

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

ピーマン・トウガラシ類における脱臭化メチル栽培

鹿児島県農業開発総合センター 西^{にし}八^や東^{つか}
茨城県農業総合センター鹿島地帯特産指導所 小^お川^{がわ}孝^{たか}之^{ゆき}

はじめに

ピーマン・トウガラシ類には、未熟果を収穫するピーマン、シシトウおよび甘トウガラシと、完熟果を収穫するカラーピーマンが存在するが、本稿では、生産額・栽培面積が多いピーマンについて述べる。

ピーマンの栽培で問題になる病害は、青枯病、疫病、うどんこ病、モザイク病など多いが、そのなかでも、トウガラシマイルドモットルウイルス（以降 PMMoV と示す）は土壤伝染性難防除病害である。PMMoV は、トバモウイルスに属し、ピーマンやトウガラシにモザイク病を起こす。本病は、1972年に和歌山県のトウガラシで確認されて以来（尾崎ら、1972）、全国各地のピーマン・トウガラシ類に発生が認められた。

PMMoV の特徴は、種子で1年以上、土壤中の残根で6か月以上の感染性を保持し、耐希釈性が $10^7 \sim 10^8$ 倍であるため（長井、1981）、いったん発生すると防除が困難となる。発病すると、葉に凹凸を伴うモザイク症状を示し、株の成長が抑制される。特に、果実で退緑果や奇形果が多発し、秀品率の低下を招く。

本ウイルスは、種子伝染、土壤伝染によって発病した株から、管理作業を通して容易に圃場全体に広がる。そのため、圃場定植直後に発病が見られた場合、茨城県の無加温半促成栽培および抑制栽培では可販収量で6～7割程度の減収となり（小川、2006）、農家経営に与える損害は大きい。

本病の防除には、従来、臭化メチル剤による土壤消毒を行っていたが（竹内、2000）、周知のとおり、臭化メチルは2005年には全廃となった。しかし、本ウイルスの性質とピーマン栽培の特性から、主要産地においては、現在も不可欠用途申請により臭化メチルを限定的に使用しているが、不可欠用途申請分も、数年後には全廃となる。このため、臭化メチルに頼らないピーマン栽培マニュアルの確立は猶予のない状況となっている。これ

までも、PMMoV 防除に関しては、有意義な知見が多く存在するが、それらは断片的である。また、気候や作型の違いにより、効果的な防除法の選択や組み合わせも異なる。現在、各産地の気候・作型に適した本ウイルスに効果的な防除技術を総合的に組み合わせた脱臭化メチル栽培マニュアルを早期に開発し、現場で普及する必要性が生じている。

I 現在の PMMoV 防除

(1) 不可欠用途申請下での臭化メチル使用

ピーマンは、抑制、半促成、促成など作型分化がすすみ、年間を通じて栽培されている。ピーマンは連作が多く、1作が長期にわたるため、休耕期間が短い。特に、休耕期間が低温期にあたる抑制・半促成栽培や寒冷地での栽培では、低温においても防除効果が安定し、短期間でガス抜きが可能である臭化メチルでの土壤消毒が必要となる（図-1）。

(2) 抵抗性品種

本ウイルスの防除対策のもう一つの柱として、トバモウイルスに対する抵抗性品種が育成されている。この抵抗性に関与する遺伝子として、 L^1 , L^2 , L^3 , L^4 と名付けられた同一遺伝子座に座乗する4種類の対立遺伝子が見いだされているが、4つの遺伝子は階層的である（RAST, 1988）。例えば、 L^3 を打破するウイルスは、 L^4 遺伝子を導入した品種でしかウイルスの拡大を防止できない。現在、 L^3 遺伝子を導入した品種が全国で主流となっているが、1996年に茨城県で、その後、高知、岩手、北海道など全国で L^3 遺伝子打破のウイルス（病原型 Pi.2.3）の出現が認められている（TSUDA et al., 1998）。また、北海道では、 L^4 遺伝子を打破するウイルスの出現が確認されている（佐々木ら、2006）。このことから、品種だけでは、本病の防除は困難であり、PMMoV 発生圃場では、臭化メチル剤の土壤消毒と抵抗性品種を組み合わせた防除が重要となっている。そのため、現状のまま、臭化メチルの全廃がなされた場合、抵抗性打破ウイルス系統の出現と流行により、産地が大きなダメージを受けることが危惧される。そこで、これまでの知見から臭化メチル全廃後の PMMoV 防除のポイントについて整理し、

Growing Technique of Capsicum without Using the Methyl Bromide. By Yatsuka NISHI and Takayuki OGAWA

（キーワード：PMMoV, ピーマン, 作型, 生分解性ポット, 腐熟促進, 抵抗性品種, 弱毒ウイルス）

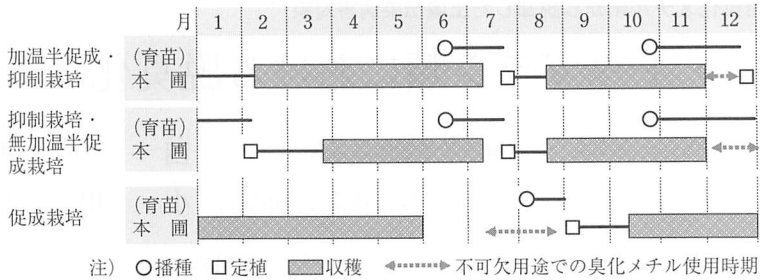


図-1 ピーマンの各作型での臭化メチル使用時期

次に主なピーマン作型における脱臭化メチル栽培体系のモデルを考案したい。

II 全廃後の PMMoV 防除のポイント

(1) 表層土中の残渣腐熟化促進処理によるウイルス濃度低下と不活化

植物残渣中の PMMoV は長期にわたって残存し、土壌伝染の伝染源となる。残渣中のウイルスは、土壌微生物やアロフェンなど土壌の吸着(鳥山ら, 1995)の影響を受け、徐々に不活化する。さらに、セルロース等の有機物を添加すると土壌微生物の活性化により、ウイルスの不活化が促進される(岡ら, 2003)ことから、休耕期間中に植物残渣の分解と微生物活性を高める処理が重要と考えられる。また、汚染土の上に滅菌土 10 cm 以上を置いて移植した場合(竹内, 2000)や熱水や蒸気消毒により 15 ~ 20 cm の表層土を高温(90℃, 10 分以上)にした場合も感染は起こらない(竹内・川田, 2004)ことから、深さ 20 cm までの表層土のウイルス濃度を低下させ、不活化させることが重要なポイントとなる。

(2) 定植時の感染防止

PMMoV の圃場での土壌伝染は、定植するときを生じる苗の根の傷口からの感染が主原因であり、定植後伸長した根での感染は起きにくいことが明らかになっている(大木ら, 2003 a)。そのため、汚染程度の高い圃場であっても定植時に根を紙で包み保護する方法や(小川ら, 2007)、あらかじめピートモス成形ポットで育苗し、ポットごと移植することで定植時の根の傷を防ぐことにより(大木ら, 2003 b)、高い防除効果が認められている。今後、防除効果と労力の面から、ポットのまま定植できるピーマンに適した生分解性ポットの開発にも期待が寄せられる。

(3) 弱毒ウイルスによる防除

農業に依存しない防除法として弱毒ウイルスの利用がある。本法の利点は、土壌伝染を抑制するだけでなく、

本ウイルスで最も問題になる管理作業による接触伝染を防ぐ効果が高いことである。また、抵抗性品種打破ウイルス系統に対しても効果があることや定植後は通常の管理作業と変わることなく利用できることである。

なお、これまで、4 種類の弱毒ウイルスが作出され、防除効果が認められたが、栽培条件によってはモザイク症状が現れ、生育に影響を生じる場合もある(三浦ら, 1988)。また、これらの弱毒ウイルス株は、現在の産地で普及している L^3 遺伝子をもつピーマン品種には利用できない。中央農業総合研究センターでは、感染しても症状もほとんどなく、 L^3 遺伝子保有品種で増殖が可能で強毒ウイルスに対しても干渉効果のある弱毒ウイルス株を作出し、各産地での適応性を検討している。今後の研究展開が楽しみな防除資材の一つである

III 脱臭化メチル栽培マニュアル

ピーマン栽培は、産地により防除対策が異なることから、作型別に今後想定する主な栽培マニュアルを示したい。

(1) 抑制栽培および半促成栽培

図-2 は抑制栽培と加温半促成栽培の脱臭化メチル栽培マニュアルである。これらの作型では、栽培作型の切り替え期間が夏期で 2 ~ 3 週間、冬期で 2 ~ 4 週間と短い。この短い切り替え期間で PMMoV と他の病害虫を同時に防除するためには、抵抗性品種や生分解性ポットなどを用いた PMMoV 防除技術と土壌消毒剤による他の病害虫の防除を組み合わせた体系化が必要と考える。特に、PMMoV 発病圃場では、残根の腐熟促進、抵抗性品種、生分解性ポットや紙包み法などを組み合わせた体系的な防除が必要となる。

紙包み法ではウイルス濃度が高い場合、PMMoV に感染する可能性がある(小川ら, 2007)。また、抵抗性品種では過敏反応や抵抗性打破の可能性もある。そこで、残根の腐熟を促進して土壌中のウイルス濃度を下げた後、既存の薬剤で土壌消毒を行いセンチユウなどの病

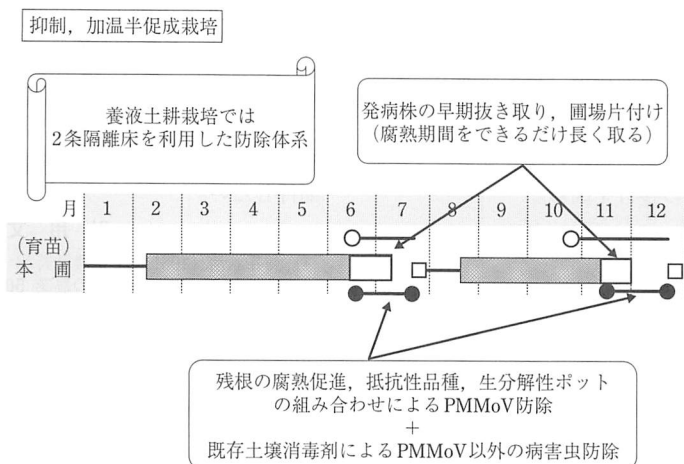


図-2 ピーマン抑制栽培および加温半促成栽培での脱臭化メチル栽培マニュアルへ向けて
注) ○ 播種, □ 定植, ■ 収穫.

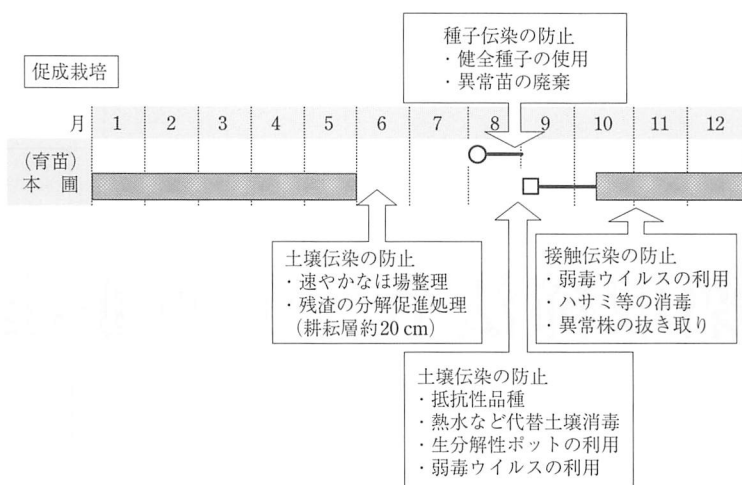


図-3 ピーマン促成栽培での脱臭化メチル栽培マニュアルへ向けて
注) ○ 播種, □ 定植, ■ 収穫.

害虫を防除する。その後、抵抗性品種や紙包み法を組み合わせ定植することでPMMoVの発生を抑える。

また、現地で普及しつつある養液土耕栽培では隔離床を応用した技術開発を行う。隔離床による養液土耕栽培では、隔離床を1ベッド内に2条設置する。通常時は隔離床を交互に使用することで輪作効果をねらい、その床でPMMoVが発病したときには隣接する未発病床で発病床のウイルス濃度が下がるまで栽培を続ける。

上記技術は現在の栽培体系に組み込み、収量も慣行栽培と同等以上になるように開発する。また、無加温半促成栽培についても上記と同様な方法で対応する。

(2) 促成栽培

図-3は、促成栽培における脱臭化メチル栽培マニュアルである。本作型では、栽培が長期にわたるが、休耕期間が地温の確保が容易な夏季にあたることから、植物残渣の積極的な分解促進が可能である。そこで、有機物等の投入により耕耘層のPMMoV濃度の低下と不活化を促し、併せて、生分解性ポット等の利用により定植時の感染を抑える。

しかし、栽培終了が遅くなるなど残渣処理期間が十分とれない場合やPMMoV強毒ウイルスの汚染濃度が高い場合には、弱毒ウイルス接種苗の定植により、強毒ウ

ウイルスの感染・伝搬を防止しながら、当作でのピーマンの品質・収量を維持する。その後、次作に向けて速やかな圃場整理、残渣の腐熟化促進処理、生分解性ポットの利用、L⁴ 遺伝子保有品種の導入などを行う。これらの技術を複数年にわたり総合的に組み合わせることで、最終的には通常慣行栽培への移行を図る。

おわりに

現地では、利用が容易な L⁴ 遺伝子保有品種の期待が高い。しかしながら、本品種の利用は、本抵抗性打破ウイルス系統の出現やこれ以上の抵抗性品種育成の困難性から、圃場中のウイルス濃度を低下させるためのクリーニングクロープとして、1作だけの利用にとどめることが望ましい。その点、本稿で提案している残渣処理、生分解性ポットの利用、そして、弱毒ウイルスの利用などは、ウイルスの系統を問わず利用できる技術である。

本稿で提案した栽培マニュアルは、臭化メチル全廃後

の PMMoV 発生圃場での防除マニュアルの原型となるだけでなく、本ウイルスのように、将来、どこで発生するかわからない種子・土壌伝染性病害に対しても、ピーマンの持続的安定生産を行いながら、ウイルス汚染圃場からの脱却を可能とする危機管理体制を提供するものと期待したい。

引用文献

- 1) 長井雄治 (1981): 千葉農試特報 9:1 ~ 109.
- 2) 小川孝之 (2006): 今月の農業 50(8): 24 ~ 28.
- 3) ————ら (2007): 茨城病虫研報 46: 18 ~ 24.
- 4) 大木健広ら (2003 a): 日植病報 (講要) 69: 334.
- 5) ————ら (2003 b): 関東病虫研報 50: 29 ~ 32.
- 6) 三浦猛夫ら (1988): 九病虫研報 34: 25 ~ 29.
- 7) 岡 紀邦 (2004): 土肥誌 75: 673 ~ 677.
- 8) 尾崎武司ら (1972): 日植病報 (講要) 38: 209.
- 9) Rast, A. T. B. (1988): Capsicum Newsletter 7: 20 ~ 23.
- 10) 佐々木純ら (2006): 日植病報 (講要) 72: 299.
- 11) Tsuda, S. et al. (1998): Mol. Plant-Microbe Interact. 11: 327 ~ 331.
- 12) 竹内繁治 (2000): 高知農技セ特報 3: 1 ~ 53.
- 13) ————・川田洋一 (2004): 日植病報 (講要) 70: 238.
- 14) 鳥山重光ら (1995): 農環研報 12: 75 ~ 86.

好評発売中

農薬取締法令・関連通達集

(社)日本植物防疫協会編 B5判 261 ページ
価格: 1,050 円(税込) 送料 340 円

<掲載内容>

農林水産省・環境省・厚生労働省関連の農薬に関する政令、省令、告示、関連通知、その他省令を網羅

- ・ 農薬取締法と関連の政・省令を見やすく 2 列に表示
- ・ 農薬関連の告示を取締法に関連付けてレイアウト
- ・ 関連する通知文およびその他関連法令 (抄) も掲載

農業関係者必携の 1 冊です。

農薬取締法令・関連通達集

農林水産省・環境省・厚生労働省
日本植物防疫協会編

平成 19 年 11 月

社 日本植物防疫協会