

イネ南方黒すじ萎縮ウイルスの感染環

農研機構 九州沖縄農業研究センター ^{まつ}松 ^{くら}倉 ^{けい いち ろう}啓一郎

はじめに

2010年に九州のイネ (*Oryza sativa*) で国内初発生が確認されたイネ南方黒すじ萎縮病は、フィジウイルス属の一種イネ南方黒すじ萎縮ウイルス Southern rice black-streaked dwarf virus (SRBSDV) の感染によって発症する。このウイルスは2001年に中国の広東省で最初に発見された新規発生ウイルスであり、発生地域はその後10年間でベトナム北部から中国南部、西日本一帯にまで急速に拡大している(松村・酒井, 2011)。新規発生ウイルスであったことから、発生当初は本ウイルスの感染環や生態については不明な点が多く、誤った知見も報告されていた。しかしその後、日本や中国を中心に研究がすすめられ、現在では本ウイルスの感染環はほぼ明らかになっている。本稿ではイネ南方黒すじ萎縮ウイルスの寄主範囲や植物-媒介昆虫間での本ウイルスの動態に関する知見をまとめた。なお、本ウイルスの被害の特徴や国内での発生原因については本誌の過去の記事(松村・酒井, 2011)を参照されたい。

I SRBSDVの寄主範囲

1 SRBSDVの媒介昆虫

(1) セジロウンカ

SRBSDVはセジロウンカ (*Sogatella furcifera*) によって他の植物に媒介される。感染植物を吸汁してウイルスを獲得したセジロウンカは生涯ウイルスを媒介し続けることができる(永続伝搬性)が(Pu et al., 2012; MATSUKURA et al., 2015)、卵を通じた次世代へのウイルス伝染(経卵伝染)は見られない(Jia et al., 2012)。したがって、セジロウンカ自らがSRBSDVに感染した植物を吸汁しない限り、その個体が保毒虫となることはない。また、セジロウンカの成虫、幼虫いずれもSRBSDVを獲得、媒介できる(Pu et al., 2012)。なお、SRBSDVはセジロウンカが唯一媒介することができる植物ウイルスである。

セジロウンカによるSRBSDVの保毒は、セジロウンカの行動や成長を変化させることが指摘されている。SRBSDVを保毒していないセジロウンカ成虫はSRBSDVに感染したイネを、SRBSDVを保毒した成虫はウイルスに感染していないイネをそれぞれ好んで加害する(WANG et al., 2014)。また、SRBSDVに感染したイネを吸汁して成長したセジロウンカは、より移動能力の高い長翅型の成虫になる(ZHANG et al., 2014)。ウイルス保毒に伴うこれらの変化は、SRBSDVのより効率的な感染拡大に寄与するものと考えられる。ただし、これら知見はすべて室内実験によって得られたものであり、近年のSRBSDVの急速な分布拡大に対するこれら形質の具体的な影響は不明である。一方、SRBSDVを保毒したセジロウンカやSRBSDVに感染したイネを吸汁し続けたセジロウンカは、ウイルスを保毒していないセジロウンカよりも寿命が短くなることが報告されており(ZHANG et al., 2014; XU et al., 2014)、セジロウンカへのSRBSDV感染はセジロウンカにとってはデメリットであると考えられる。

(2) ヒメトビウンカ

SRBSDVの発生が問題化した当初、ヒメトビウンカ (*Laodelphax striatellus*) もセジロウンカと同様、本ウイルスの媒介虫として報告されていたが、これは間違いである。ZHOU et al., (2008)による小規模な室内実験において、ヒメトビウンカも高確率でSRBSDVを媒介すると報告されたが、後に、これは実験時のセジロウンカの混入による可能性が高いことが同じ研究グループによって報告された(Pu et al., 2012)。ただし、ZHOU et al., (2008)で報告されたとおり、SRBSDVに感染した植物を吸汁したヒメトビウンカ体内から本ウイルスが検出されるのは事実である(Pu et al., 2012)。ヒメトビウンカが体内にSRBSDVを蓄積しているにもかかわらず保毒虫とならないのは、本ウイルスがヒメトビウンカの中腸部にのみ蓄積され、植物への媒介の必須条件である唾液腺へのウイルスの移行が見られないためである(Jia et al., 2012)。ただし、ヒメトビウンカはSRBSDVを媒介しないものの、イネ黒すじ萎縮ウイルス *Rice streaked-dwarf virus* (RBSDV) やイネ縞葉枯ウイルス *Rice striped virus* (RSV) 等、近年中国や日本で多発している他のイネウイルスの主要な媒介虫である。

The Infection Cycle of Southern Rice Black-streaked Dwarf Virus.

By Keiichiro MATSUKURA

(キーワード: セジロウンカ, ヒメトビウンカ, イネ, トウモロコシ, フィジウイルス)

2 SRBSDVの寄主植物

現在国内外で発生している本ウイルスによる被害のほとんどはイネにおけるものである (Zhou et al., 2008; 松村・酒井 2011)。また、国内ではまだ発生が確認されていないが、中国の一部地域ではトウモロコシ (*Zea mays*) への感染ならびに被害発生が問題となっている (Zhou et al., 2008)。媒介虫であるセジロウンカはイネのみで繁殖が可能であるが、トウモロコシやその他のイネ科植物を吸汁することは可能であり、その過程でSRBSDVはイネ以外の植物にも感染していくものと考えられる。実際に、セジロウンカの吸汁行動を通して、イネからトウモロコシに、反対にトウモロコシからイネへSRBSDVが媒介される (Zhou et al., 2008; Pu et al., 2012)。

イネとトウモロコシ以外にも、複数の植物においてSRBSDVの感染が報告されている。具体的には、ソルガム (*Sorghum bicolor*) やカラスムギ (*Avena fatua*)、オヒシバ (*Eleusine indica*) やイヌビエ (*Echinochloa crus-galli*)、キシユウスズメノヒエ (*Paspalum distichum*) やスズメノテッポウ (*Alopecurus aequalis*)、チカラシバ属の一種 (*Pennisetum flaccidum*) といったイネ科植物のほか、タマガヤツリ (*Cyperus difformis*) やミズガヤツリ (*Juncellus serotinus*) といった水田周辺に自生するカヤツリグサ科の雑草からもSRBSDVが検出

されている (Zhou et al., 2008; Li et al., 2012; Zhu et al., 2012)。室内実験ではカヤツリグサ科植物からイネ科植物へのウイルスの感染は確認されていないが、イネ科植物間であればSRBSDVはセジロウンカによって他の植物へ媒介される (Li et al., 2012)。

II イネ-セジロウンカ感染環におけるウイルスの動態

SRBSDVは複数の植物に感染するものの、農業上の重要性から、イネ-セジロウンカ間におけるウイルスの動態が詳細に解明されている (図-1)。

1 セジロウンカによる媒介

セジロウンカはSRBSDVが発病したイネを吸汁することでウイルスを獲得する。成虫、幼虫いずれも5分間程度の吸汁により3~4%の個体がウイルスを獲得する (Pu et al., 2012)。ウイルスの獲得率は感染株を吸汁する時間に応じて上昇し、成虫の場合、24時間の吸汁で約25%、7日間の吸汁では90%以上の個体がウイルスを獲得する (Pu et al., 2012; Matsukura et al., 2013)。ただし、ウイルスを獲得した個体がただちにウイルスを媒介できる (保毒虫となる) わけではない。これは、多くの昆虫媒介性ウイルスで見られるのと同様、虫体内に侵入したウイルスが中腸細胞内で増殖し、血液を通して唾液腺に移行するための時間 (潜伏期間) が必要なためである。

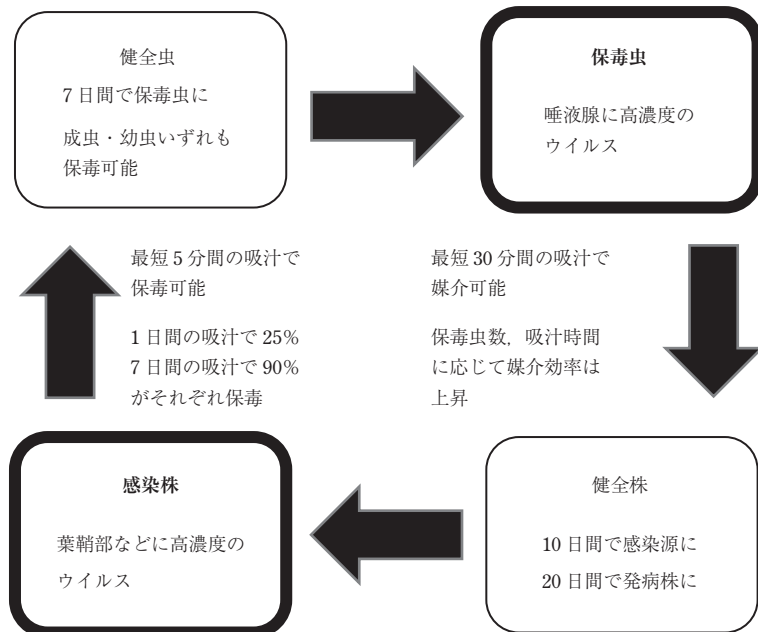


図-1 イネ-セジロウンカ感染環におけるイネ南方黒すじ萎縮ウイルスの動態の概要

SRBSDV を獲得したセジロウカは、獲得後 6～10 日でほとんどが保毒虫となるのが複数の実験で確認されており (Zhou et al., 2008; Pu et al., 2012; MATSUKURA et al., 2013), 本ウイルスの潜伏期間はおおむね 1 週間と考えるのが妥当である。

この潜伏期間はセジロウカ体内における SRBSDV 濃度の解析結果からも支持されている。セジロウカが保毒虫となるためには、体内における SRBSDV のカプシドタンパク質遺伝子の RNA 濃度が 1,000 コピー以上必要であり、同 RNA 濃度が 10,000～100,000 コピーの個体が最も媒介効率が高い (MATSUKURA et al., 2015)。セジロウカ体内に侵入した SRBSDV は侵入後 1 日目には体内での増殖を開始しているが、ウイルス媒介に最も重要な唾液腺内の同 RNA 濃度がこの値に達するのはウイルス獲得後 7 日目である (MATSUKURA et al., 2015)。虫体内全体のウイルス濃度と唾液腺内のウイルス濃度の関連については不明な点があるものの、唾液腺内の SRBSDV 濃度の変動は、SRBSDV の潜伏期間が 1 週間程度であることを支持している。

イネへの SRBSDV の媒介効率は、保毒虫の密度と吸汁時間に依存する。吸汁する保毒虫の密度が高いほど、ウイルスの媒介効率は高くなる (Zhou et al., 2008)。また、1 頭の保毒虫がイネ幼苗を吸汁した場合、最短で 30 分間の吸汁によりウイルスはイネへ媒介され (Pu et al., 2012), 吸汁時間が長くなるにつれて、媒介効率は高まる (Pu et al., 2012; MATSUKURA et al., 2015)。なお、同一の虫密度・吸汁時間であれば、成虫と幼虫間 (Pu et al., 2012), オス成虫とメス成虫間 (Pu et al., 2012; MATSUKURA et al., 2015) いずれの間にもウイルス媒介効率に大きな違いはない。

2 感染植物でのウイルスの動態

SRBSDV は幼苗期～出穂期いずれのイネにも感染するが、病徴が現れるのは幼苗期～分けつ初期にウイルスに感染した株のみである (Zhou et al., 2008; 農研機構, 2016)。SRBSDV に感染したイネ幼苗は 27℃ 条件下では感染後約 20 日間が経過すると葉先のねじれや草丈の伸長抑制、新葉の展開遅延等の症状が発症する (MATSUKURA et al., 2013)。植物体内の SRBSDV 濃度は感染から発症までの間徐々に増加し、発症時には成長点を除くほぼすべての部位からウイルスを検出でき、特に葉鞘部や発症前に展開済みの緑色葉には他の部位よりも高濃度のウイルスが蓄積されている (MATSUKURA et al., 2013)。

SRBSDV に感染したイネは新たなウイルス感染源となるが、セジロウカへのウイルス媒介効率は感染後の経過日数に依存する。27℃ 条件下においては、感染イネ

は感染後 0～10 日間は感染源とはならない。感染後 10～20 日にかけてセジロウカへのウイルス媒介効率は上昇し、病徴が現れはじめる感染後 20 日目には高い媒介効率を示す (MATSUKURA et al., 2013)。ここで注意すべき点は、感染後 10～20 日目の無病徴の感染イネもセジロウカへのウイルス感染源となっていることである。一般に昆虫媒介性ウイルスの防除においては、感染株を圃場から除去して新たな保毒虫の発生を防止することがウイルス病の被害拡大に効果的であるとされているが、SRBSDV においては無病徴の感染源が存在することから、本手法による被害防止効果は期待できない可能性がある。

III 国内での被害発生防止に向けて

唯一の媒介昆虫であるセジロウカは日本国内では越冬できないため、国内で発生する SRBSDV は梅雨期に中国大陸から飛来するセジロウカによってもたらされると考えられる。2011 年以降、国内で SRBSDV の被害が目立っていないのは飛来源であるベトナム北部や中国南部での本ウイルスの発生が小康状態にあるためであるが、SRBSDV を保毒したセジロウカの飛来や国内 (九州) における感染株の発生は毎年確認されており、中国大陸での発生状況次第で、今後国内において再び SRBSDV が多発する可能性がある。本章では、主に飛来個体群を対象とした SRBSDV 防除技術を簡潔に紹介する。なお、防除技術の詳細については農研機構九州沖縄農業研究センターより発行されている本ウイルス病の防除マニュアル (農研機構, 2016) を参照されたい。

1 飛来保毒虫のモニタリングと発生量予測

国内での SRBSDV の発生予察のためには、中国大陸から飛来するセジロウカの飛来量とウイルス保毒状況を迅速に把握することが重要である。飛来量に関しては JPP-NET で運用されているウカ類飛来予測システムを中心とした既存のモニタリング方法により飛来量と飛来時期を把握できる。一方、飛来個体群のウイルス保毒状況の把握には、専用のウイルス検出法が必要である。SRBSDV に特化したウイルス検出法として、RT-PCR 法 (Zhou et al., 2008), RT-リアルタイム PCR 法 (MATSUKURA et al., 2015) 等が確立されているが、大量の個体からの迅速なウイルス検出が必要という点から、ELISA 法 (Wang et al., 2012; 農研機構, 2016) が最も実用的なウイルス検出法であると考えられる。SRBSDV に特異的な抗体は国内でもすでに開発されており (農研機構, 2016), 近い将来、この抗体を利用した ELISA 法の普及が期待される。

圃場でのSRBSDV発病株率は、セジロウンカの飛来量とウイルス保毒率から予測できる。松比良(2015)は網室を用いた半野外条件下での試験により、SRBSDVを保毒したセジロウンカ成虫1頭の生涯媒介株数を0.02株と算出したうえで、セジロウンカの飛来量と保毒率に基づくSRBSDV発病株率の予測表を作成した。これによると、例えばセジロウンカ飛来量が5頭/株で保毒虫率が2.5%程度であれば本病の発病リスクは低いが、飛来量が30頭/株、保毒虫率が10%という状況下では、発病株率は最大で57%にまで達する可能性がある。本表による予測精度は今後改善する余地はあるが、暫定的なSRBSDV発病株率予測法として利用できる。

2 箱施用薬剤処理によるウイルス感染防止

イネ育苗時の箱施用薬剤を処理することによりSRBSDVの感染を予防できる(農研機構, 2016)。イミダクロプリド(商品名: アドマイヤー)やピメトロジン(商品名: チェス)等、セジロウンカに対する殺虫効果がある箱施用薬剤を幼苗期に施用することで、飛来する保毒虫によるウイルス媒介を防げる。一方、イネウンカ

類の一種であるトビイロウンカに対して効果の高いフィプロニルを含む箱施用薬剤は、セジロウンカに対する殺虫効果はないため(MATSUMURA et al. 2014), SRBSDVの感染を予防することはできない。箱施用薬剤を処理する際には、登録農薬を確認のうえ、防除効果を期待できる防除薬剤を選択する必要がある。

引用文献

- 1) JIA, D. et al. (2012): *Virus Res.* **167**: 404 ~ 408.
- 2) LI, Y. et al. (2012): *J. Integr. Agr.* **11**: 621 ~ 627.
- 3) 松比良邦彦 (2015): *グリーンレポート* **548**: 10 ~ 11.
- 4) MATSUKURA, K. et al. (2013): *Phytopathol.* **103**: 509 ~ 512.
- 5) ————— et al. (2015): *ibid.* **105**: 550 ~ 554.
- 6) 松村正哉・酒井淳一 (2011): *植物防疫* **65**: 244 ~ 247.
- 7) MATSUMURA, M. et al. (2014): *Pest Manag. Sci.* **70**: 615 ~ 622.
- 8) 農研機構 (2016): *イネ南方黒すじ萎縮病の発生生態, 診断および防除マニュアル*, 九州沖縄農業研究センター, 熊本, 23pp.
- 9) PU, L. et al. (2012): *Crop Prot.* **41**: 71 ~ 76.
- 10) WANG, H. et al. (2014): *Phytopathol.* **104**: 196 ~ 201.
- 11) WANG, Z. et al. (2012): *Viruses* **4**: 167 ~ 183.
- 12) XU, H. et al. (2014): *Virol. J.* **11**: 55.
- 13) ZHANG, J. et al. (2014): *J. Econ. Entomol.* **107**: 92 ~ 97.
- 14) ZHOU, G. et al. (2008): *Chin. Sci. Bull.* **53**: 3677 ~ 3685.
- 15) ZHU, J. et al. (2012): *J. Hunan Agric. Univ.* **38**: 58 ~ 60.

農林水産省プレスリリース (28.4.13 ~ 5.15)

農林水産省プレスリリースから、病害虫関連の情報を紹介します。

<http://www.maff.go.jp/j/press/syouan> の後にそれぞれ該当のアドレスを追加してご覧下さい。

◆ 「平成28年度病害虫発生予報第1号」の発表について
(4/19) /syokubo/160419.html

◆ 「平成28年度農薬危害防止運動」の実施について (4/26)
/nouyaku/160426.html