

消費者ニーズに対応した 県特産カンキツの新品種育成

— 倍数体及び無核紀州型無核性を利用した育種—

広島県立総合技術研究所
農業技術センター果樹研究部
金好 純子



業績概要

カンキツ産地の競争力強化に繋がる品種，消費スタイルを捉えた品種育成を目指し，本県の主要な特産品であるレモンやハッサク等のブンタンに由来する品種について，種無し（無核性）等で食べやすい新品种を育成した。育成した品種は，高品質安定生産技術の開発にも取り組んだ。また，遺伝資源の探索・収集，倍数性育種の素材となる四倍体の作出，交雑集団の形質解析を行い育種の効率化を進めた。

1) レモン及びブンタンに由来する無核性品種の育成

- ・「イエローベル」：果皮が薄くて絞りやすく果汁の多いレモン
- ・「黄宝」：手で皮が剥けてじょうのう膜ごと食べられるタンゼロ
- ・「瑞季」：糖度が高く良食味でカットフルーツに向くブンタン

2) カンキツ遺伝資源の収集・評価と四倍体の作出

カンキツ遺伝資源の収集，特性評価とデータベース化を行うと共に，三倍体作出等の素材となる四倍体等の倍数体の作出に多数の品種で成功し，新品种育成に活用した。

3) カンキツ交雑集団の形質解析

交雑集団の生殖特性，果実形質，耐病性等について評価・解析するとともに，無核性個体作出法等で育種を効率化した。



新品种「瑞季」



四倍体遺伝資源

研究の背景と技術開発のポイント

研究の背景

- ・ 県特産のレモンやハッサク等は、品種改良の事例が少なく在来品種での栽培が主体であり、種子が多い、皮が硬い、剥きにくい等により、使いにくく食べにくい
- ・ 果実の生鮮果実の消費は漸減、加工品は微増傾向、カットフルーツやジュース等の簡便に食べられるニーズの高まり（出展：（財）中央果実協会、「果実と消費に関するアンケート調査報告書」）
- ・ 果実の消費拡大には、需要に応じた商品開発や新品種育成が有効

新品種育成のねらい

レモン

●使いやすさ

- ・ 種子が無い
- ・ 果汁が多い
- ・ 果皮が柔らかく絞りやすい



ハッサク等 フンタン由来の品種

●食べやすさ

- ・ 種子が無い
- ・ 剥皮し易いor カットフルーツに向く
- ・ じょうのう膜ごと食べられる



- ・ 種子が無い（無核性）等の使いやすく、食べやすい、且つ美味しい新品種を育成
- ・ 現地試験圃場を設置して地域のJA等と連携して育成

育成の ポイント

- ◇多様な遺伝資源から育種素材を選定し、特徴的な品種や独自作出の倍数体での交配を実施
- ◇育種の効率化のため、幼苗時に染色体数やDNAマーカーで無核性個体を選抜できる三倍体や無核紀州型無核性を利用
- ◇現地試験圃場での栽培適応性の把握
- ◇生果及び加工品での新品種関連商品の年間を通じた販売を想定した技術開発

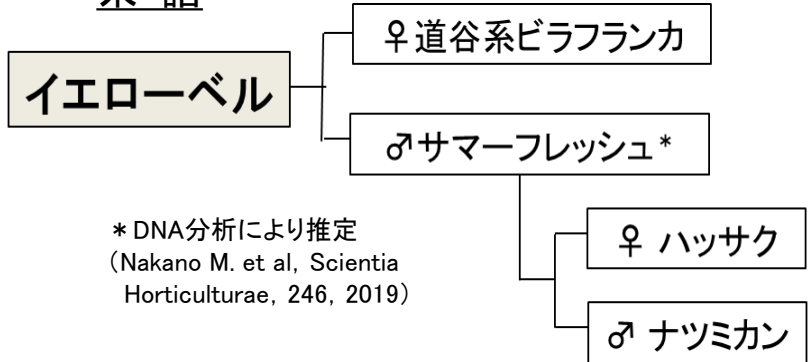
レモン新品種「イエローベル」の育成

使いやすいレモンの実需者ニーズに対応して、種子が少なく果汁が多くて、果皮が薄く絞りやすい新品種を育成した。果実のさのう（つぶつぶ）がしっかりしており、マイルドな酸味と香りが、和食や飲料合うとの評価が多く、生食にも加工にも向く品種である。

「イエローベル」の来歴

- ◇道谷系「ビラフランカ」の自然交雑実生から三倍体を選抜
- ◇花粉親はDNA分析で「サマーフレッシュ」と推定
- ◇平成24年3月23日 レモン種として品種登録（第21709号）
- ◇品種名称は、鮮やかな黄色で鈴形（ベル形）の果実の特性から命名

系譜



「イエローベル」の特性

(既存レモンとの比較)

- ・果実が大きく年内全収穫が行える
- ・種子が少なく、果皮が薄くて絞りやすい
- ・果汁割合が高く12月には約40%となる
- ・果実のさのうが硬くしっかりしている
- ・酸度が1%程度低くマイルドな風香味
- ・果汁はレモンジュース(ストレート)のJAS規格に適合
- ・樹はコンパクトで葉色が濃い
- ・かいよう病抵抗性はレモンと同等



- ・平成26年に「イエローベル栽培研究会」が発足
- ・高品質安定生産技術の普及に取り組んでいる

無核性で剥きやすい晩生カンキツ「黄宝」(きほう)の育成

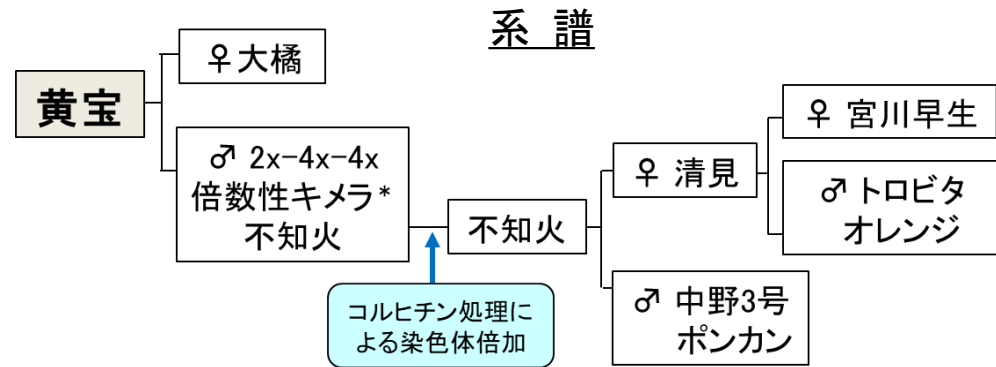
食べやすい果物の実需者ニーズに対応して、無核性で果皮が剥きやすくじょうのう膜ごと食べられる新品種を育成した。成熟期は5月で、じょうのう膜にはやや苦みがあり爽やかな風味である。マーマレードの原料としても評価が高い品種である。

「黄宝」の来历

- ◇平成11年に交配 種子親「大橋」×花粉親 2X-4X-4X キメラ「不知火」
- ◇不完全種子中の胚を培養して、得られた実生が三倍体であることを確認
- ◇平成25年2月26日 品種登録 (第22295号)

「黄宝」の特性

- ・成熟期は5月でカンキツの端境期に出荷できる
- ・果皮色は鮮やかな黄橙で、果形は不知火に類似しており、短いネックを生じる果実もある
- ・果実は約400gで、周囲の植栽品種に関わらず種子はほとんど入らず無核性が極めて高い
- ・果皮は柔らかく手で剥くことができ、じょうのう膜は薄く膜ごと食べられる
- ・糖度は12~13度、酸度は1.3%程度である
- ・隔年結果性は低く、かいよう病の発生は少ない
- ・加工品では鮮やかな黄金色の柔らかな果皮を活かした肉厚のマーマレードを試作し実需者に好評



* 茎頂分裂組織第1層が二倍体、第2層と第3層が四倍体の倍数性周縁キメラ(以下2X-4X-4X倍数性キメラ)



「黄宝」のマーマレード
(アヲハタ株式会社の試作)

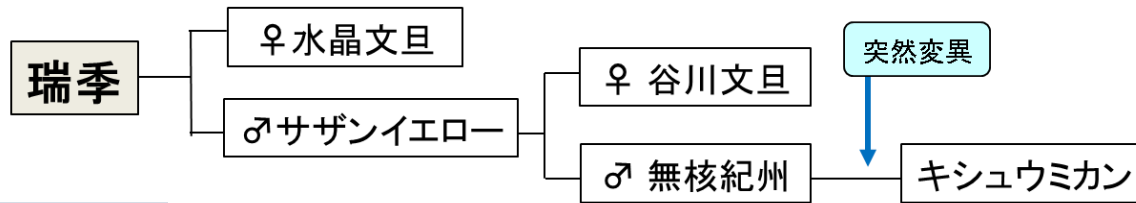
良食味でカットフルーツに向く晩生カンキツ「瑞季」(みずき)の育成

カンキツが品薄となる4月以降が成熟期で、ブンタンの爽やかな風味を持ち、種子が少なくカットフルーツに向く新品種を育成した。糖度が高く甘い香りを有しており、幅広い年代から食味の評価が高い。春～初夏の食べやすく美味しいカンキツとして、消費拡大への貢献が見込まれる。

「瑞季」の来歴

- ◇平成14年に交配 種子親「水晶文旦」×花粉親「サザンイエロー」
- ◇令和元年11月20日 品種登録（第27604号） 京都大学との共同育成
- ◇品種名称は、果汁が多く瑞々しい新緑の季節が成熟期であることから命名

系譜

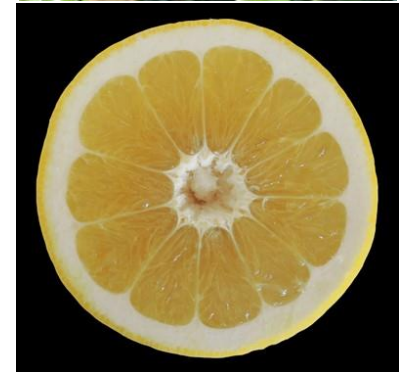


「瑞季」の特性

- ・成熟期は4月で、カンキツが品薄となる時期に出荷できる
- ・果実は短卵形で果皮は黄色であり、果実重は400～500g
- ・「サザンイエロー」に類似した甘い芳香があり、糖度は12～13度で良食味
- ・種子が少なく果汁が多くて、カットフルーツに適している
- ・果皮の苦みが少なく、果皮ごと生食できる
- ・マーマレード、ピールスティック等の試作加工品は消費者に好評
- ・着果性が良く、かいよう病の発生は少ない

★令和3年度から苗木の販売が開始され、栽培地域の制限はなく全国での栽培が可能
共同研究により栽培～貯蔵流通～加工に至る一貫した技術開発を実施している

*本研究の一部は農研機構 生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて実施した



遺伝資源の収集・評価と四倍体等育種素材の作出

遺伝資源の収集と特性評価

- ・ 在来種の探索, 収集
- ・ 農業生物資源ジーンバンクや他研究機関からの分譲
- ・ 遺伝資源は特性調査を行いデータベース化

研究開発に活用

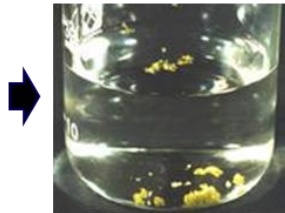


カンキツ品種データベース

コルヒチン処理と芽接ぎの併用による四倍体等の作出



6~8月, 硬化した新梢の腋芽を切り取る (1~2mm大)



腋芽をコルヒチン溶液に浸漬
0.1%, 2hr, 25°C または
0.05%, 20hr, 10°C

+



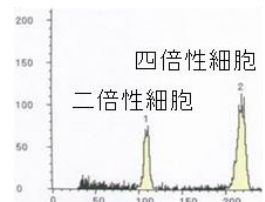
カラタチ実生台木 (播種後2~3週間暗所で育苗)



コルヒチン処理した腋芽をカラタチに接ぎ木し、パラフィルムをかぶせる
→約3週間後に芽が伸長



染色体倍加処理で得られた実生を育苗



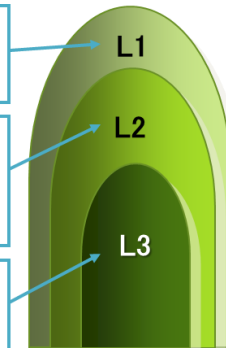
フローサイトメリーで倍数性を調査

カンキツ茎頂分裂組織の分化

茎頂分裂組織第1層(L1)を起源とする組織
表皮系、さじょうなど

茎頂分裂組織第2層(L2)を起源とする組織
表皮以外の葉の大部分、**花粉**、**胚のう**、果皮のフラベド、アルベド、さじょうなど

茎頂分裂組織第3層(L3)を起源とする組織
茎のずい、維管束、果皮のアルベドなど



茎頂分裂組織

(出展:カンキツ総論(養賢堂出版)第9章; Sugawaraら、2002)

花粉や胚のうの起源層L2が四倍性の個体を選抜

作出した四倍体等育種素材

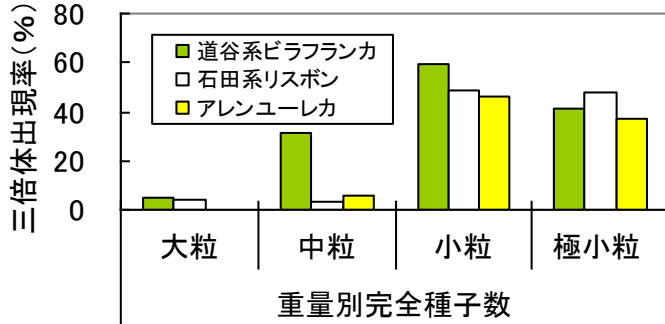
作出した倍数体	品種数		個体数
	単胚性	多胚性	
四倍体	10	4	65
倍数性キメラ*	10	7	85

* 茎頂分裂組織第1層が二倍性、第2層・第3層が四倍性の倍数性キメラ

- ・ 四倍体及び倍数体キメラを幅広い品種で作出
- ・ 交配親として三倍体品種育成等に活用
- ・ 研究材料として他機関への分譲を実施

育種の効率化

レモンでの三倍体獲得の効率化



- ・三倍体は小粒種子と極小粒種子で高い出現率
- ・レモンでの小粒及び極小粒種子での三倍体出現率は、他のカンキツに比べて極めて高く、種子の重量による選抜で効率的に獲得
- 「イエローベル」等、無核性レモンの育成に活用

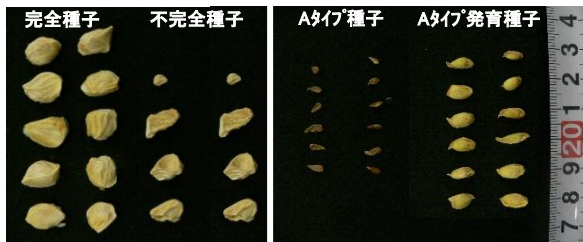
倍数体の中間母本としての利用

交配親		調査 果実数	種子数		倍数性別の種子数			1果実あたり三倍体獲得数	
種子親	花粉親		完全	不完全	完全				
					2X	3X	4X		
2X-4X-4X農間紅八朔	CRC2240	1	7	3	0	5	0	-	5.00
2X-4X-4X安芸タンゴール	CRC2240	5	6	63	0	4	0	1	1.00
大橋	2X-4X-4X不知火	50	8	387	7	0	1	26	0.52
清見	2X-4X-4X安政柑	75	4	648	0	0	4	30	0.40

- ・♀2X-4X-4X倍数体キメラ × ♂二倍体では、完全種子から三倍体を獲得
- ・♂二倍体 × ♂2X-4X-4X倍数体キメラでは、不完全種子から三倍体を獲得
- ・2X-4X-4X倍数体キメラは、四倍体と同様に三倍体作出の交配親となることを実証 → 「黄宝」等の育成に活用

サザンイエロー後代等の集団での形質解析

- ・無核紀州型無核性品種「サザンイエロー」後代の集団で種子形成等の形質を評価
- ・無核紀州型無核性は、受精後の胚の発育が早期に停止し、果皮が硬化しない小粒の可食種子(Aタイプ種子)となる(山崎, 2009)
- ・ブンタンでは、無核紀州型無核性遺伝子に対して優性に作用する稔性回復遺伝子の存在が示唆されている(根角ら, 2001)
- ・「サザンイエロー」後代では、有核型+Aタイプ発育種子形成:Aタイプ種子形成≒3:1となり、上記報告とほぼ一致



有核型

無核紀州型



サザンイエロー後代の果実分析

- ・果実重、種子形成、糖度、酸度等の関係性について解析
- ・無核紀州型の優良系統は、中間母本としても有用
- 「瑞季」等の育成に活用

多様な遺伝資源の活用や効果的な育種法 ⇒ 新品種育成を加速化・高度化