

温州萎縮ウイルス(SDV)汚染ほ場における 土壌消毒の効果と台木の耐病性

影山智津子¹⁾・市川健²⁾・太田光輝³⁾・増井弘子⁴⁾・芹沢拙夫⁵⁾・伏見典晃⁶⁾・

神尾章子⁷⁾・岩波徹⁸⁾

¹⁾ 農林技術研究所果樹研究センター (現農林技術研究所本所), ²⁾ 農山村共生課, ³⁾ 日星石油(株), ⁴⁾ 中部農林事務所, ⁵⁾ JA 静岡経済連, ⁶⁾ 農林技術研究所本所, ⁷⁾ 東部農林事務所, ⁸⁾ (独)農研機構果樹研究所

The Effect of Soil Disinfection and Disease Tolerance of Root Stock in Fields Infected with *Satsuma Dwarf Virus*

Chizuko Kageyama, Takeshi Ichikawa, Kouki Ota, Hiroko Masui, Setsuo Serizawa,
Noriaki Fushimi, Akiko Kamio and Toru Iwanami

¹⁾Fruits Research Center/Shizuoka Res. Inst. of Agri. And Forest., ²⁾Rural Development Office, ³⁾Nissei Oil Co.Ltd., ⁴⁾Chubu Office of Agri. And Forest., ⁵⁾JA Shizuoka Keizairen, ⁶⁾Shizuoka Res. Inst. of Agri. And Forest., ⁷⁾Tobu Office of Agri. And Forest., ⁸⁾National Institute of Fruit Tree Science

Abstract

Soil disinfection by agrichemicals and killing of infected trees with herbicides was tested to be virus-free in fields infected by the *Satsuma dwarf virus*. When infected trees survived, the virus was detected in trifoliate oranges planted one meter from an infected tree in three years from planting. However, in the field where soil disinfection was carried out, no cases of infection were observed in eleven years after planting. In the tested rootstocks the trifoliate orange was the most susceptible and 'Natsudaidai' was the most resistant. It seemed that resistant individuals were found in the hybrids of 'Natsudaidai' and trifoliate orange, though each rootstock has different characteristic features.

キーワード : 温州萎縮病, SDV, 土壌消毒, 耐病性台木

I 緒 言

温州萎縮病は、温州萎縮ウイルス (*Satsuma dwarf virus*: 以下 SDV) によってカンキツ類に引き起こされるウイルス病で、接木伝染⁷⁾以外に土壌伝染⁸⁾をすることが知られている。本病害は1930年頃、静岡県の中中部地域で初めて発見され、1950年山田・澤村によりウイルス病と確認された¹⁾。1978年～82年に静岡県各地のミカン産地に多数導入された極早生温州の苗木に本ウイルスが感染していた¹⁾ことから、県内の広範囲に本病害が広まった。その対策として、苗木のウイルスフリー化と無病苗の導入が行われるようになり、新たな感染地域の拡大は少なくなった。同時に、毎年、静岡県農林技術研究所果樹研究センターでウイルス検定を行い、罹病樹や汚染ほ場を特定し、罹病樹の除去を行っている。しかし、本ウイルスのベクターや伝染機構について明らかになっていないため、一度土壌が汚染してしまうと、防除するのは容易ではない。1995～2009年までに当センターで実施した県内農家ほ場や母樹園から持ち込まれる検体のウイルス検定結果の推移を見ると、土壌伝染するSDVの陽性個体数は年により増減はあるものの、総じて減少してはいない(図1A)。これに対して土壌伝染しないカンキツタターリーフウイルス(=リンゴステムグルービングウイルス: 以下 ASGV)は、年々陽性数が減少しているのが明らかである(図1B)。この検定は、検体を県内ほ場から無作為に抽出しているわけではないので、この結果が県全体の感染状況を示しているわけではない。しかし、これまでの罹病樹の除去と無病苗の導入という防除対策では、SDVに対しては完全な防除対策になっていないことを示している。

一般的に土壌中のウイルスを不活化する手段として土壌消毒が有効であるが、トマトのモザイクウイルス ToMV では土壌中の根を早く分解させることがウイルスの不活化促進に有効である⁴⁾ことが報告されている。カンキツ樹では、機械等で根を抜根しても完全には取りきれず多くの根が残る、そこで、薬剤による土壌消毒の他に、伐採後の根部を早く枯死・腐敗させるため、除草剤を用いた根部の枯死処理による防除効果も検討した。さらに、カンキツの種類により温州萎縮病の症状の発生程度が異なることから、症状の出にくいナツダイダイとナツダイダイを片親にカラタチを交配した個体の耐病性を検討し、耐病性台木としての利用を考察した。

II 材料及び方法

1 汚染ほ場の土壌伝染防止試験

汚染土壌の処理方法として、クロルピクリンによる土

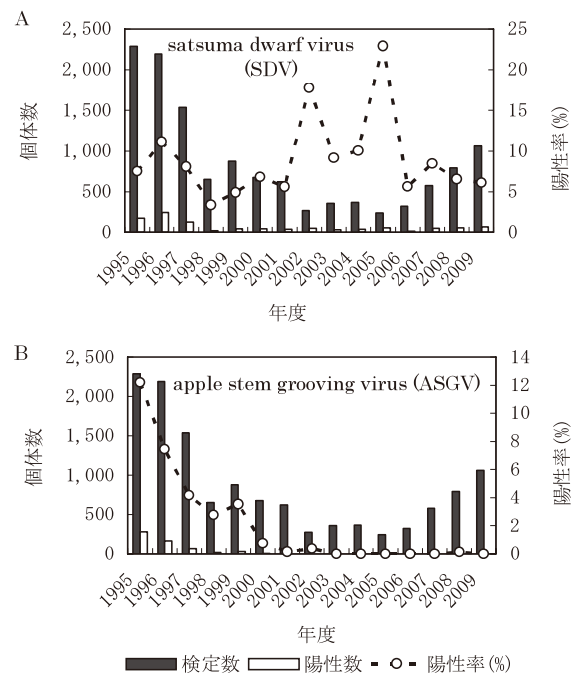


図1 静岡県農林技術研究所果樹研究センターで実施したカンキツ樹のウイルス検定結果の推移(1995-2009)

壌消毒と除草剤による罹病樹の処理について検討した。試験場所は、静岡市清水区、果樹研究センター内の階段畑、供試樹はSDVに感染した「青島温州」(*Citrus unshiu*, 28年生, 対照区のみ33年生)を用いた。試験区は表1のとおりで、処理は1995年10月に行った。除草剤処理区は、罹病樹伐採後、切り口に約5ml/樹の除草剤(グリホサート)原液を塗布し枯死させた。土壌消毒区は、9m²の面積に、縦・横とも50cm間隔で50及び30cmの深さに注入機を用いてクロルピクリンを1穴当たり5ml処理した(10a当たり40リットル相当量)。処理後ビニール被覆し、その後ガス抜きを行った。

表1 SDV汚染ほ場における試験区の処理方法

試験区	処理方法
A	除草剤処理 罹病樹を地上部切断後、除草剤を塗布して枯死
B	土壌消毒 罹病樹を抜根除去後、土壌消毒剤を処理
C	対照 罹病樹をそのまま生存 (罹病樹生存)

2 台木の耐病性試験

汚染ほ場の土壌消毒と除草剤による罹病樹の処理(材料及び方法の1による)後,罹病樹(罹病樹を伐採した区は栽植跡)から半径1mの円周上に,3種類の台木品種を5樹ずつ交互に植えた(図2,3).供試した台木品種は,日本でのカンキツの一般的な台木であるカラタチ(*Poncirus trifoliata*),樹勢が良く萎縮症状が現れにくいナツダイダイ(*C. natsudaidai*),さらに農水省果樹試験場興津支場(現:果樹研究所カンキツ研究興津拠点)で作出されたナツダイダイとカラタチの交雑個体であった.それぞれ実生から育成し,台木品種の植栽時期は,カラタチとナツダイダイは土壌消毒と除草剤による罹病樹の処理から7ヶ月後,交雑個体は23ヶ月後であった.

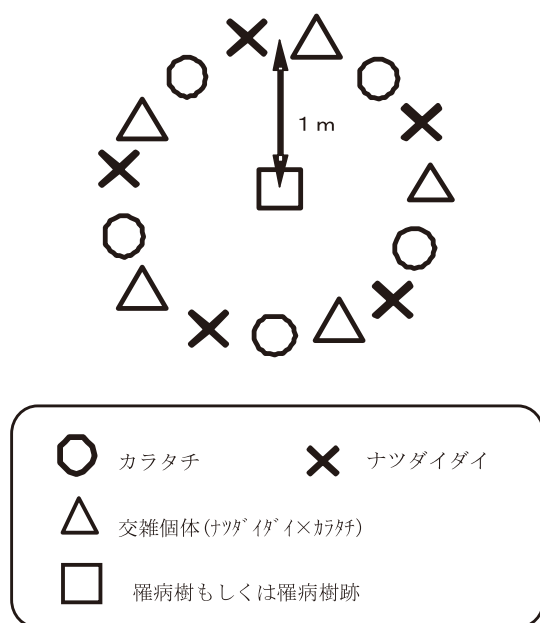


図2 耐病性試験における台木の栽植配置

3 ウイルス感染の検出

SDVによる感染の有無は,定植翌年から毎年1回,春に新梢を採取しDAS-ELISA法で検定した. DAS-ELISAに用いた抗体は,(社)日本植物防疫協会から入手し,常法により検出した.検出結果は経時的な感染率を算出し評価した.

4 供試台木の生育調査

供試した3種類の台木の樹勢の参考とするために,定植10年後に地際部から10cmの主幹部の幹径を測定した.



図3 台木の栽植状況(対照区)

III 結 果

1 汚染ほ場の土壌伝染防止試験

罹病樹あるいは罹病樹跡の周囲に植栽したカラタチの温州萎縮病感染の推移は,罹病樹をそのまま残した対照区では定植3年後には50%が感染し,9年後には100%の個体が感染した(図4).これに対し,除草剤処理区では定植7年後に初めて罹病個体が見られたが,その後の増加はなかった.土壌消毒区では定植後の11年間に感染は認められなかった.

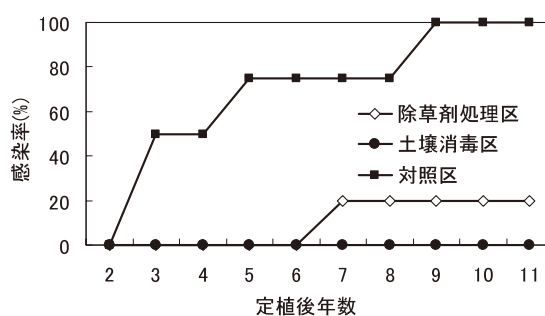


図4 罹病樹及び土壌の処理方法とSDVのカラタチへの定植後の感染推移

2 台木の耐病性試験

カラタチ,ナツダイダイ,ナツダイダイとカラタチの交雑個体の各処理区における感染の推移を調査したところ,対照区では,カラタチの感染が最も高く,3年後には50%,9年後には100%の個体が感染した(図5).次いで交雑個体で,8年後に1個体感染したが,その後罹病個体の増加はなかった.除草剤処理区では7年後にカラタチが1個体感染した.ナツダイダイ及び交雑個体

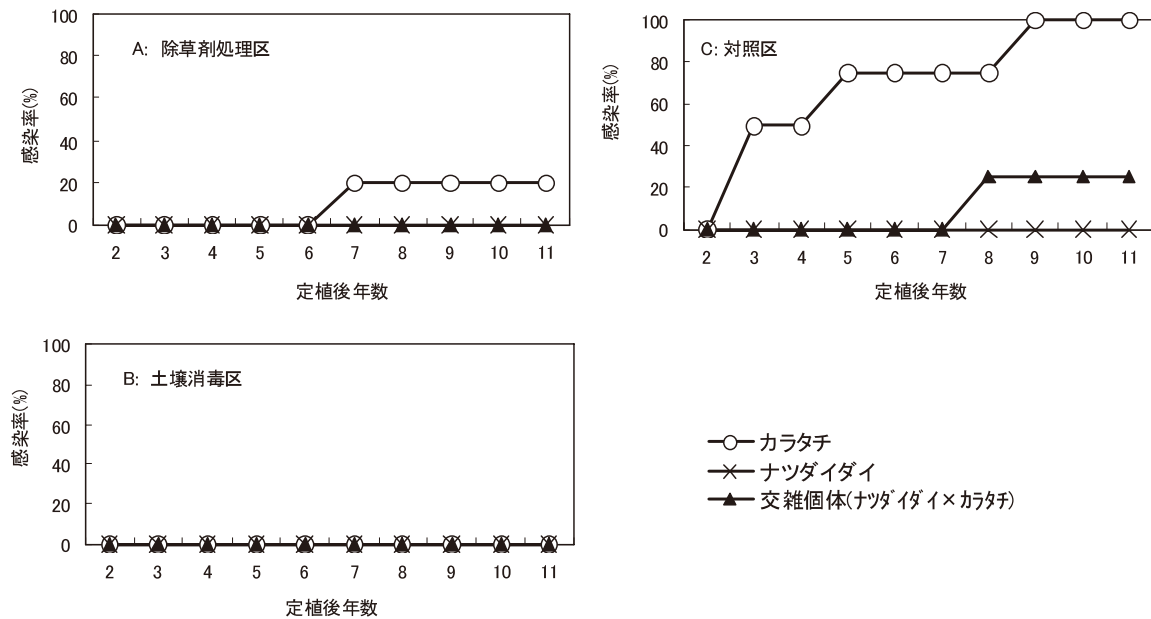


図5 台木種類別のSDVの感染推移

は感染が認められなかった。土壌消毒区では、カラタチ、ナツダイダイ、交雑個体のいずれも感染が認められなかった。

除草剤処理区と対照区におけるSDV感染の平面的な広がり方を経時的にみると(図6)、対照区では3年後に2樹の感染があり、さらに5、8、9年後に1樹ずつが感染した。階段畑の上下方向に関係なく感染は起こった。感染した株に挟まれたナツダイダイは、11年後も感染しなかったため、このことから耐病性であることが示唆された。交雑個体についても11年後まで感染しなかった樹は耐病性を持つ可能性が高いと考えられた。

除草剤処理区では7年後にカラタチの1樹が感染した。しかし、この感染前に、この処理区の左側に隣接するウンシュウミカンにSDVの感染が認められている(データ掲載無し)ことから、別の樹から感染した可能性があり、除草剤の処理による影響なのかは明らかにならなかった。

3 台木品種の生育

供試した3種類の台木品種では、ナツダイダイの樹勢が最も強く、カラタチがわい性であった。カラタチとナツダイダイは珠心胚実生であるが、ナツダイダイとカラタチの交雑個体は交雑胚に由来するので、1個体毎に樹勢が異なった。定植10年後に地際部から10cmの主幹部の幹径を測定したところ、平均ではカラタチが最も細く、ナツダイダイが最も太く、カラタチの2倍以上であった(表2)。交雑個体の平均値はカラタチよりやや太

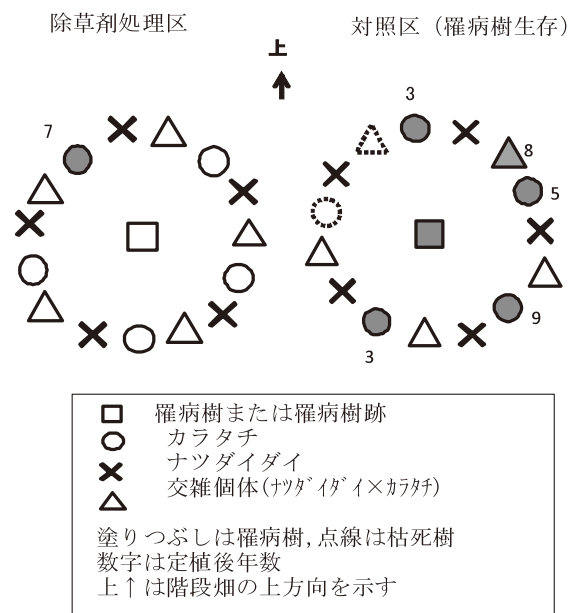


図6 除草剤処理区及び対照区におけるSDV感染の平面的、経時的推移

い程度であったが、個体によるばらつきは大きかった。

IV 考 察

本研究の結果から、汚染ほ場において温州萎縮病の再感染を防止するためには、罹病樹を伐採、抜根後土壌消毒を行うことが望ましい。過去の試験例では、土壌消毒

表2 台木の生育

台木品種	調査 個体数	幹径 (mm) ¹⁾		
		(平均±S.D.)		
カラタチ	14	34	±	15
ナツダイダイ	15	85	±	13
交雑個体	14	41	±	22

¹⁾測定時期：定植10年後、測定箇所：主幹部の地際部より10cm

をしても5年以上経過した後に再感染する事例が報告されている³⁾。この原因について一概には言えないが、一つとして土壤消毒が十分であったかどうかを考えられる。クロルピクリンの場合、ガスの拡散による病原菌の死滅範囲は土壤の種類や土壤水分条件によって異なるが、砂壤土の中湿条件で垂直30cm、水平25cmの範囲である⁵⁾ので、カンキツの根圏を立体的に十分カバーするような注入の仕方を工夫する必要がある。また、現場では植穴処理のみの場合もあるが、これも不十分と考えられる。また、十分に土壤消毒しても、10年以上経過した後に再感染が見られる事例も報告されている¹⁾。今回の試験においてカラタチでは、感染樹の周囲に無病樹を植えると3年後に最初の感染が確認された。無病株を植えてからELISA法により感染が確認されるまでに3年以上必要であったが、ELISA法は春の新梢しか材料として使用できないため、どの時点で感染が起きたかは不明である。検定用の材料を採取した時点で無病であると判定された樹でも、実際には感染をしていた可能性がある¹⁾と推察される。従って、土壤消毒しなかった周囲の園地や樹が当時は無病であっても年月とともに発病し、そこから伝染したとも考えられる。あるいはカンキツ以外の雑草等が感染源となることも考えられるが、ベクターや伝染機構が明らかになっていないため、原因を考察することは困難である。

除草剤によって根を枯死させる方法は、処理が土壤消毒に比較して容易であることから有望ではあるが、今回の結果では感染が見られた。この感染がどこに由来するものか、疑問が残る結果となり再検討が必要である。

台木品種の耐病性では、ナツダイダイ及びナツダイダイとカラタチの交雑個体の一部で、SDVの接木接種による樹体内移動が遅いことが報告されている²⁾。今回試験した結果からも、ナツダイダイが最も耐病性があると考えられるが、台木としては畜性のため、果実品質を考慮すると使用しにくい品種である。ナツダイダイとカラタチの交雑個体のなかにも耐病性を持つ個体があり、わ

い性を示す個体もあるので、これらは台木として有望であると考えられる。

クロルピクリンは温州萎縮病に対する土壤消毒剤として有望であることが、明らかになった。本剤は最近までカンキツに登録がなかったが、平成20年10月22日付けで「かんきつ(苗木)」に登録され、使用可能となった。

カンキツ栽培の園地は、傾斜地が多く機械も入りにくいことから、土壤消毒は重労働である。今後、土壤消毒方法についても、軽労働な形に改良していく必要がある。また、汚染土壤の無毒化を完全なものにするため、SDVに感染しにくく、カラタチ並みの品質の果実を生産できる台木を選抜していく予定である。

なお、本研究は1995年より開始された研究課題「カンキツウイルスフリー苗供給体制の確立(研究担当者：芹澤拙夫、野村明子、太田光輝、増井弘子、加藤光弘、伏見典晃、神尾章子)及び「温州萎縮病等ウイルス汚染ほ場の管理技術の確立(研究担当者：市川健、影山智津子)」において実施され、農水省果樹試験場興津支場(現：果樹研究所カンキツ研究興津拠点)(研究担当者：岩波徹)の協力の下、得られた成果である。

V 摘 要

温州萎縮病に汚染された圃場の土壤伝染防止対策として、農薬による土壤消毒と除草剤による罹病樹枯死処理を実施した。罹病樹をそのまま生存させたままでは、罹病樹から1mの距離に植栽したカラタチにおいて定植3年後から感染が認められたが、土壤消毒を実施すると定植後11年経過しても感染は認められなかった。3種類の台木の中では、カラタチが最も罹病性で、ナツダイダイは最も耐病性であった。ナツダイダイとカラタチの交雑個体は個体ごとに特性が異なるが、カラタチより耐病性と思われる個体も存在した。

引用文献

- 1) 井上一男(1986)：温州萎縮病の被害防止対策(あたらしい農業技術 No. 139)，静岡県農業水産部，13pp.
- 2) 岩波徹・根角博久・生駒吉識・平林利郎(2004)：ナツダイダイとカラタチの交雑種の温州萎縮ウイルスに対する反応，日植病報 71：29.
- 3) 片木新作・牛山欽司(1990)：温州萎縮病に関する研究(第3報)土壤伝染の実態と土壌遮断及び土壌消毒による伝染防止効果，神奈川園試研報 40:11-18.
- 4) 長井雄治(1981)：タバコ・モザイク・ウイルスに起因するトマトおよびピーマンのモザイク病の防除に

-
- 関する研究, 千葉農試特報, 9:1-109.
- 5) 牧野孝宏・手塚信夫・鈴木孝仁・中村秀雄(1986): クロルピクリンにおける土壤中の拡散とうね内処理によるイチゴ萎黄病の防除, 静岡農試研報, 31: 23-30
- 6) 山口昭・家城洋之・山田峻一・井上一男(1981): 温州萎縮病発病跡地に植えたウンシュウミカン樹の再感染, 日植病報, 47:414.
- 7) 山田峻一・澤村健三(1952): 温州蜜柑の萎縮病に関する研究. 予報, 東海農試研報(園芸) 1:61-71.