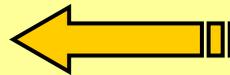
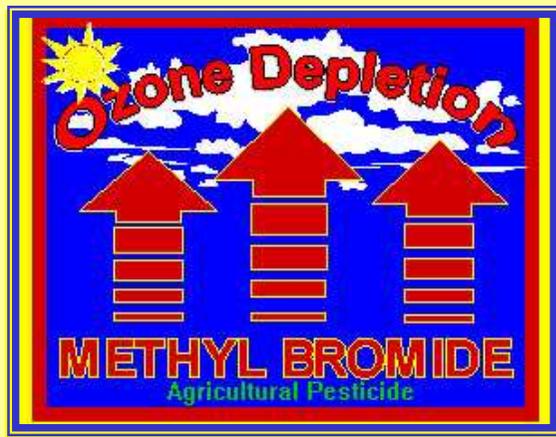


# 物理的消毒法の効果と普及



神奈川県農業技術センター  
北宜裕・植草秀敏・岡本昌広・北畠晶子

Eco-Friendly / Unstable

## 生物的防除 (津田さん)

抵抗性品種、対抗作物  
拮抗微生物、弱毒ウイルス

Effective & Easy

## 化学的防除

クロルピクリン  
ダゾメット  
カーバムNa塩  
ホスチアゼート  
(田代さん)

Br

Effective &  
Eco-Friendly

## 物理的防除

太陽熱 / 土壤還元  
蒸気消毒  
熱水

# 太陽熱消毒

Solar Heating by Polyethylene Mulching

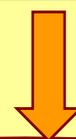
1970年代前半にイスラエルで開発

1970年代後半に奈良のイチゴ栽培で体系化

夏季に、土壤表面を透明なフィルムで被覆して太陽熱を閉じ込め、20~30日間処理して病原菌、害虫、雑草を不活化する。

1990年代終わりに北海道で開発

→急速に実用化



+ 有機物 & 十分な水分

より低温でも消毒効果の高い  
土壤還元消毒へと発展

## 太陽熱消毒による防除効果\*

---

### <顕著な効果あり>

キュウリつる割病、ナス半身萎凋病、ピーマン疫病、  
エンドウ立枯病、ネコフセンチュウ（キュウリ、トマト）、  
ネグサシセンチュウ（イチゴ）

### <被害軽減効果あり>

トマト褐色根腐病、黒点根腐病、イチゴ萎黄病、すくみ症

### <発病抑制効果・被害軽減効果あれど生育後期に被害発生>

トマト根腐萎凋病

### <効果不十分>

トマト青枯病、軟腐病、メロン黒点根腐病

### <効果なし>

TMV

---

\*太陽熱利用による土壌消毒に関する実証的研究(1982)より作成・一部追加



**トンネル被覆をそのまま利用した太陽熱土壤消毒  
でメロンホモフシス根腐病を防除する。**

神奈川県三浦半島での事例。吉岡原図(2005)

## トンネルを利用した太陽熱土壤消毒による メロンホモフシス根腐病の防除効果\*

処 理	土壤深度別35℃以上の積算時間*			
	0cm	10cm	20cm	30cm
トンネル被覆	110(◎)	135(◎)	0(×)	0(×)
ビニル被覆	424(◎)	46(○)	0(×)	0(×)
シルバーマルチ	419(◎)	0(×)	0(×)	0(×)
裸 地	0(×)	0(×)	0(×)	0(×)

\*時間(効果)、小林  
(1999)

## < 土壤還元消毒 >

より低温条件で、より効率よく、より確実に、より短期間に実施できる太陽熱消毒。

< 技術のポイント > 1990年代終わりに北海道で開発  
→急速に実用化  
土壤を効率よく還元状態にすること。



- 土壤の還元化を促進する「有機物」の添加
- 十分な土壤水分
- 30℃以上の地温を確保

**[問題点] 土壤の深層部の処理ができない!**

→ **糖蜜の利用**

## 異なる糖蜜量で土壌還元処理したときの トマト萎凋病発病程度

糖蜜 処理量	深さ	消毒前		消毒後	
		発病株率	発病度	発病株率	発病度
t/10a	cm	%		%	
1.2	0~20	80	54	0	0
	20~40	80	69	0	0
	40~60	100	95	0	0
0.9	30	60	33	0	0
	45	60	28	0	0
	60	100	80	0	0
0.6	30	100	80	0	0
	45	80	74	40	20
	60	80	54	20	5

\*品種はハウス桃太郎、糖蜜0.9t/10aで0.6%液のかん注に相当。新村(2004)から作成

## < 太陽熱処理の普及に向けて >

### < 技術の特長 >

- ・安全で安価
- ・拮抗微生物を含む有用微生物が温存
- ・有機物の大量投入、除塩等による生育促進

### < 技術の欠点 >

- ・天候に依存 & 期間限定（夏のみ実施可）
- ・土壌深層部の処理難



< 生物的防除や熱水処理等と  
組み合わせた体系化技術へ！ >

# 蒸気消毒

高温の水蒸気の潜熱を利用して病原菌、害虫、雑草を不活化する。



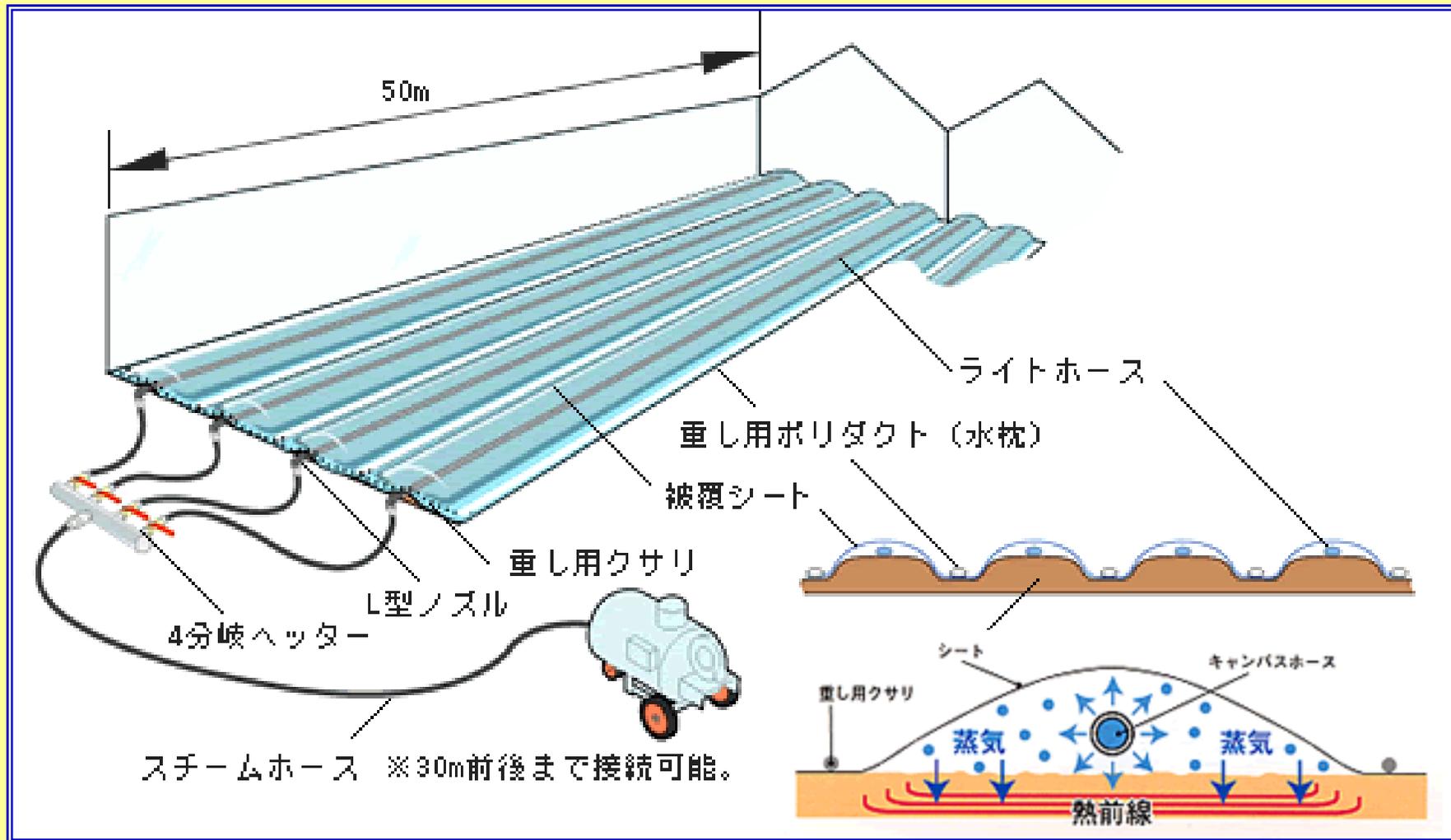
## < 蒸気消毒の手法① >

### [従来法]

- ・ ホジソンパイプ法
- ・ キャンバスホース法
- ・ スチーミング・フラウ法
- ・ 蒸気消毒槽  
(硝酸化成菌等が残存できる低温処理も可能)

- ・ スパイクパイプ法





## キャンバスホース法による蒸気消毒

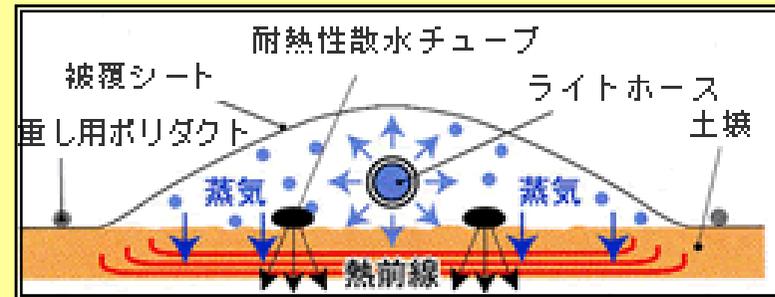
((株)丸文製作所HP)

## < 蒸気消毒の手法② >

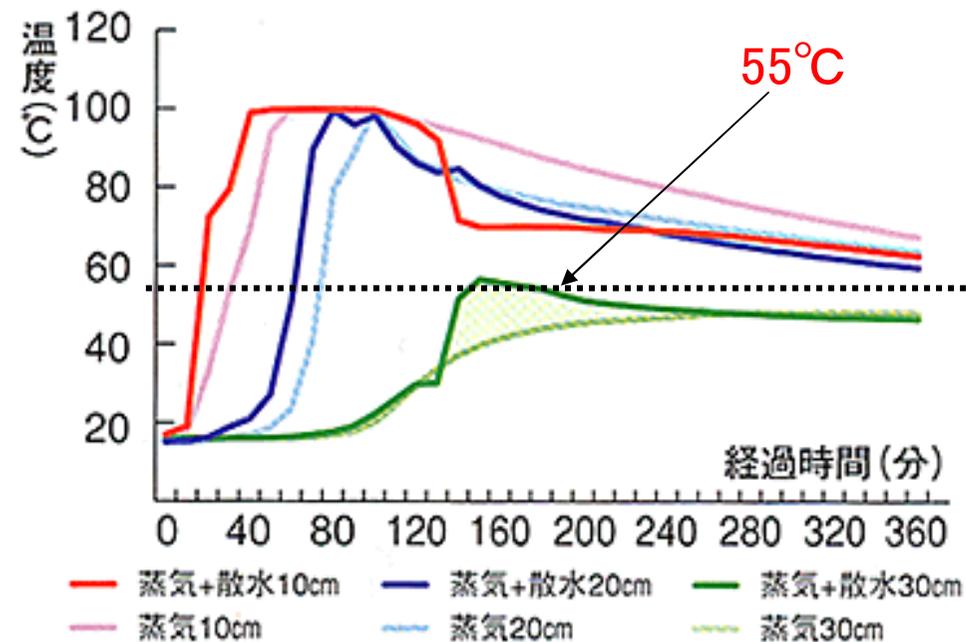
### [ 蒸気散水法 ]

- ・ 蒸気消毒後に20～50L/m<sup>2</sup>散水する手法。
- ・ より少ない熱量で、  
 土壤深層部まで消毒可能。

((株)丸文製作所HP)



蒸気+散水区と蒸気区との温度の比較



## < 蒸気消毒の普及状況 >

### [切り花・鉢

物]

- ・ **オリエンタルユリ** (新潟、高知、九州全域)
- ・ **キク** (福島、栃木、静岡、愛知)
- ・ **トルコキキョウ** (東北全域、福岡)
- ・ **カーネーション** (愛知以西の西日本)
- ・ **鉢物** (福島、栃木、福岡ほか全国)

250台以上普及

### [野菜

類]

- ・ **ハウレンソウ、大葉、ネギ、メロン、トマト、ナス等**  
(北海道、栃木、和歌山、京都、高知、福岡、佐賀)
- ・ **温室メロン** (静岡中西部一帯)

130台以上普及

**※マンガン過剰症に要注意!**

# 熱水土壤消毒

10aあたり150~300トンの  
熱水処理



湿熱により病原菌、害虫、  
雑草などを不活化する。

土壤深層部の温度を  
どこまで高くできるか

これまでに熱水処理効果を確認したのは、  
**24 作物、50病害**

### **フザリウム病**

カーネーション, セルリ, ダイコン, ホウレンソウ, トマト, スイカ

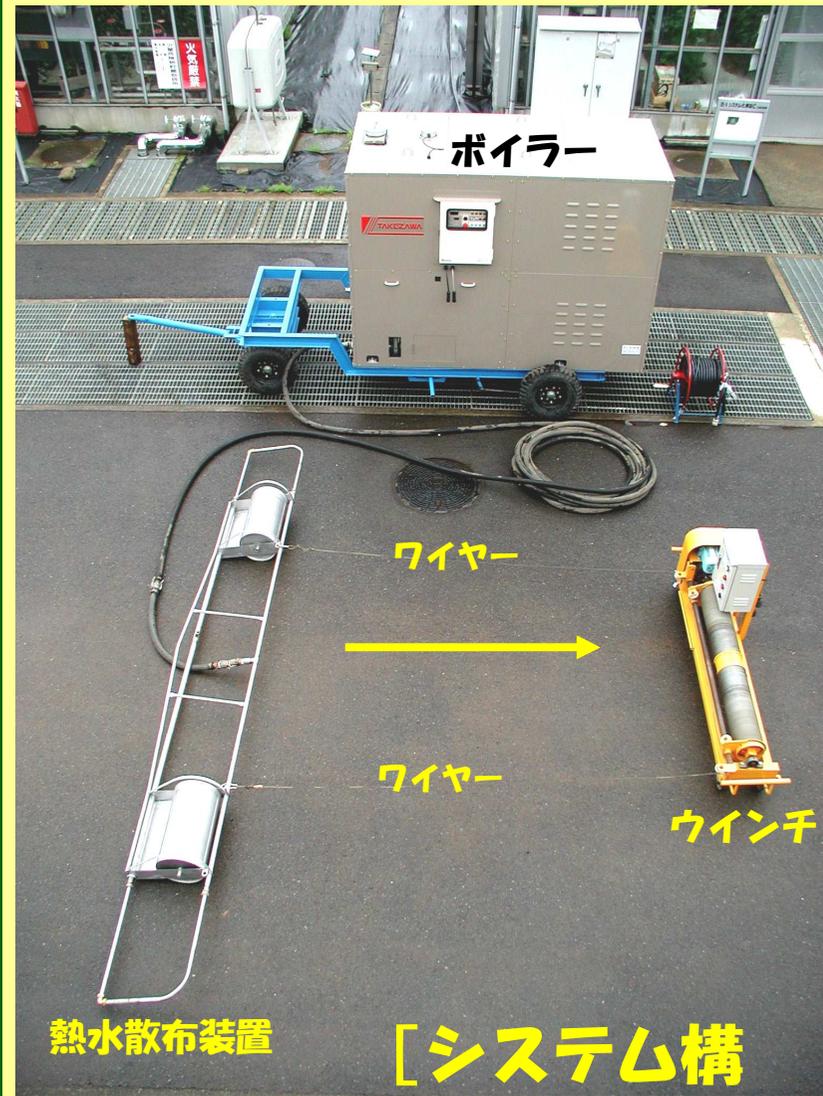
### **青枯病**

カーネーション, トマト, ナス

**苗立枯病, 疫病, 半身萎凋病, 褐色根腐病  
菌核病, 根頭がん腫病, ネコフセンチュウ  
トマト, バラ, メロン, ダイズ他**

# けん引方式

散布装置をけん引しながら  
熱水処理する。



[システム構成]



[熱水散布状況]

ポリフィルム  
で被覆

- 旧神奈川園試で1983年に開発
  - 大型施設、露地向き
- 処理実績は130件以上!

## 重油ボイラー



## パルスジェットボイラー

## チューブ方式

耐熱性チューブを用いて熱水処理する。



- ・ 旧農研センターで1985年に開発
- ・ 小型施設、傾斜地向き

# 熱水処理手順

## ② 熱水散布装置の設置



熱水散布

被覆フィルム



畔シ

ボー



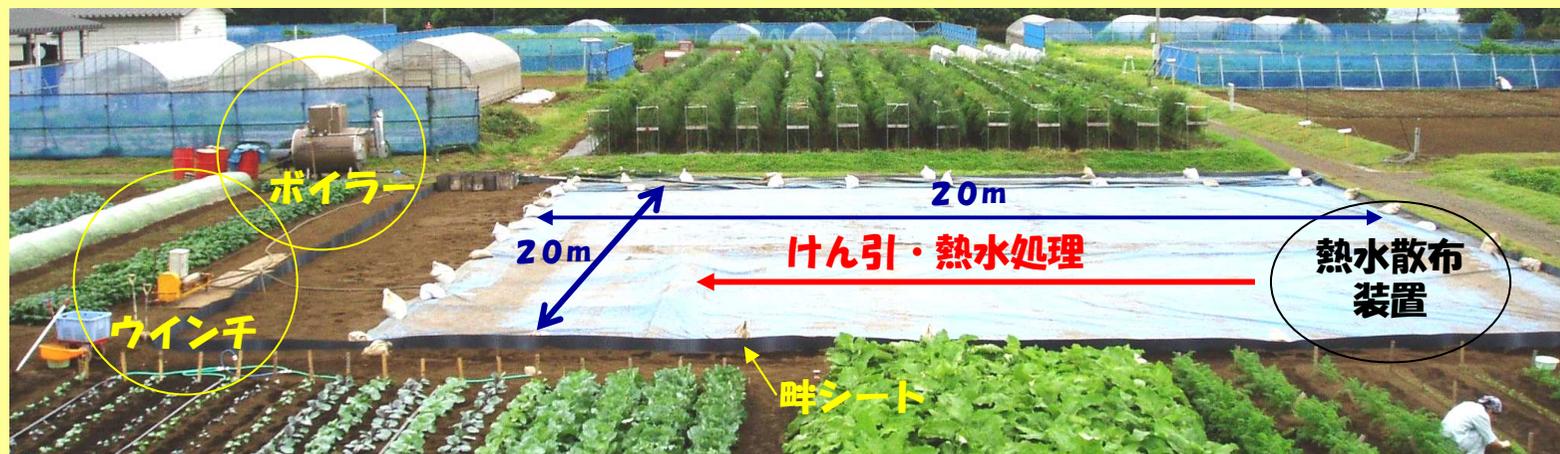
## ③ ウインチの設置

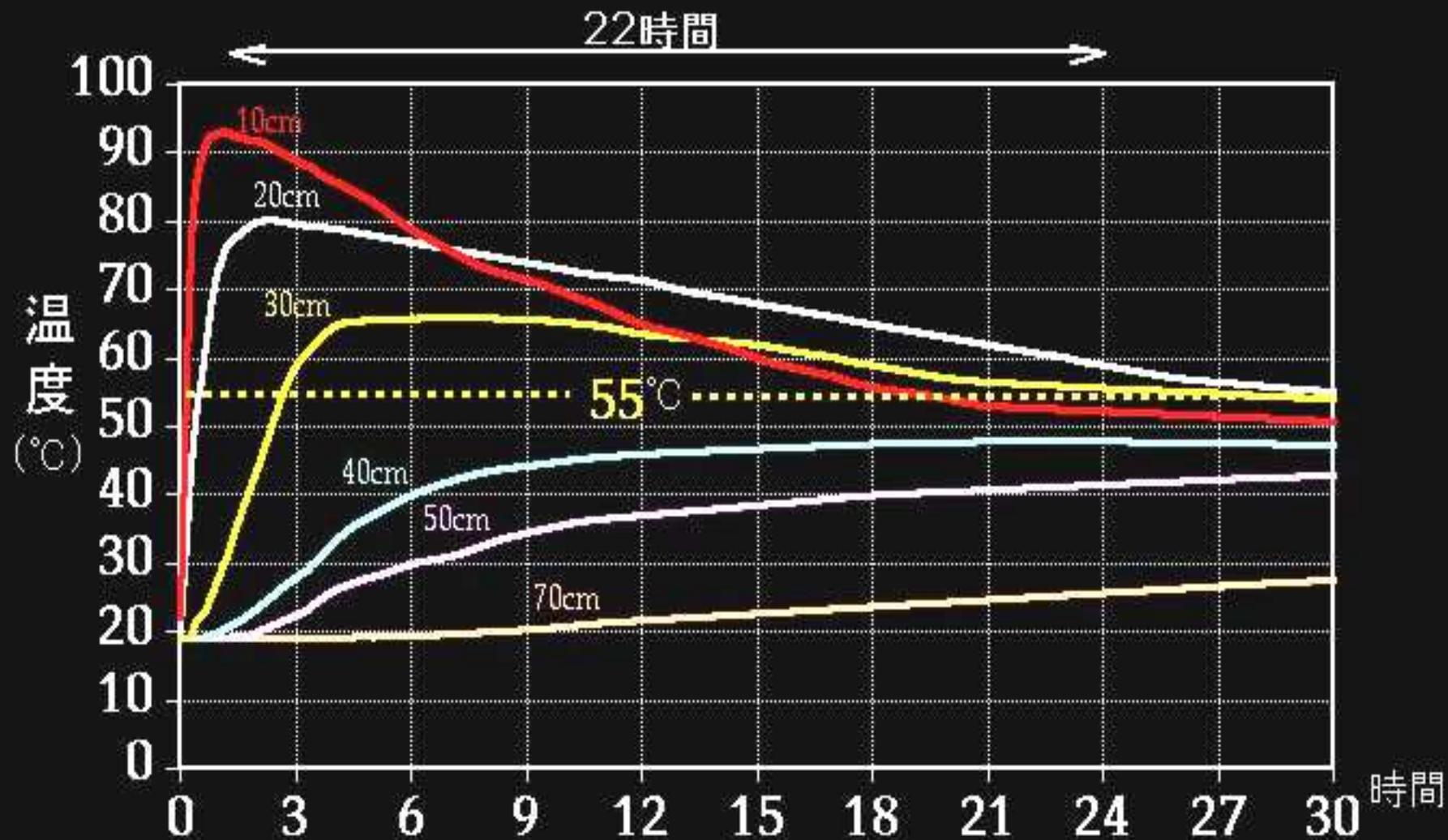


燃料  
ドラム缶

# 露地で

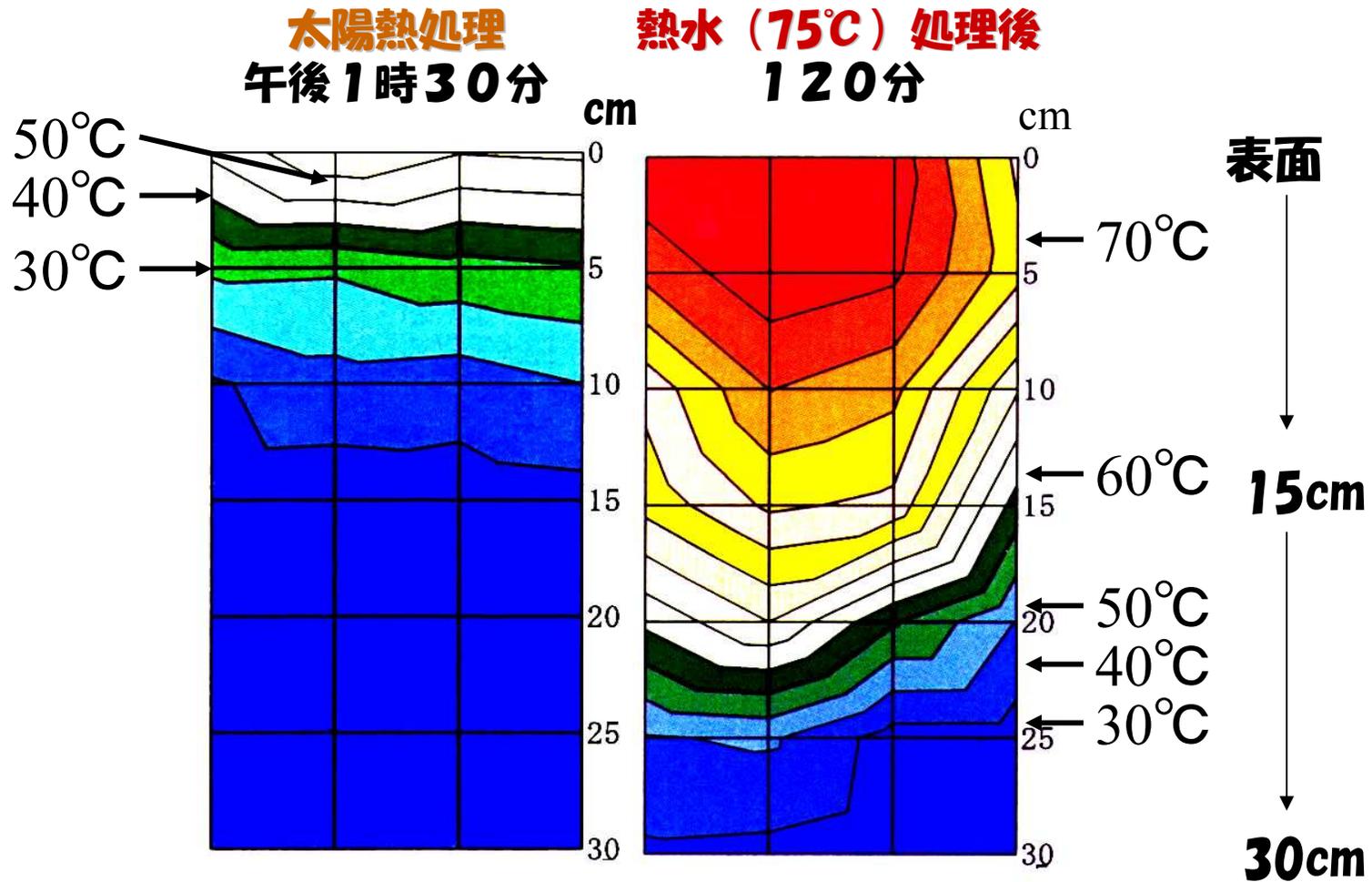
## 畔シートとブルーシートの利用





熱湯処理後の土壌深度別温度変化

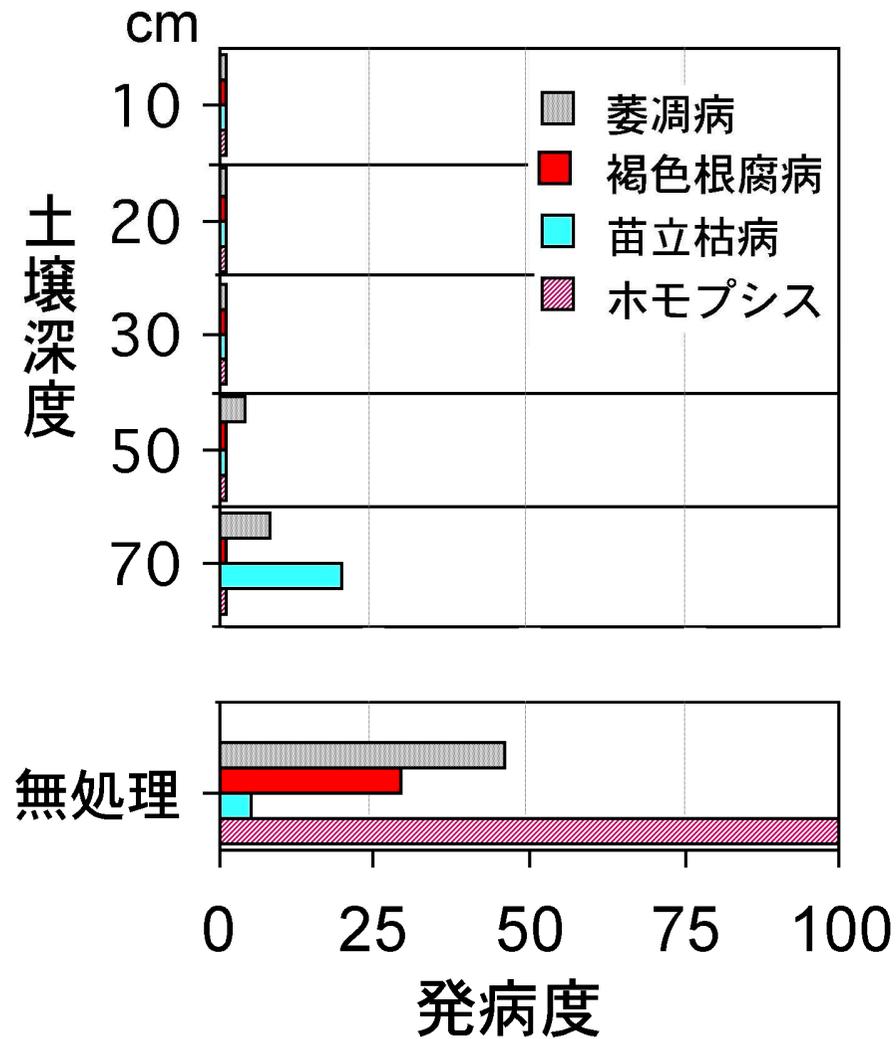
(北1990)



## 太陽熱処理と熱水処理の温度差

((株)ネポン2003より作成)

## [施設トマト栽培での事例]



**熱水処理による発病抑制効果**

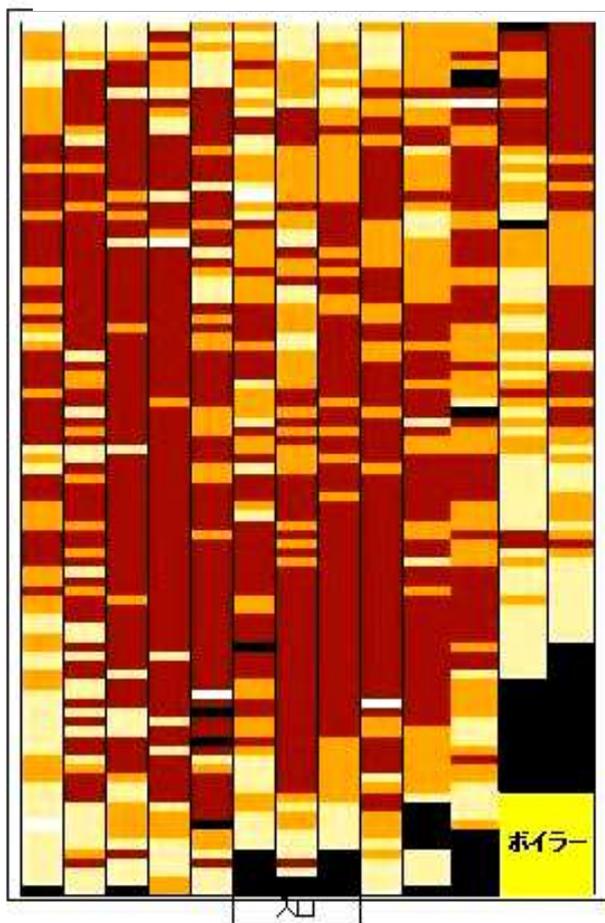


## 熱水土壤消毒によるトマト青枯病の防除

(2003年, 千葉県一宮町: 西原図)

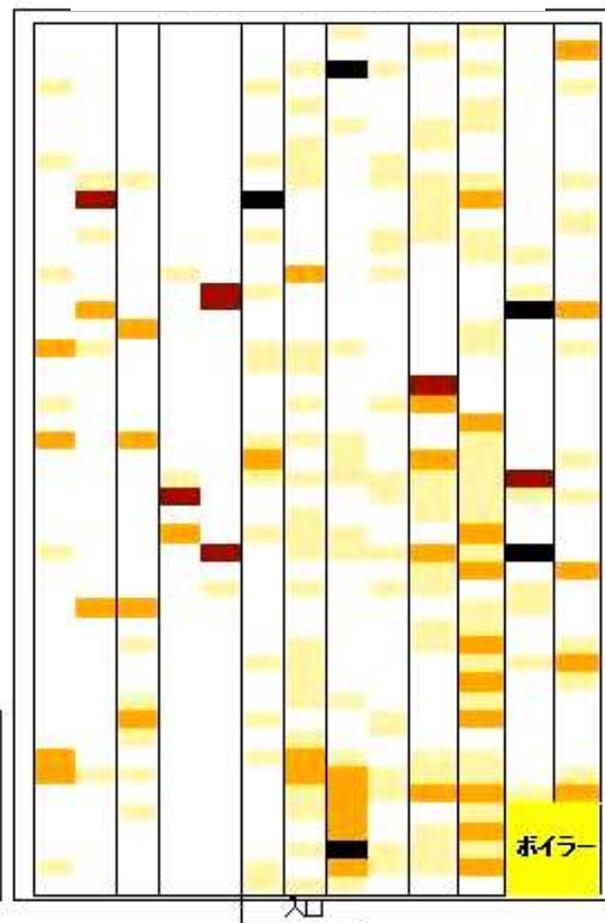
Before

<収量 11.5t /10a>

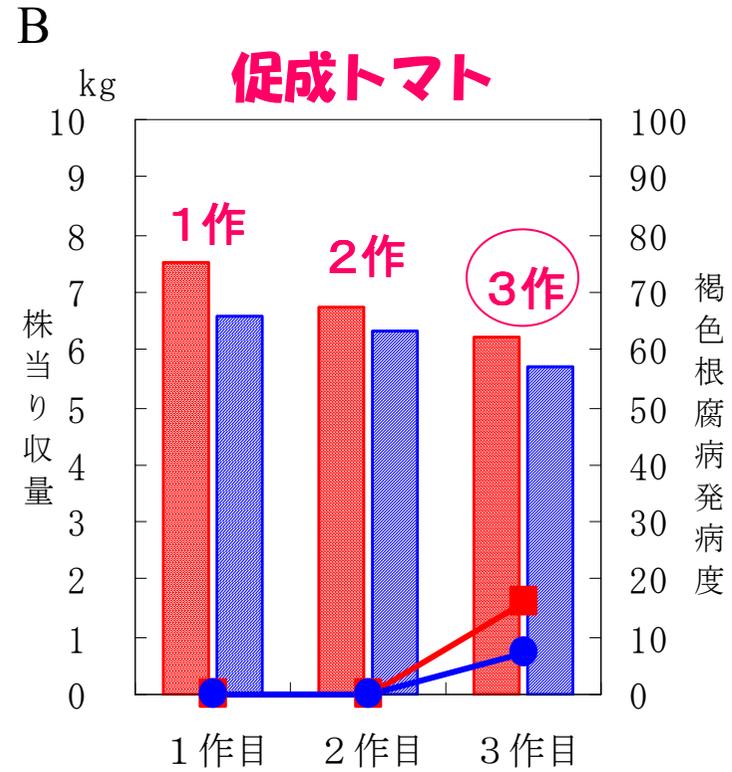
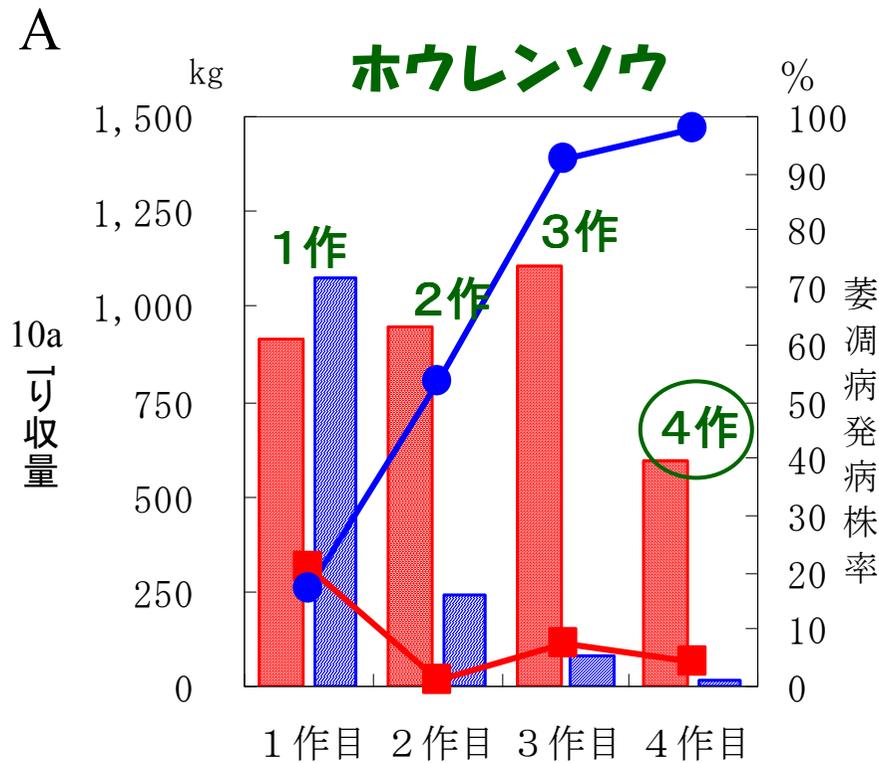


After

<収量 16.0t /10a>



**トマト半身萎凋病発生ほ場における熱水処理効果**



■ 熱水収量                      ■ 無処理収量                      ■ 熱水処理収量                      ■ 農薬処理収量  
■ 熱水発病株率                      ● 無処理発病株率                      ■ 熱水処理発病度                      ● 農薬処理発病度

**熱水処理による土壌消毒効果は長く続く。**

(A:柳瀬2003、B:岡本ら2002)

## <けん引方式における施設トマトでのコスト>

[10a当り]

A重油:2キロリットル	7~10万円
水 :300トン	自家用水
電気 :3相200V	3千円
被覆資材等	1万7千円
機械レンタル料	6万円
計	15~18万円

効果は3年間持続  $\times 1/3$  → **5~6万円/年**

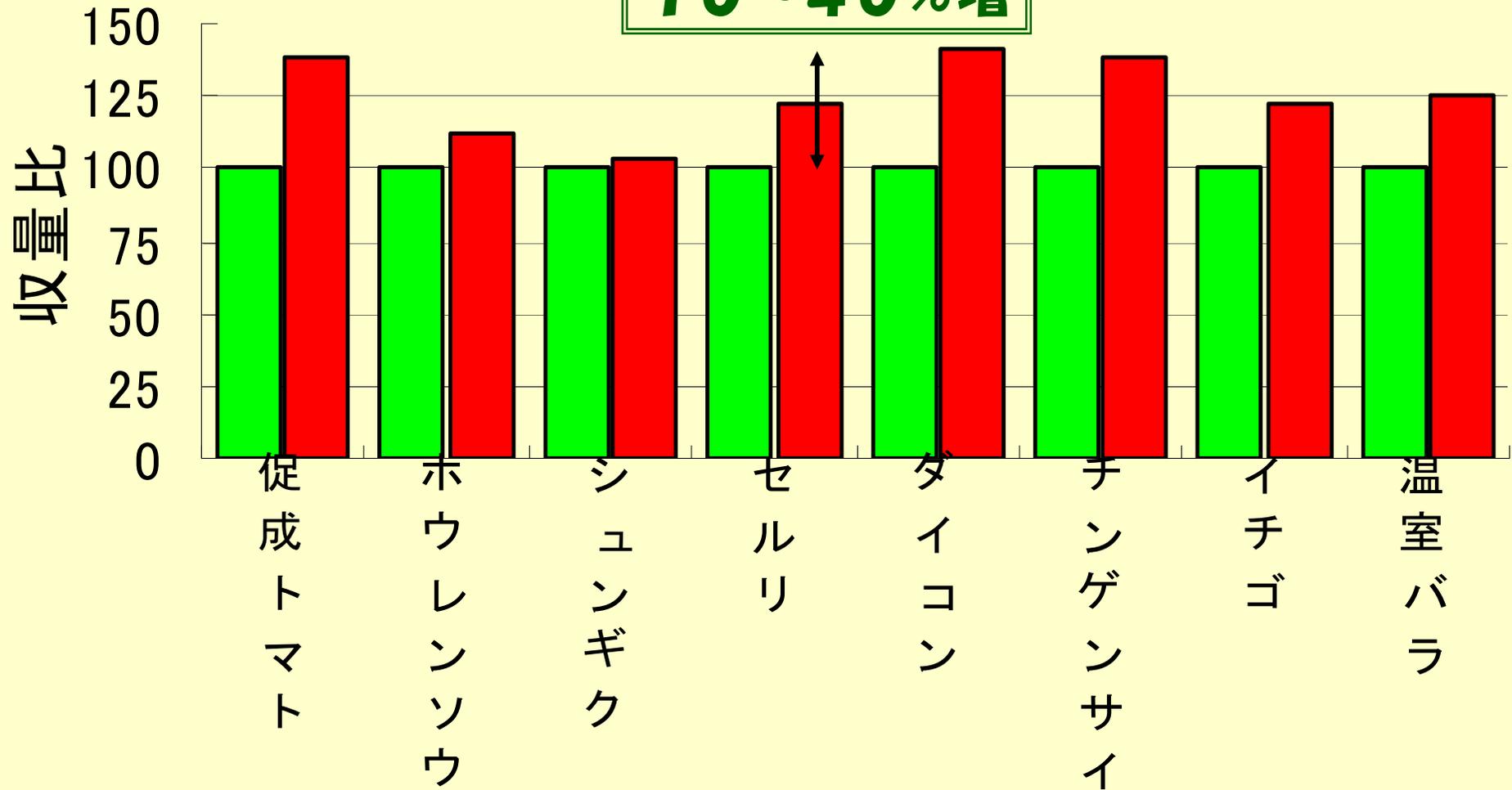
**+ 土壌のリフレッシュ効果**

**ダブメット、カーバムNa、クロピク等 → 4~5万円**

# コストを上回る増収益

■ 対照  
■ 熱水処理

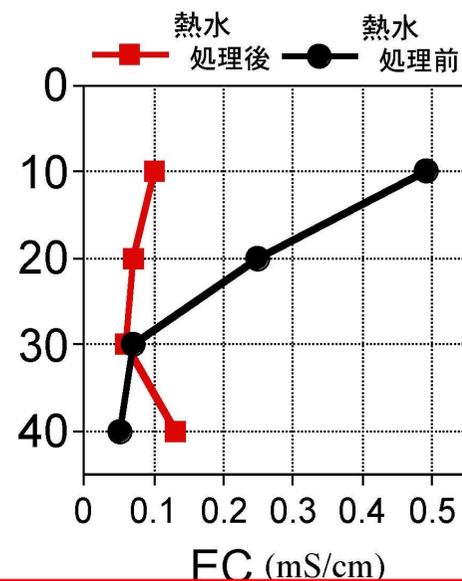
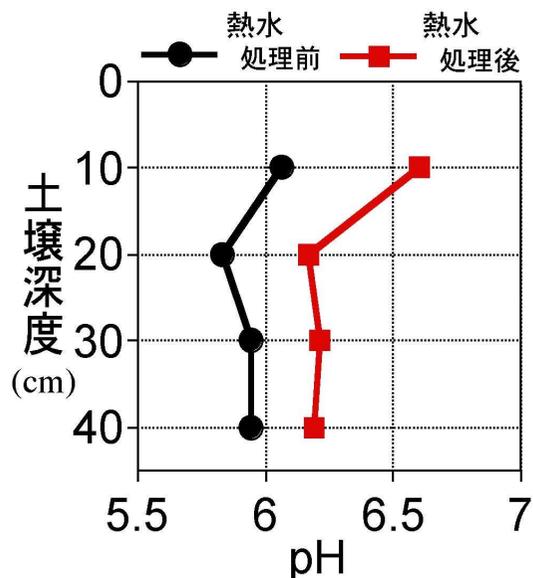
10~40%増



熱水処理には生育促進、増収効果がある。

## 化学性 の変化

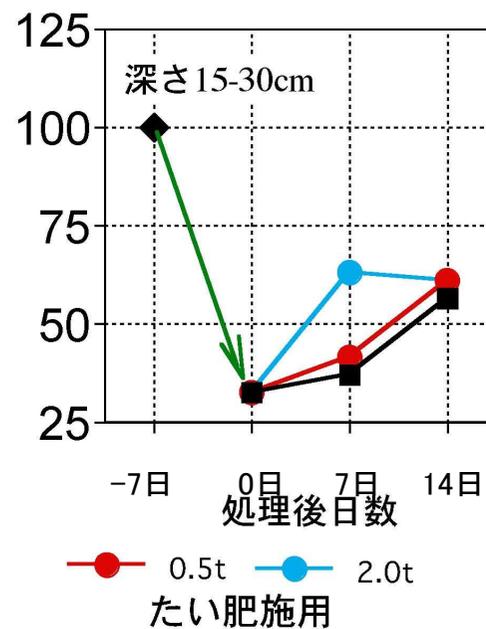
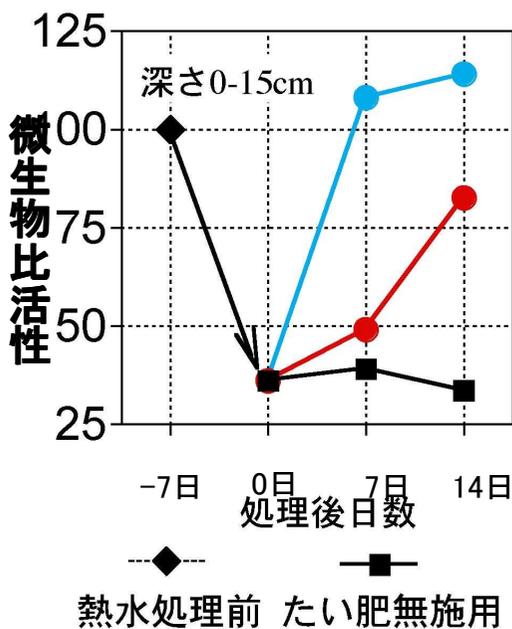
pHは上がり、  
ECは下がる。



## 微生物相 の変化

表層は処理後の  
堆肥投入で復帰

下層は処理後2  
週間で60%復帰



[熱水処理をより効果的にするために①]

## 熱水と有機物処理の組合せ効果

添加物	深さ cm	トマト萎凋病菌密度*		
		熱水	水	無処理
なし	30	55	130	170
	45	73	120	180
	60	130	96	220
フスマ	30	53	120	—
	45	70	140	—
	60	150	110	—
ショ糖	30	1	160	—
	45	ND	160	—
	60	22	190	—

\* × 1000 cfu/g・dry soil

**[熱水処理をより効果的にするために②]**



**熱水150<sup>°</sup>C/m<sup>2</sup>+F13菌+Pf 剤 処理区**



**熱水土壤消毒と有用微生物を組み合わせた  
トマト萎凋病防除効果 (中保2005)**

## ＜実施上のポイントとその対策＞

---

### ポイント

---

### 対策

---

土壌物理性の確保

深耕と均平化

傾斜地での処理

傾斜面に対し平行に処理

処理時期

周年可（源水温はできるだけ高く）

処理後の土壌管理

再汚染防止と有機質の早期投入

作業上の注意

トラフル対策時の火傷に注意！

その他

マンガン過剰症の発生  
ネコフセンチュウ対策

---

・ 周到な準備と余裕のあるスケジュールで！

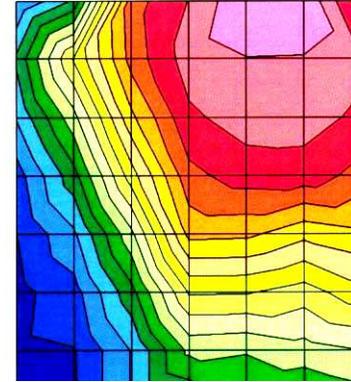
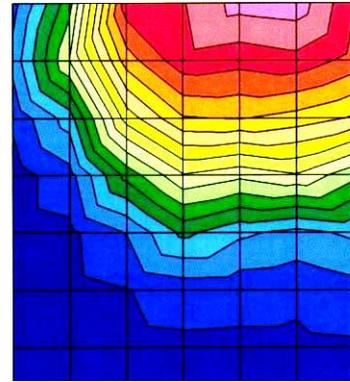
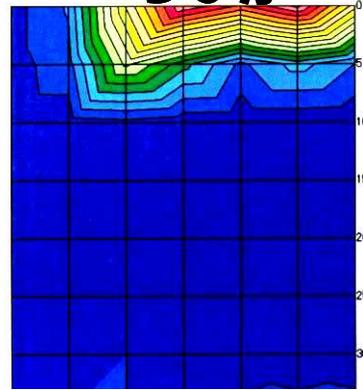
# 処理後の時間

30分

90分

120分

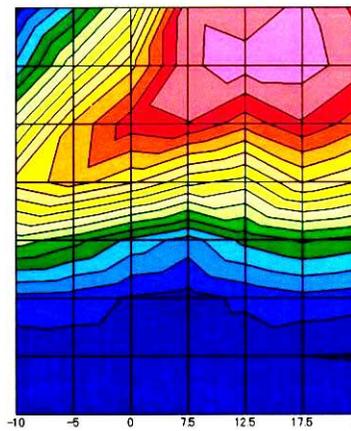
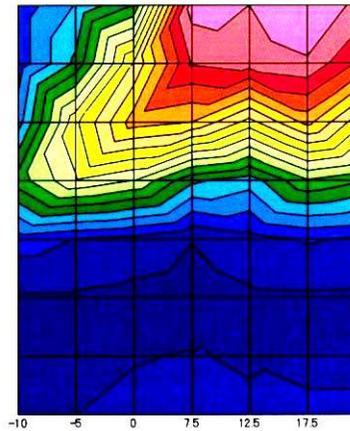
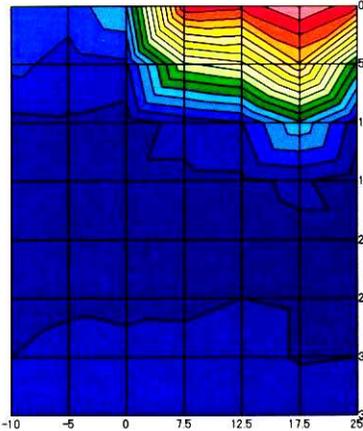
耕盤なし



表面

35cm  
表面

耕盤あり



耕盤

35cm

## 耕盤の有無と熱水の浸透（適湿状態）

((株)ネポン2002より作成)



## 冬でもできる 熱水処理

- ・ 熱の損失をできるだけ防ぐ。
- ・ できるだけ水温の高い源水を用いる。



# 普及に向けて NOW ON SALE

**サンコー**

## 熱水土壤消毒機

高性能 小型 信頼性

320×700



- 110V・100Vの電源を駆使します。
- 40Lの容量で100㎡の面積を消毒します。(灌水しての散布)
- 小容量で、狭い1〜10m程度の作業範囲に最適です。
- 作業中に騒音や振動が少なく作業しやすいです。
- 小容量で、作業中に100㎡の面積を消毒します。
- 作業中に騒音や振動が少なく作業しやすいです。

大倉製機



環境保全・高効率化を実現!

## “すき型”熱湯土壤消毒機

2005年

「臭化メチル」全廃対策に

- 連作障害防止で大増産が可能
- 病害防止効果大
- 土壌リフレッシュ
- 節電効果大

熱湯土壤消毒機タイプ NO-500

熱湯土壤消毒機タイプ ウィンチ 熱湯散布機



熱湯土壤消毒機タイプ NO-500

ウィンチ 熱湯散布機

**marubun**

## 熱水消毒

連作土壌病害虫対策・塩類集積土壌の除去

リックワーカーシステムの下地作業に最適。 農地に塩類集積防止・塩害防止効果も期待できます。

### 熱水土壤消毒機

BW-30

2005年 臭化メチル対策



株式会社丸友製作所

## 熱湯土壤消毒機

熱湯で土壌をリフレッシュ



神奈川肥料株式会社

**NEPON**

熱水土壤殺菌装置

NEW

## ネポンファームフレッシュャー

～安心・簡単に土壌殺菌～



NEF-400TA2

ネポン株式会社

軽トラックに搭載可能 超小型・高性能

## 新しいタイプの熱水消毒装置

新登場

特長

- 1 高性能エンジンの使用
- 2 コンパクトなシステム

狭いスペースでOK! 90℃の熱水を約2連続散布します。

各地でテストを行っています

2005年 臭化メチル全廃対策の 実用システム

パルスジェットエンジン

1.840Wの出力で高圧ジェット水流を発生させ、土壌中の有害菌や害虫を駆除します。2000年より採用されています。

明神興産株式会社





キュウリ

平塚の斉藤さん  
200万円増益



トマト

兵庫県「おおや高原野菜部会」  
3年3ヶ月、14連作



ホウレンソウ



いつでもどこでも大収穫、  
耐暑・耐寒性強い！

メロン

イチゴ



バラ



スイートピー



ガーベラ

ユリ

キク

チューリップ

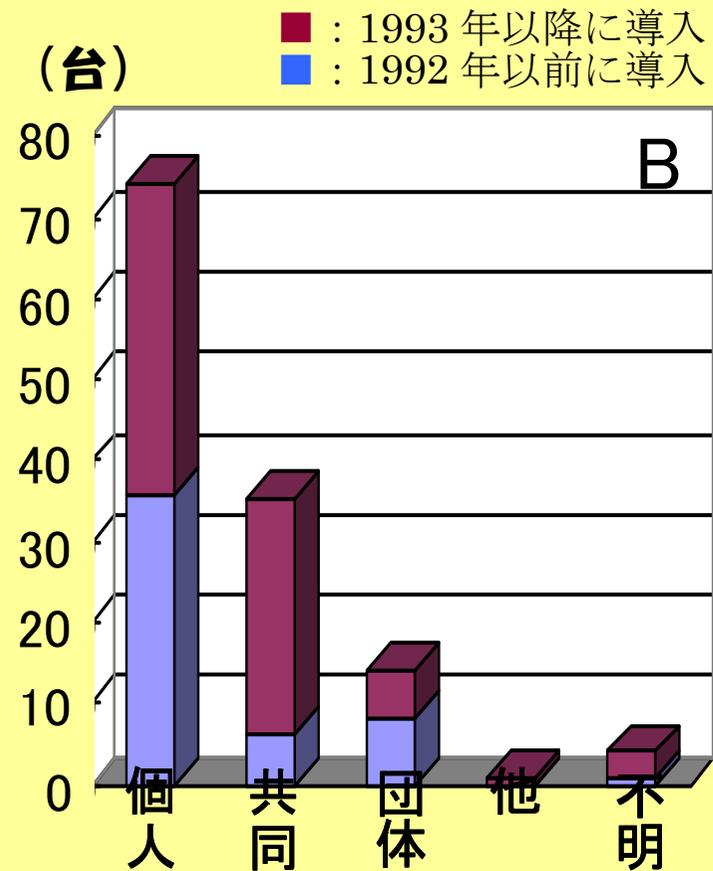
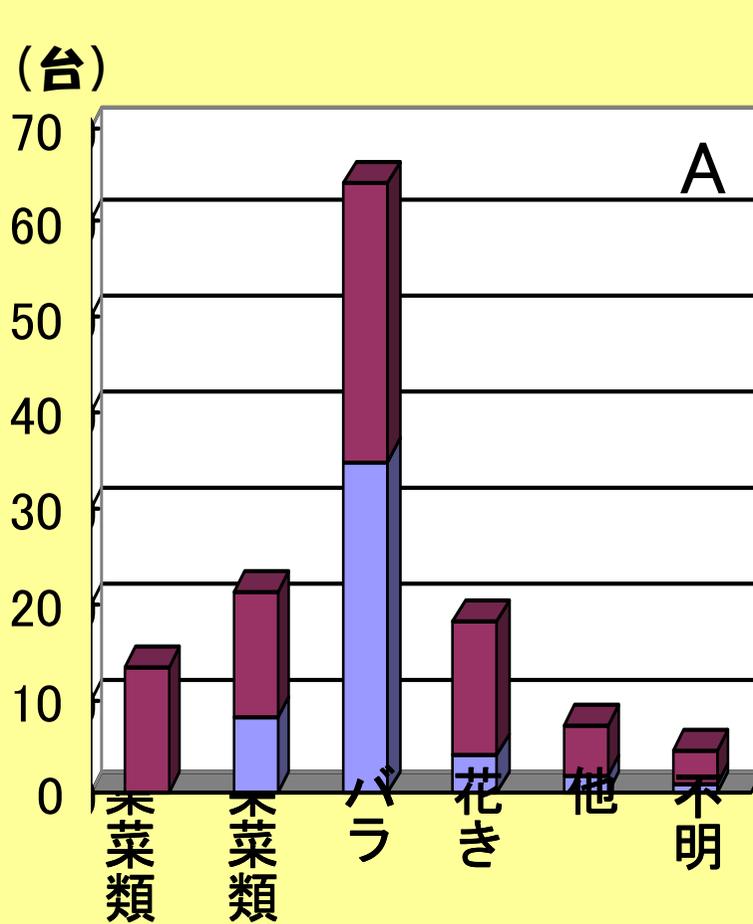
リンドウ

秦野の石井さん  
慣行技術で20年

茅ヶ崎の金子さん  
30%増収

ロックウール栽培で  
システム全体の消毒可

熱水処理は急速に普及している。

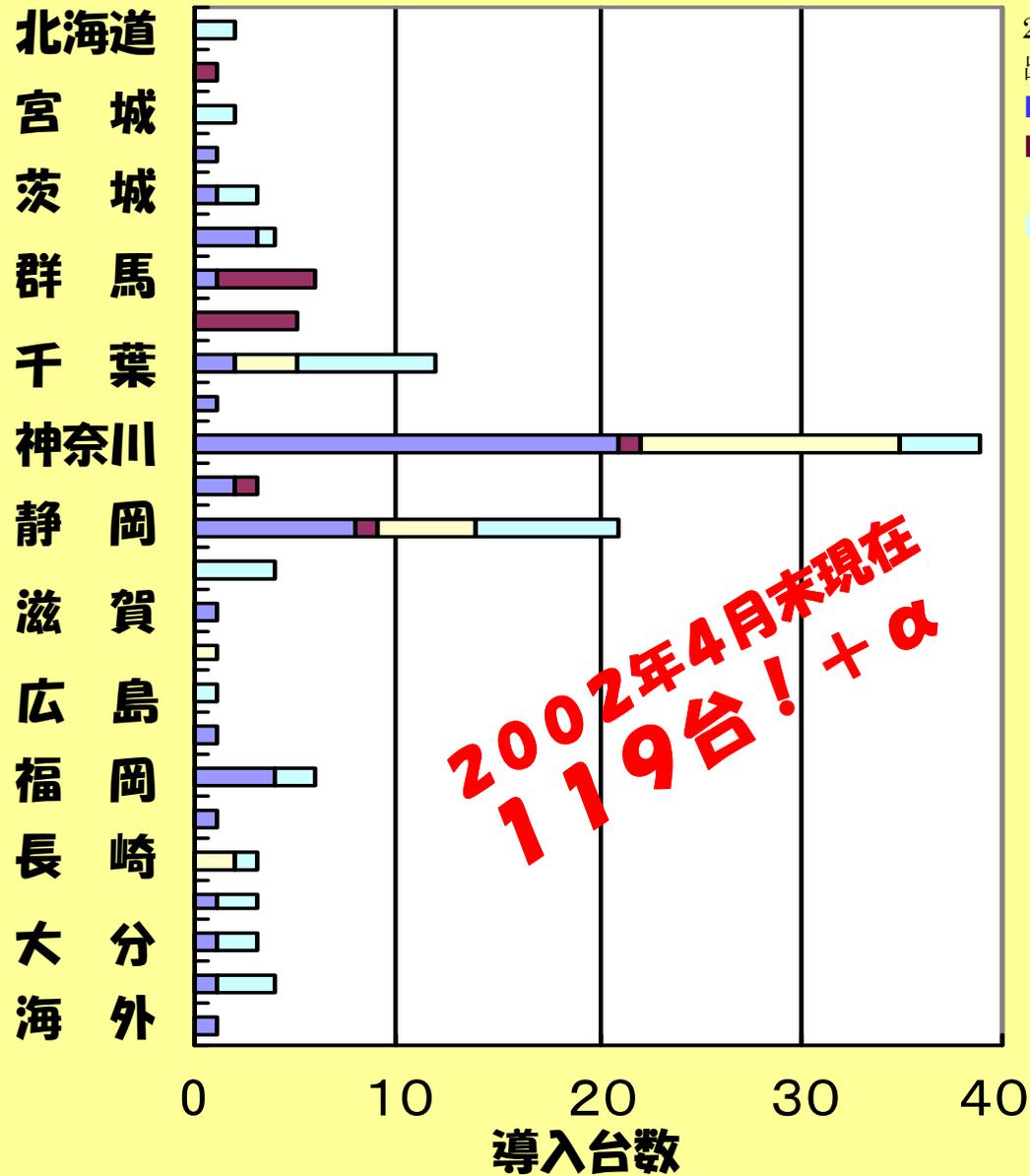


## 作物別(A)、主体別(B)の熱水土壤消毒機導入状況

2002年4月末現在

出典：日本施設園芸協会の調査データ

# < 都道府県別普及状況 >



抵抗性品種  
対抗作物  
拮抗微生物

生物的防除

天敵  
弱毒ウイルス

総合防除

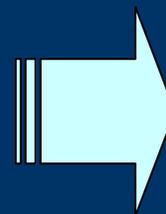
組合せ

化学的防除

クロルピクリン  
ダゾメット  
カーバムNa塩  
ホスチアゼート

物理的防除

太陽熱、土壤還元  
蒸気  
熱水



継続

総合防除の方向性

## [謝 辞]

- 野茶研  
西 和文 室長
- 中央農研  
中保一浩 博士
- 北海道中央農研  
新村昭憲 博士
- 岐阜中山間農技研  
柳瀬関三 部長
- 神奈川肥料（株）  
窪田耕一 社長
- （株）丸文製作所
- ネポン（株）
- 明伸興産（株）
- （社）日本施設園芸協会