

ミヨウガ根茎腐敗病に対する土壌くん蒸剤の効果

矢野和孝・竹内繁治
(高知県農業技術センター)

Effect of soil fumigants against *Pythium zingiberis*, which causes root rot in mioga (*Zingiber mioga*)

By Kazutaka YANO and Shigeharu TAKEUCHI
(Kochi Agricultural Research Center, 1100 Hataeda, Nankoku, Kochi 783-0023, Japan)

Root rot caused by *Pythium zingiberis* is the most serious and destructive disease on mioga produced in plastic greenhouses. Although the soil is fumigated as a control measure, the onset of disease often occurs at the beginning of the harvest season, causing great yield losses. Therefore, we examined the control effects of various kinds of soil fumigants against the disease. To investigate their use, we also examined the ability of the fumigants to disinfect in four soil layers, from the surface to 40 cm in depth. The results revealed that 1,3-dichloropropene (D-D), which was used as a nematicide, had almost the same sterilization and control effects as chloropicrin (CP). Methyl isothiocyanate was inferior to these two fumigants. A mixture of CP and D-D (CP + D-D) was superior to CP not only in disease control but also in weed control, especially against *Cyperus microiria*. To improve the sterilization by CP and CP + D-D in deeper soil layers, the depth, space and volume of fumigant point injection treatments were changed from 15 cm to 20 cm, 30 cm to 25 cm and 3.0 ml to 2.1 ml. The results revealed that this change allowed sterilization to a depth of 40 cm, which had not been achieved previously. However, the control effects of CP and CP + D-D were not improved remarkably in the field trial.

We confirmed that *P. zingiberis* existed in the 40-50 cm soil layer of infested fields. Then, we showed in a potted test that mioga, which was grown in the upper sterilized soil and isolated from the lower infested soil by a root-proof sheet, could easily become diseased. Based on this evidence, we concluded that mioga contracted the disease either after root elongation into unsterilized deep soil layers or after the movement of zoospores from unsterilized deep soil layers to sterilized upper layers.

緒 言

ミヨウガ (*Zingiber mioga* Rosc.) はショウガ科に属する宿根性の多年草で、その栽培方法には花序(花雷)を収穫する花ミヨウガ栽培と、幼茎を軟化させたものを得るミヨウガタケ栽培がある。主に露地で行われてきた花ミヨウガ栽培では、1970年頃から立枯性病害が発生し、その被害も甚大であったが、原因究明の結果、*Pythium zin-*

giberis M. Takahashiによる根茎腐敗病であることが明らかにされた(桂・谷岡, 1967)。本病の病原菌はショウガに発生するものと同一であるが、ショウガでは本病原菌が近年*P. myriotylum* Drechslerに改められており(鈴木ら, 2011)、ミヨウガの病原菌も将来は同様に処理されることが予想されている。本病は難防除病害と考えられており、露地では一度栽培を始めると改植することなく4~5年間は同じ株を用いることから、発病し始め

ると絶えず圃場内に病原菌が残存するため、防除は困難を極める。このため、主にメタラキシル粒剤などによる生育中の防除が実施されてきた（白石・贄田，1986；1987；1991；梅本ら，1984）。しかし、ミョウガの休眠に関する生理的性質が解明され、施設による周年栽培が可能となる（前田，1988）と、高温期に発病していた本病が冬期にも見られるようになり、本病に対する脅威がますます増加した。また、現在主流となった施設栽培では、毎年改植して同一圃場で連作することが増加し、土壤伝染を防止するために露地栽培ではあまり実施されていなかった土壤消毒による防除法が重要視されるようになった。

現在、ミョウガ根茎腐敗病に対して実用化されている土壤くん蒸剤は、クロルピクリン、ダゾメットなどで、現地ではクロルピクリンが最も効果が高いと認識されている。しかし、一度本病が発生した圃場の土壤をクロルピクリンでくん蒸処理したとしても、栽培途中で発病し始め、次々と起こる二次伝染によって大きな被害を受けているのが現状である。そこで、ミョウガ根茎腐敗病に対する各種土壤くん蒸剤の防除効果について検討するとともに、栽培途中で発病が見られるようになる原因についても究明し、より効果的な土壤くん蒸剤の施用方法について検討した。

なお、大阪府立大学の東條元昭博士には、本研究で用いた改変PARP培地および土壤からの根茎腐敗病菌の検出方法を御教授いただいた。ここにお礼申し上げます。

実験材料および方法

1. 病原菌の検出方法と接種ショウガ根茎の準備

土壤からの根茎腐敗病菌の検出は、以下の方法で行った。採集した土壤を4mmの篩に通し、その土壤50gを0.35%素寒天液250mlに入れ、ホモジナイザーで5分間攪拌後、その土壤溶液1mlを*Pythium*属菌の選択培地であるPARP培地（Jeffers and Martin, 1986）の改変培地（Corn meal agar 17g, 寒天23g, 水1000ml, ピマリシン5ppm, アンピシリン250ppm, リファンピシン10ppm, PCNB100ppm, ローゼベンガル2.5ppm）

上にコンラージ棒で広げ、34℃、24時間培養した。水道水の流水で培地表面の土壤を洗い流した後、培地表面の水滴がなくなる程度まで風乾させ、出現した根茎腐敗病菌の菌そう数を計数した。また、更に34℃、24時間培養後に菌そう数を再確認した。なお、調査には土壤当たりペトリ皿4または5枚を使用し、土壤1g当たりの菌数は、出現したペトリ皿1枚当たりの平均菌そう数÷0.2の算出式により求めた。

また、根茎腐敗病菌を接種したショウガ根茎の準備とそれからの病原菌の検出は、2004年5月に高知県須崎市のミョウガから分離した根茎腐敗病菌（菌株番号：No. 4-1）を供試菌株として用い、次のように実施した。すなわち、ショウガ根茎を5×5×40~60mmの大きさに切断し、水で湿らせたペーパータオルを敷いたプラスチック容器に並べ、その上にブドウ糖加用ジャガイモ煎汁寒天（PDA）平板培地上で25℃、2日間培養した供試菌株の菌そう片を置いて接種し、34℃で5日間培養した。これを土壤中に埋設し、くん蒸後に掘り出し、直径9cmのペトリ皿に2片ずつ離して入れた後、改変PARP培地を流し込んだ。34℃で2~6日間培養後に根茎腐敗病菌の生育の有無を調査し、検出率を求めた。

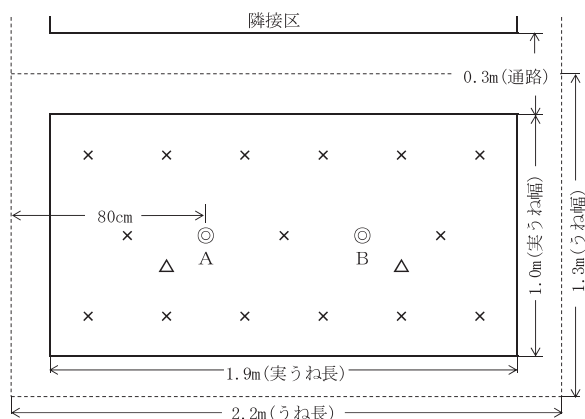
2. 病原菌の土壤深度別分布

2004年12月17日に高知県須崎市の圃場①の2カ所、2005年10月20日に同市の圃場②の2カ所および圃場③の1カ所で、ミョウガ根茎腐敗病が発生した地点の地表から10cm毎に60cmまで深さ別に土壤を採集し、それらから根茎腐敗病菌を検出した。

3. 土壤深度別に埋設した病原菌に対するくん蒸剤の効果

試験は、2007年に高知県農業技術センター内のハウスで2回実施した。1区当たりの面積は、2.86㎡（うね幅1.3m×うね長2.2m）、無反復とした。ただし25cm千鳥処理の場合には1区2.34㎡（1.2m×1.95m）とした。くん蒸処理の前日に深さ40cmの穴を掘り、当センター内のミョウガ根茎腐敗病発生圃場から採集した汚染土壤50gを不

織布で包み、深さ10, 20, 30および40cmの位置にそれぞれ埋設した。また、根茎腐敗病菌を接種したショウガ根茎の切片10個をまとめて不織布に包み、汚染土壌と同じ場所に埋設した。なお、埋設場所は第1図に示したように区の両端から80cmのくん蒸剤の点注地点の直下と点注地点から最も離れた場所のA, B 2ヶ所ずつ、合計4カ所とし（無処理区は1カ所）、深さ25cm以下は埋め戻す際に山中式土壤硬度計で3 kgf/cm²以上になるように足で踏み固めた。くん蒸処理後は、直ちに厚さ0.05mmのポリエチレンフィルムで被覆し、被覆除去後の耕耘によるガス抜きは実施しなかった。



第1図 くん蒸処理における30cm千鳥で点注した場所の見取り図

×, ◎: 点注場所, ◎: 点注直下の埋設調査場所, △: 点注最遠の埋設調査場所, 実うね幅と実うね長は通路幅を除いたものである

第1回目の試験は、2007年5月23日に実施し、クロルピクリン（商品名：南海クロルピクリン、成分量99.5%）および1,3-ジクロロプロペン（商品名：旭D-D、成分量97%）は3 ml/穴、メチルイソチオシアネート（商品名：トラベックサイド油剤、成分量20%）は4 ml/穴の割合で土壤注入器を用いて深さ15cmに30cm千鳥式で点注処理し、6月4日に被覆を除去した。6月11日に埋設物を掘り出して回収し、そこから病原菌の検出を行った。

第2回目の試験は、2007年11月6日にクロルピクリンおよびクロルピクリン・1,3-ジクロロプロペン（商品名：ソイリーン、成分量41.5%, 54.5%）によるくん蒸処理を実施した。いずれも土壤注入

器を用い、3 ml/穴の割合で深さ15cmに30cm千鳥式、または2.1ml/穴の割合で深さ20cmに25cm千鳥式で点注処理し、11月19日に被覆を除去した。11月26日に埋設物を掘り出して回収し、同様に病原菌の検出を行った。

4. くん蒸剤のミョウガ根茎腐敗病に対する効果

試験は、2006～2008年に当センター内のミョウガ根茎腐敗病汚染ハウス圃場で3回実施したが、第1回目および第2回目の試験では、発病のばらつきを少なくするために当センター内のミョウガ根茎腐敗病汚染圃場から土壌を採集し、土壌くん蒸前に8～10kg/区の割合で散布後に土壌混和して再汚染した。いずれのくん蒸剤処理区も、処理後直ちに0.05mm厚のポリエチレンフィルムで被覆し、無処理区も同様に被覆した。なお、被覆除去後の耕耘によるガス抜きは実施しなかった。いずれも1区当たりの面積は6.5m²（うね幅1.3m×うね長5m）、40株、2連制とした。ただし、第3回目の試験の25cm千鳥式点注処理の場合には、6.0m²（うね幅1.2m×うね長5m）とした。元肥には、くみあいCDU複合燐加安S555（15：15：15）を100kg/10a施用し、品種は‘夏ミョウガ’、栽植距離は株間22cm、条間20cm、2条千鳥植えとした。発病開始時から各区の全株を対象に適宜発病の有無を調査し、発病株率を算出した。

第1回目は、2006年3月17日にクロルピクリンおよびクロルピクリン・1,3-ジクロロプロペンを3 ml/穴、30cm千鳥式で深さ15cmに注入し、3月31日に被覆を除去した。定植は4月18日に行った。

第2回目は、2007年3月23日に1,3-ジクロロプロペンおよびクロルピクリンを3 ml/穴、30cm千鳥式で深さ15cmに注入し、4月6日に被覆を除去した。くん蒸時の試験圃場の土壤水分は、20.7%であった。定植は4月16日に実施した。

第3回目は、2008年3月18日にクロルピクリンおよびクロルピクリン・1,3-ジクロロプロペンを3 ml/穴、30cm千鳥式で深さ15cmまたは2.1ml/穴、25cm千鳥式で深さ20cmに注入し、4月2日に被覆を除去した。定植は4月10日に行った。くん蒸時の試験圃場の土壤水分は、26.2%

であった。また、5月8日に発生した雑草の種類と数を調査した。

5. 防根透水シートの敷設がミョウガ根茎腐敗病の発病に及ぼす影響

直径12cmのポリエチレンポットの下半分に当センター内のミョウガ根茎腐敗病発生圃場から採集した汚染土壌を詰め、ポリエステル製の防根透水シート (M-250, 帝人) を敷設したその上層に滅菌土を詰めた。6月29日に上層土にミョウガ(品種名: ‘夏ミョウガ’) を植付けた後、ガラス室内で頭上灌水にて管理し、適宜発病の有無を調査した。対照として、防根透水シートを用いない区、全層汚染土区、全層滅菌土区および全層滅菌土のミョウガが発芽した後の8月2日に汚染土壌を土壌表面に10g散布した区を設けた。なお、各区とも5鉢ずつ用いた。

実験結果

1. 病原菌の土壌深度別分布

圃場①の内、定植後早くから発病が見られた地点では、20cmの深さまでしか検出されなかったが、収穫開始後に発病した地点では調査を行った50cmの深さまで検出された。圃場②は収穫開始前と収穫最盛期の発病であったが、30~40cmの深さまで検出され、発病時期と検出深度はほとんど関係がなかった。収穫最盛期の発病であった圃場③は、40cmの深さまで検出された(第1表)。

2. 土壌深度別に埋設した病原菌に対するくん蒸剤の効果

試験1-1のクロルピクリンでは、調査した4

カ所中2カ所で深さ30~40cmまたは40cmの場所から病原菌が検出された。1,3-ジクロロプロペンでは、調査した4カ所のいずれからも深さ30~40cmまたは40cmの場所で病原菌が検出された。メチルイソチオシアネートも調査した4カ所のいずれからも検出されたが、効果の及ぶ深度は埋設物の種類によってやや異なった。すなわち、汚染土壌では深さ20cm以下または30cm以下の場所から病原菌が検出されたが、接種シヨウガ根茎では深さ10cmの浅い場所でも検出される場合があった。なお、いずれのくん蒸剤においても点注地点の直下と最遠地点では、いずれの埋設物においても検出頻度にほとんど差が認められなかった(第2表)。

試験1-2では、クロルピクリンを3ml/穴、深さ15cm、30cm千鳥式で点注処理した場合には、深さ30~40cmでは未殺菌部分が残った。これを2.1ml/穴、深さ20cm、25cm千鳥式に変更したところ、深さ40cmでも全く検出されなかった。クロルピクリン・1,3-ジクロロプロペンもほぼ同様の結果であった(第3表)。

3. くん蒸剤のミョウガ根茎腐敗病に対する効果

試験2-1では、クロルピクリン・1,3-ジクロロプロペン処理区で、クロルピクリン処理区よりも初発病時期が遅く、その後の発病もやや少なく推移した(第2図)。

試験2-2では、1,3-ジクロロプロペンの3ml/穴点注処理区で、クロルピクリン処理区よりも初発病時期がやや早かったが、その後の発病株率に大きな差はなく、ほぼ同等の防除効果が認められた(第3図)。

試験2-3では、クロルピクリン・1,3-ジクロ

第1表 ミョウガ圃場における土壌深度別根茎腐敗病菌の分布

圃場番号	調査地点	発病時期	採集土壌の深さ (cm)					
			0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
①	A	定植1ヶ月後頃	6.3 ^{a)}	2.5	nd	nd	nd	nd
	B	収穫開始後	112.5	43.0	43.0	45.0	38.0	—
②	C	収穫開始前	5.0	1.3	1.3	1.3	nd	nd
	D	収穫最盛期	3.5	8.8	3.8	nd	nd	nd
③	E	収穫最盛期	1.3	1.3	7.5	1.3	nd	nd

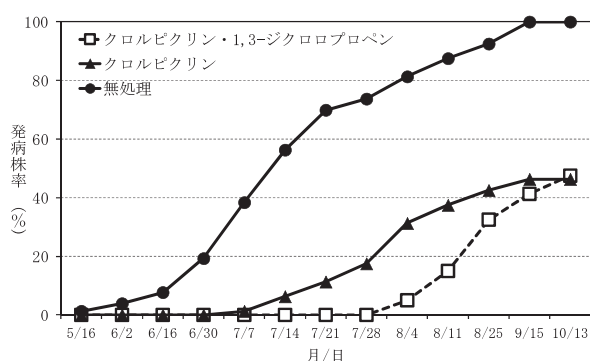
a) 数字は土壌1g当たりのミョウガ根茎腐敗病菌数。nd: 検出限界以下, —: 未調査

第2表 土壌中および罹病根茎中の根茎腐敗病菌に対する土壌くん蒸剤の土壌深度別効果 (試験1-1)

薬剤名 処理量	場所	深さ	点注直下		点注最遠	
			汚染土壌 ^{a)}	接種シヨウガ根茎 ^{b)}	汚染土壌 ^{a)}	接種シヨウガ根茎 ^{b)}
クロルピクリン 3 ml/穴	A	10cm	nd	0	nd	0
		20cm	nd	0	nd	0
		30cm	1	0	nd	0
		40cm	1	40	nd	0
	B	10cm	nd	0	nd	0
		20cm	nd	0	nd	0
		30cm	nd	0	nd	0
		40cm	nd	0	4	0
1,3-ジクロロプロペン 3 ml/穴	A	10cm	nd	0	nd	0
		20cm	nd	0	nd	0
		30cm	10	20	nd	0
		40cm	2	0	12	50
	B	10cm	nd	0	nd	0
		20cm	nd	0	nd	0
		30cm	14	100	4	100
		40cm	30	10	17	20
メチルイソチアシアネート 4 ml/穴	A	10cm	nd	40	nd	20
		20cm	1	90	nd	100
		30cm	15	10	9	20
		40cm	13	60	11	0
	B	10cm	nd	0	nd	30
		20cm	1	0	2	20
		30cm	10	100	12	100
		40cm	14	100	13	—
無処理	—	10cm	—	—	—	—
	—	20cm	38	90	—	—
	—	30cm	—	—	—	—
	—	40cm	—	—	—	—

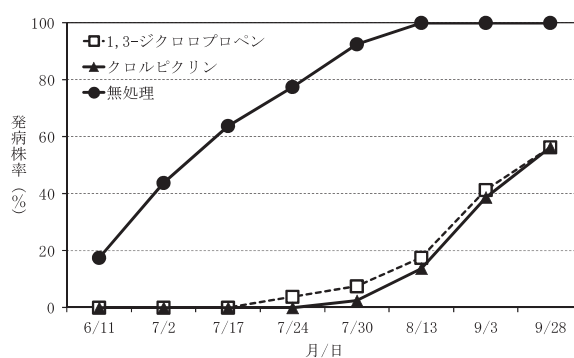
a) 数字は土壌1g当たりのミヨウガ根茎腐敗病菌数, nd: 検出限界以下, —: 未調査

b) 検出率 (%)



第2図 くん蒸剤のミヨウガ根茎腐敗病に対する防除効果 (試験2-1)

くん蒸剤はいずれも 3 ml/穴で点注処理した



第3図 くん蒸剤のミヨウガ根茎腐敗病に対する防除効果 (試験2-2)

くん蒸剤はいずれも 3 ml/穴で点注処理した

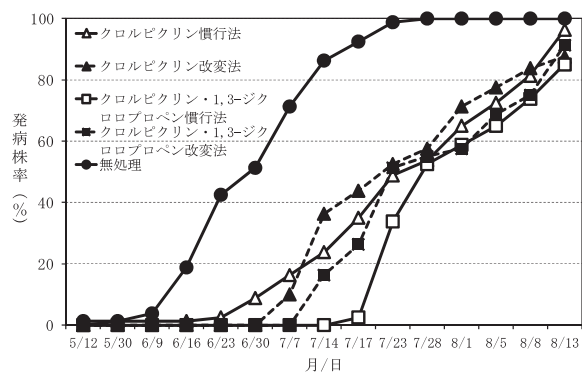
ロプロペン処理区で、いずれの処理方法でもクロルピクリン処理区より初発生時期が遅かった。点注する深さを15cmから20cm, 点注する間隔を30cmから25cm千鳥式とし, 単位面積当たりの処

理量と同じになるように1穴当たりの処理量を3 mlから2.1mlに変更した改変法では、いずれのくん蒸剤も防除効果の著しい改善は認められなかった (第4図)。

第3表 土壌中および罹病根茎中の根茎腐敗病菌に対する土壌くん蒸剤の土壌深度別効果 (試験1-2)

薬剤名	処理方法 ^{a)}	場所	深さ	点注直下		点注最遠	
				汚染土壌 ^{b)}	接種 ショウガ根茎 ^{c)}	汚染土壌 ^{b)}	接種 ショウガ根茎 ^{c)}
クロルピクリン	慣行法	A	10cm	nd	0	nd	0
			20cm	nd	0	nd	0
			30cm	nd	0	nd	10
		40cm	5	90	8	100	
		B	10cm	nd	0	nd	0
			20cm	nd	0	nd	0
	30cm		1	0	1	0	
	改変法	A	10cm	nd	0	nd	0
			20cm	nd	0	nd	0
			30cm	1	0	1	0
		B	10cm	nd	0	nd	0
			20cm	nd	0	nd	0
30cm			1	0	1	0	
クロルピクリン・ 1,3-ジクロロプロペン	慣行法	A	10cm	nd	0	nd	0
			20cm	nd	0	nd	0
			30cm	nd	0	nd	0
		40cm	3	100	3	100	
		B	10cm	nd	0	nd	0
			20cm	nd	0	nd	0
	30cm		nd	0	nd	0	
	改変法	A	10cm	nd	0	nd	0
			20cm	nd	0	nd	0
			30cm	nd	0	nd	0
		B	10cm	nd	0	nd	0
			20cm	nd	0	nd	0
30cm			nd	0	nd	0	
無処理	—	A	10cm	4	100	—	—
			20cm	2	100	—	—
			30cm	3	100	—	—
		B	10cm	4	100	—	—
			20cm	2	100	—	—
			30cm	3	100	—	—

a) 慣行法：深さ15cm, 3ml/穴, 30cm千鳥式で点注処理, 改変法：深さ20cm, 2.1ml/穴, 25cm千鳥式で点注処理
 b) 数字は土壌1g当たりのミョウガ根茎腐敗病菌数。nd：検出限界以下, —：未調査
 c) 検出率 (%)



第4図 くん蒸剤のミョウガ根茎腐敗病に対する防除効果 (試験2-3)

慣行法：深さ15cm, 3ml/穴, 30cm千鳥式で点注処理, 改変法：深さ20cm, 2.1ml/穴, 25cm千鳥式で点注処理

雑草に関しては、スベリヒユ、メヒシバおよびコニシキソウに対する効果が高く、いずれのくん蒸剤処理区においても全く発生が認められなかった。カヤツリグサはクロルピクリン処理区で比較的多く残ったが、クロルピクリン・1,3-ジクロロプロペン処理区ではほとんど見られなかった (第4表)。

4. 防根透水シートの敷設がミョウガ根茎腐敗病の発生に及ぼす影響

防根透水シートを用いたミョウガのポット栽培では、シートを用いない場合よりも発病株率が少

第4表 くん蒸剤および処理方法の雑草に対する防除効果

薬剤名	処理方法 ^{a)}	雑草名			
		カヤツリグサ	スベリヒユ	メヒシバ	コニシキソウ
クロルピクリン	慣行法	4 ^{b)}	0	0	0
	改変法	46	0	0	0
クロルピクリン・ 1,3-ジクロロプロペン	慣行法	1	0	0	0
	改変法	0	0	0	0
無処理	—	92	6	1	11

a) 第3表を参照

b) 数字は2反復を合計した区当たりの雑草数

第5表 防根透水シートのみヨウガ根茎腐敗病に対する防除効果

区名	防根透水シート	調査月日				
		7/20	7/31	8/17	8/31	9/20
下層汚染土+上層滅菌土	有	20 ^{b)}	40	40	40	60
	無	40	60	80	100	100
全層汚染土		40	80	80	80	80
全層滅菌土	無	0	0	0	0	0
全層滅菌土+表層汚染土 ^{a)}		0	0	0	0	80

a) 表層汚染土は8月2日に10g/鉢の汚染土壌を地表面に置いた

b) 数字は発病株率(%)

なく推移したが、発病を完全に抑えることはできなかった。また、汚染土を滅菌土壌表面に10g置いただけで発病株率が80%に達した(第5表)。

考 察

みヨウガ根茎腐敗病に対するくん蒸剤の効果について検討した本研究の結果から、クロルピクリンと1,3-ジクロロプロペンの混合剤の効果が、現地で最も効果が高いと考えられていたクロルピクリン単独よりも優ることが明らかになり、メチルイソチオシアネートは、これらのくん蒸剤よりも著しく効果が低いと予想された。また、クロルピクリン・1,3-ジクロロプロペンは雑草に対する効果も優れており、クロルピクリン単独では効果が劣る傾向が見られた草種に対しても高い防除効果が認められた。このことから、本病と同じ病原菌によって引き起こされ、雑草も同時に防除する必要があるみヨウガ根茎腐敗病の防除にも応用されることが期待される。本剤の防除効果には、殺センチュウ剤として農薬登録されている1,3-ジクロロプロペン単独でも防除効果を有したことから、

クロルピクリンと1,3-ジクロロプロペンの両方が関与していると予想される。しかし、1,3-ジクロロプロペンとクロルピクリンはほぼ同程度の防除効果を示し、両剤の成分量はともに100%に近いことから、成分量の合計が96%のクロルピクリン・1,3-ジクロロプロペンは、単位面積当たりに処理された薬量の差が防除効果に影響を及ぼしているとは考えにくい。従ってクロルピクリン・1,3-ジクロロプロペンのみヨウガ根茎腐敗病に対する防除効果は、両剤の相加効果ではなく相乗効果によると推察される。

最も効果が高いクロルピクリン・1,3-ジクロロプロペンで土壌くん蒸を実施したとしてもみヨウガ根茎腐敗病を完全に防除することはできず、現地圃場で観察されるのと同じように栽培途中から発病し、汚染程度が上昇した第3回目の試験では、最終的には無処理と同じ発病程度になった。このような現象は、同じ難防除病害のナス科植物の青枯病においても観察されており、青枯病菌が土壌深部にも生息することに起因すると考えられている(岡部, 1969)。みヨウガ根茎腐敗病菌が属する*Pythium*属菌の土壌中における分布は、土壌の

表層に多く生息し、土壌深部には少ないことが報告されている（松田，1977）。しかし、本研究の結果から、ミョウガ根茎腐敗病が発生した圃場では、深さ40～50cmの部分にも病原菌が残存することが明らかとなった。調査した土壌には腐敗したミョウガの根が含まれていたことから、ミョウガの根が分布する深さまで根茎腐敗病菌が分布しうると考えられる。ミョウガ根茎腐敗病も青枯病と同じように、くん蒸剤によって地表面に近い土壌は殺菌されるので栽培初期には防除効果が認められるが、土壌深部には未殺菌部分が残る、ミョウガの生長とともに、この部分に根が到達して発病する可能性があると考えられた。

このことから、土壌くん蒸剤の殺菌できる土壌の深さや残渣の影響を把握する必要があると考えられたので、土壌深度別に病原菌を埋設して調査したが、ミョウガ根茎の代わりに入手しやすいショウガ根茎を用いた。また、耕耘された土壌浅部は膨軟で、耕耘されていない深部は硬い状態を埋設後も維持するために、深部を埋め戻す際に足で踏み固めた。その結果、殺菌できる深さは、効果の高いクロルピクリンやクロルピクリン・1,3-ジクロロプロペンでも30cmまでで、埋設した汚染土壌と接種ショウガ根茎では、ほとんど殺菌効果に違いは認められなかったことから、この部分までの残渣の影響はとくに考慮する必要はないと結論づけ、ミョウガ根茎腐敗病に対する防除効果を向上させるためには、更に深くまで殺菌する必要があると考えられた。そこで、クロルピクリンを点注する処理間隔を狭くしたり、処理深度を深くしたりしたところ、殺菌効果の向上が確認された（未発表データ）ので、点注する深さを15cmから20cm、間隔を30cmから25cm千鳥式とし、単位面積当たりの処理量が同じになるように1穴当たりの処理量を3mlから2.1mlに変更して試験を実施した。その結果、それまで殺菌できなかった40cmの深さまで殺菌できることを確認できた。

この試験結果から圃場における防除試験においても防除効果の向上が期待されたが、クロルピクリンでわずかに発病遅延効果が確認されたものの、クロルピクリン・1,3-ジクロロプロペンでは防除効果の向上が全く認められなかった。この意

外な試験結果の原因は、ミョウガを汚染土壌から隔離するために用いた防根透水シートの試験結果から推測することができ、同じように水媒伝染する青枯病が防根透水シートを用いた隔離栽培によって完全に防除されるまでには至っていない（上原，1990）理由と同じと考えられる。すなわち、*Pythium*属菌は水中を泳ぐことができる遊走子によって伝染することが知られており（一谷，1984），防根透水シートを通過させた遊走子液には遊走子が残存することが確認されている（未発表データ）。汚染土で発生した遊走子は容易に防根透水シート通過して滅菌土に移動したと考えられることから、たとえ土壌深部をくん蒸剤で殺菌できたとしても、わずかでも未殺菌部分が残る限りは、そこで発生した遊走子が殺菌された土壌に移動すると予想される。わずか10gの汚染土壌を土壌表面に混入させただけで発病した試験結果からも、ミョウガ栽培では病原菌が残存する深層部を含めて、未殺菌部分が残らないように完全に殺菌する必要があると考えられるが、現実には不可能かもしれない。今後は、生育期の防除を組み合わせたり、発病後の連作を中止することによって土壌中の菌密度低減を図ったりするなどの技術開発が期待される。

和 文 摘 要

ミョウガの施設栽培で根茎腐敗病が発生すると、くん蒸剤による土壌くん蒸処理を実施しても栽培途中から発病し、その被害も大きい。そこで、ミョウガ根茎腐敗病に対する土壌くん蒸剤の効果とその効果的な使用方法を検討するために、深さ別に殺菌効果を調査した。その結果、殺センチュウ剤として農薬登録されている1,3-ジクロロプロペンがクロルピクリンに次いで殺菌効果が高かったが、メチルイソチアシアネートはこれらより劣り、浅い部分でも殺菌できない場合があった。圃場における防除効果試験においても、1,3-ジクロロプロペンはクロルピクリンとほぼ同等の防除効果が認められた。また、混合剤のクロルピクリン・1,3-ジクロロプロペンの防除効果はクロルピクリンよりも優った。また、雑草に関しても、カヤツ

リグサに対するクロルピクリン・1,3-ジクロロプロペンの効果がクロルピクリンよりも高かった。土壤深部に対する殺菌効果を向上させるために、クロルピクリンおよびクロルピクリン・1,3-ジクロロプロペンをを用いて、点注する深さを15cmから20cm、点注する間隔を30cmから25cm千鳥式とし、単位面積当たりの処理量が同じとなるように1穴当たりの処理量を3mlから2.1mlに変更したところ、それまで殺菌できなかった深さ40cmまで殺菌できた。しかし、同様な方法で実施した圃場における防除試験では、クロルピクリンで防除効果がやや向上したが、クロルピクリン・1,3-ジクロロプロペンでは明瞭な向上は認められなかった。ミョウガ根茎腐敗病菌は40~50cmの土壤深部にも存在し、防根透水シートで隔離栽培した場合にも発病することから、ミョウガの根が土壤深部の未殺菌部分に到達して発病するか、または土壤くん蒸後の土壤深部に残存する病原菌から発生した遊走子が殺菌された土壤浅部に移動して発病させると考えられた。

引用文献

- 一谷多喜郎(1984)：3) *Pythium*菌. 新版土壤病害の手引(「新版土壤病害の手引」編集委員会編). 日本植物防疫協会, 東京：130~132.
- Jeffers, S. N., and S. B. Martin (1986)：Comparison of two media selective for *Phytophthora* and *Pythium*. *Plant Disease* 70：1038~1043.
- 桂 琦一・谷岡義春(1967)：*Pythium*によっておこるショウガおよびミョウガの根茎腐敗病. 関西病虫研報, 9：49~55.
- 前田幸二(1988)：ミョウガ. 農業技術大系 野菜編 11 特産野菜・地方野菜. 農山漁村文化協会, 東京：579~589.
- 松田 明(1977)：野菜の土壤病害—原因と対策—. 農山漁村文化協会, 東京, 365pp.
- 岡部徳夫(1969)：*Pseudomonas solanacearum*の土壤中における増殖性について. 静大農研報, 19：1~29.
- 白石俊昌・贅田裕行(1986)：ミョウガ根茎腐敗病に対するメタラキシル剤の効果. 関東東山病虫研会報, 33：128.
- 白石俊昌・贅田裕行(1987)：ミョウガ根茎腐敗病に対するメタラキシル剤の残効. 関東東山病虫研会報, 34：90.
- 白石俊昌・贅田裕行(1991)：ミョウガ根茎腐敗病の発生実態と防除. 群馬農業研究 D園芸, 6：17~26.
- 鈴木幹彦・伏見典晃・景山幸二・東條元昭(2011)：*Pythium zingiberis*と*P. myriotylum*の各種作物に対する病原性の比較. 日植病報, 77：201~202 (講要).
- 上原洋一(1990)：遮根シート利用によるトマト青枯病の防除. 土と微生物, 35：1-6.
- 梅本清作・林 尚史・長井雄治(1984)：リドミル粒剤によるミョウガ根茎腐敗病防除. 関東東山病虫研会報, 31：73~74.