

<熱水土壤消毒法>



熱水を土壤に処理して

熱による物理的な病虫害防除法

環境保全型農業

—減化学農薬栽培—

総合的病害虫管理

病害虫 診断・同定
発生予察

物理的防除
物理的力の利用
太陽熱消毒
温湯消毒(熱水処理など)

耕種的防除
抵抗性品種・台木
栽培管理技術

生物的防除
生物農薬の使用技術
生物農薬の検索
野外天敵の利用
宿主・寄主の相互関係の解明

化学的防除
農薬使用法の検討
農薬防除体系の見直し
他防除との複合防除技術
新農薬の実用化
(農薬登録の促進)

2005年臭化メチル剤の農業使用全廃

代替の主流は化学合成農薬

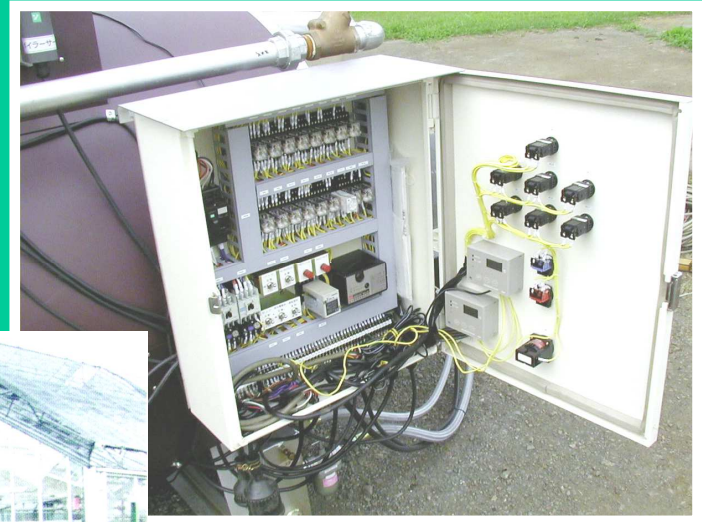
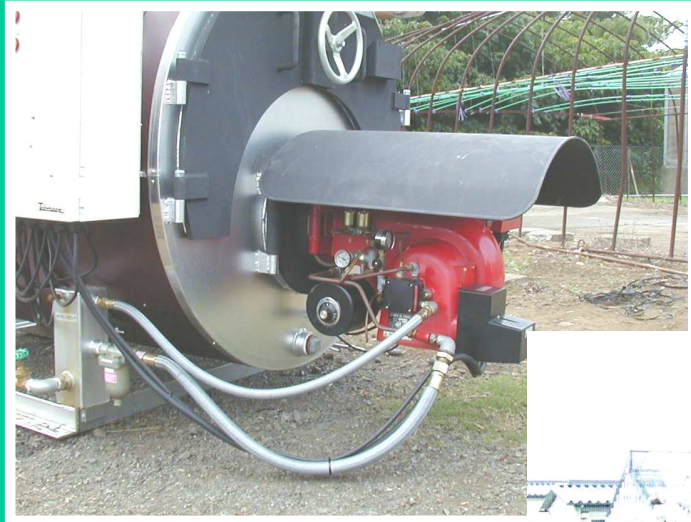
クロルピクリン剤は・・・

- ・刺激臭が強く取り扱いにくい
- ・周辺環境への影響
- ・除草効果などが臭化メチル剤よりも低い
- ・土壌伝搬性のウイルス(TMV,CGMMV)には効果がない

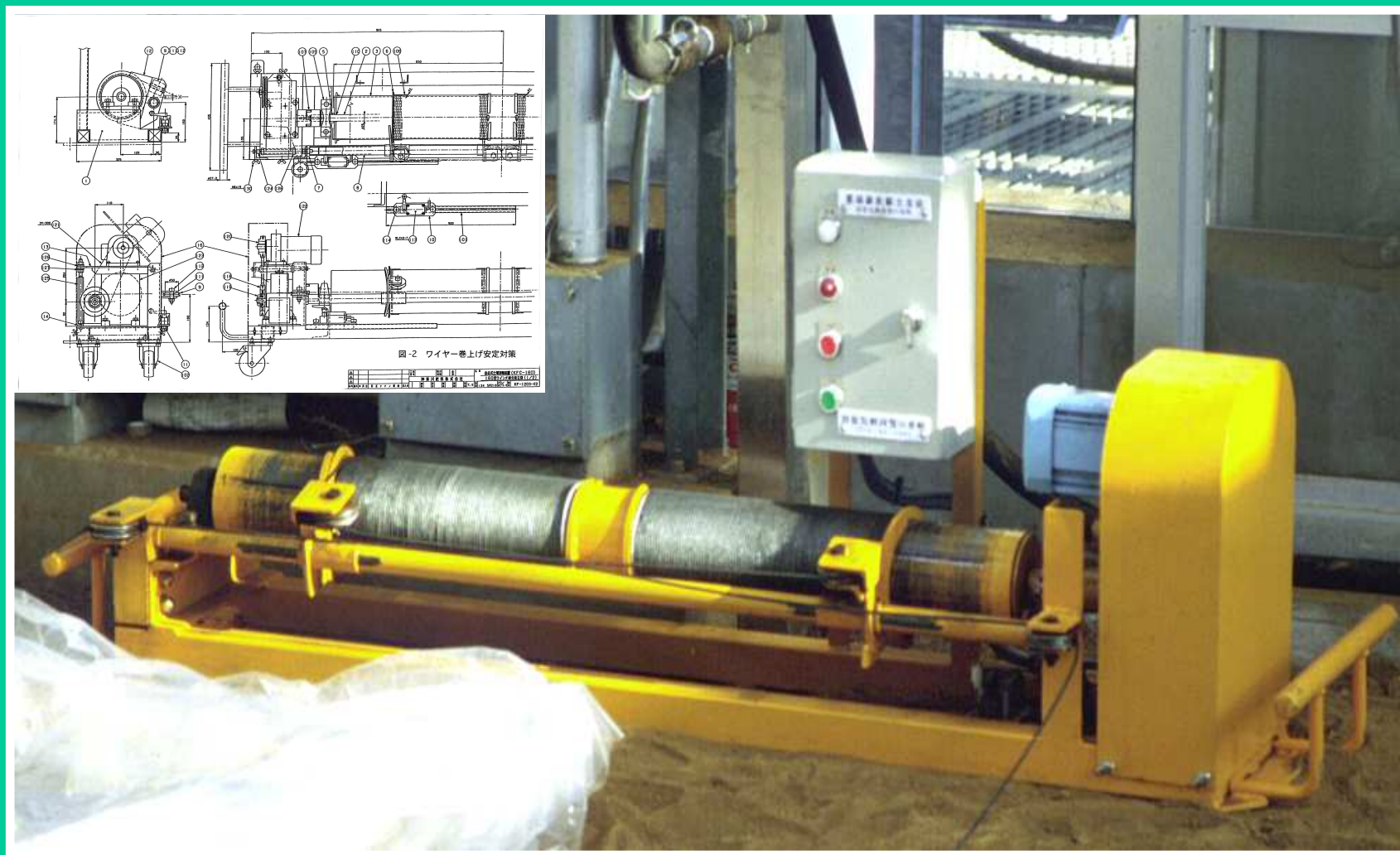
カーバム系薬剤(NCS、バスアミド・ガスタード、キルパー)

- ・全般的に効果が低い
- ・高温乾燥条件下では効果が低い
- ・無被覆では効果が低い(資材費)
- ・ガス抜きなど、全体に作業が繁雑

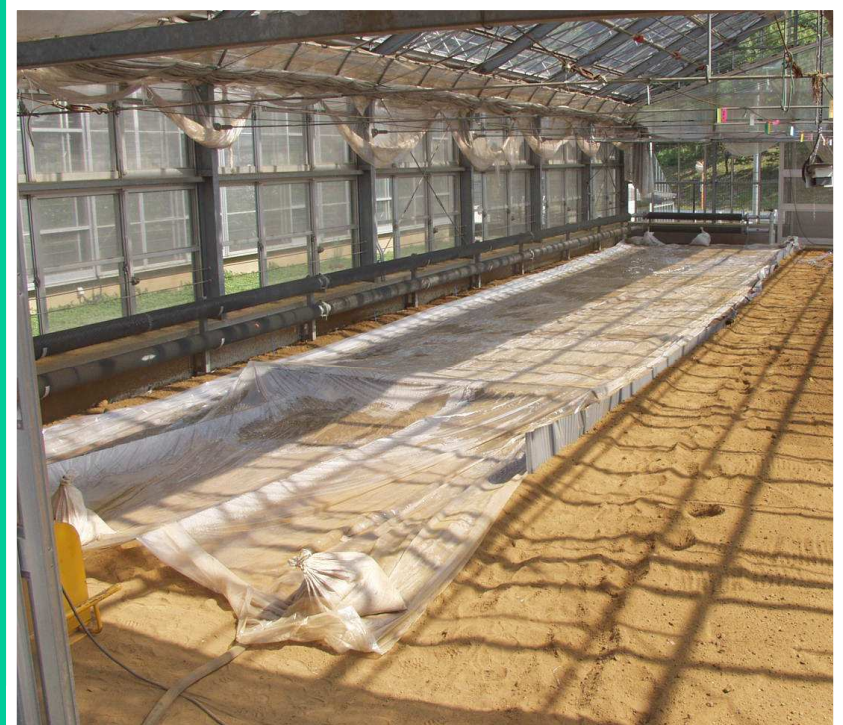
ボイラー(コントロールパネル)



ウインチ(インバーター式)



散水機



熱水土壤消毒において解決すべき点

- ・コストの問題

病害虫の発生や圃場の状況にあわせた最もミニマムな条件の設定

病害虫防除効果の確認試験 → 埋設試験・実証試験

- ・深層部分・熱水の浸透が不十分な部分の消毒が不完全

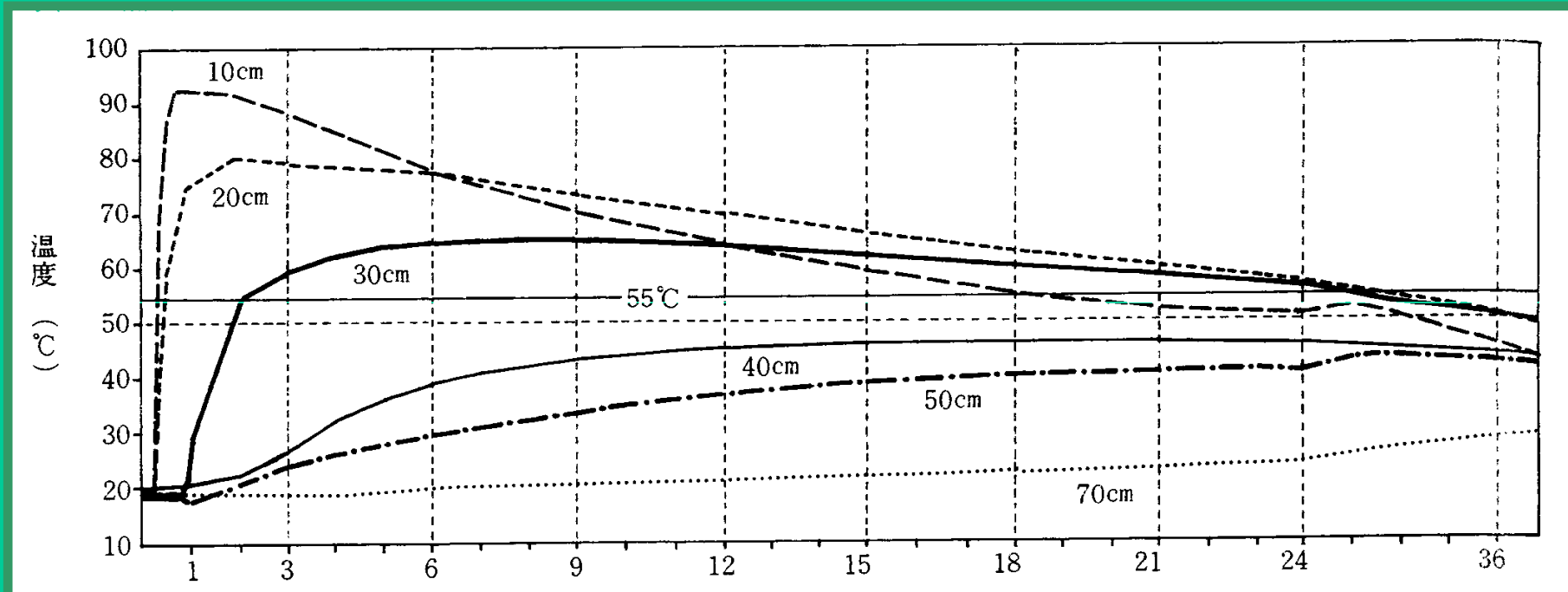
他の防除方法との併用の可能性 → 土壤還元消毒・パストリア

- ・熱水処理後の土壤の状況が変わる

土壤の化学性変化（多量要素・微量元素）の解析

土壤の微生物性変化の解析

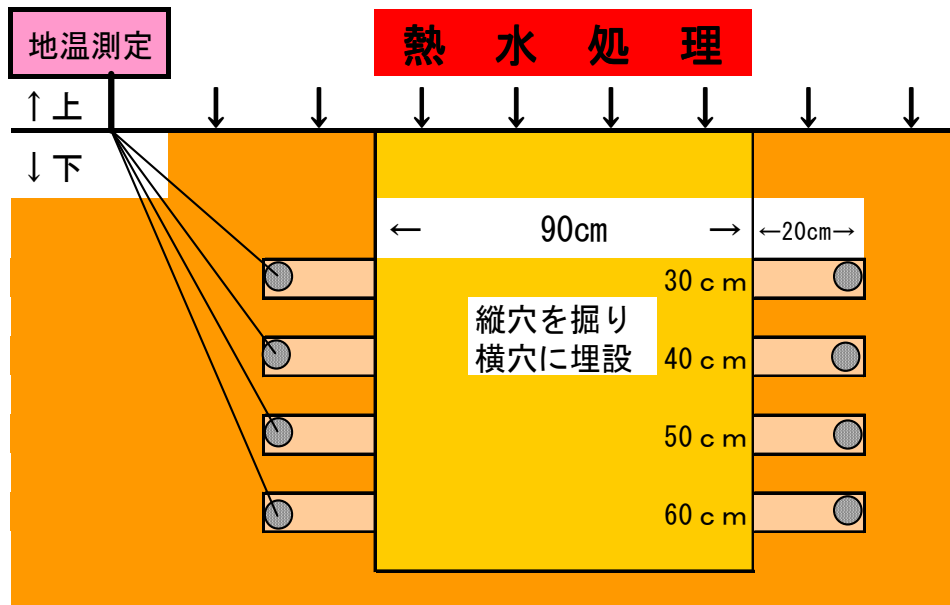
熱水処理後の地温変化



土壌深度 (cm)	最高 温度	温度 (°C) 別継続時間 (hr)						
		>90	>80	>70	>60	>55	>50	>40
10	92.4	2.0	7.0	11.0	15.0	18.5	31.0	57.5
20	80.8	-	-	10.0	18.0	25.0	35.0	63.5
30	65.3	-	-	-	-	22.0	35.0	74.5
40	46.2	-	-	-	-	-	-	55.5
50	43.5	-	-	-	-	-	-	35.5

熱水処理後 9 日間測定した

汚染土埋設試験



● : トマト萎凋病菌汚染土を不織布に包んで埋設

図 温度計及び病原菌汚染土の埋設

地温測定のための温度計は埋設した汚染土中に差し入れた

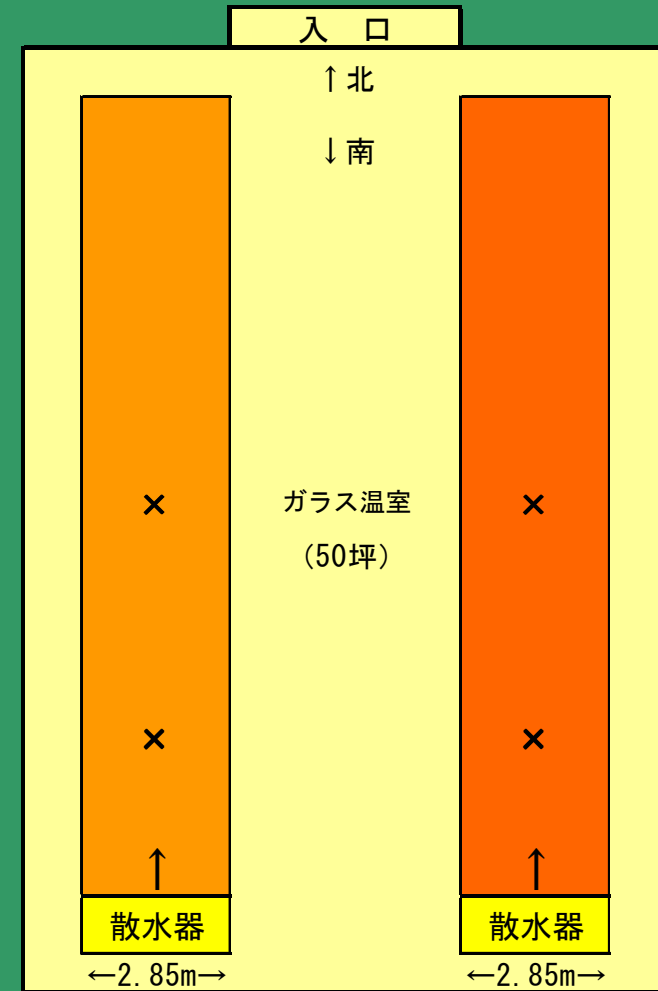


図 ガラス温室内の熱水処理

× : 汚染

熱水散布装置は予め被覆してあるポリエチレンフィルムの下を散水しながら移動。被覆は10日間以上行った。

汚染土埋設試験



汚染土埋設試験



汚染土埋設試験



汚染土埋設試験(各種病原菌生物検定)

表 埋設汚染土中の各種病原菌に対する熱水土壤消毒効果 (生物検定)

	埋設深度 (cm)	発 病 度				
		トマト萎凋病菌	トマト半身萎凋病菌	トマト褐色根腐病菌	ホモプシス根腐病菌	苗立枯病菌
熱水処理	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	50	4.2	0.0	0.0	0.0	5.0
	70	8.3	0.0	0.0	0.0	20.0
無処理		45.8	0.0	29.2	100	45.0

トマト萎凋病菌：1区にトマト苗8株を断根し汚染土に移植し、発病指数1～3発生株数より算出した

トマト半身萎凋病：1区にトマト苗8株を断根し汚染土に移植し、発病指数1～3発生株数より算出した

トマト褐色根腐：1区にトマト苗8株を断根し汚染土に移植し、発病指数1～3発生株数より算出した

ウリ科野菜ホモプシス根腐病：1区にキュウリ種子8粒を汚染土に播種し、発病指数1～3発生株数より算出した

苗立枯病 (Rhizoctonia)：1区にキュウリ種子8粒を汚染土に播種し、発病指数1～3発生株数より算出した

発病指数：0＝健全、 発病指数：1＝胚軸・根に小さい病斑が認められる

発病指数：2＝胚軸・根全体に病斑が認められる、 発病指数：3＝萎凋及び枯死

汚染土埋設試験(トマト萎凋病菌菌密度)

表 熱水土壤消毒による埋設汚染土中のトマト萎凋病菌密度に及ぼす影響

	埋設深度	トマト萎凋病菌 (cfu/g. 乾土)		
		A	B	平均
熱水処理	10cm	0.0	0.0	0.0
	20cm	0.0	0.0	0.0
	30cm	0.0	0.0	0.0
	50cm	—	4.35×10^2	4.35×10^2
	70cm	3.05×10^4	2.82×10^4	2.94×10^4
無処理		5.28×10^7	3.56×10^7	4.69×10^7

熱水土壤処理9日後に埋設汚染土を回収し測定した(2反復:A、B)

フザリウム用の選択培地(駒田培地)を用いて土壤中の菌密度を測定した

汚染土埋設試験(トマト半身萎凋病菌菌密度)

表 熱水土壤消毒による埋設汚染土中のトマト半身萎凋病菌密度に及ぼす影響

土壤深度	コロニー形成率 (cfu/g乾土)	含水率(%)	導管褐変	再分離
熱水処理区 20cm	0.0	33.7	-	-
30cm	0.0	34.1	-	-
40cm	0.0	32.8	-	-
水処理区 20cm	1.7×10^4	33.1	-	-
30cm	1.2×10^5	29.7	-	-
40cm	3.4×10^3	30.7	-	-
埋設汚染土	4.2×10^6	32.3	+	+

熱水処理温度による違い

表 熱水処理温度の違いによるトマト褐色根腐病への影響

	発病度
98℃処理区	28.3
80℃処理区	48.0
無処理区	82.0

発病度は差を明確にするために、

- 1：根に若干褐変の認められる、
 - 2：1/4程度認められる、
 - 3：1/2程度認められる、
 - 4：3/4程度認められる、
 - 5：根全体に褐変した病徴が認められるとした。
- 地上部への影響はどの場合も認められなかった。

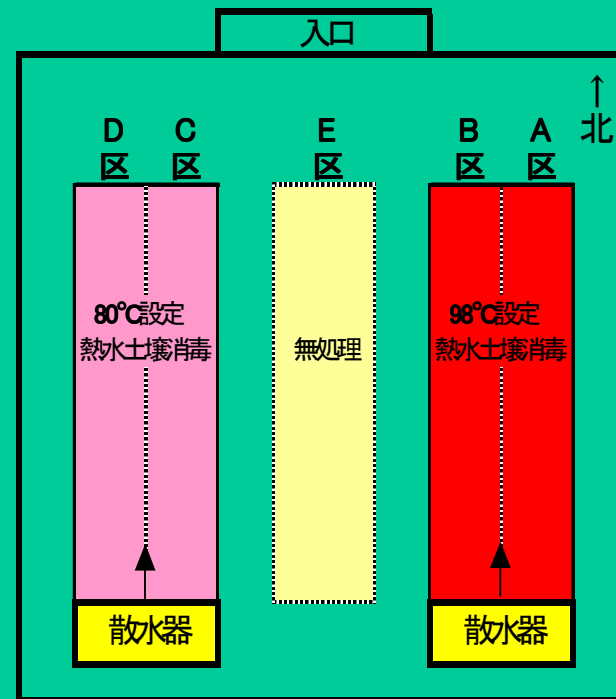


図1-1 ガラス温室内の熱水処理および区分け

表 熱水処理によるトマト株当たりの収量への影響

区	上果		小果		総数量		収量比		上果率(%)	平均1果重(g)
	個数	重さ(g)	個数	重さ(g)	個数	重さ(g)	上果収量	総収量		
熱水消毒(98℃) A区	11.7	1,494	5.4	458	19.6	2,404	106	106	59.9	122.8
熱水消毒(98℃) B区	11.6	1,516	7.1	552	21.2	2,465	108	109	54.8	116.3
熱水消毒(80℃) C区	12.6	1,782	5.8	481	21.0	2,798	127	124	59.8	133.2
熱水消毒(80℃) D区	12.8	1,839	6.0	474	21.0	2,752	131	122	60.9	131.3
無処理 E区	10.2	1,404	9.7	518	21.7	2,263	100	100	46.9	104.5

熱水処理防除効果の維持期間

表 熱水土壤消毒後におけるトマト褐色根腐病発病発病度の年次変動

栽培	実証区（熱水処理）				慣行区（農薬処理）				慣行区 使用薬剤
			ろくさんまる		ハウス桃太郎		ろくさんまる		
	自根	接木	自根	接木	自根	接木	自根	接木	
第1作	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ダゾメット粉粒剤
第2作	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	カーバムナトリウム塩液剤
第3作	16.3	7.5	19.2	17.5	7.3	1.7	13.3	6.7	クロルピクリンくん蒸剤

熱水処理は第1作定植前（平成10年11月）に1回行った

薬剤処理は各作定植前（平成10年11月、11年11月、12年11月）定法により処理した

ダゾメット粉粒剤：バスアミド微粒剤

カーバムナトリウム塩液剤：キルパー

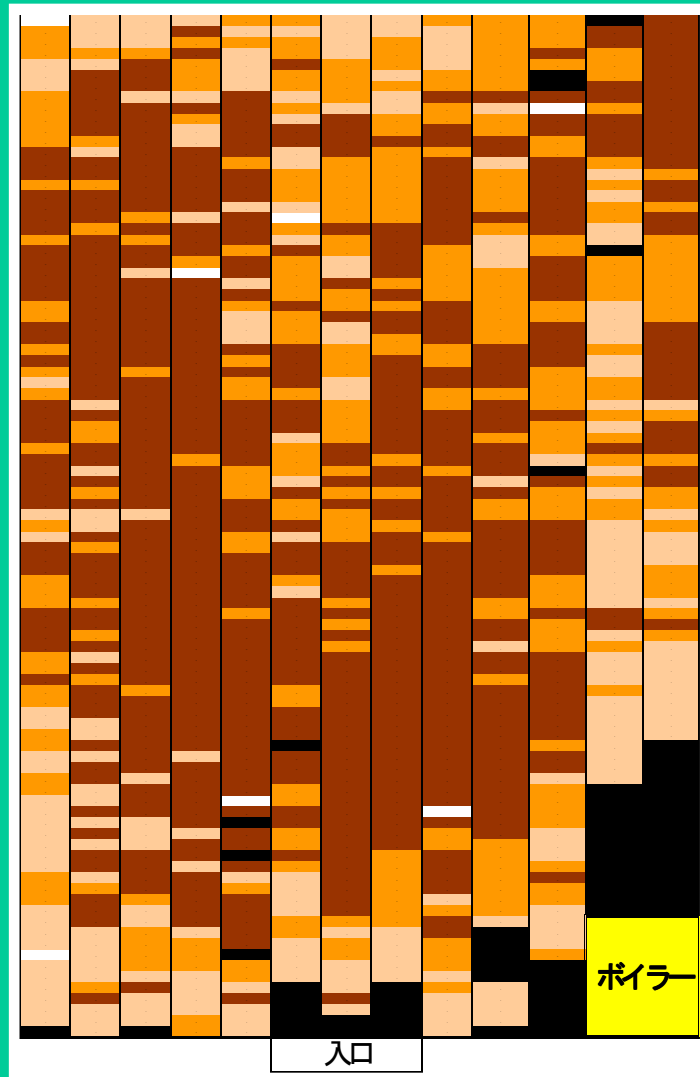
クロルピクリンくん蒸剤：クロルピクリンテープ

発病度 = \sum （程度別発病葉数 × 指数 / 4 × 調査用数） × 100

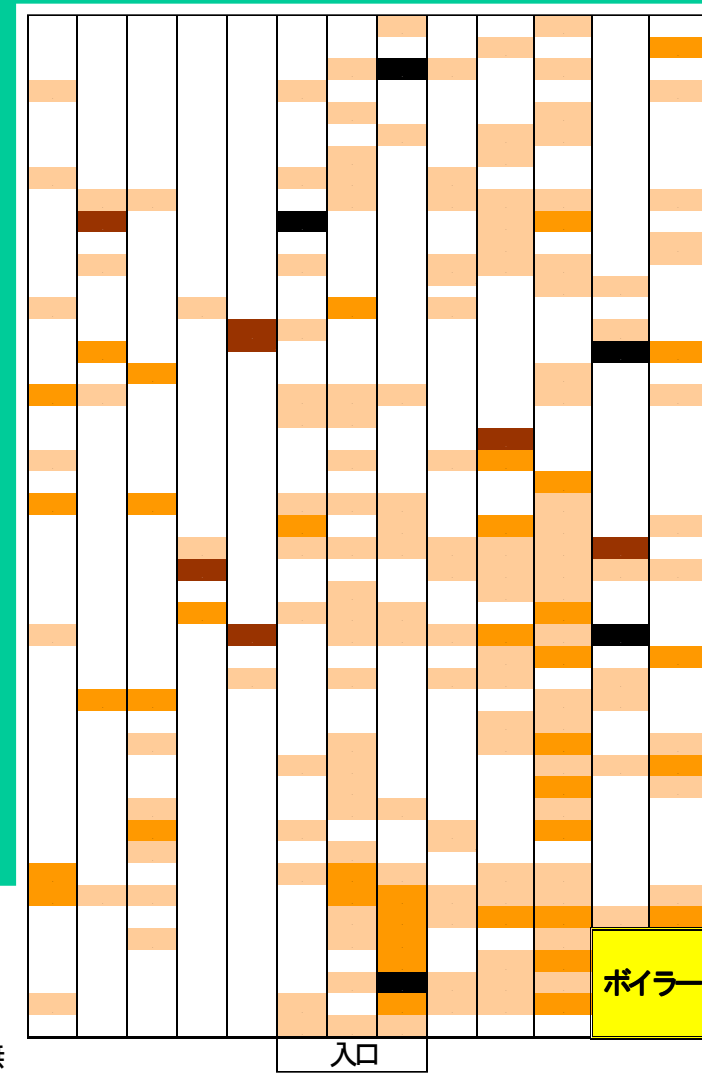
指数 = 0：無発病、1：発病根25%未満、2：発病根25%～49%、3：発病根50%～74%、
4：発病根75%以上

トマト半身萎凋病に対する効果

熱水消毒前（平成13年調査結果）



熱水消毒後（平成14年調査結果）

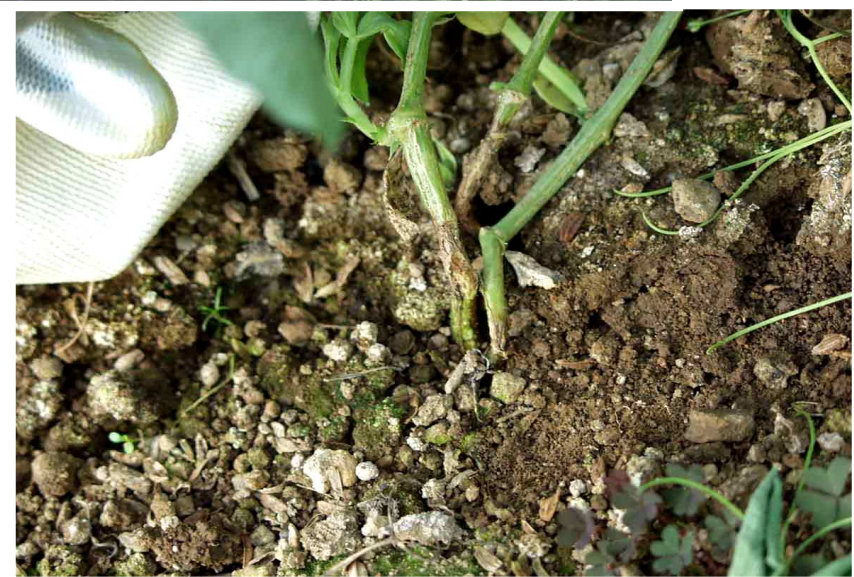


トマト半身萎凋病に対する効果

表 熱水土壤消毒を行った半身萎凋病発生圃場のトマト出荷量(kg)

	平成13年熱水処理前	平成14年熱水処理後
3月	2971.6	3263.6
4月	8693.3	11432.3
5月	14954.8	17344.5
6月	7886.5	16046.0
7月	0.0	0.0
総計	34506.2 (100)	48086.4 (133.4)

スイートピー腰折病に対する効果



熱水の浸透に影響する耕盤の破碎

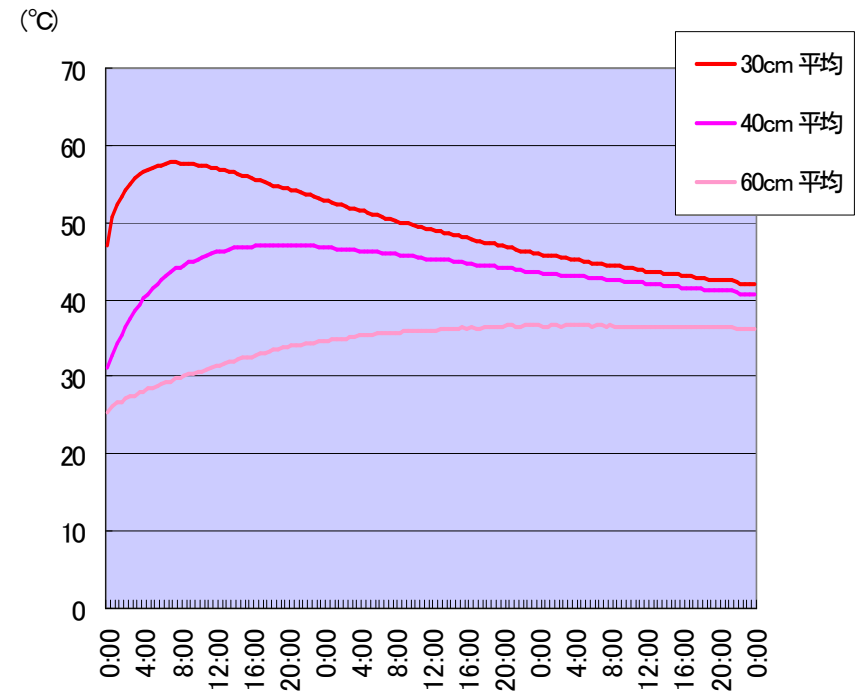
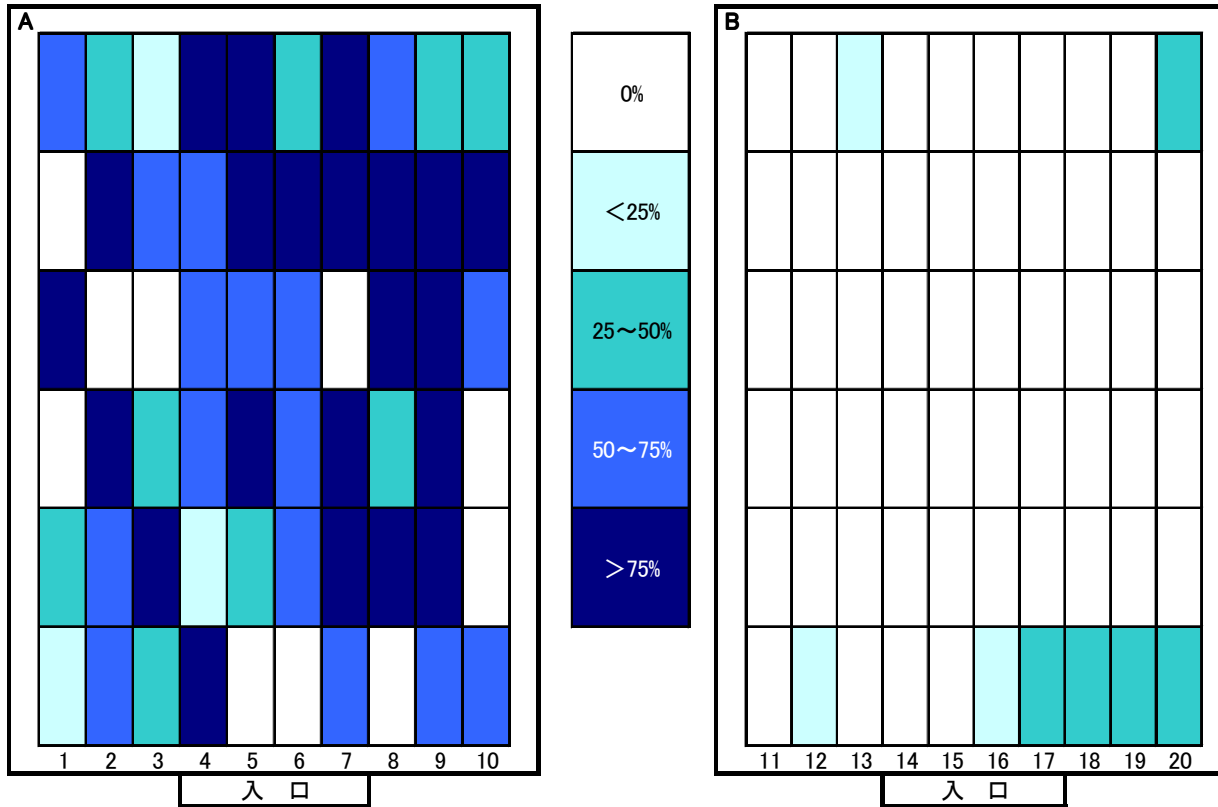
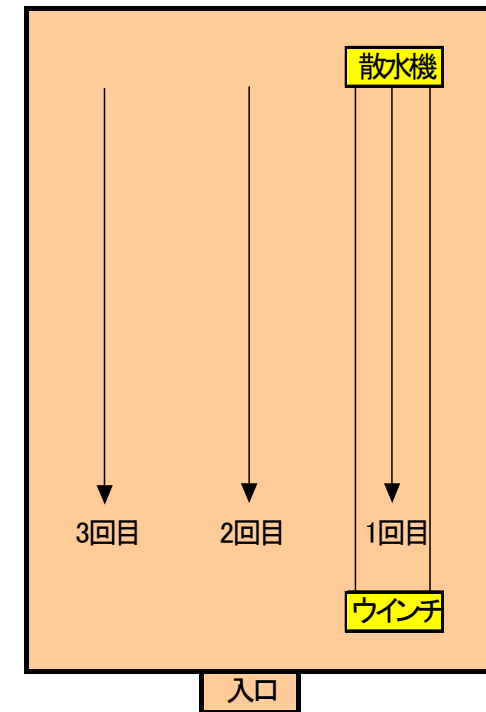


図 熱水処理による地温変化(スイートピー圃場)

スイートピー腰折病に対する効果



熱水処理前作と熱水処理後作のスイートピー腰折病の発病率の分布 (A: 熱水処理前、B: 熱水処理後)



スイートピー圃場の熱水処理状況

ネグサレセンチュウに対する効果 (各種土壤消毒剤との比較・露地における使用の可能性)

表1 土壤センチュウ密度及び収穫時被害度

試験区 (薬剤名)	土壤センチュウ密度		収穫時被害度
	処理前	処理後	
熱水処理	2.6	0.0	0.8
クロルピクリン+D-D	10.4	0.0	1.0
ダゾメット	12.4	0.4	14.2
D-D	9.5	0.0	4.2
無処理	2.8	3.5	33.6

土壤センチュウ密度はベールマン法による20g当たりのネグサレセンチュウ数
ネグサレセンチュウ被害度は大林の方法に従った。

表2 深さ別の土壤センチュウ密度

試験区	0~10cm	10~20cm	20~25cm	25~30cm
処理前 (17区)	0.0	26.3	26.0	14.0
熱水処理 (5区)	0.0	0.0	0.0	0.0
クロルピクリン+D-D (19区)	0.0	0.0	0.0	0.0
ダゾメット (12区)	0.0	0.0	1.5	29.5
D-D (17区)	0.0	0.0	0.0	1.5
無処理 (20区)	0.0	0.0	3.0	1.0

土壤センチュウ密度はベールマン法による20g当たりのネグサレセンチュウ数

ネグサレセンチュウに対する効果 (各種土壌消毒剤との比較・露地における使用の可能性)

表 ダイコンの生育及び収量 (平均±標準偏差)

試験区 (薬剤名)	発芽率 * (%)	出荷重 * * (k g / 株)	根長 (c m)
熱水処理	91 ± 5.1	2.23 ± 0.52	39.9 ± 5.2
クロルピクリン+D-D	96 ± 3.5	2.01 ± 0.47	37.4 ± 5.0
ダゾメット	93 ± 7.6	1.95 ± 0.42	37.9 ± 4.5
D-D	92 ± 4.5	1.83 ± 0.40	36.0 ± 4.3
無処理	93 ± 4.2	1.58 ± 0.29	33.9 ± 3.6

* 播種量に対する播種10日後の出芽株率

* * 葉を10 c m残して切り落とした出荷状態の重量

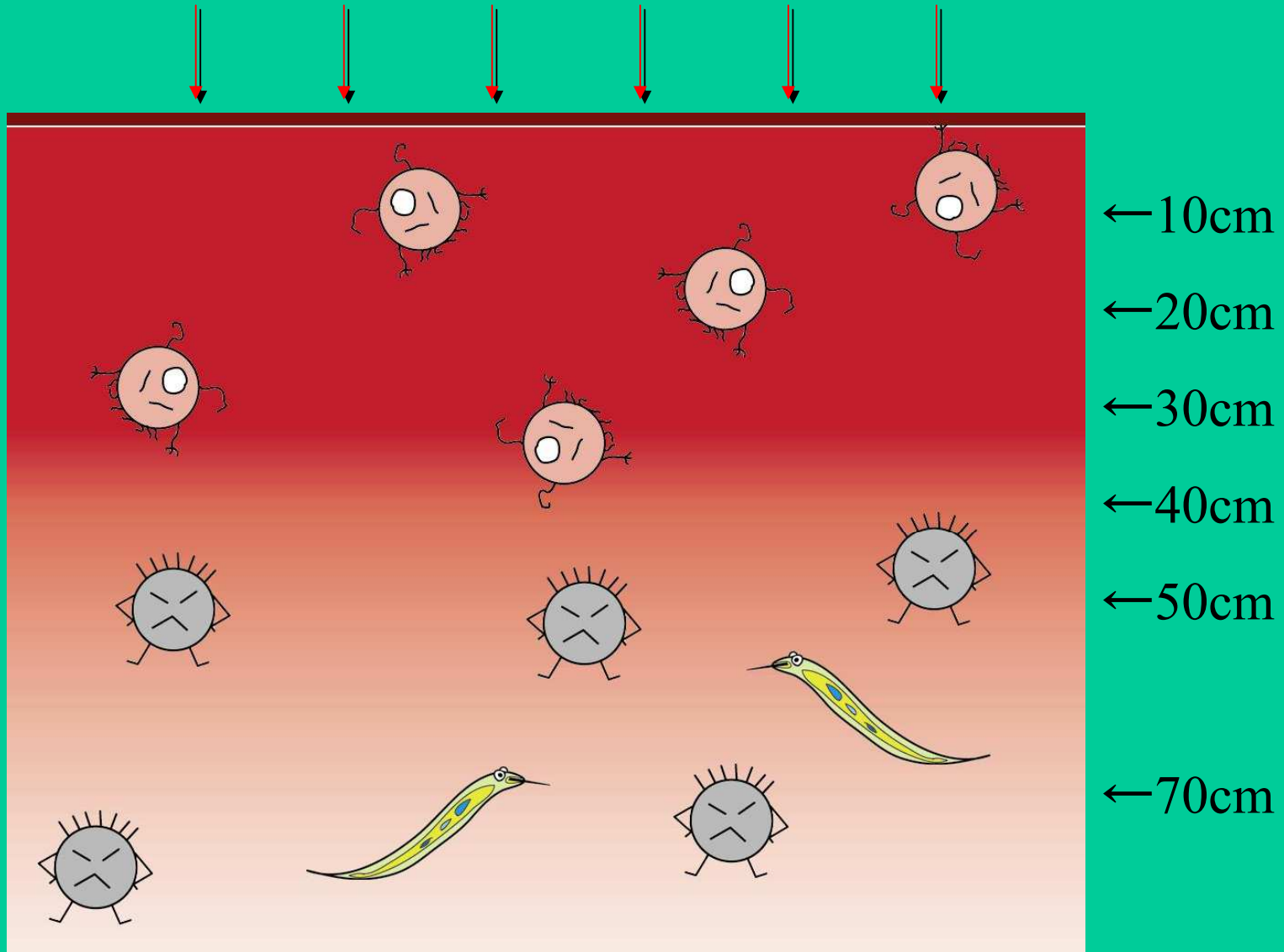
ネコブセンチュウに対する効果

表 ネコブセンチュウ及び雑センチュウに対する熱水土壤消毒の処理効果

深さ	ほ場A								ほ場B							
	7月4日		8月15日		9月26日		2月20日		7月4日		8月15日		9月26日		2月20日	
	^a ネコブ	^b 雑	ネコブ	雑	ネコブ	雑	ネコブ	雑	ネコブ	雑	ネコブ	雑	ネコブ	雑	ネコブ	雑
0-15cm	1	84	0	47	0	522	208	448	34	124	0	2	0	50	2	545
15-30cm	0	54	0	2	0	171	1067	73	1	116	0	8	0	32	2	186
30-60cm	0	31	0	0	0	90	13	116	1	48	0	1	0	17	1	136

注) a : ネコブセンチュウ数 (頭) b : 雑センチュウ数
 調査地点6カ所の平均 ほ場Bでは2月20日にオキサミル粒剤を処理

熱水土壤處理



< 土壤還元消毒法 >



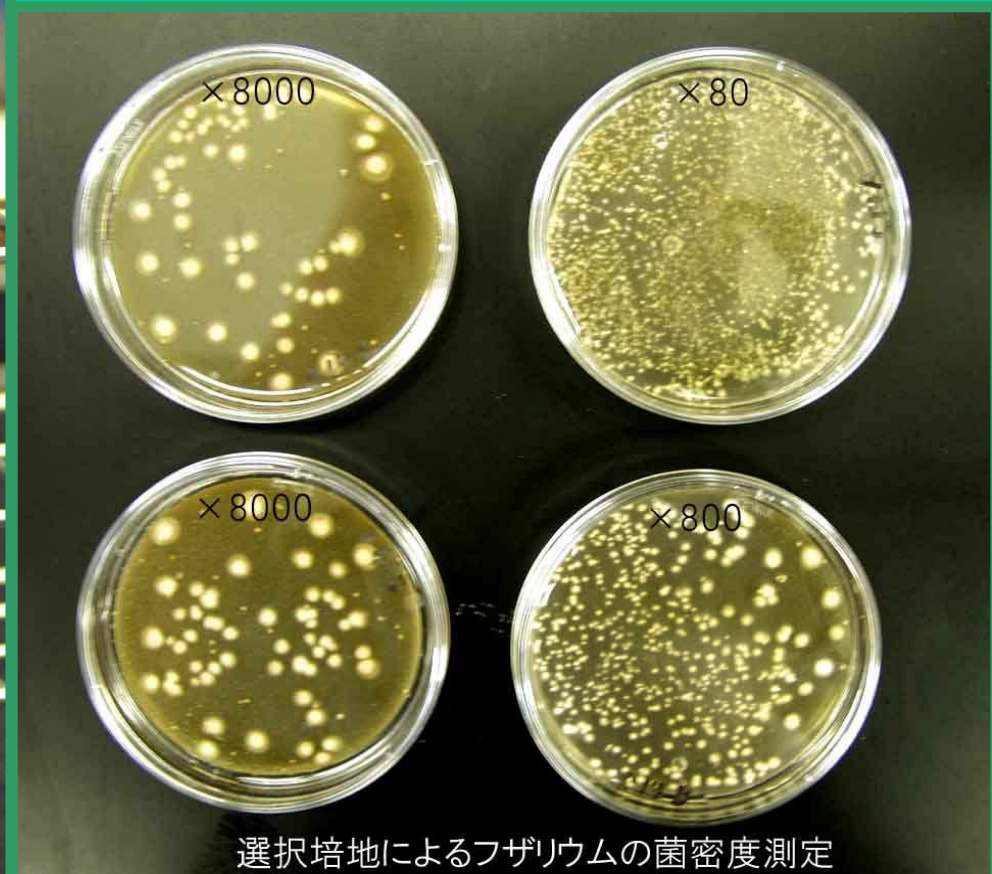
フスマ・米ぬかななどの**有機物**を土壤に大量に混和し、
十分なかん水処理と**太陽熱**による一定以上の加温
により、土壤を還元状態にして、消毒を行う方法

土壤還元消毒の行い方



被覆を行い太陽熱により地温を上げる

土壤還元処理による菌密度低減効果



選択培地によるフザリウムの菌密度測定

土壌還元処理による菌密度低減効果

表 土壌還元処理の各種条件がトマト萎凋病菌密度に及ぼす影響

供試土	菌密度 (cfu/g · dry soil)			
	4°C	20°C	30°C	40°C
A フスマ1%	7.0E+04	7.8E+04	1.2E+03	0.0
	シヨ糖0.5%	5.3E+04	4.4E+04	5.9E+03
	シヨ糖0.25%	4.4E+04	4.4E+04	1.7E+04
	無加用	5.5E+04	3.9E+04	2.6E+04
B フスマ1%	1.3E+05	6.2E+04	7.9E+04	0.0
	無加用	1.2E+05	1.2E+05	9.3E+04
C フスマ1%	—	—	—	6.7E+05
	シヨ糖0.5%	—	—	1.6E+05
	シヨ糖0.25%	—	—	2.1E+05
	無加用	—	—	2.9E+05

注) A: 温室圃場土+滅菌後培養病原菌混合土(B区の土) 1:1

B: 滅菌後培養病原菌混合土(混合した後2~3週間室温で開放して放置)

C: 滅菌後培養病原菌混合土(無菌操作により調整)

温室圃場土(フザリウム属菌数: 3.2E+02cfu/g · dry soil)

滅菌後培養病原菌混合土(フザリウム属菌数: 1.3E+06cfu/g · dry soil)

0.0: 検出限界以下(<8.0E+01cfu/g · dry soil)

培養: 144時間、水分状態: 含水率40%(最大容水量あたり57.8~71.4%)

土壌還元処理による菌密度低減効果

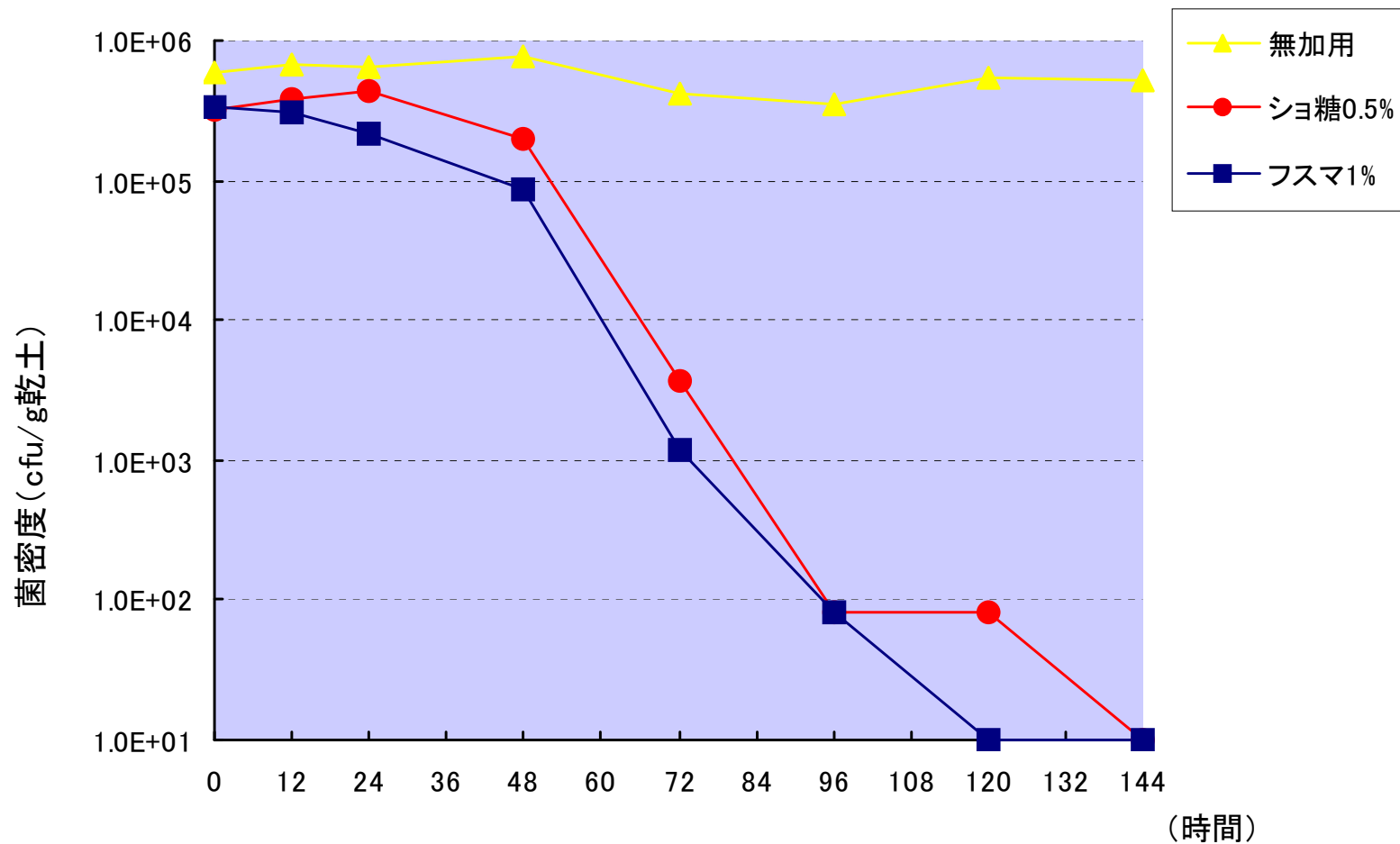


図 土壌還元処理によるトマト萎凋病菌密度の経時変化

土壌還元処理による菌密度低減効果

表 土壌還元処理における土壌含水率がトマト萎凋病菌密度に及ぼす影響

含水率	最大容水量 あたりの割合	菌密度 (cfu/g · dry soil)		
		無添加	フスマ1%	シヨ糖1%
45%	87.6%	1.5E+05	0.0	0.0
35%	57.6%	1.0E+05	0.0	0.0
30%	45.9%	2.1E+05	0.0	0.0
25%	35.7%	1.5E+05	0.0	0.0
20%	26.8%	4.3E+05	0.0	1.6E+02
15%	18.9%	2.6E+05	5.1E+04	2.7E+04
10%	11.9%	1.4E+05	3.9E+04	1.8E+05

注) 40℃で144時間培養 0.0 : 検出限界以下 (<8.0E+01cfu/g · dry soil)

土壤還元処理による菌密度低減効果

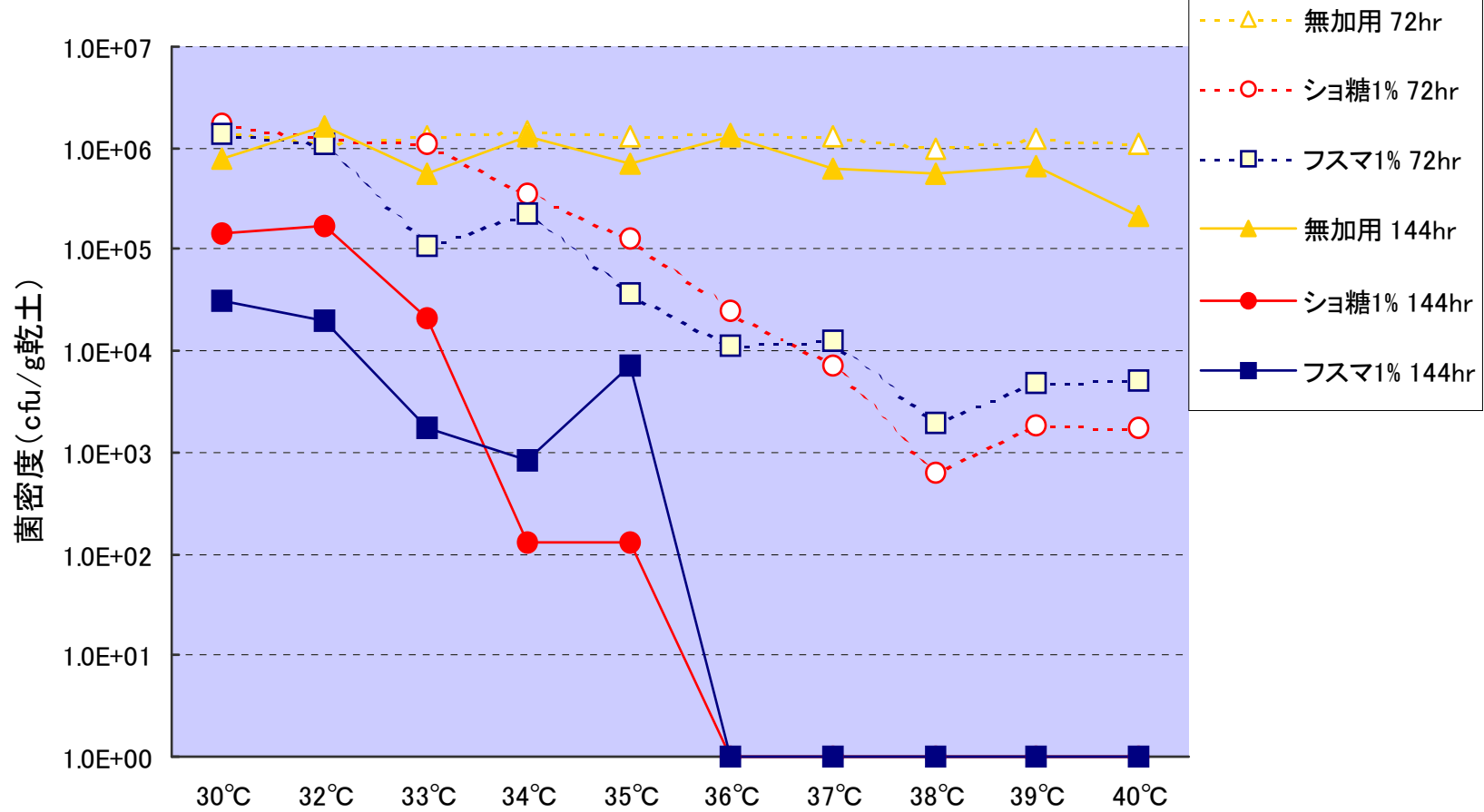


図 土壤還元処理における温度がトマト萎凋病菌密度に及ぼす影響

土壤還元処理による菌密度低減効果

表 土壤還元処理における土質及び施肥の有無がトマト萎凋病菌密度に及ぼす影響

土の種類			菌密度 (cfu/g · dry soil)					
土質	施肥の有無	含水率 (最大容水量 あたりの割合)	無添加		フスマ1%		シヨ糖1%	
			72hr	144hr	72hr	144hr	72hr	144hr
淡色 黒ボク土	無窒素区	40% (94. 2%)	2. 2E+03	3. 6E+04	4. 0E+03	0. 0	4. 0E+01	0. 0
	化成肥料区	40% (89. 3%)	2. 8E+04	1. 4E+03	0. 0	0. 0	0. 0	0. 0
多腐植質 黒ボク土	無窒素区	40% (67. 2%)	6. 8E+03	2. 1E+03	1. 0E+03	0. 0	6. 4E+02	0. 0
	化成肥料区	40% (80. 4%)	3. 0E+03	2. 0E+02	0. 0	0. 0	0. 0	0. 0
灰色低地土	無窒素区	40% (157. 3%)	4. 0E+02	4. 4E+02	1. 6E+02	0. 0	0. 0	0. 0
	化成肥料区	40% (153. 0%)	4. 0E+02	0. 0	0. 0	0. 0	0. 0	0. 0

注) 培養温度 : 40°C、0. 0 : 検出限界以下 (<8. 0E+01cfu/g · dry soil)

土壤還元処理による菌密度低減効果

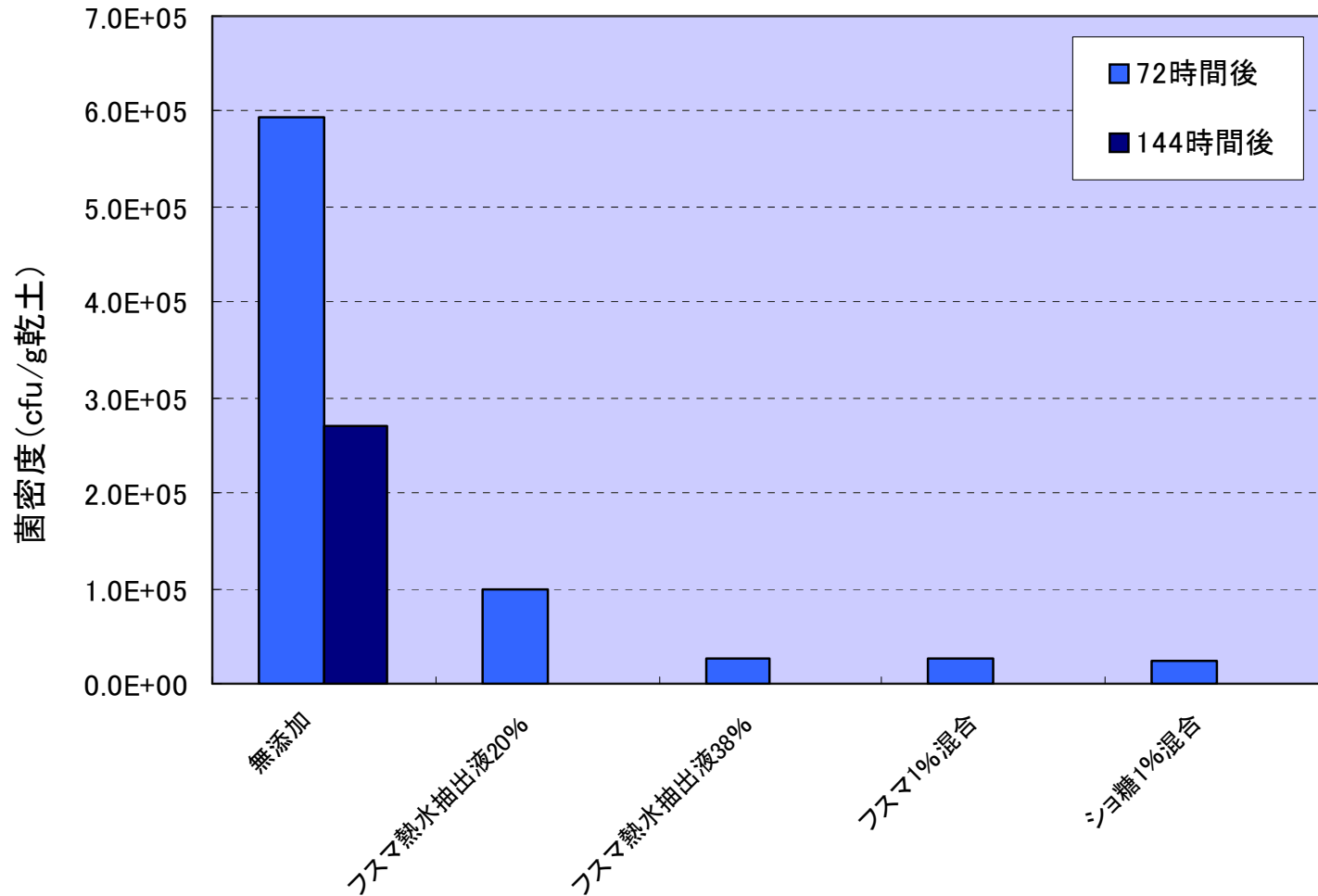


図 フスマの熱水抽出液の土壤への添加による菌密度低減効果

土壤還元処理による菌密度低減効果

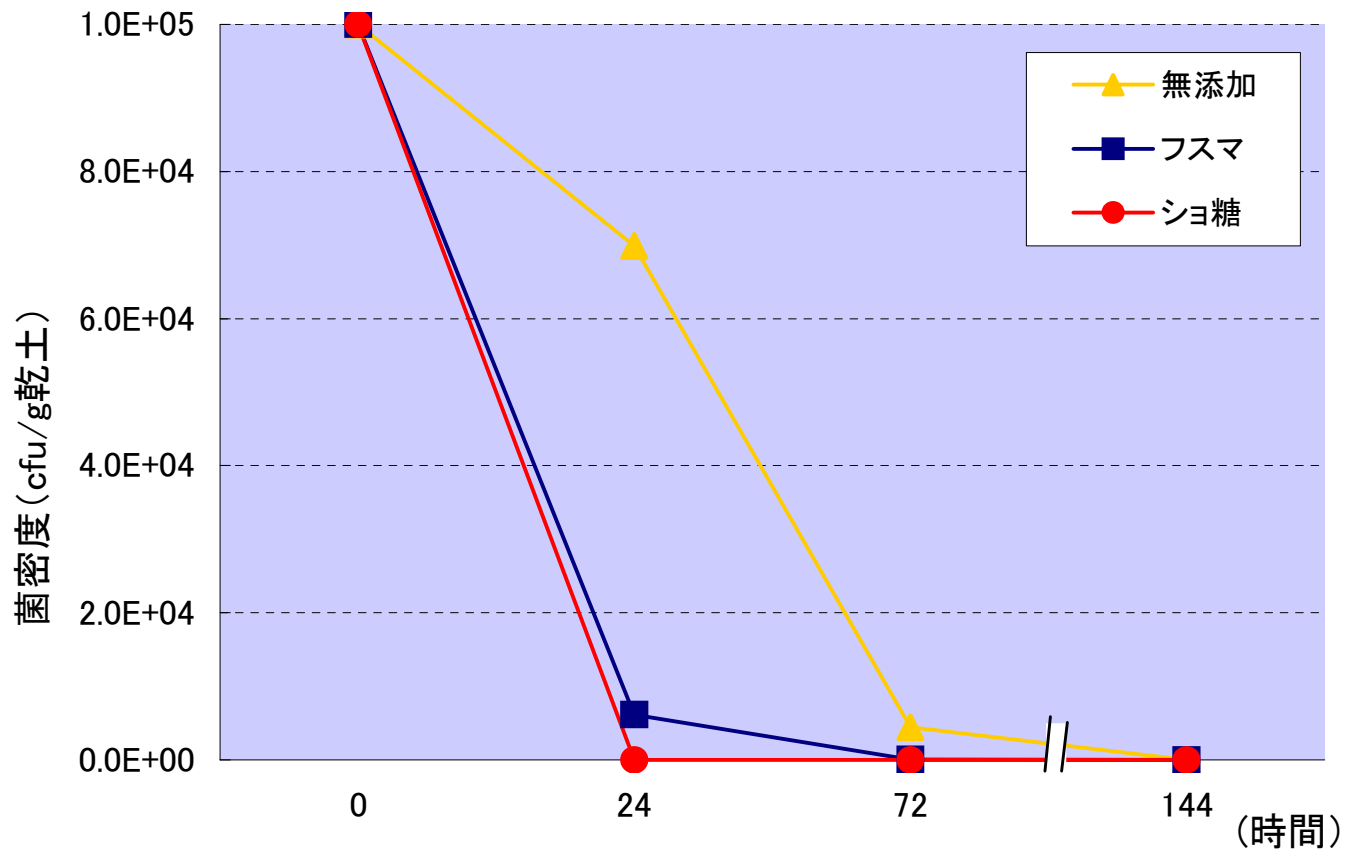


図 土壤還元処理土壌からの水抽出液がトマト萎凋病菌に及ぼす影響

土壌還元処理による土壌中のTMVへの影響

表 土壌中のタバコモザイクウイルスに対する土壌還元処理の影響

使用土	平均病斑数
フスマ1%	32.6 ± 14.1
シヨ糖1%	34.8 ± 16.8
無添加	30.5 ± 11.9

ブライトイエローにTMV-Lを接種し、モザイクの出た葉を乾燥、磨碎して土に混合しウイルス汚染土とした。

ウイルス汚染土にそれぞれの資材を添加して、土壌含水量を40% (最大容水量あたり71.4%) に調整し、40°Cで8日間培養した。培養後、土壌重量の9倍の0.1Mリン酸緩衝液 (pH7.0) を加え10°Cで1時間振盪した。混合物を遠心後、上清にカーボランダムを加え、グルチノーザに摩擦接種した。接種4日後の病斑数を計測した。

土壤還元処理による菌密度低減効果

コニカルチャーブ内におけるモデル実験による結果

フスマ(1%)およびシヨ糖(1%)を用いた土壤還元処理における菌密度低減効果

- 温度：36°C以上
- 土壤含水率：20～25%（最大溶水量26.8～35.7%）以上
- 処理期間：144時間程度以上
- 淡色黒ボク土，多腐植質黒ボク土，灰色低地土においては菌密度低減効果に差異はない
- フスマ熱水抽出液を有機物として添加した場合も菌密度低減効果が認められる

土壌還元処理による土壌消毒

各地で実証試験が始まっているが・・・

解決していない問題も多い

- ・ 消毒後の土壌の状態がどうなるのか？
- ・ 連続使用した場合の弊害は？
- ・ 気象条件によって温度条件が達成できない場合がある
- ・ 土壌深層部は消毒ができない

熱水処理と土壌還元処理の併用効果

表 熱水処理による各深度の地温維持時間

	温度継続時間				
	0cm	20cm	30cm	40cm	60cm
>55℃	5	25	13	0	0
>50℃	12	37	30	0	0
>45℃	34	55	46	16	0
>40℃	64	90	85	68	0
>35℃	89	163	163	152	32
>30℃	129	163	163	162	145

注) 7日間の維持温度を示した。

表 熱水処理とフスマ添加の有無がトマト萎凋病菌密度に及ぼす影響

フスマの含有	処理	菌密度 (cfu/g乾土)		
		20cm	30cm	40cm
1%	熱水	0.0	0.0	0.0
	水	5.87E+04	3.89E+04	4.50E+04
—	熱水	0.0	0.0	2.58E+04
	水	5.77E+04	4.02E+04	4.44E+04

注) 0.0 : 検出限界以下 (<5.0E+01/g 乾土)

熱水土壤処理と土壤還元処理の併用効果

- ・土壤の深層部分に有機物をどのように処理するか？
- ・熱水でもコストの問題があるのにさらにお金がかかる
- ・フスマとシヨ糖の処理では臭いがまったく違う



明らかに微生物相が違う

- ・最も有効な有機物は何か？
- ・とりあえず、普通に土に混ぜて熱水処理をしてみました。
- ・結果は、シヨ糖成功！、フスマ失敗！！

土壌肥料から見た熱水土壌消毒

熱水処理の特徴

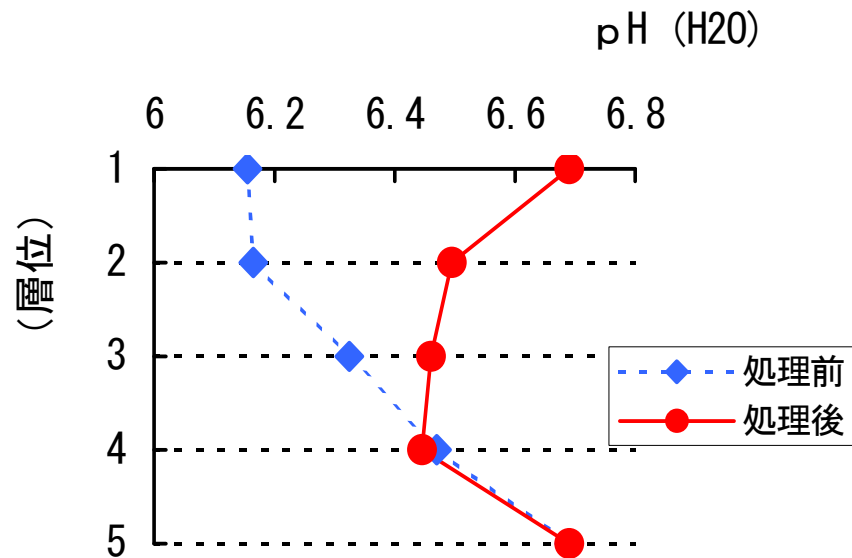
= 水を媒体として土壌に熱を伝達する

土壌への影響

- ・土壌成分の移動
- ・土壌の構造の変化
- ・土壌の生物性の変化
- ・土壌の還元化

熱水土壌消毒によるpHとECの変化

a. pH (H₂O)



b. EC

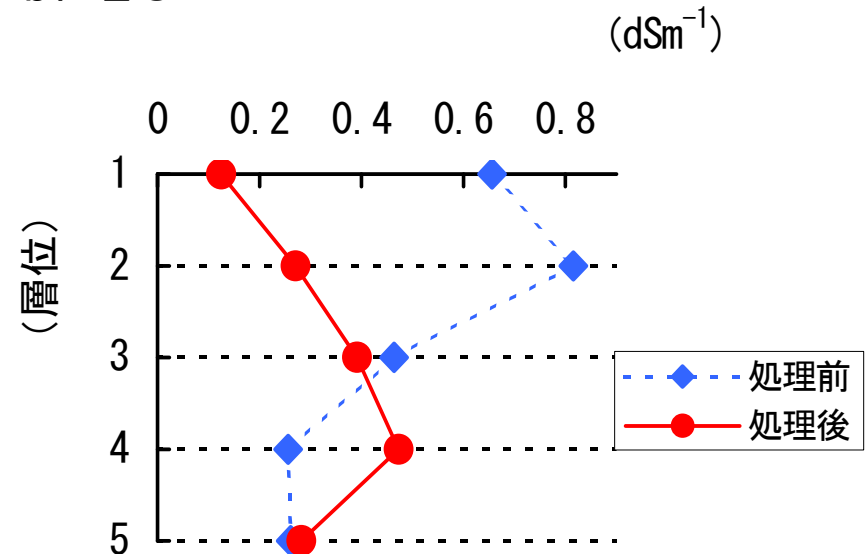


図 pH及びECの変化

層位：1を採土深0～15cm、2を15～30cm、3を30～45cm、4を45～60cm、5を60～90cm。

前：熱水土壌消毒前、後：消毒1週間後

神奈川県農業総合研究所ガラス温室内

熱水土壤消毒による硝酸の変化

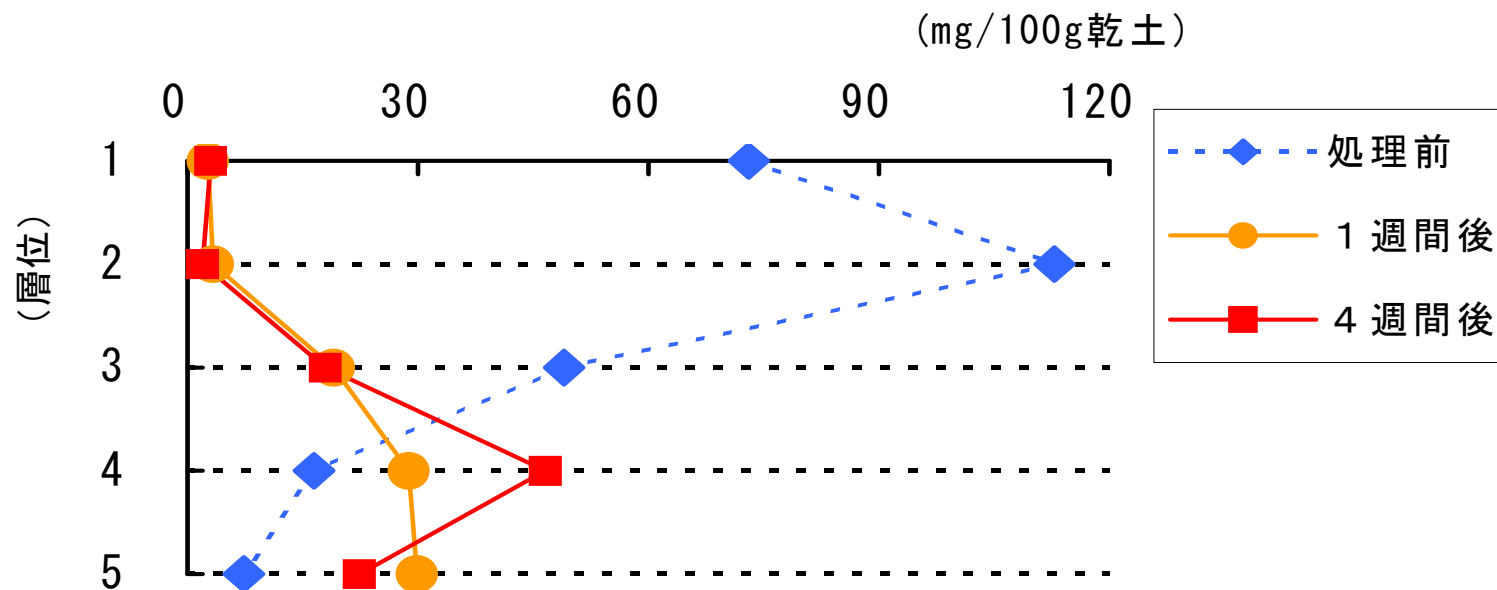


図 熱水土壤消毒による硝酸の動態

層位：1を採土深0～15cm、2を15～30cm、3を30～45cm、4を45～60cm、5を60～90cm。

前：熱水土壤消毒前、後：消毒1週間後
ガラス温室内

神奈川県農業総合研究所

熱水土壤消毒による除塩効果

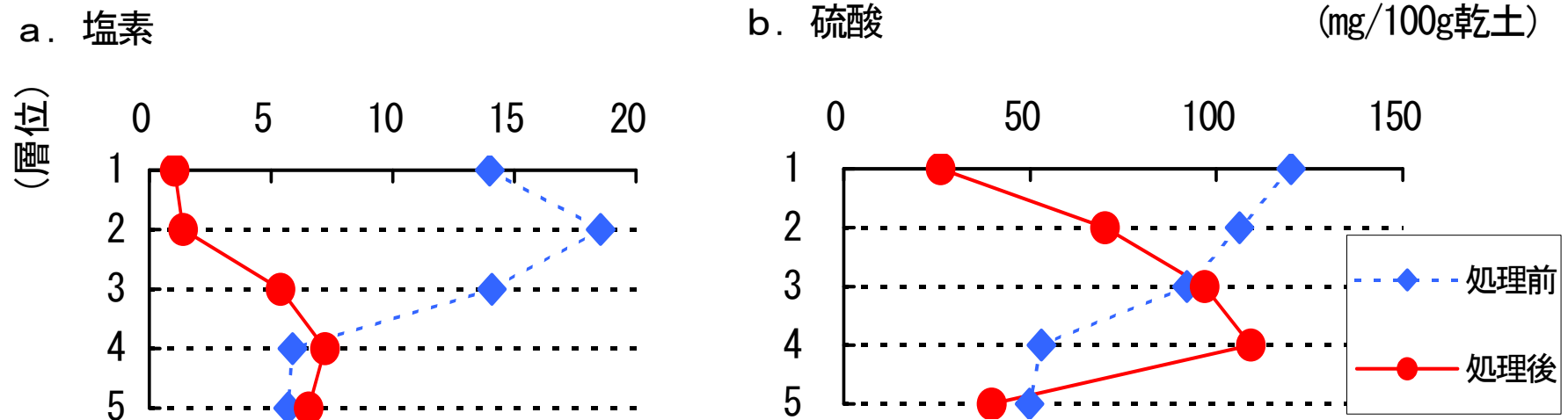
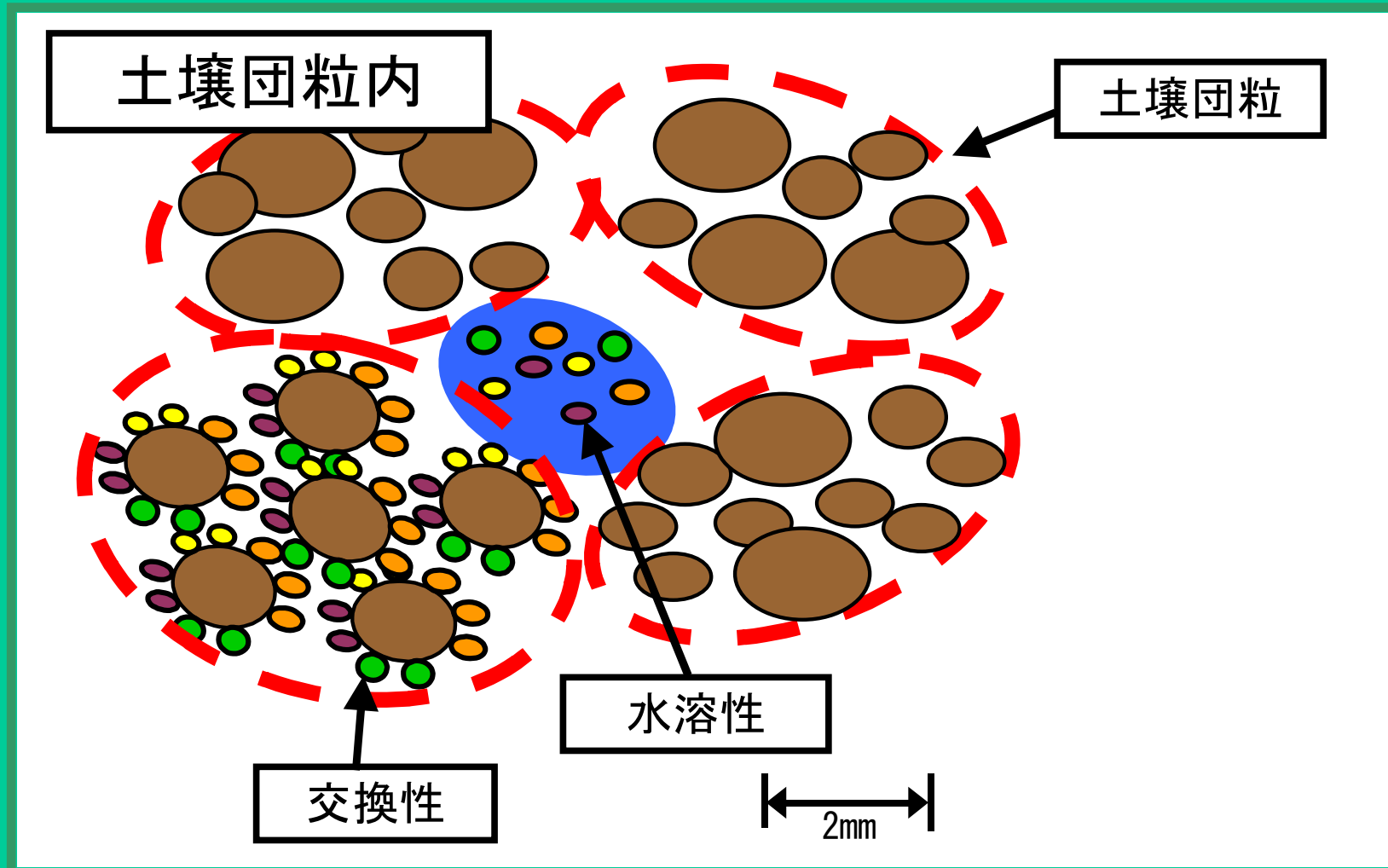


図 熱水土壤消毒による水溶性イオンの変化

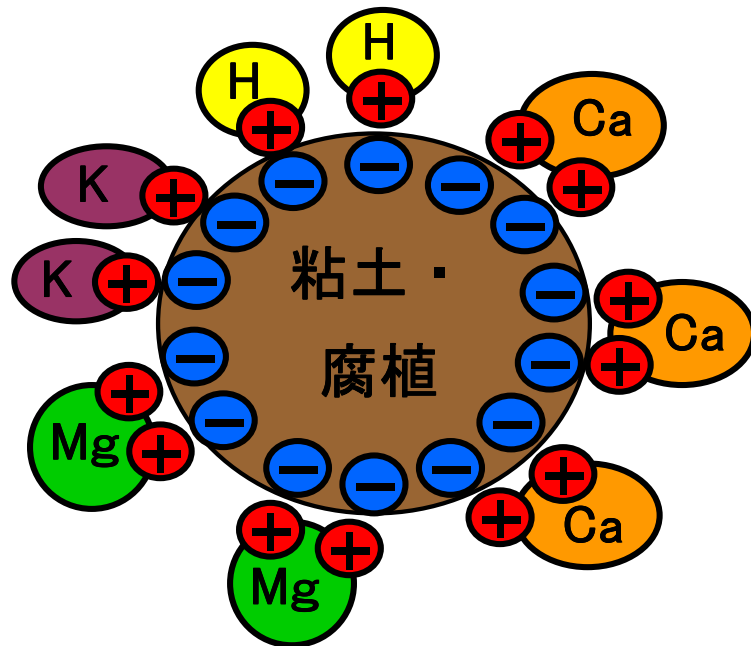
層位：1を採土深0～15cm、2を15～30cm、3を30～45cm、4を45～60cm、5を60～90cm。

前：熱水土壤消毒前、後：消毒1週間後 神奈川県農業総合研究所ガラス温室内

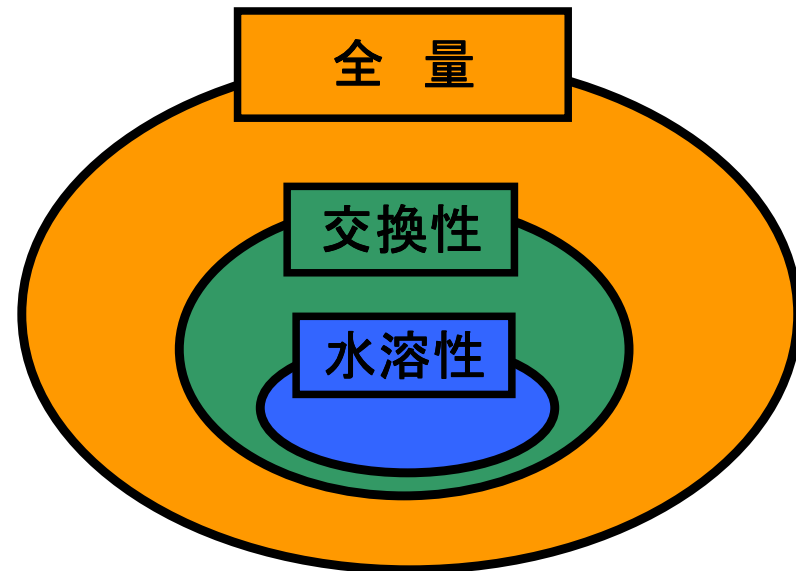
土壤成分の存在形態



土壤成分の存在形態



交換性塩基



熱水土壤消毒による塩基の動態

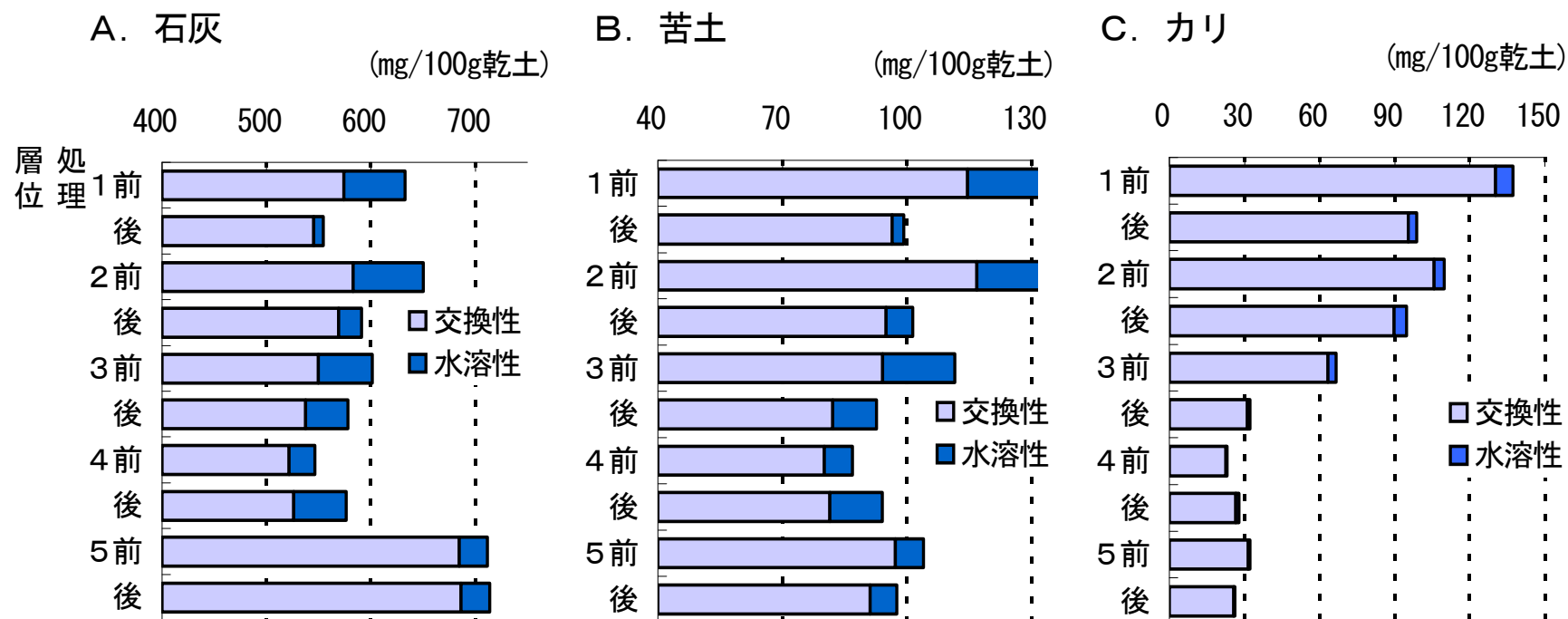
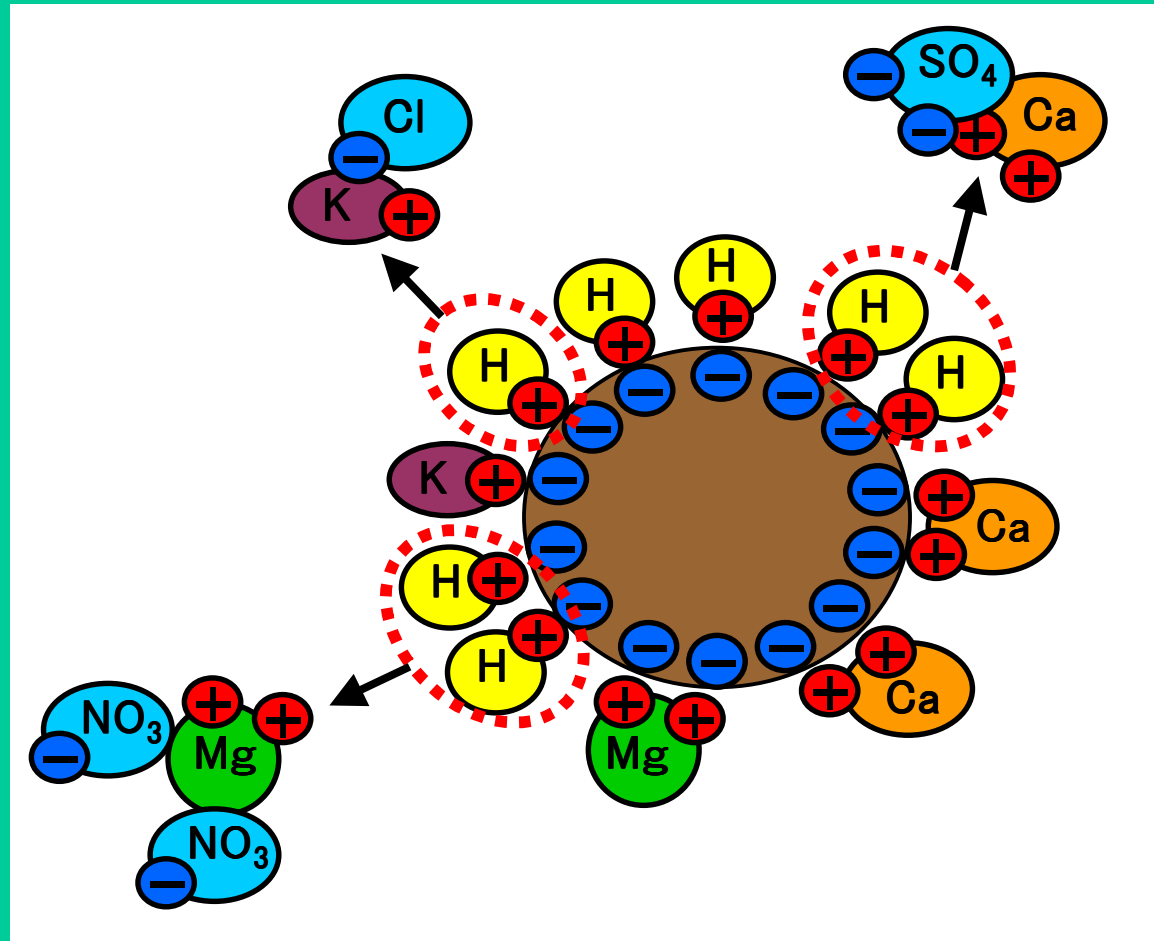


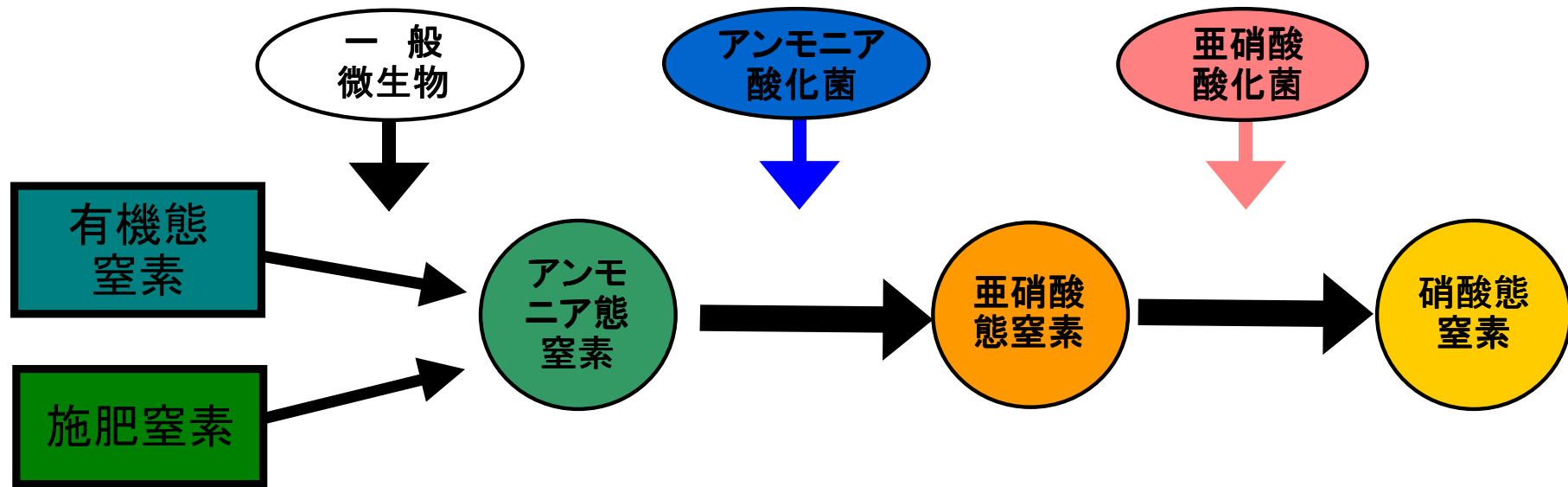
図 熱水土壤消毒による塩基の動態

層位 1 : 深さ0~15cm、層位 2 : 深さ15~30cm、層位 3 : 深さ30~45cm、層位 4 : 深さ45~60cm、層位 5 : 深さ60~90cm。処理前 : 熱水土壤消毒前、処理後 : 消毒1週間後。
 神奈川県農業総合研究所ガラス温室内

土壌成分の移動様式



土壌の硝化作用



熱水土壤消毒による硝化作用の低下

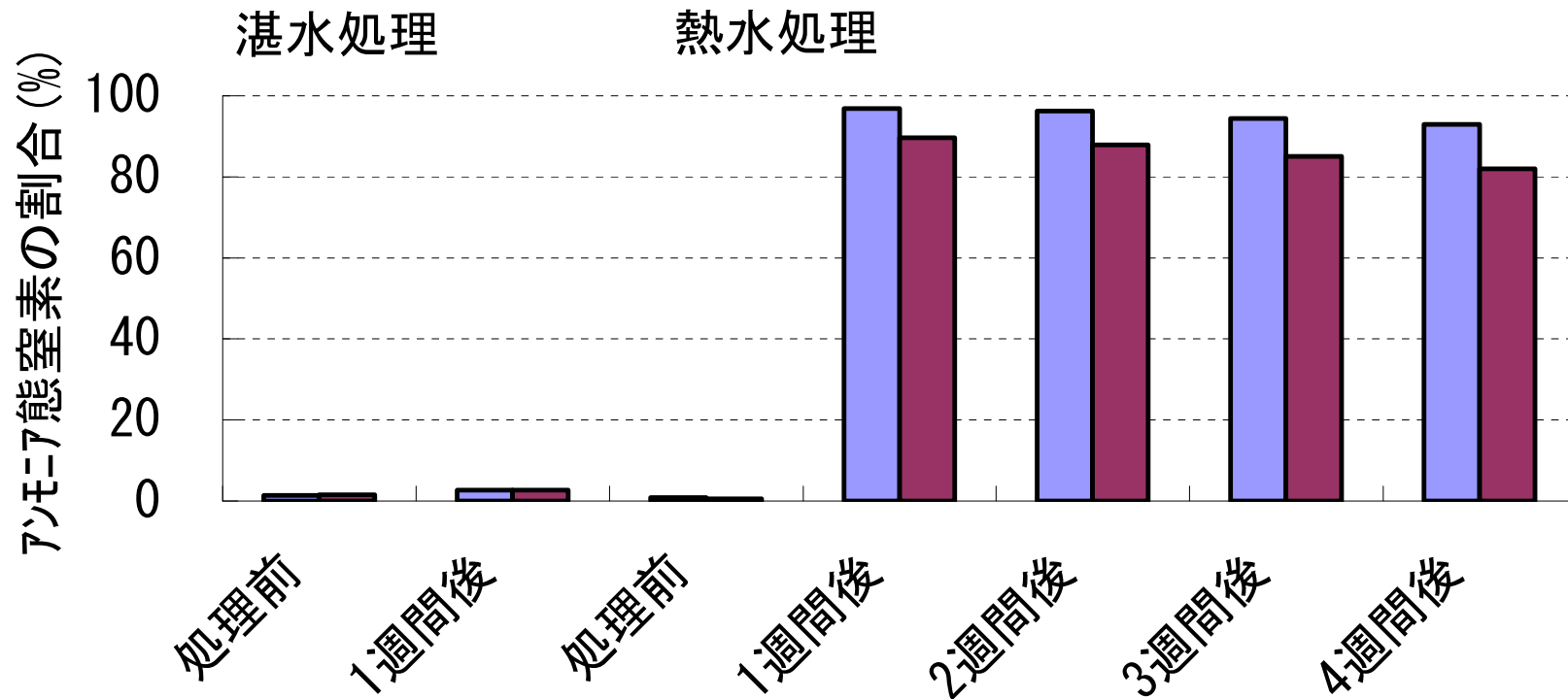
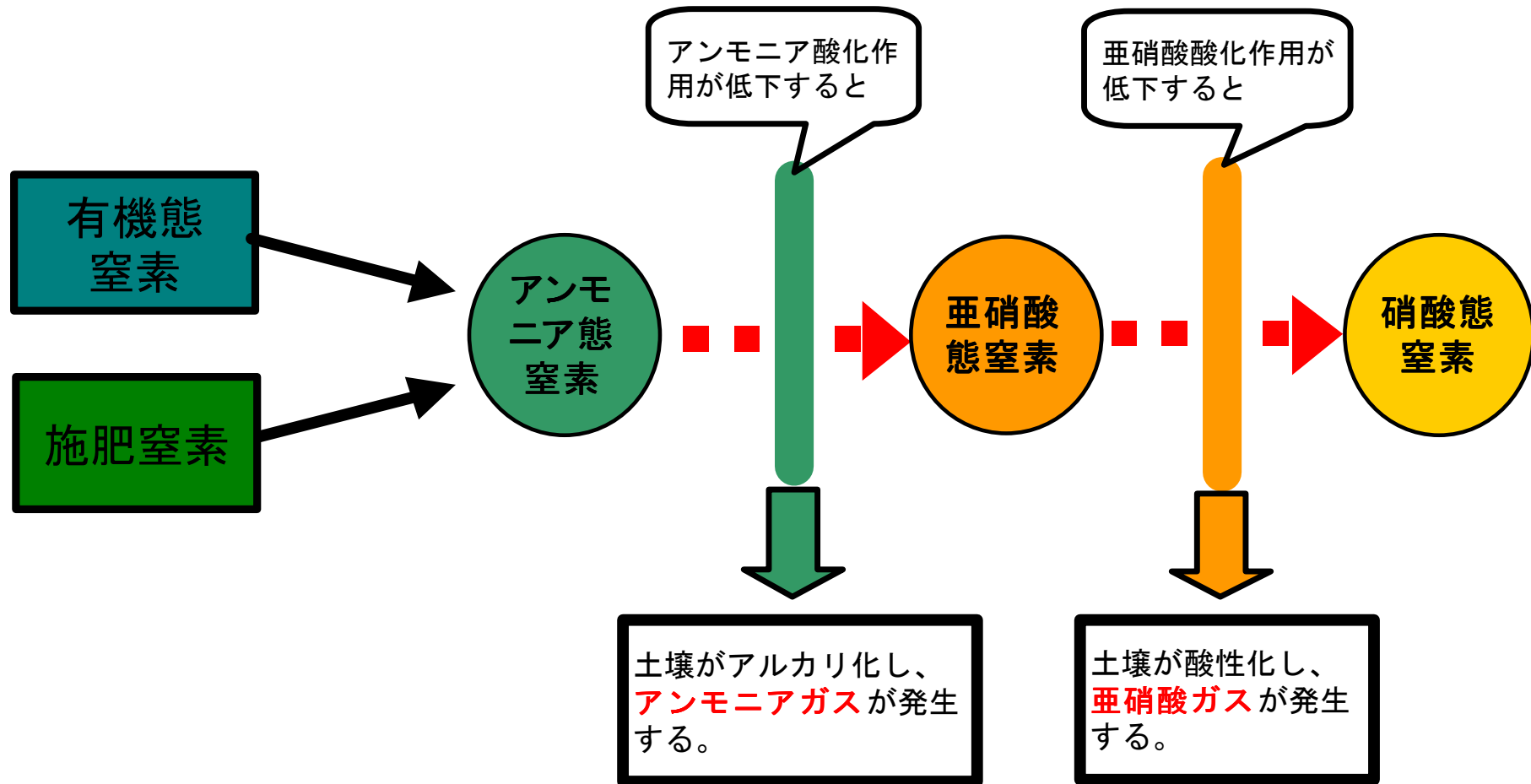


図 硝酸化性能

■ 深さ 0-15cm
■ 深さ 15-30cm

硝化作用の低下要因



熱水土壤消毒によるセルロース分解能の低下

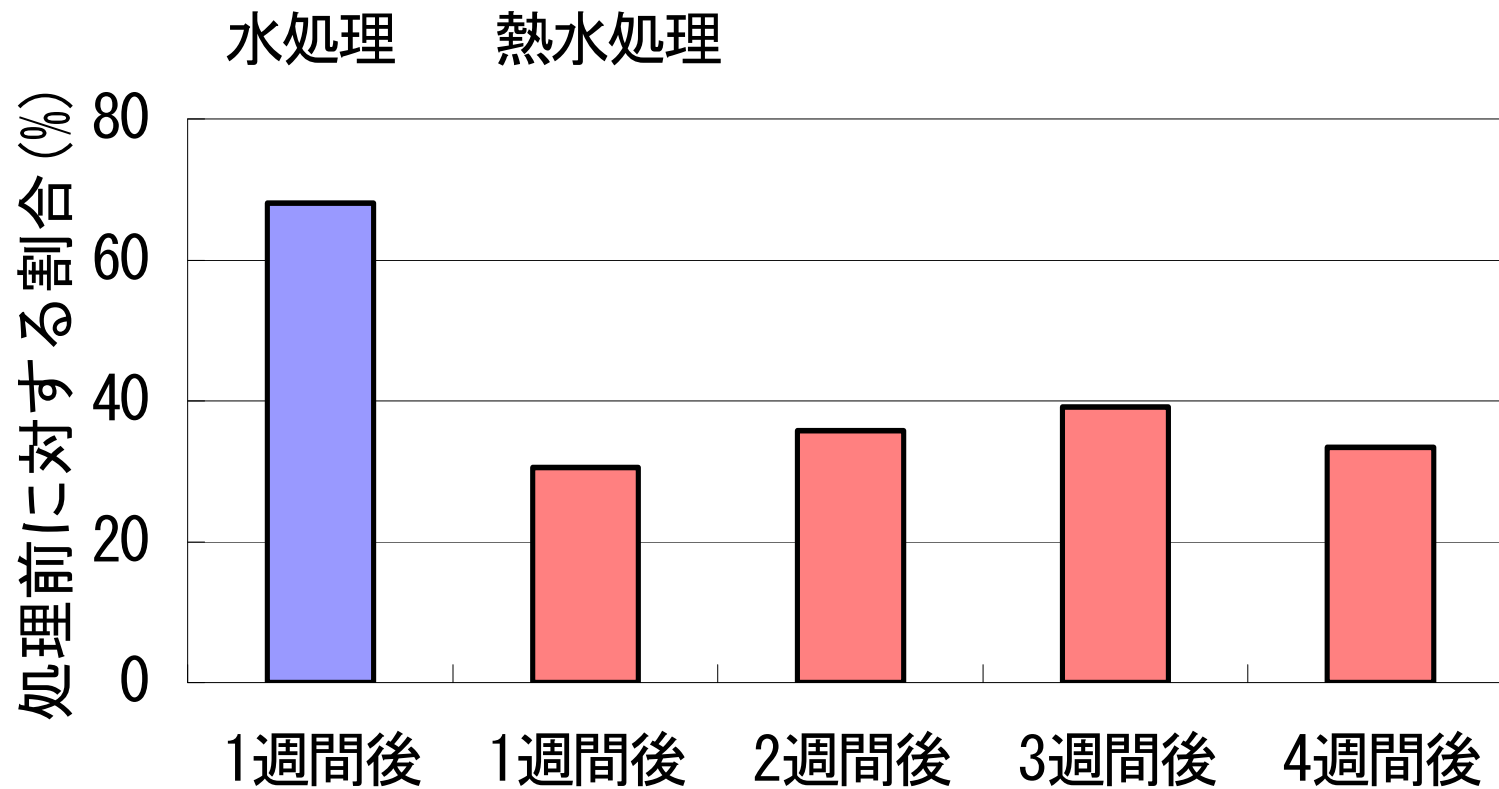
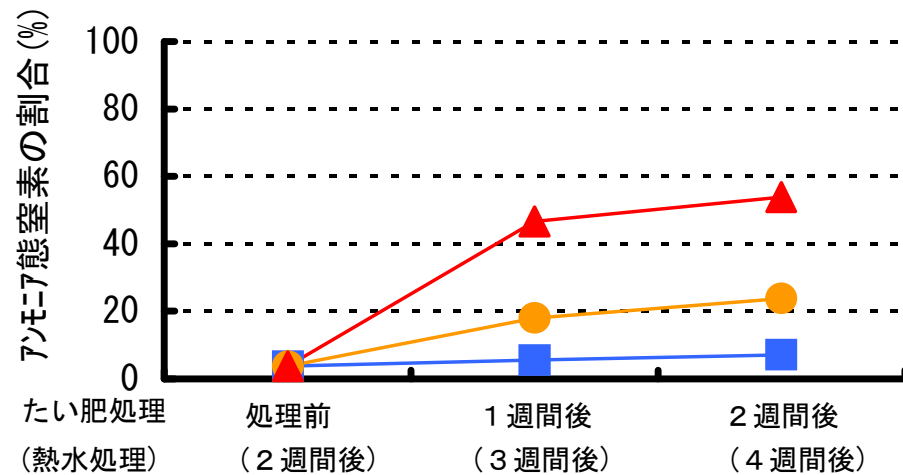


図 セルロース分解能

熱水土壤消毒後の土壌微生物性の回復方法

A. 硝酸化成能の回復



B. セルロース分解能

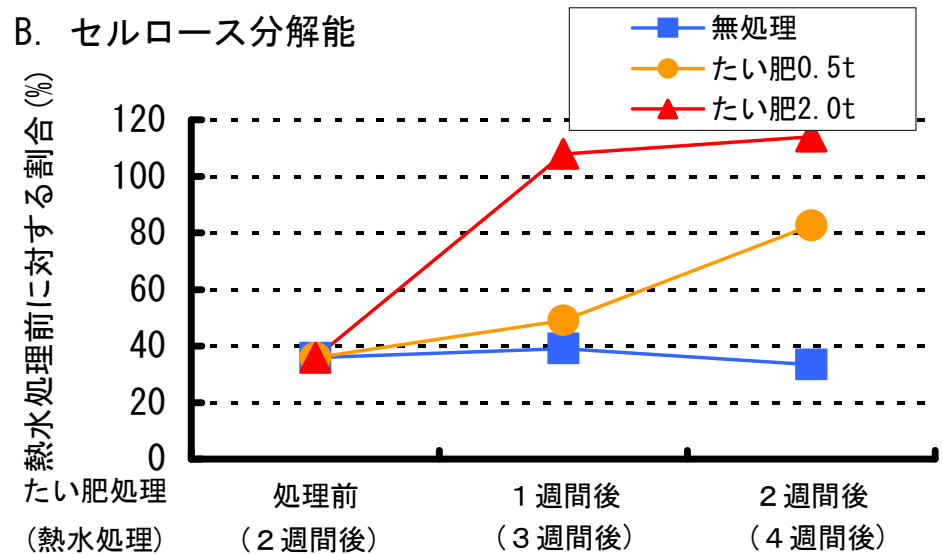


図 土壌微生物性の回復

試験は土壌の表層から15cm
神奈川県農業総合研究所ガラス温室内

熱水土壤消毒による土壤中の微量元素の挙動

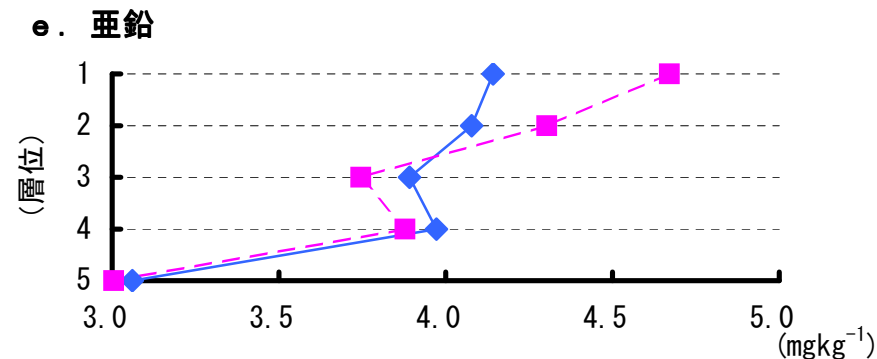
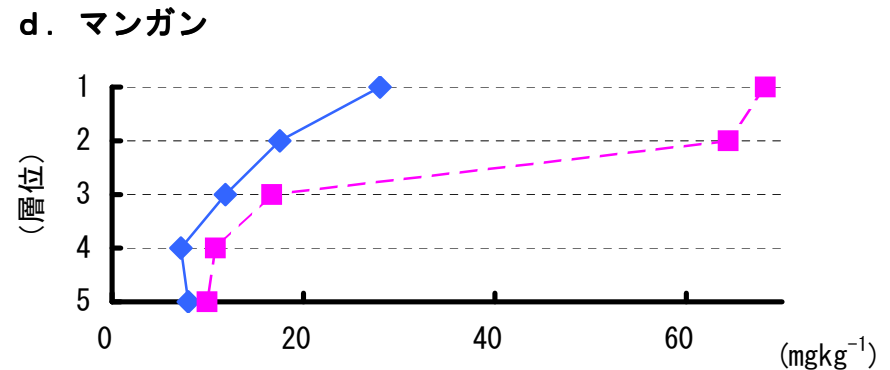
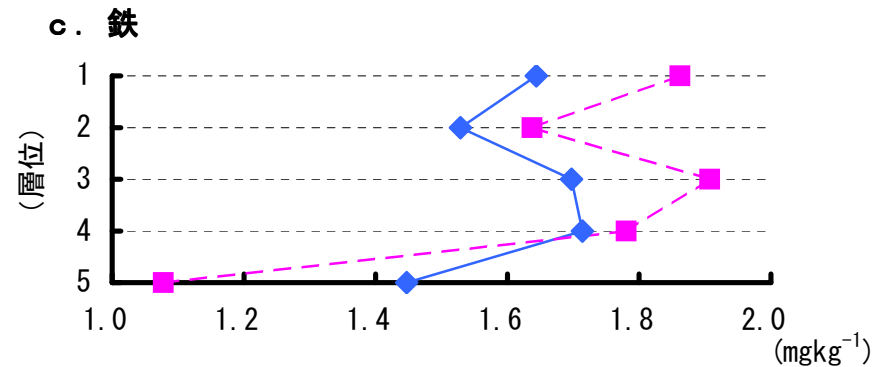
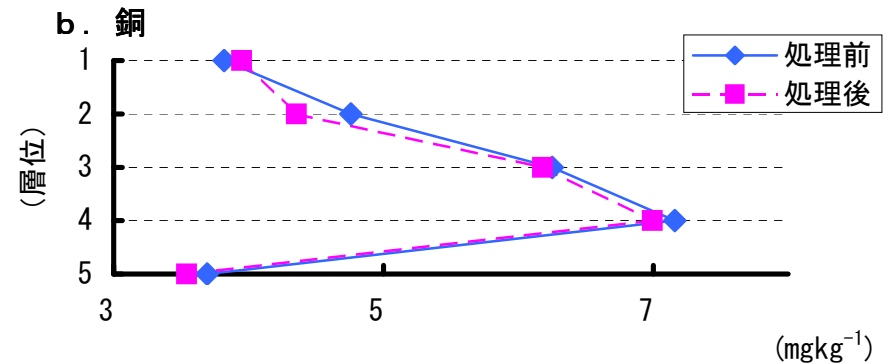
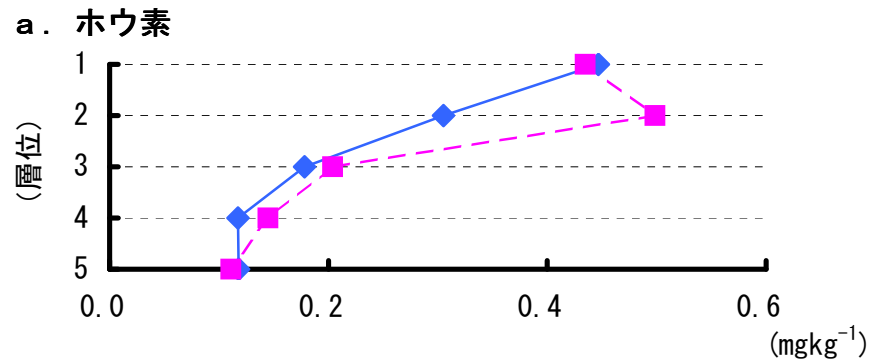


図 熱水土壤消毒による土壤中の微量元素の挙動

縦軸の層位は 1 : 表層~15、2 : 15~30、3 : 30~45、4 : 45~60、5 : 60~90cm深を示す。

微量元素は風乾土を1に対して25°CのpH6.0の酢酸アンモニウム10を加えて、25°C、1時間浸透したろ液をICP-AESで測定した。

明らかにされた問題点

1. 除塩効果、特に硝酸態窒素の除去効果が高い

- 硝酸態・亜硝酸態窒素については環境基準の存在
(H11、2月)
- 土壌の交換性塩基の減少による作物の欠乏症の発生

対策 施肥前の土壌診断に基づいた施肥設計の実行
吸肥特性の高い作物やクリーニングクロップの導入

2. 土壌微生物性による作用が低下する

- 硝酸化性の低下によるアンモニアや亜硝酸ガス障害の懸念
- セルロース分解能の低下による地力の低下

対策 堆肥などの微生物性の改善資材の投入

試験課題 たい肥の種類や量などによる微生物性の回復

3. 土壌中の交換性マンガンの増加

- マンガン過剰症の懸念

試験課題 土壌タイプ別のマンガンの有効化量の検討

熱水土壤消毒の今後

・コストの問題

国・自治体からの補助

普及すれば装置の値段は下がる

有機栽培・無農薬作物としての付加価値

・もちろん失敗の事例もあるけれども、化学合成農薬でも同様の失敗は常にある

消毒後に病原をもちこむと状況がより悪化

土壌状況によってキュウリ・ホウレンソウなどにマンガン過剰症
経験によるリスクの回避 → マニュアル化

・病害虫防除以外の効果

土をリフレッシュして収量アップ