

セリ菌核病および白絹病の発生と 蒸気土壌消毒による防除の試み

宮城県美里農業改良普及センター ^{たか}高 ^{はし}橋 ^ち智 ^え恵 ^こ子
農研機構西日本農業研究センター ^{つき}月 ^{ぼし}星 ^{たか}隆 ^お雄

はじめに

セリ (*Oenanthe javanica* (Blume) DC.) は全国各地で栽培されるセリ科の多年生野菜で、春の七草の一つとして知られ、古くから雑煮用として親しまれ、近年は根まで食する「仙台セリ鍋」や「セリのしゃぶしゃぶ」が人気を呼んでいる。宮城県における平成24年産セリの作付面積は約31 haで、出荷量(497 t)とともに全国第1位となっている(宮城県農林水産部農産園芸環境課, 2014)。

主産地における圃場は、作業性を考慮した3 a未満の小規模な露地圃場が多い。定植用のランナーを種ゼリとして育成する種田と、萌芽させたランナーを定植する本田に分けられ、種田において養成した親株から伸びたランナー(種ゼリ)を本田に植え付ける。種田と本田の圃場は交互に輪換されることが多い。圃場の水位は、セリの生育段階に応じて調節される。草丈に合わせて水位を上げ、セリの収穫時には農家が腰まで水に浸かって作業する一方、種田では深水とせず、種ゼリの刈り取り時は落水状態で管理されている。

近年、筆者らは刈り取り時の種田において、菌核病および白絹病の発生を相次いで確認した(高橋・月星, 2010; 2012)。両病原菌ともに多数の菌核を形成し、土中で越冬することから防除が難しい病害である。

当時、両病害に登録薬剤はなかった。土壌病害に対する対策としては、太陽熱土壌消毒や蒸気土壌消毒、熱水土壌消毒、土壌還元消毒などの物理的土壌消毒法がある。太陽熱土壌消毒および土壌還元消毒は、主に施設園芸で利用される技術である。処理は夏期に限定されとともに日数を要し、天候によっては効果が不安定となることがある(北, 2006)。また、熱水土壌消毒は大量の水を必要とし、処理後、圃場が乾くまで多くの日数を要し、燃料費もかかる。

一方、蒸気土壌消毒は比較的低水量での処理が可能で、処理後の土壌水分はセリ圃場において作業上問題となる程度ではないため、小規模圃場が多いセリ栽培にも適用できる防除法と考えられた。

本報告では、宮城県におけるセリ菌核病および白絹病の発生状況について概要を述べるとともに、両病害の防除対策として、蒸気土壌消毒による防除効果を検討したので報告する。

I 菌核病の発生状況

2008年1月中旬、宮城県名取市の水田で栽培されたセリ(品種:「名取5号」)において、茎葉部が水浸状に褐変し、被害茎上に白色菌糸および黒色菌核を形成して腐敗する症状を確認した(図-1左)。茎葉部および菌核から分離した菌はPDA培地上で白色綿毛状を呈し、楕円～不整形、鼠糞状、大きさ2～13×2～8 mmの黒色菌核を形成した(図-1右)。菌糸は5～30℃で生育し、35℃および40℃では全く生育しなかった。生育最適温度は23℃(菌糸伸長速度18.0～18.9 mm/日)であった。ポット栽培したセリ幼苗(品種:「名取5号」, 「名取6号」)の株元に分離菌の含菌寒天片を無傷で貼付接種した結果、いずれの品種も接種2日目から褐変が認められ、その後枯死した罹病茎葉上に菌核が形成され、接種により原病徴が再現された。褐変部位からは接種菌が再分離された。既報(Tsukiboshi et al., 2005)の方法によりDNA抽出および塩基配列の解析を行った結果、分離菌のrDNA-ITS領域の塩基配列は *Sclerotinia sclerotiorum* (Libert) de Bary (DNA Accession, AB233346, Umemoto et al., 2007) と100%の相同性で一致した。

しかし、菌核を湿砂上、室温、散光下で約1か月間培養しても子のう盤形成は認められず、有性世代の形態観察はできなかった。このため、本菌を菌核などの形態的特徴およびrDNA-ITS領域の相同性から *Sclerotinia* sp. とした。菌種名については今後検討し、同定する必要がある。本菌によるセリの病害は国内では未報告であったため、本病をセリ菌核病(*Sclerotinia* rot)として病名登録した。

本事例における本田での発生は数株程度であったが、

Occurrence of Sclerotinia Rot and Southern Blight of Water Dropwort in Japan and Tentative Control by Soil Steaming. By Chieko TAKAHASHI and Takao TSUKIBOSHI

(キーワード: セリ, 菌核病, 白絹病, 蒸気土壌消毒)



図-1 セリ菌核病の病徴（左）と病原菌（右）

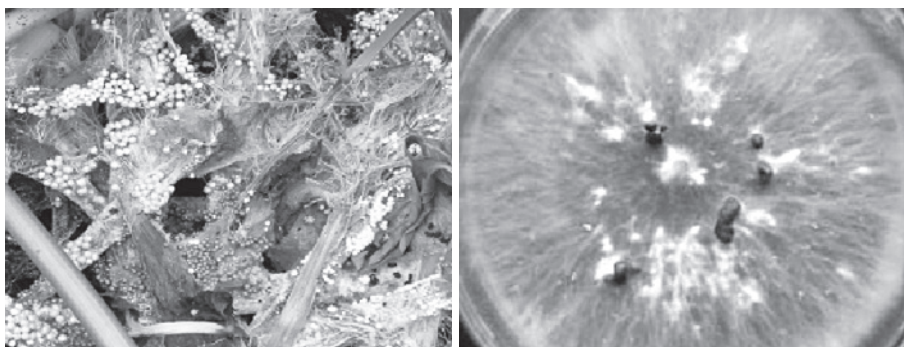


図-2 セリ白絹病の病徴（左）と病原菌（右）

その後周辺圃場でも散発していた。名取市の本田では厳冬期の1月においても13℃程度の地下水が流れていたため発病したものと考えられた。

生産者からの聞き取りによると、本病は1990年代から確認されており、本田よりも種田における8～9月の発生が多く、種田では1筆当たり1/3 (0.3 a) 程度の発生が確認されていたとのことであった。特に多肥栽培により茎葉が過繁茂となったセリ田では、台風などで地面に倒された株が、夏場の高温期と重なって発病しやすい状況にあったと考えられた。

II 白絹病の発生状況

2010年8月中旬、宮城県名取市で栽培中の種ゼリ（品種：‘島根みどり’）で、はじめ茎葉および地際部が褐変し、その後萎凋・立枯れ症状を確認した（図-2左、図-3）。本症状は種田面積（約3 a）の約4割で認められた。罹病部やその周辺の地表面には白い菌糸が発生し、乳白色から茶褐色、直径2 mm程度の球形の菌核が多数形成されていた。



図-3 セリ圃場における白絹病の症状

病原菌を分離した結果、いずれのサンプルからも *Sclerotium* 属菌が高頻度で分離された。PDA 平板培地上での菌叢ははじめ白色を呈し、後には灰褐色となった。菌糸のかすがい連結は、主軸菌糸で認められた。培地上に形成された菌核の表面は平滑で光沢があり、淡褐色または茶褐色、直径1.0～2.2 mmであった（図-2右）。

PDA 平板培地上では、15～35℃で生育し、適温は28℃(12.8～13.2 mm/日)で、5℃、10℃および40℃では全く生育しなかった。

シードリングケースで栽培したセリ幼苗(品種:‘島根みどり’)の株元に分離菌の含菌寒天片を浅く埋め込んで接種した結果、接種3日後には萎凋症状が確認され、その後地際部に白い菌糸がまん延して株元が褐変し、10日後には乳白色のちに褐色、球形、直径0.5～1.3 mmの菌核が地際に多数形成された。罹病部からは接種菌と同一菌が再分離された。

また、分離菌のDNAを抽出し、これを既報(岡部, 2002)の方法に従い、rDNA-ITS領域をPCR増幅し、PCR-RFLP解析(制限酵素 *Alu* I および *Rsa* I で切断、電気泳動)した結果、バンドパターンが *Sclerotium rolsii* 株(MAFF328247)と一致した。

以上の形態的特徴およびPCR-RFLPバンドパターンから本菌を *Sclerotium rolsii* Saccardo と同定した。本菌によるセリの病害は国内では未報告であったため、本病をセリ白絹病(Southern blight)として病名登録した。なお、分離した2菌株はNIAS微生物データベースに登録番号MAFF511565および511566として委託保存している。

本病は周辺の種田6圃場(約11a)でも確認されたことから、比較的広域に発生している可能性がある。調査時はランナーの刈り取り時期であったため、圃場の地表は乾いており、立枯れ症状のセリ株が田面に覆い重なる状態であった。聞き取り調査の結果、本症状は2000年ころから種田で発生しており、本田での発生は問題になっていないようであった。

III 蒸気土壌消毒による防除の試み

供試する菌核は次のようにして得た。菌核病菌(菌株MS-1)は、PDA培地で前培養した菌叢をインゲン茎培地(斎藤, 1977)に移植し、約1か月間20℃で培養した。また白絹病菌(MAFF511566)はPDA平板培地上、約1か月間28℃で培養した。

なお、セリ生産現場では、両病害だけでなく雑草害も深刻な問題となっていた。蒸気土壌消毒は雑草種子の死滅効果もあるとされているが、詳細な報告は乏しく、露地を対象とした報告はなかった。そこで、本試験では雑草害も併せて検討した。

試験には、現地セリ圃場の主要雑草であるコナギ(*Monochoria vaginalis*)、イヌビエ(*Echinochloa crus-galli*)、イヌホタルイ(*Schoenoplectus juncooides*)の種子、クログワイ(*Eleocharis kuroguwai*)、オモダカ(*Sagittaria trifolia*)の塊茎を供した。菌核はそれぞれ1区当たり

50個、雑草種子はそれぞれ1区50粒、クログワイおよびオモダカ塊茎は50個をそれぞれナイロン製メッシュの袋に入れて供試した。

蒸気土壌消毒試験は2010年に宮城県農業・園芸総合研究所(宮城県名取市)内の畑転換圃場(3a)において、1区30 m²(15 m×2 m)で行った。11月5日にロータリーで圃場を耕起し(耕起深約15 cm)、3日後に各区内3箇所(3箇所)の地表面から3 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cmの深さに、あらかじめ病原菌菌核、雑草種子および塊茎を入れたナイロンメッシュ袋を埋めた。蒸気土壌消毒は、菌核等埋設直後に蒸気土壌消毒機(丸文製作所製、型式SB-300)を用いて行い(図-4)、試験区中央に蒸気放出用ライトホースを1本静置し、試験区全体を被覆ビニールで密閉し、厚さ0.08 mm程度のビニールシートで二重被覆した後に約4時間の蒸気処理を行った。また、同一圃場内に無処理区を設置した。各深度別にK熱電対センサーを設置し、処理後21時間の地温をデータロガー(OMRON ZR-RX40)に記録した。蒸気土壌消毒処理開始前の気象条件は、気温16.1℃、地温12.4℃、風速2.4 mであった。土性はCLで、土壌水分は約30%であった。

蒸気処理の翌日(処理開始21時間後)に、すべての菌核、種子および塊茎を回収し、5℃の低温庫で約1か月保管後、表面殺菌(蒸留水で洗浄、70%エタノール30秒、有効塩素1%次亜塩素酸ナトリウム水溶液90秒、滅菌水で2回洗浄)した。菌核は硫酸ストレプトマイシン0.2%添加PDA培地で、菌核病菌が20℃、白絹病菌は28℃で培養した。培養3日後および10日後に、菌核からの菌糸伸長の有無により菌核の生存率を調査した。その結果、蒸気消毒処理した土壌中での菌核病菌および



図-4 蒸気土壌消毒機(丸文製作所、型式SB-300)による
処理
畑転換圃場(3a)、1区30 m²(15 m×2 m)。

表-1 蒸気土壌消毒による菌核病菌および白絹病菌菌核と主要雑草種子・塊茎の死滅効果

地表面からの深度 (cm)	生存率 (%)				発芽・萌芽率 (%)									
	菌核病菌		白絹病菌		コナギ(種子)		イヌホタルイ(種子)		イヌビエ(種子)		クロゲワイ(塊茎)		オモダカ(塊茎)	
	無処理区	蒸気区	無処理区	蒸気区	無処理区	蒸気区	無処理区	蒸気区	無処理区	蒸気区	無処理区	蒸気区	無処理区	蒸気区
3	100	0	100	0	72.0	0	98.0	0	80.0	0	96.7	0	85.8	0
10	100	0	100	0	67.3	0	98.0	0	56.7	0	92.0	0	79.1	0
15	100	0	100	0	61.7	0	98.0	0	84.7	0	91.3	0	84.5	0
20	100	99.3	100	100	62.0	57.3	98.7	95.3	64.0	92.7	95.3	82.7	88.5	85.0

注) 蒸気土壌消毒処理を4時間行った。処理後回収した菌核、種子および塊茎はいずれも表面殺菌し、菌核は10日間培養後、菌糸伸長の有無により生存数を、また、種子および塊茎は、10日後に発芽率および萌芽率を調査した。数値は3反復の平均。

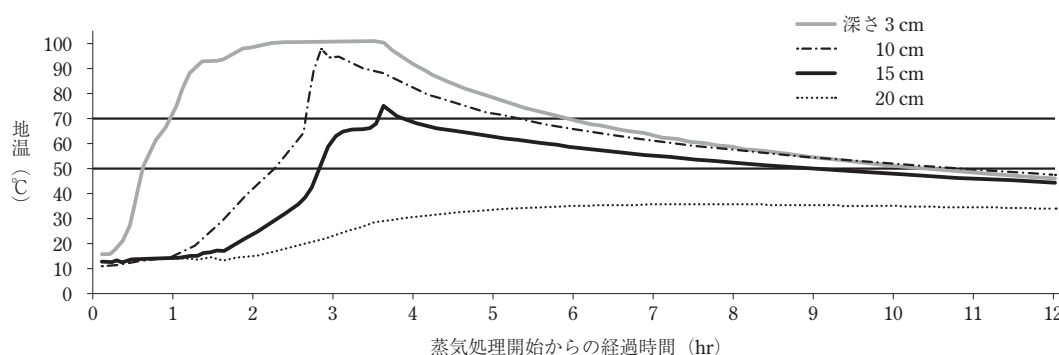


図-5 蒸気土壌消毒における深度別土壌温度の推移

注) 所内深町転換畑圃場，11月5日耕起，11月8日に蒸気土壌消毒処理を約4時間行った。処理時気温16.1℃，風速2.4 m，地温12.4℃。供試圃場条件は土性：CL，飽和透水係数 $2.3 \times 10^{-4} \sim 9.1 \times 10^{-5}$ cm/s，土壤水分約30%。降水量は処理中3日間の合計で0 mm，処理7日前に34 mmの降雨があった。

白絹病菌の菌核の生存率は、ともに地表面からの深さ3 cm，10 cm，15 cmで0%であったが，20 cmではそれぞれ99.3%および100%であった（表-1）。

また，雑草種子，塊茎の発芽率および萌芽率は，いずれも菌核と同様に深さ3 cm，10 cm，15 cm位置まで0%であったが，深さ20 cm位置では無処理区と同等で，57.3～95.3%であった。

蒸気土壌消毒処理開始後の地温の変化を見ると，地温50℃に達したのは，深さ3 cmで35分，10 cmで135分，15 cmで170分後であった（図-5）。また，地温70℃にはそれぞれ60分，160分，215分で達した。最高到達温度は3 cm（130分後）および10 cm（170分後）で100℃，15 cmで75℃（215分後），20 cmで36℃（455分後）であった。20 cm位置では到達温度が低かったが，これは試験圃場が露地の転換畑で，作土層は約15 cmであり，深さ20 cmでは水分含量や土質および空隙量の異なる硬盤であったことが原因と推察された。

しかし，深さ15 cmまでは菌核，種子および塊茎と

もに十分な死滅効果が見られたこと，現地セリ圃場の作土層は，これより浅い12 cm前後であることから，本技術で作土層全体を蒸気消毒することは可能であると考えられた。より深い位置までの効果を期待する場合は，深耕するなどが必要と考えられる。なお，同様の方法で耕起20日後に蒸気土壌消毒を実施した試験も行ったが，耕起3日後の処理に比較して地温上昇が遅く，高温条件の持続時間が短く，最高到達温度も低かった。

土壌の熱処理に対する病原菌の反応について，ダイズ白絹病菌の菌核は，処理温度が52℃を超えると15～30分で死滅するとされている（西ら，1991）。また，施設内の蒸気土壌消毒による各種病害についても同様の結果が得られている（静岡県農業試験場，1968）。

本試験では，深さ20 cmでは最高到達温度が36℃にとどまり，菌核の死滅効果が全く認められなかったが，深さ15 cmでは70℃を15分間（最高到達温度は75℃），60℃を255分維持し，菌核，雑草および塊茎に対して高い死滅効果が認められた。

一方、土壌の熱処理に対する水田雑草種子の反応について、牛木ら(2007)は熱水中において70℃では約30分、60℃では約180分でタイヌビエとイヌホタルイが死滅したと報告している。本試験でも主要雑草であるコナギ、イヌビエおよびイヌホタルイの種子、クログワイおよびオモダカの塊茎に対して、深さ15 cmまでは高い死滅効果が認められた(高橋・稲生, 2012)。

お わ り に

セリは伝統的な野菜であるがゆえに、その栽培法は産地によって若干違いがあるが、種田での種ゼリ育苗から本田への移植・収穫まで多様な環境条件下で行われ、水位も生育ステージに応じて湿田から深水まで調節される。このような条件下において、本報告では新たな土壌病害2種を報告した。いずれも株枯れを引き起こし、被害は大きい。両病害とも産地によって被害の発生状況が異なることから、両病害の発生には栽培法が関与しているかもしれない。

蒸気土壌消毒は、セリ生産現場での作付け直前(4～5月ころ)における種田への導入を想定した。本試験を実施した11月上旬は想定時期の気象条件に近いことから、現地種田への作付け直前に適用できると考える。露地栽培における蒸気土壌消毒は、小規模圃場であっても

ある程度労力がかかる。

しかし、マイナー作物の農薬登録は少なく、セリについても現在までに菌核病で1薬剤登録されたが、白絹病についてはまだ登録農薬はない。本技術は、マイナー作物であるセリの土壌病害と雑草の同時防除対策として期待できる。

なお、本試験は病原菌菌核および雑草塊茎等を人為的に埋設して行ったものであり、今後、現地セリ田における実証試験が必要である。さらに、異なる土壌タイプにおける検討、必要な労力、効果持続期間を確認する必要がある。

引 用 文 献

- 1) 北 宣裕 (2006): 野菜茶業研究集報 3: 7～16.
- 2) 宮城県農林水産部農産園芸環境課 (2014): みやぎの園芸特産データブック, p.8.
- 3) 西 和文ら (1991): 関東病虫研報 38: 55～58.
- 4) 岡部郁子 (2002): 農環研報 21: 1～39.
- 5) 斎藤 泉 (1977): 北海道農試報 26: 6～24.
- 6) 静岡県農業試験場 (1968): 蒸気土壌消毒の実用化に関する報告書(第2報): 1～60.
- 7) 高橋智恵子・稲生栄子 (2012): 北日本病虫研報 63: 82～86.
- 8) ———・月星隆雄 (2010): 日植病報 76: 82 (講要).
- 9) ———・————— (2012): 北日本病虫研報 63: 78～81.
- 10) TSUKIBOSHI, T. et al. (2005): Mycoscience 46: 17～21.
- 11) UMEMOTO, S. et al. (2007): J. Gen. Plant Pathol. 73: 290～292.
- 12) 牛木 純ら (2007): 雑草研究 53: 8～14.

登録が失効した農薬 (28.8.1～8.31)

掲載は、種類名、登録番号：商品名(製造者又は輸入者)登録失効年月日。

「殺虫剤」

●イミダクロプリドエアゾル

21340：アースガーデンQ(アース製薬)16/8/13

「殺虫・殺菌剤」

●イミダクロプリド・メトキシフェノジド・ペンシクロン粉剤
20683：モンセレンランナーAD粉剤DL(バイエルクロップサイエンス)16/8/30

「殺菌剤」

●エタボキサム水和剤

23303：エトフィンフロアブル(住友化学)16/8/6

23304：日曹エトフィンフロアブル(日本曹達)16/8/6

●メタラキシルM粒剤

22770：リドミルゴールド粒剤1(シンジェンタ ジャパン)16/8/10

●シプロジニル水和剤

20017：ユニックス顆粒水和剤47(シンジェンタ ジャパン)16/8/31

●シプロジニル・ジラム水和剤

20018：ユニックスZ水和剤(シンジェンタ ジャパン)16/8/31

「除草剤」

●ピリフタリド・プレチラクロール・ペンスルフロンメチル水和剤

21996：アピロトップLフロアブル(シンジェンタ ジャパン)16/8/1

●メトリブジン・DBN粒剤

22765：クサフージ粒剤(キング園芸)16/8/4

「植物成長調整剤」

●ウニコナゾールP複合肥料

22779：コープショーター発18(片倉コープアグリ)16/8/10