

特集：不可欠用途臭化メチル剤から脱却した土壤伝染病害対策

住宅地に混在するショウガ栽培施設における 臭化メチル代替技術

和歌山県農林水産総合技術センター農業試験場 ^お大 ^な谷 ^よ洋 ^こ子

はじめに

本県のショウガ栽培は、県北部に位置する紀ノ川河口の砂地地帯で行われている。促成栽培、半促成栽培および露地栽培の作型を組み合わせ、5～10月にかけて主に「新ショウガ」を出荷しており（図-1）、京阪神地域を中心に高値で取引されている。いずれの作型も11月から3月の低温期に臭化メチル土壤消毒による根茎腐敗病・雑草防除を行うため、代替の土壤消毒剤では防除効果が安定しない。また、ショウガ収穫後すぐにホウレンソウ等の軟弱野菜を栽培する輪作体系が主流のため、夏季には土壤消毒剤の処理に必要な日数を確保できない。

新規土壤消毒剤ヨウ化メチル（2008年8月現在未登録）についても、ホウレンソウでの登録がないため、冬季に使用せざるを得ない。さらに、この地域では栽培施設と住宅が隣接しており（図-2）、刺激臭のあるクロロピクリン等の薬剤は使いにくい。以上のような理由から、代替土壤消毒剤の導入は進んでいないのが現状である。

物理的防除技術についても、蒸気消毒や熱水消毒用の大型機器は個人での所有が難しい上に、近年の燃料費の高騰の影響もあり、導入されていない。また、蒸気消毒や熱水消毒は砂地での効果が劣るといわれている。太陽熱消毒は処理日数が十分に確保できないことや、施設を閉め切るとかん水用の塩ビパイプが歪んでしまうといった理由から行われていない。

しかし、2013年には土壤用不可欠用途の臭化メチルが完全撤廃されることから、既存の防除技術だけでなく、新たな技術を組み合わせた総合的な防除マニュアルの開発が望まれる。本県ではこれまで、臭化メチルの全廃に備え、代替技術の開発・検討に取り組んできた。ここではその成果と今後残された課題について紹介したい。

I 施設栽培におけるショウガ根茎腐敗病に対する防除試験

ショウガ根茎腐敗病は *Pythium zingiberum* によって引

Alternative Ways of Methyl Bromide in the Area Mixed Zinger Greenhouse with Houses. By Yoko OTANI

(キーワード：ショウガ, 臭化メチル, 代替技術, 根茎腐敗病)

き起こされ、汚染土壤および汚染した種子ショウガによって伝染する（高橋，1954；一谷ら，1980）。圃場内で発生すると急速に蔓延するため、甚大な被害をもたらすことがあり、ショウガ栽培において最も恐れられている病害である。そこで、臭化メチル全廃に備え、代替土壤消毒剤の防除試験を行った。

1 低温期における代替土壤消毒剤の防除効果

低温期に土壤消毒を行うことを考慮して、代替土壤消毒剤の根茎腐敗病・雑草防除試験を農業試験場内の砂土客土ガラス温室（60 m² × 2 棟）で2000年および01年に行った（表-1）。試験圃場では前年に根茎腐敗病が発生した。処理日、被覆期間、供試品種等は年次によって異なるが、試験は2区制で行い、薬剤処理後はすべて厚さ0.05 mmのポリエチレンフィルムで被覆した。被覆期間中、施設内は加温機で最低温度15℃設定で暖房し、かん水・施肥等の一般管理は慣行栽培に準じた。調査は定期的に発病シュートを計数した。また、各区の雑草を抜き取り調査した。

被覆期間中の地温は、2000年には1月15日から2月3日にかけて最低6～14℃、最高13～21℃で推移した。2001年には2月15日から3月12日にかけて最低7～12℃、最高14～21℃で推移した。いずれの年次も、無処理区では7月中に全株が枯死する甚発生条件であった。

2000年の試験では、根茎腐敗病に対する防除効果は、臭化メチル剤が最も高く、次いでクロロピクリン・D-D剤とクロロピクリン剤であった。雑草に対しては、クロロピクリン・D-D剤が臭化メチル剤と同等の防除効果を示し、次いでカーバムナトリウム塩剤が臭化メチル剤にはやや劣るものの効果を示した。

2001年の試験では、薬剤処理区ではカーバムナトリウム塩剤の1区を除き、生育後期の7月下旬以降まで発病はみられず、すべての薬剤処理区で高い防除効果を示した。雑草の防除効果は、クロロピクリン・D-D（有効成分40.52%および35.61%）の2剤とカーバムナトリウム塩剤が高く、クロロピクリン剤はやや劣った。

以上2か年の試験をまとめると、根茎腐敗病に対してクロロピクリン剤とクロロピクリン・D-D剤の防除効果が高く、雑草に対してはクロロピクリン・D-D剤、

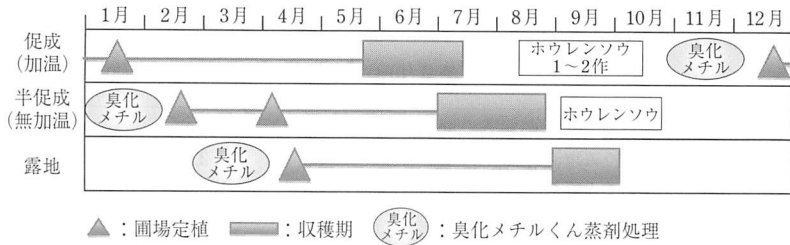


図-1 和歌山県におけるショウガ栽培体系

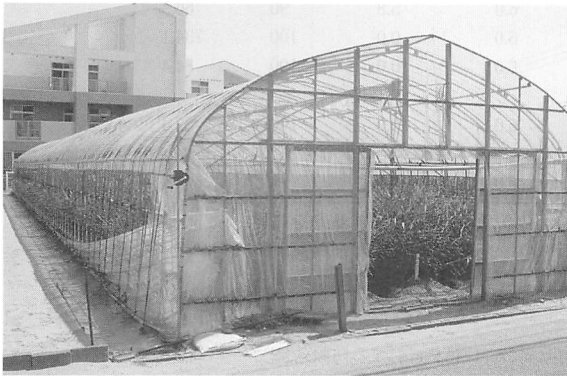


図-2 ショウガ栽培風景（和歌山市内）平成 18 年 9 月 4 日撮影

次いでカーバムナトリウム塩剤の防除効果が高かった。臭化メチルの代替剤としてクロルピクリン剤とクロルピクリン・D-D 剤が冬季処理においても有望であると考えられた。

2 ヨウ化メチル剤処理による防除効果

新しい土壤消毒剤として今後登録が見込まれるヨウ化メチル剤の根茎腐敗病に対する防除試験を農業試験場内砂土客土ガラス温室（250 m²）で乾燥罹病根茎の粉碎物および稲わらで培養したショウガ根茎腐敗病菌を土壤表面から作土 10 cm に混和接種して行った。また、除草効果についても評価した。

試験は 2 区制で行った。薬剤処理は 2006 年 5 月 9 日に行い、厚さ 0.05 mm のポリエチレンフィルムで被覆した。被覆除去後、中耕・施肥し、6 月 19 日に種子ショウガを定植した。かん水は 1 日 1 時間ハウス内に設置した塩ビパイプから頭上かん水した。追肥は適宜行った。調査は定期的に発病シュートを計数した。また、各区の雑草を抜き取り調査した。

発病の進展は試験期間中を通じて緩慢であり、最終調査時において少発生であった。ヨウ化メチル剤は対照のクロルピクリン剤に対して防除効果が高く、雑草の発生

は区によって差がみられたものの、ヨウ化メチル剤はクロルピクリン剤に比べて除草効果が高かった（表-2）。なお、薬害は認められなかった。

本試験は 5 月の高温期の処理であるが、ヨウ化メチル剤は、臭化メチル剤の代替として十分な効果があると考えられた。

II 低透過性フィルム使用時の土壤消毒剤の効果

ポリアミド系フィルム（低透過性フィルム：LPBF、厚さ 0.04 mm）を用いて、土壤消毒剤の効果を慣行被覆資材のポリエチレンフィルム（厚さ 0.05 mm）と比較した。

試験は 2000 年 12 月に農業試験場内の雨よけ砂土客土ビニルハウスで行った。クロルピクリン剤とカーバムナトリウム塩剤を供試した。底に穴を開けた円形プラスチック容器（直径 80 cm、深さ 45 cm）を施設内に埋め込み、上面まで砂土を入れて試験区とした。ショウガ根茎腐敗病菌を殺菌稲わらに接種、培養した検定試料を供試薬剤の施薬位置から一定の距離になるように埋没した（図-3）。供試薬剤を容器壁面から水平距離 20 cm、深さ 10 cm の位置に 3 および 6 ml（1 区 1 穴）かん注した後に LPBF と慣行被覆資材としてポリエチレンフィルム（厚さ 0.05 mm）でそれぞれ被覆し、密封した。

調査は、処理の 14 日間後に、被覆を除去し、検定試料を回収した。これを水洗し、長さ 2～3 mm に切断したものをストレプトマイシン 200 ppm 添加滅菌水（pH 4.0）に 30 分間以上浸漬した後に、アンピシリン 800 ppm 添加家禽飼料煎汁培地に置床し、30℃で培養して供試菌の生死を確認した。

処理期間中の地温は、2000 年 12 月 28 日～01 年 1 月 10 日にかけて 8～17℃で推移した。

根茎腐敗病菌に対して、クロルピクリン剤は被覆資材に関わらず、1 穴 3 ml の処理で施薬位置より水平方向に 35 cm、地表面からの深さ 30 cm の地点まで十分な殺菌効果を示した。カーバムナトリウム塩剤処理は、施薬位置から水平距離で 20 cm、地表面からの深さ 10 cm の

表-1 低温期における土壤消毒剤のショウガ根茎腐敗病および雑草に対する防除効果

実施年	供試薬剤	薬量/10 a	処理面積 (m ²)	発病シュート率 ^{a)}	防除価 ^{b)}	雑草数 ^{c)} (本/m ²)
2000年	ダゾメット粉粒剤	30 kg	7.5	100.0	0	90.5
	カーバマナトリウム塩液剤	60 l	7.5	52.2	48	25.2
	クロルピクリンくん蒸剤 (錠剤)	10,000 個	7.5	100.0	0	52.0
	クロルピクリンくん蒸剤	30 l	7.5	42.3	58	58.2
	クロルピクリン・D-Dくん蒸剤	30 l	5.0	37.6	62	3.1
	臭化メチルくん蒸剤	500 kg	10.0	4.5	88	4.9
	無処理	—	—	100.0	—	387.0
2001年	カーバマナトリウム塩液剤	60 l	6.0	5.8	90	66.3
	クロルピクリンくん蒸剤	30 l	6.0	0.0	100	734.1
	クロルピクリン・D-Dくん蒸剤 (40.52%)	30 l	6.0	0.0	100	84.4
	クロルピクリン・D-Dくん蒸剤 (35.61%)	30 l	6.0	0.0	100	22.4
	無処理	—	6.0	57.8	—	3,694.9

2000年は1月15日に薬剤を処理し、21日間被覆した。2001年は2月15日に薬剤を処理し、25日間被覆した。^{a)} 発病シュート数/発生シュート数、2区の平均、2000年は7月24日調査、2001年は7月14日調査。^{b)} 発病シュート率より算出。^{c)} 調査面積は各区1m²、全調査時の合計、2区の平均より算出。

表-2 ヨウ化メチル剤のショウガ根茎腐敗病および雑草に対する防除効果

共試薬剤	処理量	反復	発病シュート率 (%)		防除価 ^{a)}	雑草数 ^{b)} (本)
			7月13日	9月14日		
ヨウ化メチル液剤	20 kg/10 a	I	0	0.9	97.0	4.5
		II	0	0		
		平均	0	0.45		
クロルピクリン剤	3 ml/穴 (30 l/10 a)	I	0	4.7	82.6	65.5
		II	0	0.5		
		平均	0	2.65		
無処理		I	2.1	11.9	—	293.5
		II	0	18.5		
		平均	1.05	15.20		

クロルピクリン剤は4月28日、ヨウ化メチル剤は5月9日に処理し、両薬剤区とも5月12日に被覆を除去した。^{a)} 9月14日調査時の発病シュート率より算出した。^{b)} 7月4日に各区1m²について調査し、試験区当たりの発生本数を算出した。

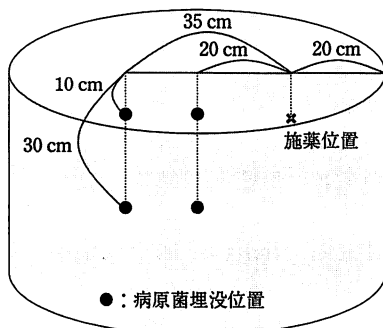


図-3 病原菌埋没試験の模式図

地点では、両資材とも十分な殺菌効果が得られた。しかし、深さ30 cmになると、ポリエチレンフィルム区で殺菌がやや不十分であった。一方、LPBF区ではポリエチレンフィルム区に比べて処理効果が向上する傾向がみられた。施薬位置より水平方向に35 cm 離れると、両資材とも地表面からの深さに関わらず、殺菌効果は不十分であった (表-3)。

LPBFは対照のポリエチレンフィルムに比べ、被覆外へのガスの透過を低く抑えるため、土壤中のガス濃度を高く維持することができる。そのため、カーバマナトリ

表-3 被覆資材の種類と土壌くん蒸剤の効果

施薬位置からの 病原菌の埋設距離		カーバムナトリウム塩液剤				クロルピクリンくん蒸剤				無処理
		6 ml/1 穴		3 ml/1 穴		6 ml/1 穴		3 ml/1 穴		
水平距離 (cm)	深さ (cm)	低透過性 フィルム	PE ^{a)} フィルム	低透過性 フィルム	PE フィルム	低透過性 フィルム	PE フィルム	低透過性 フィルム	PE フィルム	PE フィルム
20	10	0 ^{b)}	0	0	0	0	0	0	0	100
	30	6	13	0	19	0	0	0	0	100
35	10	100	100	100	100	0	0	0	0	100
	30	56	100	100	100	0	0	0	0	100

処理は1999年12月29日に行い、2000年1月10日まで被覆した。a) PE：ポリエチレン。b) 検定試料16片中の根茎腐敗病菌の分離率を示す。

ウム塩剤の効果が向上する傾向がみられたと考えられる。クロルピクリン剤は、通常30cm間隔の千鳥状に1穴当たり2～3mlを深さ15cmにかん注処理する。今回の試験では1穴当たり3mlの処理で水平方向に少なくとも35cmまで十分殺菌効果が得られていることから、通常の処理量よりも薬量を少なくできる可能性があると考えられた。

III 今後の課題

これまでの試験から、臭化メチルの代替剤としてクロルピクリン剤、クロルピクリン・D-D剤およびヨウ化メチル剤が有望であると考えられた。

しかし、クロルピクリン剤とクロルピクリン・D-D剤の2剤は刺激臭が強く、施設外への漏臭は周辺住宅への環境被害をもたらすことから、使用を控える農家が多い。低透過性フィルム(LPBF)は一般のポリエチレンフィルムよりガスの透過率が低く、漏臭防止効果が期待される。また、LPBFの使用により、土壌くん蒸剤の効果が高まる傾向がみられたことから、今後はLPBFを用いた際の漏臭防止効果と適正薬量について検討したい。

ヨウ化メチル剤は、先の2剤に比べて刺激臭は弱く、臭化メチルクん蒸剤と同様にヒューム缶を開缶することでガスを拡散させる。その取り扱いの簡便さと防除効果の高さから、臭化メチルの代替剤として、登録が待たれる。しかし、沸点が42.5℃と臭化メチルの3.6℃に比べて高いことから、ガス化に長時間を要する点が懸念されている。また、いくつかの作目では薬害の発生も報告されている。

本県でショウガに対して行った試験では、5月に薬剤を処理したため、ヨウ化メチルのガス化に問題はなかったと思われる。しかし、低温期にヨウ化メチル剤を処理した試験例はほとんどなく、冬季使用時の防除効果については明らかでない。低温期処理ではガス化しにくいこ

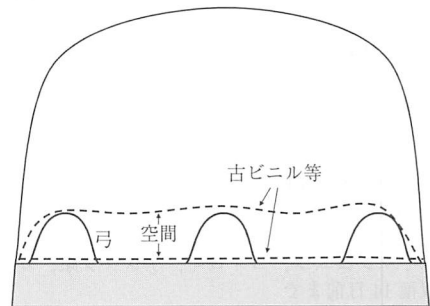


図-4 太陽熱二重被覆処理法の模式図

とから効果不足が予想される。今後は処理時に施設内を加温するなど、ヨウ化メチルのガス化促進が課題である。

ショウガ栽培ハウスでは施設内にかん水用の塩ビパイプを設置しており、夏季にハウスを閉め切ると、高温で塩ビパイプが歪んでしまう。そこで、ハウスを開放したまま、太陽熱消毒の防除効果を上げる技術として、べたがけで被覆した上に弓等で空間を設け、二重で被覆する方法が有効と考えられる(図-4)。本法はハウス閉め切り条件で、スターチスの萎凋細菌病に対して防除効果が確認されているが(増田ら, 2008)、ハウスを開放した状態では、防除効果がやや劣ると予想される。また、前述したように、促成栽培ではショウガ栽培後ハウレンソウを播種するまで1か月弱しか期間が空いておらず、太陽熱消毒に十分な期間が確保できない。そこで、太陽熱消毒による土壌中病原菌密度の低減に加えて、冬季の土壌消毒剤による防除を行い、総合的な防除体系を目指したい。

おわりに

土壌用不可欠用途臭化メチルの全廃期限が2013年と間近に迫り、生産現場においても代替技術開発への要望が高まっている。代替技術には、臭化メチル剤と同等の

防除効果はもちろんのこと、処理の簡便さも求められている。加えて経済面の評価も重要となる。過去の試験例を精査し、多面的に評価した上で、和歌山県の住宅地に混在する施設ショウガ栽培圃場に適合した臭化メチル剤代替技術の開発を進めたい。

引用文献

- 1) 高橋 実 (1954): 日植病報 18: 115 ~ 116.
- 2) 一谷多喜郎・新須利則 (1980): 同上 46: 435 ~ 441.
- 3) 増田吉彦ら (2008): 関西病虫研報 50: 119 ~ 121.

新しく登録された農薬 (20.8.1 ~ 8.31)

掲載は、**種類名**、登録番号：**商品名**（製造者又は輸入者）登録年月日、有効成分：含有量、**対象作物**：対象病害虫：使用時期等。ただし、除草剤・植物成長調整剤については、**適用作物**、**適用雑草**等を記載。（登録番号：22218 ~ 22235）下線付きは新規成分。

〔殺虫剤〕

●メタルデヒド・NAC 粒剤

22221：野菜ひろば S（富士グリーン）08/08/06

メタルデヒド：3.0%，NAC：3.0%

キャベツ：ダンゴムシ，コオロギ，ナメクジ類，カタツムリ類：収穫 14 日前まで

はくさい：ダンゴムシ，コオロギ，ナメクジ類，カタツムリ類：収穫 14 日前まで

たばこ：カタツムリ類，ネキリムシ類：移植後

●CYAP 粉剤

22222：北海三共サイアノックス粉剤（北海三共）08/08/06

CYAP：3.0%

ブロッコリー：アオムシ，アブラムシ類，コナガ，ヨトウムシ若齢幼虫：収穫 7 日前まで

かぶ：アオムシ，アブラムシ類，コナガ，ヨトウムシ若齢幼虫：収穫 21 日前まで

キャベツ：アオムシ，アブラムシ類，コナガ，ヨトウムシ若齢幼虫：収穫 14 日前まで

はくさい：アオムシ，アブラムシ類，コナガ，ヨトウムシ若齢幼虫：収穫 14 日前まで

だいこん：アオムシ，アブラムシ類，コナガ，ヨトウムシ若齢幼虫：収穫 14 日前まで

きゅうり：アブラムシ類：収穫前日まで

だいず：マメシキイガ，ウコンノメイガ：収穫 7 日前まで

●MEP 粉剤

22223：北海三共スミチオン粉剤 2DL（北海三共）08/08/06

MEP：2.0%

稲：ニカメイチュウ，ウンカ類，カメムシ類：収穫 14 日前まで

麦類：アブラムシ類：収穫 14 日前まで

水田作物，畑作物（休耕田）：ヨシ，オギ，ススキ，セイタカアワダチソウ等の多年生雑草が優占している休耕田：カメムシ類：—

●ミヤコカブリダニ剤

22232：スパイカル EX（アリストライフサイエンス）08/08/27

ミヤコカブリダニ：200 頭/10 ミリリットル

野菜類（施設栽培）：ハダニ類：発生初期

豆類（種実）（施設栽培）：ハダニ類：発生初期

いも類（施設栽培）：ハダニ類：発生初期

果樹類：ハダニ類：発生初期

花き類・観葉植物（施設栽培）：ハダニ類：発生初期

●チオジカルブ水和剤

22233：ラービフロアブル（バイエルクロップサイエンス）08/08/27

チオジカルブ：33.5%

りんご：ハマキムシ類，シンクイムシ類：収穫 14 日前まで

なし：ハマキムシ類，シンクイムシ類：収穫 7 日前まで

もも：ハマキムシ類，シンクイムシ類：収穫 7 日前まで

かき：カキノヘタムシガ，イラガ類：収穫 14 日前まで

かんぎつ：コアオハナムグリ，ケシキスイ類，ハスモンヨトウ，ナメクジ類，アザミウマ類，カタツムリ類：収穫 14 日前まで

かんしょ：イモコガ，ハスモンヨトウ，ナカジロシタバ：収穫 3 日前まで

さといも：ハスモンヨトウ：収穫 3 日前まで

だいず：ハスモンヨトウ：収穫 14 日前まで

キャベツ：アオムシ，ヨトウムシ，ハスモンヨトウ，タマナギンウワバ：収穫 7 日前まで

はくさい：アオムシ，ハスモンヨトウ，タマナギンウワバ，ヨトウムシ：収穫 7 日前まで

だいこん：アオムシ，ハスモンヨトウ，ヨトウムシ：収穫 21 日前まで

非結球あぶらな科葉菜類：アオムシ，ヨトウムシ類：収穫 35 日前まで

しょうが：ハスモンヨトウ，アワノメイガ：収穫 3 日前まで

いちご：ハスモンヨトウ：定植 30 日後まで

ねぎ：シロイチモジヨトウ：収穫 21 日前まで

レタス：ハスモンヨトウ，オオタバコガ，ナメクジ類：収穫 14 日前まで

非結球レタス：ハスモンヨトウ，オオタバコガ，ナメクジ類：収穫 21 日前まで

しそ：ハスモンヨトウ：収穫 10 日前まで

てんさい：ヨトウムシ，カメノコハムシ：収穫 30 日前まで

ふぎ：ハスモンヨトウ：収穫 21 日前まで

にんじん：ハスモンヨトウ：収穫 3 日前まで

(15 ページに続く)