

特集：不可欠用途臭化メチル剤から脱却した土壌伝染病害対策

平地の露地ショウガにおける脱臭化メチル栽培

高知県農業技術センター ^な竹 ^う内 ^し繁 ^は治

はじめに

高知県におけるショウガの生産は、栽培面積 417 ha、出荷量 10,900 t（いずれも平成 18 年度）の規模で、国内最大の産地を形成している。一部ではハウス栽培も行われているが、水田転換畑での露地栽培が多く、高知の園芸を支える重要な露地野菜となっている。本県の露地栽培ショウガは、臭化メチルへの依存度が極めて高く、臭化メチル使用制限直前の 1994 年の統計資料によると、県全体の使用量 940,500 kg のおよそ 43% にあたる 407,500 kg が露地ショウガに使用されていた。このため、全廃の決定後は他県に先駆けて代替技術の開発に着手し、関係機関が全力をあげて脱臭化メチルに向け努力してきた。しかし、残念なことに産地に受け入れられる有効な代替技術が開発されないまま 2005 年の全廃期を迎えるに至り、不可欠用途としての使用を申請する結果となった。

ショウガの不可欠用途申請に対する臭化メチル技術選択肢委員会（MBTOC）の評価は常に厳しかったが、関係各位の粘り強い努力の結果、これまで一定量の使用が認められ、産地では大きな混乱を来たことなく生産を継続することができている。しかし、地球規模での環境保全が人類共通の重要な課題となっている現代において、このまま臭化メチルを使い続けることはできないという認識は、産地にも十分浸透しており、今回改訂された不可欠用途臭化メチルの国家管理戦略に 2013 年の全廃が盛り込まれたことも、比較的冷静に受け止め、代替技術への転換に向けた取り組みがこれまで以上に活発化している。

農業技術センターでも、今回「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」に採択された「臭化メチル剤から完全に脱却した産地適合型栽培マニュアルの開発」において、本県の露地栽培ショウガにおける脱臭化メチル栽培マニュアルの開発に取り組むこととなった。本稿では、このプロジェクト研究で実施しようとする内

容を中心に、高知県の露地ショウガでの脱臭化メチル栽培について、研究開発の現状と将来への展望を述べる。

Ⅰ 露地ショウガ栽培における臭化メチルの役割

土壌くん蒸剤としての臭化メチルの特徴は、他の土壌くん蒸剤よりも効果の及ぶ範囲が広く、雑草やセンチュウに対しても有効であること、くん蒸処理が簡単で特別な処理機械を必要とせず、少ない労力でも短時間でくん蒸作業を終えられること、薬剤の値段が比較的安いことなどであり、露地ショウガ栽培で臭化メチルが多用されてきたのは、こうした特徴がショウガ栽培にうまく適合した結果であると考えられる。残念ながら、現在使用できる他の土壌くん蒸剤には、臭化メチルのもつ特徴を完全に兼ね備えたものがないため、ある特定のくん蒸剤を臭化メチルの代替として置き換えるだけでは、不十分な場合が多いと予想される。そこで、今回のプロジェクト研究では、露地ショウガ栽培でこれまで臭化メチルが担ってきた役割の一つ一つについて、代替くん蒸剤の効果を評価したうえで、力不足と判断された場合には、どのような技術で補完できるのかを検討し、体系化していく計画を立てている。

露地ショウガで臭化メチルを用いる第一の目的は、根茎腐敗病をはじめとする土壌病害の防除である。根茎腐敗病は土壌中に生息する *Pythium zingiberis* の感染によって発生する病害で、いったん発病すると圃場内で急速に蔓延するため、途中で栽培を放棄せざるを得ないような壊滅的な被害をもたらすこともある（図-1）。臭化メチルは本病に対して極めて高い防除効果を示すことから、ショウガ栽培では不可欠のくん蒸剤として使用されてきた。また、ショウガにはこのほかにも *Rhizoctonia*



図-1 根茎腐敗病によるショウガの被害

Construction of a Cultivation Manual for Ginger (*Zingiber officinale*) without Methyl Bromide in Plain Areas. By Shigeharu TAKEUCHI

(キーワード：ショウガ，臭化メチル，代替技術)

*solani*による紋枯病, *Fusarium oxysporum* あるいは *F. solani*による立枯病, *Phytophthora* sp.による疫病 *Ralstonia solanacearum*による青枯病, *Erwinia carotovora*による腐敗病などの土壌病害が発生する。これらの病害に対して, 臭化メチルがどの程度効果を及ぼしてきたのかは正確にはわかっていないが, 脱臭化メチル栽培マニュアルの組み立てに当たっては, 根茎腐敗病以外の土壌病害に対する効果も視野に入れておく必要があると考えている。

土壌病害の防除に使われてきた臭化メチルのもう一つの重要な役割として, 雑草防除があげられる。ショウガは定植してから出芽するまでに1か月程度かかるうえ, 2次茎や3次茎が発生して土壌表面の占有率高くなるまでには相当時間がかかるため, 除草対策が不十分であると栽培初期に雑草が繁茂し, ショウガの生育に重大な影響を及ぼすようになる(図-2)。臭化メチルによる土壌くん蒸は, 栽培中の除草作業をほとんど行わなくてもよいほど高い抑草効果を示すことから, ショウガ栽培になくてはならない作業とされてきた。

さらに, 臭化メチルの果たしてきた役割として忘れてはならないのが, ネコブセンチュウの防除である。これまで, ショウガではネコブセンチュウの被害が問題となることはほとんどなかった。しかし, 土壌消毒が不十分な圃場では, 根茎表面のひび割れや皸肌が発生することがあり, これがネコブセンチュウの被害であることがわかっている(図-3)。臭化メチルはネコブセンチュウに対しても高い防除効果を示すことから, これまでは臭化メチルの使用によって副次的に被害が回避されてきた可能性が高い。代替技術を考えるうえで, ネコブセンチュウ防除を軽視すると, 将来大きな被害を招く可能性も否定できない。



図-2 代替くん蒸剤を使用したショウガ圃場における雑草の発生例

II 脱臭化メチル栽培マニュアルを構築する上で解決すべき課題

1 根茎腐敗病対策

根茎腐敗病に対するクロルピクリン, ダズメットなど主要なくん蒸剤の防除効果については, すでにいくつかの試験を実施し, いずれにも根茎腐敗病に対する防除効果は認められるが, 圃場が強汚染状態では臭化メチルとの間に効果の差が認められることがわかっている(表-1)。また, 代替くん蒸剤はいずれも臭化メチルと比べると処理方法が煩雑で, 専用の処理機を必要とする場合もある。

そこで, より普及しやすい簡便な処理法としてクロルピクリン錠剤の土壌混和処理や地表面処理, カーバムナトリウム塩液剤の散布混和処理などについても防除効果を検討し, これらの簡便処理方法でも極端な防除効果の低下を招くことはないことを確認している(表-2)。さらに, 土壌くん蒸に生育中の殺菌剤処理を組み合わせることで, 防除効果が安定することも明らかにしている(表-3)。これらの結果に基づき, 今回のプロジェクト研究では, 植え付け前の土壌くん蒸と生育中の殺菌剤処理を組み合わせ, 強汚染状態でも臭化メチルに匹敵する防除効果が得られることを目標に防除体系を組み立てていく予定にしている。

生育中に処理する殺菌剤として, 既登録のメタラキシルやプロパモカルブに加え, 新たにシアゾファミドが使用できるようになったほか, 現在開発中の薬剤も存在することから, 薬剤の組み合わせとして様々なバリエーションが考えられるようになってきた。しかし, いずれの殺菌剤についても予防的な処理で高い防除効果が得られることはわかっているものの, 実際にどの時期に処理をすると確実に効果が得られるのかは, あまりわかっていない。根茎腐敗病の初発時期は年によって多少異なるため(表-4), 時期を指定して薬剤処理を行うやり方では, 年によってタイミングが遅れてしまう恐れもある。

今回のプロジェクトでは, このような点を明らかにす

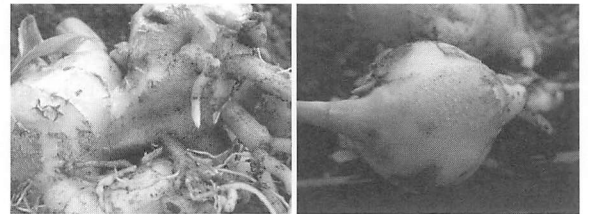


図-3 ネコブセンチュウによる根茎の被害

表-1 数種土壌くん蒸剤のショウガ根茎腐敗病に対する防除効果^{a)}

供試薬剤	処理量/10 a	処理法	発病株率 (%)				防除価 ^{b)}			
			1995年	1996年	1997年	2006年	1995年	1996年	1997年	2006年
クロルピクリン錠剤	10,000錠	埋め込み	1.3	26.0	0.7		94.1	46.8	98.4	
クロルピクリン液剤	30 l	点注	4.8			67.6	78.2			32.4
ダゾメット粉粒剤	30 kg	土壌混和	3.4	7.4	17.0		84.5	84.9	62.2	
カーバムナトリウム塩液剤	60 l	点注	4.7	4.7	4.7		78.6	90.4	89.6	
臭化メチル	30 kg	被覆後開缶	1.4	9.3	16.7	6.0	93.6	81.0	62.9	94.0
無処理			22.0	48.9	45.0	100				

^{a)} 1995年は8月24日, 1996年は7月31日, 1997年は8月22日, 2006年は9月14日の調査結果. 空欄は試験を実施していない.

^{b)} 防除価 = (1 - 処理区の発病株率 / 無処理区の発病株率) × 100.

表-2 クロルピクリン錠剤およびカーバムナトリウム塩液剤の処理法とショウガ根茎腐敗病に対する防除効果^{a)}

供試薬剤	処理量/10 a	処理法	発病株率 (%)				防除価 ^{b)}			
			1995年	1996年	1997年	1998年	1995年	1996年	1997年	1998年
クロルピクリン錠剤	10,000錠	埋め込み	1.3	26.0	0.7		94.1	46.8	98.4	
		土壌混和	4.8	10.9	11.3		78.2	77.7	74.9	
		地表面処理			2.0	45.3			95.6	48.9
カーバムナトリウム塩液剤	60 l	点注			4.7				89.6	
		散布混和			0.7	36.7			98.4	58.6
臭化メチル	30 kg	被覆後開缶	1.4	9.3	16.7	24.8	93.6	81.0	62.9	72.0
無処理			22.0	48.9	45.0	88.6				

^{a)} 1995年は8月24日, 1996年は7月31日, 1997年は8月22日, 1998年は7月24日の調査結果. 空欄は試験を実施していない.

^{b)} 表1脚注参照.

表-3 土壌くん蒸剤処理とメタラキシル粒剤処理のショウガ根茎腐敗病に対する防除効果^{a)}

供試薬剤	処理量/10 a	処理法	メタラキシル処理 (20 kg/10 a)	発病株率 (%)			防除価 ^{b)}
				6月26日	7月25日	8月22日	
クロルピクリン錠剤	10,000錠	土壌混和	-	0.7	1.3	11.3	74.9
			+	0	0	0	100
ダゾメット粉粒剤	30 kg	土壌混和	-	0.7	7.4	17.0	62.2
			+	0	0	0.7	98.4
臭化メチル	30 kg	被覆後開缶	-	0	3.9	16.7	62.9
無処理			-	0.7	29.1	45.0	

^{a)} くん蒸剤処理は1997年2月27日, メタラキシル粒剤処理は6月12日と7月2日に行った. ^{b)} 防除価は8月22日の発病株率をもとに表1脚注に示した式によって算出した.

るため, 殺菌剤の使用時期と効果についてより詳細に検討し, できるだけ低コストで効果の高い体系を組み立てていきたいと考えている. 一方, 現在登録にむけて作業が進められているヨウ化メチル剤については, 根茎腐敗病に対する防除効果は確認されているものの, 安定した効果を得るための注意点など, 圃場に適用する前に明ら

かにしておかなければならない点はまだ多く残されている. 今回の研究プロジェクトではヨウ化メチルの使用方法に関する試験にも重点を置く予定である.

2 雑草対策

主要代替くん蒸剤の抑草効果についても, 既にいくつかの試験を実施し, いずれもショウガの出芽期ごろまで

は、臭化メチルとはほぼ同等の効果を示すことがわかってきている(表-5)。しかし、実際には雑草の発生は8月ごろまで旺盛に続き、この時期までの抑草効果についてみると、いずれの代替剤も不十分といわざるを得ない。このため、代替くん蒸剤を用いた場合には、生育中に処理できる除草剤が必要となる場合が多いと予想される。

ところが、現在の登録状況では、ショウガの生育中に使用できる除草剤が極めて少なく、ショウガの出芽後に発生した雑草を除草剤によって防除することがほとんどできない。これまで臭化メチルを使用しながらショウガを連作してきた圃場では、代替剤に転換した直後から大

量の雑草に悩まされる可能性は低いと予想されるが、初作地など雑草が発生しやすい条件の圃場では大きな問題となる。これまでの試験において、くん蒸剤の種類や処理法によって抑草効果に若干の違いが認められていることから、この点に注目して少しでも抑草効果の高くくん蒸剤や処理方法を探索したいと考えている。しかし、雑草対策はこの研究プロジェクトの中でも最も難しい課題といえる。

3 ネコブセンチュウ対策

前述のように、ショウガではこれまでネコブセンチュウの被害が問題となることはほとんどなかった。しかし、臭化メチル以外の土壌くん蒸剤は、ネコブセンチュウに対する防除効果が必ずしも高くないことが明らかになっており(図-4, 5)、代替剤への転換後に徐々に被害が増える恐れもある。この点を考慮し、今回のプロジェクト研究では当初からネコブセンチュウの被害回避に重点をおいたマニュアルを検討していく予定である。

以上のように、根茎腐敗病などの土壌病害、雑草、ネコブセンチュウに対する効果を総合的に評価すると同時に、経済性、作業性なども検討し、現地実証を繰り返しながら最終的なマニュアルを作り上げていく予定である。

お わ り に

臭化メチルは安くて使いやすい万能薬として重宝がられてきた。どこでも誰でも防除対象が何であっても、臭化メチルさえ処理しておけば、安心してショウガを栽培することができた。しかし、現在利用できる代替くん蒸

表-4 高知県農業技術センター内試験圃場におけるショウガ根茎腐敗病初発確認時期

年	初発確認日
1995	8月3日
1996	6月26日
1997	6月26日
1998	5月27日
1999	6月16日
2000	6月7日
2001	6月8日
2002	6月6日
2003	6月9日
2004	6月28日
2005	6月1日
2006	7月10日
2007	6月18日
2008	6月6日

表-5 数種土壌くん蒸剤のショウガ栽培圃場における抑草効果

供試薬剤	処理量/10 a	処理法	雑草発生程度 ^{a)}			
			1997年		2000年	
			4月7日	5月12日	4月7日	5月22日
クロルピクリン錠剤	10,000錠	土壌混和	1.0	0.7		
		地表面処理	0	1.0	0	1.3
		埋め込み	1.3	1.3		
カーバムナトリウム塩液剤	60 l	点注	3.0	2.7		
		散布混和	0.3	0.7	0	1.0
ダズメット粉粒剤	30 kg	土壌混和	1.0	1.3	0	1.3
臭化メチル	30 kg	被覆内開缶	1.7	1.7	0	0.7
無処理			3.3	3.3	2.7	3.0

^{a)} 各区の雑草発生程度を以下の5段階の指数に従って評価し、同一処理を行った3ブロックの平均値を示した。(指数) 1997年 0:発生なし, 1:畦の周縁にまばらに発生, 2:畦の周縁に密に発生, 3:畦全面にまばらに発生, 4:畦全面に密に発生. 2000年 0:発生なし, 1:1~10本発生, 2:10~50本発生, 3:50~100本発生, 4:100本以上発生.

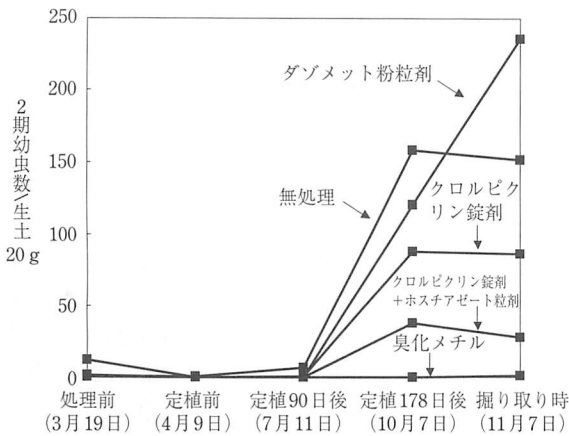


図-4 臭化メチル代替くん蒸剤のネコブセンチュウに対する防除効果（土壤中の2期幼虫数の比較）

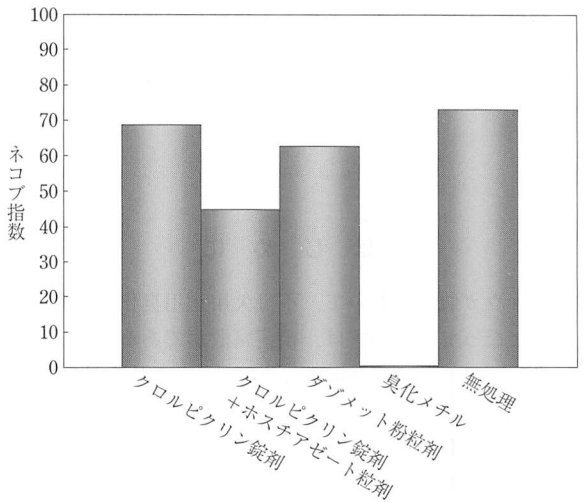


図-5 臭化メチル代替くん蒸剤のネコブセンチュウに対する防除効果（ネコブ発生程度の比較）

剤を臭化メチルと全く同じように使うことはほとんど不可能である。それぞれの薬剤には個性があり、異なる長所と短所をもち合わせている。そうした特徴をよく知り、長所をうまく生かせると同時に短所を補いやすいような場面を選んで適用することが、無駄のない防除につながると思われる。

万能薬を使えなくなった後は、誰もが一律に同じ防除を行うのではなく、圃場の環境、土壌病虫害や雑草の

発生履歴、経営規模など、様々な条件に応じて少しずつ異なる対策を講じる必要があるかもしれない。それに対応できる柔軟な脱臭化メチルマニュアルを作り上げるためには、常に生産者や指導関係者との連携を密にしながら、産地のニーズや実態を正しく把握することがなにより大切だと考えている。

(新しく登録された農薬 10 ページからの続き)

- セルリー：ハスモンヨトウ：収穫 30 日前まで
- かんしょ（茎葉）：イモコガ、ハスモンヨトウ、ナカジロシタバ：収穫 14 日前まで
- 茶：チャノホソガ、チャノコカクモンハマキ、チャハマキ、ヨモギエダシヤク：摘採 14 日前まで
- りんどう：リンドウホソハマキ：発生初期
- きく：オオタバコガ：発生初期
- 花き類・観葉植物：ヨトウムシ類：発生初期

「殺虫殺菌剤」

- フィプロニル・オリサストロピン・プロベナゾール粒剤
22218：Dr. オリゼプリンスエース粒剤（明治製菓）08/08/06
- 22219：ホクコー Dr. オリゼプリンスエース粒剤（北興化学工業）08/08/06
- 22220：BASF Dr. オリゼプリンスエース粒剤（BASF アグロ）08/08/06
- フィプロニル：0.60%，オリサストロピン：2.0%，プロベナゾール：20.0%
- 稲（箱育苗）：いもち病、イネミズゾウムシ、イネドロオイムシ：緑化期～移植 4 日前まで

「殺菌剤」

- アミスルプロム水和剤
22228：ベスグリーン DF（日産緑化）08/08/27
アミスルプロム：50.0%
- 西洋芝（ベントグラス）：赤焼病：発病初期
- 日本芝：ピシウム病：発病初期
- 西洋芝（ベントグラス）：ピシウム病：発病初期
- ホセチル水和剤
22229：グリーンビセット DF（バイエルクロップサイエンス）08/08/27
- 22230：日曹グリーンビセット DF（日本曹達）08/08/27
ホセチル：79.5%
- 芝（ベントグラス）：赤焼病，ピシウム病：発病初期

「除草剤」

- ピラクロニル水和剤
22224：兆フロアブル（日本グリーン&ガーデン）08/08/06
ピラクロニル：3.6%
- 移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ヘラオモダカ（北海道，東北）

(22 ページに続く)