

ルリトウワタ (ブルースター) 疫病に対する各種土壌消毒の防除効果

甲把 (安達) 理恵*・森田泰彰
(高知県農業技術センター・* (現在) 高知県病害虫防除所)

Effects of several soil fumigants and biological soil disinfestations using wheat bran or ethanol against *Phytophthora* blight of southern star (*Oxypetalum caeruleum*) caused by *Phytophthora palmivora*

Rie GAPP-ADACHI* and Yasuaki MORITA (Kochi Agricultural Research Center, Hataeda, Nankoku, Kochi 783-0023, Japan, *Kochi Prefecture Crop Pest Control Center, Hataeda, Nankoku, Kochi 783-0023, Japan)

Recently, a damping-off symptom was found on southern star (*Oxypetalum caeruleum*) in Kochi Prefecture, Japan. In some greenhouses, the serious damage occurred in more than 50% of the yield of products. The efficacy of several soil fumigants and biological soil disinfestations techniques were tested against the disease using wheat bran or ethanol. Soil incorporation of dazomet, a granular fumigant and soil disinfestation using wheat bran or ethanol, showed high effectiveness for control of *Phytophthora* blight of southern star. But, soil disinfestations using wheat bran or ethanol was not effective at low temperatures.

緒 言

ルリトウワタ (*Oxypetalum caeruleum* (D. Don) Decne.) は、ブラジル、ウルグアイ原産のガガイモ科のつる性多年草であり、花冠は車型で花径は約 3 cm となり花色は淡青色を示す(塚本, 1994)。5 枚の花弁が水色の輝く星のように見えることから通称ブルースターと呼ばれている。花言葉は「信じあう心」、「幸福な愛」とされ、白やピンクの花弁を持つ品種も育種されているため、ブライダルを中心に需要の高い品目となっている。高知県内では安芸郡芸西村を中心に施設栽培で切り花生産が行われており、2012年の県内生産量は切り花本数で約370万本と全国一位となっている(高知県農業振興部, 2013)。

ところが、2004年頃から県内の施設栽培のルリトウワタに立枯性の生育障害が発生し、枯死株率が50%を超える圃場もみられるなど深刻な被害を生じている。現在までに①発生原因は *Phytoph-*

thora palmivora (Butler) Butler によるルリトウワタ疫病であること、②生育中のシモキサニル・ベンチアバリカルブイソプロピル水和剤、またはマンゼブ・メタラキシル M 水和剤の各 3 L/m²以上量の 3 回株元灌注処理には高い防除効果が得られること、③桂 (1968) による疫病菌捕捉法を改変した手法で本病原菌の検出を可能とし、本病害の発生を予測できることを報告した(安達ら, 2009, 2010; Gappa-Adachi *et al.*, 2012, 甲把(安達)ら, 2013)。しかし、作付け前の土壌消毒に関する知見がないことから、本病の体系的な防除法を確立するには至っていない。そこで、本病害に対する化学薬剤または土壌還元消毒の防除効果を明らかにしたので、その結果を報告する。

本研究を実施するに当たり、高知県農業技術センター生産環境課の辻太志氏、石川幸子氏と星澤一郎氏、病理担当の諸氏には土壌消毒処理や供試植物の栽培管理および調査に際して多大なご協力を頂いた。ここに記して深く感謝の意を表す。

材料および方法

1. ルリトウワタ疫病菌汚染圃場の作出

高知県南国市の農業技術センター内のビニルハウス(面積192m², 礫質灰色低地土, 土性 CL)で試験圃場を作出した。

ルリトウワタ疫病菌 (*Phytophthora palmivora*) の PP3 菌株 (MAFF242760) を V8 ジュース寒天平板培地で 25℃, 暗黒条件下で 44 日間静置培養後, 日光照射下の室温で 5 日間培養した菌叢を滅菌水に浸漬し, 遊走子の濃度を 1×10^3 個/mL に調整した懸濁液を作成した。これを直径 27cm の黒色ポリポットへ 2 株ずつ植え付けた茎長 40~50cm のルリトウワタ (播種 192 日後) の株元へ, ポット当たり 50mL ずつ灌注接種した。接種後は 15 日間ガラス室内で管理し, 全身の萎凋または枯死が見られるまで発病させた。これらの 40 ポットの土を罹病残渣とともに圃場全面へ混和し, 汚染土壌とした。

2. 耕種概要

品種 ‘ピュアブルー’ の種子を, 殺菌土を充填した 128 穴セルトレイに播種し, ガラス室内で 19~65 日間育苗して子葉または本葉 2 枚が展開した苗を株間 15cm, 条間 15cm の 4 条植えて定植した。施肥 (元肥) は CDU 複合燐加安 S555 (N:P:K=15:15:15, チッソ旭肥料) を 120kg/10a の割合で施用した。その他の栽培管理については農家慣行とした。

3. 土壌くん蒸剤の処理方法

化学薬剤による土壌消毒については, ダゾメット粉粒剤 (98.0%) と クロルピクリンくん蒸剤 (99.5% 以上) を供試した。

ダゾメット粉粒剤は 30kg/10a の割合で均一に散布し, 小型管理機 (こまめ, Honda) を用いて地下約 25cm までの土壌へ混和した。クロルピクリンくん蒸剤は, 手動注入器を用いて 1 穴当たり 3 mL を, 30cm 千鳥で地下 15cm に注入した。

いずれの処理についても, 処理後は直ちに 0.05mm 厚のポリエチレンシートで被覆し, ポリエチレンシートの端は水を満たしたポリエチレンダクトで固定してくん蒸した。

4. 土壌還元消毒の処理方法

フスマ, またはエタノールを用いた土壌還元消毒を行った。

フスマを用いた土壌還元消毒の処理は, 新村 (2002) による処理法に準じた。すなわち, フスマを 1t/10a の割合で処理区へ均一に散布し, 小型管理機 (こまめ, Honda) を用いて地下約 25cm までの土壌へ混和した。直ちに灌水チューブ (エバーフロー, MKV ドリーム) を設置し, 0.05 mm 厚のポリエチレンシートで被覆して, シートの端を水を満たしたポリエチレンダクトで固定した後に, 地表面が浸水するまで灌水した。

エタノールを用いた土壌還元消毒の処理については, 小原ら (2007) による処理法に準じた。すなわち, 耕耘後の圃場表面に灌水チューブ (エバーフロー, MKV ドリーム) を設置して 0.05 mm 厚のポリエチレンシートで被覆し, シートの端を水を満たしたポリエチレンダクトで固定した後, エタノール (エスミール WK65, 信和アルコール) を液肥混入器のドサトロン (DOSATRON[®], 2.5m³/h-0.2-1.6%) を用いてエタノール濃度が 0.7% または 0.5% となるように調整し, 地表面が浸水するまで灌注した。

5. 調査方法

各土壌消毒期間中には, 温度・湿度データロガー (TR-71UI, T&D CORPORATION) を設置して地温を記録した。センサーは各区内の中央とサイドの 2 地点について地表面から深度 20cm に設置した。

土壌水分含量については, 処理前の土壌を採取して重量を測定し, 乾熱滅菌器 (MOV-1125, SANYO) で 105℃, 48 時間乾燥させた後に, 再度重量を測定することにより, 水分含量を算出した。

定植 59~349 日後に, 発病程度を次の指数に従って調査し, 発病度を算出した。防除価は各試験での最終調査日の調査結果から算出した。薬害は適宜観察した。

[指数] 0: 無病徴, 1: 茎葉の褐変, 2: 全身の萎凋, 3: 枯死

発病度 = Σ (程度別発病株数 × 指数) / (調査株数 × 3) × 100

6. 土壌消毒試験

試験1はダズメット粉粒剤とクロルピクリンくん蒸剤による土壌くん蒸処理，試験2ではフスマと0.7%エタノールによる土壌還元消毒処理，試験3では低温時のダズメット粉粒剤による土壌くん蒸処理ならびにフスマおよび0.5%エタノールによる土壌還元消毒処理を行って防除効果を比較した。

(試験1)

1区8.3m² (1.5m × 5.5m)とし，2反復で行った。定植株数は1区当たり120株とした。2008年7月25日(定植24日前)に畦立てとくん蒸処理を実施し，7日後の8月1日(定植17日前)に被覆シートを除去した。ダズメット粉粒剤処理区については8月4日(定植14日前)と8月6日(定植12日前)の2回，鋤を用いて耕起し，ガス抜きを行った。クロルピクリンくん蒸剤の処理区については，耕起によるガス抜きは行わなかった。定植は8月18日に行い，2009年2月9日(定植175日後)および7月30日(定植349日後)に5. 調査方法，に従って区内の全株について調査した。

(試験2)

1区12.8m² (1.5m × 8.5m)とし，3反復で行った。定植株数は1区当たり34~59株とした。2010年6月8日(定植59日前)に土壌還元消毒を実施し，フスマを用いた土壌還元消毒区は180L/m²の割合で灌水し，エタノールを用いた土壌還元消毒区は，0.7%濃度に調整したエタノールを180L/m²の割合で灌注した。いずれも22日間被覆し，6月30日(定植37日前)に被覆シートを除去し，7月26日(定植11日前)に施肥および畦立てを行った。定植は8月6日に行い，2010年10月4日(定植59日後)に試験1と同様に調査した。

(試験3)

1区12.8m² (1.5m × 8.5m)とし，3反復で行った。定植株数は1区当たり52株とした。2010年11月15日(定植39日前)にダズメット粉粒剤によるくん蒸処理，11月16日(定植38日前)にフスマおよびエタノールを用いた土壌還元消毒を実施した。フスマを用いた土壌還元消毒区は72L/m²の割合で灌水し，エタノールを用いた土壌還元消毒区は，0.5%濃度に調整したエタノールを97L/m²の割合で灌注した。ダズメット粉粒剤処理区は22日間，フスマおよびエタノールを用いた土壌還元

消毒区は21日間被覆し，12月7日(定植17日前)に全処理区の被覆シートを除去し，12月14~15日(定植9~10日前)に施肥および畦立てを行った。定植は12月24日に行い，2011年3月24日(定植90日後)に試験1と同様に区当たり20~52株を調査した。

結 果

1. 試験1

ダズメット粉粒剤区の処理時の土壌水分含量は16.1%，被覆中の地温は，最高51.6℃，最低25.6℃，平均39.6℃，クロルピクリンくん蒸剤区の処理時の土壌水分含量は15.3%，被覆中の地温は，最高52.1℃，最低25.7℃，平均39.2℃であった。

ダズメット粉粒剤処理区の防除価は91.1と効果が高かった。一方，クロルピクリンくん蒸剤は区間差が大きかったが，平均すると防除価61.8となり，ダズメット粉粒剤処理区と比較して効果が劣った。いずれの処理区にも薬害はみられなかった(第1表)。

2. 試験2

フスマを用いた土壌還元消毒区の被覆中の地温は，最高51.3℃，最低24.0℃，平均35.1℃，0.7%エタノールによる土壌還元消毒区は最高55.1℃，最低22.8℃，平均35.8℃であった。フスマを用いた土壌還元消毒区は，調査期間を通じて発病が見られなかった。0.7%エタノールによる土壌還元消毒区は，防除価95.4と効果が高かった。いずれの処理区にも薬害はみられなかった(第2表)。

3. 試験3

ダズメット粉粒剤区の処理時の土壌水分含量は18.5%，被覆中の地温は，最高26.5℃，最低19.8℃，平均22.7℃，フスマを用いた土壌還元消毒区の被覆中の地温は，最高28.7℃，最低17.9℃，平均22.9℃，0.5%エタノールによる土壌還元消毒区は最高27.7℃，最低19.7℃，平均22.9℃であった。

ダズメット粉粒剤区は，防除価83.6と効果が高かった。フスマを用いた土壌還元消毒区は防除効果が得られなかった。0.5%エタノールによる土壌還元消毒区は，防除価31.1と効果は低かった。

第1表 ルリトウタ疫病に対する化学薬剤による土壌消毒の防除効果（試験1）

供試薬剤	処理方法 ^{a)}	反復	2月9日 (定植175日後)			7月30日 (定植349日後)			薬害 ^{d)}
			調査株数	発病株率 (%)	発病度 ^{b)}	調査株数	発病株率 (%)	発病度	
ダゾメット粉粒剤	30kg/10a	A	115	1.7	1.2	115	6.1	6.1	—
		B	120	0	0	119	2.5	0.8	—
(ダゾメット98%)	全面 土壌混和	平均		0.9	0.6		4.3	3.5	91.1
クロルピクリンくん蒸剤	3 mL/穴	A	119	0.8	0.3	118	1.7	0.8	—
		B	120	2.5	2.5	117	33.3	29.1	—
(クロルピクリン99.5%以上)	点注	平均		1.7	1.4		17.5	15.0	61.8
無処理		A	120	5.8	1.9	120	25.0	24.4	
		B	120	0.8	0.3	120	55.8	54.2	
		平均		3.3	1.1		40.4	39.3	

a) くん蒸処理：2008年7月25日，定植：8月18日

b) 発病度 = $\frac{\sum (\text{程度別発病株数} \times \text{指数})}{\text{調査株数} \times 3} \times 100$

[指数] 0：無病徴，1：茎葉の褐変，2：全身の萎凋，3：枯死

c) 防除価は発病度の平均値より算出した。

d) —：薬害なし

注) ダゾメット粉粒剤B区及びクロルピクリン液剤A，B区では，一部に本病以外の原因で欠株が生じた。

第2表 ルリトウタ疫病に対する高温時の土壌還元消毒の防除効果（試験2）

供試資材	処理量 ^{a)} (処理時の灌水量)	反復	調査 株数	10月4日 (定植59日後)			薬害 ^{d)}
				発病株率 (%)	発病度 ^{b)}	防除価 ^{c)}	
フスマ	1t/10a (180L/m ² 灌水)	A	36	0	0	—	
		B	36	0	0	—	
		C	37	0	0	—	
		平均		0	0	100	
エタノール	0.7% 希釈液 180L/m ² 灌注	A	34	0	0	—	
		B	35	0	0	—	
		C	50	6.0	6.0	—	
		平均		2.0	2.0	95.4	
無処理	—	A	40	62.5	49.2		
		B	40	70.0	53.3		
		C	59	39.0	27.7		
		平均		57.2	43.4		

a) 土壌還元消毒処理：2010年6月8日，定植：8月6日

b, c, d) 第1表参照

第3表 ルリトウワタ疫病に対する低温時の各種土壌消毒の防除効果（試験3）

供試資材	処理量 ^{a)} (処理時の灌水量)	反復	調査 株数	3月4日（定植70日後）		3月24日（定植90日後）		防除価 ^{c)}	薬害 ^{d)}
				発病株率(%)	発病度 ^{b)}	発病株率(%)	発病度 ^{b)}		
ダゾメット 粉粒剤	30kg/10a	A	32	6.3	2.1	6.3	2.1	83.6	—
		B	32	3.1	1.0	3.1	1.0		—
		C	40	0	0	0	0		—
		平均		3.1	1.0	3.1	1.0		
フスマ	1t/10a (72L/m ² 灌注)	A	40	0	0	45.0	30.8	0	—
		B	36	2.8	2.8	11.1	8.3		—
		C	52	9.6	8.3	32.7	21.8		—
		平均		4.1	3.7	29.6	20.3		
エタノール	0.5%希釈液 97L/m ² 灌注	A	27	7.4	2.5	7.4	4.9	31.1	—
		B	32	3.1	1.0	3.1	1.0		—
		C	44	4.5	4.5	6.8	6.8		—
		平均		5.0	2.7	5.8	4.2		
無処理	—	A	20	5.0	5.0	5.0	5.0		—
		B	20	10.0	10.0	10.0	10.0		—
		C	20	0	0	5.0	3.3		—
		平均		5.0	5.0	6.7	6.1		

a) くん蒸処理（ダゾメット粉粒剤）：2010年11月15日，土壌還元消毒処理：11月16日，定植：12月24日

b, c, d) 第1表参照

全ての処理区で薬害は見られなかった（第3表）。

考 察

ルリトウワタ疫病に対する土壌消毒効果を検討したところ，高温期，低温期のいずれの処理時期にも関わらず，ダゾメット粉粒剤はルリトウワタ疫病に対し高い防除効果を示した。森田ら（2006）は，ピーマン疫病やユリ疫病に対するダゾメット粉粒剤の効果を検討しているが，防除効果が低い場合や薬害が発生する場合が認められたため，効果を安定させるためには処理時の土壌水分含量や土塊の大きさなどに留意することが必要と報告している。漆原ら（2004）は，土壌水分含量が10%の乾燥状態でダゾメット粉粒剤を処理した場合，激しい薬害を生じ，土壌水分含量が22%であれば防除効果が高く，薬害も生じないことを報告している。本研究において，試験1のダゾメット粉粒剤処理時の土壌水分含量は16.1%，試験4では18.5%であり，いずれの試験においても土壌水分含量は22%に達しないものの10%以上であったことから，高い防除効果が得られたと推察した。また，ダゾメット粉粒剤については，地温10℃以上

で使用し，15℃以下では適宜マルチ期間を延長することが推奨されている。試験1の平均地温は39.6℃，試験4では22.7℃と，両試験ともにルリトウワタ疫病に対して十分な防除効果が発揮される温度条件下であった。

一方，土壌還元消毒については，高温期に実施した試験2において，フスマを用いた土壌還元消毒区は高い防除効果を示したものの，低温期に実施した試験3では防除効果が得られなかった。新村（2002）は，土壌還元消毒期間のアメダスの平均気温が15～18℃以上あれば防除効果が得られると推定しており，米本ら（2006）は，土壌還元消毒を行うための地温は30℃前後が必要であるとしている。試験2では，フスマを用いた土壌還元消毒区の被覆中の平均地温は35.1℃と地温は30℃以上あり，土壌還元消毒に適した温度条件を満たしていたことから高い防除価が得られたとみられ，本試験とは別に実施した高温時のフスマを用いた土壌還元消毒においても，定植112日後の最終調査日まで発病が見られず，高い効果が確認された（データ未発表）。これに対し，試験3で防除効果が得られなかったことは土壌還元消毒時の被覆中の平均地温が22.9℃で，地温が30℃以下であった

ことが原因と考えられた。また、フスマを用いた土壤還元消毒区は、土壤消毒無処理区よりも発病度が高かった。これは、土壤還元消毒の効果が得られない低温条件下であり、ルリトウワタ疫病菌が生育可能な10℃以上 (Gappa-Adachi *et al.*, 2012) で湛水状態となったために、疫病菌が増殖して土壤中の菌密度が高まり、発病が助長されたのではないかと推察した。

エタノールを用いた土壤還元消毒について検討したところ、高温期の0.7%濃度処理は本病害に対して高い防除効果を示した。Momma *et al.*, (2010) は、トマト萎凋病菌 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*) 汚染土壌へ低濃度のエタノールを灌注して30℃に静置したところ、一定期間後に厚膜胞子が死滅したが、20℃に静置した場合は厚膜胞子が死滅せず検出され、土壌の還元化が地温により変動したことを報告している。この現象は疫病菌の死滅でも起こり得るものと考えられる。すなわち、本試験において0.7%濃度のエタノール処理時の平均地温は35.8℃であり、平均地温が30℃以上であったため、土壌の還元化が促進され、高い防除効果が得られたと推察され、一方、0.5%濃度のエタノール処理時の平均地温は22.9℃と30℃以下であったため、土壌の還元化が促進されず、十分な防除効果が得られなかったと推察された。

以上の結果から、ルリトウワタ疫病に対して有効な土壤消毒法は、ダゾメット粉粒剤を用いた土壤消毒と、フスマおよびエタノールによる土壤還元消毒であるが、処理時の温度条件によって土壤消毒法を選択する必要があると考えられた。

高知県のルリトウワタ生産圃場では、ほとんどの圃場で6月上旬から8月上旬にかけて土壤消毒が実施されるが、早期収穫を目的として4月上旬に土壤消毒を行う圃場もあり、実施時期は様々である。新村 (2002) は、土壤還元消毒の効果が発揮される気温を18℃以上としているが、ルリトウワタの主要産地である高知県安芸地区において、平均気温の平年値が18℃を上回るのは、5月第1半旬～10月第5半旬であり (高知県病害虫防除所, 2013)、この時期は、ダゾメット粉粒剤とともにフスマを用いた土壤還元消毒も有効であると考えられる。

フスマを用いた土壤還元消毒は、処理時に作業

者が化学薬剤を被曝する危険性はなく、コストもダゾメット粉粒剤と同程度の約4万円/10aであり、実用性は高いと考えられる。特に、梅雨明け後など晴天に恵まれ、気温が高い時期に実施する場合は有効な土壤消毒法となる。

一方、エタノールによる土壤還元消毒は作業が簡便であり、高温時には防除効果が高く、フスマを用いた土壤還元消毒と同様に作業者が化学薬剤を被曝する危険性はないことから、有望な防除法となる。しかし、本試験のように0.7%濃度のエタノールを1 m²当たり180L灌注する場合、フスマやダゾメット粉粒剤よりもコストがかなり高くなり、使用者への経済的な負担が大きくなる。今後エタノールによる土壤還元消毒の実用化に向けては、土性に応じて安定した効果を確保できる最低限の処理濃度を探索していく取り組みが必要と考える。

最後に本病害防除の対策として、土壤消毒前に捕捉法による疫病菌の検出によって本病原菌の分布状況を確認し (甲把ら, 2013)、上記に示した土壤消毒を効果的な条件下で行うことにより土壌中の疫病菌の菌密度を低下させ、定植時に疫病が発生した場合はシモキサニル・ベンチアバリカルブイソプロピル水和剤、またはマンゼブ・メタラキシル M 水和剤の各3 L/m²以上量の3回株元灌注処理を行う (安達ら, 2010) ことを推奨したい。

以上のような体系防除を普及させるためには、現在花き類またはルリトウワタの疫病に対して農薬登録が無いダゾメット粉粒剤、シモキサニル・ベンチアバリカルブイソプロピル水和剤およびマンゼブ・メタラキシル M 水和剤について、早期の適用登録が望まれる。

摘 要

ルリトウワタ疫病に対する各種土壤消毒を検討した結果、ダゾメット粉粒剤による土壤消毒と、フスマおよびエタノールによる土壤還元消毒が高い効果を示し、葉害もみられなかった。ただし、フスマおよびエタノールによる土壤還元消毒は、処理時の被覆中の平均地温が35℃以上の高温期で高い防除効果が得られたが、22.9℃の低温期では防除効果が得られなかった。一方、ダゾメット粉粒剤はくん蒸時の被覆中の平均地温が22.7℃の低

温期でも効果が高かった。

引用文献

- 安達理恵・矢野和孝・植松清次・竹内繁治 (2009) : *Phytophthora palmivora* によるルリトウワタ (ブルースター, *Tweedia caerulea* D. Don (= *Oxyptalum caeruleum* D. Don)) 疫病 (新称). 日植病報, 75:72 (講要).
- 安達理恵・矢野和孝・竹内繁治・森田泰彰 (2010) : ルリトウワタ (ブルースター) 疫病に対する殺菌剤の防除効果. 四国植防, 45:27~32.
- Gappa-Adachi, R., K. Yano, S. Takeuchi, Y. Morita and S. Uematsu (2012) : Phytophthora blight of southern star (*Oxyptalum caeruleum*) caused by *Phytophthora palmivora* in Japan. J. Gen. Plant Pathol., 78:39~42.
- 甲把(安達) 理恵・森田泰彰・竹内繁治 (2013) : ルリトウワタ (ブルースター) 疫病の土壌からの検出. 高知農技セ研報, 22:13~20.
- 桂琦一 (1968) : 土壌から疫病菌を捕え分離する方法. 関西病虫研報, 10:101~103.
- 小原裕三・佐藤充克・坂本勝己・上別府史郎・佐藤理恵子・阿部倉博通・植松清次・三平東作・三輪千華 (2007) : 特許4436426号.
- 高知県病害虫防除所 (2013) : 平成24年度農作物有害動植物発生予察事業年報. 165~166.
- 高知県農業振興部 (2013) : 高知県の園芸, p.50.
- Momma, N., M. Momma and Y. Kobara (2010) : Biological soil disinfestations using ethanol: effect on *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* and soil microorganisms. J. Gen. Plant Pathol., 76:336~344.
- 森田泰彰・川田洋一・竹内繁治 (2006) : 臭化メチル代替くん蒸剤による数種土壌病害の防除. 高知農技セ研報, 15:1~10.
- 新村昭憲 (2002) : 還元消毒法の原理と効果. 土壌伝染病談話会レポート, 22:2~12.
- 塚本洋太郎 (1994) : 園芸植物大事典. 小学館, 東京 1:399~400.
- 漆原寿彦・酒井宏・白石俊昌 (2004) : クロルピクリン錠剤およびダゾメット粉粒剤による床土消毒の効果に及ぼす土壌水分の影響. 関東病虫研報, 51:141~143.
- 米本謙悟・広田恵介・水口晶子・坂口謙二 (2006) : 露地における土壌還元消毒法の利用方法とイチゴ萎黄病に対する効果. 四国植防, 41:15~24.