特集：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

高知県の露地ショウガ産地のための脱臭化メチル栽培マニュアルの開発

高知県農業技術センター　森田泰彰（もりた やすあき）

はじめに

高知県におけるショウガの栽培は，栽培面積458 ha，生産量21,000 t（平成23年度）で，国内最大の産地となっている。主に中国産の輸入増加のため，栽培面積は20年前からほぼ半減しているものの，最近では国内産ショウガの需要の高まりによりやや増加傾向に転じている。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である。

露地ショウガは根茎腐敗病や雑草等の被害が大きいことから，高知県ではこれらの防除のために以前から臭化メチルが使用されてきた。そのため，2005年の臭化メチル全廃が決定されてから，臭化メチル代替技術の開発に積極的に取り組んできたものの，2005年までには産地に受け入れられる有効な代替技術の開発には至らず，不可欠用途としての使用を申請してきた。その後，2013年の不可欠用途臭化メチル全廃が決定されたことから，臭化メチルから完全に脱却した代替技術の開発が必要となり，2008年に採択された農林水産省委託研究「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業．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，脱臭化メチル栽培マニュアルの開発に取り組んできた（竹内，2008）。その結果，不可欠用途臭化メチルの全廃を前に，代替防除技術を用いて露地ショウガを安定的に栽培できる技術を開発することができたと考えている。今回，高知県で露地ショウガを対象に開発した脱臭化メチル栽培マニュアルについて，その概要を紹介する。

I　防除対象と防除のための主な作業

不可欠用途臭化メチルは根茎腐敗病を対象に申請・使用されてきたが，本剤は効果の及ぶ範囲が広く，根茎腐敗病のほかにも雑草やネコブセンチュウの被害も抑制可能であった。そのため，代替技術の開発においては，根茎腐敗病だけでなく，雑草とネコブセンチュウも同時に防除可能であることが必要である。

代替技術の基本は臭化メチルに代わる代替くん蒸剤の利用であるが，代替くん蒸剤は防除効果や効果の及ぶ範囲の点で臭化メチルに及ばないものが多いことから，代替くん蒸剤の使用と生育期の防除を組み合わせた体系防除を行う必要がある。また，防除効果を高めるためには，健全な種根茎を利用するとともに，圃場での病害虫・雑草の発生状況を的確に把握しておくことが必要である。これらのことから，防除のための主な作業は，①代替くん蒸剤による土壌消毒，②植え付け時の観察，③生育期の防除，④収穫時の観察，となる（図-1）。

II　土壌消毒

主な代替くん蒸剤としては，ダゾメット粉粒剤，クロルピクリンくん蒸剤（99.5%液剤および70%錠剤），ヨウ化メチルくん蒸剤，クロルピクリン・D-Dくん蒸剤（40・52%）等がある。これらの薬剤は，根茎腐敗病，雑草，ネコブセンチュウに対してそれぞれ効果が異なるため（図-2，表-1），前作の発生状況に応じて適切な薬剤を選択する必要がある。ただし，防除効果が高い薬剤は価格が高い傾向があるため，前作での被害がほとんどない場合は，経費が小さいものを選択することが望ましい。各薬剤の効果や経費について，これまでに行った試験結果から表-2に取りまとめたので，本表を参考にして使用する薬剤を選択する。

なお，クロルピクリンくん蒸剤の99.5%液剤と70%錠剤の防除効果はほぼ同程度であるが，両剤は処理方法

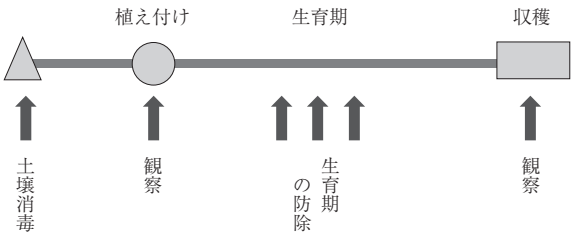

図-1　露地ショウガにおける防除のための主な作業

Construction of a Cultivation Manual for Ginger in Open Fields without Methyl Bromide in Kochi Prefecture.　By Yasuaki Moritta

（キーワード：脱臭化メチル，露地ショウガ，根茎腐敗病，ネコブセンチュウ，雑草）

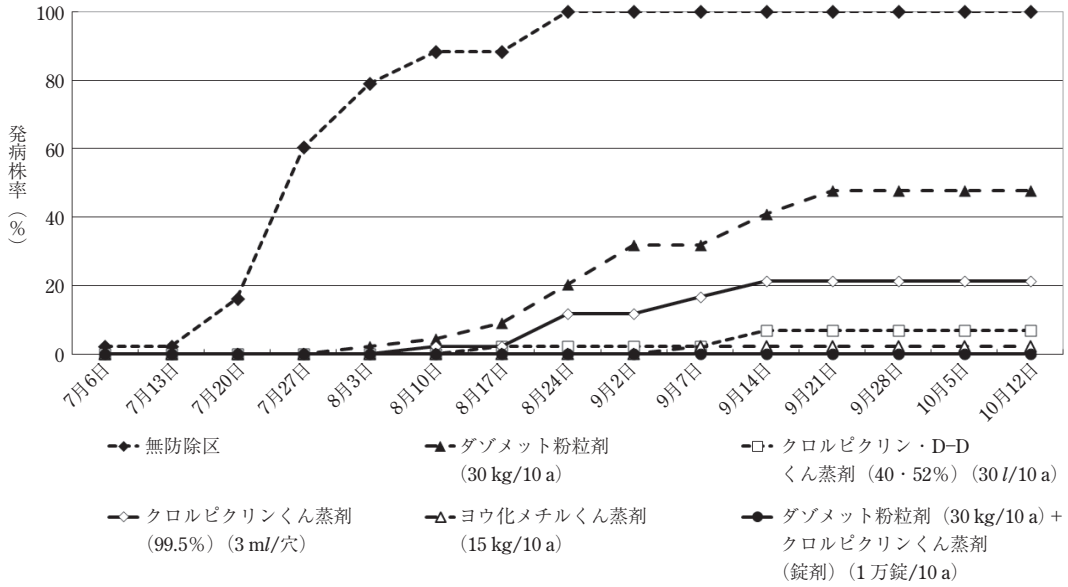

図-2　代替くん蒸剤によるショウガ根茎腐敗病の防除効果（2010）
無防除区を除いて生育期間中の薬剤防除を併せて実施している．

表-1　くん蒸剤別雑草発生指数（地上部乾物重比較）

土壌くん蒸剤	ショウガ萌芽時						ショウガ萌芽1か月後					
	イネ科	カヤツリグサ科	アブラナ科	キク科	その他広葉	計	イネ科	カヤツリグサ科	アブラナ科	キク科	その他広葉	計
ヨウ化メチルくん蒸剤	◎	×	◎	◎	◎	◎	◎	×	◎	△	◎	◎
クロルピクリン・D–D くん蒸剤（40・52%）	◎	×	●	◎	◎	◎	□	×	●	△	◎	□
ダゾメット粉粒剤	◎	×	○	○	○	○	×	×	×	×	△	×
クロルピクリンくん蒸剤（99.5%）	◎	×	◎	●	◎	◎	×	×	◎	●	○	×

注1）記号：各試験区乾物重の無処理区乾物重に対する割合．●0%，◎10%未満，○10%以上20%未満，□20%以上40%未満，△40%以上60%未満，×60%以上．
2）乾物重：地上部を80℃で72時間乾燥させた重量．
3）2009～11年の所内試験結果による（クロルピクリン・D–Dくん蒸剤（40・52%）は2010～11年）．

や価格が大きく異なる。そのため，使用場面に応じて適切な剤型を選択し，単独で使用する場合は経費の小さい99.5%液剤を，他剤と併用する場合は処理が簡便な70%錠剤を利用するとよい。

ヨウ化メチルくん蒸剤は病害虫・雑草に対する防除効果が高く，処理も比較的簡便であるが，本県で行った試験の結果，本剤を処理してショウガを栽培した圃場で，翌年以降水稲を栽培するとイネにヨウ素過剰吸収害の発生が認められている。本障害は生育初期の症状が激しく，葉の褐変と株の生育抑制が認められ（口絵①），また，2年以上経過した圃場でも発生を認めている。収量への影響は調査できていないものの，水稲を栽培する予定のある圃場では，本剤の使用は避けるべきと考えられる。

III　植え付け時の観察

植え付け時に注意すべき点は，病害に感染した種根茎を使用しないことである（図-3）。いくら効果の高い土壌消毒を行っても，根茎腐敗病に感染した種根茎を植え付けてしまうと，早期に発病して周囲に広がり，壊滅的な被害につながることもある。種根茎の調整時などに表

表-2 土壌くん蒸剤の効果と参考経費

薬剤名	使用量	前年度の病害虫・雑草の発生量			参考経費
		根茎腐敗病	雑草	ネコブセンチュウ	
ダゾメット粉粒剤	30 kg/10 a	無～少	少	少	低
クロルピクリン・D–D くん蒸剤（40・52%）	30 *l*/10 a（3 m*l*/1 穴）	少～中	中～多	中～多	↕
クロルピクリンくん蒸剤（99.5%）	3 m*l*/1 穴	少	少	少	
ダゾメット粉粒剤	60 kg/10 a	無～少	少	少	
ダゾメット粉粒剤＋クロルピクリンくん蒸剤（錠剤）	30 kg/10 a＋1万錠/10 a	中～多	中	少	
ヨウ化メチルくん蒸剤	15 kg/10 a	中～多	中～多	中～多	高

表-3 生育期に使用可能な殺菌剤の効果と参考経費

薬剤名	希釈倍数 使用量	使用回数	使用時期	防除効果		参考経費
				予防	治療	
アゾキシストロビン・メタラキシル M 粒剤	18 kg/10 a	3 回以内	収穫 30 日前まで	◎	○	低 ↕
シアゾファミド水和剤	1,000 倍 3 *l*/m^2	3 回以内	収穫 30 日前まで	◎	△	
	500 倍 3 *l*/m^2			◎	◎	
プロパモカルブ塩酸塩液剤	400 倍 3 *l*/m^2	5 回以内	収穫 30 日前まで	○	△	高

注）予防効果は病原菌接種 4 ～ 7 日前に薬剤処理をした場合，治療効果は病原菌接種 1 ～ 2 日後に薬剤を処理した場合の防除効果から判定した．
◎：効果がとても高い，○：効果が高い，△：効果が認められる．

図-3 根茎腐敗病に感染したショウガ根茎

面や断面をよく観察し，異常のあるものは使用しないようにする。青枯病や疫病等他の病害防除においても重要なポイントとなるので，注意して観察・選別する。

なお，雑草の発生が多い圃場では，植え付け直後に除草剤（トリフルラリン乳剤または粒剤）を処理する。「観察」とは異なるが，この時期の重要な作業の一つとして紹介しておく。

Ⅳ　生育期の防除

1　根茎腐敗病の防除対策

生育期に使用できる根茎腐敗病の防除薬剤として，現在 3 薬剤が農薬登録されている。各薬剤の防除効果を，これまでに行った試験結果から表-3 に取りまとめた。この表からもわかる通り，これらの薬剤は予防的な効果のほうが高い。そのため，根茎腐敗病の初発（高知県では通常 6 月下旬から発病し始める）前に予防的に 1 回，薬剤処理を行う。

その後は，前作の発病程度に応じて処理を行う（図-4）。すなわち，前作での発病が無～少発生の場合は，基本的には追加処理は行わないが，発病が認められた場合はすぐに発病株を周辺の株といっしょに抜き取り，薬剤処理を行う。また，大雨による浸冠水により病原菌が侵入する危険性がある場合にも薬剤処理を行う。一方，前

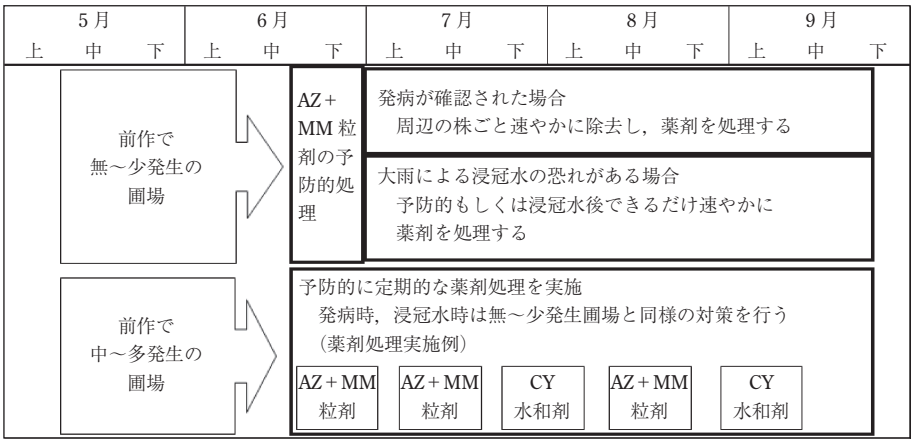

図-4　生育期間中の根茎腐敗病防除対策
AZ＋MM粒剤：アゾキシストロビン・メタラキシルM粒剤.
CY水和剤：シアゾファミド水和剤.

作での発病が中～多発生の場合は，20日間隔を基本にスケジュール的な処理を行う。ただし，発病が認められた場合には無～少発生の場合と同様に抜き取りと薬剤処理を行い，その時点からスケジュール処理を継続する。

なお，シアゾファミド水和剤は，部分的に灌注するよりも圃場全体に灌注したほうが効果が高い傾向が見られる。薬剤の灌注処理は大変な労力を要するため圃場全体への処理は簡単ではないが，灌水チューブなどを用いて希釈した液を散水すると比較的楽に処理することができる。

2　雑草の防除対策

生育期間中の除草の基本は発生が少ないうちに手で抜き取ることであるが，雑草の発生が多い場合は，除草剤を用いて除草する。ただし，雑草の草種や発生場所によって対応が異なるので，注意が必要である。

まず，植え付け後に畦上に雑草が生えた場合，草種がイネ科雑草（スズメノカタビラを除く）の場合はセトキシジム乳剤による除草が可能である。ただし，3～5葉期の発生初期でないと効果が劣る。イネ科雑草以外が畦上に生えた場合は，手取り除草を行うこととなる。

次に，畦間に雑草が生えた場合は，グルホシネート液剤の畦間処理が可能である。処理時には，畦間以外に飛散しないように注意して散布する。

これらの除草剤の処理に併せて，代替土壌くん蒸剤処理，ショウガ植え付け直後の除草剤処理，生育期間中の稲ワラ等によるマルチや土寄せ等を行うことで，雑草の発生を抑制し，ショウガ生育への悪影響を防止することができる。

V　収穫時の観察

収穫時には，掘りあげた根茎をよく観察して病害虫の発生の有無，程度を確認する。これにより，次作での発生を予測し，それに応じた代替くん蒸剤の選択や，生育期の防除体系を決定する。

特に，ネコブセンチュウの被害は生育期間中にはほとんど判別できないため，収穫時の観察が重要となる。根に寄生するとネコブを生じるが，根茎に寄生すると表面がサメ肌状になったり，細かい割れから大きな割れを生じる（口絵②，③，④，⑤）ので，これらの症状を目安に寄生状況を判定する。なお，寄生の激しい圃場では，翌年使用する土壌くん蒸剤として，ネコブセンチュウに効果の高いヨウ化メチルくん蒸剤やD–Dを含むくん蒸剤を選択すると，高い防除効果が期待できる。一方，寄生密度が低い場合は，どの土壌くん蒸剤を用いても十分な防除効果が期待できる。露地ショウガでは施設ショウガほど栽培期間中のネコブセンチュウの増殖が激しくないため，適切な土壌くん蒸剤を使用すれば十分な防除効果が期待でき，生育期間中の防除は必要ない。

VI　その他の防除作業

主な防除作業としては挙げなかったが，特に根茎腐敗病の防除には，栽培終了後から次作までの間の防除対策も重要である。次に示す残さの除去と圃場の排水対策を徹底することで，代替薬剤の効果を上げることができる。

根茎腐敗病の病原菌は，主にショウガの残さとともに土壌中に残って伝染源となる。そのため，収穫後の圃場に残さをできるだけ残さないようにするとともに，灌

表-4 体系防除によるショウガの収量[a)]

根茎腐敗病発病程度	ヨウ化メチルくん蒸剤	ダゾメット粉粒剤＋クロルピクリンくん蒸剤（錠剤）	クロルピクリン・D-Dくん蒸剤（40・52%）	ダゾメット粉粒剤[b)]	クロルピクリンくん蒸剤（99.5%）	土壌くん蒸剤無処理
中発生圃場[c)]	4,581	4,580	4,483	3,757	NT	1,663
甚発生圃場[d)]	2,462	3,096	2,454	805	1,625	0

a) 単位はkg/10 a．各土壌くん蒸剤と生育期間中の定期的な薬剤処理を併用した体系防除での調査結果．
b) 中発生圃場（2011）の処理量は60 kg/10 a，甚発生圃場（2010）の処理量は30 kg/10 aとした．
c) 2011年に，所内の前年度中発生圃場で試験した．収穫時の無処理区における地上部の発病株率は18%であった．
d) 2010年に，所内の前年度甚発生圃場で試験した．収穫時の無処理区における地上部の発病株率は100%であった．

水・耕耘等によって腐熟促進を図る。

また，根茎腐敗病の病原菌は水によって媒介されるため，圃場が浸冠水すると発病の危険が高くなる。そのため，圃場が浸水しないよう，圃場周辺を含めて水路の整備をする。また，圃場内は，水が速やかに排水されるよう通路の勾配に注意し，高畦栽培とする。

おわりに

今回，代替くん蒸剤と生育期間中の防除を組み合わせた体系防除による露地ショウガの脱臭化メチル栽培マニュアルを開発した。本マニュアルを利用することで，根茎腐敗病が多発し収穫皆無となるような圃場でも防除価80以上の高い防除効果が認められており，収量も無発病の場合の7割近く得られるものと考えている（表-4）。しかし，根茎腐敗病の多発圃場では，効果の高い土壌くん蒸剤の使用や生育期間中の防除回数が多くなることから防除に要する経費が非常に高くなるため，結果として収支が赤字になることも想定される。防除に要する経費は使用する薬剤や処理回数等から試算可能であるので，根茎腐敗病の多発圃場では，その他の経費と併せて収支を試算したうえで栽培に取り組んでいただきたい。

なお，本マニュアルでは根茎腐敗病の生育期の対策として，本病の発病前に「予防的」な薬剤処理を行うこととしている。圃場試験を繰り返した結果，最初の防除が遅れると，その後の発病をなかなか抑えられない傾向が見られているので，ショウガを数年間連作し，その間根茎腐敗病の発生が見られていない圃場を除いて，初発前の予防的処理は必ず実施して欲しい。また，圃場で発病株が発生した場合の対応も，「予防的」な薬剤処理を心がけて欲しい。すなわち，既に感染している可能性のある発病株周囲の株は発病株と同時に除去し，残った株にはできるだけ早く「予防的」な薬剤処理を行うことで，高い防除効果が期待できる。

今回，臭化メチルから完全に脱却した露地ショウガ栽培マニュアルを作成することができた。しかし，本マニュアルでは前作での病害虫・雑草の発生状況などに応じて異なる対策をとることとしており，どの対策を選択するかは生産者の感覚に頼る部分も大きい。今後，ショウガの安定的な生産を継続し，産地の維持・発展につなげるため，生産者や指導関係者との連携を密に取りながら，適切な防除対策の選択についてアドバイスを行うとともに，実際の防除実績を収集・分析して，より的確な防除対策の提案ができるように努めていきたいと考えている。

引用文献

1）竹内繁治（2008）：植物防疫 **62**：521～525.