

黒ボク土への米ぬか施用によるサツマイモ立枯病の 発病抑制効果及びその品種間差異

高野幸成・猪野 誠

キーワード：サツマイモ，立枯病，米ぬか，黒ボク土，抵抗性品種

I 緒 言

サツマイモ立枯病は、*Streptomyces ipomoeae* による土壌伝染性の病害で、サツマイモにおける主要病害の一つである。本病に対しては、クロルピクリン剤による土壌消毒が有効で、本県でも植付け前に本剤を用いたマルチ畦内処理が慣行的に行われている。一方で、クロルピクリン剤については、環境への影響や作業者への安全性の面から、その処理量削減や代替技術の開発が望まれている。これまでに、立枯病の防除法の一つとして、でんぷんや米ぬか処理による発病抑制効果や、これら処理との併用によってクロルピクリン剤の処理量を低減できることが報告されている（金磯，1998）。また、同じいも類の放線菌病であるジャガイモそうか病に対しても、サツマイモ立枯病と同様に米ぬか施用による発病抑制効果が報告されている（後藤・広谷，1991；尾松ら，2000）。

本県では、主に黒ボク土でサツマイモが栽培されている。米ぬかは有機質肥料として 100～200kg/10a 施用される事例があるが、立枯病の防除目的では使用されていない。また、金磯（1998）は砂土において「高系 14 号」（なると金時）を材料に試験を行っており、黒ボク土における本病の発病抑制効果や、「高系 14 号」以外の品種で同様な効果が得られるかは不明であった。そこで、本県の黒ボク土において、県内栽培品種のうち、立枯病の抵抗性が“やや強”の「ベニアズマ」，“中”の「べにはるか」，“弱”の「高系 14 号」及び「パープルスweetロード」（吉永，2007）の 4 品種を用い、米ぬかの施用量を変えた現地圃場試験及びポット試験を実施し、本病の発生に及ぼす影響を調査した。その結果、黒ボク土においても、米ぬか施用による本病の発病抑制効果が認められ、その効果に品種間差異が確認されたので報告する。

本研究の現地試験を実施するに当たり、佐原市（現香取市）農家の高橋芳氏にご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

II 材料及び方法

1. 現地圃場試験

試験は、2007 年の「パープルスweetロード」栽培時に、立枯病が発生した佐原市（現香取市）の現地圃場において、翌年の 2008 年に実施した。土壌は、表層腐植質黒ボク土である。

試験区は、植付け前に米ぬかを 10a 当たり 100kg 施用した米ぬか 100kg 区、同様に 500kg 施用した米ぬか 500kg 区、この他にクロルピクリン剤をマルチ畦内処理したクロピク区、立枯病の防除をしない無処理区の計 4 区を設けた。試験規模は、1 区 15.1 m²，2 反復とした。

栽培は、黒色ポリエチレンフィルムを用いた慣行の単条高畦マルチ栽培とし、供試品種は「ベニアズマ」，“べにはるか”，「高系 14 号」，“パープルスweetロード”の 4 品種とした。このうち、「ベニアズマ」には千葉県育成のウィルスフリー系統 No.40，“高系 14 号”には同 No.204 を用いた。肥料は、有機入り複合肥料（3-10-10）を用い、10a 当たり成分量で窒素 3kg，りん酸 10kg，加里 10kg を 5 月 16 日に施用した。米ぬか 100kg 区及び同 500kg 区は、5 月 22 日に各設定量の米ぬかを施用し、土壌混和した。クロピク区は同日に 80%クロルピクリン剤を用い、マルチ畦内に 30cm 間隔で 1 穴当たり 3mL 処理した。マルチ被覆は、無処理区も含めて各区とも処理同日に行った。植付けは 6 月 10 日で、栽植間隔は畦幅 90cm，株間 30cm とした。供試 4 品種は、1 区 15.1m²の区画内を 4 等分し、1 品種 14 株ずつ植付けた。

収穫は 10 月 28 日に行い、立枯病の発病状況及び収量について、1 区 1 品種当たり中央の 10 株を 2 反復で調査した。発病状況については、立枯病の被害による枯死株数、地中にある茎部に病斑を生じた発病株数、着生塊根に病斑を生じた発病塊根数を調査し、それぞれの比率を算出した。

2. 立枯病の簡易検定法によるポット試験

立枯病に対する米ぬかの施用効果を判定するため、本病に対する抵抗性の簡易検定法（高野ら，2006）を用い、千葉県農業総合研究センター（現千葉県農林総合研究センター）

受理日 2013 年 8 月 9 日

北総園芸研究所畑作園芸研究室の屋内に設置した土壤恒温槽を利用して、ポット試験を実施した。

検定土壌には、現地圃場試験におけるサツマイモ植付け時の土壌及び各品種収穫時の土壌を供試した。植付け時土壌は、6月10日の植付け直前に、高畦マルチ畦内の1区4か所、2反復の計8か所から採取後、均一に混和して検定に供試した。各品種の収穫時土壌は、10月28日の収穫直前に、各区とも品種別に分けて、高畦マルチ畦内の1品種4か所、2反復の計8か所から採取後、均一に混和して検定に供試した。

検定土壌は、275mLのスチロールカップに詰め、抵抗性“弱”の「パープルスイートロード」の小苗を植付けた後、地温が30℃となるように設定した土壤恒温槽に設置して、やや乾燥した土壌水分状態（含水率：30%）で管理した。検定株数及び処理期間は、植付け時土壌が1区10株で、6月11日から7月4日の23日間処理、収穫時土壌が1区5株で、11月26日から12月16日の20日間処理とした。

発病調査は、高野ら（2006）の方法に従い、根の褐変程度について、発病指数0～5（0：褐変なし，1：褐変割合20%以下，2：同21～40%，3：同41～60%，4：同61～80%，5：81%以上が褐変）の6段階、茎の褐変程度について、発病指数0～5（0：褐変なし，1：褐変割合5%以下，2：同6～10%，3：同11～25%，4：同26～50%，5：51%以上が褐変または枯死）の6段階で評価した。それぞれの発病度は次式から算出した。

根または茎の発病度＝ $[\Sigma(\text{発病指数} \times \text{株数}) / (5 \times \text{調査株数})] \times 100$

また、発病度を全体的に評価する指標を総合発病度とし、次式より算出した。

総合発病度＝（根の発病度×0.2）＋（茎の発病度×0.8）

Ⅲ 結 果

1. 現地圃場におけるサツマイモ品種別の立枯病発病状況及び収量

植付け前の土壌処理法の違いによるサツマイモ品種別の立枯病発病状況及び収量を第1表に示した。立枯病の被害は全ての品種に発生し、各品種とも茎に比べて塊根で少ない傾向であった。「ベニアズマ」における立枯病の茎の発病率は、無処理区が90%、米ぬか100kg区が15%で、後者が明らかに低く、他の2区では発病が見られなかった。塊根発病率も同様で、無処理区の21%に比べて、米ぬか100kg区が5%と低かった。10a当たり総いも重は、米ぬか100kg区が3,422kgと最も多く、次いで米ぬか500kg区の3,390kg、クロピク区の2,894kg、無処理区の2,421kgの順であった。A品重は、クロピク区が1,242kgで、他の3区の288～751kgに比べて多かった。株当たりいも数は

3.1～4.1個で、米ぬか500kg区が最も多く、無処理区が最も少なかった。

「ベニはるか」における立枯病の発病率は、茎及び塊根ともに、米ぬか100kg区及び無処理区で反復間のばらつきが大きかった。茎の発病率は、無処理区の65%に対して、米ぬか100kg区が50%とやや低く、米ぬか500kg区が5%と明らかに低かった。また、クロピク区では発病が見られなかった。塊根発病率は、無処理区の23%に対して、米ぬか100kg区が23%と同等、米ぬか500kg区が6%と明らかに低かった。10a当たり総いも重は、米ぬか500kg区が2,459kgと最も多く、次いで米ぬか100kg区の2,249kg、クロピク区の2,036kg、無処理区の1,983kgの順であった。A品重は、米ぬか500kg区が1,298kg、クロピク区が1,143kgで、この両区が米ぬか100kg区の568kg、無処理区の623kgに比べて多かった。株当たりいも数は2.7～4.8個で、米ぬか500kg区が最も多く、無処理区が最も少なかった。

「高系14号」における立枯病の発病率は、茎における米ぬか500kg区で反復間のばらつきが大きかった。その発病率は、無処理区の100%に対して、米ぬか100kg区が95%と同程度、米ぬか500kg区が55%と低く、クロピク区が5%と明らかに低かった。また、無処理区及び米ぬか100kg区では枯死株が見られ、その発生率はそれぞれ15%、5%であった。塊根発病率は、無処理区の91%に対して、米ぬか100kg区が49%と低く、米ぬか500kg区が28%とさらに低かった。クロピク区では、塊根には被害が認められなかった。10a当たり総いも重は、クロピク区が2,421kgと最も多く、次いで米ぬか500kg区の2,244kg、米ぬか100kg区の898kg、無処理区の299kgの順であった。A品重は、クロピク区が1,229kgで、米ぬか500kg区の747kgに比べて多く、他の2区ではA品が得られなかった。株当たりいも数は、クロピク区の3.3個、米ぬか500kg区の2.7個に対して、米ぬか100kg区が1.1個、無処理区が0.6個と少なかった。

「パープルスイートロード」における立枯病の茎の発病率は、無処理区の100%に対して、米ぬか100kg区が90%とほぼ同程度、米ぬか500kg区が30%と低く、クロピク区が15%と明らかに低かった。また、無処理区のみ枯死株が見られ、その発生率は5%であった。塊根発病率は、米ぬか100kg区で反復間のばらつきが大きかった。その発病率は、無処理区の50%に対して、米ぬか100kg区が38%とやや低く、米ぬか500kg区が19%と低かった。クロピク区では、塊根には被害が認められなかった。10a当たり総いも重は、クロピク区が3,503kgと最も多く、次いで米ぬか500kg区の2,641kg、米ぬか100kg区の1,909kg、無処理区の981kgの順であった。A品重も同様で、クロ

第1表 植付け前の土壌処理法の違いによるサツマイモ品種別の立枯病発病状況及び収量

品種	試験区	立枯病			収量			
		枯死株率 (%)	部位別の発病率 (%)		総いも重 (kg/10a)	A品重 (kg/10a)	A品率 (%)	株当たり いも数
			茎	塊根				
ベニアズマ	米ぬか100kg	0	15	5	3,422	297	9	3.6
	米ぬか500kg	0	0	0	3,390	751	23	4.1
	クロピク	0	0	0	2,894	1,242	47	3.5
	無処理	0	90	21	2,421	288	11	3.1
べにはるか	米ぬか100kg	0	50	23	2,249	568	26	3.4
	米ぬか500kg	0	5	6	2,459	1,298	53	4.8
	クロピク	0	0	0	2,036	1,143	55	3.9
	無処理	0	65	23	1,983	623	29	2.7
高系14号	米ぬか100kg	5	95	49	898	0	0	1.1
	米ぬか500kg	0	55	28	2,244	747	35	2.7
	クロピク	0	5	0	2,421	1,229	51	3.3
	無処理	15	100	91	299	0	0	0.6
パープルスイート ロード	米ぬか100kg	0	90	38	1,909	524	27	2.3
	米ぬか500kg	0	30	19	2,641	1,725	65	4.3
	クロピク	0	15	0	3,503	2,091	60	4.9
	無処理	5	100	50	981	287	29	1.3

注1) 1区1品種当たり10株, 2反復調査の平均値を示す.

2) A品は, 立枯病の発生がなく, 外観の優れる商品性の高い塊根である.

ピク区が 2,091kg と最も多く, 次いで米ぬか 500kg 区の 1,725kg, 米ぬか 100kg 区の 524kg, 無処理区の 287kg の順であった. 株当たりいも数は, クロピク区の 4.9 個, 米ぬか 500kg 区の 4.3 個に対して, 米ぬか 100kg 区が 2.3 個, 無処理区が 1.3 個と少なかった.

2. ポット試験における立枯病の発病状況

「パープルスイートロード」を用いた立枯病簡易検定法によるサツマイモ植付け時土壌の発病度を第 2 表に示した. 無処理区の発病度は, 根が 100, 茎が 90 で, これに基づく総合発病度は 92 であった. これに対して, 米ぬか 100kg 区は, 根が 98, 茎が 44 で, これによる総合発病度が 55 と低かった. 米ぬか 500kg 区は, 根が 54, 茎が 8 で, 総合発病度が 17 とさらに低かった. 一方, クロピク区では, 根及び茎ともに, 発病が見られなかった.

サツマイモ品種別の収穫時土壌の発病度を第 3 表に示した. 「ベニアズマ」収穫時土壌における総合発病度は, 無処理区の 100 に対して, 米ぬか 100kg 区及び米ぬか 500kg 区がそれぞれ 96, 100 と同程度, クロピク区が 4 と明らかに低かった. 「べにはるか」, 「高系 14 号」及び「パープルスイートロード」の収穫時土壌でも同様に, 総合発病度は, クロピク区の 4~10 に対して, 米ぬか 100kg 区が 90~100, 米ぬか 500kg 区が 87~97, 無処理区が 94~100 と同程度に高く, また品種の違いによる差は各区とも小さかった.

第2表 立枯病簡易検定法によるサツマイモ植付け時土壌の発病度

試験区 ¹⁾	発病度 ²⁾		総合発病度 ³⁾
	根	茎	
米ぬか100kg	98	44	55
米ぬか500kg	54	8	17
クロピク	0	0	0
無処理	100	90	92

注1) 各区とも2008年5月22日に処理し, 6月10日に採取した土壌を供試した.

2) 試験には, 「パープルスイートロード」を1区10株供試した.

発病度は, 根及び茎の褐変程度を部位別に調査し, 次の基準で評価, 算出した.

根の発病指数0: 褐変なし, 1: 褐変割合20%以下, 2: 同21~40%, 3: 同41~60%, 4: 同61~80%, 5: 81%以上が褐変.

茎の発病指数0: 褐変なし, 1: 褐変割合5%以下, 2: 同6~10%, 3: 同11~25%, 4: 同26~50%, 5: 51%以上が褐変または枯死.

発病度 = $[\Sigma (\text{発病指数} \times \text{株数}) / (\text{調査株数} \times 5)] \times 100$

3) 総合発病度は, 発病程度を全体的に評価する指標とし, 次式で算出した.

総合発病度 = $(\text{根の発病度} \times 0.2) + (\text{茎の発病度} \times 0.8)$

第3表 立枯病簡易検定法によるサツマイモ品種別収穫時土壌の発病度

栽培品種	試験区	発病度		総合発病度
		根	茎	
ベニアズマ	米ぬか100kg	100	95	96
	米ぬか500kg	100	100	100
	クロピク	20	0	4
	無処理	100	100	100
べにはるか	米ぬか100kg	100	88	90
	米ぬか500kg	100	84	87
	クロピク	20	0	4
	無処理	100	96	97
高系14号	米ぬか100kg	100	100	100
	米ぬか500kg	100	88	90
	クロピク	24	0	5
	無処理	100	100	100
パープルスイートロード	米ぬか100kg	100	96	97
	米ぬか500kg	100	96	97
	クロピク	36	4	10
	無処理	100	92	94

注) 試験には, 「パープルスイートロード」を1区5株供試した。

発病度及び総合発病度は, 第2表の注に同じ。

IV 考 察

サツマイモ立枯病に対する黒ボク土への米ぬか施用効果を明らかにするため, 抵抗性の異なる県内栽培品種を用い, 本病発生圃場における現地試験を実施した。その結果, 植付け前の米ぬか土壌混和处理では, 各品種とも無処理区に比べて立枯病の被害が少なく, 金磯 (1998) が砂土で行った結果と同様に, 黒ボク土においても米ぬか施用による立枯病の発病抑制効果が確認された。ただし, クロルピクリン剤のマルチ畦内処理では, 各品種とも塊根への発病は見られず, 本剤に比べると米ぬか土壌混和处理による防除効果は劣った。

米ぬか土壌混和处理による品種別の立枯病の被害は, 「ベニアズマ」が最も少なく, 次いで「べにはるか」, 「パープルスイートロード」, 「高系14号」の順で, 立枯病抵抗性の品種特性 (吉永, 2007) と同じような差異が認められ, 抵抗性の強い品種ほど, 米ぬか施用による立枯病の発病抑制効果が高いことが明らかとなった。また, 抵抗性の比較的強い「ベニアズマ」や「べにはるか」では, 米ぬか施用によって, 無処理やクロルピクリン剤処理に比べて総いも重が増加し, 肥料の効果も認められた。

金磯・米本 (2003) は, 砂土への米ぬか施用量を 0～1,000kg/10a 範囲の 10 水準としたポット試験において, 20～100kg/10a までは施用量が増えるほど立枯病の発病抑制効果が高くなり, それ以上では若干上昇するがほとんど変わらなかったことから, 100kg/10a 施用が実用的と報

告している。本試験では, 黒ボク土の現地圃場において, 米ぬか施用量を 100kg/10a, 500kg/10a の 2 水準に設定した結果, 立枯病に対する発病抑制効果は, 施用量の多い後者が明らかに高く, 金磯・米本 (2003) が砂土で行った結果と異なり, 実際の圃場における処理であれば, 500kg/10a 施用の発病抑制効果がより高いと考えられた。この米ぬか 500kg/10a 施用では, 「べにはるか」の A 品重は多かったが, 「ベニアズマ」の A 品重は窒素過多の影響と考えられる形状不良によって少なかった。「ベニアズマ」のように耐肥性の高い品種では, 茎葉が過繁茂状態でも塊根は肥大するが, 大いもや条溝, 裂開などの生理障害が発生しやすく, 食味も劣ることが多い。また, 植付け前に未熟堆肥や米ぬかななどを多量に施用すると, サツマイモの生育障害を招きやすいとされている (猪野, 2006)。このため, 「ベニアズマ」における実用上の米ぬか施用量は, 金磯・米本 (2003) が示した量と同程度で, 本県における現地施用量の 100～200kg/10a とすることが望ましいと考えられた。また, 「べにはるか」の米ぬか施用量については, 食味を含めた品質などを考慮して, 再検討が必要と考えられた。

一方, 「高系14号」及び「パープルスイートロード」については, 米ぬか 100kg/10a 施用によって, 塊根の発病がやや抑えられたが, 立枯病の影響による塊根着生数の減少が著しく, 大きく減収した。また, 米ぬか 500kg/10a 施用によって, 立枯病の発病抑制効果は高まったが, クロルピクリン剤処理に比べて, その効果が不十分で収量も少なかった。したがって, 立枯病に弱い「高系14号」及び

「パープルスイートロード」では、米ぬか施用のみで立枯病の被害を抑えることは困難であり、クロルピクリン剤を併用する条件で、施用量の検討が必要と考えられた。

立枯病の簡易検定法によるポット試験では、米ぬか施用後 19 日の植付け時土壌において、施用量 100kg/10a 及び 500kg/10a とともに、立枯病の発病抑制効果が認められ、特に後者の効果が高く、現地圃場試験の結果と一致した。しかし、米ぬか施用後 140 日の収穫時土壌では、その施用量あるいは栽培品種の持つ抵抗性の強弱にかかわらず、その発病抑制効果は認められなかった。金磯・米本（2003）は、「高系 14 号」（なると金時）を用いた試験において、米ぬか施用後 27 日の植付けでも、立枯病の発病抑制効果は認められたが、施用後翌日の植付けに比べると、その効果は低下したと報告している。したがって、米ぬか施用による本病の発病抑制効果は、施用量の多少にかかわらず、施用後の経過日数が増すにつれて低下し、立枯病に強い品種を用いても、その効果は施用時の 1 作のみに止まると考えられた。

V 摘 要

サツマイモ立枯病に対して、抵抗性の異なる県内栽培品種を用い、黒ボク土における米ぬか施用によって、本病に対する発病抑制効果を明らかにした。

1. 米ぬか施用による土壌混和处理では、クロルピクリン剤による土壌消毒に比べて、立枯病の防除効果は劣るものの、その発病抑制効果は認められた。
2. 米ぬか施用による品種別の立枯病の被害は、「ベニアズマ」が最も少なく、次いで「べにはるか」、「パープルスイートロード」、「高系 14 号」の順で、品種間差異が認められた。

3. 立枯病の発病抑制効果は、米ぬか 100kg/10a 施用に比べて、500kg/10a 施用で高かった。しかし、「ベニアズマ」では塊根の形状不良の発生などが懸念されるため、現地の 100～200kg/10a 施用が実用的と考えられた。
4. 米ぬか施用後の植付け時土壌では、立枯病の発病抑制効果が認められた。しかし、収穫時土壌では、米ぬか施用量及び栽培品種の違いにかかわらず、立枯病の発病抑制効果が認められず、その効果は施用時の 1 作のみに止まった。

VI 引用文献

- 後藤孝雄・広谷 弘（1991）ジャガイモそうか病に対する有機物資材施用の発生抑制効果。九州病虫研報。37：217（講要）。
- 猪野 誠（2006）野菜の施肥と栽培。根茎菜・芽物編。pp.102－105。農文協。東京。
- 金磯泰雄（1998）各種資材のサツマイモ立枯病に対する発生抑制効果とこれら資材の併用によるクロルピクリン剤施用量の低減化。徳島農試研報。34：14－22。
- 金磯泰雄・米本謙悟（2003）でんぷん、米ぬかの土壌（砂土）への施用（混和）による土壌微生物相の変化とサツマイモ立枯病の発生および他の有機質資材の発病抑制効果。徳島農研報。1：25－32。
- 尾松直志・鳥越博明・外菌幸夫（2000）ジャガイモそうか病防除有機質資材投入後の土壌微生物相の変化。九州病虫研報。46：145（講要）。
- 高野幸成・雨宮昭彦・猪野 誠（2006）ウイルスフリー化処理によるサツマイモ立枯病の品種抵抗性の低下。関東病虫研報。53：29－33。
- 吉永 優（2007）品種の特性と選択。農業技術体系作物編。第 5 巻サツマイモ基礎編。追録第 29 号。pp.70。農文協。東京。

Inter-cultivar Differences in Suppression of Sweet Potato Soil Rot Disease by Rice Bran Application to an Andosol

Yukinari TAKANO and Makoto INO

Key words : Andosol, resistant cultivar, rice bran, sweet potato soil rot disease

Summary

We investigated the incidence of sweet potato soil rot disease after rice bran application to an Andosol. We also identified inter-cultivar differences in the disease-suppressive effect of the rice bran.

1. Sweet potato soil rot disease was controlled by rice bran application, but the effect was smaller than that of soil disinfection by chloropicrin.
2. The disease-suppressive effect of the rice bran differed among cultivars. Disease incidence was lowest in 'Beniazuma', followed by 'Beniharuka'. Disease incidence was high in 'Purple Sweet Lord' and 'Koukei 14'.
3. The incidence of sweet potato soil rot was lower at a rice bran application rate of 5,000 kg ha⁻¹ than at 1,000 kg ha⁻¹. However, at the higher rate the tuberous root of 'Beniazuma' was poorly shaped. We concluded that the standard application rate (1,000 to 2,000 kg ha⁻¹) was appropriate.
4. Without rice bran reapplication after the first crop, the disease suppressive effect did not persist, irrespective of the rate of application of the rice bran or the type of sweet potato cultivar.