硫黄資材または耐病性系統によるキクイモ白絹病の抑制効果

松本雄一^{1,2*}・内田将太³・福本有香³・金屋紗弥³・平野彩夏³・渡邊啓一^{1,2}

¹ 佐賀大学農学部附属アグリ創生教育研究センター 847-0021 佐賀県唐津市松南町

² 佐賀大学プロジェクト研究所 840-8502 佐賀市本庄町

³ 佐賀大学農学部 840-8502 佐賀市本庄町

Suppressing Effect of Sulfur Materials or Disease-resistant Lines against Southern Blight of Jerusalem Artichoke

Yuichi Matsumoto^{1,2*}, Syouta Uchida³, Yuka Fukumoto³, Saya Kanaya³,
Ayaka Hirano³ and Keiichi Watanabe^{1,2}

¹ Center for Education and Research in Agricultural Innovation, Faculty of Agriculture, Saga University,
Syonan-cho, Karatsu, Saga 847-0021

² Saga University Project Laboratories, Honjyo-machi, Saga 840-8502

³ Faculty of Agriculture, Saga University, Honjyo-machi, Saga 840-8502

Abstract

Methods for suppressing southern blight of Jerusalem artichoke were examined. The growth of the pathogen in the medium and disease index of Jerusalem artichoke were both suppressed at pH 8 and above. Among fungicides registered for use on vegetables, sulfur agents suppressed growth of the pathogen in the medium. A suppressing effect was observed in the soil medium containing sulfur fertilizers. When Jerusalem artichokes were cultivated in soils containing sulfur fertilizers, the crops exhibited fewer symptoms. Additionally, mortality rates caused by southern blight during field cultivation were reduced with the application of sulfur fertilizers. On comparing disease resistance between two Jerusalem artichoke lines, Mitsuse conventional and Sunflower-potato, during field cultivation, the Sunflower-potato line exhibited lower mortality rates. These results suggest that sulfur fertilizers and the disease-resistant line, Sunflower-potato, may be used to suppress southern blight during cultivation. As sulfur fertilizers and resistant strains can be used in combination, an effect to suppress southern blight in Jerusalem artichokes might be expected.

Key Words : fertilizer, fungicide, resistance, sulfur

キーワード : 肥料, 硫黄, 殺菌剤, 抵抗性

緒 言

地域特産農作物のキクイモ (*Helianthus tuberosus* L.) はキク科ヒマワリ属の多年草で、福岡県や熊本県、島根県などで盛んに栽培が行われている (日本特産農産物協会, 2019)。キクイモ栽培における重要課題として *Sclerotium rolfsii* による白絹病 (野島, 1941) が挙げられる。本病はネギやピーマン、ダイズ、ヤマノイモなどでも見られる多犯性の土壌病害で (福井ら, 1981; 草場ら, 2001; 高木ら, 2000)、高温条件での発生が多い (権藤, 1961)。このため、西日本など温暖な産地では被害が多発している。近年は機

能性などの面からキクイモの様々な加工品が開発され (石黒・横田, 2018; 高山ら, 2016)、需要の拡大に伴い生産量の増加や安定化が求められている。このため、減収の要因となる白絹病への対策は急務である。

白絹病に対してはピーマンなど他の作物では太陽熱土壌消毒 (福井ら, 1981) や圃場の湛水 (Tanaka ら, 1994)、酸度矯正 (高木ら, 2000) による防除法が報告されているが、作付面積が広いキクイモ圃場では太陽熱消毒は困難であり、また圃場への湛水も畑地圃場では困難である。酸度の矯正は石灰施用により可能であるが、キクイモ栽培での防除効果は不明である。また、ネギなどの多くの作物では殺菌剤による防除が行われており、トルクロホスメチル水和剤やフルアジナム粉剤などが登録されている (佐古, 1996)。一方でキクイモは、これまで「いも類」に対して作物群登録されている農薬のみしか使用できず、白絹病に対して使用可能な殺菌剤はない状況であった。近年、農林水産省消費・安全局農産安全管理課長通知 (2019) により

2020年6月12日 受付. 2020年9月4日 受理.
本研究の一部は文部科学省・地 (知) の拠点整備事業「コミュニティ・キャンパス佐賀アクティベーション・プロジェクト」により実施した。
本報告の一部は園芸学会令和2年度春季大会で発表した。
* Corresponding author. E-mail: yumatsu@cc.saga-u.ac.jp

「野菜類」に対して作物群登録されている農薬も使用できるようになったものの、これらの中に白絹病に対して適用がある剤は含まれていない。しかしながら、適用がない病害であっても防除効果を有する事例はあり(窪田ら, 2002), 「野菜類」作物群に登録のある殺菌剤の中に白絹病に効果を有するものが存在する可能性がある。

また、硫黄を主成分とする肥料や土壌改良剤などの資材はジャガイモ圃場での酸度矯正(仲川ら, 2002)などに用いられるが、この硫黄成分は硫黄蒸気や、硫黄還元物による殺菌作用を有しており(平林・切貫, 1958), 古くから農薬の成分としても使用されている(大田, 2013)。白絹病菌に対しても菌核の形成阻害効果(Chetら, 1966)が報告され、ジャガイモでは硫黄を含む肥料を施用することで土壌病害である *Rhizoctonia* 属菌による病害が抑制されている(Klikockaら, 2005)。このため、キクイモ圃場への硫黄資材の施用により白絹病に対する抑制効果が見られる可能性がある。さらに、タイ王国ではキクイモの白絹病防除に耐病性系統が利用されている(Sennoiら, 2012)。国内では耐病性系統の評価・選抜はされていないものの、耐病性系統が見られればその利用による防除が期待できる。

そこで、本研究ではキクイモ生産において白絹病に対して産地で実用可能な応急的な防除方法を検討するため、酸度矯正や「野菜類」作物群に適用のある殺菌剤および硫黄資材による白絹病の抑制効果について調査を行った。さらに、佐賀県内で栽培されている系統について耐病性を調査し、安定生産に向けた知見とした。

材料および方法

1. pH調整培地および培土における白絹病抑制効果(実験1)

0.1N および 1N 濃度の水酸化ナトリウム溶液または塩酸により pH4.0, 5.0, 6.0, 7.0 および 8.0 に調整したショ糖加用ジャガイモ煎汁寒天(PSA)培地を作成し、直径 9 cm のプラスチックシャーレに 20 mL ずつ加えた。白絹病菌は草場ら(2001)により佐賀県内の圃場から分離された *Sclerotium rolfsii* (MAFF 238637) を用いた。菌株を PSA 培地で培養し、菌糸伸長部を直径 1 cm のコルクボーラーで打ち抜き菌叢ディスクを作成した。各 pH に調整した培地の中央に置床し、26°C のインキュベーター内で 3 日培養した後、菌叢の直角に交わる 2 方向の直径から平均値を求めた。1 試験区当たり 10 枚調査した。

pH 矯正培土として、ピートモスに粉状消石灰を混和し pH (H₂O) 4.7, 6.5, 8.4 の 3 段階に矯正したものをを用いた。キクイモ系統には佐賀市三瀬地域の在来系統を用いた。種イモをタキイ育苗培土(タキイ種苗(株))を詰めた育苗箱に伏せこみ、23°C のインキュベーター内で育苗した。草丈が 7 cm から 10 cm に成長した苗を、pH 矯正培土を充填した直径 10.5 cm のポリポットに移植した。移植後 3 日目に渡邊・本橋(2005)の方法により株元土壌に先と同様の

菌叢ディスク片を埋め込むことで接種した。キクイモに近縁のヤーコンでは終日照明条件による管理が行われており(丹羽ら, 2002), キクイモポット栽培の予備実験においても 20°C から 28°C の終日照明下で生育が良好であったこと、白絹病菌は終日照明により菌核形成が促進される(植原ら, 1969)ことから、23°C 終日照明下で 2 週間維持した後、渡邊ら(2006)の方法に基づき 3 段階の発病指数(0: 健全, 1: 株が萎凋, 2: 枯死)により評価し、次の式により発病度を求めた。発病度 = Σ (発病指数別調査数 × 指数) ÷ (全調査数 × 2) × 100。1 試験区当たり 5 株 5 反復調査した。

また、産地圃場の pH と比較するため、福岡県、佐賀県、熊本県および山口県内 8 市町のキクイモ圃場 16 地点(第 1 表)より、作付け前の土壌を採取した。採取は、各圃場の対角線上の 5 か所から深さ 10 cm ~ 20 cm の土壌をスコップにより行い、風乾後に 2 mm メッシュの篩を通して均質化し、常温で保存した。風乾土に 5 倍量の蒸留水を加え、30 分間振盪した後 pH メーターで測定した。これらの圃場では、その後のキクイモ栽培期間中の白絹病発生状況も確認した。

2. 殺菌剤添加培地における白絹病菌生育抑制効果(実験2)

「野菜類」に対して作物群登録のある殺菌剤として、炭酸水素ナトリウム・銅水和剤、炭酸水素カリウム水和剤、銅水和剤、脂肪酸グリセリド乳剤、水和硫黄剤(水和剤)、水和硫黄剤(フロアブル剤)を用いた。また、対照としてネギなどの白絹病に登録があるトルクロホスメチル水和剤を用いた。「野菜類」作物群登録殺菌剤はラベルに記載されている所定の倍率に、トルクロホスメチル水和剤は 1,000 倍希釈になるよう PSA 培地に添加した(第 2 表)。殺菌剤を添加した PSA 培地は、0.1N および 1N 濃度の水酸化ナトリウム溶液または塩酸により pH5.6 に調整した後、直径 9 cm のプラスチックシャーレに 20 mL ずつ加えた。菌接種は実験 1 の pH 調整培地と同様に行った。実験 1 と同様 26°C のインキュベーター内で 3 日間培養し、菌叢の直径を調査した。1 試験区当たり 10 枚調査した。

3. 硫黄資材添加培地および培土における白絹病抑制効果(実験3)

培地に添加する硫黄資材として肥料登録されている液状単体肥料(硫黄)(硫黄 22%, (株)リーフサイド)を用い、PSA 培地に硫黄濃度が 0.1%, 0.2% および 0.5% になるよう添加した。また、対照として硫黄を含まない PSA 培地も作成した。培地の pH はいずれも 5.6 に調整した。直径 9 cm のプラスチックシャーレに 20 mL ずつ加え、実験 1 と同様に菌接種および培養を行い、菌叢の直径を調査した。1 試験区当たり 10 枚調査した。

培土に添加する硫黄資材として、同じく肥料登録されている微粉硫黄 99.7% 製剤(細井化学工業(株))を用いた。220 g 乾土のタキイ育苗培土を詰めた直径 13.5 cm のポリポットに硫黄資材を 0.5 g および 1.0 g 混和した。また、対

照として硫黄資材を混和しない培土も設けた。それぞれの培土に三瀬在来系統の種イモを伏せ込み、27°Cの培養室内で草丈15 cm程度に成長させた。その後、実験1と同様に株元土壌に菌叢ディスク片を埋め込み、25°C終日照明下で2週間維持した。実験1と同様に発病指数を評価し発病度を求めた。1試験区当たり5株5反復調査を行った。

4. 白絹病菌汚染圃場における硫黄資材の施用効果 (実験4)

栽培は、前年度に白絹病でキクイモが全株枯死した佐賀大学農学部附属アグリ創生教育研究センター (佐賀市) の汚染圃場 (普通灰色低地土) で行った。2018年5月9日に基肥として $N:P_2O_5:K_2O=8:8:8$ ($kg \cdot 10a^{-1}$) を全面全層施用し、さらに硫黄資材区には微粉硫黄99.7%製剤を $60 kg \cdot 10a^{-1}$ 全面全層施用した。その後、直ちに耕耘を行った。2018年4月17日にタキイ育苗培土を詰めた直径12 cmのポリポットに種イモを伏せ込み、温室内で育苗を行い、5月10日に株間100 cm、畝間150 cmで定植を行った。畝は平畝とし、1畝15株で2畝配置した。両区の間には3 mの緩衝地帯を設けた。定植1か月後から3か月後となる6月10日、7月10日および8月10日に地上部が完全に枯死した株数を計測し、枯死株率を求めた。1試験区当たり30株定植し、すべての株を調査した。

5. 白絹病菌汚染圃場におけるキクイモ系統の耐病性比較 (実験5)

キクイモ系統として実験1, 3, 4で用いた三瀬在来系統のほか、佐賀県内で新たに生産されているサンフラワーポテト系統を用いた。実験4の硫黄資材無施用区と同様に汚染圃場での栽培および枯死株率の調査を行った。両系統ともに30株定植し、すべての株を調査した。

6. 硫黄資材の施用がキクイモの収量に及ぼす影響 (実験6)

圃場中の白絹病菌の影響を排除するため、プランターでのキクイモ栽培を行った。プランターはエアースクエアプランター400 (幅38.5 cm, 奥行38.5 cm, アイリスオーヤマ (株))、培土はタキイ育苗培土を用いた。硫黄資材区へは、微粉硫黄99.7%製剤を $60 kg \cdot 10a^{-1}$ の施用量にするため、プランター ($0.15 m^2$) 当たり9 gを施用した。2019年6月24日に各プランターに苗を1株定植し、2020年2月1日に収穫を行った。水洗後に塊茎重量を測定した。栽培は佐賀大学農学部附属アグリ創生教育研究センター (佐賀県唐津市) で行い、屋外のコンクリート舗装上にプランターを設置した。各区8株栽培した。

結 果

1. pH調整培地および培土における白絹病抑制効果

pH4.0から7.0の培地における培養3日後の白絹病菌叢の直径は6.4 cmから6.2 cmの範囲であり、いずれのpHでも有意な差は見られなかった (第1図)。一方pH8.0の培地での直径は6.0 cmであり、pH4.0と比べて有意に抑制されていた (第1図)。pH矯正培土では、pH4.7および6.5での発病度はそれぞれ17および15で有意な差は見られな

第1図 培地 pH の違いが白絹病菌叢の伸展に及ぼす影響
異なる英小文字間には Tukey 法により 5%水準で有意な差があることを示す
図中の垂線は標準誤差を示す (n=10)

第2図 培土 pH の違いがキクイモ苗の白絹病発病度に及ぼす影響
異なる英小文字間には Steel-Dwass 法により 5%水準で有意な差があることを示す
図中の垂線は標準誤差を示す (n=5)

かったが、pH8.4の培土では発病度8であり、pH4.7および6.5の培土に対して有意な抑制効果が見られた (第2図)。産地圃場16地点の土壌pHは5.1から7.4の範囲で、平均は6.4であった (第3図)。これらの圃場では、その後の栽培においていずれも白絹病の発生が見られた (第1表)。

2. 殺菌剤添加培地における白絹病菌生育抑制効果

殺菌剤無添加の培地では菌叢直径が6 cm以上に伸展したのに対して、白絹病に適用のあるトルクロホスメチル水和剤は当初の1 cmのまま伸展せず、生育抑制効果が確認できた (第2表)。「野菜類」作物群に適用のある殺菌剤では、炭酸水素ナトリウム・銅水和剤、炭酸カリウム水和剤、銅水和剤、脂肪酸グリセリド乳剤では殺菌剤無添加培地と同様に6 cm以上に伸展が見られた。一方、水和硫黄剤 (フロアブル剤) および水和硫黄剤 (水和剤) ではそれ

第3図 各産地のキクイモ生産圃場の土壌pHの分布

第1表 土壌pH調査を行ったキクイモ産地

県名	市町別の採取地点および白絹病発病地点数
福岡県	筑紫野市 (1/1) ² , 築上町 (6/6)
佐賀県	佐賀市 (3/3), 唐津市 (1/1), 吉野ヶ里町 (1/1)
熊本県	熊本市 (1/1), 山鹿市 (2/2)
山口県	宇部市 (1/1)

² () の数字は白絹病発病地点数/採取地点数

ぞれ直径2.7 cm, 1.9 cmであり, トルクロホスメチル水和剤ほどではないものの無添加や他の殺菌剤に対して有意な生育抑制効果が見られた(第2表)。

3. 硫黄資材添加培地および培土における白絹病抑制効果

硫黄を含まない培地では, 培養後の菌叢の直径は実験2の殺菌剤無添加培地と同様6 cm以上であった(第4図)。一方, 液状単体肥料(硫黄)を添加した培地では, 硫黄濃度0.1%, 有意に菌叢の伸長が抑えられ, 0.2%および0.5%ではより高い生育抑制効果が見られた(第4図)。これらのことから, 液状単体肥料(硫黄)の添加によっても殺菌剤と同様の効果が認められ, 実験2と同じ硫黄濃度0.1%

第4図 培地中の硫黄濃度が白絹病菌叢の伸長に及ぼす影響
異なる英小文字間には Tukey 法により 5%水準で有意な差があることを示す
図中の垂線は標準誤差を示す (n=10)

以上で効果を有することが示唆された。直径13.5 cmのポリポット内の培土で栽培したキクイモの発病度は, 硫黄資材を混和しない場合は55であったのに対し, 硫黄資材0.5 gおよび1.0 gの混和ではそれぞれ33および25であり, 硫黄資材の混和により発病度が有意に低下した(第5図)。

4. 白絹病菌汚染圃場における硫黄資材の施用効果

定植1か月後の枯死株率は無施用圃場が23%であったのに対して硫黄資材の施用圃場は10%であり, 枯死株率が有意に抑制された。定植2か月後の7月も有意に抑制されていた。定植3か月後の8月の枯死株率は無施用の33%に対して施用は23%であり10%低かったものの, 有意差は見られなかった(第6図)。

5. 白絹病菌汚染圃場におけるキクイモ系統の耐病性比較

定植1か月後の枯死株率はキクイモ三瀬在来系統の23%に対してサンフラワーポテト系統は3%であり, 枯死株率が抑制された。定植後2か月後, 3か月後においても三瀬在来系統の枯死株率はそれぞれ27%, 33%であったの

第2表 培地中の添加農薬の違いが白絹病菌叢の伸長に及ぼす影響

添加農薬・一般名	商品名	希釈倍率	有効成分および濃度	希釈後の成分濃度 (ppm)	菌叢直径 (cm)
炭酸水素ナトリウム・銅水和剤	ジーファイン水和剤	750 倍	炭酸水素ナトリウム 46.0% 無水硫酸銅 30.0%	613 400	6.6±0.20 ² a ^y
炭酸カリウム水和剤	カリグリーン水和剤	800 倍	炭酸水素カリウム 80.0%	1000	6.6±0.14 a
銅水和剤	Z ボルドー水和剤	500 倍	塩基性硫酸銅 58.0%	1160	6.5±0.14 a
脂肪酸グリセリド乳剤	サンクリスタル乳剤	300 倍	脂肪酸グリセリド 90.0%	2700	6.8±0.16 a
水和硫黄剤 (水和剤)	サンケイクムラス	400 倍	硫黄 79.2%	1980	1.9±0.08 c
水和硫黄剤 (フロアブル剤)	イオウフロアブル	500 倍	硫黄 52.0%	1040	2.7±0.17 b
トルクロホスメチル水和剤	リゾレックス水和剤	1000 倍	トルクロホスメチル 50.0%	500	1.0±0 d
無添加	—	—	—	—	6.7±0.16 a

² 平均値±標準誤差 (n=10)

^y 異なる英小文字間には Tukey 法により 5%水準で有意な差があることを示す

第5図 培土中の硫黄資材の含量がキクイモ苗の白絹病発病度に及ぼす影響
異なる英小文字間にはSteel-Dwass法により5%水準で有意な差があることを示す
図中の垂線は標準誤差を示す (n=5)

第6図 圃場への硫黄資材施用の有無が白絹病によるキクイモ枯死株の発生割合に及ぼす影響
同一調査日の異なる英小文字間にはFisherの正確検定により5%水準で有意な差があることを示す

に対し、サンフラワーポテト系統は13%, 17%であり、いずれの月もサンフラワーポテト系統が有意に低く推移した(第7図)。

6. 硫黄資材の施用がキクイモの収量に及ぼす影響

1株当たりの収量は硫黄資材施用区では195g, 無施用区では193gであり, 硫黄資材の施用の有無による有意差は見られなかった(第3表)。

考 察

本研究ではpH4.0から8.0の培地における菌叢の伸展およびpH4.7から8.4の培土でのキクイモ苗の発病度を指標として調査を行った。その結果, 培地および培土のいずれもpH8以上で有意な抑制効果が見られた(第1, 2図)。高

第7図 キクイモ系統の違いが白絹病によるキクイモ枯死株の発生割合に及ぼす影響
同一調査日の異なる英小文字間にはFisherの正確検定により5%水準で有意な差があることを示す

第3表 硫黄資材の施用がキクイモの収量に及ぼす影響

試験区	株当たり収量 (g)
硫黄施用区	195.3±8.3 ^z
無施用区	192.5±6.3
分散分析	n.s. ^y

^z 平均値±標準誤差 (n=8)

^y 分散分析により n.s. は有意差なし

木ら(2000)では, ピーマンの白絹病はpHを6.5以上にすることで抑制できるとしている。しかしながら, キクイモではpH6.5の培土でも有意な抑制効果は見られなかった。ピーマンではpH4から6の範囲の産地圃場のうち, 白絹病が見られたのは40%以下であったが(高木ら, 2000), キクイモではpH5.1から7.4の産地圃場のすべてで白絹病が見られており(第1表), ピーマンよりも白絹病に罹病しやすいものと思われる。このため, 酸度矯正による発病抑制のためにはpH8.4以上のより強アルカリ性土壌にする必要が考えられた。しかしながら産地圃場の平均的な土壌pHは6.4で(第3図), pHを平均2以上高める酸度矯正のためには, 通常の石灰施用に加えさらに多量の石灰が必要となる。石灰の過剰施用は, ホウ素やマンガンなどの微量元素の吸収を妨げ欠乏症を招く(山内, 1979)。ホウ素はキクイモの生育における重要な要素(Samyら, 2015)であり, 過剰な酸度矯正により収量などへの影響が懸念されることから, 産地での酸度矯正による白絹病の抑制は困難と考えられる。

殺菌剤添加培地での白絹病菌叢の伸展は, 水和硫黄剤添加時にはトルクロホスメチル水和剤ほどではないものの滅菌蒸留水や他の殺菌剤と比べて有意な抑制効果が見られた(第2表)。これまで, 水和硫黄剤の白絹病に対する効果は報告されていないが, 主成分である硫黄は白絹病菌の菌核の形成を阻害するため(Chetら, 1966), 硫黄の効果によ

り菌叢の伸展抑制効果が見られたものと考えられる。本研究で用いた水和硫黄剤（フロアブル剤）は有効成分として硫黄が52%含まれており、培地中の含有率は約0.1%、水和硫黄剤（水和剤）は硫黄が79.2%含まれ、培地中の含有率は約0.2%である（第2表）。この2剤の中では水和硫黄剤（水和剤）添加培地の方が有意に高い効果を示しており（第2表）、硫黄濃度の差が白絹病菌叢の伸展距離の差として反映されたものと考えられる。これらの結果から、水和硫黄剤は白絹病に対して抑制効果を示すこと、その濃度として硫黄成分濃度0.1%で有意な効果が見られ、さらに0.2%の方がより効果が高まることが示唆された。

今回効果が見られた硫黄成分は、株元施用が可能な肥料にも含まれている。液状単体肥料（硫黄）を添加した培地でも殺菌剤添加培地の結果と同様、硫黄成分濃度0.1%で有意な抑制効果が見られた。また、硫黄成分濃度0.2%および0.5%でより高い効果が見られた（第4図）。これらのことから、肥料による硫黄成分の添加によっても殺菌剤と同様の効果が認められ、殺菌剤と同様の硫黄成分濃度0.1%で効果を有することが示唆された。また、硫黄成分濃度0.2%および0.5%濃度ではより高い効果を示したことから、実用上は硫黄成分濃度0.2%以上が望ましいと考えられた。

220 g 乾土の培土が充填された直径13.5 cmのポリポットに、硫黄資材として微粉硫黄99.7%製剤を0.5 gまたは1.0 g 混和したキクイモ栽培においても白絹病の発病が抑制された（第5図）。この際の培土中の硫黄成分濃度は、0.2%および0.5%であり、先の培地で効果が見られた濃度と同様のものであった。これらのことより、硫黄資材の施用により培地中の白絹病菌叢の伸展だけでなく、キクイモにおける発病も抑制できることが示唆された。

この結果を基に、白絹病汚染圃場において微粉硫黄99.7%製剤を施用した栽培試験を行った。先の直径13.5 cmのポリポットの土壌表面積は 0.0014 m^2 であり、この面積に対する微粉硫黄99.7%製剤の施用量0.5 gおよび1 gを 10 a あたりに換算すると、 35 kg および 70 kg になる。また、微粉硫黄99.7%製剤のラベルに記載されている畑作での標準的な施用量は $60 \text{ kg} \cdot 10 \text{ a}^{-1}$ とされている。このため、ポット試験で効果が見られた 35 kg から 70 kg の範囲であり、かつ畑作での標準的な施用量でもある $60 \text{ kg} \cdot 10 \text{ a}^{-1}$ を本研究での施用量として発病の推移を観察した。この結果、施用時の枯死株率は定植後1か月目および2か月目では有意な抑制効果が見られ、3か月目においても枯死株率は10%程度抑制されていた（第6図）。このことより、圃場条件でも硫黄資材の施用によりキクイモ白絹病の抑制が期待できると考えられた。今回の施用量は硫黄成分では $59.8 \text{ kg} \cdot 10 \text{ a}^{-1}$ である。

硫黄は過剰施用による影響はほとんど見られず、むしろ多くの作物では収量や品質が増加している（Kilkockaら、2005）。仲川ら（2002）は表層腐植質黒ボク土のジャガイ

モ圃場に対して硫黄成分で $76 \text{ kg} \cdot 10 \text{ a}^{-1}$ 施用しているが、生育や収量への影響は見られていない。硫黄成分として $59.8 \text{ kg} \cdot 10 \text{ a}^{-1}$ 相当量を施用したキクイモのプランター栽培においても、施用の有無により収量への影響は見られなかった（第3表）。これらのことから、今回の施用量では、キクイモの生育に対する影響はほとんどないと思われる。

本試験では、白絹病菌汚染圃場への硫黄資材の施用により枯死株の割合は低下したものの20%以上は枯死することから（第6図）、より一層の対策が必要と考えられる。硫黄資材の施用と併用できる抑制法として耐病性系統の利用が挙げられる。佐賀県内で栽培されている2系統の耐病性比較では、圃場での定植後1か月目から3か月目に当たる6月から8月にかけての枯死株率は、サンフラワーポテト系統が三瀬在来系統よりも13%から30%程度低い結果であり、有意な差も見られた（第7図）。タイ王国での耐病性系統（Sennoiら、2012）とは検討条件が異なるため直接の耐病性比較はできないが、サンフラワーポテト系統は三瀬在来系統より高い耐病性を有している可能性が考えられた。これまで、国内のキクイモ系統では白絹病に対する耐病性は報告がなかった。今回の調査では佐賀県内の2系統の比較であるが、全国では多くの系統が栽培または自生しているため（木村・我妻、1997）、このほかにも耐病性を有する系統が存在する可能性がある。耐病性系統と硫黄資材や水和硫黄剤との併用により、白絹病の抑制効果を高めることができるかもしれない。今後これらの併用による抑制効果を明らかにするとともに、硫黄資材の施用による機能性成分や食味などへの影響を確認していく。

摘 要

キクイモ栽培における重要課題である白絹病の抑制技術について検討を行った。培地での白絹病菌叢の伸展程度および培土でのキクイモ発病度は、いずれもpH8以上の条件で抑制効果が見られた。一方、「野菜類」作物群に登録のある殺菌剤を添加した培地では、水和硫黄剤の2剤で菌叢の伸展が抑制された。土壌混和が可能な資材のうち水和硫黄剤の主成分である硫黄を含む肥料においても培地での菌叢伸展の抑制および培土でのキクイモ発病度の抑制効果が見られた。この硫黄資材を汚染圃場に施用したキクイモ栽培においても生育中の白絹病による枯死株率は低下した。さらに、系統間での耐病性の比較においては、三瀬在来系統よりもサンフラワーポテト系統の方が枯死株率は低く、耐病性を有していると考えられた。これらの結果から、キクイモ栽培において硫黄資材の施用と耐病性系統を併用することで、キクイモ白絹病に対する抑制効果を高められる可能性が考えられた。

引用文献

Chet, I., Y. Henis and R. Mitchell. 1966. The morphogenetic

- effect of sulphur-containing amino acids, glutathione and iodoacetic acid on *Sclerotium rolfsii* Sacc. J. Gen. Microbiol. 45: 541–546.
- 福井俊男・小玉孝司・中西喜徳. 1981. 太陽熱とハウス密閉処理による土壌消毒法について IV 露地型被覆処理による土壌伝染性病害虫に対する適用拡大. 奈良農試研報. 12: 109–118.
- 権藤道夫. 1961. 土壌病原菌の土壌生態学的研究: 第4報 白絹病菌に対する土壌諸要素の影響. 鹿児島大農学報. 10: 23–27.
- 平林成志・切貫武代司. 1958. 硫黄の殺菌的意義 (予報). 兵庫農科大学研究報告. 農芸化学編. 3: 130–132.
- 石黒浩二・横田 聡. 2018. 焙煎によるキクイモ中のポリフェノールおよびイヌリンへの影響. 食科工誌. 65: 7–14.
- 木村正義・我妻正迪. 1997. 青森県及び山形県におけるきくいもの収穫. 植探報. 13: 15–19.
- Klikocka, H., S. Haneklaus, E. Bloem and E. Schnug. 2005. Influence of sulfur fertilization on infection of potato tubers with *Rhizoctonia solani* and *Streptomyces scabies*. J. Plant Nutr. 28: 819–833.
- 窪田昌春・柳澤幸雄・我孫子和雄. 2002. キャベツに適用できる殺菌剤の黒すす病防除効果. 関西病虫研報. 44: 1–5.
- 草場基章・松田久美子・佐藤豊三・田中欽二・八重樫博志. 2001. ヤマノイモに発生した白絹病 (新称). 佐賀大農彙報. 86: 57–66.
- 仲川晃生・高木道信・菅 康弘・中村吉秀・迎田幸博. 2002. ジャガイモそうか病の発生に及ぼす硫黄資材の効果. 九州病虫研報. 48: 18–23.
- 日本特産農産物協会. 2019. 特産農作物の生産実績. 地域特産作物 (工芸作物, 薬用作物及び和紙原料等) に関する資料 (平成29年産). p. 1–9. <http://www.jsapa.or.jp/pdf/Acrop_Jpaper/nousakumotuchousah29.pdf>
- 丹羽 勝・新井健臣・藤田和史・丸橋 亘・井上栄一・月橋輝男. 2002. ヤーコンの葉片培養による植物体再分化. 園学雑. 71: 561–567.
- 野島友雄. 1941. 甘藷及菊芋に発生を見たる二, 三の病害に就て. 日植病報. 11: 38–39.
- 農林水産省消費・安全局農産安全管理課長通知. 2019. 農薬の適用病害虫の範囲及び使用方法に係る適用農作物等の名称について. 平成31年3月29日付け30消安第6281号. <https://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_touroku/attach/pdf/index-53.pdf>
- 大田博樹. 2013. 日本の農業産業技術史—農薬のルーツを探訪する—. 日本農薬学会誌. 38: 161–166.
- 佐古 勇. 1996. ネギ白絹病に対する水田転換畑における薬剤防除効果. 関西病虫研報. 38: 65–66.
- Samy, M. M., N. A. Mohamed and M. G. A. El-Aziz. 2015. Effect of boron, copper and humic acid treatments on vegetative growth, yield and storability of Jerusalem artichoke tubers. J. Product and Dev. 20: 325–342.
- Sennoi, R., S. Jogloy, W. Saksirirat, T. Kesmala, N. Singkham and A. Patanothai. 2012. Levels of *Sclerotium rolfsii* inoculum influence identification of resistant genotypes in Jerusalem artichoke. African J. Microbiol. Res. 6: 6755–6760.
- 高木 廣・岩本 豊・久野託靖・西口真嗣・田端恵子・西野 勝・平岡幹朗. 2000. ピーマン白絹病の発生実態と石灰質資材施用による発病抑制. 関西病虫研報. 42: 45–46.
- 高山清子・山本英樹・祝園秀樹・藤田依里・喜田珠光・大浦晋一・水谷政美. 2016. キクイモを原料とした焼酎の製造. 宮崎工技セ・宮崎食開セ研報. 61: 65–67.
- Tanaka, K., H. Mizokami, T. Motomura and M. Inada. 1994. Effect of soil submerging on the sclerotial survival of *Sclerotium rolfsii*. Bull. Fac. Agr., Saga Univ. 76: 87–93.
- 植原一雄・有村光生・白石 義. 1969. 白絹病菌の菌核形成に及ぼす光の影響. 鹿児島大農学報. 19: 67–72.
- 渡邊 健・本橋みゆき. 2005. ペニバナインゲンに発生した白絹病 (新称) およびリゾクトニア根腐病 (新称). 関東東山病虫研報. 52: 19–23.
- 渡邊 健・柴田夏実・本橋みゆき. 2006. ペニバナインゲンの白絹病およびリゾクトニア根腐病に対する簡易な薬剤防除. 関東東山病虫研報. 53: 1–4.
- 山内益夫. 1979. ホウ素に関する作物栄養学的研究. 鳥取大農研報. 31: 37–91.