

ショウガ褐色しみ病の防除体系の確立

林 一沙

Development of a control system for brown rhizome rot of ginger

Kazusa HAYASHI

要 約

高知県では、施設栽培によるハウスショウガ (*Zingiber officinale* Rosc.)栽培が盛んである。根茎表面に褐色斑点を形成する病害として、*Musidium stromaticum*によるショウガ褐色しみ病が近年報告されたが、発生生態および伝染経路は未だ不明であり、防除対策も検討されていない。本研究では、種根茎から褐色しみ病菌が分離されたことから、種根茎が伝染源である可能性が示唆された。露地圃場および施設圃場でベノミル水和剤とトリフルミゾール水和剤それぞれの効果試験を行ったところ、いずれの試験においても実用レベルの防除効果を示した。また、ベノミル水和剤とトリフルミゾール水和剤の交互処理を行っても、高い防除効果が得られたことから、これらの薬剤を防除体系に組み込むことで、問題となっている褐色しみ病による施設栽培ショウガの品質低下を防ぐことができると考えられた。

キーワード： ショウガ、施設栽培、*Musidium stromaticum*、有効薬剤

はじめに

ショウガ (*Zingiber officinale* Rosc.)は高知県の主要品目であり、2021年のショウガ栽培面積は432ha、生産量は16,100tと全国シェアの42.1%を占めた⁶⁾。通常、露地栽培ショウガは4月に定植後、11月に収穫され、貯蔵される。一方、施設栽培ショウガは、露地栽培ショウガの根茎を種として使用し、11~12月に定植後、3~5月にかけて収穫されるため、栽培期間が短い。施設栽培のショウガはハウスショウガと呼ばれ、露地栽培ショウガと比較して根茎表面の色が白いことが特徴である。*Musidium stromaticum*によって引き起こされるショウガ褐色しみ病は、施設栽培されたハウスショウガの根茎表面に褐色斑点を形成する病害として近年報告された³⁾。地上部では病徴が認められないため、生育期間中の発病に気づきにくく、収穫や出荷調整時に初めて病徴が確認されることから、高知県内の施設栽培

ショウガ産地で問題となっている。一方、露地栽培ショウガの根茎は褐色かつ、土が付着したまま貯蔵されるため、病害が発覚する事例が少なく、あまり問題になっていない。本病は、筆者の知る限りでは世界で初めて病害として報告されたため、未だ詳しい発生生態および伝染経路は明らかにされておらず、防除対策も検討されていない。そこで、本病に対する薬剤の防除効果を検討した。また、伝染経路を推定するため、種根茎における感染を調査したので報告する。さらに、本試験では、ショウガいもち病に登録のあるベノミル水和剤と、ショウガ白星病に登録のあるトリフルミゾール水和剤の褐色しみ病への効果を明らかとし、これら薬剤を用いた防除体系の確立を目指した。

材料および方法

1. 薬剤防除試験(場内圃場試験)

1) 耕種概要

試験は、2021年に高知県農業技術センター(農技セ)内の露地圃場で、2022年に農技セ内の施設圃場で計2回行った。どちらも土佐一(系統名)を用い、それぞれ前年の11月に高知市および香南市で収穫されたのち、13℃で貯蔵されていたものを用いた。2021年は植付け前に元肥として土壌(N:P:K=8:10:8)を500kg/10a施用し、4月12日に、畝幅130cm、株間45cm、1条植えで定植した。2022年は、間口8mのパイプハウスに、植付け前に元肥として土壌を400kg/10a施用し、4月14日に、畝幅80cm、株間40cm、1条植えで定植した。

2) 薬剤処理と区制

2021年と2022年のいずれの試験においても、ベノミル水和剤(ベノミル 50.0%)処理区とトリフルミゾール水和剤(トリフルミゾール 30.0%)処理区を設けた。供試薬剤の1,000倍希釈液を調製し、300L/10aの割合で株全体が十分濡れるように背負式バッテリー噴霧機を用いて散布した。なお、薬剤処理を行わない無処理区を設けた。2021年は8月26日(草丈約50cm)と9月29日(草丈約80cm)の計2回処理を行った。1区あたり3.5㎡(幅1.3m×2.7m)、6株、3連制とした。2022年は6月6日(芽がすべて出揃った頃)、7月6日(草丈約50cm)、8月18日(草丈約80cm)の計3回処理を行った。1区あたり3.2㎡(0.8m×4.0m)、10株、3連制とした。

3) 調査

2021年は最終薬剤処理44日後の11月12日に株を掘り取り、全株(6株)の根茎を対象に、発病程度を次の発病指数別に調査した。調査結果から発病株率および発病度を算出し、防除価は発病度の平均値より算出した。

発病指数 0: 発病を認めない, 1: 病斑面積は根茎の表面積に対して3%未満, 2: 同3~13%未満, 3: 同13~25%未満, 4: 同25%以上~

発病度 = $\Sigma(\text{発病指数} \times \text{発病指数別株数}) \div (\text{調査株数} \times 4) \times 100$

防除価 = $(1 - \text{処理区発病度} \div \text{無処理区発病度}) \times 100$

2. 薬剤防除試験(現地圃場試験)

1) 耕種概要

高知市の現地施設圃場10aで試験を行った。土佐一(系統名)を用い、2022年11月に土佐市で収穫されたのち、13℃で貯蔵されていたものを用いた。2023年11月8日に株間22cm、2条植えで定植した。

2) 薬剤処理

2023年12月8日(芽がすべて出揃った頃)にベノミル水和剤を、2024年1月15日(草丈80cm)にトリフルミゾール水和剤を、2月15日にベノミル水和剤を圃場全体に処理した。供試薬剤の1,000倍希釈液を



図1 ショウガ褐色しみ病の指数別の症状

注)左図は指数1を、右図は指数2を示す。赤丸は症状を示す。

表1 農薬によるショウガ褐色しみ病の防除試験結果(場内 2021 年)

供試験薬	希釈倍率	連制	調査株数	指数別発病株数					発病株率 (%)	発病度	防除価
				0	1	2	3	4			
ベノミル水和剤 ベノミル 50.0%	1000倍	I	6	1	4	1	0	0	83.3	25	71.2
		II	6	2	3	1	0	0	66.7	20.8	
		III	6	2	4	0	0	0	66.7	16.7	
		平均							72.2	20.8	
トリフルミゾール水和剤 トリフルミゾール 30.0%	1000倍	I	6	1	5	0	0	0	83.3	20.8	69.3
		II	6	3	2	1	0	0	50	16.7	
		III	6	1	3	2	0	0	83.3	29.2	
		平均							72.2	22.2	
無処理		I	6	0	0	2	2	2	100	75	
		II	6	0	0	1	4	1	100	75	
		III	6	0	1	2	1	2	100	66.7	
		平均							100	72.2	

調製し、300L/10a を株全体が十分濡れるように動力噴霧機を用いて散布した。栽培期間中にベノミル水和剤とトリフルミゾール水和剤以外の薬剤による防除は行わなかった。なお、圃場の一部に、薬剤処理を行わない無処理区 10.0 m² (2.0m×5.0m) を設けた。

3) 調査

4月10日に株を掘り取り、処理区、無処理区とも50株の根茎を対象に、次の発病指数別(図1)に調査し、発病株率を算出した。防除価は発病株率の平均値より前述に従い算出した。

発病指数 0：発病を認めない，1：病斑面積は根茎の表面積に対して20%未満，2：同20%以上～

発病度 = $\Sigma(\text{発病指数} \times \text{発病指数別株数}) \div (\text{調査株数} \times 2) \times 100$

3. 種根茎からの褐色しみ病菌の分離

2回の場内試験および現地試験に用いた種根茎の分離を行った。それぞれ10個を水で洗浄し、根茎表面に褐色斑点が認められる部位から小片を取り、70%エタノールに30秒間、2%次亜塩素酸ナトリウム水溶液に

60秒間浸漬して表面殺菌した後、2%ブドウ糖加用ジャガイモ煎汁寒天(PDA)培地に置き、25℃で2週間静置した。2週間後、生育したコロニーを観察し、褐色しみ病菌の有無を判別した。

結果

1. 農業技術センター内圃場における防除試験

2021年の露地栽培の試験では、調査時の無処理区の発病株率は100%、発病度は72.2であった。一方、ベノミル水和剤処理区の発病株率は72.2%、発病度は20.8、防除価は71.2、トリフルミゾール水和剤処理区の発病株率は72.2%、発病度は22.2、防除価は69.3であった(表1)。

2022年の施設栽培の試験では、調査時の無処理区の発病株率は96.7%、発病度は35.8であった。一方、ベノミル水和剤処理区の発病株率は36.7%、発病度は9.2、防除価は74.3、トリフルミゾール水和剤処理区の発病株率は26.7%、発病度は6.7、防除価は81.3であった(表2)。

表2 農薬によるショウガ褐色しみ病の防除試験結果(場内 2022 年)

供試験薬	希釈倍率	連制	調査株数	指数別発病株数					発病株率 (%)	発病度	防除価
				0	1	2	3	4			
ベノミル水和剤 ベノミル 50.0%	1000倍	I	10	5	5	0	0	0	50	12.5	74.3
		II	10	7	3	0	0	0	30	7.5	
		III	10	7	3	0	0	0	30	7.5	
		平均							36.7	9.2	
トリフルミゾール水和剤 トリフルミゾール 30.0%	1000倍	I	10	8	2	0	0	0	20	5	81.3
		II	10	7	3	0	0	0	30	7.5	
		III	10	7	3	0	0	0	30	7.5	
		平均							26.7	6.7	
無処理		I	10	0	5	4	1	0	100	40	
		II	10	1	6	3	0	0	90	30	
		III	10	0	6	3	1	0	100	37.5	
		平均							96.7	35.8	

2. 現地施設圃場における防除試験

調査時の無処理区の発病株率は92.0%，薬剤処理区の発病株率は22.0%，防除価は76.1であった(表3)。

表3 農業によるショウガ褐色しみ病の防除試験結果
(現地)

試験区	調査株数	指数別発病株数			発病株率(%)	防除価
		0	1	2		
薬剤処理	50	39	11	0	22	76.1
無処理	50	4	35	11	92	

3. 種根茎からの菌の分離

農業技術センター内圃場試験および現地圃場試験に供試した種根茎から、ショウガ褐色しみ病菌が分離された(表4)。場内露地圃場の種根茎では10個中9個、場内施設圃場の種根茎からは10個中10個、および現地圃場の種根茎からは6個中4個から褐色しみ病菌が分離された。

表4 種根茎からのショウガ褐色しみ病菌の分離

調査年	試験圃場	種根茎 採取地	調査 根茎数	菌が分離 された根茎数
2021	農技セ	高知市	10	9
2022	農技セ	香南市	10	10
2023	高知市	土佐市	6	4

考 察

Plectosphaerellaceae 科には、*Musidium* 属以外に *Plectosphaerella* 属が含まれる⁴⁾。*Plectosphaerella* 属を病原体とする病害には、クルクマさび斑病やカラー斑点病がある。クルクマさび斑病では、球根の洗浄に加えて、出芽時にベノミル水和剤を株元散布すると防除効果が高まることが明らかとされた⁷⁾。また、カラー斑点病菌はテトラコナゾール液剤に対して高い感受性を示すことが報告された²⁾。これらを参考に、ショウガいもち病に適用のあるベノミル水和剤と、テトラコナゾール液剤と同じDMI剤かつショウガ白星病に適用のあるトリフルミゾール水和剤を、ショウガ褐色しみ病の防除に利用できる殺菌剤の候補に挙げた。農業技術センター内の露地および施設圃場で各薬剤の効果試験を行ったところ、いずれの試験においても実用レベルの防除効果を示し、ショウガ褐色しみ病の防除に利用可能であると考えられた。

生産現場では、耐性菌の発生を防ぐために、同系統の作用機序を示す薬剤の連続使用を避けることが望ましい。生産者圃場において、ベノミル水和剤とトリフルミゾール水和剤を交互に処理すると、高い防除効果が得られたことから、作用機序の異なるこれらの薬剤を防除体系に組み込むことで、産地で問題となっている褐色しみ病によるハウスショウガの品質低下を防ぐことができると考えられた。

2024年9月1日時点で、ベノミル水和剤とトリフルミゾール水和剤は、ショウガ褐色しみ病に適用拡大済みである。なお、褐色しみ病に対する登録農薬は上記2剤のみである。耐性菌の発生を防ぐために、今後、ベノミル水和剤とトリフルミゾール水和剤とは異なる作用機序で、褐色しみ病に対して高い効果を示す薬剤の適用拡大を行う必要がある。

多くの病害で、病原菌に汚染された種子が伝染源になることが知られている。ショウガ栽培では、露地圃場で成熟させて収穫した根茎を種として使用する。種根茎によって感染拡大する病害に青枯病や根茎腐敗病がある^{1),5)}。これらの病害では、外見上病徴が確認されない場合であっても、病原菌に感染した種根茎を使用することで被害が拡大することがある。本試験に用いた種根茎は、採取地が異なっていたにもかかわらず、いずれの試験においても褐色しみ病菌が多く分離された。また、調査時に本病が根茎で確認されたことから、本病は種根茎を介して伝染する可能性が高く、露地栽培ショウガにも広く褐色しみ病が発生している可能性が示唆された。健全な種根茎を確保することは重要だが、種根茎は土が付着したまま定植されるので、発病の有無を判断することは難しい。したがって、栽培期間中の薬剤による防除は非常に重要である。本病害について、今後はさらなる詳細な検討が必要であると考えられた。

利益相反の有無

著者は開示すべき利益相反はない。

引用文献

- 1) 一谷 多喜郎, 新須 利則 (1980). ショウガの根茎腐敗病をおこす *Pythium zingiberum* とその分布: 日本植物病理學會報 46(4): 435-441.
- 2) 宇佐見 俊行, 松原 千純, 海老原 克介 (2016).

- カラー斑点病の発生と仏炎苞の被害: 植物防疫 70 (1): 30-34
- 3) Kazusa Hayashi, Yuuri Hirooka, Tomoka Oki, Yoshifumi Shimomoto and Kazutaka Yano (2024). First report of brown rhizome rot of ginger (*Zingiber officinale*) caused by *Musidium stromaticum*: *Journal of General Plant Pathology*. 90:223-228.
- 4) Giraldo, A., and P. W. Crous. (2019) Inside plectosphaerellaceae.: *Studies in mycology* 92(1): 227-286.
- 5) 土屋 健一 (2008). 外来性レース系統によるショウガ科植物青枯病の発生と伝播: 植物防疫 62 (4): 72-75.
- 6) 農林水産省統計 (2022) 地域特産野菜生産状況調査. https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan_yasai/
- 7) 平野 哲司 (2007). クルクマさび斑病の防除: 関西病虫研報 49: 41-42

Summary

Kochi Prefecture has the largest cultivation area of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) in Japan. Brown rhizome rot caused by *Musidium stromaticum* was recently reported as a disease that causes brown lesions on the surface of rhizomes. However, the epidemiology of the disease is unknown, and no control measures are available. In this study, *M. stromaticum* was isolated from rhizomes used as seeds, suggesting that the disease may be transmitted by rhizomes. In a field and a greenhouse, tests of the efficacy of benomyl and triflumizole showed they were highly effective. Alternating treatments of benomyl and triflumizole were also highly effective in controlling the disease. Therefore, the use of these fungicides can prevent quality deterioration of ginger cultivated in greenhouses due to brown rhizome rot.

Key words : ginger cultivated in greenhouses, *Musidium stromaticum*, effective fungicides

