

サツマイモつる割病発生農家圃場における多発生要因

誌名	茨城県病害虫研究会報
ISSN	03862739
著者名	島田,峻 西宮,智美
発行元	茨城県病害虫研究会
巻/号	59号
掲載ページ	p. 46-52
発行年月	2020年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



サツマイモつる割病発生農家圃場における多発生要因

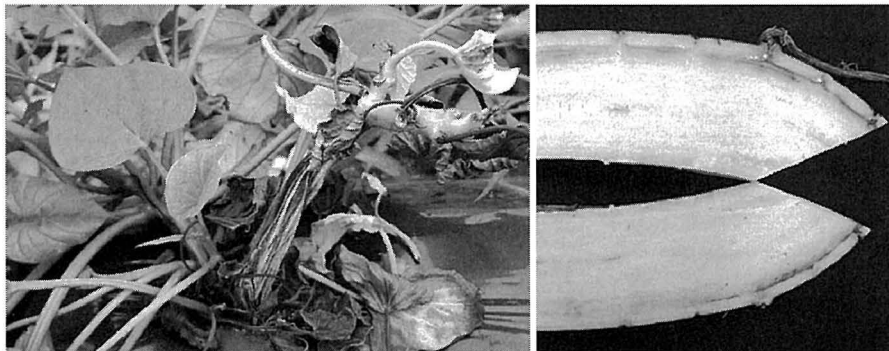
島田 峻・西宮 智美
(茨城県農業総合センター農業研究所)

Occurrence Factor of Sweet Potato Stem Rot in the Farmer's Field

Shun SHIMADA, Satomi NISHIMIYA

はじめに

サツマイモつる割病は、*Fusarium oxysporum* f. sp. *batatas*によって引き起こされる土壌病害である。発病初期は下葉から黄化し、落葉しやすくなる。病勢が進展すると、茎が地際部から縦に大きく裂け、茎の繊維が露出して典型的なつる割れ症状を示す（第1図）。植付け直後に発病すると枯死するが、塊根の肥大開始以降の生育後期に感染した株では、茎の地際部やいもを切断すると導管褐変が認められるものの、外観の症状はみられない。このような保菌いもを種いもとして苗床に伏せこむと、萌芽した苗に病原菌が移行して苗伝染が起こる。こうして外観上は健全な感染苗（保菌苗）を採苗して植付けると発病枯死するだけでなく、採苗用のハサミを通じて健全苗にも伝染する（小川，1988）。



第1図 発病株のつる割れ症状（左）と保菌いもの導管褐変（右）

茨城県のサツマイモの栽培面積は6,780haで全国第2位（平成30年）、産出額は250億円で全国第1位（平成29年）と、本県の重要な農産品である（農林水産統計，2019）。近年、サツマイモつる割病抵抗性がやや弱い「べにまさり」栽培地域で本病の発生が問題視されており、ベノミル剤による苗の消毒および土壌消毒を実施しても発病株率が10%を超える事例が報告されるようになった。また、「ベニアズマ」や「シルクスweet」栽培地域でも発病が認められる事例も報告されている。そこで2016年に茨城県行方市の当該圃場の発病株から病原菌を分離し、ベノミル剤に対する薬剤感受性を調査したところ、国内未報告のベノミル耐性サツマイモつる割病菌であることが判明した（島田ら，2017）。また、同地域の現地圃場において発病状況を調査すると、マルチ畦内土壌消毒を行っているにもかかわらず、同じ畦内で連続して発病している様子がしばしば観察された（第2図）。現地では同じ種いもからの苗は、複数本同時に採苗され、同じ苗束に束ねられて圃場に運ばれるため、挿苗時に隣接して植付けられるこ

* E-mail : sh-shimada@pref.ibaraki.lg.jp

キーワード：サツマイモつる割病，*Fusarium oxysporum* f. sp. *batatas*，ベノミル耐性，苗伝染

とが多い。つまり、同じ保菌いも由来の苗が隣接して植付けられることが多いため、畦内で連続的に発病している可能性が考えられた。

そこで本研究では、本病発生農家において、多発生要因の1つとして苗伝染が関与しているか明らかにするために調査した。



第2図 同一畦内でする割病により苗が連続して枯死している現地圃場の様子

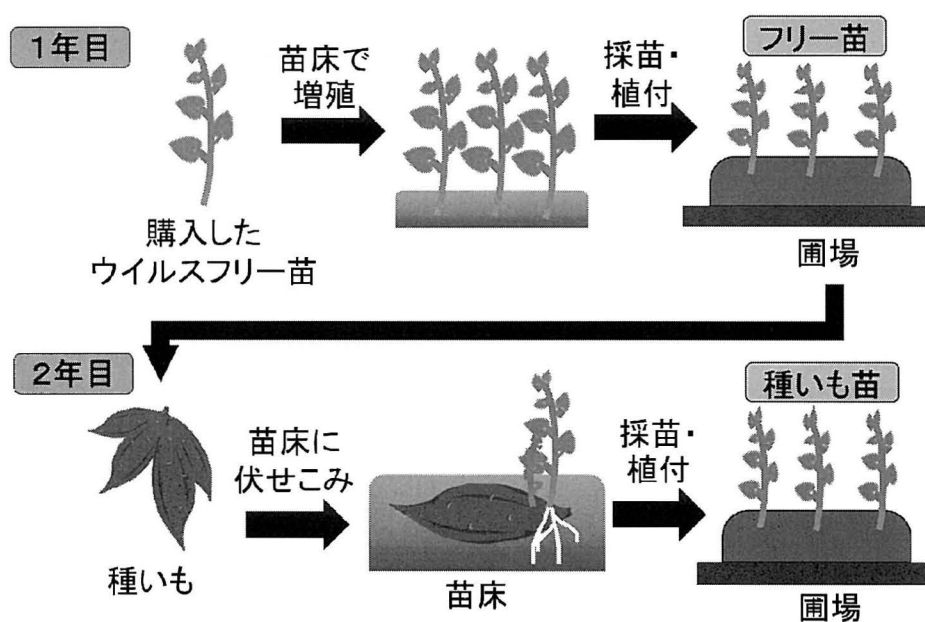
材料および方法

1. 異なる採苗源に由来する苗の発病状況調査

調査農家の採苗方法は次のとおりであり、本県内においては一般的な採苗方法である（第3図）。

まず1年目はウイルスフリー苗を購入し、苗床での増殖後に採苗（以下、フリー苗）して圃場に植付け、秋に種いもとして収穫する。続いて2年目はフリー苗から収穫した種いもを、苗床に伏せこみ、採苗（以下、種いも苗）して圃場に植付けている。また、調査農家では、フリー苗の苗床は夏期にハウス密閉高温処理を行い、種いもを伏せこみする苗床はダゾメット粉粒剤による土壌消毒を実施した。

なお、供試品種はすべて「べにまさり」であった。



第3図 調査農家の採苗方法

1) 現地圃場調査

茨城県行方市の農家圃場で発病状況の調査を実施した。調査圃場は、クロルピクリンくん蒸剤によるマルチ畦内土壌消毒を行い、2018年4月24日～6月17日に当該農家がフリー苗および種いも苗を採苗し、ベノミル水和剤500倍希釈液に30分間苗基部浸漬後に順次植え付けた。試験区は畦間100cm×株間27～28cmで、種いも苗のみを挿苗した4圃場、およびフリー苗と種いも苗を挿苗した4圃場の合計8圃場を調査した。発病調査は6月下旬～7月上旬にかけて、つる割れ症状が認められた発病株数を調査し、次式により発病株率を算出した。

$$\text{発病株率 (\%)} = \text{発病株数} / \text{調査株数} \times 100$$

2) 農業研究所内圃場調査

茨城県水戸市の茨城県農業総合センター農業研究所内圃場で発病状況の調査を実施した。試験圃場は、クロルピクリンくん蒸剤によるマルチ畦内土壌消毒を行った。供試苗は、上述の農家のフリー苗および種いも苗に加えて、前年に当研究所の無発病圃場より収穫した種いもから採苗した苗（以下、農研苗）を植付けた。植付けは2018年6月15日、試験区は畦間100cm×株間30cm（2m×3m/区）で1区20株の3連制で実施した。なお、ベノミル水和剤による植付け前の苗消毒は行わなかった。

発病調査は10月29日に、つる割病の発病を程度別に調査し、発病株率および発病度を次式により算出した。

$$\text{発病株率 (\%)} = \text{発病株数} / \text{調査株数} \times 100$$

$$\text{発病度} = \{ \sum (\text{発病指数} \times \text{各指数の株数}) / (2 \times \text{調査株数}) \} \times 100$$

[発病指数 0:発病無し, 1:つる割れ症状あり, 2:枯死]

また、株を地際部から切断して導管褐変を程度別に調査し、導管褐変株率および導管褐変程度を次式により算出した。

$$\text{導管褐変株率 (\%)} = \text{導管褐変株数} / \text{調査株数} \times 100$$

$$\text{導管褐変程度} = \{ \sum (\text{導管褐変指数} \times \text{各指数の株数}) / (4 \times \text{調査株数}) \} \times 100$$

[導管褐変指数 0:導管に変色なし, 1:1/3未満の導管が変色, 2:1/3～2/3未満の導管が変色, 3:2/3以上の導管が変色, 4:枯死]

2. 苗床に伏せこまれた種いもの保菌状況調査

1) 種いも内部の導管褐変調査

2018年6月19日に農家の苗床から「べにまさり」の種いもをすべて掘り取り、内部の導管褐変の有無を達観調査した。

2) 病原菌の分離およびベノミル感受性検定

導管褐変が認められた任意の種いも6本から、導管褐変部位を切り出し、表面殺菌後に駒田培地上に置床して*Fusarium*属菌を分離した。

病原性検定では、分離菌株をPotato Dextrose液体 (PDB) 培地で25℃, 130rpmで7日間振とう培養した菌液を接種に用いた。上位葉2～3枚をつけたサツマイモ苗基部を培養菌液に10秒間浸漬して接種し

た。接種後の苗は、滅菌水を入れた試験管に挿して、人工気象器内（28℃，16L8D）で管理し，7日後に発病を程度別（0：発病なし，1：葉の黄化や落葉，2：つる割れ症状あり，3：枯死）に調査した。検定には1菌株あたり「ベニコマチ（つる割病抵抗性：弱）」および「べにまさり（つる割病抵抗性：やや弱）」の苗を各2本ずつ供試し，発病程度1以上の苗が3本以上認められた場合に病原性ありと判断した。

ベノミル感受性検定には，Potato Dextrose寒天（PDA）培地にベノミル濃度が100または1,000ppmになるようにベノミル水和剤を混和した検定培地を用いた。対照はPDA培地のみを用いた。供試菌株はPDA培地で25℃，7日間培養し，直径4mmのコルクボーラーで打ち抜いた菌叢ディスクを検定培地に移植した。また，対照としてベノミル感受性菌（16NGFo1：2016年行方市現地発病株から分離）およびベノミル耐性菌（16NGFo3：同上）を供試した。移植した菌叢は，25℃で2日間培養後に菌叢生育の有無を調査した。なお，島田ら（2017）の報告では，ベノミル感受性菌のMIC値は3.13ppmであることが明らかとなっているため，100ppm以上で生育した菌株を耐性菌と判断した。

結 果

1. 異なる採苗源に由来する苗の発病状況

1) 現地圃場

合計39,920株調査し，356株（発病株率0.89%）で発病が認められた。そのうち，フリー苗は4株（同0.05%），種いも苗は352株（同1.13%）で発病が認められ，種いも苗のほうが発病株率が高かった（第1表）。

第1表 異なる採苗源に由来する苗のつる割病発病株率（現地圃場）

供試苗	調査株数	発病株数	発病株率 (%) ^{a)}
フリー苗	8,790	4	0.05
種いも苗	31,130	352	1.13
計	39,920	356	0.89

供試品種：「べにまさり」

植付け：4月24日～6月17日，発病調査：6月下旬～7月上旬

a) 発病株率 (%) = 発病株数 / 調査株数 × 100

2) 農業研究所内圃場

発病調査の結果，種いも苗では発病株率6.7%，発病度5.8，導管褐変株率11.7%，導管褐変程度7.9と発病が認められたのに対し，フリー苗および農研苗では発病が認められなかった（第2表）。

第2表 異なる採苗源に由来する苗のつる割病発病状況（農業研究所内圃場）

供試苗	発病株率 (%) ^{a)}	発病度 ^{b)}	導管褐変株率 (%) ^{c)}	導管褐変程度 ^{d)}
種いも苗	6.7 ± 1.67 ^{e)}	5.8 ± 0.83	11.7 ± 4.41	7.9 ± 2.31
フリー苗	0	0	0	0
農研苗	0	0	0	0

供試品種：「べにまさり」

植付け：6月15日，発病調査：10月29日

a) 発病株率 (%) = 発病株数 / 調査株数 × 100

b) 発病度 = { Σ (発病指数 × 各指数の株数) / (2 × 調査株数) } × 100
 [発病指数 0: 発病無し，1: つる割れ症状あり，2: 枯死]

c) 導管褐変株率 (%) = 導管褐変株数 / 調査株数 × 100

d) 導管褐変程度 = { Σ (導管褐変指数 × 各指数の株数) / (4 × 調査株数) } × 100

[導管褐変指数 0: 導管に変色なし，1: 1/3未満の導管が変色，2: 1/3～2/3未満の導管が変色，3: 2/3以上の導管が変色，4: 枯死]

e) 各区20株3連制の平均値 ± 標準誤差を示す

2. 苗床に伏せこまれた種いもの保菌状況

1) 種いも内部の導管褐変

種いもを1,752本調査し、うち15本で導管褐変が認められ、導管褐変いも率は0.86%であった。

2) 分離菌株の病原性およびベノミル感受性検定

導管褐変が認められた任意の種いも6本から*Fusarium*属菌をそれぞれ2～4菌株分離し、病原性および薬剤感受性検定を実施した。

その結果、供試した種いも6本すべてから病原性のある菌株が分離され、そのうち2本からはベノミル耐性の菌株が検出され、種いも内部にもベノミル耐性サツマイモつる割病菌が存在することが明らかとなった。また、ベノミル耐性の非病原性*Fusarium*属菌も分離された。

なお、病原性ありと判断した菌株では、「ベニコマチ」および「べにまさり」ともに同程度の発病が認められ、品種間差はなかった。また、ベノミル耐性と判断した菌株は、100ppmおよび1000ppmともに生育が認められた(第3表)。

第3表 導管褐変が認められた種いもから分離した*Fusarium*属菌の病原性およびベノミル感受性

供試種いも	供試菌株	病原性 ^{a)}	ベノミル感受性 ^{b)}
1	A	-	R
	B	+	R
2	A	+	R
	B	+	R
	C	+	S
	D	+	S
3	A	+	S
	B	-	S
4	A	-	R
	B	+	S
5	A	+	S
	B	+	S
6	A	+	S
	B	+	S

a) 供試菌株をPDB培地で振とう培養後、サツマイモ苗基部を培養菌液に10秒間浸漬して接種した。接種後の苗は、滅菌水を入れた試験管に挿して人工気象器内で管理し、7日後に発病を程度別(0:発病なし, 1:葉の黄化や落葉, 2:つる割れ症状あり, 3:枯死)に調査した。1菌株あたり「ベニコマチ」および「べにまさり」の苗を各2本ずつ供試した。なお、発病程度1以上の苗が3本以上認められた場合に病原性ありと判断した。+:病原性あり, -:病原性なし。

b) PDA培地にベノミル濃度が100または1,000ppmになるようにベノミル水和剤を混和して検定培地を作製した。供試菌株はPDA培地で前培養し、コルクボーラーで打ち抜いた菌叢ディスクを検定培地に移植した後、25℃で2日間培養し、菌叢生育の有無を調査した。なお、100ppm以上で生育した菌株を耐性菌と判断した。S:感受性, R:耐性。

考 察

本研究は、本病の多発生要因がベノミル耐性菌の出現だけでなく、保菌種いもからの苗伝染も関与しているかを検討するために実施した。

異なる採苗源に由来する苗(フリー苗、種いも苗および農研苗)の発病状況調査の結果、農家採種の

種いも苗において発病が多く、苗伝染が多発生要因の1として考えられた。また、種いも内部の導管褐変部位からもベノミル耐性サツマイモつる割病菌が検出されたため、耐性菌が苗に伝染する可能性も強く示唆された。

本病に対するベノミル水和剤の適用条件は、500～1,000倍希釈液（ベノミル濃度で500～1,000ppm）であり、島田ら（2017）によりベノミル感受性菌のMIC値は3.13ppm、ベノミル耐性菌のMIC値は1,600ppm以上であることが明らかとなっている。今回のベノミル感受性検定は、簡易的に100ppmおよび1,000ppmの2濃度で実施した結果、検出されたベノミル耐性菌はいずれも1,000ppmで生育が認められたため、ベノミル水和剤の適用条件では防除効果が得られないと考えられた。

また、フリー苗においてもわずかに発病が認められた。その要因として、苗床からの土壌伝染、種いも苗の採苗と同じハサミを使用することによる汁液伝染および圃場からの土壌伝染が考えられる。調査農家ではフリー苗用の苗床の消毒は、夏期にビニールハウスを密閉するのみであるため、殺菌効果が不十分である可能性が高かった。一方、フリー苗および種いも苗ともに同時期に採苗しているため、汁液伝染の可能性も十分に考えられたことから、要因の特定にはいたらなかった。

小川（1988）は、サツマイモつる割病発生圃場の外見健全株から採取した種いもからも苗伝染が起こること、また、外見上健全だった保菌苗を植付けることが本圃での多発生につながり、さらには保菌苗が混在していると、採苗時のハサミにより、保菌苗から健全苗に汁液伝染する確率は約25%であることを明らかにしている。

本調査において、農家が伏せこんだ種いもの中に保菌いもが混入していたことが明らかとなったが、育苗中の苗に発病はほとんど認められなかった。今回は少発生条件下での調査であったが、種いも1本あたりから約18本採苗していることとなるため、苗伝染していることに気づかずに採苗して植付けてしまうことと、ハサミによる健全苗への汁液伝染が多発生につながるものと考えられた。また、これまでは苗伝染していた場合でも、ベノミル水和剤による苗消毒により防除ができていたが、ベノミル耐性菌を保菌した苗に対しては、苗消毒の効果がほとんどないため、発病を抑えることができずに圃場での多発生につながると考えられた。

前述のとおり、小川（1988）の調査結果からも、サツマイモつる割病発生圃場から採取された種いもは、発生の多少にかかわらず、保菌いもの可能性が高いことを明らかにしている。そのため、防除対策として圃場をよく観察し、本病の無発生圃場から種いもを採取するなど、種いもの選別に注意することである。また、耐性菌が発生するとベノミル水和剤による防除効果が期待できないため、苗床や圃場の土壌消毒、ハサミ等の資材の消毒やフリー苗を利用して種いもを毎年更新するなどの対策を徹底する。

現在、サツマイモつる割病に登録のある薬剤はベノミル水和剤のみであるため、今後は有効な新規農薬の探索を行い、実用化に向けてデータを蓄積するとともに、有効な薬剤に関しては適用拡大の推進を図りたい。また、耐性菌のまん延を防止するためには、発生分布のモニタリングが必要である。しかし、菌の分離から各種検定を実施して結果が得られるまでには多大な労力と時間がかかり、調査技術の簡易・迅速化が大きな課題である。そのため、今後は遺伝情報をもとにした検出技術を開発し、発生実態を把握したい。

謝 辞

本研究を行うにあたり、行方市の農家の方には、苗床や圃場でのサンプリングおよび発病調査への協力をご快諾いただいた。また、本研究の遂行にあたり多大なご指導を賜った元茨城県農業総合センター農業研究所長渡邊健博士（現：東京大学大学院特任教授）に感謝の意を表す。さらに、堀江宏文技師をはじめとした現業職員の皆様には、現地調査や栽培管理の労を多とした。ここに感謝の意を表す。

引用文献

農林水産統計（2019）確報.<<http://www.maff.go.jp/j/tokei/>>（2019年11月14日閲覧）

小川 奎（1988）農研センター研報 10:17-21.

島田 峻・赤井浩太郎・西宮智美・渡邊 健・有江 力（2017）日植病報 83（3）:211.（講要）