

和歌山県の露地栽培ショウガにおける根茎腐敗病の防除

菱池政志¹

和歌山県農業試験場

Control of Soft Rot in Open-field Cultivated Ginger in Wakayama Prefecture.

Masashi Hishiike

Wakayama Agricultural Experiment Station

緒 言

和歌山県のショウガ (*Zingiber officinale* Roscoe) 栽培において最も問題となる病害は、*Pythium myriotylum* Drechsler が引き起こすショウガ根茎腐敗病である。本病は種根茎伝染だけでなく、土壌や水を介して伝染するため、一旦ほ場に侵入すると一気にほ場全体に蔓延する可能性のある難防除土壌病害である。これまで本県における本病の対策は施設栽培を対象に検討されている(衛藤ら, 2013; 一谷, 1980; 一谷・新須, 1981a) が、露地栽培については知見がなく、防除対策の確立が求められていた。

本病の防除薬剤として長年使用されてきた土壌消毒剤である臭化メチルくん蒸剤が 2012 年末をもって全廃された。その代替技術として、臭化メチル代替くん蒸剤による種根茎定植前の土壌消毒、定植後の防除(以下、生育期防除)、耕種的防除を組み合わせた体系防除が開発された(森田, 2012; 森山, 2012)。このうち、生育期防除は発病前からの予防的な防除が効果的であるとされているが(森山, 2013)、防除開始時期は例年の初発時期を基に決定しており、実際の感染時期は考慮されていない。そこで、筆者は、本病の生育期防除の効果向上を目的に、露地栽培における本菌によるショウガ根茎への感染リスクが高い期間を、5月下旬から9月中旬であると推定した(菱池, 2021)。

本研究では、推定された感染リスクの高い期間に生育期防除剤を処理することで、十分な防除効果を得ることができるか検証した。また、本病は土壌伝染性病害であることから、定植前の土壌消毒が必須の作業となっているため、定植前の土壌消毒と生育期防除を組み合わせた体系防除の防除効果も併せて検証した。

材料および方法

1. 人工汚染ほ場

以下の試験は、和歌山県農業試験場内に設けた人工汚染ほ場で行った。V8 ジュース液体培地で 25℃、80 回転/分で 3 週間振とう培養した根茎腐敗病菌(2015 年に和歌山市のショウガから分離)を、滅菌砂と十分混和して接種源とした。2018 年 2 月 27 日に農業試験場内の露地ほ場(水田転換畑)に

¹現在：和歌山県果樹試験場うめ研究所

混和接種した。

2. 生育期防除試験（試験1）

2018年5月1日、人工汚染ほ場に200g程度の重量に分割した種根茎（品種「土佐一」）を、株間40cm、2条千鳥植えて定植した。処理区は、生育期前半2回区、生育期前半2回+降雨前区、2週間隔区、3週間隔区、4週間隔区および無処理区とした。なお、生育期前半2回+降雨前区の降雨前の処理日は、前回の処理から2週間以上が経過かつ天気予報（気象庁）で降雨が予想される前日を基準とした。処理日および処理薬剤は表1のとおりとした。出芽期から収穫期まで、定期的に地上部の発病を肉眼で調査した。地上部の発病は、偽茎が倒伏し、簡単に引き抜けるものを発病偽茎と判断した。偽茎の発病が確認された株は、調査時に株ごと除去した。残った株は12月3日、4日に収穫し、根茎（地下部）の発病を調査した。生育期の地上部調査から収穫時の地下部調査までの累積発病株数から発病株率を算出した。防除価は発病株率から算出した。1区12株、3反復とした。

表1 処理日と処理薬剤

| 処理区 | 処理日と処理薬剤 | | | | | | |
|-------------|----------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 生育期前半2回 | 5/23 | 6/4 | | | | | |
| | Cy | Az/Me | | | | | |
| 生育期前半2回+降雨前 | 5/23 | 6/4 | 6/19 | 7/2 | 7/27 | 8/23 | |
| | Cy | Az/Me | Cy | Az/Me | Cy | Az/Me | |
| 生育期2週間隔 | 5/23 | 6/4 | 6/19 | 7/2 | 7/18 | 7/27 | 8/14 |
| | Cy | Az/Me | Cy | Az/Me | Cy | Az/Me | Am |
| 生育期3週間隔 | 5/23 | 6/13 | 7/2 | 7/23 | 8/14 | | |
| | Cy | Az/Me | Cy | Az/Me | Cy | | |
| 生育期4週間隔 | 5/23 | 6/13 | 7/9 | 8/6 | | | |
| | Cy | Az/Me | Cy | Az/Me | | | |

注) Cy: シアゾファミドフロアブル 500倍 1L/m²

Az/Me: アゾキシストロビン・メタラキシルM粒剤 18kg/10a

Am: アミスルブロム顆粒水和剤 2,000倍 1L/m²

3. 土壌消毒と生育期防除の体系防除試験（試験2）

2018年3月18日に、人工汚染ほ場にダズメット粉粒剤30kg/10aをバスこまき（アグロカネショウ）を用いて処理し、混和した。0.05mm厚ポリフィルムで被覆した後、適量かん水した。4月19日に被覆を除去し、ガス抜きを十分行った。2018年5月1日に、試験1と同様に種根茎を定植した。処理区は、土壌消毒+生育期前半2回区、土壌消毒+生育期前半2回+降雨前区、土壌消毒+2週間隔区、土壌消毒+3週間隔区、土壌消毒+4週間隔区、土壌消毒のみ区および無処理区とし、無処理区は試験1と共通とした。生育期防除の処理日および処理薬剤は表1のとおりとした。調査は試験1と同様に行った。

結 果

1. 生育期防除試験（試験1）

結果を表2に示した。無処理区の初発は7月10日で、発病株率は82.9%であった。生育期2週

間隔区の防除価が 82.3 と最も高く、生育期前半 2 回+降雨前区がそれに次いだ。生育期前半 2 回区、生育期 3 週間隔区および生育期 4 週間隔区は防除効果が認められなかった。また、処理間隔が短いほど初発が遅れる傾向であった。

表 2 生育期防除の防除効果

| 処理区 | 反復 | 調査株数 | 累積発病株数 | | | | | | | | | | 発病株率(%) | 防除価 |
|-------------|-----|------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|---------|------|
| | | | 7/上 | 7/中 | 7/下 | 8/上 | 8/中 | 8/下 | 9/上 | 9/中 | 9/下 | 12/上 | | |
| 生育期前半2回 | I | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9.1 | |
| | II | 8 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 50.0 | |
| | III | 11 | 0 | 0 | 3 | 8 | 10 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 100 | |
| | 計 | 30 | 0 | 0 | 3 | 9 | 13 | 15 | 16 | 16 | 16 | 16 | 53.3 | 35.6 |
| 生育期前半2回+降雨前 | I | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | II | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 18.2 | |
| | III | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 3 | 5 | 6 | 7 | 58.3 | |
| | 計 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 3 | 5 | 8 | 9 | 26.5 | 68.1 |
| 生育期2週間隔 | I | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | II | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 45.5 | |
| | III | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 計 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 14.7 | 82.3 |
| 生育期3週間隔 | I | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 5 | 7 | 58.3 | |
| | II | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 7 | 10 | 10 | 90.9 | |
| | III | 11 | 0 | 0 | 0 | 3 | 7 | 7 | 7 | 9 | 9 | 10 | 90.9 | |
| | 計 | 34 | 0 | 0 | 0 | 3 | 8 | 9 | 11 | 21 | 24 | 27 | 79.4 | 4.2 |
| 生育期4週間隔 | I | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 5 | 5 | 62.5 | |
| | II | 9 | 0 | 0 | 2 | 3 | 3 | 5 | 6 | 6 | 6 | 7 | 77.8 | |
| | III | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8 | 9 | 9 | 81.8 | |
| | 計 | 28 | 0 | 0 | 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | 17 | 20 | 21 | 75.0 | 9.5 |
| 無処理 | I | 12 | 0 | 0 | 2 | 3 | 4 | 8 | 9 | 10 | 10 | 10 | 83.3 | |
| | II | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 5 | 6 | 7 | 7 | 63.6 | |
| | III | 12 | 1 | 1 | 6 | 10 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 100 | |
| | 計 | 35 | 1 | 1 | 8 | 13 | 20 | 25 | 26 | 28 | 29 | 29 | 82.9 | |

2. 土壌消毒と生育期防除の体系防除試験（試験 2）

結果を表 3 に示した。無処理区の初発は 7 月 10 日で、発病株率は 82.9% であった。土壌消毒のみ区では 8 月下旬から発病が認められ、防除価は 64.5 であった。土壌消毒+生育期前半 2 回+降雨前区、土壌消毒+生育期 2 週間隔区、土壌消毒+生育期 3 週間隔区で発病が認められなかった。

表3 土壌消毒と生育期防除の体系防除の防除効果

| 処理区 | 反復 | 調査 株数 | 累積発病株数 | | | | | | | | | | 発病株 率(%) | 防除価 | |
|----------------------|-----|----------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------------|------|------|
| | | | 7/上 | 7/中 | 7/下 | 8/上 | 8/中 | 8/下 | 9/上 | 9/中 | 9/下 | 12/上 | | | |
| 土壌消毒 +生育期前半2回 | I | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 89.0 |
| | II | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | III | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 30.0 | | |
| | 計 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 9.1 | | |
| 土壌消毒 +生育期前半2回+降雨前 | I | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | |
| | II | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | III | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | 計 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 土壌消毒 +生育期2週間隔 | I | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | |
| | II | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | III | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | 計 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 土壌消毒 +生育期3週間隔 | I | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | |
| | II | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | III | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | 計 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 土壌消毒 +生育期4週間隔 | I | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8.3 | 93.3 | |
| | II | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | III | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8.3 | | |
| | 計 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5.6 | | |
| 土壌消毒のみ | I | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 70.0 | 64.5 | |
| | II | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | III | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 25.0 | | |
| | 計 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 | 5 | 6 | 10 | 29.4 | | |
| 無処理 | I | 12 | 0 | 0 | 2 | 3 | 4 | 8 | 9 | 10 | 10 | 10 | 83.3 | 82.9 | |
| | II | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 5 | 6 | 7 | 7 | 63.6 | | |
| | III | 12 | 1 | 1 | 6 | 10 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 100 | | |
| | 計 | 35 | 1 | 1 | 8 | 13 | 20 | 25 | 26 | 28 | 29 | 29 | 82.9 | | |

考 察

試験1では、感染リスクが高いと推定された期間に、異なる防除間隔で生育期防除剤を処理し、防除効果を検討した。生育期防除剤には、現地での使用実績から、シアゾファミド水和剤およびアゾキシストロビン・メタラキシルM粒剤を主に使用した。無処理区の発病株率が82.9%と多発生条件の中、生育期2週間隔区では、防除価が82.3と高い防除効果が認められた。このことから、既報(菱池, 2021)で感染リスクが高いと推定した期間に生育期防除を行うことで、高い防除効果が得られることが確認された。山崎・森田(2012)は、薬剤を処理したポット植栽ショウガに病原菌の遊走子を接種して発病を調べる方法で、生育期防除剤の残効期間を検討しており、シアゾファミド水和剤1,000倍・3L/m²、アゾキシストロビン・メタラキシルM粒剤18kg/10aともに、処理1週間後の接種で発病が認められず、処理2週間後で防除効果が低下することを報告している。本研究では、シアゾファミド水和剤の処理分量がやや少ないが、両剤とも1~2週間の残効期間が期待でき、2週間隔区で防除効果が認められたと考えられた。一方、生育期前半2回散布区、生育期3週間隔区および4週間隔区では防除効果が認められなかった。生育期前半2回区は、初期防除に重点を置いて労力およびコスト削減を狙って設けた区であるが、今回の結果から感染リスクが高い期間中は防除を継続する必要があると考えられた。また、上述の山崎・森田(2012)の結果から、生育

期3週間隔区および4週間隔区では処理間隔が残効期間よりかなり長くなるため、防除効果が認められなかったと考えられた。本病は水媒伝染し、大雨や台風等で発病が助長される危険性が高まる(山崎・森田, 2012)。また, Kim et al., (1997) は, グロースチャンバーを用いた試験において, 90%以上の相対湿度や土壌水分がほ場容水量の80%以上の条件で病斑の拡大が促進されると報告している。このため, 生育期前半2回+降雨前区を設けたところ, 生育期2週間隔区には劣ったものの防除効果が認められ, 降雨前処理は有効な処理方法と考えられた。

土壌伝染する本病では土壌消毒が必須の作業として定着していることから, 試験2では土壌消毒と試験1と同様の生育期防除を組み合わせ、防除効果を検討した。土壌消毒のみ区は3反復中1反復で生育期間中に地上部に発病が認められた。発病が認められた区は, 土壌消毒時のビニル被覆の周縁部に位置し, 消毒効果が劣った可能性がある。また, 土壌消毒のみでは二次伝染を抑えることができないため, 初発後発病が広がり, 防除価がやや低くなったと考えられた。ただし, 初発が無処理区と比べて約2か月遅れたことから, 土壌消毒により土壌中の病原菌密度は大きく低下していたと考えられた。土壌消毒と生育期防除を組み合わせた区では, 土壌消毒+生育期前半2回+降雨前区, 土壌消毒+2週間隔区および土壌消毒+3週間隔区で, 発病が認められなかった。また, 土壌消毒+生育期前半2回区と土壌消毒+4週間隔区で, 収穫調査時に発病(根茎の褐変)が認められたが, いずれの区も生育期間中に地上部に病徴は現れず, 高い防除効果が認められた。試験1で防除効果が認められなかった処理に土壌消毒を組み合わせることで, 高い防除効果が得られたことから, 土壌消毒の防除効果の高さが推察される。しかし, 土壌消毒のみで完全に発病を抑えることは難しく, 生育期の予防的な防除を組み合わせることで防除効果を高めることができると考えられた。

森田(2012)は, アゾキシストロビン・メタラキシルM粒剤もしくはシアゾファミド水和剤を6月下旬から3週間隔で計5回散布することを, 森山(2013)は, シアゾファミド水和剤を7月中旬から3週間隔で計3回散布することを提案している。いずれも本病の例年の初発時期から生育期防除の開始時期を決定している。森山(2013)は, ダゾメット粉粒剤による土壌消毒と上記の生育期防除の体系防除で防除価が58.1であったと報告している。ほ場の条件や汚染程度, 気象条件が異なるため単純に比較できないが, 本研究では同様のダゾメット粉粒剤による土壌消毒と3週間隔の生育期防除で発病が認められなかった。このことは, 実際の感染期間を考慮して防除時期を決定することの重要性を示していると考えられた。

以上の結果, 既報(菱池, 2021)で推定した感染リスクの高い期間に生育期防除を行うことの有効性が確認された。また, この期間に2週間隔で生育期防除を行うと高い防除効果が得られることがわかった。一方で, 必須の作業である定植前の土壌消毒の効果が高いため, 土壌消毒と組み合わせることで生育期防除の防除間隔を長くできる可能性が示された。また, 一谷・新須(1981b)は本病の既発生ほ場の周辺土壌に病原菌が残存していることを報告しており, 筆者もこの事象を確認している(データ未発表)。このため, 本病の既発生ほ場で栽培する場合や周辺ほ場で本病の発生が認められる場合は, 大雨によるほ場外からの汚染土壌の流入や, 農機や人の出入りによる汚染土壌の持ち込みの危険性がある。定期的な生育期防除は, このような生育期中の病原菌の汚染対策にもなると考えられる。

摘 要

ショウガ根茎腐敗病に対して効率的な生育期防除を行うため、既報で推定した病原菌の感染リスクが高い期間に生育期防除を行うことで高い防除効果が得られることを確認した。また、土壌消毒と生育期防除を組み合わせることでより高い防除効果が得られた。

1. 5月下旬から9月中旬の感染リスクの高い期間に、2週間隔で生育期防除剤を処理すると、生育期防除のみでも高い防除効果が得られた。また、生育期防除剤の降雨前処理は2週間隔の処理に次ぐ効果で、有効な処理方法であった。
2. 土壌消毒と生育期防除を組み合わせると、生育期防除のみより高い防除効果が得られた。

引用文献

- 衛藤夏葉・安井（大谷）洋子・間佐古将則・岡本晃久・島津 康. 2013. 施設ショウガ栽培におけるヨウ化メチルくん蒸剤の効果と処理条件. 和歌山農林水研報. 1 : 7-15.
- 菱池政志. 2021. 露地栽培ショウガにおけるショウガ根茎腐敗病菌の感染リスクが高い期間の推定. 関西病虫研報. 63 : 99-101.
- 一谷多喜郎. 1980. 連作ハウスにおける新ショウガの根茎腐敗病の防除. 関西病虫研報. 22 : 7-11.
- 一谷多喜郎・新須利則. 1981a. 連作ハウスにおけるショウガ根茎腐敗病菌の動向と根茎腐敗病の発生経過. 日植病報. 47 : 151-157.
- 一谷多喜郎・新須利則. 1981b. 連作ハウス周辺土壌からのショウガ根茎腐敗病菌 *Pythium zingiberum* の検出. 日植病報. 47 : 158-165.
- Kim, C. H., Yang, S. S. and Hahn, K. D. 1997. Ecology of ginger rhizome rot development caused by *Pythium myriotylum*. Korean J. Plant Pathol. 13 : 184-190.
- 森田泰彰. 2012. 高知県の露地ショウガ産地のための脱臭化メチル栽培マニュアルの開発. 植物防疫. 66 : 660-664.
- 森山美穂. 2012. 熊本県の露地ショウガ産地のための脱臭化メチル栽培マニュアル：これからのショウガは、四つの「C」で安定生産. 植物防疫. 66 : 665-670.
- 森山美穂. 2013. ショウガ根茎腐敗病に対する効果的で省力的な生育期の防除法. 植物防疫. 67 : 108-112.
- 山崎睦子・森田泰彰. 2012. ショウガ根茎腐敗病に対する各種殺菌剤の予防または治療効果の判定. 四国植防. 46 : 1-5.