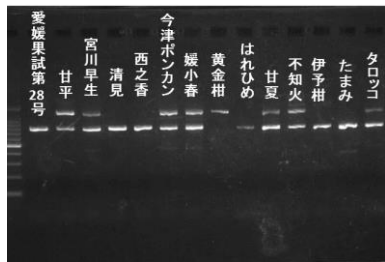


単胚性・多胚性の識別マーカーの有効性検討

カンキツ類種子における単胚性・多胚性の識別マーカーの実用性を評価するため、既存品種・愛媛育成系統・育成中の交雑個体にマーカーを適用し、識別能力を検討した。

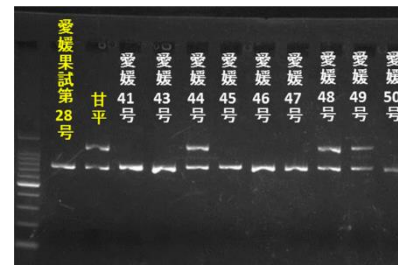
既存品種



品種	マーカーで識別された胚性	胚性表現型
愛媛果試第28号	単胚	単胚
甘平	多胚	多胚
宮川早生	多胚	多胚
清見	単胚	単胚
西之香	単胚	単胚
今津ボンカン	多胚	多胚
媛小春	多胚	多胚
黄金柑	多胚	多胚
はれひめ	単胚	単胚
不知火	多胚	多胚
伊予柑	単胚	単胚
たまみ	単胚	単胚
タロッコ	多胚	多胚

既に判明している胚性とマーカー適用により識別された胚性が全ての既存品種において一致した。

愛媛系統



系統	マーカーで識別された胚性	胚性表現型
愛媛41号	単胚	単胚
愛媛43号	単胚	単胚
愛媛44号	多胚	多胚
愛媛45号	単胚	単胚
愛媛46号	単胚	単胚
愛媛47号	単胚	単胚
愛媛48号	多胚	多胚
愛媛49号	多胚	多胚
愛媛50号	単胚	単胚

※愛媛果試第28号は単胚性、甘平は多胚性の対照

既に判明している胚性とマーカー適用により識別された胚性が全ての愛媛系統において一致した。

愛媛育成品種を親として用いた交雑個体

交雑組み合わせ	個体数 (マーカー適用個体数)	種子調査 個体数	マーカーによる胚性識別と 種子調査結果一致個体数
愛媛果試第28号×タロッコ	12	6	6
たまみ×甘平	22	12	12

胚性が判明していない交雑個体のマーカーによる胚性識別結果と種子調査の胚性識別結果が調査した全ての個体で一致した。

●単胚性・多胚性の識別マーカーは、既存品種や、愛媛系統、愛媛育成品種を親として用いた交雑個体においても、正確に胚性識別できる。

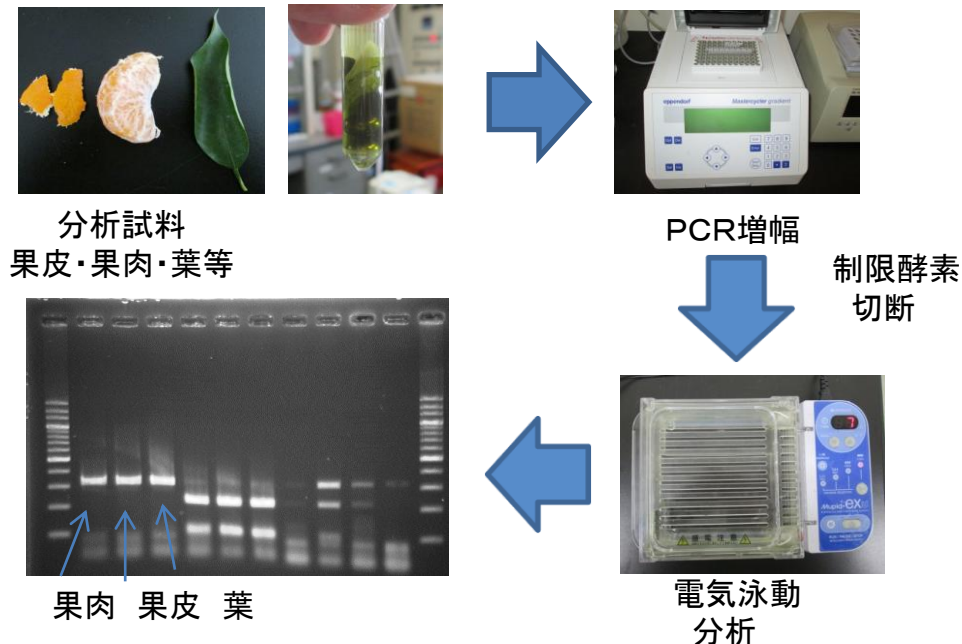
●十分な胚性識別能力・交雑個体選抜能力を有する。

愛媛県カンキツ育種へ実用可能

愛媛の優良品種を保護するために

「愛媛果試第28号(紅まどonna)」や「甘平」などの品種は、生産量も年々増加し、本県のかんきつ農家の所得向上に寄与しています。これら品種の**穂木等**が県外へ**不適切に持ち出しされる**懸念があることから、みかん研究所ではそれらに対処できるよう、農林水産省種苗管理センターや研究機関と連携し、育成中の愛媛系統も含め**遺伝子による品種識別技術**を確立し、現在、対応する品種・系統数を増やしています。

カンキツの品種識別法 (CAPS法) Cleaved Amplified Polymorphic Sequence法



第1表 これまでに識別可能になった
品種・系統

番号	供試品種 系統名称	品種系統 の別
1	愛媛果試第28号	品種
2	甘平	品種
3	媛小春	品種
4	愛媛43号	系統
5	愛媛44号	系統
6	愛媛45号	系統
7	愛媛46号	系統
8	愛媛47号	系統
9	愛媛48号	系統
10	愛媛49号	系統
11	愛媛50号	系統

交雑育種による新品種の育成



交配は開花直前の♀の花弁を除き、♂の花粉を柱頭につけ、他品種の花粉が付くのを防ぐため梨袋を掛ける。
(4～5月)

親に使う品種は

♀品種(花)

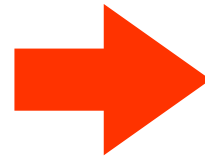
主に単胚の
優良品種(清見、紅まどんな、西之香等)を種子親とする。



♂品種(花粉)

花粉があり優良形質を持つ品種

- ・糖度が高い
- ・機能性に富む
(ブラッドオレンジ)
- ・香りが良い(オレンジ類)
- ・温暖化に強い
(不知火、ポンカン等)

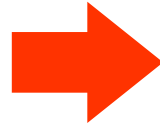


収穫した果実から種子を取り出す(11月)

種子の皮を剥いてシャーレに播種し、発根させる(11月)



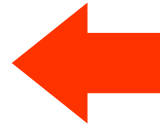
発根した実生を育苗パレットに移植し、育苗室で育成する(11～4月)



5月頃プランターに植替え、穂木が取れる太さになるまで生育させる(約2年間)



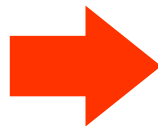
圃場の台木(カラタチ若しくは温州中間台)に高接ぎ。



芽かぎしながら1本仕立てにし、より長く伸ばす。



高接ぎ2年目に棚を設置し、先端を曲げて誘引し結実を早める。 育種年限の短縮



1次選抜

高接ぎ3年目から着果が始まるので優良品種を一次選抜 (見込みの無いものは伐採)

現地適応性試験



農林水産省へ申請

出願公表

品種登録

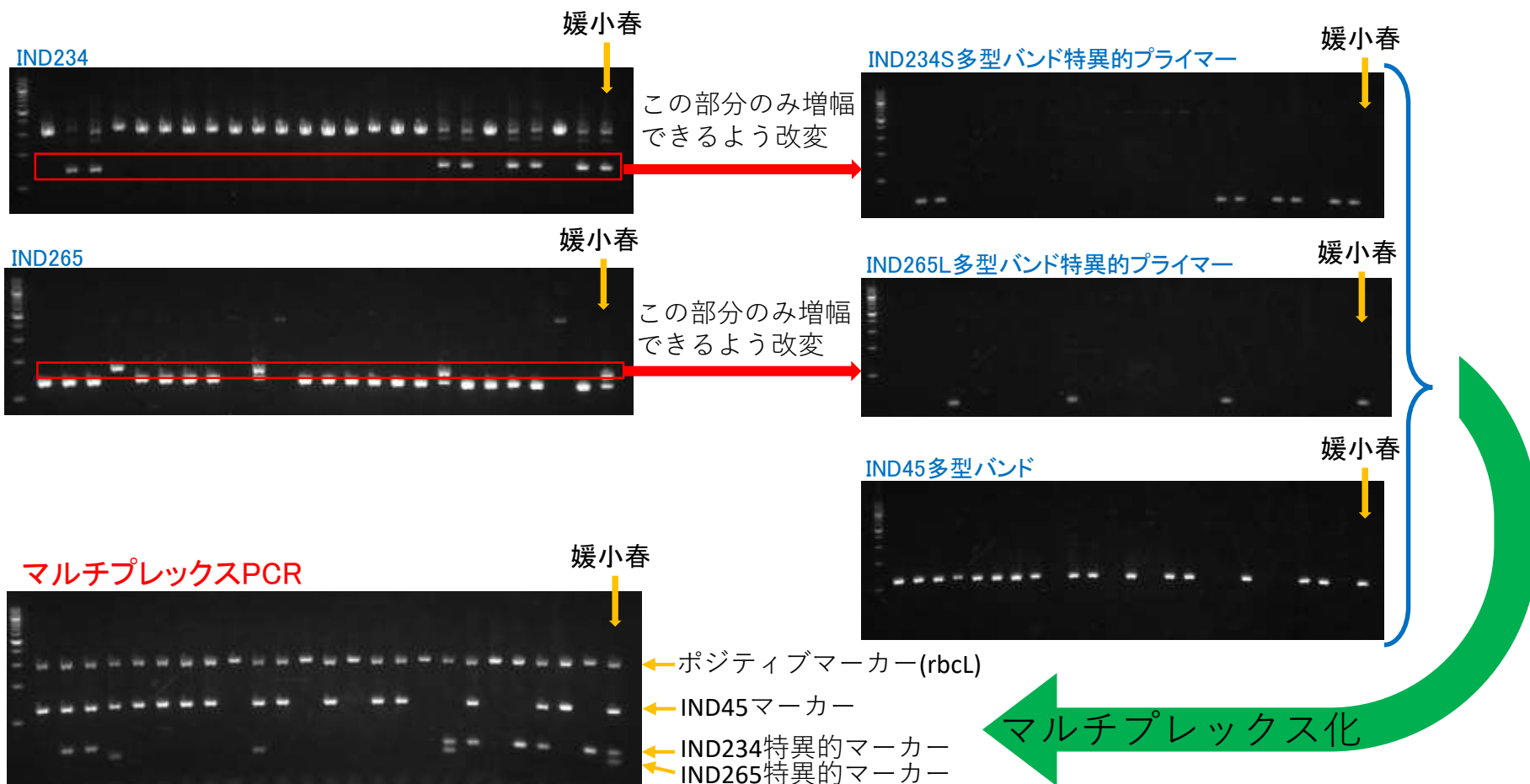
交配から品種登録まで 甘平:16年



2次選抜

選抜した系統は再度高接ぎし、2次選抜する。

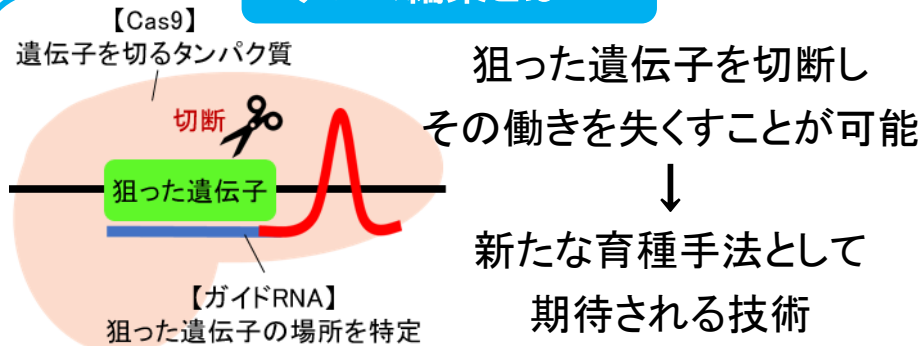
品種識別に必要な特異的多型のみを増幅するINDELマーカ－由来のプライマ－(簡易識別マーカ－)の設計を行った。この設計した遺伝子マーカ－の特異的多型は、全てその断片が存在すること(ポジティブ)で品種を識別できる遺伝子マーカ－である。また、1度のPCRで3つのマーカ－を同時に検出するマルチプレックス化も行った。



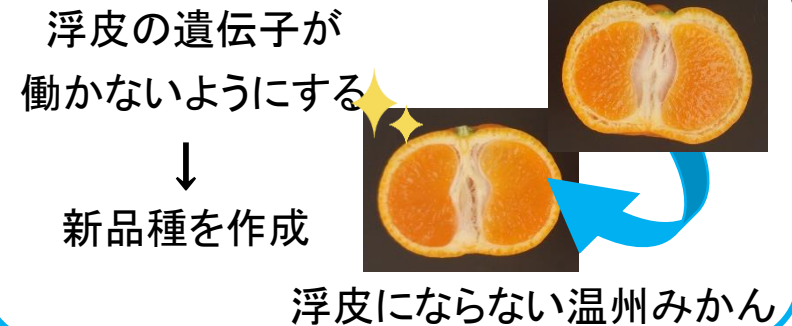
かんきつのゲノム編集利用に向けた 培養技術の開発について

近年、温州みかんにおける浮皮が問題になっており、浮皮にならない新品种の開発が求められている。しかし、多胚性であることから現在の交雑育種の手法では開発は困難である。この解決策として、浮皮の原因遺伝子を標的としたゲノム編集を検討しているが、現在のところゲノム編集に必要な培養技術が未確立であることから、温州みかんにおける細胞の培養技術確立を試みている。

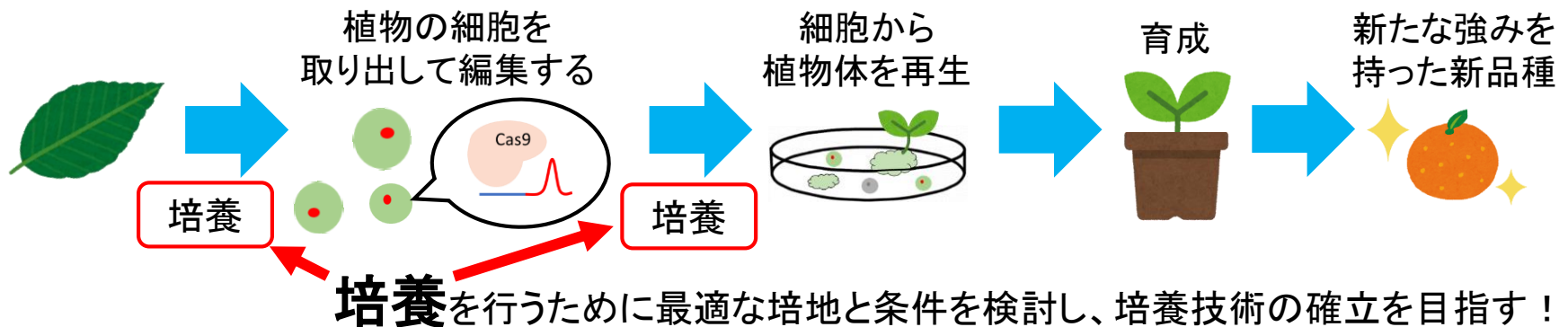
ゲノム編集とは？



試験の最終目標



ゲノム編集に必要な培養技術の開発に向けた取り組み



スマート技術導入による日本一の温州ミカン産地持続モデル実証

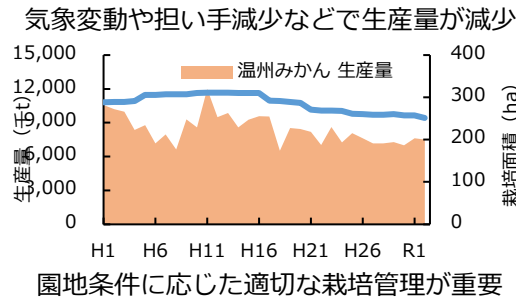
スマート農業技術をカンキツ産地に導入し、栽培管理技術の高位平準化および土壌環境の改善と環境負荷軽減技術を実証します。

実証グループ：JAにしよう真穴共選スマート農業推進協議会

実証対象：JAにしよう真穴共選スマート農業研究会

生産目標モデルシェアリングによる栽培技術実証

栽培管理



生育予測機能

真穴地区やみかん研究所が保有する過去の品質・選果データを用いた生育予測

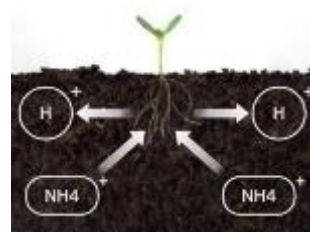
液体石灰肥料と自動液肥灌水システム利用による土壌改善技術実証と環境負荷軽減

土壌改良・施肥



○肥料大量投入の悪循環
着果負担→樹勢後退→化学肥料、液肥投入
→土壌酸性化・物理性悪化 →生産減退

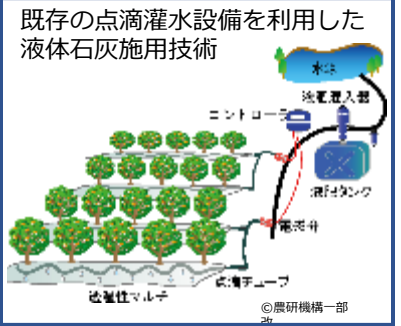
土壌酸性化の要因



アンモニアの吸収時H⁺放出
硝酸態チッ소는酸性化しない

液体石灰肥料
陽イオン(Ca、Mg)と
硝酸態チッソを含む
液体肥料

土壌物理性改善資材
バイオスティミュラント (BS)



目標

- 生育予測モデルのシェアリングによる **S-L 階級比率80%以上の達成**
- 土壌改良と施肥作業の集約による **年間作業時間30%削減**と効率的な土壌改良による **土壌pHの適正化**
- 営農指導システム運営、液体石灰肥料およびBSのドリップ施用による **産地全体の年間収量7,000t以上**

カンキツ輸出に向けた高糖度果実安定生産技術と鮮度保持技術の確立

栽培

甘く美味しい果実を安定的に生産するため、スマート農機の導入を行う上で必要となる省力樹形に適用可能な高糖度カンキツ生産技術の確立を目指す。研究終了時までに、カンキツの省力樹形や多様な圃地条件下において、樹体水分のセンシング技術等により土壌水分を制御し、既存の樹体にも適用可能な高糖度果実安定生産技術を確立する。

S.マルチの管理・導入支援システムの開発

管理・導入支援アプリの開発

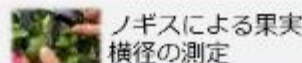
(農研機構果樹茶部門、西日本農研、(株)ヘッドウォータース)



R6 S.マルチの導入・管理に役立つアプリを開発し、web上に公開

AIによる画像診断技術の開発

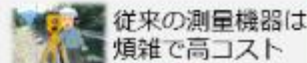
(果樹茶部門、(株)ヘッドウォータース)



R6 ノギスと同等以上の精度、灌水判断時間を限りなくゼロへ

ドローンを用いた圃地設計システムの開発

(西日本農研)



空撮画像から傾斜マップを作成し、圃地を設計



R6 測量時間とコストをそれぞれ3割以上削減する

S.マルチの技術改良と現地実証

圃地特有の問題に対する技術の開発

(熊本県果樹研、福岡県農研試)



R6 高糖度果実50%以上

極わい性台木の利用

(農研機構果樹茶部門)



R6 有効樹齢5年以上延伸

現地実証による効果の検証と経営評価

(愛媛県みかん研・佐賀上場営農セ・長崎県農技セ)



R6 全国的な普及促進

S.マルチとは、地表を覆うマルチと併せて資材(S.シート)で樹列間の土壌を仕切り防水・防根を確実にする技術。80mm/hの降雨でも糖度向上効果を発揮するほか、圃内での円滑な車両通行を可能とするため、大規模経営にも適する。



流通

果実輸出量を確保するため、輸出時の長距離輸送における腐敗等の課題に関する対策確立を目指す。研究期間終了時までに、輸送時の果実損傷防止等により、長距離輸送を可能とするカンキツ鮮度保持・腐敗対策技術を確立する。

整列梱包(仮称)による流通ロス削減技術の開発

整列梱包とは、

仕切りにより、底面近くの果実に掛かる荷重は縦方向のみ、かつ均一となり損傷を低減できる。横倒し時の損傷も軽減。もし腐敗が発生しても仕切りによりカビの伝播を最小限にとどめることができる。さらに、フィルム包装と組み合わせるとガス・水蒸気雰囲気最適化も図れる。



従来、小単位でのフィルム包装は困難

整列梱包容器の損傷防止効果の検証

(農研機構食品部門、果樹茶部門)

- R4** 試作品の製作。輸送中の静荷重・動荷重を踏まえ、損傷発生程度およびカビ・腐敗の防止効果を定量
- R4** フィルム包装と組み合わせた際の品質保持効果の向上性評価



落下試験



ガス透過試験

R6 整列梱包の実輸送における性能を実証し、実用化

輸出を想定したカンキツ腐敗抑制

(愛媛県農林水産研究所、三井化学株式会社)

- R4** 東南アジア輸出時の問題点の抽出
- R4** 輸出時のMA包装資材の効果検証



整列梱包容器の設計

(王子コンテナ株式会社)

- R4** 整列梱包・MA資材の試験に基づき、実用的な梱包形状を提案・製作

★波及効果★ S.マルチの普及により、高糖度果実が生産されることで果実単価は上昇し、500ha普及した場合、年間60億円の経済効果が見込まれる。



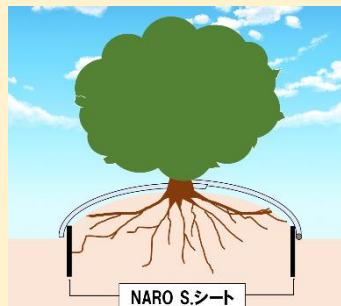
(ミカンの販売単価をレギュラー品400円/kg、ミドルブランド品800円/kg、トップブランド品1200円/kgと仮定。慣行は全量がレギュラー品、S.マルチ導入により、レギュラー品、ミドルブランド品、トップブランド品をそれぞれ33%生産されると仮定。収量は3t/10aで試算。)

★波及効果★ ワンシュウミカン輸出中の減耗量(13.3%、2013年)および2019年の輸出額5.4億円を勘案すると、損失額を1割以上削減するためには減耗を3割以上削減する必要があり、プロジェクト終了までに、このスペックを満たす梱包方法を完成し、輸出への実装を図る。

S. マルチの品質向上効果と経営評価の実証

(カンキツ輸出に向けた高糖度果実安定生産技術と鮮度保持技術の確立事業)

近年、温暖化により大雨及び短時間強雨の発生頻度は増加しているが、農研機構が開発したS. マルチは、従来のシートマルチ栽培に比べ雨水の流入を防ぐことができ、新たな高糖度果実安定生産技術として期待されている。本県における導入事例はほとんどないため、現地実証園を設置して経営評価と実用性の検討を実施している。



S. マルチ (シーリングマルチ) とは、
排水設計に基づき整地した園地において、埋設したNARO S. シートで樹列間の土壌を仕切り防水・防根を確実にして、シートマルチ栽培を行う技術。**慣行シートマルチ栽培よりも安定して高糖度果実が生産できる。**大雨 (<80mm/h) に対応するほか、園内の車両通行が容易になるため、**省力樹形による大規模経営にも適する。**



NARO S.シート埋設の様子



現地実証園 (南柑20号)

実証内容

実証場所：八幡浜市高野地

設置日：令和4年7月

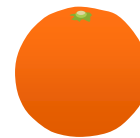
調査項目：果実肥大、果実品質、経営評価

S. マルチ導入による効果や問題点等を明らかにし、**本県に合ったS. マルチ栽培方法の確立を目指す。**

愛媛果試第28号 (紅まどんな) 愛媛県育成品種

来歴

南香 × 天草



育成経過

平成 2年 「南香」に「天草」の花粉を交配
平成 5年 温州ミカンに高接ぎ
平成 7年 初結実
平成 9年 二次選抜 系統名「愛媛28号」
平成 12年 現地適応性試験開始
平成 15年 種苗法に基づく品種登録申請
平成 17年 3月品種登録（登録名：愛媛果試第28号）
全農が「紅まどんな」で商標登録

果実品質

(みかん研究所)

調査日	横径 (cm)	果径 指数	1果重 (g)	Brix	クエン酸 (g/100ml)
12月1日	8.3	114	257	12.4	0.84

(H22~R1)



特 性

樹姿は開張性で樹勢はやや強い。成熟期は12月。

果実は250g程度（伊予柑程度）。

果皮は薄く滑らかで濃い紅色。

果肉は極めて**柔軟多汁で、ゼリー様の独特な食感**、種子は無く、皮は剥きにくい。

12月に**糖度12、クエン酸1%**程度。

果皮が弱く、成熟期にヘタ周辺にひび割れ（果皮障害）が発生することがあるので、防止のため、**雨よけ栽培**を基本とする。



歳末贈答用として期待され、栽培面積は増加中。
H30年産 栽培面積：261ha 生産量：3,352 t
栽培は県内に限定。

媛小春 (ひめこはる) 愛媛県育成品種

来歴

清見 × 黄金柑



育成経過

平成 6年 「清見」に「黄金柑」の花粉を交配
平成 9年 温州ミカンに高接ぎ
平成 11年 二次選抜 系統名「愛媛32号」
平成 15年 現地適応性試験開始
平成 19年 種苗法に基づく品種登録申請
平成 20年 10月品種登録

果実品質

(みかん研究所)

調査日	横径 (cm)	果径 指数	1果重 (g)	Brix	クエン酸 (g/100ml)
2月1日	7.3	114	163	13.2	1.06

(H22~R1)



特 性

樹勢は強い。成熟期は1月中旬～2月。
果実は150g前後。
果形は扁球形で果梗部にネックを生じる。
果皮は**鮮黄色で剥きやすい**。
種子は少し入ることがあるが、袋ごと食べられ、他品種にはない**フルーティーな風味**。
2月中旬には糖度12度以上、クエン酸1%程度となる。



早春に収穫される愛らしい果実を表現し「媛小春」と命名した。
個性的な地域特産果樹として、普及が期待される。
栽培は県内に限定。

甘平 (かんぺい)

愛媛県育成品種

来歴

西之香 × ポンカン



育成経過

平成 3年 「西之香」に「ポンカン」の花粉を交配
平成 5年 温州ミカンに高接ぎ
平成 9年 初結実
平成 12年 二次選抜 系統名「愛媛34号」
平成 13年 現地適応性試験開始
平成 17年 種苗法に基づく品種登録申請
平成 19年 8月品種登録

果実品質

(みかん研究所)

調査日	横径 (cm)	果径 指数	1果重 (g)	Brix	クエン酸 (g/100ml)
2月1日	9.3	144	303	13.6	0.86

(H22~R1)



特 性

樹勢は中程度。成熟期は2月。

果実は300g程度。

果形は**扁平**、果皮は濃橙色で薄く、剥きやすい。

種子がなく、袋ごと食べられ、**甘く、しゃきっとした独特の食感**。

夏秋期に裂果が発生しやすく、隔年結果性が強い。



甘く、果形が平らなため「甘平」と命名した。
高級カンキツとして販売されている。

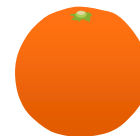
H30年産 栽培面積：295ha 生産量：1,815 t
栽培は県内に限定。

愛媛果試第48号 (紅プリンセス)

愛媛県育成品種

来歴

紅まどんな × 甘平



育成経過

平成 17年 「紅まどんな」に「甘平」の花粉を交配
平成 20年 温州ミカンに高接ぎ
平成 22年 初結実
平成 27年 二次選抜 系統名「愛媛48号」
平成 29年 現地適応性試験開始
平成 31年 種苗法に基づく品種登録申請
令和 1年 8月出願公表（登録名：愛媛果試第48号）
県が「紅プリンセス」で商標登録

果実品質

(みかん研究所)

調査日	横径 (cm)	果径 指数	1果重 (g)	Brix	クエン酸 (g/100ml)
3月11日	8.0	108	249	15.0	1.03

(H27~R1)



特 性

樹姿は中間型で樹勢良好。成熟期は3月中旬～4月。
果実は250g程度。果形は短卵型で果梗部は尖状。
果皮は赤みの強い橙色で、薄くて剥きやすい。
果肉は柔軟多汁。紅まどんなの食感と、甘平の濃い甘味
をもつ。種子は無い。
3月中旬に糖度13以上、クエン酸1%程度。

かいよう病に対し罹病性。果実にホウ素欠乏、日焼け果、
果皮障害、す上がりの発生がみられ、対策技術が必要。



栽培適地

温暖で冷気の停滞がなく、冬季の季節風の影響が少ない園地で、島しょ部や沿岸部の無霜地帯が望ましい。
排水性の良い乾きやすい園地で水源が確保できる園地。
栽培は県内に限定。

柑橘産業イノベーションセンター 南予サテライト

愛媛大学大学院農学研究科は、平成30年7月の豪雨災害により県内各地で甚大な被害を受けた柑橘産業の復興と発展を支援するため、平成30年12月1日に「附属柑橘産業イノベーションセンター」を設置しました。その後、今年3月1日に、宇和島市からの設置要望、当該産業界からの連携支援の要望が実現する形で、被害が甚大であった南予地域の拠点として、愛媛県農林水産研究所果樹研究センターみかん研究所内に、「附属柑橘産業イノベーションセンター南予サテライト」を立ち上げました。



本日
開館
しています

センター長(農学研究科長):
山内 聡

副センター長:
山田 寿・小林括平

地域連携室長:
治多伸介

研 究 部 門		
<p>生産基盤部門長: 小林範之</p> <p>園地防災管理分野 園地水管理分野 園地環境分野 園地整備分野 栽培施設分野 農地利用分野</p> <p>6分野12名</p>	<p>柑橘生産部門長: 山田 寿</p> <p>栽培技術分野 土壌肥料分野 病虫害対策分野 栽培管理分野 遺伝・生理分野</p> <p>5分野14名</p>	<p>六次産業化部門長: 松岡 淳</p> <p>食品産業分野 安全性分野 保存流通分野 農業経営政策分野 農産物流通分野 地域資源管理分野</p> <p>6分野14名</p>



生産基盤部門の主な研究テーマ

- * 平成30年水害復興，今後の災害の**防災**，**減災**に関する研究
- * 柑橘栽培園地における**灌漑用水確保**，及び**水質管理**に関する技術の開発
- * 柑橘栽培園地における**微気象**の栽培管理へのフィードバック
- * 柑橘栽培**園地整備**に関する研究
- * 施設栽培柑橘の生産性向上を目的とした**環境制御**を可能にするシステムの開発
- * 柑橘栽培**園地の高度活用**を目的とした社会科学的手法の開発

柑橘生産部門の主な研究テーマ

- * 柑橘の生産性と果実**品質の向上**を目的とした**栽培技術**の開発
- * 柑橘栽培園地における**土壌診断**と**土壌改良**による環境保全型生産性向上技術の開発
- * 柑橘病原体および**害虫の同定**，ならびに化学的，耕種的および**生物的防除法**の開発
- * **ICT**や**画像解析**などの計測技術を活用した柑橘栽培管理技術の開発
- * 新品種開発の基盤となる**植物生理学**的研究，**ゲノム解析**，および**ゲノム編集技術**の開発

六次産業化部門の主な研究テーマ

- * 柑橘を材料とした食品，特に**健康機能性食品**の開発とその産業化
- * 愛媛県産柑橘の需要拡大と輸出促進を目的とした**残留農薬**等の検出・計測技術の開発
- * 愛媛県産柑橘の需要拡大と輸出促進を目的とした**腐敗防止**や**品質保持**のための技術開発
- * 愛媛県産柑橘生産者の**担い手育成**と**生産者支援**システムおよび政策に対する提言
- * 愛媛県産柑橘の**需要拡大**と輸出に対応した流通システムと産地体制の改善および**ブランド推進**
- * 柑橘生産に関わる農地や生産諸施設等の**生産基盤の維持管理**システムと新たな高度利用の開発

