

# シヨウガ根茎腐敗病に対する種シヨウガの温湯消毒

長崎県農林技術開発センター <sup>なん</sup>難 <sup>ぼ</sup>波 <sup>のぶ</sup>信 <sup>ゆき</sup>行

## はじめに

シヨウガ根茎腐敗病は、*Pythium myriotylum* (従来の学名 *P. zingiberis*) によるシヨウガの最重要病害で、汚染土壌または病原菌に汚染された種シヨウガから伝染する。病原菌は、高温多湿を好むため、露地栽培では梅雨から夏にかけて発病し、いったん発病すると水媒伝染により急速にまん延して大きな被害をもたらす。4月下旬に植付ける長崎県の露地栽培シヨウガでは、6月中旬ごろから発生する。

本病に対して効果が高く、作業性が簡便な臭化メチル剤(植付け前の土壌くん蒸剤)は、オゾン層を破壊する物質に指定され、2005年に先進国での使用が廃止された。シヨウガでは、それ以降も本病を対象に特例措置(不可欠用途：モニトリオール議定書締約国会合で承認された用途)として使用が認められてきたが、2012年末にその制度も終了した。臭化メチル剤全廃後、シヨウガの安定生産を確保するためには、代替の土壌くん蒸剤による土壌消毒に、種シヨウガの消毒、生育期の薬剤防除を加えた総合的な対策(松尾, 2008)が必要となった。

そこで2008年から7か年間、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業(2008～12年)および農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業(2013～14年)において「臭化メチル剤から完全に脱却した産地適合型栽培マニュアルの開発」プロジェクトが実施され、本病に対する総合的な防除対策が検討された(衛藤ら, 2012; 森田, 2012; 森山, 2012)。本稿では、本プロジェクトにおいて筆者が2011～14年に行った種シヨウガの温湯消毒について紹介する。

## I 種シヨウガの温湯処理

本病に対する防除技術のうち土壌消毒と生育期の薬剤防除は、登録農薬(プロジェクト開始時登録申請予定農薬を含む)による防除体系の検討が可能であったが、種シヨウガの消毒は、2006年にキャプタン水和剤が適用除外(2013年に再登録)となり登録農薬がない状況で

あった。プロジェクト開始時に使用可能な種シヨウガの消毒方法は、物理的消毒方法として香川ら(1987)が報告した45℃の温湯に30分浸漬する温湯処理であったが、この方法では、植付ける種根茎量が多いシヨウガ(大シヨウガの場合10a当たり600～700kg)を処理した場合、消毒作業に多くの時間を必要とするため普及していない。寺見(2012)は、処理効率を高めるために、短時間で処理できる温度条件を室内検定で検討し、50℃の温湯に10分浸漬する処理方法の有効性と、萌芽根茎率、根茎当たりの芽数・芽重が減少しない温度が52℃以下であることを報告している。そこで、シヨウガを作付けして本処理方法の本病に対する防除効果と種シヨウガに及ぼす水温の影響を検討した。

試験区は、温湯処理(50℃, 10分)、キャプタン水和剤の粉衣処理と浸漬処理(浸漬処理は未登録)、無処理および無処理・無接種の5区とした。種シヨウガ(根茎)として、健全根茎を根茎腐敗病菌繁殖体懸濁液 $3 \times 10^3$  cfu/mlに浸漬(28～30℃, 15時間)し、水道水で3回洗浄し供試した。温湯処理後、寺見(2012)の報告に準じ流水で冷却してから植付けた。

50℃, 10分浸漬による防除効果を表-1に示した。処理92日後の温湯処理区は、発病が認められず、対照のキャプタン水和剤の粉衣処理区および浸漬処理区に優る高い防除効果を示した。50℃の温湯に10分浸漬する温湯処理方法は、シヨウガを作付けした試験においても種シヨウガの消毒方法として本病に対して有効であることが明らかとなった。また、処理水温の影響を確認するために、50℃, 51℃, 52℃, 54℃, 56℃で各10分処理し、流水で冷却した後植付け、出芽と生育への影響を調査した。出芽は、処理水温52℃まで影響が認められなかったが、54℃では10株中1株、56℃で5株出芽しなかった(表-2)。生育は、52℃では初期生育がやや抑制され、54℃以上では草丈が低く根茎重が小さくなる傾向が認められた。このことから、52℃以上の水温で処理した場合、水温が高いほど出芽率、生育が悪くなると考えられた。

## II 浸漬による水温低下を考慮した温湯処理方法

本病に対して50℃, 10分の温湯処理は、高い防除効果が認められたが、温湯処理を実用化するためには、多量の種シヨウガを同時に浸漬する際の温湯の水温低下を

Disinfection of Ginger Rhizome with Hot Water from a Root Rot Pathogen, *Pythium myriotylum*. By Nobuyuki NAMBA

(キーワード: シヨウガ, 根茎腐敗病, 種シヨウガ, 温湯消毒)

表-1 ショウガ根茎腐敗病に対する温湯消毒の防除効果

処理区	調査株数	10月26日(処理92日後)					
		発病指数別株数			発病株率 (%)	発病度 <sup>a)</sup>	防除価 <sup>b)</sup>
		0	1	2			
温湯 浸漬 50℃, 10分	10	10	0	0	0	0	100
キャプタン水和剤 粉衣 根茎重量 2%	10	7	1	2	30	25	72
キャプタン水和剤 浸漬 <sup>c)</sup> 100倍, 10分	10	9	0	1	10	10	89
無処理	10	0	2	8	100	90	
無処理(無接種) <sup>d)</sup>	10	10	0	0	0	0	

試験場所 長崎県農林技術開発センターガラス室(ポット), 植付 2011年7月27日.  
温湯消毒機 湯芽工房 YS-101S.

- a) 発病度 =  $\{ \sum (\text{程度別発病株数} \times \text{指数}) \div (2 \times \text{調査株数}) \} \times 100$ .  
発病指数は, 0: 発病を認めない, 1: 出芽後に発病, 2: 未出芽.  
b) 防除価 =  $100 - \{ (\text{試験区発病度} \div \text{無処理区発病度}) \times 100 \}$   
c) 未登録. d) 蒸留水に浸漬 (28 ~ 30℃, 15時間).

表-2 処理水温が出芽・生育に及ぼす影響

処理区	植付数	出芽数	草丈 (cm)		根茎重 (g/株)
			8月10日	10月10日	
50℃, 10分	10	10	74	90	679
51℃, 10分	10	10	75	85	679
52℃, 10分	10	10	69*	83	673
54℃, 10分	10	9	63*	81	641
56℃, 10分	10	5	39*	56*	338*
無処理	10	10	75	85	706

試験場所 長崎県農林技術開発センター露地(ポット), 植付: 2012年4月28日.  
温湯消毒機: 湯芽工房 YS-101S. \*は t 検定により無処理に対して 5%水準で有意差あり.

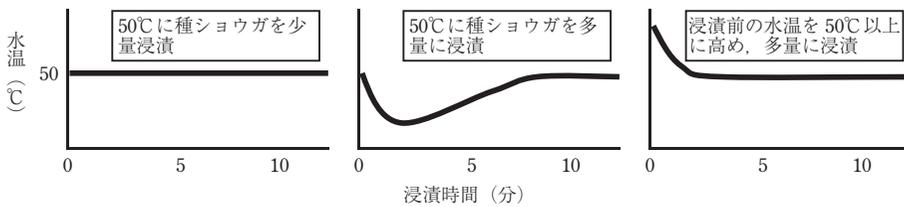


図-1 浸漬量の違いによる水温変化(イメージ)

考慮しなければならない。種ショウガを少量浸漬しても水温は変化しない(図-1左)が、浸漬量を増やした場合、いったん50℃未満に水温が低下し、水温が50℃に復帰するのに時間を要する(図-1中央)。寺見(2012)は、10分浸漬した場合、48℃以下では本菌が完全に死滅しないことを報告しており、浸漬による50℃未満への水

温低下時間が長くなると十分な防除効果が得られないことが考えられる。そこで、50℃より高い水温で浸漬を開始し、50℃まで水温を低下させ、以後50℃定温で合計10分浸漬する処理方法(図-1右)を検討した。

浸漬開始温度は、寺見(2012)の報告より萌芽根茎率、根茎当たりの芽数・芽重が減少しない52℃とし、温湯

表-3 ショウガ根茎腐敗病に対する防除効果

処理区	7月31日		8月27日	
	発病株率 (%)	防除値 <sup>a)</sup>	発病株率 (%)	防除値 <sup>a)</sup>
温湯処理 2段温度制御法	0.0	100	13.3	83
キャプタン水和剤 粉衣 根茎重量 2%	10.5	63	22.2	72
キャプタン水和剤 浸漬 <sup>b)</sup> 100倍, 10分	13.3	53	40.0	49
無処理	28.3		78.3	

試験場所 長崎県農林技術開発センター露地圃場。

植付 2012年4月24日。

温湯消毒機 湯芽工房 YS-101S。

<sup>a)</sup> 防除値 = 100 - [(試験区発病株率 ÷ 無処理区発病株率) × 100]

<sup>b)</sup> 未登録。

消毒機の温度設定を温湯処理1回ごとに浸漬開始温度52℃と浸漬温度50℃に変更する2段温度制御による処理方法とした(2段温度制御法)。作業手順は、温湯消毒機の温度設定を浸漬開始温度52℃に設定し、水温が52℃に達した後、浸漬温度50℃に温度設定を変更し、直ちに水温が2℃低下する量のショウガを浸漬、10分浸漬後、引上げて流水で冷却する工程とした。種ショウガの処理量は、水温が1℃変化するときの熱量を1 kcal/l、ショウガの水分を90%として次式により計算した。

$$Y = 1 \text{ kcal} \times (52\text{℃} - 50\text{℃}) / (50\text{℃} - X\text{℃}) \times (100 - 90\%)$$

Y: 1 l 当たりの処理量

X: ショウガの温度 (実測値)

種ショウガは、防除効果試験では前年度発病圃場から収穫した根茎、生育への影響試験では採種圃産の購入根茎を使用した(以下第III、IV章でも同様)。

本処理法の作業工程による温湯処理を行った結果、浸漬開始から約2分後に52から50℃に水温が低下し、その後は、50 ± 0.2℃で推移した。本処理法による温湯消毒は、対照のキャプタン水和剤の粉衣処理区および浸漬処理区より発病を低く抑え、高い防除効果が認められた(表-3)。また、本処理法による出芽、草丈、根茎重への影響は認められなかった。本処理法は、生育に影響を及ぼすことなく薬剤処理に優る高い防除効果を示したが、可能な限り50℃、10分浸漬に近い処理とするために温度設定の変更が複雑な点と処理量の計算が必要な点が欠点と思われた。



図-2 湯芽工房マルチタイプ YS-501 M

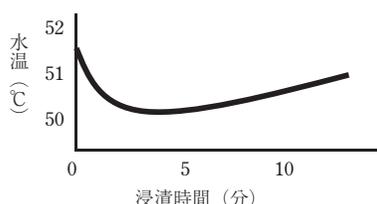


図-3 1段温度制御法の水温変化(イメージ)

### III 効率性を重視した温湯処理方法

第II章で紹介した試験では、ショウガの浸漬による温湯の水温低下を考慮した2段温度制御法による温湯処理を行ったが、現場で使用するためには、1処理当たり浸漬量の増加、処理作業の簡易化・効率化が必要である。そこで、これまでの試験で使用した小型の温湯消毒機(湯量75 l)より大型の温湯消毒機(図-2:湯量400 l)を用い2段温度制御法の温度設定、種ショウガの浸漬量を見直し、処理作業を簡便化した1段温度制御(図-3)による温湯処理方法を検討した。2段温度制御法からの変更点は、①作業ごとに浸漬開始温度と浸漬温度を変更する2段温度制御を51.5℃で固定する1段温度制御とした、②種ショウガの処理量は、ショウガの温度による換算を省略し、保管庫(約13℃)から出した種ショウガを直ちに処理しても水温が50℃を下回らない量とし、湯量に対して一定(30 kg/湯量400 l)とした。作業手順は、浸漬温度を51.5℃に設定、水温が51.5℃に達した後、種ショウガを浸漬開始、10分浸漬後、引上げて流水で冷却する工程とした。

1段温度制御法による温湯処理を行った結果、水温は浸漬開始から約2分で51.5℃から50.6℃に低下し、その後50.9℃まで上昇した。本処理法による温湯消毒は、対照のキャプタン水和剤の粉衣処理区と同等の高い防除効

表-4 ショウガ根茎腐敗病に対する防除効果

処理区	7月29日		8月26日	
	発病株率 (%)	防除値 <sup>a)</sup>	発病株率 (%)	防除値 <sup>a)</sup>
温湯処理 1段温度制御法	0	100	0	100
キャプタン水和剤 粉衣: 根茎重量2%	0	100	0	100
無処理	6.7		20.0	

試験場所 長崎県農林技術開発センター露地 (プランター).  
植付 2014年5月2日.

温湯消毒機 湯芽工房マルチタイプYS-501 M.

<sup>a)</sup> 防除値 = 100 - [(試験区発病株率 ÷ 無処理区発病株率) × 100]

表-5 生育への影響

処理区	出芽株率 (%)	草丈 (cm)		根茎重 (g/株)
		8月12日	10月10日	
温湯処理 1段温度 制御法	100	76	111	1,215
無処理	100	77	111	1,268

試験場所 長崎県農林技術開発センター露地圃場.

植付 2014年4月24日.

温湯消毒機 湯芽工房マルチタイプYS-501 M.

果を示し (表-4), 出芽, 草丈, 根茎重への影響も認められなかった (表-5)。本処理方法は, 2段階温度制御の欠点である処理ごとの水温設定の変更とショウガの処理量の計算が省略されたため, 作業時間が短縮され処理効率が高くなっている。さらに, 浸漬により低下した水温が処理中に上昇するため, 2段階温度制御法に比べ設定温度 (51.5℃) に短時間で復帰し, 処理後, すぐに次の処理が開始できることも利点である。

#### IV 温湯処理が種ショウガに与える影響

種ショウガに対する温湯処理では, 処理条件によって萌芽や生育に障害が出ることが報告 (寺見, 2012) されており, 第I章でも 52℃以上の温湯処理による出芽と生育への影響を紹介した。温湯処理による障害が現れる条件を確認することは, 現場で作業工程を考える際の参考となる。そこで, 処理時間および流水による冷却の有無が根茎や生育に及ぼす影響, さらには萌芽した根茎を処理した場合の影響を検討した。また, ショウガ (大ショウガ) は一片の種根茎が大きいので, 植付面積が広い場合は, 処理に日数が必要となる。そこで, 温湯処理後

の保存期間についても検討した。

#### 1 処理時間の影響

温湯処理時間を 10分, 15分, 20分で実施して植付けた。その結果, 15分以下では出芽・生育への影響は認められなかったが, 20分では草丈がやや低くなった。第I章で検討した処理温度もあわせて整理した場合, 防除効果が認められ, かつ萌芽, 生育への影響が小さい水温範囲は 50~52℃, 処理時間は 15分以下と考えられた。

#### 2 処理後の流水による冷却の有無が根茎に与える影響

温湯処理後, 空気中で徐冷した根茎と流水で冷却した根茎を 25℃の定温庫に 15日間保管し, 萌芽根茎率と各根茎から伸長した上位 2本の芽の長さを調査した。空気中で徐冷した根茎は, 流水で冷却した根茎と比較して, 萌芽根茎率に差は認められなかったが, 芽の長さが短かった。寺見 (2012) は, 室温で徐冷した根茎の萌芽根茎率の低下を報告しており, 外気温で徐冷した場合は, 徐冷時の条件 (処理後のコンテナの積み方, 徐冷中の微気象等) により影響に差が現れると考えられる。処理後の流水による冷却の省略は, 萌芽根茎率低下や生育障害の可能性があるので, 流水で強制的に冷却する方法が, 萌芽に対する安全性の点からよいと思われる。

#### 3 萌芽した根茎を処理した場合の影響

定温庫 (25℃) に保管して萌芽・伸長 (最大長: 約 30mm) させた根茎を温湯処理後, 定温庫 (25℃) に 14日間保管して芽の褐変・枯死状況, 処理後の萌芽を調査した。その結果, 芽の 5~6割程度が枯死し, 特に 5mm以上に伸長した芽は 8割以上が枯死した。さらに, 処理後新たな芽が伸長せず, 芽が消失した根茎も認められた。また, 処理直後に植付けた根茎にも欠株が認められたことから萌芽した根茎の温湯処理は, 出芽率低下の危険性があると思われた。

#### 4 処理後の保存期間が根茎に及ぼす影響

植付 49日, 40日, 30日, 20日, 10日, 5日前に温湯処理を行い, 植付まで約 13℃の定温庫で保存した結果, 30日以上保存した区には, 一部の根茎にカビの発生が認められた。また, 保存後の根茎を植付けた場合 (カビが発生した区は, 見かけ上カビの発生が認められない根茎を植付), 30日と 40日保存した区には欠株が認められたことから, 保存中にカビが発生した場合出芽率が低下する可能性があるため, 保存期間はカビの発生が認められなかった 20日以下が望ましいと考えられた。

#### おわりに

今回の試験で考案した 1段階温度制御法による温湯処理

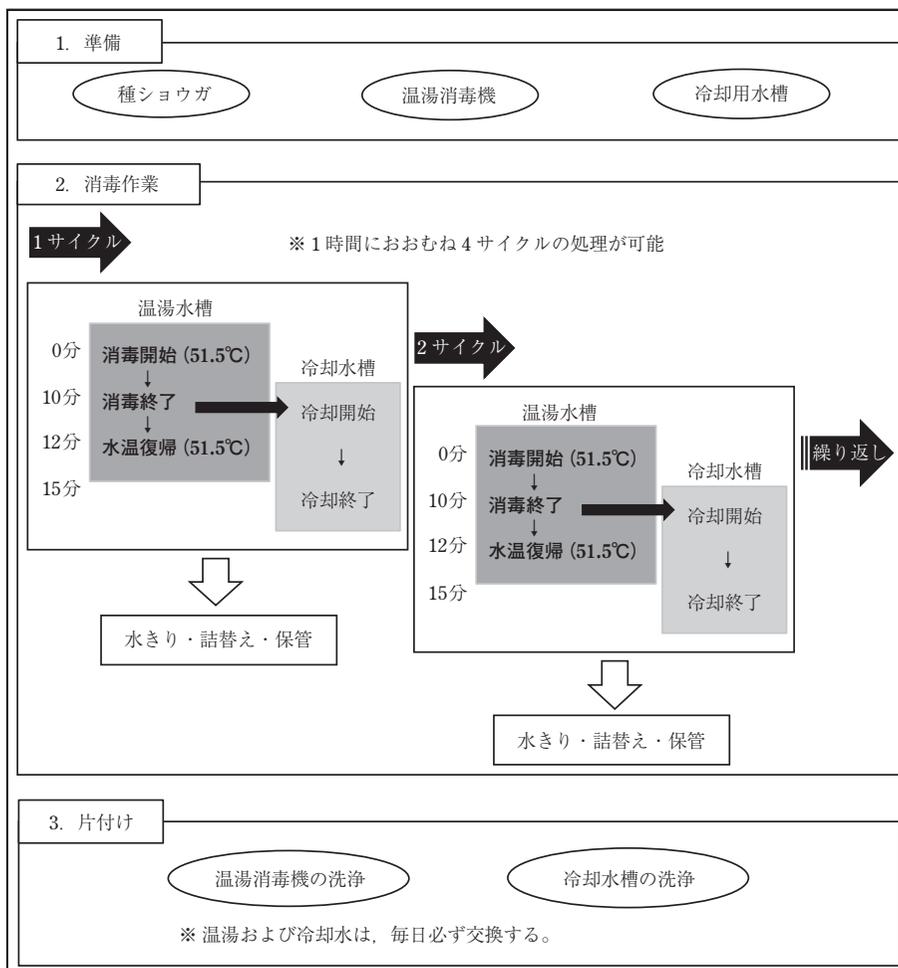


図-4 温湯消毒作業の流れ

方法では、湯量 400 l の温湯消毒機で処理を行った場合、温湯処理に 10 分、水による冷却に 5 分かかるが、浸漬による水温の低下が消毒終了後 2 分程度で復帰するため、冷却作業中に次の温湯処理にかかれるので 1 時間に 4 サイクル (約 120 kg) の処理が可能である (図-4)。費用 (ランニングコスト) は、1 日に 8 時間 (960 kg) 処理した場合、1 kg 当たり約 1.64 円である。本病に対する温湯による種シヨウガの消毒は、種子消毒方法として効果が高く、環境にやさしい技術である。また、シヨウガの収穫は、新シヨウガだけでなく植付けた種シヨウガも古シヨウガとして収穫され、主に加工用として出荷されるが、再登録されたキャプタン水和剤で消毒した種シヨウガは、食用などに用いることができないため出荷できないのに対し、温湯で消毒した種シヨウガは、出荷

可能な点も温湯消毒の利点である。今後は、現場で作業性、生育への影響等を検証しながら実用性をさらに高めていく必要がある。

最後に、本研究内容を基に作成した「シヨウガ根茎腐敗病に対する種シヨウガの温湯消毒マニュアル」が農研機構 中央農業総合研究センターおよび長崎県農林技術開発センターのホームページに公開されているのでご利用いただきたい。

引用文献

- 1) 衛藤夏葉ら (2012): 植物防疫 66: 655 ~ 659.
- 2) 香川晴彦ら (1987): 関東東山病虫研報 34: 88 ~ 89.
- 3) 松尾和敏 (2008): 植物防疫 62: 526 ~ 528.
- 4) 森田泰彰 (2012): 同上 66: 660 ~ 664.
- 5) 森山美穂 (2012): 同上 66: 665 ~ 670.
- 6) 寺見文宏 (2012): 同上 66: 681 ~ 686.