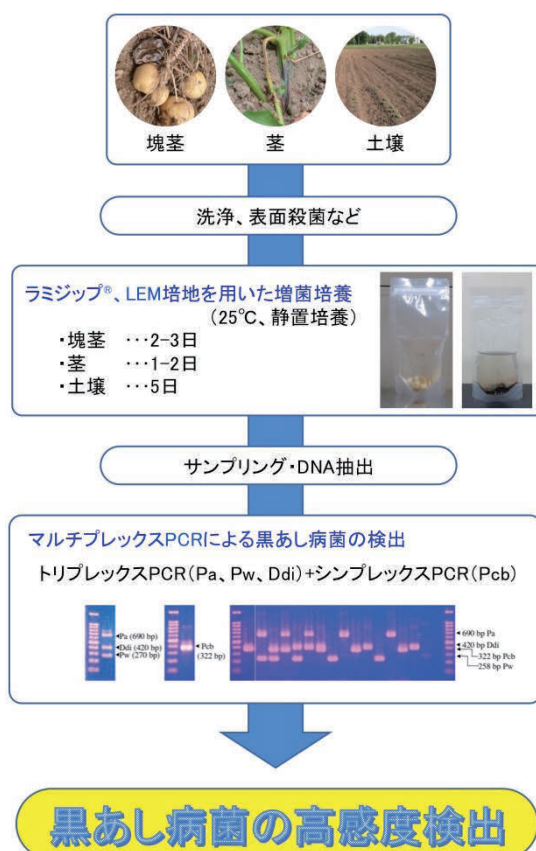


図3 ジャガイモ黒あし病診断法の概略

3 ジャガイモ黒あし病菌の保菌リスクと対策

2で述べた黒あし病菌の高感度検出法を用いることにより、これまで不明な部分が多かった黒あし病菌の生態の一端が明らかになってきた。まず黒あし病菌の存在部位について、黒あし病発病株から収穫された塊茎の表皮、芽、皮目や、表皮に生じた傷部位からDNAを抽出し、上記方法に供したところ、何れの部位からも黒あし病菌が検出され、これらの部位に黒あし病菌が高頻度に生息していることが明らかになった。また、塊茎内部組織からPwとPcbが検出されたことから、これまでに塊茎に高

率に内部保菌されることが知られていたDdiに加えて¹¹⁾、Ddiと比較して頻度は低いものの、PwならびにPcbも内部保菌されることが示された。さらに黒あし病菌は土壌中で越冬できないと考えられてきたが¹³⁾、発生は場に埋没した腐敗塊茎の残渣やその近傍土壌からは、翌年春には黒あし病菌が検出され、越冬しうることが確認された。このほかにも、種いもの生産工程において保菌リスクを高める要因として、貯蔵時の黒あし病による腐敗塊茎の混入、腐敗塊茎とともに貯蔵された塊茎の過度な催芽処理とそれによる芽の脱落・損傷、ならびに発病株が残存したほ場でのリーフ

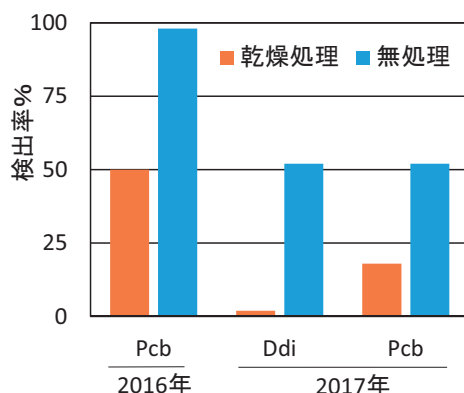


図4 強制通風乾燥装置を用いた種ばれいしょの通風乾燥の様子(左)と通風乾燥処理が塊茎の保菌率に及ぼす影響(右)

表1 種ばれいしょの生産工程における保菌リスクとその対応についての考え方

項目	知見	対応の考え方
種塊茎の消毒	種塊茎の表面保菌を低減 内部保菌・傷塊茎には効果不十分	必ず実施する
切断刀の消毒	接触伝染を低減	必ず実施する
催芽処理	発生ほ場産では過度の催芽による芽の脱落・損傷で保菌リスクが高まる	芽の損傷を避けるため、過度に催芽しない
発病株の抜き取り	発病株が残存すると保菌リスクを高める	新塊茎を含めた抜き取り・搬出を行う
茎葉処理	リーフチョッパー処理は保菌リスクを高める	発生ほ場では避けることが望ましい
収穫・選別	傷部位は保菌に好適 腐敗塊茎の混入は保菌リスクを高める	種塊茎は丁寧に扱う 傷・腐敗塊茎は選別・除去する
収穫塊茎の乾燥処理	表面保菌を低減	通風乾燥装置を活用し、乾燥を徹底する

チョッパーを用いた茎葉処理によって発病リスクが高まることが明らかになった。一方、種いもの保菌リスクを低減する有効な手段として、収穫後の強制通風処理による速やかな塊茎の乾燥が、黒あし病菌の保菌率の低減に有効であった（図4）。これらの知見から、種ばれいしょの生産工程における保菌リスクとその対応についての考え方を整理し、表1に示した⁸⁾。

おわりに

本稿では、黒あし病の高感度診断法の開発とそれを用いた発病リスクの解明、さらに得られた知見から種ばれいしょの生産工程の各工程におけるリスクを分析し、その対応についての考え方を紹介してきた。最後にジャガイモ黒あし病の蔓延防止と健全種ばれいしょ生産に向けて、残された課題を整理したい。

まず種ばれいしょの黒あし病菌汚染の原因となる伝染源の解明が挙げられる。現在の種ばれいしょの生産過程は、温室で隔離栽培されたミニチューバー（MnT）を起点としているため、この段階で黒あし病菌との接触・汚染の可能性は極めて低いと考えられる。従って、黒あし病菌による種ばれいしょの汚染は、MnTをほ場で栽培・増殖する過程で生じていると考えられるため、その伝染源の解明は健全無病な種ばれいしょ生産を目指す上で極めて重要である。また、土壌中の罹病いも残渣ではある程度の期間残存可能であること等を考慮し、土壌中の残渣由来の伝染や、ほ場周辺の雑草、農業用水等について伝染源となる可能性の解明も必要である。

次に、種ばれいしょの内部保菌リスクの

解明が挙げられる。本稿で示した収穫後の塊茎表面の速やかな乾燥や、殺菌剤による種ばれいしょの消毒は、塊茎表面に存在する黒あし病菌の殺菌には有効であるが、塊茎内部に保菌された菌に対する効果は期待できない。これまでに知られていたDdiのほか、PwやPcbも低率ながら内部保菌されることが判明したことから、黒あし病菌の菌種ごとの内部保菌による発病リスクや、ばれいしょ品種の違いによる内部保菌程度を明らかにし、その発病リスクを評価する必要がある。

これらの残された課題はいずれも、健全無病な種ばれいしょの安定供給達成のために可及的に速やかに解決しなければならない。我々の研究グループではジャガイモ黒あし病の課題解決にむけて、今後も継続して取り組んでいく予定である。

参考文献

- 1) De Boer, S. H., et al. (1995) Phytopathology 85: 854-858.
- 2) Duarte, V., et al. (2004) J. Appl. Microbiol. 96: 535-545.
- 3) Fujimoto, T., et al. (2017) Plant Dis. 101: 241.
- 4) Fujimoto, T., et al. (2018) J. Gen. Plant Pathol. 84: 124-136.
- 5) Hélias, V., et al. (2012) Plant Pathol. 61: 339-345.
- 6) Khayi, S., et al. (2016) Intl. J. Syst. Evol. Microbiol. 66: 5379-5383.
- 7) Nassar, A., et al. (1996) Appl. Env. Microbiol. 62: 2228-2235.
- 8) 安岡眞二ら (2018) 平成29年度普及奨励ならびに指導参考事項、北海道農政部. <http://www.hro.or.jp/list/agricultural/>

-
- center/kenkyuseika/gaiyosho/30/f1/03.pdf
- 9) 青野桂之ら (2016) 北日本病虫研報 67: 85-89.
- 10) 青野桂之ら (2018) 日植病報 84: 62 (講要).
- 11) 前田征之ら (1997) 北日本病虫研報 48: 66-68.
- 12) 大堀英幹 (2015) いも類振興情報 125: 26-32.
- 13) 谷井昭夫 (1984) 北海道立農試報告 45: 108 pp.
- 14) 藤本岳人ら (2017) 日植病報 83: 236 (講要).
- 15) 堀田光生ら (2009) 植物防疫 63: 98-103.

□寄稿のお願い□

一般財団法人いも類振興会では、サツマイモ、ジャガイモなどいも類の振興と消費拡大を図る一助として、「いも類振興情報」(季刊)を発行しています。いも類に関する総説、調査・研究、産地情報、海外情報、商品情報、料理、文化などの寄稿をお願いします。原稿の執筆要領は、下記のとおりです。

1. 原稿はパソコンのワープロ・ソフトを用いて作成し、E-mailの添付ファイルで送付下さい。なお、手書き原稿でもかまいません。
2. 編集の都合上、OSはWindows、使用ソフトは次のものを使用下さい。
本文はWord(一太郎、テキストも可)。図表などはWord、Excel、PowerPoint。
3. 掲載1回分の頁数(1頁で約1,200字)は、図表・写真を含めて概ね6頁以内となります。
4. 編集の都合上、原稿の一部を割愛、修正する場合がありますので、予めご了承下さい。掲載原稿には、規定の原稿料と掲載誌を若干部お送りします。
5. 原稿の送付先

〒107-0052 東京都港区赤坂6-10-41 ヴィップ赤坂303 一般財団法人 いも類振興会
E-mail: imoshin@fancy.ocn.ne.jp TEL: 03-3588-1040 FAX: 03-3588-1225