

県育成系統「ナシ福島7号」果実の特異的形質
—ニホンナシ黒星病耐病性と香気成分—*

芝祥太郎**・藤田剛輝**・大橋義孝***・岡田初彦†・佐藤守††

Pear Scab Resistance and Aroma Component of Original line 'Nashi Fukushima 7 gou' fruit*

Shotaro SHIBA**, Takeki FUJITA**, Yoshitaka OHASHI***,
Hatsuhiko OKADA† and Mamoru SATO††

Abstract

'Nashi Fukushima 7 gou' is an original Japanese pear line, which was resulted from a cross between 'Yasato' and 'Akiakari' in Fruit Tree Research Centre of Fukushima Agricultural Technology Centre.

Pear scab resistance of this line fruit was investigated by inoculation with conidial suspension of scab, *Venturia nashicola* Tanaka et Yamamoto and the symptoms were investigated. Disease rate of 'Nashi Fukushima 7 gou' fruit was lower than that of 'Kosui'.

Aroma component of this line fruit was analyzed by GC/MS analyses and sensory evaluation by smell measurement. Fifteen compounds were identified by GC/MS analysis and three compounds were evaluated as 'easy to detect' by smell measurement in 'Nashi Fukushima 7 gou' fruit. Compared to other cultivars, Nashi Fukushima 7 gou' had a weaker aroma due to esters and a stronger aroma due to lactones such as γ -decalactone.

Keywords : Japanese pear, original line, 'Nashi Fukushima 7 gou', pear scab resistance, aroma component
キーワード : ニホンナシ、オリジナル系統、「ナシ福島7号」、黒星病耐病性、香気成分

受付日 2020年11月20日 受理日 2021年1月12日

* 本研究の一部は、2020年3月、園芸学会令和元年度春季大会で発表した。

** 福島県農業総合センター果樹研究所

*** 現福島県農林水産部園芸課

† 現福島県県中農林事務所

†† 元福島県農業総合センター果樹研究所

福島県のニホンナシはモモやリンゴ等と並ぶ主要品目であり、中通りや浜通りを中心に広く栽培されている。農林水産統計によると、2017年における本県のナシ結果樹面積は約877haと国内第3位に位置している¹⁾。しかし、品種別にみると「幸水」、「豊水」の結果樹面積が栽培品種の約77%を占め、両品種に大きく偏重している²⁾。さらに、「幸水」の果実は栽培品種の中でもニホンナシ黒星病 (*Venturia nashicola* Tanaka et Yamamoto 以下、黒星病) に対する感受性が特に高い³⁾。福島県病害虫防除所の調べでは、2010年～2019年における県内全域の代表27地点の「幸水」の圃場では、約5割の圃場で黒星病の発生がみられたのに対し、2020年は約8割に増加した⁴⁾。このように、年によっては黒星病の被害が大きな減収要因となっている。

当研究所では2005年からニホンナシの黒星病抵抗性育種を開始し、これまでに黒星病抵抗性品種であるニホンナシ「巾着」、チュウゴクナシ「紅梨」、セイヨウナシ「ラ・フランス」の後代から、「巾着」、「紅梨」由来の黒星病抵抗性遺伝子を有する個体を選抜している⁵⁾⁶⁾。また、本県では総合的病害虫・雑草管理(I PM)を推進しており、黒星病の発生しにくい環境整備の重要なアプローチとして抵抗性品種の開発に取り組んできた。

今回育成した「ナシ福島7号」は、「幸水」とほぼ同時期に収穫され、食味が優れる系統である。さらに、育成の過程で、果実が黒星病に耐病性を有することや、他のナシ栽培品種と異なるミルクのようなほのかな甘い香りを持つ新たな知見も得られてきた。そこで本報では「ナシ福島7号」の果実における黒星病耐病性と香り成分について報告する。

1 育成経過

当研究所では1999年から「大果で食味の優れた早生品種及び耐病性を有し、栽培しやすく貯蔵性に優れた中晩生品種の育成」を育種目標として、交雑を行ってきた。

2002年、種子親を「八里」、花粉親を「あきあかり」として人工交雑した。これにより得られた種子201粒を2003年に播種し、苗木を育成した。本系統は2007年に初結実し、大果で食味の優れた早生品種として2008年に注目系統とした。2015年には「ナシ福島7号」の系統番号を付与し、2016年～2019年まで県内6地点で現地試作試験を行った。

2 果実の特異的形質

(1) 黒星病耐病性の検討

A 果実の接種試験による生育時期別感受性の推移

試験は2020年に果樹研究所ナシ育種ほ場において、「ナシ福島7号」12年生樹(台木:ホクシヤマナシ)、13年生高接ぎ樹(中間台:「ナシ福島4号」)、5年生高接ぎ樹(中間台:「幸水」)を供試して行った。対照品種として「幸水」13年生樹(台木:マンシュウマメナシ)、同6年生樹を供試した。試験は梅本³⁾の方法に準じて行った。所内圃場で採取した罹病葉・果実の分生子を約 1.0×10^5 個/mlに調整して孢子懸濁液を作り、6月11日から7月20日までおよそ10日間隔で試験区別に1果当たり5mlずつ噴霧接種して被袋した。供試果実には6月8日まで慣行防除を行い、以降は収穫期まで有袋で管理した。初発病頃(8月7日)から収穫期(8月28日)まで果実上の病徴をおよそ5～10日間隔で調査した。

その結果、病斑を伴う病徴2以上及び孢子形成を

表1 果実に対する黒星病菌分生子の接種時期別発病程度(福島農総セ果樹研、2020年)

供試品種	接種月日	供試果数	発病果数(発病果率)			1果当たり平均病斑数			1果当たり平均病徴
			病徴1	2以上	4以上	病徴1	2以上	4以上	
ナシ福島7号	6月11日	19	17(89.5)	3(15.8)	3(15.8)	9.6	1.0	1.0	1.1
	6月22日	19	12(63.2)	4(21.1)	4(21.1)	24.4	2.5	2.5	1.5
	7月2日	17	11(64.7)	5(29.4)	5(29.4)	38.5	1.6	1.6	1.5
	7月10日	19	16(84.2)	5(26.3)	4(21.1)	38.8	3.2	1.5	1.1
	7月20日	21	6(28.6)	2(9.5)	1(4.8)	7.0	3.5	1.0	1.5
	平均			(66.0)	(20.4)	(18.1)	23.7	2.4	1.5
幸水	6月11日	18	0(0.0)	15(83.3)	15(83.3)	0.0	4.1	3.3	4.6
	6月22日	17	0(0.0)	17(100)	17(100)	0.0	8.9	6.9	4.6
	7月2日	16	0(0.0)	16(100)	16(100)	0.0	18.0	18.0	4.9
	7月10日	20	0(0.0)	20(100)	20(100)	0.0	36.9	36.9	4.5
	7月20日	17	0(0.0)	14(82.4)	14(82.4)	0.0	4.3	4.3	4.3
	平均			(0.0)	(93.1)	(93.1)	0.0	14.4	13.9

注1 病徴の判定は0～6段階(0:病徴なし、1:小黒点、2:黄緑色の病斑、3:薄黒色の病斑、4:薄黒色と濃黒色が混在した病斑、5:濃黒色の病斑、6:多量の孢子形成が認められる病斑)とし、病斑が形成された2以上を発病とした。4以上の病斑は肉眼で煤状の孢子形成が観察された。発病果率は、各病徴の発病果数を供試果数で除したものの。

注2 1果当たり平均病斑数は、病斑数を発病果数で除したものの。

注3 1果当たり平均病徴は、調査果実ごとに病徴とその個数の積の総和を病徴数の総和で除した値の平均。病徴1が30個以上ある場合は一律60個として計算した。

注4 各数値は8月26日時点。

伴う病徴4以上については、収穫期の発病果率、1果当たり平均病斑数、平均病徴は全ての接種月日において「ナシ福島7号」は「幸水」よりも低かった(表1)。「幸水」は病徴4以上が多かったのに対し、「ナシ福島7号」では小黒点の病徴1の発病が最も多く観察され、病徴1の発病果率は平均66.0%、個数は1果当たり平均23.7個であった(写真1、表1)。また、「幸水」では6月11日から7月10日にかけて1果当たり平均病斑数が増加し、感受性が高まるのが認められたが、「ナシ福島7号」では認められなかった。

B 圃場での自然感染条件下における感受性

試験は2019、2020年に前述2(1)と同一樹の無袋果を供試して行った。慣行防除下の圃場での黒星病発病数を調査したところ、「幸水」では2019年が8.4%、2020年が4.4%の発病果率であったのに対し、「ナシ福島7号」では発病が確認されなかった(表2、写真2)。接種試験でみられた小黒点自然感染条件下では確認されなかった。

C 考察

以上のことから、「ナシ福島7号」の果実は接種試験のような菌密度が高い条件下と慣行防除下のような自然感染条件下の両方で「幸水」よりも黒星病に対して感受性が低く、強い耐病性を有すると考えられた。

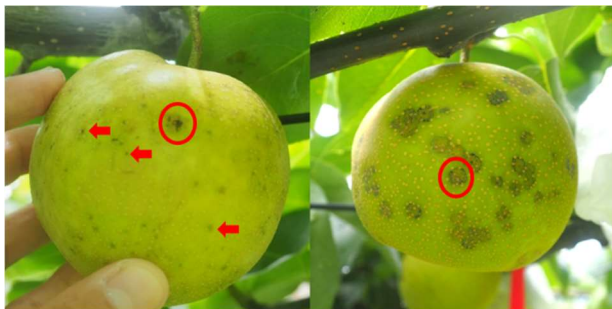


写真1 接種試験による果実の発病状況(左:「ナシ福島7号」、右:「幸水」)
(2020年7月10日接種、8月12日撮影)
病徴 左: 6(丸囲み)×1個、1(矢印)×30個以上
右: 6(丸囲み)×45個



写真2 慣行防除下の果実の発病状況(左:「ナシ福島7号」、右:「幸水」)
(2020年8月24日撮影)
病徴 左: 0、右: 6(丸囲み)、5(矢印)

表2 圃場での黒星病発病率(福島農総セ果樹研、2019・2020年)

	ナシ福島7号		幸水	
	2019年	2020年	2019年	2020年
調査果実数	240	383	178	137
発病果率(%)	0	0	8.4	4.4

注1 慣行防除の結果。調査は7月16日(2019年)、7月9日(2020年)より1週間に1回ずつ各品種の収穫終了日まで行った。

注2 発病果率は調査果数を分母とし、調査終了日までに発病(病徴4以上)により摘除した果数を分子として算出した。

(2) 果実の香気成分分析

A 2019年産の成分分析

試験は前述2(1)と同一圃場内の「ナシ福島7号」11年生樹と対照品種として「幸水」・「豊水」12年生樹の適熟果を供試して行った。香気成分の分析は日立化成テクノサービス株式会社(現 昭和電工マテリアルズ・テクノサービス株式会社)に委託した。分析ではGC/MSによる成分の特定と併せて匂い嗅ぎ測定を行い、検出成分の匂いの質や臭気強度について官能評価を行った。香気成分はスターバー抽出法によって濃縮し、定性はGC/MSシステム(Agilent5975CMSD、アジレント・テクノロジー(株))を使用した。臭気強度は0~5段階(0:無臭、1:やっと感知できる匂い、2:何の匂いか判る弱い匂い、3:楽に感知できる匂い、4:強い匂い、5:強烈な匂い)に分けて評価した。

GC/MS定性分析により種類が特定できた香気成分は「ナシ福島7号」では15種類、「幸水」では18種類、「豊水」では16種類検出された。その中で臭気強度3以上と評価した成分は「ナシ福島7号」では3種類、「幸水」・「豊水」では4種類であった(表3、図1)。

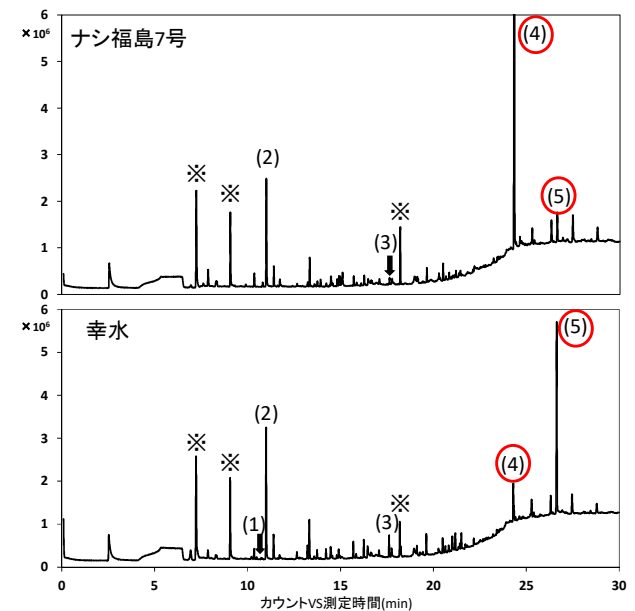
全ての品種に共通してアルデヒド類、ラクトン類が検出された。ラクトン類からはピ

表3 主要検出成分における匂い嗅ぎ測定結果(2019年)

検出成分	臭質	臭気強度		
		7号	幸水	豊水
酪酸エチル	フルーツ様香気	-	0	2
2-メチル酪酸エチル	フルーツ様香気	-	2	3
酢酸ブチル	フルーツ様香気	0	2	2
ヘキサナール	青臭い匂い グリーン香気	2	3	3
2-ノネナール	青臭い匂い グリーン香気	3	3	4
γ-デカラクトン	ピーチ様香気	5	3	2
γ-ウンデカラクトン	ピーチ様香気	3	4	3

注1 - : ピーク検出なし

注2 臭気強度は0~5段階(0:無臭、1:やっと感知できる匂い、2:何の匂いか判る弱い匂い、3:楽に感知できる匂い、4:強い匂い、5:強烈な匂い)。



(1)2-メチル酪酸エチル、(2)ヘキサナール、(3)2-ノネナール、(4)γ-デカラクトン、(5)γ-ウンデカラクトン、※ブランク由来成分

図1 「ナシ福島7号」及び「幸水」のトータルイオンクロマトグラム図(2019年)

イチ様香気が感知され、特に「ナシ福島7号」では γ -デカラクトン、 γ -ウンデカラクトンの臭気強度が高かった。

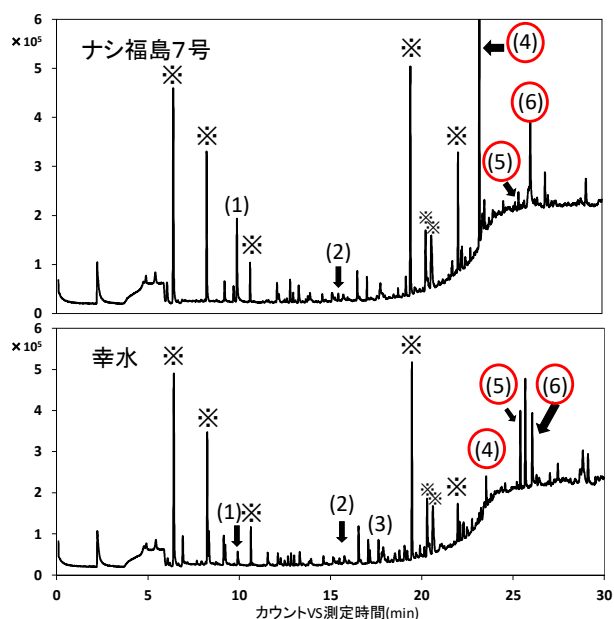
B 2020年産の成分分析

試験は2019年と同一圃場内の「ナシ福島7号」12年生樹と対照品種として「幸水」13年生樹を供試して行った。供試果実は収穫後1℃で2週間冷蔵保存したものをを用いた。分析は2019年と同様に委託し、GC/MSによる成分の特定を行った。

GC/MS定性分析により種類が特定できた香氣成分は「ナシ福島7号」では9種類、「幸水」では14種類検出された。両品種に共通してアルデヒド、ラクトン類が検出された。本年度は2019年度の試験結果と異なる成分として、安息香酸メチルが「幸水」にのみ、ドデカン酸が両品種に共通して検出された(図2)。

C 考察

γ -デカラクトンは乳中揮発性成分であり、 γ -ウンデカラクトン、ドデカン酸は脱脂粉乳等のミルク様の香りに大きく寄与している成分である⁷⁾⁸⁾。「ナシ福島7号」では適熟果、1℃2週間貯蔵果実ともにこれらのラクトン類やドデカン酸によるイチ様香気等が強く、「幸水」、「豊水」と比べてエステル類によるフルーツ様香気が弱いため、ミルクのようなほのかな甘い香りが際立つと推察された。



(1)ヘキサナール、(2)2-ノネナール、(3)安息香酸メチル、(4) γ -デカラクトン、(5) γ -ウンデカラクトン、(6)ドデカン酸、※ブランク由来成分
図2 「ナシ福島7号」及び「幸水」のトータルイオンクロマトグラム図(2020年)

3 総合考察

黒星病抵抗性として、ニホンナシでは「巾着」が有する真性抵抗性遺伝子 *VnK* が報告されており、「巾着」の後代から食味良好な抵抗性品種「ほしあかり」が育成された⁹⁾¹⁰⁾。一方で、圃場抵抗性品種としては、「南水」とその後代の「サザンスイート」が報告されているが、抵抗性に関する遺伝子につい

ては未解明である¹¹⁾¹²⁾。小仁所らは、「南水」、「サザンスイート」の果実は無防除下でわずかに発病が認められたが、「サザンスイート」は慣行防除下と果実肥大期の接種試験による発病果率がともに0%であったと報告している。「ナシ福島7号」の果実への接種試験では小さな黒点状の発病が認められるものの、孢子形成に至る病徴は「幸水」より少なく、慣行防除下では発病は認められなかったことから、耐病性を有することが示唆された。また、「幸水」と比較して強い耐病性を有する特徴は、安定生産を確保するうえで有益であると考えられた。「ナシ福島7号」の接種果実で多くみられた小さな黒点状の病徴は、感受性品種と異なる病斑組織の反応であること。また、「ナシ福島7号」の新梢葉に接種試験を行った結果、孢子形成は認められたものの、病斑の広がりはみられなかったことから(写真3)、今後は無防除下の発病果率の調査や病斑組織の観察、耐病性に関する遺伝子の解析、葉の発病も含めた圃場抵抗性の有無を検証していきたい。

Katayama らは様々なナシの香氣成分の分析を行い、ニホンナシ「幸水」、「二十世紀」、「新高」、「八雲」はヘキサナールやトランス-2-ヘキセナール等のアルデヒド類を多く含み、「平塚16号」(かおり)はエステル類の香気を多く含むと報告している¹³⁾。また、イワテヤマナシ野生種で2-メチル酪酸エチルをはじめとしたエステル類、アルデヒド類、アルコールがフルーティーでグリーンな香気に寄与していると報告している。「ナシ福島7号」は前述の品種と異なりラクトン類が多く検出され、ミルクのようなほのかな甘い香りを有することが分かった。今後、「ナシ福島7号」の香りが新たな消費拡大を促す要素となることが期待される。

以上のことから、「ナシ福島7号」は黒星病耐病性、香氣成分がともに同時期に収穫される「幸水」と大きく異なる形質を有し、差別化できることが示唆された。本系統は本報で報告した特異的形質を有するだけでなく、高糖度、良食味であることから品種登録出願に向けた準備を進める。

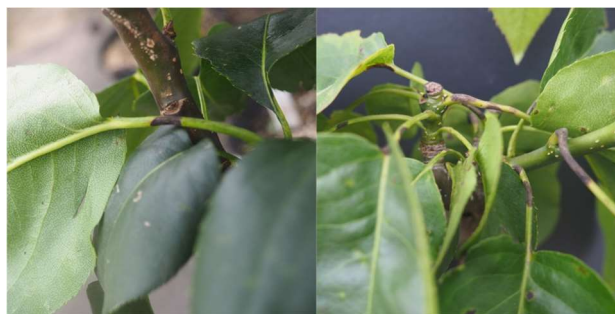


写真3 葉柄の発病状況(左:「ナシ福島7号」(2020年8月7日撮影)、右:「幸水」(2020年5月25日撮影))
「ナシ福島7号」は5月20日に接種し、6月24日に孢子形成を確認したが、病斑は広がらなかった。「幸水」は自然感染条件下において罹病葉の周辺に病斑が広がり、同様の病徴を示している。

謝辞

本試験の論文作成に当たり、本試験供試樹の栽培管理や作業補助に御助力いただいた歴代の果樹研究所研究員、農場管理員、臨時労務員及び長期就農研修生の皆様に深く感謝します。

Diversity of odor-active compounds from local cultivars and wild accessions of Iwateyamanashi (*Pyrus ussuriensis* var. *aromatica*) revealed by Aroma Extract Dilution Analysis (AEDA). *Breeding Science* 63 : 89~94.

引用文献

- 1) 農林水産省. 2018. 作況調査(果樹) 確報 平成29年産果樹生産出荷統計.
- 2) 農林水産省. 2020. 特産果樹生産動態等調査 確報 平成29年産特産果樹生産動態等調査 I 果樹品種別生産動向調査.
- 3) 梅本清作. 1993. ニホンナシ黒星病の発生生態と防除に関する研究. 千葉県農業試験場特別報告 22 : 44.
- 4) 福島県病害虫防除所. 2010~2020. 植物防疫年報.
- 5) 芝祥太郎・岡田初彦・三田村諭. 2020. DNAマーカーを用いたナシ黒星病抵抗性個体の選抜. 福島県研究成果情報.
- 6) 芝祥太郎・大橋義孝・岡田初彦・佐藤守. 2019. チュウゴクナシ「紅梨」由来の黒星病抵抗性を有するニホンナシ中間母本の育成. 園芸学研究 17 (別1) : 71.
- 7) 上田靖子・大下友子・青木康浩・根本英子・青木真理・西浦明子. 2014. イアコーンサイレージ給与が乳牛の乳生産性と乳中揮発性成分に及ぼす影響. 日本畜産学会報 85(3):305~306.
- 8) 白土英樹. 2004. 脱脂粉乳のフレーバー. ミルクサイエンス 53 : 176~177.
- 9) Terakami, S., M. Shoda, Y. Adachi, T. Gonai, M. Kasumi, Y. Sawamura, H. Iketani, K. Kotobuki, A. Patocchi, C. Gessler, T. Hayashi and T. Yamamoto. 2006. Genetic mapping of the pear scab resistance gene *Vnk* of Japanese pear cultivar Kinchaku. *Theor. Appl. Genet* 113 : 743~752.
- 10) 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構. 2014. 黒斑病・黒星病複合抵抗性のニホンナシ新品種「ほしあかり」一減農薬栽培が期待出来る品種を育成— 農研機構プレスリリース.
- 11) 小仁所邦彦・船橋徹郎・石井英夫・江口直樹. 2009. 黒星病耐病性ニホンナシ品種の育成に関する研究 1. ニホンナシ「南水」の黒星病耐病性の評価. 園芸学研究 8 (別1) : 44.
- 12) 小仁所邦彦・伊原竜夫・岩波靖彦・船橋徹郎・江口直樹・川上暢喜・小川秀和・伊藤正. 2015. ニホンナシ新品種「サザンスイート」. 長野県南信農業試験場報告 5 : 111~113.
- 13) Katayama, H., M. Ohe and E. Sugawara. 2013.