

# ウメ ‘露茜’ に発生した斑入果からのホップ矮化ウイルス plum 系統 (HSVd-plum) の検出と対策

沼口孝司<sup>1,4</sup>・江畑真美<sup>1,5</sup>・仲 慶晃<sup>1,6</sup>・間佐古将則<sup>2,7</sup>・武田知明<sup>3</sup>・大江孝明<sup>1</sup>

<sup>1</sup>和歌山県果樹試験場うめ研究所

<sup>2</sup>和歌山県果樹試験場かき・もも研究所

<sup>3</sup>和歌山県果樹試験場

## Identification of *Hop stunt viroid-plum* (HSVd-plum) from Dappled Fruit in Japanese Apricot ‘Tsuyuakane’

Koji Numaguchi<sup>1,4</sup>, Mami Ebata<sup>1,5</sup>, Yoshiaki Naka<sup>1,6</sup>, Masanori Kansako<sup>2,7</sup>, Tomoaki Takeda<sup>3</sup> and Takaaki Oe<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Japanese Apricot Laboratory, Fruit Tree Experiment Station, Wakayama Prefecture

<sup>2</sup>Laboratory of Persimmon and Peach, Fruit Tree Experiment Station, Wakayama Prefecture

<sup>3</sup>Fruit Tree Experiment Station, Wakayama Prefecture

## 緒 言

ウメ ‘露茜’ はニホンスモモ ‘笠原巴旦杏’ とウメ ‘養青’ との種間交雑によって育成された品種であり (八重垣ら, 2012), アントシアニンの増加により果皮および果肉が鮮紅色となる特性を有する。本品種は, 追熟によって果実中のアントシアニン含量がさらに増加することが知られており (大江ら, 2016), 十分に着色した果実を加工すると鮮やかな赤色の梅酒やシロップができる他, 従来のウメにない新たな需要創出につながる可能性が期待され, 本県では栽培面積 15.4 ha, 収穫量 9.4 トンにまで生産が拡大してきた (農林水産省, 2019)。産地では新たにプレハブ式処理庫を設置し, 約 2 トンの果実を一度にエチレン処理することで追熟, 着色させる技術が確立され, さらなる収穫量の増加ならびに需要拡大に備えている (大江ら, 2021)。

そのような中, 2017 年に, 追熟処理後の ‘露茜’ の選果中に, 果皮の着色が不十分で, まだら模様を呈する果実 (以降, 斑入果) が発見された (図 1)。「露茜」においては, 果皮および果肉が追熟によって十分に着色することが品質上極めて重要であるため, 生産現場からは早急な原因究明ならびに本症状の発生が果実中のアントシアニン含量に与える影響についての調査を求められた。本症状は外観上, ホップ矮化ウイルス plum 系統 (*Hop stunt viroid-plum*; HSVd-plum) を病原とするスモモ斑入果病の病徴に類似していた。「露茜」はスモモを片親にもつとともに, その特性もスモモに類似していることから, 本症状は HSVd-plum の感染によるものである可能性が疑われた。スモモ斑入果病は, 山梨県のスモモで発見され, 感染すると ‘太陽’, ‘大石早生’, ‘ビューティ’, ‘サンタ

ローザ’では斑入果となり，‘ソルダム’では果皮や果肉が品種特有の鮮紅色とならず，黄化症状が生じる病害であるが（寺井，1992），ウメでの発生事例はない。



図1 ‘露茜’で発見された斑入果

ウイルスは環状1本鎖RNA（約250-400 nt）で構成される，最小の植物病原体であり（佐野，2010），2021年7月現在，2科8属44種に分類されている（International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV), 2021）。園芸植物に感染するウイルスとしては，ジャガイモ等に感染するジャガイモやせいもウイルス（*Potato spindle tuber viroid*; PSTVd），キク等に感染するキク矮化ウイルス（*Chrysanthemum stunt viroid*; CSVd），カンキツ類に感染するカンキツエクソコーティスウイルス（*Citrus exocortis viroid*; CEVd）などが挙げられる（松下，2011）。ウイルスは宿主細胞に侵入後，自身由来の small RNA を生じ，宿主植物における RNA サイレンシング機構を誘導して，類似した配列をもつ遺伝子発現に干渉することで病徴発現を引き起こすというメカニズムが提唱されている（佐野，2010）。伝染方法は汁液伝染，栄養繁殖による伝染（接ぎ木等），種子伝染および花粉伝染である（松下，2016）。特に果樹では，せん定作業によって大規模な汁液伝染が起こる可能性が懸念されるため，せん定器具の消毒法について検討することは大変重要である。

そこで本研究では，まず発見された斑入果から既報ウイルスの検出を試みた。その結果，HSVd-plum が検出されたため，県下における感染樹の分布について調査を行った。加えて，汁液伝染の防止策として，せん定器具の簡易消毒法について検討するとともに，斑入果の発生による果実中のアントシアニン含量への影響について考察したので報告する。

## 材料および方法

### 試験1 RT-PCRによる‘露茜’斑入果からのHSVd-plumの検出

2017年にJA紀州選果場（和歌山県日高郡みなべ町気佐藤）で選果中に発見された‘露茜’斑入果を用いた。本果実から果皮を含む5 mm角程度の果実片をナイフで切り出し，Nakaune・Nakano（2006）の方法に準じて次の通り試料を調製した。まず，抽出バッファ（組成：50 mM クエン酸ナトリウム，2%（w/v）ポリビニルピロリドン K25，10 mM ジチオスレイトール）1 ml と果実片をポリ袋（ユニパック A-8，生産日本社）に入れ，果実片を袋の上から乳棒で押しつぶし，上清を回収

して抽出液とした。この抽出液 5 µl と DEPC 処理水 15 µl を混合し、サーマルサイクラーを用いて 75°C・5 分間の変性処理を行った。処理済の抽出液 1 µl を鋳型とし、OneStep RT-PCR kit (キアゲン) を用いて全量を 20 µl とした RT-PCR を行った。PCR 条件は 50°C・30 分の逆転写反応、95°C・15 分の変性処理に続いて、95°C・15 秒、56°C・20 秒、72°C・40 秒の PCR 反応を 40 サイクル行い、最終伸長反応 72°C・2 分の後、20°C 保温とした。プライマーは HSVd の全ゲノムを増幅する既報の HSVC-1 (5'-GGCTCCTTTCTCAGGTAAG-3') および HSVS-2 (5'-CCGGGGCAACTCTTCTCAGAATCCA-3') (草野・下村, 1997) を使用した。PCR 産物は 1.5% アガロースゲル電気泳動、染色後にバンド (297 bp) の有無を確認した。分子量マーカーは OneSTEP Ladder 100 (ニッポン・ジーン) を使用した。

ウイルスの種および系統を同定するため、PCR 産物からダイレクトシーケンシングにより全長の塩基配列を取得した。電気泳動後のアガロースゲルから PCR 産物に該当するバンドを切り出し、FastGene Gel/PCR Extraction Kit (日本ジェネティクス) により精製して 20 µl のバッファに溶出した。精製後の PCR 産物について、HSVc-1, HSVS-2 のそれぞれを用いて 3730xl DNA Analyzer (Applied Biosystems) によりシーケンスした。得られた 2 本の配列を目視にてクオリティトリミングのうえ統合して完全長配列を復元し、BLAST データベースにおける相同性検索に供した。なお、検索でヒットした配列のうち代表的なものについて、MAFFT ver.7 (Katoh et al. 2013) を用いて今回得られた配列とアラインメントし、比較した。

## 試験 2 県下における HSVd-plum 感染樹の分布調査

### 1) 苗木における調査 (2017, 2018 年)

県下植栽の‘露茜’苗木 2,753 樹 (内訳：海草, 那賀および伊都地域 101 樹, 有田地域 857 樹, 日高および西牟婁地域 1,795 樹) について、RT-PCR 検定を行った。なお、東牟婁地域には、調査時点で‘露茜’の植栽はなかった。2 年生枝基部に着生した 3 枚/樹の葉を採取して 1 サンプルとみなし、葉柄基部から試験 1 の方法で抽出液を調製し、RT-PCR を行った。なお、本調査で発見された感染樹のうち代表的な 1 樹について、ダイレクトシーケンシングによりウイルスの塩基配列を取得するとともに、スモモとの交雑に由来しないウメへの伝染性について調べるため、台木部 (ウメ自然交雑実生) から採取した葉を用いた RT-PCR を行った。

### 2) 高接ぎ樹における調査 (2019 年)

日高地域植栽の‘露茜’高接ぎ樹 325 樹について、RT-PCR 検定を行った。中間台木あたり、高接ぎした‘露茜’の枝それぞれについて 2 年枝基部に着生した葉を 1 枚/枝ずつ採取して 1 サンプルとみなし、葉柄基部から試験 1 の方法で抽出液を調製し、RT-PCR を行った。

## 試験 3 せん定器具の簡易消毒法の検討

### 1) 洗浄剤の選定

試験 2 において確認された感染樹のうち、果実における病徴が明らかな樹から徒長枝を採取し、せん定ばさみ (岡恒) およびせん定のこぎり (天寿, 刃渡り 210 mm) で 10 回程度切り付け、汁液を十分に付着させた。試験区は①洗浄なし、②残さのみふき取り除去、③水道水で洗浄後ふき取り、④70%エタノールをハンドスプレーで噴霧後ふき取り、⑤5%第三リン酸ナトリウム溶液 (ピストロン 10 (旭化学工業) を水道水で希釈) を噴霧後ふき取り、⑥次亜塩素酸ナトリウム 6% 含有洗浄剤 (キッチン泡ハイター, 花王) を噴霧後ふき取り (①のみせん定ばさみ, のこぎりと

もに実施，②以降はのこぎりのみ実施)とし，それぞれ3反復行った．なお，試験区④～⑥については，ふき取り後，検定用サンプル調製の前に，洗浄剤除去のため水道水ですすいだ．検定試料は，200  $\mu$ l の抽出バッファ (試験 1 と同じ) をチューブに入れ，それを染みこませた極細綿棒で刃の汚染部全体を数回に分けてふき取ることで調製し，試験 1 の方法で RT-PCR 検定に供した．

## 2) 第三リン酸ナトリウムおよび次亜塩素酸ナトリウムの HSVd-plum 除去効果の比較

試験 3 の 1) と同様に汚染したせん定のこぎりを準備した．次に，5% 第三リン酸ナトリウム溶液または次亜塩素酸ナトリウム 6% 含有洗浄剤を，ハンドスプレーを用いて噴霧し，残さを残さないようキムタオル (日本製紙クレシア) でふき取った後，洗浄剤除去のため水道水ですすいだ．続いて試験 3 の 1) と同様に消毒前および消毒後の刃から検定用サンプルを調製し，RT-PCR による検定に供した．一連の作業を両洗浄剤について 10 反復ずつ行った．

## 試験 4 追熟後果実の外観およびアントシアニン含量の比較

試験 2 の 1) の RT-PCR で HSVd-plum 陽性となった 2 樹および陰性となった 5 樹から，2018 年 6 月 22 日に果実を収穫した．収穫した果実は当日中にエチレン発生剤 (熟れごろ，日園連) とともに機能性段ボール箱に梱包し，20°C で 4 日間追熟処理を施した．収穫直後および追熟 4 日後の果実について，目視で斑入あり果と斑入なし果とに分け，計数した．また，果皮および断面を観察するとともに，果汁中および梅酒中の 530 nm 吸光度を分光光度計で測定し，アントシアニン含量をシアニジン-3-グルコシド相当量で定量した．測定用果実は果実重 22 g 程度に揃えた．

## 結 果

### 試験 1 RT-PCR による ‘露茜’ 斑入果からの HSVd-plum の検出

2017 年に JA 紀州選果場で選果中に発見された ‘露茜’ 斑入果 (図 1) から調製した試料の RT-PCR の結果，300 bp 付近の位置に明瞭なバンドが検出された (図 2)．

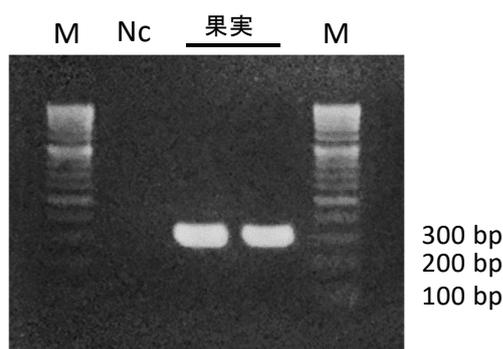


図 2 RT-PCR による ‘露茜’ 斑入果からのホップわい化ウイルス (HSVd) の検出  
注) M: 分子量マーカー (100 bp)、Nc: ネガティブコントロール

続いて，HSVC-1 および HSVS-2 (草野・下村，1997) を用いて本 PCR 産物のダイレクトシーケンシングを行ったところ，297 bp の完全長配列が復元された．本配列を BLAST 検索に供したところ，Sano et al. (1989) が報告した HSVd-plum の配列と完全に一致した (図 3)．これらのことか

ら、‘露茜’斑入果に、HSVd-plum が感染していたことが確認された。

## 試験 2 県下における HSVd-plum 感染樹の分布調査

### 1) 苗木における調査 (2017, 2018 年)

試験 1 の結果を受け、主産地における HSVd-plum 感染樹の特定および県下における HSVd-plum 感染苗木の分布の把握を目的として、2018 年時点で県下に植栽されていた‘露茜’苗木 2,753 樹から葉をサンプリングし、RT-PCR によるウイルス検定に供した。その結果、海草地域で 3 樹、有田地域で 4 樹、日高地域で 6 樹の計 13 樹の陽性樹が確認された (表 1)。

なお、日高地域で確認された陽性樹のうち、代表的な 1 本について RT-PCR 産物のダイレクトシーケンシングを行ったところ、297 bp の塩基配列が得られ、Sano et al. (1989) の HSVd-plum の配列と完全に一致した (図 3)。また、本感染樹の台木部 (ウメ自然交雑実生) から葉をサンプリングし、RT-PCR を行ったところ、明瞭なバンドが確認された (図 4)。

```

CLUSTAL format alignment by MAFFT FFT-NS-i (v7.487)

HSV_fruit      GGCTCCTTTCTCAGGTAAGCACCTCCCTGCCTAGTTTTTTCTTTGCATGCCTTTTGCGG
HSV_Sano_1989  GGCTCCTTTCTCAGGTAAGCACCTCCCTGCCTAGTTTTTTCTTTGCATGCCTTTTGCGG
HSV_tree       GGCTCCTTTCTCAGGTAAGCACCTCCCTGCCTAGTTTTTTCTTTGCATGCCTTTTGCGG
*****

HSV_fruit      CAACTCGAGAATTCCCCAGAGGGGCTCAAGAGAGGATCCGCGGCAGAGGGCGCAGATAGAA
HSV_Sano_1989  CAACTCGAGAATTCCCCAGAGGGGCTCAAGAGAGGATCCGCGGCAGAGGGCGCAGATAGAA
HSV_tree       CAACTCGAGAATTCCCCAGAGGGGCTCAAGAGAGGATCCGCGGCAGAGGGCGCAGATAGAA
*****

HSV_fruit      CAAAAGCAGGTTGGAGCGAAACCGAGCAGGGGTGCCACCGGTGCGTCTCCAAGAAGAGCC
HSV_Sano_1989  CAAAAGCAGGTTGGAGCGAAACCGAGCAGGGGTGCCACCGGTGCGTCTCCAAGAAGAGCC
HSV_tree       CAAAAGCAGGTTGGAGCGAAACCGAGCAGGGGTGCCACCGGTGCGTCTCCAAGAAGAGCC
*****

HSV_fruit      AGAAGAAGGTAAGAAGAAGGGACGATCGATGGTGTTCGAAGGCAGAGCCTCTACTCCA
HSV_Sano_1989  AGAAGAAGGTAAGAAGAAGGGACGATCGATGGTGTTCGAAGGCAGAGCCTCTACTCCA
HSV_tree       AGAAGAAGGTAAGAAGAAGGGACGATCGATGGTGTTCGAAGGCAGAGCCTCTACTCCA
*****

HSV_fruit      GAGCACCGCGGCCCTCTCTCCACGCCTCTCGCTGGATTCTGAGAAGAGTTGCCCGG
HSV_Sano_1989  GAGCACCGCGGCCCTCTCTCCACGCCTCTCGCTGGATTCTGAGAAGAGTTGCCCGG
HSV_tree       GAGCACCGCGGCCCTCTCTCCACGCCTCTCGCTGGATTCTGAGAAGAGTTGCCCGG
*****
    
```

図 3 検出された RT-PCR 産物の塩基配列全長と既報の HSVd-plum の塩基配列との比較

注) HSV\_fruit: ‘露茜’斑入果から検出された RT-PCR 産物の全塩基配列 (297bp)

HSV\_Sano\_1989: Sano et al. (1989) の HSVd-plum の全塩基配列 (D13764.1; 297bp)

HSV\_tree: ‘露茜’現地植栽樹から検出された RT-PCR 産物の全塩基配列 (297bp)

\*: 塩基の種類が一致していることを示す

表 1 和歌山県下植栽の‘露茜’苗木の検定結果

地域	サンプル数	陽性数
海草	60	3
那賀	22	0
伊都	19	0
有田	857	4
日高	1615	6
西牟婁	180	0
東牟婁 <sup>2</sup>	なし	—
計	2753	13

<sup>2</sup> 調査時点で‘露茜’の植栽がなかった

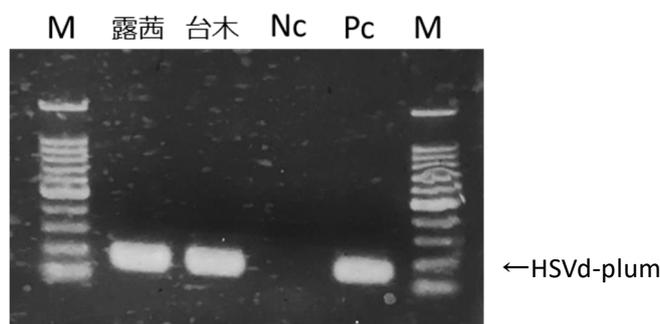


図 4 ‘露茜’現地植栽樹およびその台木部（ウメ自然交雑実生）からの HSVd-plum の検出  
注）M：分子量マーカー（100 bp）

Nc：ネガティブコントロール

Pc：ポジティブコントロール（HSVd-plum 既検出の‘露茜’斑入果由来）

※ただし、プライマーは、HSVd-plum の配列の一部（168bp）を増幅する HSVnest1（5′ - GGCAACTCGAGAATTCCCA-3′）および HSVnest2（5′ - TGCCTTCGAAACACCATCGA-3′）を使用

## 2) 高接ぎ樹における調査（2019 年）

日高地域植栽の‘露茜’高接ぎ樹 325 樹について、RT-PCR 検定を行った。その結果、陽性樹は確認されなかった（データ省略）。

## 試験 3 せん定器具の簡易消毒法の検討

### 1) 洗浄剤の選定

感染樹から採取した徒長枝を切りつけたせん定ばさみ、のこぎりのいずれからも HSVd-plum が検出された（図 5 上）。このため、以降の実験は、はさみよりも刃渡りの長いのがこぎりを用いて行った。残さのみふき取り除去区、水道水で洗浄後ふき取り区、70%エタノールをハンドスプレーで噴霧後ふき取り区ではいずれも HSVd-plum が検出された（図 5 上）。一方、5%第三リン酸ナトリウム溶液を噴霧後ふき取り区からは HSVd-plum の検出はなく、次亜塩素酸ナトリウム溶液 6% 含有洗浄剤を噴霧後ふき取り区では、3 反復中 1 反復のみで HSVd-plum が検出された（図 5 下）。

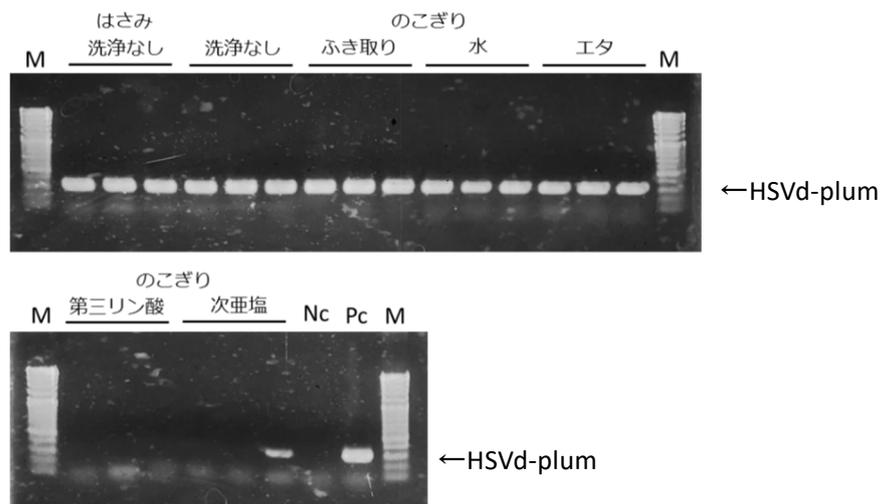


図5 せん定器具の洗浄方法による HSVd-plum 除去効果の違い

注) ふき取り：残さのみふき取り除去

水：水道水で洗浄後ふき取り

エタ：70%エタノール噴霧後ふき取り

第三リン酸：5%第三リン酸ナトリウム溶液噴霧後ふき取り

次亜塩：次亜塩素酸ナトリウム 6%含有洗浄剤噴霧後ふき取り

M：分子量マーカー (100 bp), Nc：ネガティブコントロール, Pc：ポジティブコントロール

## 2) 第三リン酸ナトリウムおよび次亜塩素酸ナトリウムの HSVd-plum 除去効果の比較

1) の実験で HSVd-plum の除去効果があった 5%第三リン酸ナトリウム溶液の噴霧および次亜塩素酸ナトリウム 6%含有洗浄剤の噴霧について、再度効果を確認した。その結果、5%第三リン酸ナトリウム溶液区では 10 反復とも HSVd-plum は検出されなかった一方、塩素酸ナトリウム 6%含有洗浄剤区では、10 反復中 2 反復において HSVd-plum が検出された (図 6)。

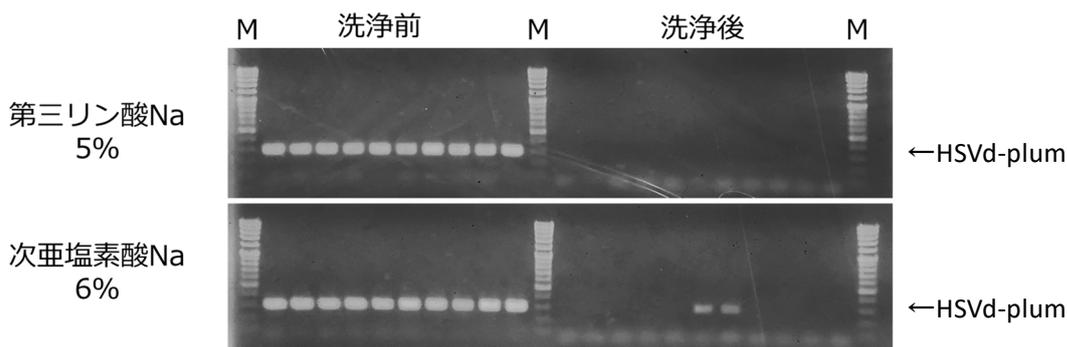


図 6 第三リン酸ナトリウムおよび次亜塩素酸ナトリウム溶液の噴霧におけるウイルス除去効果の安定性の比較

注) 洗浄前：感染樹から採取した枝を切りつけた直後に RT-PCR 検定

洗浄後：洗浄後に RT-PCR 検定

M：分子量マーカー (100 bp)

#### 試験 4 追熟後果実の外観およびアントシアニン含量の比較

日高郡みなべ町植栽の‘露茜’のうち、HSVd-plum 陽性樹 2 樹および陰性樹 5 樹から果実を収穫し、収穫直後および追熟 4 日後に、目視で斑入あり果と斑入なし果とに分けて計数した。その結果、HSVd-plum 陰性樹では、5 樹とも斑入あり果は認められなかった（表 2）。一方、陽性樹においては、2 樹から収穫した果実の大部分が斑入あり果となり、収穫直後の発生率は 47.1%および 78.7%、追熟 4 日後の発生率は 69.2%および 100.0%であった（表 2）。

なお、果実断面（果肉）における着色程度は、HSVd-plum 陽性樹、陰性樹ともに収穫直後は違いが判然とせず、追熟 4 日後にはともに十分であることが確認された（図 7）。

表 2 HSVd-plum の感染の有無および斑入果発生率

樹番号	斑入（収穫直後）			斑入（追熟 4 日後）			
	あり	なし <sup>a</sup>	発生率 （%）	あり	なし	発生率 （%）	
陽性	1	113	127	47.1	166	74	69.2
	2	96	26	78.7	122	0	100.0
陰性	1	0	179	0	0	179	0
	2	0	64	0	0	64	0
	3	0	50	0	0	50	0
	4	0	199	0	0	199	0
	5	0	212	0	0	212	0

<sup>a</sup> 果皮の着色がなく判定不能な果実も含む

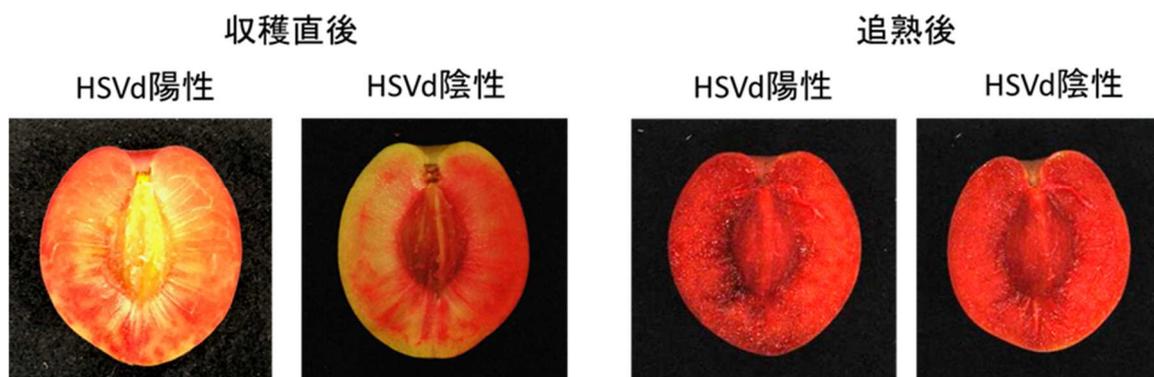


図 7 HSVd-plum 陽性および陰性樹から収穫した果実の断面（収穫直後および追熟 4 日後）

次に、HSVd-plum 陽性樹 2 樹および陰性樹のうち 2 樹について、追熟 4 日後の果実およびそれを用いて作成した梅酒におけるアントシアニン含量を測定した。その結果、アントシアニン含量は HSVd-plum 陽性樹の果実において陰性樹の果実と比較して多く（図 8A）、それらを用いて作成した梅酒においても同様の傾向であった（図 8B）。

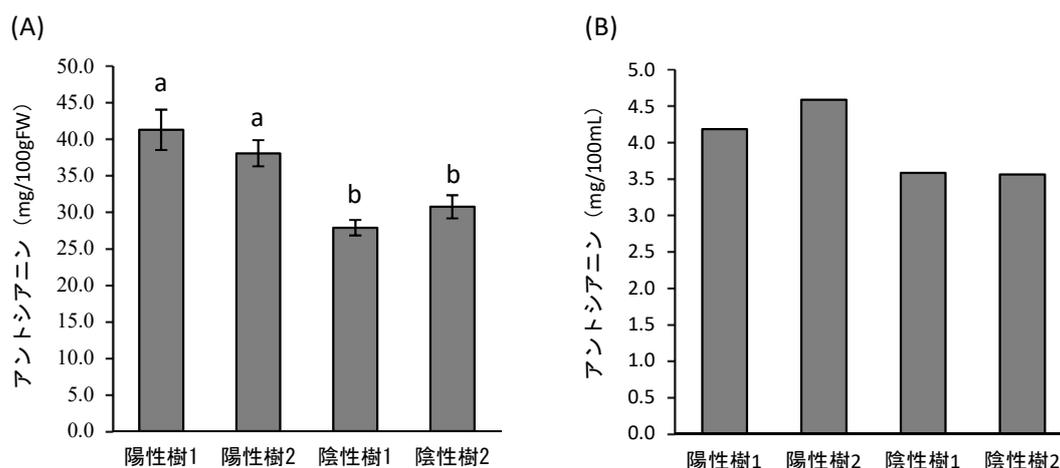


図 8 HSVd-plum 陽性および陰性樹から収穫した果実 (A) およびそれらを用いて作成した梅酒 (B) におけるアントシアニン含量の比較

注) 図 A においてバーは標準誤差 (n = 10) を示し, 異なるアルファベット間に有意差があることを示す (Tukey 法,  $p < 0.05$ )

図 B の試験は反復なしで行った

## 考 察

本研究では, まず 2017 年に JA 紀州選果場 (みなべ町気佐藤) で発見された‘露茜’斑入果からの HSVd-plum の検出を試みた. 草野・下村 (1997) の方法で RT-PCR 検定を行ったところ, 300 bp 付近の位置に明瞭なバンドが確認された. PCR 産物を精製し, ダイレクトシーケンシングを行ったところ既報 (Sano et al. 1989) の HSVd-plum の配列 (297 bp) と一致した. このことから, 当該斑入果には HSVd-plum が感染していたことが確認された. ウメにおける HSVd-plum の感染確認は, 本研究が初めてである. 今後, 純化したウイルスを‘露茜’に戻し接種し, 病徴の再現を試みる必要がある. なお, HSVd-plum に感染した‘露茜’苗木の台木部 (ウメ自然交雑実生) から採取した葉からも本ウイルスが検出された. このことから, スモモとの交雑に由来しないウメにも感染すると考えられたため, ウメに対する病原性についても調査する必要がある.

次に, 現地における感染樹の分布を把握するため, 県下植栽の‘露茜’苗木 2,753 樹および高接ぎ樹 325 樹のウイルス検定を行った. その結果, 陽性樹は苗木 13 本にとどまり, 高接ぎ樹からは検出されなかった. ウイルスが検出された樹のうち代表的な 1 樹について PCR 産物のダイレクトシーケンシングを行ったところ, 既報の HSVd-plum の配列と一致した. これらのことから, 県下に HSVd-plum 感染樹が確認されたものの, 調査時点において, その分布は限定的であった.

HSVd-plum は接ぎ木伝染の他, 汁液伝染することが報告されている (平島ら, 1994). 下村・草野 (1997) は, 刃を 0.5% 次亜塩素酸ナトリウム水溶液に 10 秒間浸漬することで HSVd-plum の除去が可能であることを示したが, 1 人あたり数 ha もの農地を管理し, 多数の樹のせん定を行わなければならない本県のウメ生産者に広く普及させるためには, より簡便な方法を検討する必要があった. そこで本研究では, ハンドスプレーによる消毒液の噴霧とふき取りのみで HSVd-plum の除去が可能

な方法について検討した。その結果、5%第三リン酸ナトリウム溶液の噴霧および次亜塩素酸ナトリウム 6%含有洗浄剤の噴霧に効果が認められた。この 2 者のうちでは、前者でより効果が安定する傾向であった。このことから、HSVd-plum に汚染されたせん定器具の消毒においては、5%第三リン酸ナトリウム溶液の噴霧およびふき取りが現時点で最も有効であるものと判断された。なお、キク矮化ウイルス (CSVd) では、第三リン酸ナトリウムに効果はなく、次亜塩素酸ナトリウムにのみ効果が認められるとしている (中村ら, 2013)。そのため、消毒液の効果については、対象とするウイルス種毎に注意深く検討する必要があると考えられた。

‘露茜’における斑入果の発生は、HSVd-plum 陽性樹で顕著であったが、陰性樹においては確認されなかった。斑入症状は、果皮では明瞭であるものの、果肉では追熟前、追熟後ともに顕著ではなかった。また果実および梅酒におけるアントシアニン含量が、陽性樹において陰性樹と比較して減少することも確認されなかった。さらに樹勢、葉、新梢の発生などに影響が認められないことから、‘露茜’では、HSVd-plum の感染が実用上重大な影響を及ぼす心配はないものと推察された。

なお、本研究でアントシアニン含量が陽性樹において多い傾向が認められたが、現時点でその要因は不明であり、再現性の検討を必要とする。

以上のとおり、本県のウメにおいて斑入果の発生および HSVd-plum の感染が確認されたものの、現時点で実用上問題となる可能性は低いものと考えられた。しかしスモモにおいては、感染によって斑入果、黄果の発生その他、果粉形成不良、食味の悪化など果実品質に影響する症状が報告されている (寺井, 1992)。本県は山梨県、長野県に次ぐ国内第 3 位のスモモ産地であり (農林水産省, 2021)、スモモ斑入果病の発生は現在のところない。そのため、スモモへの伝染を防止する必要があることから、ウメにおいて感染拡大防止策の普及を推進していくことが重要である。

## 摘 要

本研究では、ウメ‘露茜’における斑入果の発生要因、状況を調査し、その対策について検討するとともに、本症状が果実品質に及ぼす影響について評価した。

1. ‘露茜’斑入果からスモモ斑入果病の病原とされるホップ矮化ウイルス plum 系統 (HSVd-plum) が検出された。
2. 県下植栽の‘露茜’苗木 2,753 樹および高接ぎ樹 325 樹について HSVd-plum の検定を行ったところ、検出は苗木 13 樹のみにとどまり、高接ぎ樹からは検出されなかった。
3. せん定器具からの HSVd-plum の除去には、5%第三リン酸ナトリウム溶液の噴霧が最も効果的であった。
4. HSVd-plum 感染樹における果実の斑入症状は、果皮では顕著であるものの果肉では判然とせず、感染によるアントシアニン含量の減少も認められなかった。
5. 以上のことから、本県の‘露茜’において、斑入果の発生および HSVd-plum 感染が確認されたが、現時点では実用上大きな影響を与える可能性は低いものと推察された。しかしスモモへの伝染を防止するため、感染対策の普及に努める必要がある。

本研究に協力いただいた和歌山県日高振興局農業水産振興課、JA 紀州、JA 和歌山県農植物バイオセンター、和歌山県果樹育苗組合および‘露茜’生産者諸氏に深く感謝の意を表す。

## 引用文献

- 平島敬太・野口保弘・牛島孝策・草野成夫. 1994. スモモ斑入果病のポリアクリルアミド電気泳動法による診断と対策. 福岡農総試研報 B-13: 65-68.
- International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV). 2021. Virus Taxonomy: 2021 Release. <https://ictv.global/taxonomy>.
- Katoh, K., Standley, D. M. 2013. MAFFT multiple sequence alignment software version 7: Improvements in performance and usability. *Mol. Biol. Evol.* 30: 772-780.
- 草野成夫・下村克己. 1997. RT-PCR によるスモモ斑入果病の病原ホップ矮化ウイルス plum 系の高感度検出のための増幅用プライマーおよび簡易抽出. 日植病報 63: 119-123.
- 松下陽介. 2011. 園芸植物における日本国内でのウイルスの発生分布と変異体の感染性. 花き研報 11: 9-48.
- 松下陽介. 2016. ウイルス 起源・伝播・進化について. 化学と生物 54: 170-175.
- 中村恵章・福田至朗・栗山幸子・服部裕美・平野哲司・大石一史. 2013. キク矮化ウイルス (CSVd) の蔓延を防ぐ鉢等器具の消毒方法. 愛知農総試研報 45: 61-67.
- Nakaune, R., Nakano, M. 2006. Efficient methods for sample processing and cDNA synthesis by RT-PCR for the detection of grapevine viruses and viroids. *J. Virol. Methods* 134: 244-249.
- 農林水産省. 2019. 特産果樹生産動態等調査. <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&lid=000001289056>.
- 農林水産省. 2021. 令和 3 年産もも、すももの結果樹面積、収穫量及び出荷量. <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files/data?sinfid=000032162996&ext=xls>.
- 大江孝明・竹中正好・根来圭一・北村祐人・松川哲也・三谷隆彦・赤木知裕・古屋挙幸・岡室美絵子・土田靖久. 2016. ウメ‘露茜’果実の追熟条件がアントシアニンの蓄積とその他果実成分含量に及ぼす影響. 園学研 15: 439-444.
- 大江孝明・北村祐人・城村徳明・仲 慶晃・岡田 壮・丸野精二・丸野普治・佐原重広・植田栄仁. 2021. アントシアニン含量の多いウメ‘露茜’果実を供給する効率的な追熟体制の確立. 和歌山県農林水研報 9: 87-98.
- 佐野輝男. 2010. 4. ウイルス研究の新展開. ウイルス 6: 177-186.
- Sano, T., Hataya, T., Terai, Y., Shikata, E. 1989. Hop stunt viroid strains from dapple fruit disease of plum and peach in Japan. *J. gen. Virol.* 70: 1311-1319.
- 下村克己・草野成夫. 1997. スモモ斑入果病汚染器具の簡易消毒法. 福岡農総試研報 16: 92-95.
- 寺井康夫. 1992. 山梨県におけるブドウのウイルス病およびスモモ斑入果病に関する研究. 山梨果試研報 8: 1-60.
- 八重垣英明・山口正己・土師 岳・末貞佑子・三宅正則・木原武士・鈴木勝征・内田 誠. 2012. ウメ新品種‘露茜’. 果樹研報 13: 1-6.