成績概要書　(2006 年 1 月作成)

研究課題：土壌消毒における蒸気消毒機の利用指針
　　(蒸気消毒機を用いた土壌消毒効果に関する試験)
担当部署：中央農業試験場　生産システム部　機械科、クリーン農業部　総合防除科
協力分担：なし
予算区分：受託
研究期間：2004－2005 年度　(平成 16－17 年度)

1．　目的

土壌条件別に土中温度の上昇過程および処理温度(60℃)および処理温度継続時間(10 分)に達した土壌中の線虫および土壌病原菌の消長を明らかにし、消毒効果の不安定要因の特定とその対策および留意事項の提示を目的とした。

2．　試験方法

(1) 蒸気消毒機性能試験：供試機(ATA500)の燃料消費量、使用電力、使用水量およびシート敷設設置作業時間を検討した。

(2) ベンチ試験：3 種類の土壌（砂土、砂壌土、壌土）を供試し、①キャンバスホースの距離別（深度 40cm）、②土壌タイプ別（深度 40cm）、③高水分土壌 (深度 30cm) の温度上昇を検討した。
【測定項目】外気温度、ハウス内温度、土中温度、土壌水分（含水率）および土壌三相

(3) 現地試験：A 町（砂土）および B 町(砂壌土)ハウス農家において、処理温度および処理温度継続時間に達した土壌中の線虫および土壌病原菌の消長等の解明、消毒効果の不安定要因の特定とその対策および留意事項を検討した。
【測定項目】外気温度、ハウス内温度、土中温度、土壌水分、土壌三相、総 *Fusarium* 菌数、ｻﾂﾏｲﾓﾈｺﾌﾞｾﾝﾁｭｳ数、交換性マンガン

(4) 経済性評価：A 町の農家ハウスの実態解析調査を行い、蒸気消毒機の利用経費を検討した。

3．　結果の概要

(1) ロータリ砕土後の膨軟化した作土層の蒸気処理時の温度上昇は、粘土の含有量の多い土壌に比べ砂の含有量が多い土壌の方が速かった(図 1)。土性タイプに関わらず、膨土化した作土層下層部の土壌水分が約 20%以上の場合、特に下層部の昇温が遅延し、土壌水分が 23%～24%（手で握ると形がつく程度の土壌）以上になると殺線虫および土壌殺菌の基準温度である 60℃まで上昇しなかった。

(2) 蒸気消毒終了の目安として温度測定する位置は、蒸気消毒機から最遠部、ハウスの際側の膨土層最深部であった。良好な土壌水分の土壌を対象とした蒸気消毒によるの処理時間は、有機質土混じり砂を作土(土壌水分：約 22.0%、ロータリハロー耕起深 40cm)とした場合、おおむね 20～21 時間程度(図 2)、火山灰質砂を作土(土壌水分 19.8%、ロータリハロー耕起深 25cm)とした場合、おおむね 8～9 時間程度であった。

(3) 排水処理対策が不十分なハウスではハウスの周辺より雨水が地下浸透し、膨土層下部の土壌水分（25.6%～28.5%）が上昇した場合は、土壌殺菌の基準温度である 60℃まで上昇しなかったことから、排水対策が必要である。（図 3、4、5）。

(4) 設定温度 60℃、設定温度維持継続時間 10 分における、サツマイモネコブ線虫および *Fusarium* 菌の死滅が確認された(表 1)。さらに、トマトの 1 年 2 期作の作型では、最短で 1 年 2 作目までは褐色根腐病およびサツマイモネコブセンチュウに対する効果が持続するものと考えられる。

(5) 蒸気消毒機の初期投資として 3890 千円要するものの、光熱費は 300m^{2}あたり 77 千円/年であった（表 2）。いったん、土壌病害による被害が発生すると、土壌病害の経済的な被害は多大となることから（表 3）、土壌病害の発生が認められるもしくは可能性の高いハウス経営において、蒸気消毒法の活用は有効と考える。

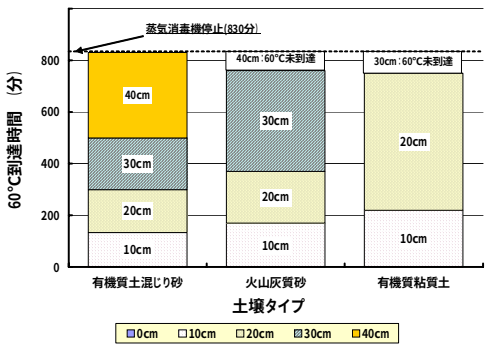

図１　土壌タイプ別の熱前線（60℃）

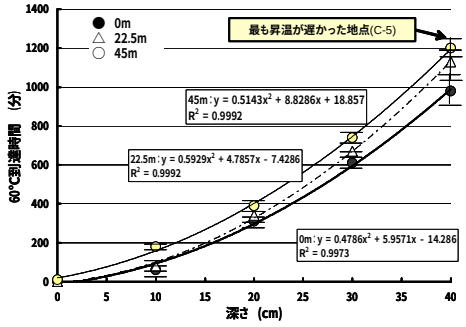

図２　距離別目標温度到達時間(A 町、土壌水分 16.2%(0cm)～22.0%(40cm))

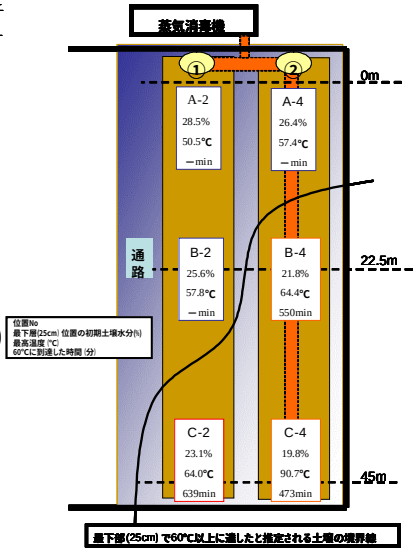

図５　滞水による膨土層 25cm 位置の土壌水分、最高温度、60℃到達時間

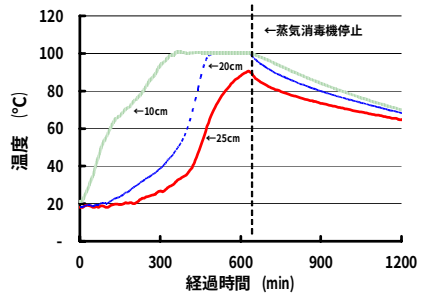

図３ 土壌深さ別の温度変化
(土壌水分 19.8%、B 町)

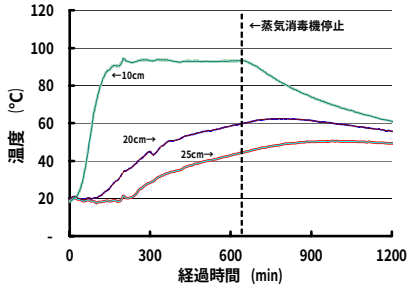

図４ 土壌深さ別の温度変化
(土壌水分 28.5%、B 町)

表１　トマト栽培ハウス土壌における蒸気消毒の効果（消毒直後および 2 作目：A 町）

深さ (cm)	消毒直後(2004) 総 *Fusarium* 数 (cfu/g・乾土)		線虫数（頭／25ｇ）				2 作目 (2005) 総 *Fusarium* 数 (cfu/g・乾土)	褐色根腐病 発病度 (病株率)	線虫数（頭／25ｇ）		根こぶ 発病程度 (病株率)
			処理前		処理後						
	処理前	処理後	ｻﾂﾏｲﾓﾈｺﾌﾞｾﾝﾁｭｳ	自由生活線虫	ｻﾂﾏｲﾓﾈｺﾌﾞｾﾝﾁｭｳ	自由生活線虫			ｻﾂﾏｲﾓﾈｺﾌﾞｾﾝﾁｭｳ	自由生活線虫	
0—10	80	0	0	18	0	0	180		77	297	
10—20	80	0	3	44	0	0	560	8.1	11	66	14.7
20—30	80	0	1	8	0	0	640	(41.2)	0	44	(47.1)
30—40	80	0	0	3	0	0	40		33	110	
40—50	0	0	0	7	5	7	20		44	44	

表２　蒸気消毒機の導入・利用費用

	導入・利用費用	光熱費	使用量	費用
本体価格[1]	3,635 千円	燃料費[4]	1281L	77091 円
ｷﾔﾝﾊﾞｽﾎｰｽ等[2]	255 千円	電気料金[5]	1.5KW	406 円
計	4,085 千円	計		77467 円
減価償却費[3]	735 千円/年			(77 千円)

1) ATA500 の取得額、2) 二股管、ﾎｰｽﾊﾞﾝﾄﾞ等を含む 3) 償却額は耐用年数 5 年残存価格 10%で定額法にて算出した。4)燃料費（灯油）の試算： 60.2 円/L、(300m³あたりで試算した。)5) 電気代の試算： 6.66 円/KWh、(300m³あたりで試算した。蒸気消毒機の稼働時間は 20.3 時間)

表３　A 町、A 経営における土壌病害発生ハウスの収量

	5 年前		4 年前		3 年前	
	1作目	2作目	1作目	2作目	1作目	2作目
収　量（kg／300 ㎡）	2,300	2,300	1,840	1,610	0	2,300
減収量（kg／300 ㎡）[1]	0	0	460	690	2,300	0
減収率（%）	0	0[2]	20	30	100	0
被害額（円／300 ㎡）[3]	0	0	133,400	200,100	667,000	0

1) 減収率は 5 年前の収量を基準にした。2)　5 年前の 2 作目は、軽微な発生であり減収が認められなかった。3) 被害額の試算は、290 円／kg を用いた。

4.　成果の活用面と留意点

(1)　蒸気消毒に当たっては消毒を要する土壌深さまで十分にロータリ砕土・膨軟にし、膨土層全体に蒸気が行き渡るようにする。

(2)　地下水位が高いか、ハウス内に雨水が浸入する場合は、ハウス周囲に側溝を掘るなど排水対策を施す。

(3)　蒸気消毒後、作付品目によってマンガン過剰症などによる生育障害が危惧されるハウスでは必要に応じて土壌診断を実施する。

(4)　蒸気消毒後の土壌は有機物が消耗しやすいので、完熟堆肥などの有機物の施用など地力の維持に努める。

(5)　蒸気消毒機の導入の際、生産部会等による共同所有等、機械所有のあり方に配慮する。

5.　残された問題点とその対応

(1)　簡易で省力的な断熱シートの設置法の検討

(2)　蒸気消毒機の自動停止タイマーの活用