

サツマイモにおけるネコブセンチュウ感染反応の 品種間差について



農研機構 中日本農業研究センター 温暖地野菜研究領域 栽培管理グループ

くりはら み ゆ
栗原 未結

1. はじめに

ネコブセンチュウ類は植物寄生性線虫を代表する絶対寄生性線虫であり、サツマイモの栽培地帯を含む世界各地に分布し、多くの作物を加害している。サツマイモ栽培では、ネコブセンチュウの感染に起因した塊根の減収と外観品質の低下を引き起こすことから、深刻な問題である。サツマイモに寄生するネコブセンチュウには、サツマイモネコブセンチュウ（以下、SRKN：学名 *Meloidogyne incognita*）、キタネコブセンチュウ（以下、NRKN：学名 *M. hapla*）、ジャワネコブセンチュウおよびナンヨウネコブセンチュウが挙げられるが、その中でもSRKNが著しい被害を与える（立石，2009；佐野ら，2001）^{1), 2)}。

ネコブセンチュウの幼虫は卵内で1回脱皮を行った二期幼虫（J2）として孵化し、この発育ステージのみが移動可能な感染能のステージである。J2は土壤中を移動して根の先端部から侵入および定着し、三期幼虫（J3）、四期幼虫（J4）を経て、成虫となる。成熟した雌成虫は寄生部位（根こぶ）の表面にゼラチン状物質を排出しながらその中に数百個の卵を産み、卵のうを形成する。SRKNは基本的に単為生殖を行うため幼虫は雌に発育し、好適条件下では1か月

経たずに1世代を完了する。温度、水分および宿主植物が揃っていれば、周年その生活環を繰り返すため、増殖性が非常に高い³⁾。

サツマイモにおいて、SRKNのJ2の根内侵入率およびその後の発育にも品種間差が見られる（井手ら，1992；佐野ら，2001）^{2), 4)}。また塩谷（2006）⁵⁾によれば、農林3号、5号、9号などの抵抗性品種ではネクロシスの多発による侵入幼虫のほぼ完璧な発育阻止が見られることが分かっている。また最近では北海道においてサツマイモの栽培面積が拡大しており、注視する必要がある。NRKNは冷涼な気象条件に適応した種であり、北海道では普遍的に生息する。すでにニンジンなどの根菜類ではNRKNによる被害が目立つことから（山田，2015）⁶⁾、サツマイモにおけるNRKNの寄生性および品種間差の知見を集積する必要がある。

そこで本研究では、①近年開発されたSRKN抵抗性サツマイモ品種を中心にSRKNの侵入率および侵入後の発育ステージについての調査、②NRKNのサツマイモ主要品種に対する寄生性を調査することを目的とした。

2. 材料および方法

供試線虫

SRKNは千葉県旧海上郡海上町関東東山農試千葉試験地において、NRKNは茨城県土浦市ヤーコン圃場由来の単一卵のう個体群であり、農研機構・植物防疫研究部門において、トマトで継代されてきたものである。接種試験には、2024年4月から7月にかけて、トマト（品種：プリッツ）およびバジルを用いて平均気温25℃に設定した温室で複数回増殖し、卵のうから孵化した新鮮な二期幼虫（J2）を用いた。

供試品種

SRKN接種試験および根内観察に用いた品種は、抵抗性品種として「ジェイレッド」（登録番号：7498, 1999年）および「あまはづき」（登録番号：30266, 2024年）、感受性品種として「コガネセンガン」および「潮州」の4品種である。

NRKN接種試験に用いた品種は、「あまはづき」、「エレガントサマー」、「コガネセンガン」、「ジェイレッド」、「ハイスターチ」、「ベニアズマ」、「べにはるか」、「ムラサキマサリ」、「ゆきこまち」、「潮州」、「農林1号」、「農林2号」の11品種である。

1) 接種方法

発根させた各品種の1節苗の根を無病培土が詰められたポリエチレンポットに定植した。その際、伸長しすぎた根は適宜切除した。平均気温25℃に設定した温室で1週間根の活着を待った。その後SRKNおよびNRKNのJ2を約500頭含む懸濁液を地際に接種し、温室（自然光、25℃）で管理した。SRKNの接種試験は6月18日に開始し、NRKNの接種試験は、6月20日から7月11日にかけて接種頭数が確保できた時期に開始した。

2) SRKNの侵入数と発育ステージの調査

接種後1、3、7、14、21、28日目に品種ごとに5個体の根をサンプリングし、水道水で水洗した後に酸性グリセリン法により根内線虫を染色した。染色した根をスライドグラス上で押しつぶし、生物顕微鏡および実体顕微鏡下で線虫の侵入数と発育ステージを観察した。発育ステージは、侵入したばかりのJ2（未肥大J2）、摂食が始まり少し肥大したJ2（肥大J2）、J3/J4、雌成虫の4段階に判定した。

3) SRKNとNRKNの産卵調査

接種35～36日後には品種ごとにSRKNは5個体、NRKNは3個体の根をサンプリングし、水洗後にブリリアントブルーFCF溶液によって卵のうを染色して、個体ごとに着生した卵のう数を計測した。

3. 結果および考察

①SRKNの侵入率および侵入後発育ステージ

接種1、3日後：4品種すべてでSRKNの侵入がほとんど確認されなかった。これは土に接種したSRKNがサツマイモ根に到達するまでに時間がかかったことに起因し、SRKN抵抗性とは関連性が極めて低いと考えられた。

接種7日後：「あまはづき」、「コガネセンガン」、「潮州」で10頭弱侵入しており、かつ発育ステージは摂食が進んだ肥大J2であった（図1～3）。

接種14日後：抵抗性品種と感受性品種との間には、SRKNの侵入率に顕著な差が認められた。「あまはづき」、「コガネセンガン」および「潮州」では接種35日後に見られた着生卵のう数と同等の数のSRKNが確認

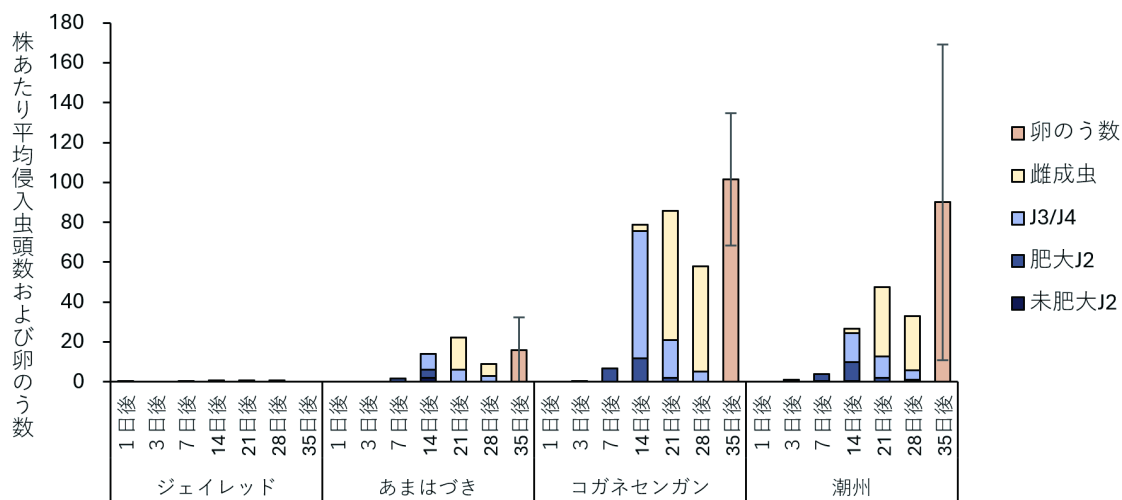


図1 接種後日数ごとのサツマイモネコブセンチュウの侵入虫頭数および卵のう数

SRKNのJ2を各ポットあたり約500頭接種した。各観察時点において、5反復調査した。横軸は接種後の経過日数を表す。観察したSRKNの発育ステージは、未肥大二期幼虫（J2）、摂食が進んだ肥大J2、三期/四期（J3/J4）幼虫、雌成虫とした。

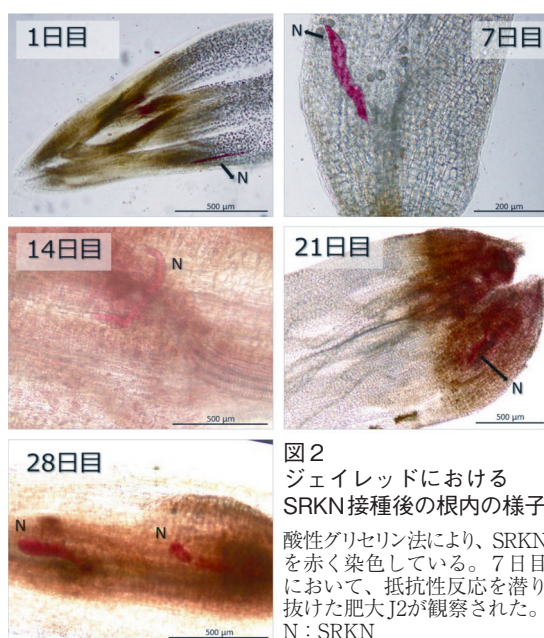


図2
ジェイレッドにおける
SRKN接種後の根内の様子
酸性グリセリン法により、SRKN
を赤く染色している。7日目
において、抵抗性反応を潜り
抜けた肥大J2が観察された。
N：SRKN

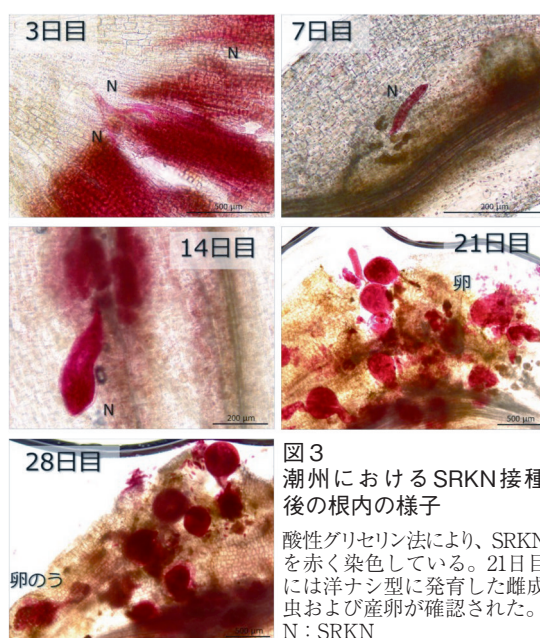


図3
潮州におけるSRKN接種
後の根内の様子
酸性グリセリン法により、SRKN
を赤く染色している。21日目
には洋ナシ型に発育した雌成
虫および産卵が確認された。
N：SRKN

された。多くはJ3/J4ステージであり、雌成虫も観察された。また「ジェイレッド」にはSRKNがほとんど見られず、「あまはづき」では若干観察されたことから、これら2品種ではSRKNは発育せず途中で死滅したものと推察された。

接種21・28日後：侵入虫の大半がJ3/J4ステージおよび雌成虫であり、感受性品種の「コガネセンガン」および「潮州」では抵抗性品種より発育が早く、一部では産卵が確認された（図3）。

接種35日後：抵抗性品種「ジェイレッド」

および「あまはづき」の平均着生卵のう数はそれぞれ0個および 16.0 ± 16.2 個であった。感受性品種「コガネセンガン」および「潮州」の平均卵のう数はそれぞれ 101.6 ± 33.2 個および 90.0 ± 79.1 個であり、接種頭数は500頭であったことから、感染成功率は20%程度であった。「潮州」ではSRKNの寄生が成立せず、卵のうがほとんど着生していない株があった。一方で、182個（接種頭数の36.4%）着生している株もあったため、1節苗の状態が不均一であったことも疑われた。

「ジェイレッド」は35日後に観察された着生卵のう数が0個であったことに加え、どの観察時点でも雌成虫は発見されず、J3/J4ステージの個体が計3頭見つかったのみである。また抵抗性品種、感受性品種問わずSRKN寄生細胞周辺の褐変化（ネクロシス斑と思われる）やSRKNが分解されたような様子を確認した（図4）。したがって、「ジェイレッド」ではこのような応答が迅速に起こることで、SRKNの世代交代を阻害している可能性が示唆された。しかしながら、これらの観察は5反復のみで行ったことから、より定量的に品種間差

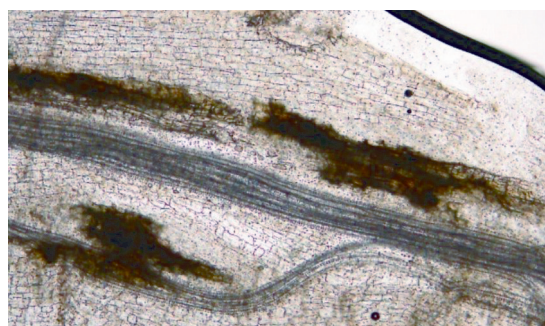


図4 ジェイレッドにおけるSRKN接種後の根内の様子

酸性グリセリン法により、SRKNを赤く染色している。線虫を囲うような、筋状のネクロシス斑が観察された。

を比較するにはさらなる検証が必要である。

酸性グリセリン法は生きたSRKNのみ赤く染色するため、SRKN侵入後の急激な死滅は捉えられておらず、SRKN周辺細胞が変色した場合はSRKNの検出が困難になる問題がある。実験では、明確に個体が識別できたもののみを計測したため、初期の侵入J2への阻害についてはより詳細に調査する必要がある。

②NRKNのサツマイモへの寄生性について

NRKNの接種35日後では、根に着生した卵のう数は「エレガントサマー」、「コガネセンガン」、「ジェイレッド」、「ベニアズマ」、「べにはるか」、「ムラサキマサリ」、「潮州」、「農林1号」、「農林2号」では平均0.5～4.0個程度であった。しかし、「ハイスターチ」では平均11.3個、「ゆきこまち」では7.3個、「あまはづき」は86.5個の着生が認められた（図5）。今回の実験では、反復数が3と少なかったことから、環境条件やサツマイモ根の状態による影響も考えられたが、NRKNの抵抗性においても品種間差が示唆された。

先行研究²⁾では、「高系14号」、「農林1号」、「農林2号」および「ベニアズマ」に関して調査されており、このうち「ベニアズマ」の着生卵のう数が高い傾向が認められた。しかし、本研究では「ベニアズマ」の着生卵のう数は0～2個であったことから、NRKN接種検定に供試する個体数を増やし、詳細に調査を行う必要がある。

NRKNはSRKNに対する抵抗性との関連性はなく、異なる抵抗性メカニズムが働いていることが予想される。また「あまは

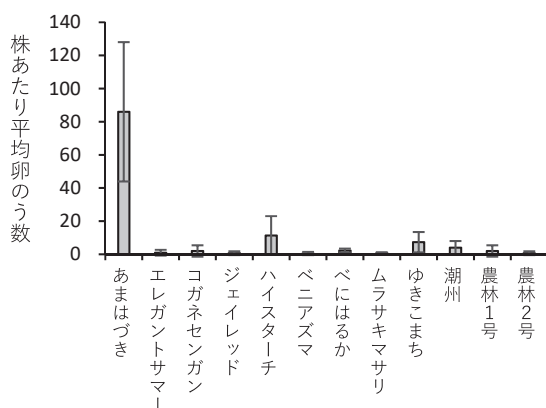


図5 キタネコブセンチュウ接種35日目の着生卵のう数

NRKNのJ2を各ポットあたり約500頭接種した。各品種において3反復調査した。

づき」は平均着生卵のう数が86.5個と比較的高くなったが、塊根への影響は不明である。接種に用いたNRKNは茨城県土浦市由来であることから、関東以北に生息する個体群とは寄生性が異なる可能性もあるため、今後NRKNに対する寄生性についても詳細な調査が必要である。

4. おわりに

本研究では、SRKNとNRKNのサツマイモへの寄生性と品種間差を調査した。SRKNにおいて、根内線虫の発育ステージを詳細に調査したところ、抵抗性品種「ジェイレッド」と「あまはづき」の間で侵入虫頭数に差が見られ、SRKNに対する抵抗性反応の速度差が確認された。一方、感受性品種「コガネセンガン」と「潮州」では、抵抗性品種より早い段階で雌成虫および産卵が見られたことから、増殖効率が極めて高いことが示唆された。またNRKNに対する抵抗性反応はSRKNに対するものと異なっており、抵抗性因子が異なる可能性が推察された。

日本のサツマイモ栽培では、ネコブセンチュウ類の防除対策として、作付け前に線虫密度を十分に下げるよう、クロルピクリンやD-Dなどによる土壌くん蒸剤および粒剤を利用した化学的防除を行うことが多い。しかし、これらの薬剤の多くは使用者の健康や環境に対するリスクをとまなうことから、将来的には薬剤の利用を極力低減した栽培が望まれる。したがって、サツマイモ栽培地域のSRKNおよびNRKNレースの情報集積を行うとともに、それらに対応した抵抗性品種の開発を進めていくことが重要である。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、植物寄生性線虫に関する実験法や管理法において多大なるご指導をいただいた農研機構本部の立石靖氏に心より御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 立石靖. (2009)「サツマイモを加害する線虫」. いも類振興情報. 98 : 27-31.
- 2) 佐野善一, 岩堀英晶. (2001)「4種ネコブセンチュウのサツマイモに対する寄生と増殖」. Japanese Journal of Nematology. 31 : 37-42.
- 3) 上杉健太. (2021)「ネコブセンチュウの生態と防除」. 植物防疫. 75 (6) : 339-343.
- 4) 井手義人, 田淵尚一, 坂本敏. (1982)「サツマイモネコブセンチュウに対するカンショ及び野生種の抵抗性」. 九州病害虫研究会報. 28 : 181-182.
- 5) 塩谷格. (2006)「サツマイモの遍歴」. 法政大学出版局
- 6) 山田英一. (2015)「北海道における根菜類加害線虫の要防除水準 (2)」. 北農. 82 (2) : 186-195