

## 果樹分野

(成果情報名) DNA マーカーによるパッションフルーツ自家和合・不和合性個体の判別技術							
(要約) <u>パッションフルーツの自家和合・不和合性と連鎖する DNA マーカー (SC_In/Del) の DNA 型を調べることで、パッションフルーツの自家和合・不和合性個体を判別できる。</u>							
(担当機関) 農業研究センター・研究企画班、農業研究センター名護支所・果樹班					連絡先	098-840-8513	
部会	果樹	専門	バイテク	対象	パッションフルーツ	分類	基礎研究

### [背景・ねらい]

パッションフルーツには、自身の花粉で受粉が成立する自家和合性を持つ品種や系統と、他個体の花粉で人工授粉を必要とする自家不和合性のものがある。自家不和合性のパッションフルーツを栽培するには、花粉採取用の個体を育てることが必要となるため、自家和合性品種の育成が望まれている。そこで、育種に活用することを目的に、DNA マーカーにより自家和合・不和合性を判別する技術を開発する。

### [成果の内容・特徴]

1. 自家和合性・不和合性が分離した F1 集団を RAD-seq (Restriction-Site-Associated DNA sequencing) 法で解析すると、自家和合性に特異的な DNA 配列 (SC22360) が得られる (表 1)。
2. 自家和合性に特異的な DNA 配列とその周辺領域から DNA マーカー (SC\_In/Del) を開発し、F1 集団の個々の葉から抽出した DNA を用いて PCR を行うと 2 種類の DNA が増幅される。それぞれ、約 500 bp のものを SC\_In/Del\_A、約 350 bp のものを SC\_In/Del\_B と名付ける (図)。
3. 自家和合性の 2\_4\_4 (母本) と同じく自家和合性の 7\_4\_23 (父本) から得られた 45 個体の F1 集団 (自家和合性 36 個体、不和合性 9 個体) の SC\_In/Del 型を調べると、自家和合性 36 個体中 35 個体から SC\_In/Del\_A と SC\_In/Del\_B の両方が増幅される。一方、自家不和合性 9 個体中の 8 個体からは SC\_In/Del\_B のみが増幅される (表 2)。
4. DNA マーカー SC\_In/Del 型で遺伝資源の自家和合・不和合性の判定を行うと 100% の正答率を示す (表 3)。

### [成果の活用面・留意点]

1. 交雑実生 (幼苗) 段階からの自家和合性個体の選抜に、本技術を活用する。
2. 本マーカーを選抜に利用する際には、育苗時の本葉展開後に検定を行い、自家和合個体のみの定植を行う。
3. F1 集団では、本マーカーを用いて判別できない組換え個体が低頻度で生じる。

### [残された問題点]

特になし。

## [具体的データ]

表1 DNAマーカー化に成功した自家和合性特異的なRADタグ

ID	タグ配列	RADタグ数			
		交配親 <sup>a</sup>		F1	
		2-4-4	7-4-23	自家和合 バルク <sup>b</sup>	自家不和合 バルク <sup>c</sup>
SC22360	GCCCGAATTTGTTAGGTTTGTGTTTGAATGTTGCCTTGTATGGTTGGGGTTCGGTTCITTTCTAGAGCC	29	11	23	0

<sup>a</sup>2-4-4 (母本) と7-4-23 (父本) とともに自家和合性である。

<sup>b</sup>自家和合性F1 (36個体) のDNAを混合したサンプル。

<sup>c</sup>自家不和合性F1 (9個体) のDNAを混合したサンプル。

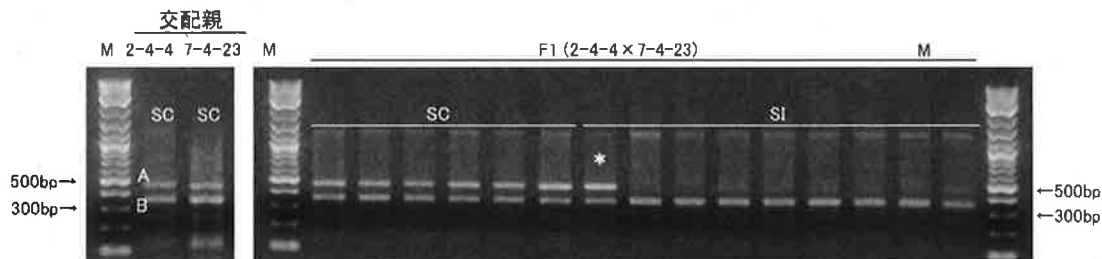


図 自家和合性特異的なSC22360から変換したDNAマーカー

MIは分子量マーカー(2-log DNA Ladder Marker, New England Biolabs)である。SCとSIは、それぞれ自家和合性と不和合性を示す。増幅されたAとBをSC<sub>In/Del\_A</sub>とSC<sub>In/Del\_B</sub>と名付けた。\*は、組換えを生じた不和合性個体を示す。

表2 F1(2-4-4 × 7-4-23)のSC<sub>In/Del</sub>型調査の結果

F1	個体数	DNAマーカー型		
		SC <sub>In/Del_A/A</sub>	SC <sub>In/Del_A/B</sub>	SC <sub>In/Del_B/B</sub>
自家和合性	36	0	35	1 <sup>1)</sup>
自家不和合性	9	0	1 <sup>2)</sup>	8

1) 組換えを生じた自家和合性個体を示す。

2) 組換えを生じた自家不和合性個体を示す。

表3 SC<sub>In/Del</sub>型による遺伝資源の自家和合性・不和合性判定結果

品種・系統名	和合性の種類	SC <sub>In/Del</sub> 型	判定結果
農大紫①	自家和合性	SC <sub>In/Del_A/B</sub>	○
サマーQueen	自家和合性	SC <sub>In/Del_A/B</sub>	○
ルビースター	自家和合性	SC <sub>In/Del_A/B</sub>	○
ハクホウ	自家和合性	SC <sub>In/Del_A/B</sub>	○
MTKG	自家不和合性	SC <sub>In/Del_B/B</sub>	○
キングルビー	自家不和合性	SC <sub>In/Del_B/B</sub>	○
南十字星	自家不和合性	SC <sub>In/Del_B/B</sub>	○

## [研究情報]

課題 ID : 2012 農 012

研究課題名 : 次世代沖縄ブランド作物特産化推進事業

予算区分 : 沖縄振興特別推進交付金

研究期間 (事業全体の期間) : 2015~2017 年度 (2012~2017 年度)

研究担当者 : 太郎良和彦、伊礼彩夏、浦崎直也、松村まさと、阿波根直恭、澤岬哲也、  
正田守幸、玉城聡

発表論文等 : 浦崎直也ら (2017) 園芸学研究、第 16 卷 (別冊 1) p.300

## 果樹分野

(成果情報名) 中晩柑「天草」の大玉生産のための摘果の目安値							
(要約) 沖縄県の「天草」は、8月上旬の仕上げ摘果時に果実横径が53.0mm以下の幼果を摘果すると、収穫時に2Lサイズの果実が多く得られる。							
(担当機関) 農業研究センター名護支所・果樹班					連絡先	0980-52-0052	
部会	果樹	専門	栽培	対象	カンキツ	分類	実用化研究

### [背景・ねらい]

中晩柑「天草」は本島中北部を中心に栽培されており、「あまSUN」という商標名で年末贈答品として需要が高い。収益性を高めるには2L（横径：73～80mm、平均単価：秀420円/kg）以上の大玉サイズが求められる。そのため、大玉生産のための果径肥大パターンが予測できれば、摘果による果実サイズの調整が可能となり、有利販売によって収益性が向上する。そこで、「天草」の経時的な果径肥大と収穫時の果実サイズとの関連性を解析し、時期別の摘果の目安値を明らかにする。

### [成果の内容・特徴]

1. 2014～2017年における7月中旬～9月上旬までの幼果の果実横径と収穫時の果実横径サイズとの関係を見ると、収穫に近づくにつれて相関係数も高くなり、8月下旬以降に最も高い値（ $r=0.9$ 、 $p<0.01$ ）を示す（表1）。
2. 果実横径値から算出した各時期の予測式を表2に示す。収穫に近づくにつれて予測誤差の値は小さくなり、8月中旬以降であれば3.8mm以下と予測誤差は小さくなる（表2）。
3. 表2の予測式にあてはめると、2L果を生産するためには、8月上旬の仕上げ摘果で果実横径53.0mm（48.7～55.7mm）以下、3L果では58.0mm（55.7～63.8mm）以下が摘果の目安となる（表3、図）。

### [成果の活用面・留意点]

1. 生産現場における「天草」の摘果技術として活用する。
2. 摘果は5月中下旬～8月上旬にかけて数回に分けて行う。
3. 仕上げ摘果時の葉果比は上部を70枚/果、中央と外なりを100枚/果程度に調整する。
4. 果実横径は市販のデジタルノギスを用いると容易に測定できる。

### [残された問題点]

2L果を効率的に生産するための摘果方法の検討。

[具体的データ]

表1 「天草」の幼果横径サイズと収穫時横径サイズとの相関関係

7月中旬 (n=273)	7月下旬 (n=273)	8月上旬 (n=273)	8月中旬 (n=273)	8月下旬 (n=273)	9月上旬 (n=273)
0.82** <sup>1)</sup>	0.85**	0.84**	0.88**	0.90**	0.90**

1) 2014～2017年までのデータから算出した相関係数を示す。アスタリスクは1%水準で有意であることを示す。

表2 「天草」の果実横径値から算出した予測式および予測誤差

	7月下旬	8月上旬	8月中旬	8月下旬
予測式	$y=1.0422x + 24.498$ <sup>2)</sup>	$y=0.9909x + 24.783$	$y=1.0994x + 14.16$	$y=1.05x + 14.507$
予測誤差 <sup>1)</sup>	4.2mm	4.3mm	3.8mm	3.4mm

1) 予測誤差 (RMSE)は  $\Sigma(\text{予測値}-\text{実測値})^2/n$ の平方根

2) y: 収穫時の果径値 (2L: 73～80mm)、x: 幼果の果径値

表3 「天草」の階級別果実横径の目安値

	2L <sup>1)</sup>	3L
7月下旬	51.0mm (46.5～53.3mm) <sup>2)</sup>	56.0mm (53.3～60.9mm)
8月上旬	53.0mm (48.7～55.7mm)	58.0mm (55.7～63.8mm)
8月中旬	57.0mm (53.5～59.9mm)	63.0mm (59.9～67.2mm)
8月下旬	60.0mm (55.7～62.4mm)	65.0mm (62.4～70.0mm)

1) 県出荷基準 (2L: 73～80mm、3L: 80～88mm)

2) 平均値 (予測式の換算値)

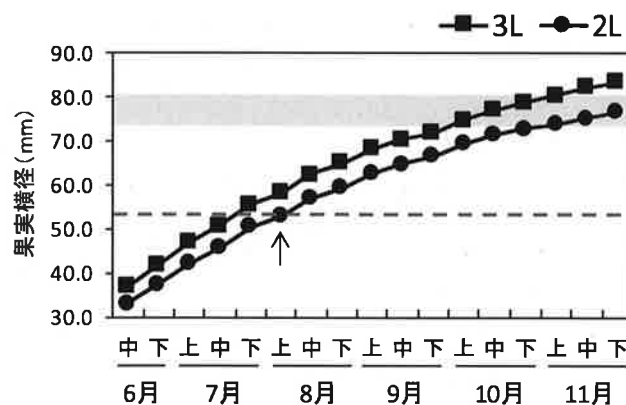


図 「天草」の階級別果実肥大の推移

■: 2L果の出荷基準、↑: 2L果の摘果目安値

[研究情報]

課題 ID : 2012 農 012

研究課題名 : 次世代沖縄ブランド作物特産化推進事業

予算区分 : 沖縄振興特別推進交付金

研究期間 (事業全体の期間) : 2014～2017 年度 (2012-2017 年度)

研究担当者 : 澤岨哲也、島尻庸平、目取眞要、光部史将、宜保永堅、小波津明彦、松村まさと  
発表論文等 : なし

## 果樹分野

(成果情報名) 秋冬季の気温と前年収量がマンゴーの出蕾時期に及ぼす影響							
(要約) 北部地域における無加温栽培のマンゴー「アーウィン」では、出蕾の早晚は秋冬季(11月中旬～1月上旬)の <u>気温</u> と <u>前年収量</u> が大きく影響し、秋冬季の気温が高く、且つ前年収量が多いほど、 <u>出蕾時期</u> が遅れる傾向にある。							
(担当機関) 農業研究センター名護支所・果樹班					連絡先	0980-52-0052	
部会	果樹	専門	栽培	対象	マンゴー	分類	実用化研究

### [背景・ねらい]

近年、秋冬季の高温や冬の突発的な低温などにより、マンゴー栽培では出蕾の遅れや着花不良など生産現場において様々な弊害が発生している。現場では、出蕾の早晚は気温や前年の収量などに影響されると考えられているが、具体的な関連性は定かではない。そこで、北部地域における無加温栽培のデータを用いて出蕾期と秋冬季の気温および前年収量との関連性を明らかにする。

### [成果の内容・特徴]

1. 2016、2017年は平年に比べ10～1月の平均気温が高く推移し、名護支所における平均出蕾日は3/14、2/15と他年に比べ、出蕾の遅れが認められる(表1、2)。
2. 2014～2017年の樹別の出蕾日と10月～2月の半月ごとの平均気温について解析した結果、11/11～1/5の期間に高い正の相関関係がみられる(図1)。
3. 11/11～1/5の平均気温と出蕾日の関係について解析した結果、 $r=0.81$ の高い正の相関関係がみられる。このことから、出蕾時期には11月中旬から1月上旬の気温が影響し、この時期の気温が高いほど出蕾が遅れる傾向が示唆される(図2)。
4. 図2の回帰残差(観測された出蕾日と図2の回帰式で推定された出蕾日の差)と2014～2017年の前年収量との関係を解析した結果、 $r=0.60$ の比較的高い正の相関関係がみられ、前年収量が高くなるほど回帰残差が大きくなる。このことから、前年収量は出蕾の早晚に影響を及ぼす要因の一つであると考えられる(図3)。
5. 出蕾時期と秋冬季の平均気温および前年収量との関係は決定係数0.80であり、出蕾時期は秋冬季の平均気温と前年収量の影響を大きく受けている(表3)。

### [成果の活用面・留意点]

1. 平均気温は気象庁名護地点のデータを活用することで北部地域のマンゴー出蕾時期を推定することができる。
2. 出蕾時期の推定により、開花期の雨よけビニール被覆・受粉昆虫等の準備を効率的に実施できる。
3. 栽培管理およびハウス管理は沖縄県果樹栽培要領に準じて行った。
4. 出蕾日は頂芽の包葉が割れ、芽が膨らんでいることを確認できた日とし、樹別の出蕾日は樹内から無作為に選んだ40枝を調査し、その平均を出蕾日とした。
5. 供試樹は農業研究センター名護支所で5m×5mの植付間隔で栽培管理した「アーウィン」である。樹番号5B2～8の4樹はパイプハウス1棟(6m×24m)に植栽された19年生樹(2017年時点)、樹番号AET1～3はAET(耐風性簡易施工型)ハウス3棟(6m×19.2m)に植栽された9年生樹(2017年時点)である。

[残された問題点]

気温と前年収量、その他要因も含めた関係について、実験的に検証する。

[具体的データ]

表1 2014～2017年度の10～1月における名護地点の平均気温

年度	10月	11月	12月	1月
2014	24.9	20.5	16.5	16.0
2015	24.8	22.0	17.0	16.0
2016	24.8	23.2	19.4	16.7
2017	27.4	22.3	19.8	17.6
平年値 <sup>2)</sup>	24.8	21.4	18.0	16.3

z: 平年値は1981～2010年の平均値

表2 名護支所における樹別の出蕾日および前年の収量(2014～2017年)

樹番号	2014年		2015年		2016年		2017年	
	出蕾日	前年収量(kg)	出蕾日	前年収量(kg)	出蕾日	前年収量(kg)	出蕾日	前年収量(kg)
5B2	-	-	2/1	58.4	3/28	73.9	2/5	10.3
5B4	1/17	41.2	2/10	55.0	3/18	48.7	2/11	22.9
5B6	1/13	43.5	2/4	67.0	3/16	59.3	2/12	26.9
5B8	1/16	83.2	2/2	48.2	3/13	78.8	2/14	57.1
AET1	-	-	1/29	49.7	3/6	44.8	2/28	49.4
AET2	-	-	2/6	32.4	3/10	37.6	2/24	33.1
AET3	-	-	1/30	47.7	3/8	49.1	-	-
平均	1/15	56.0	2/2	51.2	3/14	56.0	2/15	33.3

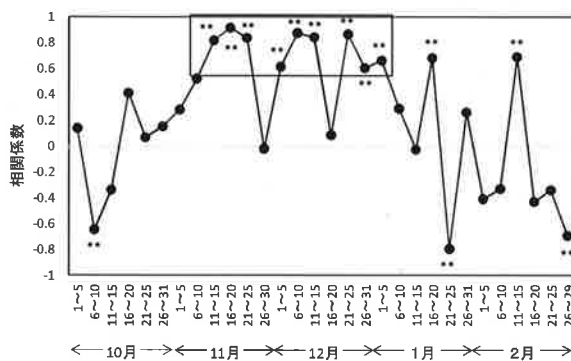


図1 樹別の出蕾日と半月ごとの平均気温との相関係数

z:\*\*は1%水準で有意。

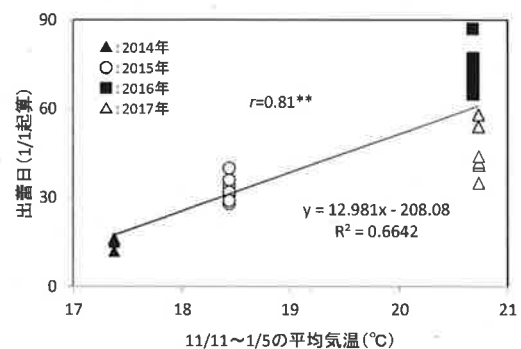


図2 11/11～1/5の平均気温と樹別の出蕾日との関係

z:\*\*は1%水準で有意。

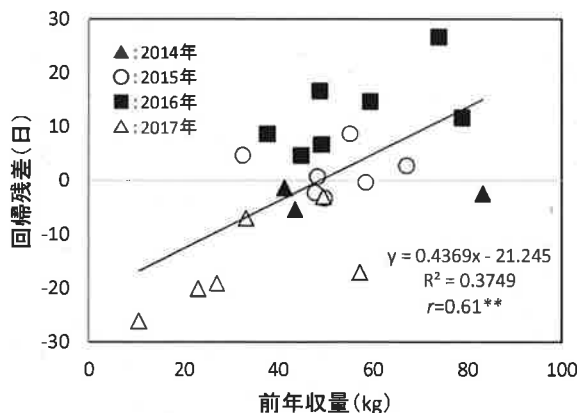


図3 図2の回帰残差と2014～2017年の前年収量との関係

z:\*\*は1%水準で有意。

表3 「アーウィン」の出蕾日と秋冬季の気温および前年収量との関係(2014～2017年)

回帰式	r	r <sup>2</sup>
$y = 12.981X_1 + 0.4369X_2 - 229.325$	0.89	0.80

z: y: 出蕾日 X<sub>1</sub>: 11/11～1/5の平均気温 X<sub>2</sub>: 前年収量  
x: 秋冬季は11/11～1/5の平均気温とした。

[研究情報]

課題 ID : 2012 農 012

研究課題名: 次世代沖縄ブランド作物特産化推進事業

予算区分: 沖縄振興特別推進交付金

研究期間(事業全体の期間): 2012～2016年度(2012～2017年度)

研究担当者: 島尻庸平、棚原尚哉、尾上祐子、玉城聡、松村まさと

発表論文等: なし

## 果樹分野

(成果情報名) 未硬化葉を用いたマンゴー炭疽病の簡易病原性検定法							
(要約) 新たに確立したマンゴー炭疽病の簡易病原性検定法は、SPAD 値が 20 以下の未硬化葉を接種葉とし、接種時の分生子濃度を $10^4$ 個/ml 以上、培養温度を 25~30℃に設定することにより安定して病原性を評価できる。							
(担当機関) 農業研究センター名護支所・果樹班					連絡先	0980-52-0052	
部会	果樹	専門	作物病害	対象	マンゴー	分類	実用化研究

### [背景・ねらい]

沖縄県農業研究センター名護支所ではマンゴーの優良品種の育成を行っているが、これまでにマンゴー炭疽病に対する抵抗性を評価した事例はなく、育種現場で活用できる抵抗性の検定方法は未確立である。本病に強い品種を遺伝資源や雑種後代の中から効率よく評価・選抜するためには、検定方法を確立しなければならない。そこで、本研究では育種研究で利用できる簡易で正確なマンゴー炭疽病の病原性検定法を確立する。

### [成果の内容・特徴]

1. マンゴー葉の各葉齢における葉緑素計値 (SPAD 値) は、未硬化葉 (n=98) が 9.5~24.3 の範囲で平均値は 17.1 (SD±2.5)、若葉 (n=75) は 23.8~42.8 の範囲で平均値は 34.3 (SD±3.9)、成葉 (n=75) は 44.5~66.0 の範囲で平均値は 55.2 (SD±4.4) である。未硬化葉の値は他の葉齢の葉と比べて有意に低い ( $p<0.01$ 、図 1)。
2. 未硬化葉では他の葉齢の葉と比べて病斑が有意に大きく ( $p<0.05$ )、安定して病斑を形成する。一方、若葉は病斑が小さく、偏差も大きいため病斑形成は不安定である。成葉では病斑形成は全くみられない。また、3 菌株間に病原力の違いはみられない (図 2、図 5)。
3. 病原菌の分生子濃度では、 $10^4$  個/ml 以上で病斑は有意に大きく ( $p<0.01$ )、安定した病斑形成を示す。一方、 $10^3$  個/ml 以下で病斑は有意に小さく ( $p<0.01$ )、偏差も大きいため病斑形成は不安定である (図 3、図 5)。
4. 培養温度では、25~30℃の範囲で最も病斑直径が大きくなる。一方、20℃以下および 35℃以上では、病斑は有意に小さくなり ( $p<0.01$ )、40℃では病斑形成は全くみられない (図 4、図 5)。

### [成果の活用面・留意点]

1. 研究機関においてマンゴーの病害抵抗性育種の評価で活用する。
2. 提案する未硬化葉の検定法手順は図 6 のとおりである。なお、5~10 月までの期間に成木から採集した未硬化葉であれば、幼木や成木を問わず安定した病原性の検定が可能である。
3. 接種に使用した病原菌は名護支所分離の *Colletotrichum asianum* (Nga-05 株) である。本菌株はマンゴー炭疽病菌種複合体 6 種 (安次富ら、2017) の中で最も病原力が強い菌種である。検定では本菌株を使用することが望ましい。
4. 本検定法の開発に供試した品種は、「アーウィン」である。

### [残された問題点]

マンゴー炭疽病菌種複合体 6 種 (安次富ら、2017) の未硬化葉での病原性比較。

[具体的データ]

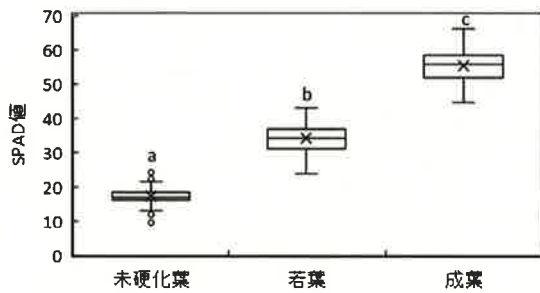


図1 マンゴー葉の各葉齢におけるSPAD値  
箱ヒゲ図は四分位間で25-75%値を示し、バー上は最大値、下は最小値、×は平均値、真ん中線は中央値、○は外れ値を示す。アルファベットは葉齢間におけるTukey-Kramer法による多重比較検定 ( $p < 0.01$ )。サンプル数は未硬化葉が $n=98$ 、若葉が $n=75$ 、成葉が $n=75$ である。

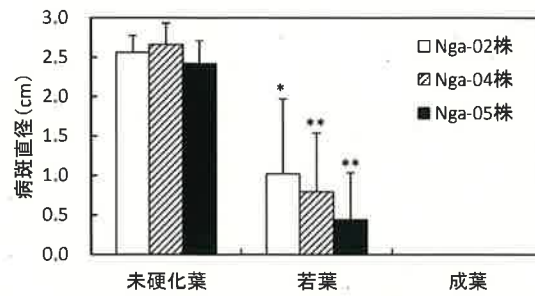


図2 マンゴー葉の葉齢の違いが炭疽病の病斑形成に及ぼす影響  
アスタリスクは葉齢間におけるWelch's t testによる有意差を示す (\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ )。エラーバーは標準偏差を示す。各葉のサンプル数は $n=5$ である。

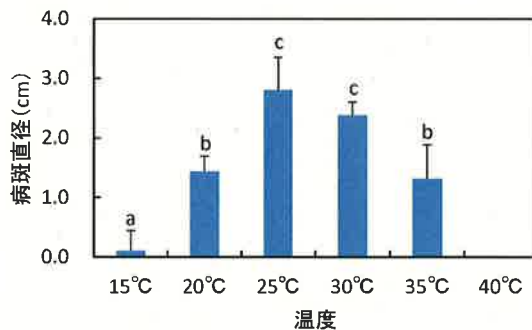


図4 培養温度の違いが炭疽病の病斑形成に及ぼす影響  
アルファベットは温度間におけるTukey-Kramer法による多重比較検定 ( $p < 0.01$ )。エラーバーは標準偏差を示す。各温度のサンプル数は $n=9$ である。

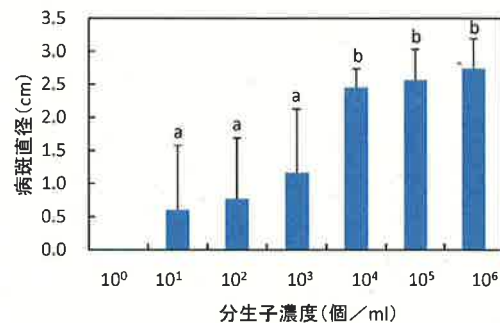


図3 炭疽病菌の分生子濃度の違いが病斑形成に及ぼす影響  
アルファベットは濃度間におけるTukey-Kramer法による多重比較検定 ( $p < 0.01$ )。エラーバーは標準偏差を示す。各濃度のサンプル数は $n=9$ である。

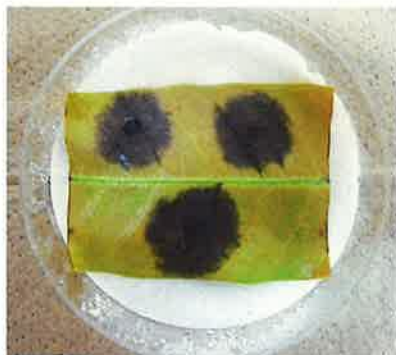


図5 簡易病原性検定法による病斑の形成  
(未硬化葉、菌濃度  $10^5$  個/ml、25°C 5日間培養)

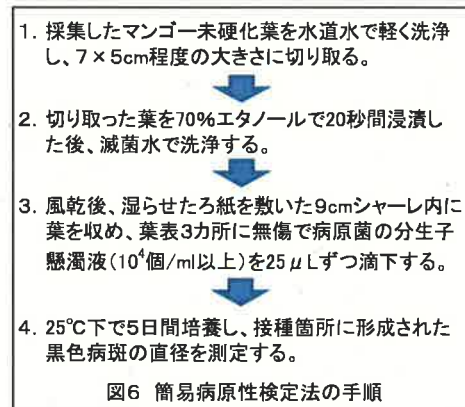


図6 簡易病原性検定法の手順

[研究情報]

課題 ID : 2014 農 003

研究課題名 : 熱帯果樹の沖縄県オリジナル品種の育成

予算区分 : その他 (沖縄県産業振興重点研究推進事業)

研究期間 (事業全体の期間) : 2016~2017年度 (2014~2018年度)

研究担当者 : 澤岨哲也、與儀喜代政、仲村昌剛、松村まさと

発表論文等 : 澤岨哲也ら (2018) 平成30年度日本植物病理学会九州部会発表



## 果樹分野

(成果情報名) 簡易病原性検定法によるマンゴー遺伝資源の炭疽病抵抗性評価							
(要約) マンゴー炭疽病抵抗性の品種間差異は、未硬化葉を用いた簡易病原性検定法により判定できる。本法と果実への接種検定によるマンゴー遺伝資源 30 品種の抵抗性評価では、「ゴールデンナゲット」が炭疽病に最も強い抵抗性品種であると判定される。							
(担当機関) 農業研究センター名護支所・果樹班					連絡先	0980-52-0052	
部会	果樹	専門	作物病害	対象	マンゴー	分類	実用化研究

### [背景・ねらい]

本県マンゴーの主要品種である「アーウィン」は炭疽病に弱い (Nishijima, 1993)。そのため、出荷後の果実腐敗がしばしば問題となる。炭疽病の防除のため、果実の収穫までに年数回の薬剤散布が行われるが、多くの労力・費用を必要とし、生産面での負担が大きい。さらに、安心・安全な食料要求の高まりから、殺菌剤の使用量低減を望む消費者の声も強い。こうした背景から、炭疽病に強い抵抗性品種の開発は重要である。一方、農業研究センター名護支所ではマンゴー新品種の育成を進めているが、これまでに炭疽病抵抗性を評価した事例はない。そこで、本研究では未硬化葉への菌接種による簡易病原性検定法を用いて、名護支所に保存しているマンゴー遺伝資源 30 品種の炭疽病抵抗性を評価し、同病害に強い育種素材の探索を行う。

### [成果の内容・特徴]

1. 未硬化葉への菌接種による簡易病原性検定法 (以下、葉検定法) では、炭疽病に対し 29 品種中 24 品種が感受性 (S)、4 品種が抵抗性・中 (M)、1 品種が抵抗性・強 (R) である。抵抗性・強は「ゴールデンナゲット」である (表 1、図 2)。
2. 果実への菌接種による検定 (以下、果実接種) では、炭疽病に対し 28 品種中 24 品種が感受性 (S)、2 品種が抵抗性・中 (M)、2 品種が抵抗性・強 (R) である。抵抗性・強は「フェアチャイルド」および「ゴールデンナゲット」である (表 1、図 2)。
3. 供試 27 品種中 25 品種で葉検定法と果実接種の抵抗性の程度による評価が一致する。一方、「カットトラング」と「フェアチャイルド」では、両接種法による評価は一致しない (表 1)。
4. 供試 27 品種の葉検定法による発病度と果実接種による発病度との間に、正の相関関係 (スピアマンの順位相関係数:  $r_s=0.58$ ,  $p<0.01$ ) が認められる (図 1)。

### [成果の活用面・留意点]

1. 抵抗性品種は、マンゴーの病害抵抗性の育種素材として活用する。
2. 葉検定法は次のとおりである。採集した未硬化葉 (SPAD 値 20 以下) を水道水で軽く洗浄し、7×5 cm 程度の大きさに切り取り、70%エタノールで 20 秒間浸漬した後、滅菌水で洗浄する。風乾後、湿らせたろ紙を敷いた 9 cm シャーレ内に葉を収め、葉表 3 カ所に病原菌の分生子懸濁液 ( $1 \times 10^4$  個以上/ml) を 25μL ずつ滴下する。なお、接種は無傷で行う。25℃下で 5 日間培養し、接種箇所形成された黒色病斑の直径を測定する。
3. 果実接種は次のとおりである。収穫適期の果実全体に病原菌の分生子懸濁液 ( $1 \times 10^5$  個/ml) を 1 果につき約 2 mL 噴霧接種する。接種果実は加湿密封容器内で 48 時間保存し、その後、室内に移して追熟させる。保存 10 日後の発病果数および発病度を測定する。
4. 接種に使用した病原菌は名護支所保存の *Colletotrichum asianum* (Nga-05 株) である。

### [残された問題点]

炭疽病抵抗性遺伝子マーカーの開発。

[具体的データ]

表1 葉検定法および果実接種によるマンゴー炭疽病抵抗性の品種間差異

品種	葉検定法			果実接種		
	病斑直径 (cm)	発病度 <sup>1)</sup>	抵抗性の程度	発病指数	発病度 <sup>2)</sup>	抵抗性の程度
アーウィン	3.0	100.0	S <sup>3)</sup>	2.8	94.9	S
紅龍	2.4	96.3	S	3.0	100.0	S
バレンシアプライド	2.4	77.8	S	3.0	100.0	S
エドワード	3.0	100.0	S	3.0	100.0	S
夏雪	3.0	100.0	S	-	-	-
グレン	2.7	96.3	S	3.0	100.0	S
Turpentine	2.4	85.2	S	3.0	100.0	S
ヘーデン	3.0	100.0	S	3.0	100.0	S
スピリット of '76	2.7	100.0	S	-	-	-
金煌	2.6	96.3	S	3.0	100.0	S
クシュマン	2.5	92.6	S	3.0	100.0	S
リリー	2.3	88.9	S	2.9	96.3	S
マヤ	2.5	100.0	S	2.8	94.4	S
スプリングフェルズ	2.8	92.6	S	3.0	100.0	S
ゴールデンリベンス	2.5	88.9	S	2.8	92.2	S
紅キーツ	2.6	92.6	S	2.5	83.3	S
ナムドクマイ	-	-	-	2.5	83.3	S
台農1号	2.2	77.8	S	2.5	81.8	S
リベンス	2.5	85.2	S	2.5	81.8	S
Fukuda	2.3	74.1	S	2.4	79.2	S
キーツ	2.3	85.2	S	2.4	79.2	S
ベッキー	2.5	92.6	S	2.3	77.8	S
パンダイク	3.1	100.0	S	2.3	75.0	S
Parvin	1.7	44.4	M	1.8	60.0	M
パール	2.4	85.2	S	2.2	73.3	S
Dot	2.4	85.2	S	2.1	71.4	S
カットラング	1.4	37.0	M	2.6	85.7	S
オースティン	2.1	66.7	M	1.2	40.7	M
フェアチャイルド	2.0	68.9	M	1.0	31.7	R
ゴールデンナゲット	1.1	33.3	R	0.7	22.2	R

1)葉の発病度は以下の基準で算出した。指数0:病斑なし、指数1:病斑直径が1~1.6cm、指数2:病斑直径が1.7~2.3cm、指数3:病斑直径が2.4cm以上、発病度= $\frac{\sum(\text{指数別病斑数} \times \text{指数})}{(3 \times \text{調査病斑数})} \times 100$ 。  
 2)果実の発病度は以下の基準で算出した。指数0:発病なし、指数1:2mm以下の病斑が2個以下、指数2:2mm以下の病斑が3~6個または2~5mmの病斑が1個、指数3:直径5mm以上の病斑が1個以上または指数2以上、発病度= $\frac{\sum(\text{指数別発病果数} \times \text{指数})}{(3 \times \text{調査果数})} \times 100$ 。  
 3)S:感受性(発病度71-100)、M:抵抗性・中(発病度35-70)、R:抵抗性・強(発病度1-34)、-:データなし

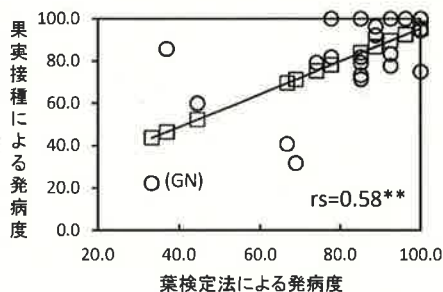


図1 マンゴー品種における炭疽病菌の果実接種による発病度と葉検定法による発病度との相関関係を示す。図中の○は実測値、□は予測値、(GN)は「ゴールデンナゲット」の値を示す。rsはスピアマンの順位相関係数を示し、\*\*は1%水準で有意であることを示す。

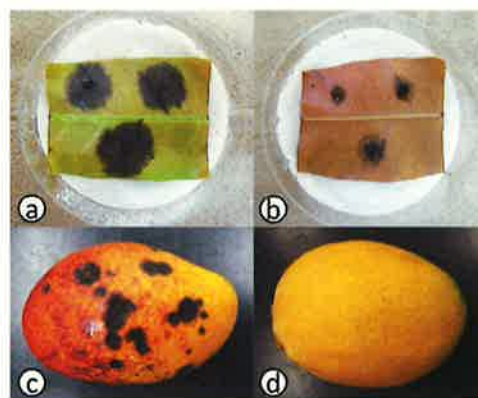


図2 葉検定法および果実接種によるマンゴー炭疽病の発病状況 a、c:アーウィン b、d:ゴールデンナゲット

[研究情報]

課題 ID : 2014 農 003

研究課題名 : 熱帯果樹の沖縄県オリジナル品種の育成

予算区分 : その他 (沖縄県産業振興重点研究推進事業)

研究期間 (事業全体の期間) : 2016~2017 年度 (2014~2018 年度)

研究担当者 : 澤岨哲也、奥儀喜代政、仲村昌剛、松村まさと

発表論文等 : 澤岨哲也ら (2018) 平成 30 年度日本植物病理学会九州部会発表

## 果樹分野

(成果情報名) マンゴー「アーウィン」と「キーツ」の交雑実生集団と自殖実生集団の形質比較							
(要約) マンゴー「アーウィン」と「キーツ」で品種間交雑した実生集団は「アーウィン」自殖実生集団に比べて、収穫時期が遅く果実重が重い。また、果実重 400g 以上を満たした上で糖度 15 度以上、果皮色が赤色、果肉障害発生度 10 未満となる個体の出現率も高い。							
(担当機関) 沖縄県農業研究センター名護支所・果樹班					連絡先	0980-52-0052	
部会	果樹	専門	育種	対象	マンゴー	分類	実用化研究

### [背景・ねらい]

マンゴーは本県の主力果樹であるが他産地との差別化を図るためには本県独自のマンゴー品種の開発が重要である。そこで、本県では食味や果皮色に優れる「アーウィン」を交配親として他品種との品種間交雑を活発に行っているが、獲得した実生には一定程度の自殖個体が含まれている。一般的に他殖性である果樹の自殖個体では自殖弱勢が発生することが多く (Lyrene, 1983)、これらを育種に供試するには検証が必要であるが、マンゴーでの検証事例は国内で確認されていない。交雑実生集団と自殖実生集団の形質間差を把握する事は、効率的に優良個体を作成するために重要である。そこで本試験では、「アーウィン」と「キーツ」の交雑実生集団と「アーウィン」自殖実生集団での果実形質の比較や優良形質の出現率などを検証した。

### [成果の内容・特徴]

1. 「アーウィン」×「キーツ」交雑実生集団では「アーウィン」自殖実生集団に比べて収穫日が遅く、果実重が重い (表 1)。
2. 「アーウィン」×「キーツ」交雑実生集団では、果実重と糖度との間に有意な負の相関 ( $r=-0.574^{**}$ ) が認められる (表 2)。
3. 「アーウィン」×「キーツ」交雑実生集団において、果実重 400g 以上を満たした上で糖度 15 度以上、果実上部の果皮色が赤色系、果肉障害発生度 10 未満となった個体の出現率 (優良形質を備えた個体数/全個体数) は糖度が 51.3%、果皮色が 41.0%、果肉障害発生度が 25.6%、全て満たすのが 17.9% となり、「アーウィン」自殖実生集団よりも優良形質を持つ個体の出現率が高い (表 3、図)。
4. 以上の結果より、「アーウィン」×「キーツ」交雑実生集団は収穫期が晩生で、高糖度、果皮色が赤色系、果肉障害が少ない大果な個体を多く作出できると考えられる。

### [成果の活用面・留意点]

1. 交雑実生集団における優良形質の出現率を把握し知見を蓄積することで、効率的に交配および育種選抜を行う事ができる。
2. 交配は親となる 2 品種を防虫ネットで囲い、その中にミツバチを放飼して受粉を行う。
3. 交配後、収穫した果実から種子を獲得播種した後、発芽した若葉から DNA を抽出し SSR マーカー (農研機構果樹茶業研究部門品種育成研究領域などで開発) で交雑確認を行う。
4. 調査樹は 7~8 年樹、仕立ては一本仕立てで自根をポット栽培で養成している。
5. 果肉障害発生度において、「アーウィン」×「キーツ」交雑実生集団の方が「アーウィン」自殖実生集団より高かったが、「キーツ」(果肉障害発生度 18.8) より低い個体が 23 個体 (59.0%) 確認されたため、選抜上の問題にはならないと考えられる (データ略)。

### [残された問題点]

他の交雑実生集団においても優良個体の出現率を把握し知見の蓄積を行う。

[具体的データ]

表1 「アーウィン」×「キーツ」交雑実生集団と「アーウィン」自殖実生集団における果実特性(2017年)

	個体数	収穫日	果実重 (g)	追熟後の果皮色		糖度 (°Brix)	果肉障害発生度 (100~0)
				上部	下部		
「アーウィン」×「キーツ」交雑実生	39	8月24日	581	3.5 (桃紅~橙)	2 (黄)	16.0	18.3
「アーウィン」自殖実生	15	8月1日	307	4 (桃紅)	2.5 (橙~黄)	15.4	1.4
有意差	-	**	**	n.s	n.s	n.s	**

※表中の値は平均値。\*\*は1%以下の有意差あり、NSは有意差なし(追熟後の果皮色、果肉障害発生度はマン・ホイットニーのU検定、それ以外はt検定)。  
追熟後の果皮色は6段階(1: 緑、2: 黄色、3: 橙、4: 桃紅、5: 深紅、6: 紫紅)を目視で測定。  
果肉障害は0~4の5段階を目視で測定。0: 無し、1: 果肉の1/4程度に果肉崩壊、2: 1/2程度に果肉崩壊、3: 3/4程度に果肉崩壊、4: 全体的に果肉崩壊。  
果肉障害発生度 = (程度1 × 個数 + 程度2 × 個数 + 程度3 × 個数 + 程度4 × 個数) / (4 × 全個数) × 100

表2 実生集団における果実重と各形質との相関関係(2017年)

	追熟後の果皮色		糖度 (°Brix)	果肉障害発生度 (100~0)
	上部	下部		
「アーウィン」×「キーツ」交雑実生	-0.266	-0.105	-0.574 **	0.175
「アーウィン」自殖実生	0.081	-0.219	-0.371	0.123

※表中の値はスピアマンの順位相関係数。\*\*は1%水準で有意差あり(順位相関係数の検定)。

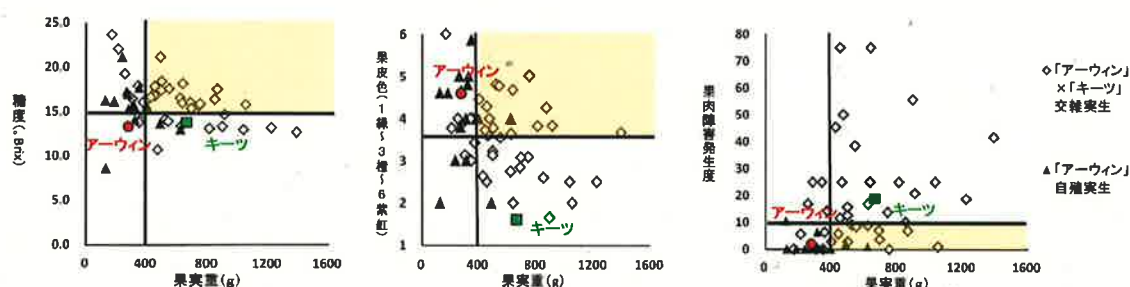


図 「アーウィン」×「キーツ」交雑実生集団と「アーウィン」自殖実生集団における果実重と各形質との散布図

(左: 糖度、中: 果実上部の果皮色、右: 果肉障害発生度)

表3 実生集団別での果実重400g以上を満たした上で優良形質を備えた個体の出現率(2017年)

全個体数	個体数	出現率 (%)	果実重400g以上を満たした個体							
			糖度15度以上		果実上部の果皮色が赤色系		果肉障害発生度10未満			
			個体数	出現率 (%)	個体数	出現率 (%)	個体数	出現率 (%)		
「アーウィン」×「キーツ」交雑実生	39	76.9	20	51.3	16	41.0	10	25.6	7	17.9
「アーウィン」自殖実生	15	13.3	1	6.7	2	13.3	3	20.0	1	6.7

※出現率=優良形質を備えた個体数/全個体数

[研究情報]

課題 ID : 2013 農 003、2014 農 003

研究課題名: 結果性に優れるマンゴー優良品種の開発、熱帯果樹の沖縄県オリジナル品種の育成  
予算区分: 沖縄振興特別推進交付金、(その他) 沖縄県産業振興重点研究推進事業

研究期間 (事業全体の期間) : 2014~2017 年度 (2013~2018 年度)

研究担当者: 仲村昌剛・松村まさと・與儀喜代政

発表論文等: 沖縄県農業研究センター研究報告で報告予定