

特集：菌類伝搬性ウイルス病

# チューリップ微斑モザイク病の防除と課題

富山県農業技術センター野菜花き試験場 守川<sup>もりかわ</sup> 俊幸<sup>としゆき</sup>・多賀<sup>たが</sup> 由美子<sup>ゆみこ</sup>・森井<sup>もりい</sup> 環<sup>たまき</sup>

## はじめに

栄養繁殖性作物のなかで、チューリップほどウイルス罹病率が低い作物は少ない。これは、常に制御可能なレベルに罹病率を低く維持するという戦略の上に成り立っており、具体的には生産者による地道な罹病株の抜き取り作業によって達成されている。旧来、チューリップのウイルス病といえば、アブラムシによって媒介されるチューリップモザイクウイルス (*Tulip breaking virus*, TBV) が主要なウイルスであり、罹病株の徹底した抜き取りとアブラムシの防除を組み合わせることにより、感染率を一定レベルに制御することが可能であった。しかし、近年では従前のウイルス管理技術では制御できない土壌伝染性ウイルス病、すなわち微斑モザイク病と条斑病の発生が問題になっている。

微斑モザイク病と条斑病は1980年ごろに富山県の一部地域で最初に発生が認められ、当初は原因が不明であったことから、一括して「ウイルス様症状」と呼ばれていた。1990年ごろには土壌と球根で伝染する二つのウイルス性の病原体に起因することが明らかになったものの、その後も発生は拡大し、現在では県内外で発生が認められている(守川, 2002; 榎橋ら, 2004)。

両病害の病原ウイルスは、いずれも純化が困難な新規のウイルスであったため同定には多くの年数を要したが、現在では両病害とも血清学的手法やRT-PCR法を用いたウイルスの診断が可能になっている。また同時に、発生生態の全貌も次第に明らかになってきており、これを基にした様々な防除対策が現地で導入されている。

本稿では、筆者らが近年進めてきた防除研究のうち、ウイルス検査体制の構築、品種の抵抗性評価、媒介菌 *Olpidium brassicae* の特性解明について解説するとともに今後の課題について議論したい。なお、病原ウイルス

の性状あるいは発生生態の詳細については既報(守川ら, 2004)に詳しいので、不足な点はこれらを参照いただきたい。また、紙面の都合から、微斑モザイク病を中心に原稿をまとめるが、発生生態や防除の考え方は条斑病にも共通すると考えていただきたい。

## I チューリップ微斑モザイク病の病原と媒介者

本病の病原は *Ophiovirus* 属のチューリップ微斑モザイクウイルス (*Tulip mild mottle mosaic virus*: TMMMV) であり (MORIKAWA et al., 1995), 本特集号でも紹介されているミラフィオリレタスウイルス (ICTV の8次レポートにおいて *Mirafiori lettuce virus*: MiLV は *Mirafiori lettuce big-vein virus*: MLBVV に改名される予定) と血清学的に近縁なウイルスである(夏秋ら, 2002)。

*Ophiovirus* 属ウイルスのうち媒介者が明らかなのは、TMMMV と MLBVV, *Lettuce ring necrosis virus* (LRNV) であり、いずれも *Olpidium brassicae* によって媒介される。なお、*O. brassicae* は古くから命名上の問題点が指摘されており (SAHTIYANCI, 1962; 小金澤ら, 2004), 分類上の混乱がしばらく続くものと推察される。ちなみに、本稿でいう *O. brassicae* とは *O. virulentus* すなわち *O. brassicae* sensu lato の非アブラナ科系(本特集号の小金澤氏の記事を参照)のことを示すので注意願いたい。

## II ウイルス検査体制の構築

栄養繁殖性作物であるチューリップでは、球根伝染によってウイルスが次世代に伝搬し、さらにこれが伝染源になって新たな圃場(土壌)汚染が進行するため、健全種苗(球根)の確保が安定生産の大前提になっている。この点が他の種子繁殖性作物とは大きく異なり、防除の困難さを増幅させている要因でもある。また、品種によっては本病の病徴が不鮮明であるため、無意識のうちにウイルスをまん延させていることも多い。よって、生産者が維持する個々のロットあるいは地域全体のウイルス感染程度を正確に把握することは、本病の発生を早期に

Strategies to Control of Mild Mottle Mosaic Diseases in Tulips.  
By Toshiyuki MORIKAWA, Yumiko TAGA and Tamaki MORII  
(キーワード: チューリップ, 微斑モザイク病, TMMMV, *Olpidium*, 防除戦略)

発見して的確に対応するために必要なばかりでなく、再生産に用いるべき健全種球根の選定、あるいは不用意な汚染球根の移動を防止するためにも非常に重要な作業である。また、間接的ではあるが、各圃場での発生率を知ることにより、圃場（土壌）の汚染程度も推定することができる。

既往のウイルス診断法として、血清学的手法を中心に様々な方法が提案されているが、生産現場で活用されている事例はそれほど多くない。幸いにも、富山県ではTBIA法（Tissue blot immunoassay）が現地で導入され、県花卉球根農業協同組合により年間約10万検体×3種ウイルス（TMMMV, TuSV, TBV）の診断が実施されている（図-1）。そして、得られた検定結果は各生産者に伝えられるとともに、集積した検定結果を基に個々の生産者ごとの対応策が練られている。なお、このようなウイルス検査システムを現地に導入できたのは、生産者とその団体、地域、行政の十分な理解および支援が得られたこと、そして導入されたウイルス検定手法が簡便かつ安価な手法であったことが背景にある。ウイルス検定という作業には労力と経費を要することから、実施することの重要性について関係者の共通した認識と理解を得ること、そして開発したウイルス検定技術を活かすには既存の体制の中で無理なく取り組めるスタイルに改良することが必要である。

以上のウイルス検定技術が生産現場に導入されたことにより、数値で発生実態を把握し、データに基づいて対

応策を組み立てることが可能になった。そして、県下の発生状況が明らかになるに従い、不用意な生産者間の汚染球根の移動は激減したものと推察される。いまだ目的に応じた適正なサンプリング法の開発など、技術的な課題も残されているが、当面は現在実施されている運営形態を大きく変更する必要はないものと考えている。

### III 品種抵抗性の評価

露地作物で土壌伝染性のウイルス病を薬剤で制御しているという例は少なく、実際には作型の変更あるいは抵抗性品種の利用によって克服している事例がほとんどである。チューリップの場合も、遅植え栽培（多賀ら、2001）とともに抵抗性品種の利用が産地を守るための最も有力な手段であると考えている。

そこで、我々は国内主要品種および育成系統、新規導入品種を対象に、各品種42株×4反復を現地の本病発生圃場で2作、無病土のポット栽培を1作し、この間のウイルス感染率の推移から抵抗性程度を評価しており、感染率が3年間を通して0～数%で推移する抵抗性極強の品種から1作目で80%を超えるような極弱品種まで、品種間に大きな抵抗性差異を認めている（MORIKAWA et al., 2005）。ここで、抵抗性極弱と判定された品種は、現地でも大きな被害を被り品種更新を余儀なくされている事例が多いことから、このような弱い品種は市場性の低いものから急ぎ栽培を取りやめるべきであり、産地の品種戦略と照らし合わせながら抵抗性程度の高い品種を順次組み込んで安定生産を図る必要がある。これまでに約280品種の抵抗性程度の評価を終了したところであり、その情報は随時生産者に提供され、有力な品種選定基準となっている。

なお、全体の20%程度の品種が抵抗性極強あるいは強と判定されたが、花色・開花期・花型などの異なる多様な品種を提供できることが産地としての求心力を確保する重要な要件となっており、今回、抵抗性強と判定された品種だけでは市場ニーズを満たすことができないのが現状である。よって、今後も継続的に品種の抵抗性を評価して「使える」品種のバリエーションを増やす必要がある。

現在、当場の育種グループにより本病抵抗性品種の育成が精力的に取り組まれているところである。厳しい国際競争に抗するためにも、病害抵抗性を有する日本オリジナル品種が一日も早く育成・普及されることが期待さ

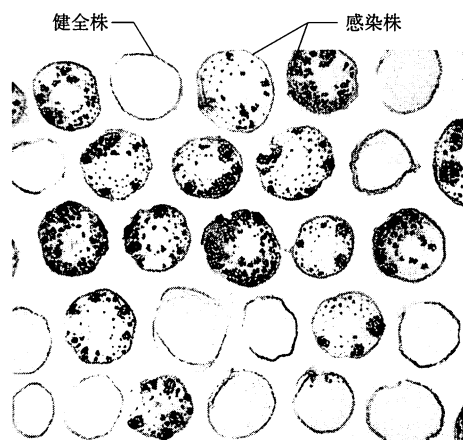


図-1 TBIA法によるチューリップ基断面からのTMMMV検出例  
維管束およびその周辺部に強いシグナルが認められる。

れる。一方、効率的な抵抗性品種の育成あるいは品種抵抗性の持続性を確保するためには、それぞれの抵抗性を支配する要因を理解して交配母本の選定と個体選抜を行う必要がある。例えば、図-2のⅢ群のようにTMMMVの球根伝染率が極端に低い品種は、感染そのものが少ない品種（図-2、Ⅳ群）とともに抵抗性品種を育成する

上で有望な素材であると考えられる。この事実は球根伝染率を調査して初めて得られた情報であり、今後もウイルスの感染・増殖・全身移行、媒介菌との親和性という生理的な品種特性、そして発根の早晩などの生態的な品種特性などを整理することにより、品種抵抗性機構の全体像が明らかになり、抵抗性の安定性あるいは不安定性も類推できるものと期待される。

#### Ⅳ 媒介菌の分布と植物寄生性・ウイルス媒介能

本菌は世界各地に分布し、その寄生性の広さから国内においても広く分布するものと考えられるが、実際に本

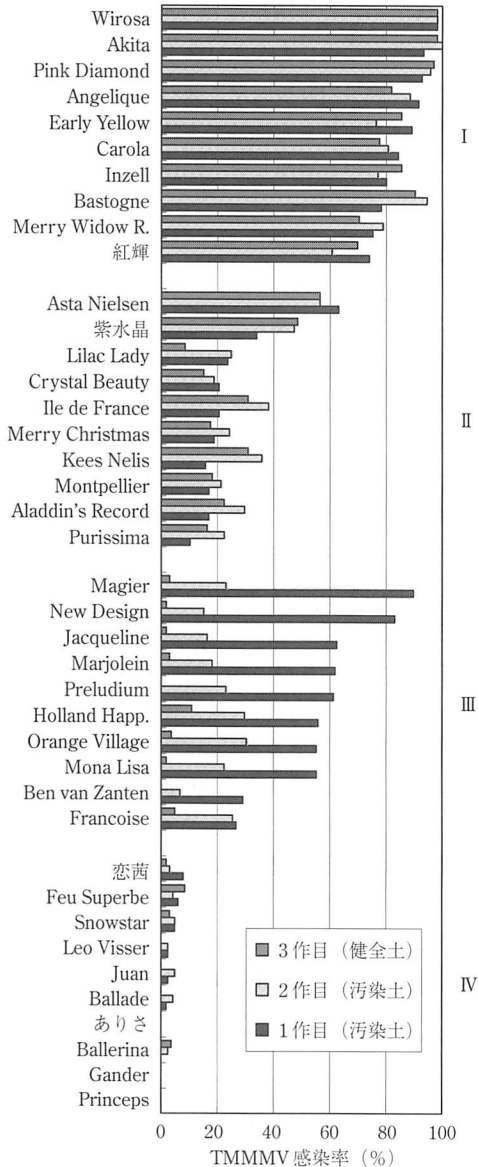


図-2 TMMMV 感染率の推移（一部抜粋）

感染の有無は開花期に花梗断面を検出部位とするTBIA法により判定。〔発生パターン〕Ⅰ：3か年を通じて高く推移、Ⅱ：中程度、明瞭な傾向なし、Ⅲ：球根伝染率が極端に低い、Ⅳ：3か年を通じて低く推移。

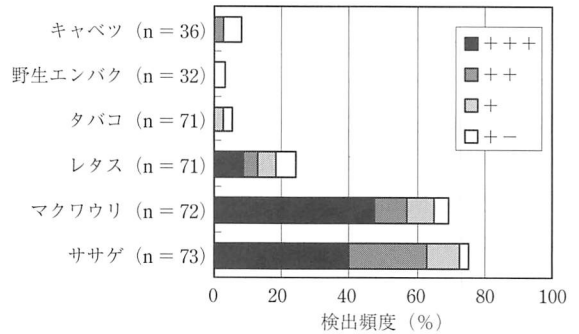


図-3 国内各地の耕地土壌からの捕捉植物を用いた *O. brassicae* の検出 (n=検定土壌数)   
 +++~+-は寄生程度を示す。

表-1 *O. brassicae* の数種植物に対する寄生性

| 供試菌株 <sup>a)</sup> | 各種植物に対する寄生性       |       |     |      |        |
|--------------------|-------------------|-------|-----|------|--------|
|                    | ササゲ               | マクワウリ | レタス | キャベツ | チューリップ |
| ES-5ms-1           | +++ <sup>b)</sup> | +++   | -   | -    | ++     |
| Byoums-1           | +++               | +++   | -   | -    | ++     |
| 7ms-1              | +++               | +++   | +   | -    | ++     |
| 7ms-2              | +++               | +++   | +   | -    | ++     |
| block              | +++               | +++   | -   | -    | ++     |
| Sibams-2           | +++               | +++   | ++  | -    | ++     |
| Sibams-4           | +++               | +++   | +++ | -    | ++     |
| WOms-1             | +++               | +++   | +++ | +-   | ++     |
| WOms-2             | +++               | +++   | +++ | -    | ++     |
| Koums-1            | +++               | +++   | ++  | -    | ++     |
| Koums-4            | +++               | +++   | ++  | -    | ++     |
| LBms-3             | +++               | +++   | ++  | -    | ++     |
| LBms-4             | +++               | +++   | ++  | -    | ++     |
| 222ms-1            | +++               | +++   | -   | +    | ++     |
| 207                | +++               | +++   | -   | +++  | ++     |

<sup>a)</sup> ms-番号を付した菌株は単道走子のう分離株。 <sup>b)</sup> -~+++は *O. brassicae* の寄生程度を示す。

表-2 *O. brassicae* の TMMMV 媒介能

| 供試菌株の来歴 (TMMMV 媒介確認菌株数/供試菌株数)                       |                                       |                                         |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|
| 北海道 (4/4),<br>三重県 (1/2),<br>香川県 (1/1),<br>福岡県 (2/2) | 宮城県 (2/2),<br>京都府 (0/1),<br>高知県 (2/2) | 富山県 (26/32),<br>兵庫県 (2/2),<br>山口県 (1/2) |
| 合計 (41/50)                                          |                                       |                                         |

TMMMV 媒介能はウイルス保毒チューリップに各 *O. brassicae* を接種し、その周囲に植え付けた健全チューリップの TMMMV 感染の有無で判定。

菌の分布を広く調査した例はない。また、本菌には植物寄生性の異なる系統が存在することが知られており、それらが等しくウイルスを媒介するかは明らかではない。そこでまず国内の公的研究機関の協力を得て、1道、1府、12県から73地点の耕地土壌を収集し、ササゲ、マクワウリ、レタス、タバコ、キャベツ、野生エンバクなどの捕捉植物を用いて土壌からの菌の検出を試みたところ、58地点の土壌(地点率79%)から *O. brassicae* が捕捉植物上に検出された(守川・多賀, 2004)。分離源に用いた土壌は圃場の一部を代表しているに過ぎないことから、本菌の分布頻度は実際にはさらに高いものと推察される。なお、捕捉植物の中でササゲ、マクワウリでの検出頻度が最も高く(図-3)、両者を併用することによって高頻度で本菌が検出できるものと判断された。次に、ササゲまたはマクワウリ上に捕捉・分離された菌株の植物寄生性と TMMMV 媒介能を調査したところ、菌株間にレタスやキャベツに対する寄生性に差が認められ(表-1)、さらに供試50菌株(うち11菌株は単遊走子の分離株)のうち少なくとも41菌株にウイルス媒介能を有することが確認された(表-2)。なお、植物寄生性の差異とウイルス媒介能の間に直接的な関係は認められなかった。

以上のことから、国内の耕地土壌には植物寄生性が異なる多様な *O. brassicae* が広く生息しており、その多くが TMMMV を媒介すると判断される。このことは TMMMV 感染球根を植え付けることによって、多くの圃場は高い確率でウイルス汚染圃場になる可能性があることを示すものである。これが、近年、TMMMV 発生圃場が急速に拡大して慢性化した所以であり、制御の困難さを示すものでもある。

なお、現在までのところ、チューリップに寄生しない系統は分離されておらず、菌株間のウイルス媒介効率の差については技術的な理由から評価が難しい状況にある。このため、輪作と病害発生との関係を議論できるまでの情報は得られていない。今後は、各種植物上での媒介菌とウイルスの増殖量を評価しながら、媒介菌の多様性と普遍性を整理する必要があると考えている。

また、多くの耕地土壌から *O. brassicae* が検出された一方で、本菌が検出できなかった土壌が存在することも事実であり、圃場の栽培歴や土壌の物理化学性などの項目を加えた詳細な調査を継続することにより、本菌を制御していくための重要なヒントが得られるものと期待される。

## お わ り に

圃場での発生を最も強く支配しているのは、「種球根の保毒程度」、「圃場の汚染程度」、「品種抵抗性」の三つの要素である。上述のウイルス検定技術の導入と品種抵抗性の評価により、これらの要素に対する対応策の策定が可能となってきた。一方、これに加えて現地では圃場の汚染程度を下げる技術の導入も必要であるが、媒介菌そのものを制御する技術の開発はあまり進んでいない。何よりも致命的なのは *O. brassicae* の動態(定量、活性)をとらえる技術に乏しく、明確な効果の検証ができない点にある。まずは、このような技術的課題を克服することが急務であろう。また、今後、望ましい輪作体系や圃場管理技術を確立して持続的な安定生産を実現するには、圃場に生育する植物種と *O. brassicae* 個体群の質的・量的な構造や動態を、そして *O. brassicae* 系統の多様性とその地理的分布、植物寄生性、ウイルスの媒介能、温度反応などの生理生態的特性について理解を深める必要があると考える。

## 引 用 文 献

- 1) 小金澤碩城ら (2004): 日植病報 70:307 ~ 313.
- 2) MORIKAWA, T. et al. (1995): Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 6: 578 ~ 581.
- 3) ——— et al. (2005): Acta Horticulturae (印刷中).
- 4) 守川俊幸 (2002): 農業技術 57:206 ~ 210.
- 5) ———ら (2004): 富山農技七研報 21:1 ~ 141.
- 6) ———・多賀由美子 (2004): 土と微生物 58:43 ~ 52.
- 7) 夏秋啓子ら (2002): 日植病報 68:309 ~ 312.
- 8) SAHTTYANCI, S. (1962): Arch. Mikrobiol. 41:197 ~ 228.
- 9) 多賀由美子ら (2001): 日植病報 67(講要):160.
- 10) 棚橋 恵ら (2004): 新潟農総研研報 6:15 ~ 25.