

シンクロトロン光を利用したカンキツ品種開発への可能性

青山 直子

佐賀県果樹試験場

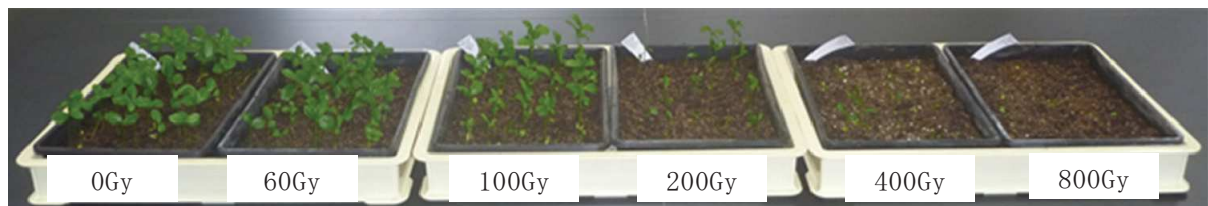
佐賀県での果樹栽培はカンキツが中心であり、ウンシュウミカンを中心に様々な品種が栽培されている。品種開発研究担当では佐賀県オリジナルカンキツの開発や既存品種の改良に取り組んでいる。

カンキツの品種開発は主に交雑育種法と突然変異育種法により行われる。ウンシュウミカンなどのカンキツ品種には一つの種子の中に一つの雑種胚と複数の珠心胚を有する多胚性のものがあり、カンキツの突然変異育種ではこの珠心胚を利用し、主な形質をほとんど変えることなく母品種より有用な形質を持つ系統を得る手法がとられている。しかし、この方法では変異の頻度や幅が非常に小さく効率が悪い。そこで、シンクロトロン光を利用したカンキツ新品種作出方法の可能性について検討を行った。平成 20 年度から 28 年度にかけて、ウンシュウミカンをはじめ、香酸カンキツおよび台木品種などのカンキツ品種を対象としてシンクロトロン光を照射した。育種目標は品種によって異なるが、高品質安定生産のための樹勢の制御、トゲなし品種や機能性成分を高含有する品種の作出などである。

シンクロトロン光をカンキツ育種に利用するにあたり、変異体獲得を目指す各品種において変異体の獲得に有効な照射条件（照射線種・線量・照射部位など）を検討した。最適な照射条件の決定後、実用照射試験を行い、照射由来個体から目的形質を有する系統の選抜を行っている。なお、本報告会では香酸カンキツ「佐系 69」への照射試験について報告する。

BL09 を利用した「佐系 69」へのシンクロトロン光照射の結果、40～60Gy で、BL07 を利用した照射においては 200Gy 前後で発芽や生育に顕著な差がみられた（第 1 図）。照射由来個体については、機能性成分含量や実生丈の追跡調査を行い、予備選抜を行っている。

永年性作物である果樹の品種開発にかかる期間はおよそ 20 年と非常に長く、シンクロトロン光を照射した個体についてはまだ明確な成果は出ていないが、照射由来個体において実生丈やトゲの長短・多少などの形質を確認したところ、矮化していると考えられる個体やトゲが短いまたは少ない個体がみられ、新しい形質を持つ個体作出への可能性が示唆された。無核形質については結実するまでは確認できないことや、先述した形質についても変異の安定性を確認する必要があることなどから、今後も継続して経過を観察し、育成を行っていく。



第 1 図 BL07 の各照射線区における照射 35 日後の「佐系 69」の生育状況

シンクロトロン光を利用した カンキツ品種開発への可能性

佐賀県果樹試験場 品種開発研究担当



本日の内容

佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.

- カンキツの育種について
- 「佐系69」への照射試験の実施
- 「佐系69」照射由来個体の春葉におけるノビレチン含量



本日の内容

佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.

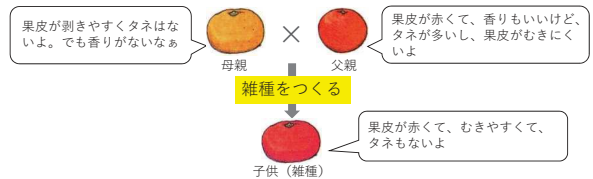
- カンキツの育種について
- 「佐系69」への照射試験の実施
- 「佐系69」照射由来個体の春葉におけるノビレチン含量



カンキツ育種の方法①

佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.

○交雑育種 …両親の良いところをあわせ持つ新品種をつくる



例) 'サガマンダリン' … '小西早生' × 'フェアチャイルド' の雑種



ウンシュウミカンの、果皮がむきやすい、袋ごと食べられるといった特徴と、'フェアチャイルド'の果皮の色が赤い、香りがあるといった特徴をあわせもつ。

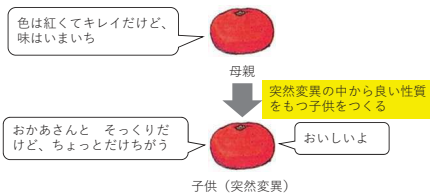
食べ頃：12月（ハウスは11月） 佐賀果試でつくられた品種第1号



カンキツ育種の方法②

佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.

○突然変異育種 …親よりちょっとだけよいところをもつ品種をつくる



例) '佐賀果試6号' … '山下紅早生'の突然変異



'山下紅早生'と紅の色は同等。
'山下紅早生'より食味は良く、β-クリプトキサンチン含量は多い。
早期に減酸する。

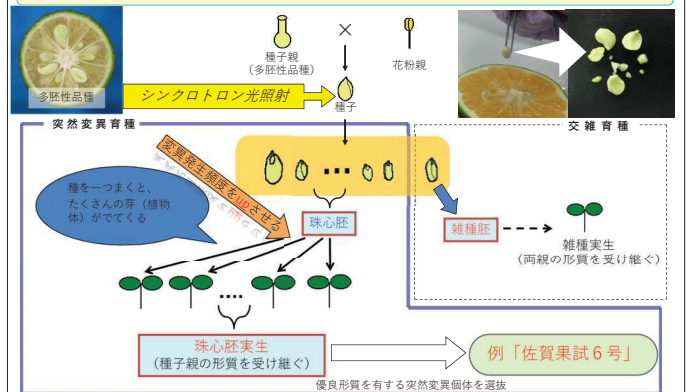
食べ頃：11月中旬～ 佐賀果試でつくられた品種第3号



突然変異育種(珠心胚実生育種)

佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.

カンキツには一つの種子の中に複数の珠心胚と1個の雑種胚とを有する品種がある





カンキツにおいて目的とする変異 佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.

栽培上の問題点の解消

- 樹勢の強弱による生産の不安定さ
→高品質安定生産のための樹勢の制御
(栽培品種および台木品種)
- トゲによる傷果の発生、作業性の悪化
→トゲなし系統の作出

付加価値へのアプローチ

- 機能性成分高含有品種の作出

樹勢とは... 佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.

栄養成長（伸びようとする）と生殖成長（子孫を残そうとする）のバランス

樹勢が強い=栄養成長に傾いている →樹は大きくなるけど実が成りにくい
樹勢が弱い=生殖成長に傾いている →実は成りやすいが樹が弱りやすい

カンキツにおいて目的とする変異 佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.

栽培上の問題点の解消

- 樹勢の強弱による生産の不安定さ
→高品質安定生産のための樹勢の制御
(栽培品種および台木品種)
- トゲによる傷果の発生、作業性の悪化
→トゲなし系統の作出

付加価値へのアプローチ

- 機能性成分高含有品種の作出

- 本日の内容** 佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.
- カンキツの育種について
 - 「佐系69」への照射試験の実施
 - 「佐系69」照射由来個体の春葉におけるノビレチン含量

照射試験の概要 佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.

供試品種
佐系69（果樹試験場において選抜中の系統）

照射対象
吸水種子胚（珠心胚）

照射年度および利用したビームライン

年度	ビームライン
2014年度	BL09
2015年度	BL07、BL09
2016年度	BL07

※白色X線光を照射

供試品種「佐系69」の概要 佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.

親：‘ハナユ’×‘シークァーサー’

長所

- 果皮にノビレチンを高含有
- 果実重はシークァーサーの約3倍
- ハナユ由来の香りを持つ

短所

- 枝梢のトゲが多く長い
- 種子含有数が非常に多い

照射目的：無核・トゲなし個体の獲得



照射前処理および照射 佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.




照射後処理（種子） 佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.



発芽状況 左図拡大（40Gy）

- 照射当日に培土上に播種
- 25°C、16時間日長条件で栽培

BL09照射31日後の個体 佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.



BL09照射31日後の概要 佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.

表 「佐系69」のBL09照射由来個体における吸収線量別の生育

	吸収線量					
	0Gy (対照)	20Gy	40Gy	60Gy	80Gy	100Gy
照射個体数	90	135	133	133	125	132
発芽率 (%)	100	98	100	49	16	11
平均実生丈 (cm)	5.9	5.5	3.2	1.4	1.0	1.6

(照射日：2015年1月16日 調査日：2015年2月16日)

BL09利用においては
40Gyよりも強い線量で変異体が得られやすい可能性

BL09照射31日後の照射由来個体の実生丈 佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.

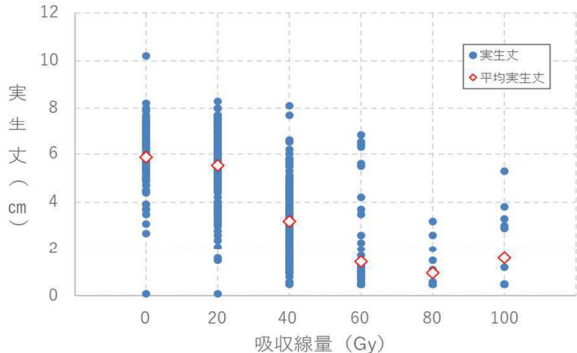
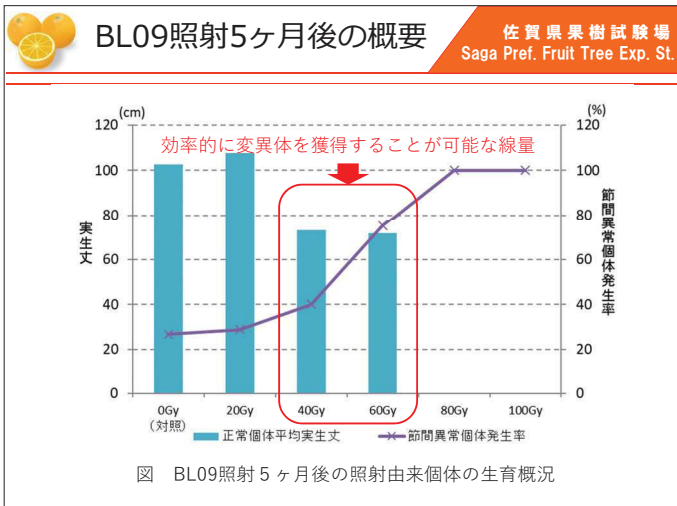


図 BL09照射31日後の照射由来個体の実生丈



BL07における適正線量の検討

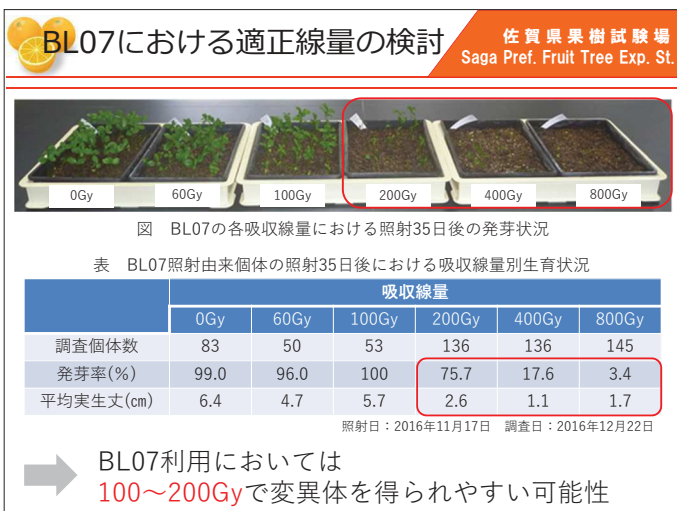
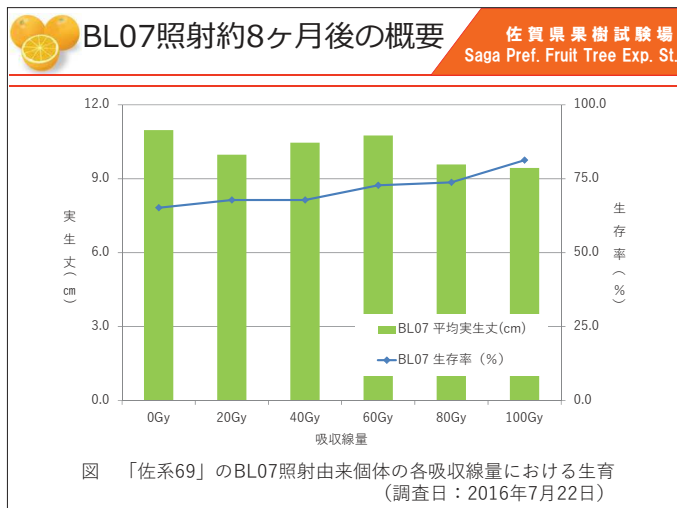
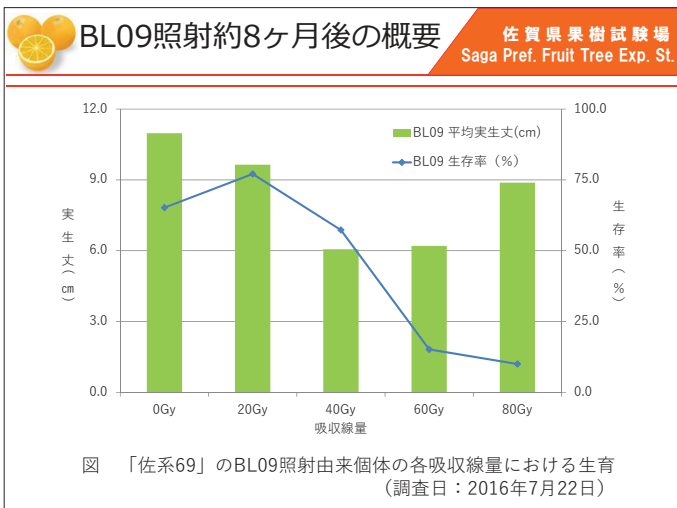
佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.

表 「佐系69」BL09およびBL07照射由来個体における吸収線量別の生育

		吸収線量					
		0Gy	20Gy	40Gy	60Gy	80Gy	100Gy
BL09	照射個体数	92	96	178	198	100	—
	発芽率(%)	100	95.8	81.5	17.2	13.0	—
	平均実生丈(cm)	7.9	7.9	5.0	3.3	4.9	—
BL07	照射個体数	92	87	90	92	88	48
	発芽率(%)	100	97.7	100	98.9	98.9	97.9
	平均実生丈(cm)	7.9	8.9	8.8	8.7	8.3	7.9

照射日：2015年11月12・13日 調査日：2016年1月6日

20Gy～100Gy照射では発芽率や実生丈に影響が見られなかった
→より強い吸収線量が必要である可能性



小まとめ

佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.

「佐系69」ヘシंकロトン光照射試験を実施した結果、変異体を効率的に獲得するための吸収線量は

- ・BL09利用では40～60Gy
- ・BL07利用では100～200Gy

であると考えられる

なお、極端に強い線量での照射は節間異常などの異常生育個体の発生確率が高くなる



本日の内容

佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.

- カンキツの育種について
- 「佐系69」への照射試験の実施
- 「佐系69」照射由来個体の春葉におけるノビレチン含量



ノビレチンとは

佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.

ポリメトキシフラボノイド (PMF) の一種で以下の効用をもつ

抗炎症活性

リウマチ等の炎症軽減
(Lin et al. 2003; Murakami et al. 2005 etc.)

メタボリック症候群予防

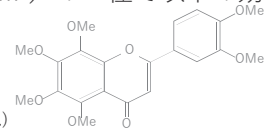
肝臓におけるコレステロール産生抑制
(Kurowska & Manthey, 2004; Morin et al. 2008; Mulvihill et al. 2011 etc.)

抗癌活性

前立腺がん、皮膚がん等の増殖を抑制
(Suzuki et al. 2004; Tang et al. 2007, Miyata et al. 2008 etc.)

記憶障害改善

アルツハイマー病における記憶障害を軽減
(Onozuka et al. 2008 etc.)



佐賀果試で交雑により育成した香酸カンキツのノビレチン含量

佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.

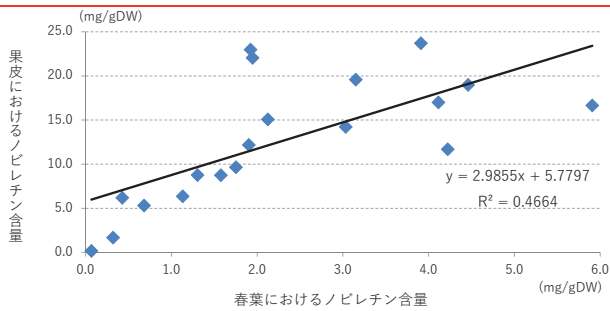


図 香酸カンキツ交雑個体における葉および果皮に含まれるノビレチン量 (2012)

ノビレチン含量は葉と果皮で正の相関がみられる

葉のノビレチン含量で粗選抜がある程度可能



照射個体のノビレチン含量

佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.

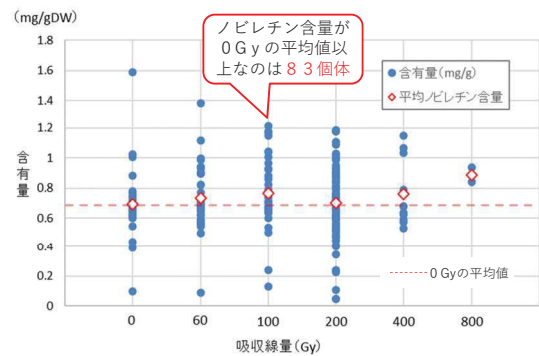


図 BL07照射由来個体の各吸収線量における春葉のノビレチン含量 (2016年度照射)



まとめ

佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.

- 「佐系69」へのシンクロトロン光照射による変異体獲得のための適正線量はビームラインによって異なり、BL09照射においては40~60Gy、BL07照射においては100~200Gyと考えられる
- カンキツは結実までの年数が長く、こういった変異が起きているのかは現段階では不明
→ 今後は早期結実を目指して照射個体の育成を行う



これまでの照射実績

佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.

照射品種	照射年度	照射部位	獲得目標形質
ユズ	平成20・22年度	胚軸カルス	トゲなし・無核
カラタチ	平成21・24・25年度	胚軸カルス・種子	弱樹勢
シーカーサー	平成21・24・25年度	胚軸カルス・種子	機能性成分高含有
大津4号	平成21~25年度	胚軸カルス	やや弱樹勢
佐系69	平成26~28年度	種子	トゲなし・無核



各品種における適正線量

佐賀県果樹試験場
Saga Pref. Fruit Tree Exp. St.

照射品種	照射部位	照射線種	適正線量
ユズ	胚軸カルス	BL09	20Gy～やや強線量
カラタチ	種子	BL09	50～75Gy
シークァーサー	胚軸カルス	BL09	20Gy
大津4号	胚軸カルス	BL09	10Gy
佐系69	種子	BL07	100～200Gy
		BL09	40～60Gy

ご清聴ありがとうございました