ニホンナシ黒斑病耐病性突然変異新品種 「ゴールド二十世紀」の育成

真田哲朗¹⁾・壽 和夫¹⁾・西田光夫²⁾・藤田晴彦³⁾・池田富喜夫⁴⁾

(農業生物資源研究所・放射線育種場, 那珂郡大宮町, 〒319-22

現¹⁾果樹試験場, つくば市, 〒305

²⁾水戸市, 〒311-41

³⁾蚕糸・昆虫農業技術研究所・松本支場, 松本市, 〒390

⁴⁾東京農業大学, 世田谷区, 〒156)

A New Japanese Pear Cultivar 'Gold Nijisseiki', Resistant Mutant to Black Spot Disease of Japanese Pear (English summary on p.461)

Tetsuro SANADA, Kazuo KOTOBUKI, Teruo NISHIDA, Haruhiko FUJITA and Fukio IKEDA

(Institute of Radiation Breeding, National Institute of Agrobiological Resources, Naka-gun, Ibaraki, 〒319-22)

KEY WORDS : *Pyrus pyrifolia*, Japanese pear, new cultivar, mutant, black spot, disease resistance.

ニホンナシの栽培は1975年頃まで、赤ナシの「長十郎」と青ナシの「二十世紀」の2大品種の時代が続いてきた。その後、赤ナシは高品質の「幸水」、「豊水」等の品種に置き換わって行った。しかし、青ナシの「二十世紀」は黒斑病に罹り病性であるにもかかわらず、それを上回る優良品種が見当らず、現在でもニホンナシの生産量の約28%を占める青ナシの代表的品種である。黒斑病罹り病性品種は、病原菌 (*Alternaria alternata* Japanese pear pathotype ; TANAKA 1933, NISHIMURA *et al.* 1978) の感染により葉や果実に黒斑病徴を示す。特に、青ナシである「二十世紀」の果実は幼果から成熟果まで黒斑病の被害を受け、袋かけや度重なる薬剤散布等その防除には多大の経費と労力を要している。また、黒斑病の殺菌剤として使用されているポリオキシンの薬剤耐性菌の出現等その防除に新たな問題も生じている (西村ら 1971)。

黒斑病は1つの主働遺伝子に支配され、劣性ホモで耐病性、ヘテロで罹り病性を示し、優性ホモ品種は見られないことが報告されている (小崎 1973)。このように、「二十世紀」は黒斑病耐病性について遺伝的にヘテロであり、また、突然変異では劣性突然変異が生じ易いことが知られており、「二十世紀」から耐病性突然変異体を誘発することが期待された。

1. 黒斑病耐病性変異体の発見と選抜

放射線により突然変異を誘発する場合に、短時間に高線量の放射線を照射する急照射法と低線量を長時間かけて照射する緩照射法とがある。果樹等の栄養繁殖性作物では、照射による劣悪形質を伴う可能性の低い緩照射法が有効とされる。

1962年にガンマーフィールドのCo⁶⁰線源を中心に定植され、1981年に線源より53m(ガンマ線

1993年3月8日 受領

1993年6月15日 受理

第1表 新梢の各葉位への病原菌胞子懸濁液の接種に伴う病斑の発現

葉 位 ¹⁾	胞子接種 ²⁾ 後の病斑発現率 (%)					
	長十郎		γ -1-1 ³⁾		二十世紀	
	2日後	4日後	2日後	4日後	2日後	4日後
2	0	20	20	80	100	100
3	0	0	0	17	100	100
4	0	0	0	0	100	100
5	0	0	0	0	60	100
成葉	0	0	0	0	0	0

¹⁾ 新梢の先端の展開葉を第1葉とし、基部に向かって葉位を順次数える。

²⁾ 各葉位について1滴当たり約40 μ lの胞子懸濁液 (2×10^4 胞子/ml) を10~24滴処理。

³⁾ ゴールド二十世紀；黒斑病徴の観察されない葉で、黒斑病徴とは異なる淡褐色の小斑点が観察されることがある。

照射線量：約 15×10^{-2} Gy/日) ~ 93 m (約 4×10^{-2} Gy/日) まで8 m間隔に栽植されていた「二十世紀」樹を用い、殺菌剤の散布を行わずに病原菌を自然感染させ、耐病性突然変異体1枝を選抜した。この変異体の葉及び果実に病原毒素及び病原菌胞子を接種し、耐病性特性を調べた。しかし、選抜された系統は「長十郎」や「幸水」に見られる完全な耐病性ではなく、中位の耐病性であることが明らかになった (第1表；SANADA *et al.* 1988)。

「二十世紀」の耐病性突然変異体品種を育成するには、耐病性変異体を更に選抜し、果実、樹体等の特性を検討する必要がある。そのためには、中位の耐病性以上の変異体の選抜法を確立する必要があった。そこで、病原毒素であるAK-toxin I (NAKASHIMA *et al.* 1982；NAKASHIMA *et al.* 1985) 0.1 ppmの水溶液を添加したろ紙上に、リーフパンチで第4葉から切り取った葉片を配置してその病徴を判定する簡易選抜法を確立した (SANADA 1988a)。この方法を用い、1983年よりガンマフィールドのCo⁶⁰線源を中心に40 m (約 30×10^{-2} Gy/日) ~ 70 m (約 9×10^{-2} Gy/日) まで10 m間隔に定植した「二十世紀」の苗木の枝を基部で毎年切り戻し、伸長してきた新梢2439枝を検定したところ、新たに2系統の耐病性変異体を選抜することができ、その誘発頻度は約 10^{-3} と推定された (第2表；SANADA 1988a)。このように、毒素による簡易選抜法と自然感染法により、これまでに合計6系統の黒斑病耐病性変異体を選抜した (真田ら 1987)。

II. 変異体の黒斑病耐病性特性

選抜した6系統の突然変異体の耐病性特性を検討したところ、すべての変異系統は既存の品種や野生種に見られる完全な耐病性とは異なり、中位の耐病性を示した (第1図；真田ら 1987)。これらの変異系統は第1~2葉の若い葉では0.1 ppmの病原毒素に対して死斑を示すが、葉令が進むに伴い反応が認められなくなる。また、葉令の進んだ第4葉等では典型的な病徴は認められず、毒素または胞子の接種部位に淡褐色斑を生じる特徴がある (第2図、第3図)。この中位の耐病性の原因を調べるために、変異系統の1つである「 γ -1-1」を用い、毒素または胞子接種を行った葉や果実の接種部位に生じる淡褐色斑の組織観察を行った結果、この淡褐色斑は周縁キメラに起因するものであると推定された (SANADA 1988b)。栄養繁殖性作物の枝変りとして生じる変異体の

第2表 病原毒素 (AK-toxin I) を用いた簡易選抜法による耐病性変異体の選抜

線源からの 距離 (m)	線量率 ¹⁾		樹数	検定枝数		選抜された 耐病性枝数		耐病性変異体の 出現頻度($\times 10^{-3}$)	
	Gy/日	Gy/年		1985	1986	1985	1986	1985	1986
40	0.30	82	21	85	172	0	0	0	0
50	0.18	50	22	216	418	0	1	0	2.4
60	0.12	34	21	257	488	1	0	3.9	0
70	0.9	24	27	249	554	0	0	0	0

¹⁾ ガンマーフィールドで、約 8.9×10^{13} Bq (2400 Ci) の Co^{60} 線源からのガンマ線照射。

第1図 各品種の第1葉から第10葉の葉片に対する病原毒素 (AK-toxin I) 処理に伴う反応。25℃で2日間処理した第1葉の葉片 (上段左) から第10葉の葉片 (下段右)。

第2図 長十郎 (左), ゴールド二十世紀 (中央) 及び二十世紀 (右) の第4葉の表面に病原孢子 (約 $2 \times 10^4/\text{ml}$) を含む水滴 (約 $40 \mu\text{l}$) を添加し, 25℃ 4日後の黒斑病徴。ゴールド二十世紀の処理部位には黒斑病徴は認められないが, 淡褐色の小斑点が認められる。

第3図 ゴールド二十世紀に孢子接種した場合に見られる淡褐色小斑点の拡大写真。アルコールで脱水し, キシロール下で観察。

大半が周縁キメラであることは、緩照射を続けたモモの赤葉の系統から誘発された緑葉の突然変異体のすべてが周縁キメラであったことから明らかである（真田ら 1987）。

更に、遺伝的に中位の耐病性である可能性も考えられるため、「 $\gamma-1-1$ 」と耐病性品種及びり病性品種との交雑を行い、 F_1 実生の耐病性検定を行った。 F_1 実生中の耐病性、中位の耐病性とり病性の分離比を調べるには、これらを迅速に識別する検定法の確立が必要であり、第1葉及び第5葉からの葉片に対して各々0.1及び5 ppmの病原毒素を処理する方法を確立し、中位の耐病性実生を実生中から識別することが可能になった。この方法を用い、 F_1 実生の耐病性検定を行った結果、中位の耐病性は後代に遺伝し、「二十世紀」のり病性を発現する1つの優性遺伝子が劣性遺伝子に変異したものではなく、その中間型を示す不完全優性に突然変異したものとすると、後代の耐病性に関する分離比は概略説明できる（真田ら 1990）。

この様に、耐病性突然変異体の1つである「 $\gamma-1-1$ 」に見られる中位の耐病性は、周縁キメラとその変異細胞層が耐病性に関して中間型を示す不完全優性突然変異変異体であることの2つの要因が関係しているものと推察された。これら誘発された変異体に見られる中位の耐病性特性は、現在果樹試験場で保存している約300の品種・系統中には認められていない（真田ら 1990）。

III. 系統適応性検定試験と命名登録

これらの耐病性変異体の1つである「 $\gamma-1-1$ 」は中位の耐病性であるが、ほ場条件では顕著な黒斑病の発生は無く、果実形質等の実用形質は原品種の「二十世紀」と差が認められなかったので、果樹試験場の協力を得て、1986年よりナシの系統適応性検定試験に供試し、27都府県の試験研究機関でその特性が検討された。その結果、ほ場条件では黒斑病の発生は殆ど認められず、果実形質等の実用形質には原品種の「二十世紀」と大きな差異は認められないことが確認され（第3表；壽ら 1992）、命名登録の希望が強く出され、1990年6月に農林水産省育成農作物新品種命名登録規程に基づき「ゴールド二十世紀」と命名され、「なし農林15号」として登録・公表され、1991年12月に種苗法に基づき「登録番号2932号」として品種登録された。

IV. 新品種の特性と栽培上の注意点

1. 耐病性特性

黒斑病については、原品種の「二十世紀」は年約20回の農薬散布と2回の袋かけで防除が実施されてきたが、完全には防除できず、年により高い被害果率となっている。耐病性突然変異体の「ゴールド二十世紀」は変異体の耐病性特性で述べたように、若い葉や果実への黒斑病病原菌胞子や病原毒素処理により黒斑病の病徴を示すが、葉及び果実が成熟するに伴い発病しにくくなる。また、ほ場条件では顕著な病徴は観察されず、強い耐病性が認められる。極まれに若い葉に病徴が認められることがあるが、「二十世紀」とは異なり病斑は拡大せずに灰白色となり、その病斑部は離脱する。また、「二十世紀」は収穫期前後より黒斑病の被害により早期落葉し、次年度の生育に影響をきたすが、「ゴールド二十世紀」ではこのような早期落葉は認められない。黒斑病以外の病害の詳細な比較試験は実施されていないが、黒星病、褐斑病、えそ斑点病、赤星病等の耐病性については「二十世紀」と同程度と考えられ、これらの防除については「二十世紀」並の防除が必要である（壽ら 1992、内田 1992）。

2. 樹体及び果実特性

葉や枝の特性は原品種の「二十世紀」と特に差は認められないが、「ゴールド二十世紀」は「二十世紀」に見られる早期落葉が殆ど認められないためか、樹勢はやや旺盛である。短果枝の着生は「二十世紀」と同様に多く、また、花弁数、雌ずい数、雄ずい数、花粉の稔性、含有種子数等の生殖器官にも特に異常は認められず（第4表；真田 1987, 壽ら 1992）、「二十世紀」と同様に安定した結実を示す。

「ゴールド二十世紀」の果実は、系統適応性検定試験の成績では県によって「二十世紀」に比べてやや小さくなるとの結果も見られるが、「二十世紀」の成木樹と比較している場合もあり、今後、更に慎重に比較していく必要がある。「ゴールド二十世紀」は無袋栽培も可能であるが、無袋栽培された果実は果面がサビ状になり、「二十世紀」の特徴の1つとされている外観の美しさを維持するには少なくとも1回の袋かけは必要と思われる。収穫期は多くの県で「二十世紀」と同時期とされるが、3～4日遅くなるとする県もあり、更に詳細な検討を要する。また、収量についても詳細な比較試験が実施されていないが、「ゴールド二十世紀」は早期落葉がなく、「二十世紀」に比べ樹勢がやや旺盛であり、しかも、黒斑病による被害果の発生も殆どなく、やや多収になると予想される（内田 1992）。

3. 栽培上の注意点

「ゴールド二十世紀」の耐病性は中位であるが、ほ場条件では「二十世紀」に比べ強い耐病性を

第3表 ゴールド二十世紀と二十世紀の主要特性の比較（放射線育種場）¹⁾

品 種	開花期 ²⁾		収穫期 ²⁾		果実重 (g)	果実硬度 (lbs)	屈折 示度 (%)	酸 (pH)
	始	終	始	終				
1987								
ゴールド二十世紀	4.19	4.24	9.22	9.22	350	3.52	11.0	4.81
二十世紀	4.20	4.26	9.22	9.22	349	3.86	11.2	4.74
1988								
ゴールド二十世紀	4.23	4.30	9.22	9.22	325	4.03	10.3	4.46
二十世紀	4.24	5. 1	9.22	9.22	323	4.26	10.9	4.80
1989								
ゴールド二十世紀	4.14	4.22	9.18	9.29	270	4.04	10.7	4.61
二十世紀	4.15	4.23	9.16	9.25	310	4.52	10.6	4.65

¹⁾ 果実については、二十世紀栽培で通常行われている2回の袋かけした果実。

²⁾ 月日。

第4表 ゴールド二十世紀と二十世紀の生殖器官の比較

品 種	花弁数	葯 数	柱頭数	各種花粉の割合(%) ¹⁾			花粉の ²⁾ 発芽率 (%)
				正常	小粒	染色不良	
ゴールド二十世紀	5.7±0.9	29.6±0.7	5	81.6±7.0	2.4±1.4	16.0±7.0	93.9
二十世紀	6.1±1.5	29.4±2.1	5	85.5±7.3	2.6±1.4	11.9±6.3	95.8

¹⁾ 正常花粉は30 μm以上、小粒花粉は30 μm未満、染色不良花粉はアセトカーミンでの染色不良。

²⁾ 染色不良花粉は含んでいない。

示す。しかし、まれに若い葉や果実に黒斑病が発生することがあり、特に幼果期の黒斑病の発生には注意を要する。また、「ゴールド二十世紀」の中位の耐病性は安定しているが、周縁キメラであると推定されており、極まれにキメラが解除して、「二十世紀」と同様に病性の枝が発生する可能性があり、その場合は、黒斑病が激発している枝を早期に切除する必要がある。

V. 命名の由来

“金のように価値が高い二十世紀”を意味する。

VI. 育成関係者

西田光夫 (1962~1973), 藤田晴彦 (1968~1980), 池田富喜夫 (1973~1981), 真田哲朗 (1981~1986), 壽 和夫 (1986~1990)。

VII. 摘要

1990年6月に「 γ -1-1」が新品種に認められ、「ゴールド二十世紀」(「なし農林15号」)として命名・登録された。本品種は1962年より約 15×10^{-2} Gy/日の線量の放射線を照射し続けた「二十世紀」樹より選抜された黒斑病耐病性突然変異体である。「ゴールド二十世紀」の黒斑病耐病性特性は、「長十郎」や「幸水」にみられる完全な耐病性ではなく、中位の耐病性を示すが、ほ場条件では顕著な黒斑病病徴は認められず、「二十世紀」に比べて強い耐病性を示す。果実形質、栽培特性等の実用形質は「二十世紀」と特に差がなく、安定した結実を示す。無袋栽培も可能であるが、無袋栽培された果実は表面がサビ状になり、「二十世紀」と同様に美しい外観を保つには少なくとも1回の袋かけは必要である。「ゴールド二十世紀」は、「二十世紀」に見られる収穫後の早期落葉がなく、「二十世紀」に比べて樹勢がやや旺盛で、黒斑病による被害果の発生も殆どなく、「二十世紀」に比べてやや多収になると予想されている。

引用文献

- 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.
- 小崎 格 1973. ナシ黒斑病耐病性に関する育種学的研究 I. ナシ黒斑病抵抗性の遺伝. 園試報 A-12 : 17~27.
- NAKASHIMA, T., T. UENO and H. FUKAMI. 1982. Structure elucidation of AK-toxins, host-specific phytotoxic metabolites produced by *Alternaria kikuchiana* Tanaka. Tetrahedron Lett. 23 : 4469~4472.
- , ——, ——, T. TAGA, H. MASUDA, K. OSAKI, H. OTANI, K. KOHMOTO and S. NISHIMURA. 1985. Isolation and structures of AK-toxin I and II, host-specific phytotoxic metabolites produced by *Alternaria alternata* Japanese pear pathotype. Agr. Biol. Chem. 49 : 807-815.
- 西村正暘・甲元啓介・宇田川英男・松久秀雄 1971. 昭和46年における鳥取県下のナシ黒斑病の異常発生とその原因. 日植病報 37 : 388.
- NISHIMURA, S., M. SUGIHARA, K. KOHMOTO and H. OTANI. 1978. Two different phases in pathogenicity of the *Alternaria* pathogen causing black spot disease of Japanese pear. J. Fac. Agr. Tottori Univ. 13 : 1~10.
- SANADA, T. 1988a. Selection of resistant mutants to black spot disease of Japanese pear by using host-specific toxin. Japan. J. Breed. 38 : 198~204.
- . 1988b. Induced mutation breeding in fruit tree : Resistant mutant to black spot disease of Japanese pear. Gamma Field Sympo. 25 : 87~108.
- , T. NISHIDA and F. IKEDA. 1988. Resistant mutant to black spot disease of Japanese pear ‘Nijisseiki’ induced by gamma rays. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 57 : 159~166.

- 真田哲朗 1987. ニホンナシの人為突然変異育種. ナシ黒斑病耐病性突然変異体の特性と後代検定について. 園学雑 56 (別冊1) : 110~111.
- ・副島淳一・池田富喜夫・西田光夫・壽和夫 1987. モモの葉色突然変異体の誘発と特性について. 園学雑 56 (別冊2) : 176~177.
- ・驚坂憲司・副島淳一・森口卓哉・寺本さゆり・壽和夫 1990. ニホンナシの黒斑病に対する中位の耐病性について. 園学雑 59 (別冊1) : 174-175.
- TANAKA, S. 1933. Studies on black spot disease of Japanese pear (*Pyrus serotina* Rhed.). Mem. Coll. Agr., Kyoto Imp. Univ. 28 : 1~31.
- 内田正人 1992. ゴールド二十世紀なしの栽培の要点. 果樹種苗 47: 13~18.

Summary

A new Japanese pear cultivar named 'Gold Nijisseiki', registered as Pear Norin 15, was developed by the Institute of Radiation Breeding, National Institute of Agrobiological Resources in 1991. Black spot disease caused by the Japanese pear pathotype of *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler is the most important and serious disease of Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai var. *culta* Nakai). 'Nijisseiki' which is one of the most widely grown cultivars of Japanese pear is known to be susceptible to the disease. Susceptibility to black spot is controlled by a single dominant gene, and the majority of susceptible cultivars are heterozygous at this locus.

'Nijisseiki' was exposed to chronic irradiation ($30 \times 10^{-2}\text{Gy} \sim 4 \times 10^{-2}\text{Gy/day}$) in the Gamma Field, and six resistant mutant branches were selected from trees by both natural infection, and selection after applying a phytotoxin solution (AK-toxin I). The induced mutants exhibited intermediate resistance to black spot disease, either by the inoculation test using a spore suspension or the phytotoxin method. However, black spot symptoms seldom developed under field condition.

One mutant, ' γ -1-1' was released as 'Gold Nijisseiki' after local adaptability tests at 27 prefectural horticultural research stations. The fruit ripens a few days later than 'Nijisseiki'. 'Gold Nijisseiki' is similar to the original 'Nijisseiki' in such agronomical characters as tree habit, season of flowering, bearing habit, fruit size, shape, attractiveness and colour. Fruit colour is yellow at maturity, but fruit skin has many russets if uncovered. It is better to cover fruit with paper bags if the attractive fruit skin is necessary for marketing.

T. SANADA¹⁾

K. KOTOBUKI¹⁾

T. NISHIDA²⁾

H. FUJITA³⁾

F. IKEDA⁴⁾

Institute of Radiation Breeding, National Institute of Agrobiological Resources, Naka-gun, Ibaraki, 319-22 Japan

Present address :

¹⁾ Fruit Tree Research Station, Tsukuba, Ibaraki, 305 Japan

²⁾ Mito, Ibaraki, 311-41 Japan

³⁾ National Institute of Sericulture and Entomological Science, Matsumoto Branch, Matsumoto, Nagano, 390 Japan

⁴⁾ Tokyo University of Agriculture, Setagaya, Tokyo, 156 Japan