

黒斑病耐病性ナシ‘静喜水’の育成†

澤野郁夫¹⁾・鈴木公威²⁾・鎌田憲昭¹⁾・中畠輝子¹⁾・
黒柳栄一³⁾・種石始弘⁴⁾・久田秀彦⁵⁾

農林技術研究所果樹研究センター¹⁾, 西部農林事務所²⁾, 志太榛原農林事務所³⁾,
農林技術研究所本所⁴⁾, 日本オーガニック株式会社⁵⁾

Breeding Japanese Pear ‘Shizukisui’ with Resistance to Black Spot Disease

Ikuo Sawano¹⁾, Kimitake Suzuki²⁾, Noriaki Kamata¹⁾, Teruko Nakajima¹⁾,
Eiichi Kuroyanagi³⁾, Motohiro Taneishi⁴⁾, and Hidehiko Hisada⁵⁾

¹⁾Fruit Tree Research Center/Shizuoka Res. Inst. of Agric. and For., ²⁾Seibu Agri. and Forest Office,
³⁾Shidahaibara Agri. and Forest Office, ⁴⁾Shizuoka Res. Inst. of Agric. and For., ⁵⁾Nihon Organic Inc.

Abstract

The Japanese pear ‘Kisui’ is susceptible to Japanese pear black spot disease caused by *Alternaria alternata* Japanese pear pathotype. Therefore, to obtain resistant mutants from ‘Kisui’, dormant scions were irradiated by acute irradiation with gamma-rays. The 11 resistant mutants were selected from 11,627 branches by screening tests using AK-toxin. The mutation frequency was 10^{-3} .

The sensitivity of trees grafted with the 11 resistant mutants to AK-toxin and their field resistance was compared. A stable resistant mutant was selected from the 11 resistant mutants. This induced mutant exhibited the same type of intermediate resistance to the black spot disease as ‘Gold Nijisseiki’. The mutant had the same horticultural characteristics, such as fruit ripening time and fruit quality, as the original ‘Kisui’.

キーワード: ニホンナシ 放射線育種 黒斑病 耐病性

I 緒 言

近年、消費者は無農薬や減農薬の商品に関心が高く、安全で安心な農産物を求めている。これに対し、農業の生産現場では、環境保護の立場から、農薬に依存した病害虫防除体系を見直す方向にあり、天敵や拮抗菌等の利用が各作物で試みられ、生産農家は低コスト、省力化につながる技術として抵抗性、耐病性品種の導入を求めている。

既存品種に害虫抵抗性や耐病性を付与する研究は、短期間に目的とする遺伝形質を付与できることから、放射線変異育種の分野で行われてきた。果樹においても、放射線を利用した研究は1920年代より開始され¹⁾、日本では、ガンマ線照射により、‘ゴールド二十世紀’²⁾、‘おさゴールド’³⁾、‘寿新水’⁴⁾、‘清水白桃RS’⁵⁾の4つの品種がいずれも黒斑病耐病性品種として育成され、品種登録されている。

静岡県内で育成されたナシ‘喜水’は、早生ナシの中では果実品質が優良であるが、黒斑病にはり病性である。そのため、

†本報告の一部は、園芸学会平成19年度秋季大会において発表した(2007年9月、高松市)。

薬剤や袋掛けによる防除が必要になり、生産者は経費や労力の負担を強いられる。また、静岡県西部のように風が強い地域では、黒斑病が多発するため栽培できない。

そこで、「おさゴールド」および「寿新水」の育成に用いられた同様な方法^④で、黒斑病耐病性品種の育種を試み、「静喜水」を育成したので、その経過について耐病性特性調査を中心に報告する。

II 材料及び方法

1 ガンマ線照射が穂木の活着と生育に及ぼす影響

ナシ「喜水」の休眠枝を用いガンマ線を急照射した。照射は、1998～2001年の各年の2月または3月に独立行政法人農業生物資源研究所放射線育種場のコバルト 60 を線源とするガンマールームで、線量率 $2.5\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 、総線量 80Gy で行った。照射した穂木は、 5°C の冷蔵庫に保存し、浜北市の現地ほ場 2カ所に栽植した1～3年生のヤマナシ台木に同年4～5月に切り接ぎした。穂木の活着率は接ぎ木した翌年の5月に調査した。無照射樹については、1999年4月に1年生ヤマナシ台木に「喜水」を接ぎ木した苗木を用い、1999年の9月下旬に穂木の活着率を調査した。1999年4月に接ぎ木した照射および無照射個体については、樹高を9月下旬に、活着率を3～4月間隔で2000年5月まで4回調査した。

2 黒斑病耐病性個体の一次選抜

黒斑病耐病性の判定は、宿主特異的毒素の1つである AK トキシンを接種する方法^⑦に準じて、葉を用いて行った。ガンマ線照射により育成した苗木については、接ぎ木後発生した新梢を切り返し、3回目に発生した枝について、新梢先端から第2葉または第3葉を4月から6月に採取した。対照とした無照射樹については、切り返しをしない新梢を用いて、同様の方法で採取した。採取した葉は、葉裏の2カ所にパスツールピペットで傷をつけ、AK トキシンを $20\mu\text{L}$ 滴下し、 25°C の恒温条件に保持した後、48時間後に壊死斑形成の程度(+：壊死斑を形成、±：わずかに壊死斑を形成、-：壊死斑を形成せず)を調査した。その後、耐病性と思われる個体については、同様の手法で3回繰り返して検定した。AK トキシンは、黒斑病菌 O-276 株(鳥取大学所有)をリチャーズ液体培地で培養後、ろ液を濃縮し、500倍に希釈して使用した。

3 黒斑病耐病性個体の二次選抜

一次選抜した樹は、黒斑病に耐病性を示した枝を残して他の枝は切除し、浜松市の果樹研究センターのほ場に2001年に定植した。二代目は一次選抜した枝から穂木を採取し、無加温ハウス内で1年生ヤマナシ台木に2001年3月下旬に接木

した。一次選抜と同様の手法で耐病性を検定し、耐病性が高い樹を2002年3月に露地に定植した。三代目についても、二代目と同様に選抜および育成して、2003年3月に耐病性が高い樹を露地に定植した。

黒斑病耐病性の判定は、一次選抜と同様に AK トキシンの用いた方法により、二代目を2001年、三代目を2002年の4～7月にそれぞれ4回調査した。耐病性程度は壊死斑形成の程度(+：壊死斑を形成、±：わずかに壊死斑を形成、-：壊死斑を形成せず)から、+を0、±を1、-を2として、発生した全枝を調査し、樹ごとに耐病性程度の平均値を求め、耐病性程度1以上の樹を強とした。

4 二次選抜個体のほ場耐病性と果実品質

ほ場に定植した二次選抜個体(原木4～7年生、二代目3～6年生、三代目2～5年生)について、2003～2006年の4年間に耐病性程度を二次選抜と同様に AK トキシンを用いた方法で調査した。対照として「喜水」(11～14年生)、「豊水」(11～14年生)、「ゴールド二十世紀」(8～11年生)の各1～2樹を用いた。

露地における黒斑病の発病度は、葉が2003～2006年の7～8月に1樹あたり約100枚、果実が2005～2006年の7～8月に結実した全果実について調査した。発病度は、0：病斑がみとめられない、1：病斑が数個、2：病斑が20個以下、3：50個以下、4：51個以上として、 $\Sigma(\text{病斑発生程度} \times \text{当該葉数}) / (4 \times \text{調査葉数}) \times 100$ の式により算出し、葉は4年間、果実は2年間の平均値を求めた。

果実品質は農林水産物植物種類別審査基準(2004年日本ナシ)に従い、7年生の344-5の原木、14年生の「喜水」、14年生の「豊水」の各1樹について、344-5と「喜水」は7月27日、「豊水」は8月24日に5個調査した。

III 結 果

1 ガンマ線照射が穂木の活着と生育に及ぼす影響

穂木の活着率はガンマ線照射樹が無照射樹より低く、照射樹の接ぎ木数に対する4年間の活着率の平均は22.9%であった(表1)。接ぎ木後の月数が増加するに従いガンマ線照射樹の活着率は減少し、接ぎ木3ヶ月後に対する13ヶ月後の枯死樹の割合は44.8%であった(表2)。接ぎ木年の9月の樹高はガンマ線照射樹が無照射樹よりも低く、照射樹の約半数が20cm以下であった(図1)。

表1 ガンマ線照射が穂木の活着に及ぼす影響

照射の有無	接ぎ木年	接ぎ木樹数	活着樹数	活着率(%)
有	1998	2983	515	17.3
	1999	2449	933	38.1
	2000	685	35	5.1
	2001	842	110	13.1
		(6959) ¹⁾	(1593) ¹⁾	(22.9) ²⁾
無	1999	413	403	97.6

1)4年間の合計 2)4年間の平均

表2 ガンマ線照射が接ぎ木後の活着率に及ぼす影響

接ぎ木後月数	活着樹数	活着率(%)	枯死樹数	枯死樹の割合 ²⁾ (%)
0	2449 ¹⁾	-	-	-
3	1690	69.0	0	0.0
5	1310	53.5	380	22.5
9	1156	47.2	534	31.6
13	933	38.1	757	44.8

1)1999年4月に接ぎ木した樹数 2)接ぎ木3ヶ月後の生存樹数に対する枯死樹の割合

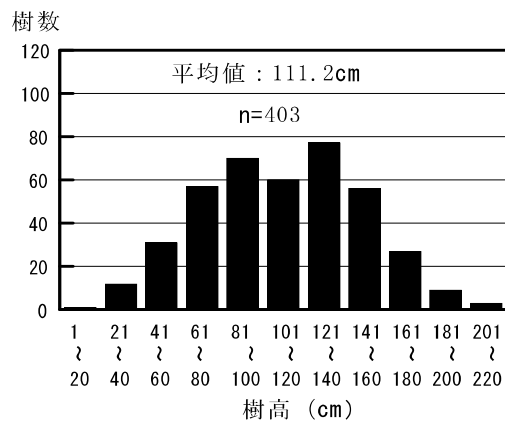
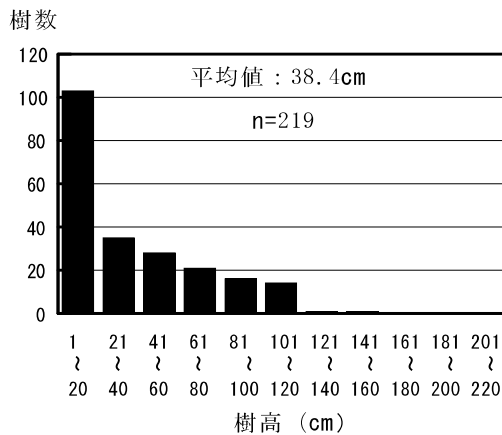


図1 ガンマ線照射個体(左)と無照射個体(右)の樹高の度数分布

2 黒斑病耐病性個体の一次選抜

1593 樹から発生した 11627 本の枝について、黒斑病耐病性を4年間調査した(表3)。その結果、1999年に接ぎ木した3樹の中で、耐病性の枝が11本あり、この枝を一次選抜個体とした。耐病性突然変異体(〜±の判定)の出現割合は、枝数では0.09%(11/11627)、樹数では0.19%(3/1593)であった。

表3 ガンマ線照射個体のAKトキシンによる黒斑病耐病性の判定

接ぎ木年	調査樹数	調査枝数	壊死斑形成の判定 ¹⁾ (枝数)			±の樹数
			-	±	+	
1998	515	2886	0	0	2886	0
1999	933	7057	2	9	7046	3
2000	35	206	0	0	206	0
2001	110	1478	0	0	1478	0
合計	1593	11627	2	9	11616	3

1) +:壊死斑を形成, ±:わずかに壊死斑を形成, -:壊死斑を形成せず

3 黒斑病耐病性個体の二次選抜

一次選抜個体から育成した二代目134樹について、黒斑病耐病性程度1以上の樹数は20樹あった(表4)。344-5と391-5の系統は、黒斑病耐病性程度1以上の樹数の割合が高かった。二代目20樹から選抜し育成した三代目128樹について、黒斑病耐病性程度1以上の樹数は32樹あった。344-5と391-2の系統が黒斑病耐病性程度1以上の樹数の割合が高かった。二代目、三代目の耐病性程度から、344-5を二次選抜個体とした。

4 二次選抜個体のほ場耐病性と果実品質

AKトキシンを用いた葉の黒斑病耐病性程度は、二次選抜個体344-5の親木、二代目、三代目では、‘喜水’よりも高く、‘豊水’よりも低く、‘ゴールド二十世紀’と同程度であった(表5)。

ほ場における葉の発病度は、344-5の親木、二代目、三代目が‘喜水’よりも低く、‘豊水’よりも高く、‘ゴールド二十世紀’と同程度であった(表6)。ほ場における果実の発病度は、344-5の親木と二代目は0.0、三代目は1.3で、‘喜水’よりも低かった。

平均果実重, 硬度, 糖度, pH, 日持ち性の値は, 344-5 と
‘喜水’との間に違いはみられなかった(表7).

表4 黒斑病耐病性個体の二代目および三代目における葉の耐病性程度

原木		二代目		三代目	
樹 No.	枝 No.	調査樹数	耐病性程度 ¹⁾ 1以上の樹数	調査樹数	耐病性程度 1以上の樹数
344	3	21	3 (14) ²⁾	20	3 (15) ²⁾
	4	15	2 (13)	10	0 (0)
	5	12	4 (33)	28	12 (43)
391	1	16	1 (6)	5	0 (0)
	2	18	4 (22)	28	10 (36)
	3	17	3 (18)	15	2 (13)
	4	6	1 (17)	12	4 (33)
	5	3	1 (33)	5	0 (0)
445	1	10	0 (0)	0	0 (0)
	3	8	0 (0)	0	0 (0)
	5	8	1 (13)	5	1 (20)
合計 (平均)		134	20 (15)	128	32 (25)

1) 2: 壊死斑を形成せず, 1: わずかに壊死斑を形成, 0: 壊死斑を形成

2) ()内は 100×耐病性程度 1 以上の樹数/調査樹数(%)

表5 黒斑病耐病性個体 344-5 の葉の耐病性程度

系統・品種	樹数	調査枝数	耐病性程度 ¹⁾
344-5 原木	1	111	1.3
344-5 二代目	4	662	1.2
344-5 三代目	4	517	1.1
喜水	2	103	0.2
ゴールド二十世紀	1	106	1.1
豊水	2	96	1.8

1) 2: 壊死斑を形成せず, 1: わずかに壊死斑を形成, 0: 壊死斑を形成
4年間の平均値

表6 黒斑病耐病性個体 344-5 のほ場における発病度

系統・品種	樹数	葉		果実	
		調査数	発病度 ¹⁾	調査数	発病度 ¹⁾
344-5 原木	1	400	2.3	20	0.0
344-5 二代目	4	1987	3.3	134	0.0
344-5 三代目	4	1558	0.7	71	1.3
喜水	2	709	13.6	80	62.8
ゴールド二十世紀	1	405	4.6	40	0.0
豊水	2	300	0.0	40	0.0

1) $100 \times \Sigma(\text{病斑発生程度} \times \text{当該葉数}) / (4 \times \text{調査葉数})$, 病斑発生程度(0: 病斑なし, 1: 病斑が数個, 2: 病斑が 20 以下, 3: 50 以下, 4: 51 以上),
葉は 4 年間, 果実は 2 年間の平均値

表7 黒斑病耐病性個体 344-5 の原木 7 年生樹の果実品質

系統・品種	収穫日 (月・日)	平均果 実重(g)	硬度 ¹⁾ (lbs)	糖度	pH	日持ち 性(日)
344-5	7.27	305	5.9	12.1	5.2	7
喜水	7.27	307	5.9	12.0	5.2	7
豊水	8.24	352	5.7	13.9	4.6	12

1) マグネステラー硬度計(10lbs, 5/16 インチプランジャー)

IV 考 察

本試験は‘喜水’の黒斑病耐病性突然変異体を育成するために, 穂木に線量率 $2.5\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$, 総線量 80Gy のガンマ線を急照射した. 4 年間で 6959 本の接ぎ木苗を育成したが, 約1年後の検定時まで生存した苗木は 1593 本で, 最終的な活着率は 22.9%であった. 1999 年の調査で, 接ぎ木 3 ヶ月後には 69.0%の個体が活着したが, 無照射樹よりも生育が不良で, 13 ヶ月後の活着率は 38.1%に低下し, 生存率は 55.2%であった. 村田ら⁹⁾が本報告と同様のガンマ線の照射条件では, ‘新水’では 78.0%, ‘おきゴールド’では 60.7%の活着率であり, 活着後生育した個体は‘新水’では 75.8%, ‘おきゴールド’では 82.8%と報告している. 活着率は本報告の接ぎ木 3 ヶ月後の値とほぼ同じであったが, その後の生存率は本報告の値が低かった. 果樹では, 一般に高接ぎ樹は切り接ぎした苗木よりも生育および結実開始が早いとされている. 村田らは高接ぎ樹, 本報告は切り接ぎした苗木を用いたためとも考えら

れるが、放射線を照射した穂木について、接ぎ木方法と活着率を調査した報告はないため、今後、検討する必要がある。

黒斑病耐病性品種である‘喜水’について、育種年限を短縮できる急照射⁹⁾および確立されたAKトキシンを用いた選抜手法⁹⁾で耐病性品種の育成を検討した。その結果、11個体が選抜され、黒斑病耐病性突然変異体系の誘発頻度は枝数で 10^{-3} となり、ガンマ線を照射して育成された3つのナシ品種と同程度であった⁶⁾。また、耐病性程度も病性品種である‘喜水’と抵抗性品種である‘豊水’の中間的な性質を示し、育成されている3品種と同様であった。Sanada⁷⁾は、‘ゴールド二十世紀’はL-I細胞層(表皮細胞)が原品種の‘二十世紀’の細胞層で、L-II細胞層(葉肉細胞、生殖質)が中位の耐病性を示す突然変異細胞層である周縁キメラであることを報告している。選抜した系統も同様な周縁キメラと考えられるが、今後調査する必要がある。

真田は⁹⁾は、黒斑病耐病性の形質がきわめて低頻度で原品種に戻る可能性を指摘している。そこで、‘喜水’の黒斑病耐病性個体の後代を育成し、安定的に耐病性を示す個体の選抜を試みた。毒素を用いた検定およびほ場における発病度では、選抜した11個体の中で、344-5の原木、二代目、三代目とも黒斑病にわずかに病する程度で高い耐病性を示し、‘ゴールド二十世紀’と同様に耐病性形質が安定していると考えられた。

344-5の原木について、果実品質を親品種である‘喜水’と比較した結果、差が認められなかったため、2006年12月15日に種苗法に基づき品種登録を申請し、‘静喜水’の名称で2009年2月24日に第17419号として登録された。

本報告は原木が7年生樹までの結果であるため、二代目および三代目を含めて、今後の果実品質、収量、生育を継続調査する必要がある。また、‘ゴールド二十世紀’では中間的な耐病性が後代に遺伝すること¹⁰⁾、ガンマ線の再照射により親品種よりも耐病性が高い系統が選抜されていることから、‘静喜水’についても交配親としての利用や再照射により耐病性がより高い個体の育成を検討する必要がある。

V 摘 要

ナシ‘喜水’は黒斑病にり病性であるため、穂木へのガンマ線の急照射より黒斑病耐病性品種の育成を試みた。11627本の枝について、AKトキシンにより葉の耐病性を判定した結果、11本の耐病性を示す個体が得られた。耐病性突然変異体の出現割合は 10^{-3} であった。

選抜した11系統の後代について調査した結果、AKトキシンの判定による耐病性程度が高く、ほ場における発病度が低い1個体を選抜した。この個体の耐病性程度は、‘ゴールド二十世紀’と同様に中間的な抵抗性を示し、収穫時期と果実品質は‘喜水’とほぼ同じであった。

引用文献

- 1) 池田富喜夫(1977):果樹の放射線育種の研究. 柑橘研究, 14, 7~13.
- 2) 井上幸次・藤井雄一郎・笹邊幸男・大塚雅子・各務裕史・那須英夫・木村剛・依田征四・粕山新二(2006):モモの黒斑病抵抗性品種清水白桃 RS'の育成. 岡山県農試研報, 24, 11~15.
- 3) 壽和夫・真田哲朗・西田光夫・藤田晴彦・池田富喜夫(1992):ニホンナシ新品種‘ゴールド二十世紀’. 生物研報, 7, 105~120.
- 4) Masuda, T., T. Yoshida and K. Inoue (1994): Selection of Mutants Resistant to Black Spot Disease Using the AK-Tokin in Japanese Pear Irradiated with Gamma-Rays. Gamma Field Symp., 33, 91~102.
- 5) Masuda, T., T. Yoshioka, K. Kotobuki and T. Sanada (1999): Selection of Mutants Highly Resistant to Black Spot Disease in Japanese Pear ‘Gold Nijisseiki’ by Irradiation of Gamma-Rays. Bull. Natl. Inst. Agrobiol. Resour., 13, 135~144.
- 6) 村田謙司・北川健一・増田哲男・井上耕介・壽和夫・内田正人・長柄稔・吉岡藤治・田平弘基・渡辺博幸・吉田亮(1994):ガンマ線の急照射によるナシ黒斑病耐病性突然変異体の選抜. 園学雑, 62(4), 701~706.
- 7) Sanada, T. (1986): Induced Mutation Breeding in Fruit Trees: Resistant Mutant to Black Spot Disease of Japanese Pear. Gamma Field Symp., 25, 87-108.
- 8) Sanada, T. (1988): Selection of Resistant Mutants to Black Spot Disease of Japanese Pear by Using Host-Specific Toxin. Japan. J. Breed., 38, 198~204.
- 9) 真田哲朗(1991):果樹における高品質品種の耐病性をめぐる問題. 植物防疫, 45(11), 465~468.
- 10) Sanada, T., K. Sagisaka, J. Soejima, T. Moriguchi, S. Teramoto and K. Kotobuki (1994): Inheritance of Intermediate Resistance to Black Spot Disease in an Induced Japanese Pear Mutant, ‘Gold Nijisseiki’. J. Japan. Soc. Hort. Sci., 62(4), 689~693.