

家庭用小型ボイラーを用いた改良型熱水土壤消毒法によるセルリー萎黄病の防除

藤永真史・小林久茂・小松和彦・小木曾秀紀・上原敬義・小野佳枝・富田恭範*・小河原孝司*
(長野県野菜花き試験場・*茨城県農業総合センター園芸研究所)

Control of Fusarium Yellows on Celery by Soil Sterilization with Hot Water Injection using a Portable Boiler

Masashi FUJINAGA¹, Hisashige KOBAYASHI, Kazuhiko KOMATSU, Hideki OGISO, Takayoshi UEHARA, Yoshie ONO, Yasunori TOMITA and Takashi OGAWARA

摘 要

長野県のセルリー栽培において最も問題である病害は、連作によって引き起こされる難防除土壤病害の萎黄病である。これまでは、化学合成薬剤である土壤くん蒸剤によって恒常的に防除を実施してきたが、現状、生産農家からは環境に負荷をかけない防除法の開発が強く要望されている。そこで、セルリー萎黄病防除対策として、家庭用小型ボイラーを利用した簡易型熱散水殺菌装置による熱水土壤消毒法の有効性を検証した。その結果、本法はセルリー萎黄病に対し高い防除効果を示すとともに、セルリー萎黄病菌密度は収穫時まで低く維持され、さらに、アスター萎凋病菌、カーネーション萎凋病菌、トルコギキョウ立枯病菌に対しても、十分な殺菌効果が認められた。これらの作物は施設花き生産の基幹品目であることから、今後の普及適応拡大に有望と判断される。

現在、長野県のセルリー栽培において最も問題になっている病害は、連作によって引き起こされる難防除土壤病害の萎黄病である。本病の発生は収量を低下させるため、対策として土壤くん蒸処理を余儀なくされている。代表的な土壤くん蒸剤である臭化メチルは、モントリオール議定書によりオゾン層破壊物質として2005年には不可欠用途の使用を除いて使用禁止になる。また、土壤くん蒸剤の処理は使用者に対して刺激が強いことから、現地の生産者から代替防除方法の確立が強く要望されている。近年、熱によって病害虫を死滅させる物理的防除法である太陽熱土壤消毒や蒸気土壤消毒および熱水土壤消毒(国安ら、1986)などの有効性が日本各地で実証されるようになった。これらの防除法は、薬剤に偏重しない物理的防除法の一つのメニューとして有望である。

そこで、セルリー萎黄病防除に対する新防除法の開発のため、茨城県農業総合センター園芸研究所で開発された家庭用小型ボイラーを利用した簡易型熱散水殺菌装置(以後:園研改良方式)による熱水土壤消毒法の有効性を検証した。

材料および方法

1. 家庭用小型ボイラーを用いた熱水土壤消毒法
熱水処理は園研改良方式の装置を用いた(第1図)。すなわち、熱出力が36.0~52.3kWの75 に設定した家庭用小型ボイラー(OQB-405YS, ノーリツ社製)から供給される熱水を、散水間隔を50cmに設置し上部をポリエチレンシートで被覆した点滴灌水チューブ(20cmピッチ, ネタフィム社製)を用いて、深さ30cmの地温が45 に達するよう1m²当たり約200L処理した。処理後20日間そのままの状態を維持した後に作畦

¹ Address : Address: Nagano Vegetable and Ornamental Crops Experiment Station, 2206, Omuro, Nagano, 381-1211, Japan
2005年4月28日受領

した。なお、クlorピクリンのマルチ畦内処理を対照の慣行農業処理として設け、手動式点注機を用い30cm間隔で3mL注入処理(10a当たり処理量が30L)した。また、いずれの処理も行わない無処理区も設けた。各処理区ともに1区10m²の2反復で作畦まで1ヶ月程度、透明のビニールシートで土壌表面を覆った。

2. 各処理のセルリー萎黄病防除効果ならびに生育に与える影響

供試品種は「コーネル619」を用い、施肥量は慣行栽培に準じて施し、畦幅80cmの2条植えで株間は40cmとした。萎黄病の発病調査は定植(8/31)の83日後(11/22)に、各処理区の任意の64株について、以下の程度別調査基準に従って発病程度を調査し、発病株率および発病度を算出した。地上部:0:発病無し, 1:茎葉1/3未満が萎凋, 黄化, 2:茎葉の1/3~2/3が萎凋, 黄化, 3:茎葉の2/3以上が萎凋, 黄化あるいは枯死。発病度 = (発病程度別株数 × 指数) × 100 / (3 × 調査株数)。収量は定植後86日目に各区任意40株の全重, 調整重, 草丈, 第一節間長, 茎厚, 株径に

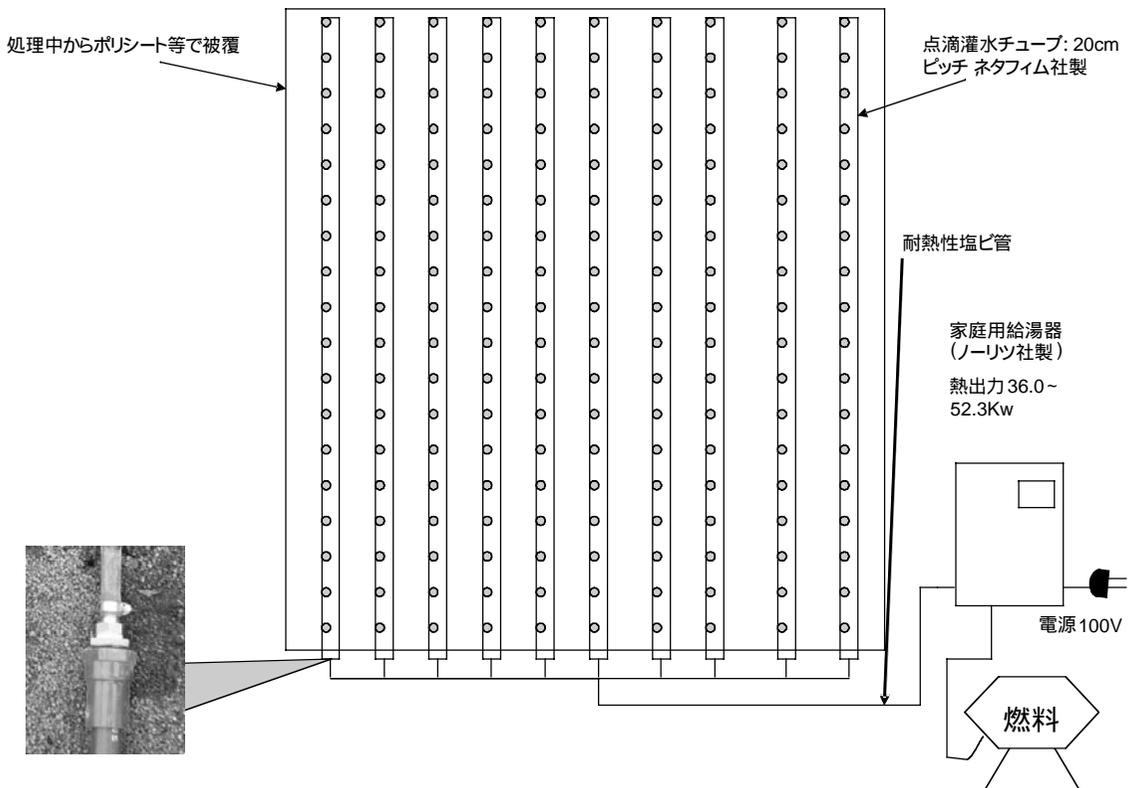
ついて調査した。

3. 各処理後におけるNit変異株を利用したセルリー萎黄病菌密度調査

フスマ培養したセルリー萎黄病菌Nit変異株(C46-N7株)をあらかじめ試験土壌に接種し、セルリーを2作栽培した。Fo-N培地(Nit変異株分離培地; 西村, 2002)を用いた希釈平板法により各処理前, 定植直前および収穫後の深さ別(5-10cm, 15-20cm, 25-30cm)3カ所の土壌中におけるセルリー萎黄病菌密度を測定した。なお, 定植直前と収穫後は同一箇所の畦頂部からの深度別とした。

4. 各処理前後における病原菌汚染土埋設試験

野菜花き試験場のパイプハウス内土壌に人工汚染土を埋設し, 各処理が土壌病原菌密度に与える影響について調査した。すなわち, セルリー萎黄病菌(*Fusarium oxysporum* f. sp. *apii* C46-N11株), アスター萎凋病菌(*Fusarium oxysporum* f. sp. *callistephi* FAST-4nit2株), カーネーション萎凋病菌(*Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* SUF800-nit5株), トルコギキョ



第1図 家庭用小型給湯器を用いた簡易熱水処理装置設置例

ウ立枯病菌 (*Fusarium solani* FS0210-nit6株) を 1×10^6 cfu/gになるよう水稻用培土に混和し、作成した人工汚染土20gを不織布で包み地上部から深さ別 (5-10cm, 15-20cm, 25-30cm) に処理直前に埋設した。処理後10日目に各区の人工汚染土壌を回収し、前記と同様の希釈平板法により生存菌密度を測定した。各処理ともハウスの西側 (W) と東側 (E) の2反復実施した。

結 果

1. 各処理のセルリー萎黄病防除効果ならびに生育に与える影響

各処理区におけるセルリー萎黄病の発病株率、発病度を調査した結果、無処理区の発病株率が54.7%、発病度が29.2と多発生条件下において、熱水処理区には発病が認められず高い防除効果が認められ、対照のクロルピクリンを用いた農薬処理 (発病株率: 4.7%, 発病度: 3.1, 防除価: 89.3) より優る防除効果を示した (第1表)。また、各処理がセルリーの生育に与える影響を調査した。その結果、無処理では発病株が多いため、出荷規格に該当する株が少なく、また全重、調整重の平均値も他の処理と比較明らかに劣った。現地で通常利用されているクロルピクリン処理では、全重および調整重ともに、最も優っていたが、熱水処理との差は少なくほぼ同等であった (第2表)。

2. 各処理後におけるセルリー萎黄病菌の菌密度
処理前、定植直前および収穫後におけるセルリー萎黄病菌密度の推移について調査した結果を第3表に示した。無処理区の調査期間中における菌密度は裸地条件である処理前から定植直前に至っては変化は認められなかったものの、収穫後においては最大で160倍にまで菌密度が上昇した。一方、熱水処理および農薬処理ではいずれの処理区からも定植直前にはセルリー萎黄病菌は検出限界以下であった。また収穫後においても、地表面に近い浅い箇所でもわずかながら熱水処理区およびクロルピクリン処理区で検出された (第3表)。

3. 各処理区における病原菌汚染土埋設試験

各処理後の深度別病原菌密度を第4表に示した。その結果、クロルピクリン処理においては、すべての供試菌株において深さ25-30cmに埋設した汚染土の菌密度は検出限界以下にまで減少した。熱水処理はトルコギキョウ立枯病菌のみ25-30cmの深さで検出されたものの、その他の菌ではすべて検出限界以下であった (第4表)。

考 察

長野県はセルリー生産量が日本一の主産県である。長野県内における生産は、施設加温栽培の5月出荷からはじまり、その後は初秋までの露地栽培からハウス無加温栽培の11月下旬から12月上旬出荷までに至る。

第1表 セルリー萎黄病に対する各種土壌消毒処理による防除効果^{a)}

処理区	防除効果			
	調査株数	発病株率(%)	発病度	防除価
熱水処理 ^{b)}	64	0	0.0	100
農薬処理 ^{c)}	64	4.7	3.1	89.3
無処理	64	54.7	29.2	-

a) 数値は2反復試験合計の平均

b) 家庭用小型ボイラーを利用した簡易熱水処理による。

c) マルチ畦内処理による。施用量は10aあたりの換算量で30ℓ注入した。

第2表 各種土壌消毒処理がセルリーの生育に与える影響^{a)}

処理	調査株数	全重(g)	調整重(g)	草丈(cm)	第1節間長(cm)	茎厚(mm)	株径(mm)	L~2L等級株率(%)	L未満等級株率(%)	出荷不能株率(%)
熱水処理 ^{b)}	40	2508.3	1673.8	75.5	31.8	24.0	104.7	72.5	27.5	0
農薬処理 ^{c)}	40	2630.0	1751.4	75.3	31.3	23.4	94.7	85	15	0
無処理	40	1877.5	1214.0	65.8	27.1	21.1	84.0	32.5	20	47.5

a) 数値は2反復試験合計の平均

b) 家庭用小型ボイラーを利用した簡易熱水処理による

c) クロルピクリンのマルチ畦内処理 (処理量は10aあたりの換算量で30ℓ)

セルリー栽培は芽かき作業等多くの労力を必要とするため、生産者は基幹品目としての取り組みが必要となり、恒常的に連作が行われてきた。その結果、土壤伝染性病害である萎黄病の発生が県下で問題化し、その防除はセルリーの安定生産に必須である。現状、クロルピクリンに代表とされる化学合成農薬を用いた土壌

くん蒸処理が対策技術として取り入れられているものの、これらの処理は生産者にとって労力、経費の面で大きな負担となっている。また、同時にこれら化学合成農薬は環境に対する負荷が危惧されている。

熱水を利用した土壌消毒法は、全国各地の作物、病害虫に対して取り組まれ、多くの有効事例が報告されている(西, 2003)。しかし、これまでの取り組みでは、10aを2日程度の比較的短い時間で処理するため、熱水を圃場に注入するためのボイラーとして非常に大型のものが利用され、機材ならびにその稼働に多大な経費が必要である。近年、茨城県農業総合センター園芸研究所で家庭用小型ボイラーを利用した簡易型熱散水殺菌装置が開発された(富田ら, 2002; 小河原ら, 2002)。この簡易装置は、75℃の比較的低い温度の熱水を施設栽培で多く用いられている点滴灌水チューブを用い、約48時間と長時間の散水で土壌消毒する新しい手法である。一度に処理できる面積は100m²と小面積であるものの、機械購入費用は従来型の約1/10、m²あたり使用灯油量も約2Lで普及性は高い。そこで、本研究ではセルリー萎黄病に対して化学合成農薬に頼らない防除技術の開発を目指し、これら防除法のセルリー萎黄病に対する適応性について検討した。その結果、園研改良方式による熱水消毒はセルリー萎黄病に対して高い防除効果が認められ、実用性は高いと判

第3表 各処理区におけるセルリー萎黄病菌の菌密度^{a)}

処理	深さ	時期 ^{b)}		
		処理前	定植直前	収穫後
熱水処理	5-10cm	2	ND ^{c)}	2
	15-20cm	15	ND	ND
	25-30cm	ND	ND	ND
農薬処理	5-10cm	75	ND	2
	15-20cm	48	ND	ND
	25-30cm	198	ND	ND
無処理	5-10cm	2	30	320
	15-20cm	13	7	83
	25-30cm	7	7	135

a) フスマ培養したセルリー萎黄病菌Nit変異株(C46-N7株)をあらかじめ試験土壌に接種しセルリーを2作栽培したハウスで実施した。土壌からの分離はFo-N培地(Nit変異株分離培地; 西村, 2002)を用いた希釈平板法により調査した。数値はcfu/g。

b) 処理前(平成16年8月3日)、定植時(8月31日)、収穫後(11月25日)。

c) Not detection, 検出限界2 cfu/g未満。

第4表 各処理後の土壌深度別土壌病原菌密度^{a)}

供試菌	菌密度(cfu/g soil)			
	土壌深度	熱散水殺菌	クロルピクリン	無処理
セルリー萎黄病菌 ^{b)}	5-10cm	ND ^{f)}	ND	19 × 10
	15-20cm	ND	ND	71.4 × 10
	25-30cm	ND	ND	68.5 × 10
アスター萎凋病菌 ^{c)}	5-10cm	ND	ND	276.5 × 10
	15-20cm	ND	ND	353.9 × 10
	25-30cm	ND	ND	307 × 10
カーネーション萎凋病菌 ^{d)}	5-10cm	ND	ND	225.5 × 10
	15-20cm	ND	ND	308.5 × 10
	25-30cm	ND	ND	370.8 × 10
トルコギキョウ立枯病菌 ^{e)}	5-10cm	ND	ND	399 × 10
	15-20cm	ND	ND	536.5 × 10
	25-30cm	0.3 × 10	ND	629.4 × 10

a) 表中の数字は各区とも2反復の平均値を記した。

b) *Fusarium oxysporum* f. sp. *apii* (長野県野菜花き試験場保存C46株)

c) *Foxysporum* f. sp. *callistephi* (長野県野菜花き試験場保存FAST-4 nit2株)

d) *Foxysporum* f. sp. *dianthi* (信州大学繊維学部保存SUF800 nit5株)

e) *F.solani* (長野県野菜花き試験場保存FS0210 nit6株)

f) NDは0.3 × 10cfu/gの検出限界未満

断された。また、土壌中のセルリー萎黄病菌の密度調査から、その効果は収穫時まで維持されることが明らかになった。この結果は、作付けごとの前処理ではなく、隔年処理や3作に一度の処理でその効果が維持できる可能性を示唆するものであり、コスト面等を考慮すると非常に意義深く、今後の検討課題である。さらに、長野県内の施設栽培で問題となっている各土壌病原菌の埋設実験の結果より、セルリー萎黄病菌だけでなく、アスター萎凋病菌、カーネーション萎凋病菌、トルコギキョウ立枯病菌に対しても有効であると考えられる。これらの作物は本県の施設花き生産の基幹品

目であり、今後の普及拡大が期待される。今後は、園研改良方式熱水消毒法の持続期間の解明と、これらの有効利用法の一般化にむけて検討したい。

引用文献

- 國安克人・竹内昭士郎 (1986) 野菜試報告 A14 : 141 - 148
- 西 和文 (2003) 今月の農業 47 (4) : 23 - 26
- 小河原孝司・富田恭範・増井正明・長塚久・千葉恒夫 (2002) 日植病報 68 : 267
- 富田恭範・小河原孝司・増井正明 (2002) 日植病報 68 : 267