

キュウリ緑斑モザイク病防除対策としての 残さ分解促進技術

宮崎県総合農業試験場

黒木 修一

Shuichi Kurogi

1. はじめに

キュウリ緑斑モザイク病は、キュウリ緑斑モザイクウイルス (*Kyuri green mottle mosaic virus*, KGMMV) によって引き起こされる。キュウリの主要産地である宮崎県にとっては、最も警戒している病害であり、毎年のように県内数カ所で発生し、発生ほ場では大きな被害が発生している。

宮崎県総合農業試験場では、本ウイルスの土壌伝染を防ぐ唯一の薬剤であった臭化メチルの全廃にあたり、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「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」(2008年～2014年)において、前作の残さを分解することにより、次作へのKGMMVの伝染を防ぎ、現在の栽培体系を維持できる技術を確立した(黒木、2012)。ここでは、県内で実施されている残さ分解を組み入れたKGMMVの防除について紹介する。

2. キュウリ緑斑モザイク病の症状と伝染

キュウリ緑斑モザイク病は、発症すると葉に激

しいモザイク症状が出て生育が阻害され(写真1)、果実には濃緑斑と瘤ができ奇形となるため商品価値を失う(写真2)。

本ウイルスはTobamovirus属のウイルスであり、同属のタバコモザイクウイルス(TMV)等と同様な伝染環を持つと考えられる。アブラムシによって媒介されるズッキーニ黄斑モザイクウイルス(ZYMV)や、ミナミキイロアザミウマが媒介するメロン黄化えそウイルス(MYSV)のように、キュウリでしばしば発生する他のウイルス類とは異なり、昆虫等が媒介することは知られていない。しかし、種子伝染することが知られていることから、種子や苗の導入により初発すると推定される。一旦発病すると、ハサミ等に付着した汁液により容易かつ急速に感染が拡大し、気付いたときには大規模に発生していることが多い。また、本ウイルスは土壌伝染し、特に残さ中に残るウイルスは長期間感染性を保ったまま生存し続けるため、次作の感染源になる。

九州内で2005年から2009年に採取された9株のウイルスには、同一の塩基配列を持つ株は確認されず、産地には多様な株が存在すると考えられてい



写真1. 葉のモザイク症状

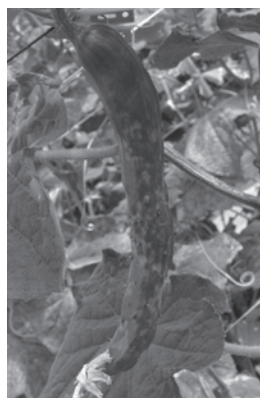


写真2. 果実の奇形

る（久保田ら、2009）ことから、未知の伝染経路がある可能性は残るものの、本ウイルスの基本的な対策は、無病苗の育成と導入による発生防止、ハサミ等の消毒による蔓延防止、土壌中のウイルスを失活させることによるほ場内伝染環の遮断ということになる。

3. 重要な残さの分解

無病苗の育成と導入、ハサミ等の消毒による蔓延防止対策は、ZYMVなど他のウイルス類対策としても重要であり、農業者が通常行う対策である。しかし、土壌伝染対策はKGMMV対策としてのみ必要であり、すでに全廃された臭化メチルの使用はこの土壌伝染対策として実施されてきた。

土壌伝染する原因となるのは、土壌中のウイルス粒子というよりも、土壌中の残さ内で感染性が長期間持続されているウイルスである。これまでの研究から、KGMMVと同属のTMVは、残さの分解が進むにつれウイルスの不活化が進むことが知られている（都丸ら、1973；都築ら、1974）ことから、

KGMMVも土壌中の残さを分解させることによって、土壌中のウイルスを失活させることができると考えられる。しかし、TMVの場合で約6カ月（長井、1981）、*Tobamovirus*属の中でもKGMMVに近い*Cucumber green mottle mosaic virus*（CGMMV）の場合は畑状態で約4カ月前後（山本、1975）と、不活化するのにかかる期間が長い。残さ分解処理の条件についての知見も少ないことから、防除法として用いることに問題があった（黒木、2013）。そこで、黒木・今村（2010）は、植物の部位とウイルスの感染性を調査し、地下部の残さ（根、地際部）は地上部の残さ（葉、茎、果実）より長期間ウイルスは感染性を保持するが、約4t／10aの牛糞堆肥を施用することで分解が促進されることを明らかにした（図1）。図1は土中の残さを定期的に採集し、ダチュラに接種して病斑数を調査したものである。しかし、堆肥処理のみでは、土壌中の残さからKGMMVが検出できなくなるまで約3ヶ月を要したことから、堆肥に加えて残さの分解を促進させる技術が必要であった。

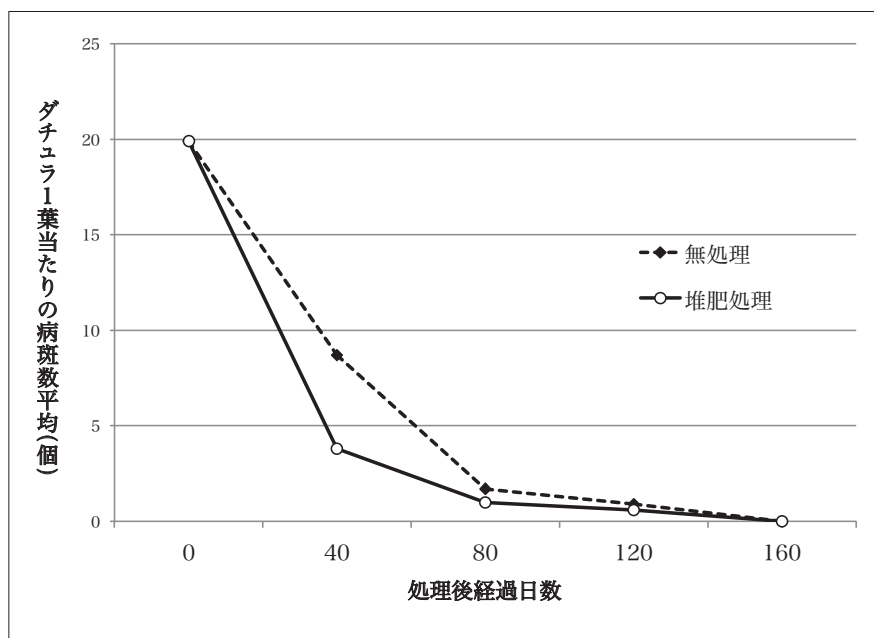


図1. 堆肥処理による残さの分解とKGMMVの失活時間（黒木原図）

4. 残さの分解を促進する薬剤と資材

土壌中にウイルスを保持したままの残さを残さないためには、大型の分解しにくい残さをほ場外に持ち出して処分し、分解しやすい小さな残さのみが土壌中に残るようにするのが理想である。しかし、残さを持ち出すことは大変な労力を要し、持ち出せたとしても、残さの移動や処分が難しいという農業者側の事情がある。

そこで、残さの分解を堆肥だけに頼らず、積極的に加速させる技術を検討した。一つはカーバムナトリウム塩液剤（以下、「キルパー」とする）であり、もう一つは残さ分解微生物である。

①キルパーによる古株枯死

キルパーは、キュウリでは作付前の土壌注入や灌水によるネコブセンチュウやつる割病などに対する農薬登録がある。また、特徴的な使用法として、前作の終了時に予め被覆した内で、所定量の薬液を水



写真3.キルパーの処理



写真4.キルパーを吸収して枯死した株

で希釈し土壌表面に散布または灌水する、「前作の古株枯死」、「ネコブセンチュウ蔓延防止」という農薬登録がある。前作の根が生きているうちに薬液を吸収させ、作物全体を早く枯死させるだけでなく、根の中にいるネコブセンチュウを防除しようというものである。

実際には、灌水チューブから出る水の量を計測した上で、液肥混入器を利用してキュウリに薬液を吸収させる。正確な処理量を把握するために、予め灌水チューブから出る水量を計測することと、処理した薬量を把握するための秤が必要である（写真3）が、処理自体は容易である。

キルパーを適正に処理すると、薬液を吸収した株の葉は数日のうちに枯死する（写真4）。葉はすぐ枯死し、見た目にもわかりやすい。茎はすぐに枯れていることがわかる茎と、緑が残る茎にわかれるが（写真5）、いずれも無処理よりも容易に崩壊が始まる。この処理のとき大事なものは、薬液の濃度である。あまり濃い濃度で処理すると、根や薬液を吸い上げる導管が薬液を吸い上げる前に障害を起こし、十分な薬液を吸い上げることができない。このため、キルパーの注意事項に記載されているとおり、キュウリでは100倍程度の希釈とする必要がある。また、土壌水分が多すぎると、灌水した薬液が土壌に封じ込められてしまうので、次作の作付までの休作期間を長く取らなければならないことにもなる。希釈する水の量には十分な配慮が必要である。

大坪ら（2014）は、残さを分解するときの方法とKGMMVの失活について、堆肥のみを処理する場合、キルパーのみを処理する場合、キルパーを処理して



写真5.キルパーを吸収して枯死した茎

堆肥を処理する場合に分け検討している（図2）。

キルパーで古株処理を実施した場合、堆肥のみを処理した場合よりも早くKGMMVは失活し、キルパーで古株枯死処理を行い加えて堆肥を処理した体系処理の場合は、堆肥のみの処理、キルパーのみの処理よりも速やかにKGMMVは失活した。体系処理でも、一部でわずかにウイルスが検出されたため、処理1ヶ月後の改植は難しいと思われるが、堆肥処理のみよりも残さ分解期間を短縮することができた。

このキルパーと堆肥の体系処理を、現地で実証した事例を図3に示す。本事例はKGMMVが発生し

た県内の現地生産ほ場で実施したもので、キルパー処理を2013年6月1日から同10日まで処理し、堆肥をすき込んだ事例である。発生ほ場の土壌中の残さを先述した試験と同様に生物検定を行って調査したところ、処理およそ70日後には病斑数が0となった。その後、常法どおり作付準備を行い、例年どおり10月に定植したところ、再発は認められなかった。現在でも通常どおり作付されている。この事例は、通常の作型を変えることなく、例年通りの休作期間でKGMMV対策が可能であることを示したものである。

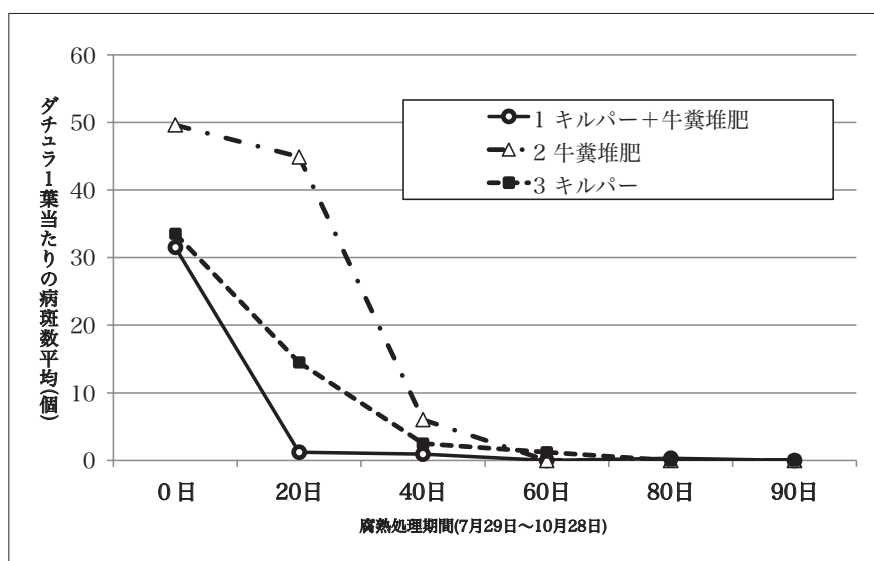


図2.処理の方法とKGMMVの失活時間（大坪原図）

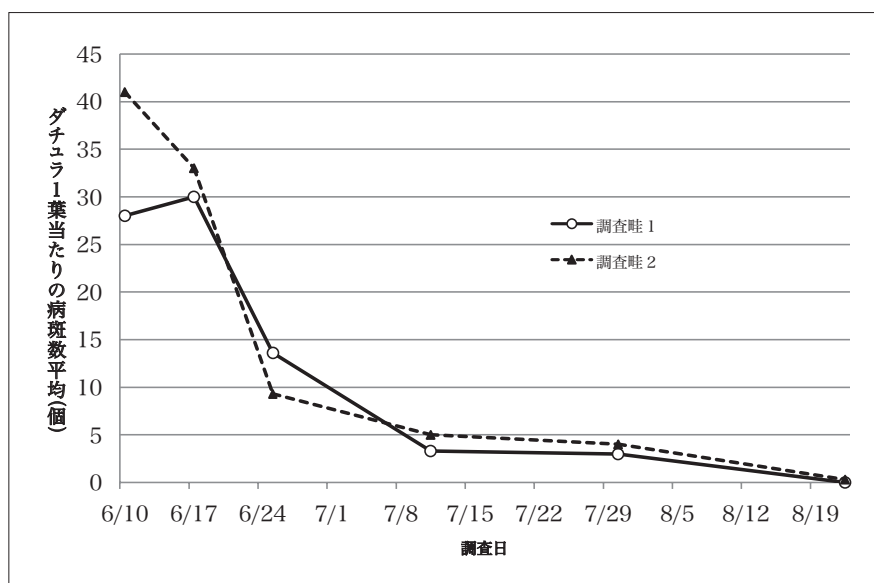


図3.現地ほ場におけるキルパーと堆肥の体系処理によるKGMMVの失活時間（大坪原図）

②残さ分解微生物の活用

残さの持ち出しと堆肥のみの処理で、2ヶ月の処理期間で土壌中残さ内のKGMMVが失活した事例がある（黒木、2013）。土壌中の残さの分解に要する時間は、土壌中に残る残さ量と土壌中の微生物の働きによって異なることが予想される。KGMMVの再発は、農業者にとって大変な経済ダメージとなり許容できないため、キルパーと堆肥の体系処理は確実に残さを分解するための方策である。

同様に、一言で「堆肥」と言っても、実際には多様な堆肥が存在する。ウイルス対策を実施する場合には、再現性が重要であることから、「堆肥」に商品としての微生物を加用し、効果を安定させることも必要である。

そこで、本県では宮崎県植物防疫協会の試験として、残さを分解する微生物資材の試験に取り組み、「分解ヘルパー[®]」「スーパーいきいきⅡ[®]」という2つの製品を病害虫防除指針に掲載している。分解

ヘルパーは、ゴルフ場等のサッチ分解に使用されていた資材であり、スーパーいきいきⅡは豚糞を原料として作成された堆肥である。いずれも、残さ分解能力があり、場合によっては両資材を併用することもある。この資材の活用により、ただ「堆肥」の処理としていた技術が安定することになった。

処理は、キルパーを処理して残さを持ち出すか、そのまま土壌中にすき込むとき、堆肥と一緒に土壌混和する。分解ヘルパーはペレット状(写真6、7)で、スーパーいきいきⅡは粉体である。分解ヘルパーは45～60kg／10aで、スーパーいきいきⅡは200～300kg／10aであり、それぞれのほ場の状態で散布しやすい方を選ぶか、両方を施用する。

土壌中でウイルスを保持している残さは、とても細かい（写真8）ため、この両資材だけでなく、堆肥を必ず施用して残さを分解する微生物の、土壌中の被覆率を高める必要がある。



写真6.分解ヘルパー



写真7.分解ヘルパーを散布した状況



写真8.土中に残る残さ（指先）

5. 現在行われている対策

現在、KGMMV対策で実施している対策は概ね以下のとおりであり、この方法を導入して以来、対策を実施したほ場でKGMMVが再発した事例は確認されていない。

①診断

KGMMVの発生が疑われる場合、直ちにウイルス診断を行い、ウイルス種を特定する。県内では、改良DIBA法による簡易診断を全農業改良普及センターと一部のJAで実施できるようにしており、短時間で発生が把握できる（櫛間ら、2013）。また、購入した苗や種と同ロットのほ場は全てチェックする。

②生産の継続もしくは終了の判断

発生が著しい場合には、直ちに作を終了するが、多くの場合は発生場所の株を処分しながら、栽培を可能な限り継続する。このとき、ハサミの消毒などは再度確認し、徹底する。

③作終了時のキルパー処理

栽培終了時に、キルパーによる古株枯死を実施する。

④堆肥と微生物資材の混和

キルパー処理後、堆肥と微生物資材を土壌混和する。

⑤土中残さの確認

経時的に土壌中の残さ分解程度を確認し、残さが確認できなくなったら、土壌線虫対策等を行い作付準備に入る。作付予定日に近づいても残さが確認できる場合には、残さのウイルス検定を行う。

⑥次作の作付

残さや、ウイルスが確認できなくなったら、常法どおり次作を作付する。

6. おわりに

現在のところ、年に数例発生するKGMMVの発生が翌年作まで継続することは無く、残さ分解処理による高い防除効果が証明されている。また、ピーマンやおずきなど*Tobamovirus*属のウイルスが発生する作物では、農薬登録の範囲内で同様の対策を実施し、同様の成果を上げてきている。残さ分解によるウイルス病対策は、今後更に他の品目へ拡大していくものと考えられる。

土壌中の残さを分解させるための作業工程と注意点、必要な経費については「宮崎県のキュウリ産地のための脱臭化メチル栽培マニュアル」（宮崎県総合農業試験場、2014）に詳しく掲載しているので、参照いただきたい。

引用文献

- 久保田ら（2009）九病虫研会報 55：45－51.
黒木・今村（2010）：日植病報76：31（講要）.
黒木 尚（2012）植物防疫 66：671－674.
黒木 尚（2013）JATAFFジャーナル 1（10）：29－33.
櫛間ら（2013）九病虫研会報 59：115（講要）.
宮崎県総合農業試験場（2014）www.s.affrc.go.jp/docs/pdf/miyazaki_manual.pdf（2017年1月14日アクセス確認）
長井（1981）：千葉農試特報 9：1～109.
大坪ら（2014）九病虫研会報 60：105（講要）.
都丸ら（1973）：日植病報39：136（講要）.
都築ら（1974）：日植病報40：131（講要）.
山本（1975）：徳島農試特報 5：1～62.