

果樹分野

(成果情報名) 宮古地域におけるマンゴー「アーウィン」の加温栽培を用いた収穫盛期の平準化							
(要約) 宮古地域のマンゴー「アーウィン」栽培において加温栽培を実施することで、収量や品質を下げることなく、約2週間収穫盛期が前進化できる。さらに、加温栽培と無加温栽培を組み合わせることで収穫盛期の平準化が実現し、台風被害のリスク軽減に繋がる。							
(担当機関) 農業研究センター宮古島支所					連絡先	0980-72-3148	
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]

沖縄県のマンゴー栽培は慣行では無加温であり、収穫期に作業が集中し多くの労働力が必要とされる。また収穫盛期に台風襲来が重なる場合甚大な被害がもたらされ、さらに近年の気候変動の影響により大型台風の接近頻度が高まる見通しとなっている。これらの問題に対して、加温機による加温栽培を行い無加温栽培より収穫時期を前進化し、収穫盛期の平準化を図ることで労働力分散及び台風被害のリスク軽減が期待される。しかし、宮古地域での加温栽培は一部生産者のみで実施されている状況にあり、無加温栽培との収穫時期の違いや収量・品質に及ぼす効果に対する知見が少ない。そこで本試験では宮古地域の「アーウィン」栽培における加温栽培の有効性について評価を行う。

[成果の内容・特徴]

1. 加温栽培では無加温栽培に比べ出蕾は7日、満開は12日、収穫盛期は15日早まる(表1)。
2. 加温栽培の収量や品質は、無加温栽培と同等である(表2)。
3. 収益性は、「無加温栽培のみ>加温栽培のみ」の傾向が見られるが、加温栽培と無加温栽培を組み合わせる(各5a)場合の収益性は、無加温栽培のみと同等である(表3)。
4. 加温栽培と無加温栽培を組み合わせる(各5a)ことで、無加温栽培と比較し収穫盛期時における一日あたり収穫量を2/3に抑えられ、収穫盛期を平準化できる。収穫盛期の平準化により労働力分散が実現し、雇用労賃の縮減が図られ、また従来の労働力でも1.5倍の栽培面積に対応可能となる(表3、図、表4)。また、台風接近頻度が高まる7月上旬までに収穫作業を進めることが出来るため、台風被害のリスクが軽減する(図)。

[成果の活用面・留意点]

1. 宮古地域のマンゴー加温栽培に関する指導資料とする。
2. 試験ハウスは6m(幅)×20m(長さ)×3.2m(軒高)のパイプハウス2棟(加温区1棟・無加温区1棟)であり、各試験区4樹(2018年時点:樹齢12年)を供試した。
3. 加温栽培(定温管理)を含む栽培管理は沖縄県果樹栽培要領に準じた。
4. 試験に利用した加温機は、ハウス暖房機(KD-150T-2)である。本加温機の熱出力は53.3kW(45,800kcal)であるため、4台/10aの設置が必要となる。
5. 本技術の普及対象は、収穫盛期の平準化による労働力分散及び栽培可能面積の増加を目的とした生産者とする。

[残された問題点]

秋冬期の高温により出蕾率低下や遅延が生じており、加温に先立ち冷却を行う必要がある。

[具体的データ]

表1 加温栽培と無加温栽培における出蕾・開花及び収穫時期

年度	平均出蕾日 ¹⁾			出蕾完了日 ²⁾			満開日			収穫盛期 ³⁾		
	加温区	無加温区	日数差 ⁴⁾	加温区	無加温区	日数差	加温区	無加温区	日数差	加温区	無加温区	日数差
2014	1/13	1/24	11	2/5	2/10	5	2/16	3/3	15	6/14	7/2	18
2015	1/27	1/25	-3	2/16	2/16	0	3/1	3/6	5	6/22	7/5	12
2016	2/3	2/8	6	2/29	3/18	18	3/7	3/17	10	6/23	7/4	11
2017	2/7	2/10	4	3/1	3/24	23	3/10	3/23	13	7/3	7/18	15
2018	2/14	3/2	16	3/12	4/23	42	3/14	4/2	19	7/1	7/21	20
平均	1/31	2/7	7	2/23	3/13	18	3/4	3/16	12	6/24	7/10	15

1)出蕾日は、蕾の先端が割れ中の様子が確認できた日である。2)花芽となる蕾が、全て出蕾し終えた日である。
3)収穫盛期は総収穫果数の6割以上が収穫された日である。4)表中の数字は、(無加温区の数値-加温区の数値)である。

表2 加温栽培と無加温栽培における収量及び果実特性

年度	加温区				無加温区			
	収穫個数 (個/樹)	果実重(g)	糖度 (° Brix)	収量 (kg/10a)	収穫個数 (個/樹)	果実重(g)	糖度 (° Brix)	収量 (kg/10a)
2014	60	483.6	15.7	1,160	64	436.7	16.4	1,119
2015	88	433.8	16.7	1,527	109	396.3	15.9	1,735
2016	58*	423.7	17.1*	964	86*	362.0	15.4*	1,244
2017	108	433.5	13.9	1,848	124	381.0	14.5	1,889
2018	105	443.1	15.9	1,866	96	431.3	15.4	1,646
平均	85	443.5	15.9	1,473	96	401.5	15.5	1,527

* 同一年度内の試験区間において5%水準で有意差あり(t-test)。

表3 加温栽培と無加温栽培における収益性

年度	加温栽培					加温栽培及び無加温栽培(各5a)					無加温栽培				
	生産額 ¹⁾	経営費 ²⁾	加温経費 ³⁾	加温期間(日)	雇用労賃 ⁴⁾	生産額	経営費	加温経費	雇用労賃	所得	生産額	経営費	雇用労賃	所得	
2014	3,439	1,247	1,366	82	109	717	2,769	1,247	683	87	752	2,099	1,247	150	701
2015	3,658	1,247	1,306	60	194	911	3,214	1,247	653	202	1,112	2,771	1,247	248	1,275
2016	5,101	1,247	852	61	104	2,897	5,294	1,247	426	92	3,529	4,488	1,247	140	4,101
2017	7,236	1,247	1,181	62	234	4,575	6,186	1,247	590	194	4,154	5,136	1,247	253	3,636
2018	4,858	1,247	1,218	66	279	2,113	4,485	1,247	609	93	2,536	4,113	1,247	196	2,669
平均	4,858	1,247	1,185	66	184	2,242	4,390	1,247	592	133	2,417	3,921	1,247	197	2,476

1)各年度毎に農業研究センター宮古島支所における収量実績と沖縄県協同青果市況(宮古島産マンゴ)から算出した。2)平成26年度品目別技術体系・収益性事例から引用した。
3)燃料費(農業研究センター宮古島支所における実績)と加温機の償却費の合計である。なお、償却費は次の式から算出した。償却費=(加温機の価格+送料+設置施工費)/耐用年数7年
4)「一日あたり収穫量(22.6kg/10a/人)」を上回る日毎に雇用労賃額を算出し、積算した。なお、一日あたり収穫量は平成26年度品目別技術体系・収益性事例から算出した。
また、雇用労賃額算出の際に沖縄県最低賃金762円を用いた。

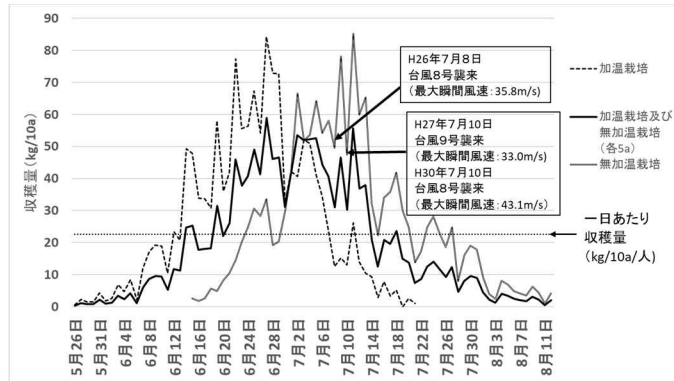


図. 加温栽培と無加温栽培における収穫推移

注) 収穫量は5ヶ年の平均値である。

また、図中に記載した台風は、収穫期間(5月下旬～8月上旬)内に最大瞬間風速 25m/s 以上を記録したものである。

表4 異なる栽培体系¹⁾における栽培可能面積

	必要作業時間(h/10a) ²⁾		栽培可能面積(a) ³⁾
	6月	7月	7月
加温栽培及び無加温栽培	188.8	291.0	22.3
無加温栽培のみ	74.6	434.7	14.9

1)「加温栽培及び無加温栽培」は、栽培面積の割合を1:1として計算した。

2)表2の各区の収量を用い、平成26年度品目別技術体系・収益性事例から算出した。

3)栽培可能面積は、次の式で算出した。栽培可能面積=作業に従事できる時間/必要作業時間

なお作業に従事できる時間を算出するにあたり、労働体系は「家族2名+雇用1名」と設定した。

[研究情報]

課題 I D : 2013 農 003

研究課題名: 気候変動対応型果樹農業技術開発事業

予算区分: 沖縄振興特別推進交付金

研究期間: 2013~2018 年度

研究担当者: 小林拓也、伊礼彩夏、伊地良太郎、手登根正、與座一文

発表論文等: なし

果樹分野

(成果情報名) 沖縄本島北部地域におけるマンゴー「リペンス(夏小紅)」の収穫適期簡易判定法							
(要約) 中晩生マンゴー「リペンス(夏小紅)」は、市販の積算温度計を用いて、果実縦径5 cmから積算温度2,500~2,900℃・日で未着色果実を収穫することで、高糖度で果肉障害の発生が少ない果実が得られ、簡易に収穫適期を判定できる。							
(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	栽培	対象	マンゴー	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

「リペンス(夏小紅)」(以下、「夏小紅」)は外観による収穫時期の判断が難しく、着色果の収穫による果肉障害の発生や未熟果による低品質が問題となっている。これまでにデータロガー機能付き温度計(株式会社ティアンドディ、おんどとり)を用いて、果実縦径5 cmから日平均気温の積算温度が2,486℃~2,713℃・日程度で未着色果実を収穫することで高品質果実が得られることが確認されている。しかし、データロガー機能付き温度計の活用はハウス内温度の測定後、データを回収し、日平均気温の積算温度を算出するためにパソコン等で計算処理する必要がある。今後、積算温度による収穫法を定着させ品質安定化を図るためには、より簡易な手法が必要である。そこで本研究では、計算処理をしなくてもよい市販の積算温度計を用いた収穫適期の判定について検討する。

[成果の内容・特徴]

1. データロガー機能付き温度計と市販の積算温度計の日平均気温は、相関係数 $r=0.90$ ($n=174$, $p<0.01$) と高い相関が認められる(データ省略)。
2. 収穫時着色度3以上の果実は、生果での出荷に適さない果肉障害程度2以上の果実が多く発生する(図1、図2、図3)。よって収穫時着色果は生果での出荷を控える。
3. 生果での出荷に適さない果肉障害程度2以上は、収穫時積算温度2,300~2,900℃・日の果実で差がみられず、積算温度2,500~2,900℃・日の果実は2,300℃・日と比べて糖度が高い(表1、図2)。よって積算温度2,500~2,900℃・日の果実を収穫する。
4. 収穫時積算温度2,500~2,900℃・日の果実のうち、3~6日で追熟完了した果実は生果での出荷に適さない果肉障害程度2以上の果実が多い(表2、図2)。よって収穫後室温25℃で3日程度保管し、その間に着色軟化する果実は、生果での出荷を控える。
5. 収穫時積算温度2,500~2,900℃・日の可販果率(収穫時未着色個数から追熟異常個数を除いた果実を可販個数とし、調査個数に占める割合)は84~90%である(表3)。

[成果の活用面・留意点]

1. 収穫適期を事前に把握することができ、計画的出荷と品質の安定化に活用できる。
2. 積算温度計(佐藤計量器製作所、SK-60AT-M)を用い、棟下中央で、果実と同等の高さになるように設置し、直射日光の影響を避けるため通風の良い日よけをする(図4)。
3. 仕上げ摘果時、果実縦径5 cmに到達した果実にラベリングした時点を基準として、積算温度計による測定を開始する。測定開始翌日の日平均気温から自動的に累積表示される。
4. ラベリングは4~5日おきにカラータイ等で色分けし花吊り紐に結び付ける。積算開始からラベリング時点の積算温度を、その都度記録し、差し引いて収穫を開始する。
5. 積算温度計の価格は13,622円/台である。
6. 積算温度の後半ほど糖度が高い傾向にあるため、収穫開始前に積算温度2,500℃・日付近でサンプルを収穫、品質を確認後、収穫適期積算温度の範囲内で収穫時期を調整する。

[残された問題点]

特になし。

[具体的データ]

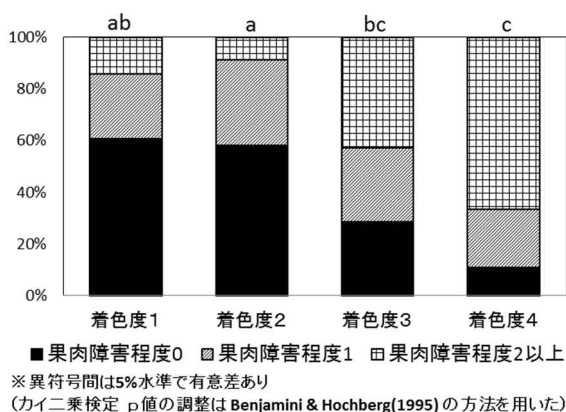


図1 収穫時着色度別の果肉障害



図2 障害程度2以上の果実断面



未着色果実

図3 夏小紅収穫時着色度

表1 夏小紅の積算温度別果実品質及び果肉障害程度

試験場所	試験区	調査 個数	積算温度 ^X °C・日 平均	果実重 g	糖度 ° Brix	収穫時 未着色 個数	発症度 ^Y 2以上	果肉障害程度 ^Z 別 発生果率 %				
								0	1	2	3	4
農業研究 センター 名護支所 2018	2,300°C	76	2,321	552.5 a	16.4 a	73	2	66	30	4	0	0
	2,500°C	83	2,515	560.4 ab	17.3 ab	80	12	64	16	16	1	3
	2,700°C	72	2,714	545.7 a	17.9 bc	68	7	72	18	6	1	3
	2,900°C	74	2,924	600.4 b	18.4 c	69	12	66	16	9	8	0
	有意水準			*	**							
農業研究 センター 名護支所 2017	2,300°C	71	2,321	345.0 a	15.5 a	-	6	77	13	8	0	1
	2,500°C	97	2,518	373.0 a	16.1 b	-	6	59	29	11	1	0
	2,700°C	469	2,714	419.1 b	16.2 b	-	9	41	43	14	1	0
	2,900°C	22	2,862	383.0 ab	16.4 b	-	5	77	18	0	0	5
	有意水準			**	*							

X: 市販積算温度計によるハウス内平均温度の積算 Y: 発症度2以上=(程度2の個数×2+程度3の個数×3+程度4の個数×4)/(4×全個数)×100

Z: 果肉障害程度(0:無し、1:1/4程度、2:1/2程度、3:3/4程度、4:全体)

※異符号間には、Tukey-Kramerの多重比較により有意差あり(有意水準: *はP<0.05、**はP<0.01)

表2 夏小紅の追熟完了日数別果実品質及び果肉障害程度(2018年 2,500~2,900°C・日収穫)

追熟完了 ^W 日数	調査 個数	果実重 g	比重 ^X	糖度 ° Brix	収穫時 未着色 個数	発症度 ^Y 2以上	果肉障害程度 ^Z 別 発生果率 %				
							0	1	2	3	4
3~6日	30	593.2 a	1.030 a	18.6 a	18	19	44	28	11	11	6
7~9日	181	575.8 a	1.016 b	18.0 a	181	9	70	15	11	2	2
10~15日	18	457.1 b	1.014 b	15.1 b	18	0	78	22	0	0	0

W: 追熟完了は室温25°Cで追熟させ、果皮色が5割以上着色し、且つ軟らかくなった頃とした。

X: 比重=果実重/(果実重+水中重)

Y: 発症度2以上=(程度2の個数×2+程度3の個数×3+程度4の個数×4)/(4×全個数)×100

Z: 障害程度(0:無し、1:1/4程度、2:1/2程度、3:3/4程度、4:全体)

※異符号間には、Tukey-Kramerの多重比較により有意差あり(有意水準はp<0.01)

表3 夏小紅の積算温度別可販果率(2018年 名護支所)

試験区	調査 個数	収穫時 未着色 個数	追熟異常 ^Y 個数	可販 個数	可販果率 % (5)=(4)÷(1) ×100
2,500°C	83	80	8	72	87
2,700°C	72	68	3	65	90
2,900°C	74	69	7	62	84

Y: 追熟異常は追熟完了までの日数が3~6日の果実とした。



図4 積算温度計設置状況

[研究情報]

課題 ID : 2013 農 003

研究課題名 : 気候変動に対応した中晩生マンゴーの栽培技術開発

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) : 2017~2018 年度 (2013~2018 年度)

研究担当者 : 阿波根直恭、清水優子、仲村昌剛、松村まさと、仲村伸次、小濱健徳

発表論文等 : なし

果樹分野

(成果情報名) 八重山地域におけるマンゴー「バレンシアプライド(ていらら)」の収穫適期簡易判定法							
(要約) 中晩生マンゴー「バレンシアプライド(ていらら)」は、市販の積算温度計を用いて果実縦径 5 cm から積算温度 2,400℃・日程度で未着色果実を収穫することで果肉障害の発生が抑えられ、簡易に収穫適期を判定できる。							
(担当機関) 農業研究センター石垣支所					連絡先	0980-82-4067	
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]

マンゴー「バレンシアプライド(ていらら)」は外観による収穫判断が難しく、着色果の収穫による果肉障害の発生や未熟果による低品質が問題となっている。これまでに、データロガー機能付き温度計(株式会社ティアンドディ、おんどとり)を用い、果実縦径 5 cm から日平均気温の積算温度が 2,400~2,600℃・日程度のときに未着色果を収穫すると高品質果実が得られることが確認されている。しかし、データロガー機能付き温度計の活用はハウス内温度の測定後、データ回収を行い、日平均気温の積算温度を算出するためにパソコン等で計算処理を行う必要がある。今後、積算温度に基づく収穫法を定着させ、品質安定化を図るためには、より簡易な手法が必要である。そこで本研究では、計算処理をしなくてもよい市販の積算温度計を用いた収穫適期の判定について検討する。

[成果の内容・特徴]

1. データロガー機能付き温度計と市販の積算温度計の日平均気温は、相関係数 $r=0.90$ ($n=174$, $p<0.01$) と高い相関が認められる(データ省略)。
2. 2,200~2,400℃・日で収穫すると青果での出荷に適さない果肉障害程度 2 以上の果実がなく、障害発症の危険性が高まる着色度 4 以上の果実も確認されない(図 1, 2, 3、表 1, 2)。
3. 2,200℃・日で収穫した果実は、2,600~2,800℃・日で収穫した果実と比べ糖度は有意に低いが、2,400℃・日で収穫した果実の糖度に統計的な差は認められない(表 1)。
4. 2,600~2,800℃・日で収穫した果実は、可販果率が低い(表 1)。
5. 以上のことから、市販の積算温度計を用いて 2,400℃・日で収穫すると果肉障害の発生が抑えられ、可販果率も高くなる。

[成果の活用面・留意点]

1. 収穫適期を事前に把握することができ、計画的出荷と品質の安定化に活用できる。
2. 積算温度計(佐藤計量器製作所、SK-60AT-M)を用い、棟下中央で、果実と同等の高さになるように設置し、直射日光の影響を避けるため通風の良い日よけをする(図 4)。
3. 仕上げ摘果時、果実縦径 5 cm に到達した果実にラベリングした時点を基準として、積算温度計による測定を開始する。測定開始翌日の日平均気温から自動的に累積表示される。
4. ラベリングは 4~5 日おきに実施し、カラータイ等で色分けして花吊り紐に結び付ける。積算開始からラベリング時点の積算温度を、その都度記録し、差し引いて収穫を開始する。
5. 積算温度計の価格は 13,622 円/台である。
6. 2,400℃・日の積算温度であっても、収穫時の着色度 3 以上の果実は、果肉障害程度、発症度とも高まるので生果の出荷は控える。

[残された問題点]

特になし

[具体的データ]

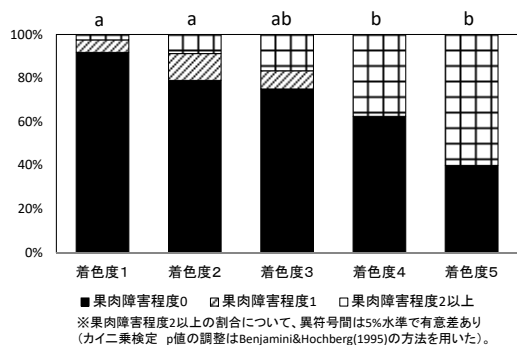


図1 「ていらら」の収穫時着色度別の果肉障害



図3 「ていらら」の着色果と未着色果



図2 果肉障害程度別の「ていらら」の断面



図4 積算温度計の設置状況

表1 「ていらら」における積算温度別の果実品質と果肉障害

年度	積算温度 ^Z (°C・日)	調査果数	果実重 (g)	糖度 (° Brix)	可販果率 ^Y (%)	果肉障害 発症度 ^W 2以上	果肉障害程度 ^W 別発生果率(%)				
							0	1	2	3	4
2015	2,200	15	714.3	16.3 ^a	100	0 ^a	80	20	0	0	0
	2,400	23	717.5	17.5 ^{ab}	100	0 ^a	74	26	0	0	0
	2,600	22	712.8	18.1 ^b	73	16 ^b	73	0	18	9	0
	2,800	8	735.6	18.7 ^b	87	6 ^a	37	50	13	0	0
2018	2,200	28	647.2	13.8 ^a	100	0 ^a	96	4	0	0	0
	2,400	30	719.4	15.0 ^{ab}	100	0 ^a	97	3	0	0	0
	2,600	31	705.1	15.7 ^b	97	2 ^a	97	0	3	0	0
	2,800	30	741.9	15.9 ^b	90	6 ^a	90	0	7	3	0

Z: 積算温度 = Σ(日平均気温)

Y: 可販果率 = (果肉障害程度0 + 果肉障害程度1) / 全果数 × 100

X: 果肉障害発症度 = (程度2の個数 × 2 + 程度3の個数 × 3 + 程度4の個数 × 4) / (4 × 全果数) × 100

W: 果肉障害程度 (0: 無し, 1: 1/4程度, 2: 1/2程度, 3: 3/4程度, 4: 全体)

※測定器 (2015年度: データロガー機能付き温度計, 2018年度: データロガー機能付き温度計及び市販の積算温度計)

※異符号間は5%水準で有意差あり (糖度: Tukey-KramerのHSD検定, 果肉障害発症度: カイニ乗検定 p値の調整はBenjamini&Hochberg(1995)の方法を用いた)。

表2 「ていらら」における積算温度別の着色果4以上の発生状況

年度	積算温度 ^Z (°C・日)	調査果数	着色度	
			4以上果数	着色度4以上 発生果率(%)
2015	2,200	15	0	0.0 ^a
	2,400	23	0	0.0 ^a
	2,600	22	4	18.2 ^a
	2,800	8	1	12.5 ^a
2018	2,200	28	0	0.0 ^a
	2,400	30	0	0.0 ^a
	2,600	31	1	3.2 ^a
	2,800	30	5	16.7 ^a

Z: 積算温度 = Σ(日平均気温)

Y: 着色度4以上 = 果実の50%以上が黄色

※測定器 (2015年度: データロガー機能付き温度計, 2018年度: データロガー機能付き温度計及び市販の積算温度計)

※同符号間は有意差なし (カイニ乗検定 p値の調整はBenjamini&Hochberg(1995)の方法を用いた)。

[研究情報]

課題 ID : 2013 農 003

研究課題名 : 気候変動対応型果樹農業技術開発事業

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) : 2015~2018 年度 (2013~2018 年度)

研究担当者 : 伊波聡、加藤智子、與那嶺かおる、武末翔馬、東嘉弥真勇人、井上裕嗣

発表論文等 : なし

果樹分野

(成果情報名) 光合成速度の推移や落葉の状況から検討したマンゴー葉への潮害の影響							
(要約) マンゴーは潮害により光合成速度が著しく低下し、強風下では被害が拡大するため、除塩はできるだけ早く行う必要がある。							
(担当機関) 農業研究センター・農業システム開発班					連絡先	098-840-8515	
部会	果樹	専門	農業気象	対象	マンゴー	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

沖縄県におけるマンゴー栽培では、台風来襲後に葉の枯死等がしばしば発生し、その後の生育阻害が懸念される。これまで潮害発生の機序や除塩の必要性が解明されていないため、対策が充分に行われず大きな被害に至る場合もみられる。このため、本試験では光合成速度や落葉の推移をもとに、潮害を軽減できる効果的な除塩時期を明らかにする。

[成果の内容・特徴]

1. 葉に塩が付着すると、2日後（50時間後）には光合成速度が低下する（図1）。風に曝されただけでは光合成速度の低下率は低く、回復も早い（データ省略）。
2. 風に曝される前後に塩が付着した葉は、曝されない葉に比べ光合成速度が大幅に低下する（図1）。
3. 無風の場合においても塩付着後の葉は光合成速度が低下した。風に曝されると風速の強弱に関わらず著しく光合成速度が低下した（図1）。
4. 葉面の塩を洗い流す（除塩）ことによって光合成速度は回復するが、弱風（風速8m/s）に曝された葉よりも、強風（風速12m/s）に曝された葉の方が遅い傾向にある（図1）。
5. 光合成速度は、無風であっても塩付着から2日後（50時間後）には著しく低下することから、除塩作業は速やかに行う方が良い（図1）。
6. 葉面の枯死部は除塩を行わないと拡大する（図2）。落葉は強風に曝された時の方が弱風よりも早期に開始し、塩付着から3週間後における葉の残存率は60%程度となった（図3）。

[成果の活用面・留意点]

1. 本成果は、台風後の潮害軽減のために行う除塩対策の目安として活用できる。
2. マンゴーへの塩の付着は、台風来襲時の潮の飛散を想定し、風洞実験前後に3.5%NaCl溶液を葉面全体に霧吹きで散布した。散布は、毎朝7時に葉から水滴が滴る程度で行い、曝露後4日目（96h）まで行った。葉面への塩の付着量は0.06g/枚（平均値）であった。
3. 本実験では、葉面に付着した塩はジョウロを用い、水をかけ流すことで除去した。
4. ハウス内の気温は約30°C、相対湿度は約70%、光合成速度の測定も同様に設定した。
5. 本実験では、風速12m/s以上で葉と葉の激しい擦れが生じ破断したが、8m/sでは破断が見られなかった。このため、風速12m/sを強風、8m/sと弱風とした。
6. 一連の実験にはポット（鉢高22cm、鉢径22cm）に植栽された3年生の「アーウィン」を用いた。実験時には樹高120cm程度、葉数を110枚～200枚に調整した。

[残された問題点]

特になし

[具体的データ]

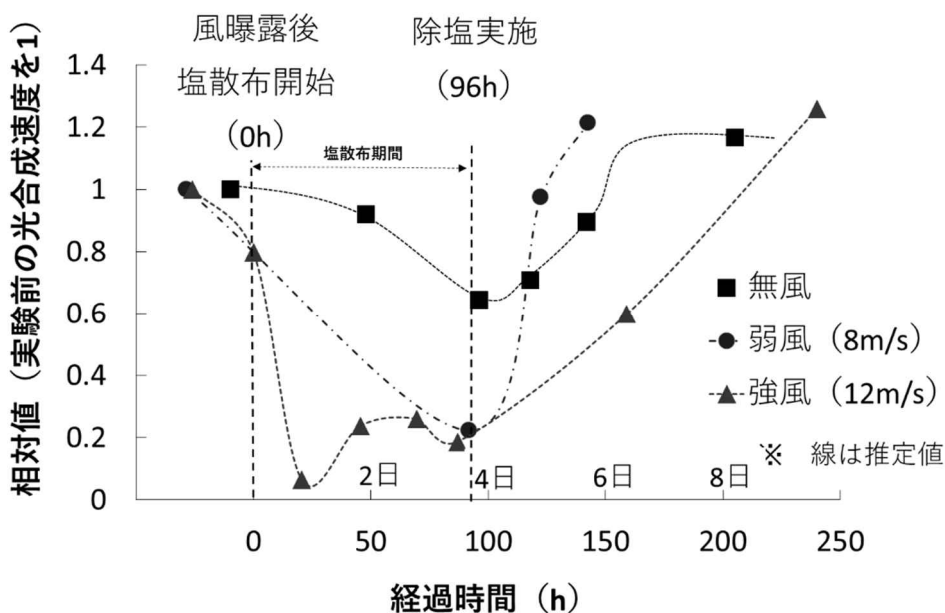


図1 塩散布後の光合成速度の推移
(弱風の場合6時間、強風では3時間の間、風に曝された後に、葉面に塩水を散布し、光合成速度の測定を開始した。)



図2 葉面の枯死部の拡大状況
(左：塩散布後3日目、右：塩散布後10日目)

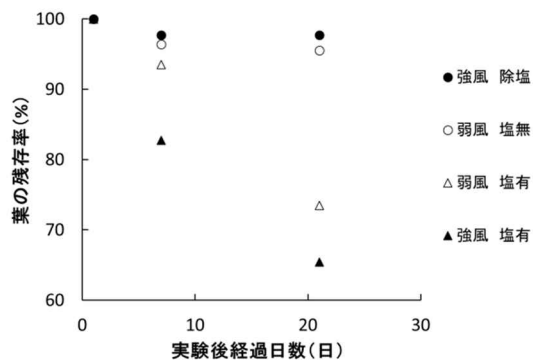


図3 落葉数の推移

[研究情報]

課題ID : 2015 農 001

研究課題名 : 強風時に施設本体と作物の両方を守る次世代型ネット施設の開発

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) : 2017 年度 (2015~2018 年度)

研究担当者 : 玉城 磨、恩田 聡

発表論文等 : 玉城 磨、丸山 敬、恩田 聡、西村 宏昭 (2018) 農業環境工学関連 5 学会 2018 年合同大会講演要旨

果樹分野

(成果情報名) マンゴー炭疽病の伝染源となり得るハウス周辺の植物							
(要約) ハウス周辺植物の多くで、 <u>マンゴー</u> 果実に病原性を示す炭疽病菌の潜在感染が確認される。特に、 <u>ゲットウ</u> 、 <u>ブッソウゲ</u> および <u>ギンネム</u> からは、高い割合で分離され、伝染源として注意が必要である。							
(担当機関) 農業研究センター・病虫管理技術開発班					連絡先	098-840-8504	
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]

マンゴーの炭疽病は、出荷後に発生し問題となる重要病害の一つである。その病原菌である炭疽病菌は、施設マンゴーにおいて出蕾時の頂芽で潜在感染している（澤岨ら、2013）ことが知られているが、その発生源（1次伝染源）は明らかにされていない。そこで、マンゴー炭疽病菌の伝染環の解明を目的に、マンゴーハウス周辺の植物における病原菌の有無とモデル試験による周辺植物からの伝搬の可能性を明らかにする。

[成果の内容・特徴]

1. 2014～2017年、沖縄本島北部10地点、中部4地点、南部2地点および離島7地点の合計23地点において、マンゴーハウス周辺の外観上健全な木本類と草本類の37科62種植物を調査したところ、炭疽病菌は19科27種植物から分離される（表1および表2）。
2. 19科27種植物から分離された135菌株の炭疽病菌の種の内訳は、*Colletotrichum gloeosporioides*が134菌株で、*C. acutatum*は1菌株である（表1および表2）。
3. マンゴーハウス周辺で多く見られ、かつ炭疽病菌の分離割合の高い植物は、ゲットウ、ブッソウゲ、ギンネムである（表1および表2）。
4. 135菌株の内、102菌株についてマンゴー果実への病原性を調査すると、95菌株とほとんどで病原性を示す（データ省略）。
5. マンゴー炭疽病菌を接種したゲットウ苗を用いるモデル試験により、炭疽病菌の分生子は、人工風雨（風＋水区）によってゲットウ上から飛散し、0.6mm目合いのネットを容易に通過するので、ハウス周辺植物が炭疽病の伝染源となり得る（図1、図2、図3）。

[成果の活用面・留意点]

1. 本成果はマンゴー炭疽病の耕種的防除に活用することができる。
2. ゲットウ、ブッソウゲ、ギンネムはハウス周辺から除去する。
3. マンゴー生産者が新たに防風林を植え付ける際の、樹種選択の情報として活用することができる。
4. 本調査は、エタノール浸漬法（Ishikawa、2003）にしたがい、採集した葉から潜在感染する炭疽病菌の分生子塊を誘導し、炭疽病菌の種特異的プライマーによるPCR検定（稲田・山口、2006）により広義の*C. gloeosporioides*と*C. acutatum*を同定した結果である。
5. モデル試験は、滅菌水を入れた霧吹きと扇風機で人工風雨を発生させ、Mathur's培地上に捕捉される分生子のコロニー数を測定した結果である。

[残された問題点]

マンゴー炭疽病菌のハウス内での動態把握

[具体的データ]

表1 マンゴーハウス周辺植物から分離された炭疽病菌の分離頻度（木本類）

科	植物名	サンプリング 地点数	サンプル数 (分離数)	病原菌の分離数	
				C. g. ¹⁾	C. a. ²⁾
アオイ科	オオハマボウ	2	13 (2)	2	0
〃	ブッシュウダ	7	54 (21)	21	0
アカネ科	クチナシ	1	7 (0)	-	-
カキノキ科	リュウキュウコクタン	4	37 (1)	1	0
クスノキ科	ヤブニッケイ	1	1 (0)	-	-
クワ科	アコウ	1	1 (0)	-	-
〃	イヌビワ	2	6 (4)	4	0
〃	インドゴムノキ	1	8 (4)	4	0
〃	ハマイヌビワ	1	1 (0)	-	-
コショウ科	ヒハツモドキ	1	3 (0)	-	-
コミカンソウ科	アカギ	1	2 (0)	-	-
〃	カキバカンコノキ	1	5 (4)	4	0
テリハボク科	テリハボク	1	2 (0)	-	-
ツバキ科	イジュ	1	6 (0)	-	-
〃	ヤブツバキ	1	10 (1)	1	0
トウダイグサ科	オオシマコパンノキ	1	2 (1)	1	0
〃	オオバギ	1	2 (2)	2	0
〃	クスノハガシワ	1	1 (0)	-	-
〃	ヤンバルアカメガシワ	1	5 (1)	1	0
トベラ科	トベラ	2	6 (0)	-	-
ニシキギ科	マサキ	3	8 (0)	-	-
ハスノハギリ科	ハスノハギリ	1	1 (0)	-	-
バラ科	カンヒザクラ	1	13 (12)	12	0
〃	スイミツソウ	1	10 (0)	-	-
パンレイシ科	アテモヤ	1	5 (1)	1	0
フクギ科	フクギ	8	44 (3)	3	0
フトモモ科	バンジロウ	1	2 (0)	-	-
〃	グアバ	1	2 (1)	1	0
〃	レンブ	2	13 (1)	1	0
ホルトノキ科	ホルトノキ	1	3 (0)	-	-
マキ科	イヌマキ	11	52 (0)	-	-
マメ科	ギンネム	4	20 (16)	16	0
〃	ホウオウボク	1	1 (0)	-	-
マンサク科	イヌノキ	12	46 (0)	-	-
ミカン科	グツキツ	4	12 (1)	1	0
〃	シクワーシャー	1	1 (1)	1	-
ムクロジ科	レイシ	2	15 (3)	3	0
モクマオウ科	モクマオウ	3	20 (3)	3	0
リュウゼツラン科	センネンボク	2	15 (2)	2	0
レンブクソウ科	サンゴジュ	1	2 (0)	-	-

1)広義の *C. gloeosporioides* を示す。
2)広義の *C. acutatum* を示す。

表2 マンゴーハウス周辺植物から分離された炭疽病菌の分離頻度（草本類）

科	植物名	サンプリング 地点数	サンプル数 (分離数)	病原菌の分離数	
				C. g. ¹⁾	C. a. ²⁾
アカネ科	シラタマカズラ	2	10 (0)	-	-
ウラボシ科	コシダ	2	4 (1)	0	1
ウリ科	ツルレイシ	1	1 (0)	-	-
キク科	アメリカハマグルマ	2	8 (4)	4	0
〃	アワユキセンダングサ	4	10 (0)	-	-
〃	オノノグシ	1	5 (0)	-	-
〃	カッコウアザミ	1	9 (0)	-	-
〃	タイワンハナジョウナ	1	3 (1)	1	0
〃	ヒロハホウキギク	1	1 (0)	-	-
キジカクシャ科	リュウノヒゲ	1	3 (0)	-	-
コミカンソウ科	ナガエコミカンソウ	1	1 (0)	-	-
サトイモ科	クワズイモ	2	3 (0)	-	-
ショウガ科	ゲットウ	16	63 (38)	38	0
ナス科	ワルナスビ	1	1 (0)	-	-
ノボタン科	ノボタン	1	5 (0)	-	-
マメ科	シナガワハギ	1	5 (3)	3	0
〃	ハイクサネム	1	1 (0)	-	-
ユリ科	キキョウラン	3	21 (3)	3	0
〃	テッポウユリ	1	2 (0)	-	-
ノボタン科	ノボタン	1	5 (0)	-	-
パショウ科	パショウ	1	5 (0)	-	-
〃	バナナ	1	2 (0)	-	-

1)広義の *C. gloeosporioides* を示す。
2)広義の *C. acutatum* を示す。

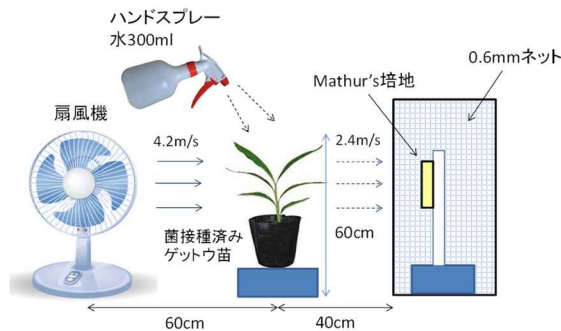


図1 試験のモデル

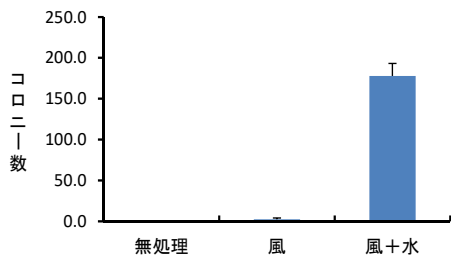


図2 ゲットウ苗からシャーレに捕捉されたマンゴー炭疽病菌の生存コロニー数

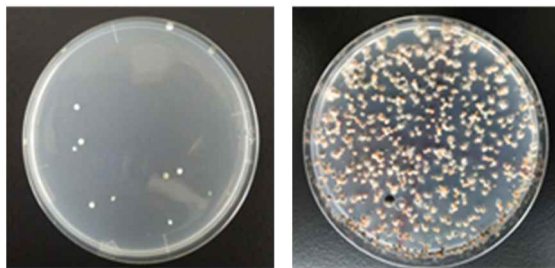


図3 培地に捕捉されたマンゴー炭疽病菌のコロニー形成 左:無処理区、右:風+水区

[研究情報]

課題 ID : 2013 農 003

研究課題名 : 気候変動対応型果樹農業技術開発事業

⑦マンゴー果実病害の生態解明および防除技術の開発

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 (2013~2018 年度)

研究担当者 : 安次富厚、澤岨哲也、山城麻希、新崎千江美、大城篤

発表論文等 : 安次富厚ら (2018) 日植病報 83 : 206

澤岨哲也ら (2018) 沖縄農業研究会第 57 回大会

果樹分野

(成果情報名) マンゴーで発生するチャノキイロアザミウマ C 系統に対する各種薬剤の殺虫効果							
(要約) <u>チャノキイロアザミウマ C 系統</u> に対して、成幼虫共に殺虫効果が高い剤は、 <u>スピネトラム水和剤</u> であり、成幼虫のいずれかに対して殺虫効果が高い剤は、 <u>スピノサド水和剤</u> 、 <u>エトフェンプロックス乳剤</u> 、 <u>ニテンピラム水溶剤</u> であり、マンゴーに対して農薬登録のある 16 剤のうち 8 剤は殺虫効果が低い。							
(担当機関) 農業研究センター・病虫管理技術開発班					連絡先	098-840-8504	
部会	果樹	専門	作物虫害	対象	マンゴー	分類	指導

[背景・ねらい]

チャノキイロアザミウマはマンゴー栽培における最重要害虫であり、本県では新規系統である C 系統が主要系統であることが明らかとなっている（守屋ら、2018）。本種を適切に防除するためには、各種薬剤のチャノキイロアザミウマ C 系統に対する殺虫効果に関する情報が必要不可欠である。そこで、本研究ではマンゴーで農薬登録のある 16 剤について、沖縄本島と宮古島のマンゴー栽培施設由来のチャノキイロアザミウマ C 系統 2 個体群の雌成虫および 2 齢幼虫に対する殺虫効果を明らかにする。

[成果の内容・特徴]

1. スピネトラム水和剤は、両個体群の雌成虫および 2 齢幼虫のいずれに対しても殺虫効果が高く、スピノサド水和剤も同様な傾向であるが、宮古島個体群の 2 齢幼虫に対する殺虫効果のみ中程度である。
2. エトフェンプロックス乳剤およびニテンピラム水溶剤は、両個体群の雌成虫に対する殺虫効果が高い。
3. DMTP 乳剤、エチプロール水和剤およびイミダクロプリド水和剤の雌成虫に対する殺虫効果と、フルフェノクスロン乳剤の 2 齢幼虫に対する殺虫効果は個体群によって大きく異なっている。
4. 試験を行ったマンゴーに登録のある 16 剤のうち 8 剤は、両個体群の雌成虫および 2 齢幼虫のいずれに対しても殺虫効果が低い。

[成果の活用面・留意点]

1. マンゴーにおけるチャノキイロアザミウマ C 系統に対する防除薬剤を選択する際の基礎資料として活用できる。
2. 各種薬剤の殺虫効果は、便宜的に補正死亡率が 90%以上を効果が高い、70%以上 90%未満を中程度、70%未満を低い、としている。
3. ピリフルキナゾン水和剤は昆虫行動制御剤であり作用機構が従来の殺虫剤とは異なるため、本試験における殺虫効果と実際の圃場における殺虫効果が異なる可能性がある。
4. 本試験には沖縄本島糸満市阿波根、宮古島市平良のマンゴー栽培施設より採集・累代飼育した個体を用いており、各種薬剤の殺虫効果は栽培施設ごとに異なる可能性がある。

[残された問題点]

各種薬剤の殺虫効果の個体群または施設間差異の把握

[具体的データ]

表 各種薬剤に対するチャノキイロアザミウマC系統の雌成虫および2齢幼虫の補正死亡率

系統	IRAC ² コード	薬剤名 (商品名)	希釈倍率 (倍)	使用回数 (使用時期)	補正死亡率 (%) ¹			
					沖縄本島		宮古島	
					雌成虫	2齢幼虫	雌成虫	2齢幼虫
有機リン	1B	DMTP乳剤 (スプラサイド乳剤40)	1,500	2回(45日)	91.8	68.4	-	-
フェニルピラゾール	2B	エチプロール水和剤 (キラップフロアブル)	2,000	2回(7日)	100	58.1	-	4.7
ピレスロイド	3A	アクリナトリン水和剤 (アーデント水和剤)	1,000	2回(3日)	52.1	16.1	-	-
	//	エトフェンブロックス乳剤 (トレボン乳剤)	1,000	3回(7日)	100	63.9	95.5	70.4
	//	フェンプロバトリン乳剤 (ロディー乳剤)	1,000	2回(14日)	30.5	33.9	-	4.9
ネオニコチノイド	4A	アセタミプリド水溶剤 (モスピラン顆粒水溶剤)	2,000	3回(35日)	12.9	-	46.1	14.0
	//	イミダクロプリド水和剤 (アドマイヤー顆粒水和剤)	10,000	2回(14日)	58.3	31.8	90.0	14.0
	//	クロチアニジン水溶剤 (ダントツ水溶剤)	2,000	3回(7日)	-	-	-	-
	//	ジノテフラン水溶剤 (アルバリン顆粒水溶剤)	2,000	3回(前日)	21.3	-	28.8	-
	//	チアメトキサム水溶剤 (アクタラ顆粒水溶剤)	2,000	2回(14日)	34.3	-	-	2.4
	//	ニテンピラム水溶剤 (ベストガード水溶剤)	1,000	3回(7日)	100	38.1	91.4	64.7
スピノシン	5	スピネトラム水和剤 (ディアナWDG)	5,000	2回(前日)	100	96.6	100.0	95.9
	//	スピノサド水和剤 (スピノエース顆粒水溶剤)	5,000	2回(7日)	100	92.6	92.6	80.0
その他	9B	ピリフルキナゾン水和剤 (コルト顆粒水和剤)	2,000	3回(前日)	50.6	-	46.1	5.6
ピロール	13	クロルフェナビル水和剤 (コテツフロアブル)	2,000	2回(14日)	79.5	31.0	58.9	7.9
ベンゾイル尿素	15	フルフェノクスロン乳剤 (カスケード乳剤)	2,000	2回(3日)	NT	92.5	NT	18.2

1: 補正死亡率 = 100 * { (対照区生存虫率 - 処理区生存虫率) / 対照区の生存虫率 }, 補正死亡率が太字の剤は殺虫効果が高いことを示す。

2: IRACコードについては農業工業会ホームページ (<https://www.jcpa.or.jp/labo/mechanism.html>) を参照。

3: 補正死亡率における "-" 表記は死亡率が低く、対照区の死亡率と有意差が見られなかったことを示し、NTは試験未実施を示す。

4: 試験は室内において、マンゴー未硬化葉を用いたリーフディスクを各薬液に浸漬・風乾した後に雌成虫または2齢幼虫を接種し、72時間後に生死判別を行っている。

5: 各薬剤について3~5反復、合計供試頭数が30頭以上となるように試験を行った。

[その他]

課題 ID : 2015 農 004

研究課題名 : チャノキイロアザミウマC系統に対する各種薬剤の効果

①雌成虫に対する効果

②2齢幼虫に対する効果

予算区分 : その他 (沖縄型総合的病害虫管理技術 (IPM) 推進事業)

研究期間 (事業期間) : 2017 年度 (2015~2017 年度)

研究担当者 : 守屋伸生、上里卓己、喜久村智子

発表論文等 : 守屋ら (2018) 日本応用動物昆虫学会第 62 回大会

果樹分野

(成果情報名) 生食用パインアップル「ゴールドバレル」と「沖農 P17」における貯蔵温度と鮮度の関係							
(要約) <u>パインアップル「ゴールドバレル」と「沖農 P17」</u> は、5℃で冷蔵すれば、外観、食味を6日間は良好に保てる。13℃付近を越えると呼吸が活発になり、常温に戻すといずれも3日で外観、食味が低下するので冷蔵後は早めに消費することが望ましい。							
(担当機関) 農業研究センター・農業システム開発班					連絡先	098-840-8512	
部会	果樹	専門	加工利用	対象	パインアップル	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

沖縄県産パインアップルは常温流通が一般的であるが、貯蔵病害の問題が生じ、流通現場からは低温輸送の必要性を唱える声も高まりつつある。パインアップルは、品種によって低温感受性が異なり、近年育成された生食用品種の貯蔵特性は不明である。

そこで本研究では、「ゴールドバレル」と「沖農 P17」について、温度別の呼吸特性を明らかにし、冷蔵による鮮度保持効果を検討する。

[成果の内容・特徴]

1. 「ゴールドバレル」、「沖農 P17」のいずれも、13℃付近を境にして呼吸量が少なくなることから、最適貯蔵温度は 13℃未満の低温域にあることが推察される（図 1）。13℃以上になると温度に依存して呼吸が活発になる。
2. 「ゴールドバレル」、「沖農 P17」のいずれも、貯蔵中に Brix は変化せず、酸度は微増、糖酸比は減少したが、貯蔵温度による影響は認められなかった（データ省略）。
3. 「ゴールドバレル」、「沖農 P17」のいずれも、5℃で冷蔵することで外観（データ省略）、食味、香り、食感の評価を6日間は良以上に保てる（図 2）。
4. 切り口のカビの発生は 10℃以下では抑制されるが、常温に戻すと急激に増加する（図 3、写真）。

[成果の活用面・留意点]

1. 「ゴールドバレル」と「沖農 P17」の収穫後の取扱いや貯蔵する際の参考資料として、生産者や出荷団体、流通業者などが利用できる。
2. いずれの品種も冷蔵している間は品質を良好に保てるが、常温に戻すと急激に外観、食味が低下するので、冷蔵後は早めに消費する。
3. 呼吸量の測定には、2017年7月収穫の「ゴールドバレル」（自然夏実の2～4分着色果、n=12）と8月収穫の沖農 P17（自然夏実の5分着色果、n=12）を冠芽付きで用いた。パインアップル1果をアクリル製チャンバー（φ20×55cm）に入れて、設定した温度で恒温器内に一定時間静置後、ガスアナライザーCGT7000（島津製作所）で容器内のCO₂量を測定し、1時間に果実1kgから排出されるCO₂量を算出した。
4. 貯蔵試験には、2018年7月収穫の「ゴールドバレル」（自然夏実の1～9分着色果、n=40）と2018年8月収穫の「沖農 P17」（自然夏実の2～9分着色果、n=30）を用いた。各品種について、5℃、10℃、25℃貯蔵区を設けて、冠芽を上向きにパインアップル6玉用出荷箱に詰めて、9日間貯蔵した。5℃、10℃貯蔵区は、貯蔵6日後に25℃貯蔵区と同じ部屋に移した。貯蔵初日と3、6、9日目に各区3～4果ずつ抜き出して解体調査を行った。

[残された問題点]

特になし

[具体的データ]

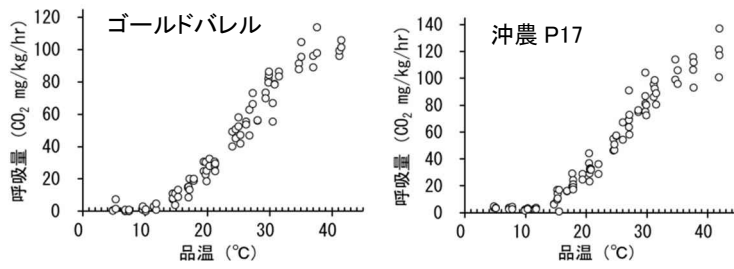


図1 「ゴールドバレル」と「沖農 P17」の温度別呼吸量

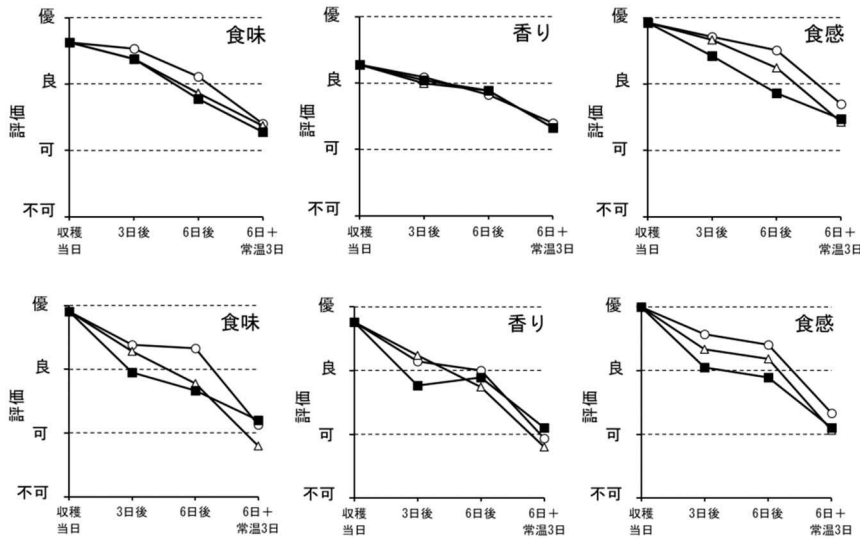


図2 貯蔵中の「ゴールドバレル」(上段)、「沖農 P17」(下段)の食味の変化

○：5℃、△：10℃、■：25℃、5℃貯蔵区と10℃貯蔵区は貯蔵6日後に25℃の部屋に移して保管した。

食味試験は20～50代の男女9～10名のパネルにより、4段階評価した(4：優、3：良、2：可、1：不可)。



図3 「ゴールドバレル」における貯蔵中の切り口のカビ発生程度の変化と貯蔵6日目の切り口の写真

○：5℃、△：10℃、■：25℃、5℃貯蔵区と10℃貯蔵区は貯蔵6日後に25℃の部屋に移して保管した。

評価基準は、1：無、2：微、3：少、4：多、5：甚とした。写真は左から5℃、10℃、25℃の貯蔵6日目の切り口。

[研究情報]

課題 ID：2013 農 003

研究課題名：気候変動対応型果樹農業技術開発事業

2. 気候変動に対応した供給支援技術の開発

①特産果樹の鮮度保持技術の開発

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)：2016～2018年度(2013～2018年度)

研究担当者：前田剛希、花ヶ崎敬資、広瀬直人

発表論文等：論文作成中。

果樹分野

(成果情報名) ギ酸カルシウム剤を用いた中晩生マンゴー「リペンス(夏小紅)」の黒キズ障害の軽減							
(要約) 中晩生マンゴー「リペンス(夏小紅)」の果実縦径が5 cm 程度に肥大した時期に濃度500 倍の <u>ギ酸カルシウム剤</u> を10 日間隔で3 回葉面及び果実に散布すると、果皮に発生する <u>黒キズ障害</u> が軽減される。							
(担当機関) 農業研究センター石垣支所					連絡先	0980-82-4067	
部会	果樹	専門	栽培	対象	マンゴー	分類	基礎研究

[背景・ねらい]

中晩生マンゴー「リペンス(夏小紅)」(以下、「夏小紅」と記載)は、病害以外の要因で果皮表面のスレキズや小裂果がシミ状に黒変する障害(以下、「黒キズ障害」と記載)が確認されている。黒キズ障害は外観を損ない、等級評価にも影響するため対策が必要であるが、有効な技術が確立されていない。他の果樹における類似事例として、ナシの尻あざ症や裂皮などの生理障害に対して、ギ酸カルシウム剤の処理が有効であると報告されている。そこで本課題では、「夏小紅」の黒キズ障害を軽減するため、ギ酸カルシウム剤の散布試験を行い、黒キズ障害に対する軽減効果を検討する。

[成果の内容・特徴]

1. 果実縦径が5 cm 程度に肥大した時期にギ酸カルシウム剤500 倍液を10 日間隔で3 回葉面及び果実に散布すると、黒キズ障害の発生率が低くなる(表1、2、図)。
2. ギ酸カルシウム剤の散布による果実品質の低下は確認されない(表3)。

[成果の活用面・留意点]

1. 「夏小紅」導入生産者で外観の良い高品質果実の安定生産に活用できる。
2. 石垣支所内ハウスで栽培されている「夏小紅」(樹齢8年、4樹)を供試した結果である。
3. 本試験は、果実縦径5 cm から積算温度2,300℃~2,900℃で収穫した未着色果を25℃空調下で追熟させ調査した結果である。
4. 本試験で利用したギ酸カルシウム剤(スイカル[®]、成分CaO:42%)は、特殊肥料として肥料登録されているため、作物・倍率・回数の制限はない。
5. ギ酸カルシウム剤は水に溶解させ、朝10時に1樹あたり5L程度散布する。
6. 塩化カルシウムや硝酸カルシウムは他の作物で薬害の報告があるが、本試験や他の果樹類での試験において、ギ酸カルシウム剤散布による薬害は認められない。
7. リン酸を含有する薬剤と混用すると、結合し沈殿を生じることがある。

[残された問題点]

黒キズ障害の発生要因の解明

[具体的データ]

表1 ギ酸カルシウム剤の散布概要

年度	処理区	散布箇所	散布濃度	散布回数	散布量	散布日	果実縦径5cmピーク日
2017	ギ酸カルシウム	葉、果実	500倍	3回	200L/10a	5/2、5/12、5/22	5/8
	無処理	—	—	—	—	—	
2018	ギ酸カルシウム	葉、果実	500倍	3回	200L/10a	5/1、5/11、5/21	5/8
	無処理	—	—	—	—	—	

表2 ギ酸カルシウム剤の散布が果実障害に与える影響

年度	処理区	調査果数	発生率(%)		
			黒キズ障害 ^z	シワ	果肉障害
2017	ギ酸カルシウム	373	2.1	5.4	0.5
	無処理	371	33.4	15.6	1.9
	有意差		**	**	n.s.
2018	ギ酸カルシウム	49	8.0	2.0	0.0
	無処理	40	37.5	10.0	0.0
	有意差		**	n.s.	n.s.

Z: 果皮表面に1点以上障害が確認された果実は黒キズ障害ありとした。

**は1%水準で有意差あり、*は5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なし(フィッシャーの正確検定)。

表3 ギ酸カルシウム剤の散布が果実品質に与える影響

年度	処理区	調査果数	果実重(g)	糖度(°Brix)	食味 ^z
2017	ギ酸カルシウム	373	400	14.2	2.0
	無処理	371	411	13.8	2.1
	有意差		n.s.	n.s.	n.s.
2018	ギ酸カルシウム	49	634	17.0	2.4
	無処理	40	596	17.1	2.6
	有意差		n.s.	n.s.	n.s.

Z: 食味(0: 不可、1: やや不可、2: 普通、3: やや良い、4: 良い)

**は1%水準で有意差あり、*は5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なし(t検定)。



図 果皮黒キズ障害の状況

(左: 無処理区、右: ギ酸カルシウム区)

[研究情報]

課題 ID : 2013 農 003

研究課題名 : 気候変動対応型果樹農業技術開発事業

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) : 2017~2018 年度 (2013~2018 年度)

研究担当者 : 伊波聡、與那嶺かおる、武末翔馬、東嘉弥真勇人、井上裕嗣

発表論文等 : 伊波聡ら (2019) 日本熱帯農業学会第 126 回講演会発表

果樹分野

(成果情報名) パインアップル小果腐敗病の新たな病原菌である <i>Talaromyces</i> 属菌2種(病原追加)							
(要約) <u>パインアップル小果腐敗病</u> の病原菌には <i>Fusarium ananatum</i> 以外に形態の異なる菌が存在する。形態および分子系統解析の結果、 <u><i>Talaromyces stollii</i></u> および <u><i>Talaromyces amestolkiae</i></u> と同定され、新たな病原菌として追加する。							
(担当機関) 農業研究センター・病虫管理技術開発班					連絡先	098-840-8504	
部会	果樹	専門	作物病害	対象	パインアップル	分類	(1)基礎研究

[背景・ねらい]

パインアップルに発生する小果腐敗病（通称、黒目症）は、果実内部に褐色～茶色の病斑を示し、外観で発病の有無を判別できず果実切開後に発覚するため問題となる。本病の病原菌として *Fusarium ananatum* が報告されているが、果実病斑から菌の分離・培養を行うと、*F. ananatum* とは異なる糸状菌が複数分離される。そこで本分離菌の形態および遺伝子領域（ITS、 β -tubulin および RPB2）を用いた分子系統解析に基づく同定を行う。

[成果の内容・特徴]

1. 小果腐敗症状から分離される糸状菌は PDA 培地上で黄緑色（分離菌 a）と緑色～深緑色（分離菌 b）を呈する菌叢の2種類である（図 1 A、B）。果実の病徴は既報の *F. ananatum* によるパインアップル小果腐敗病（新崎ら、2015）と酷似し、肉眼で識別することは困難であるが、PDA 培地上の菌叢および分生子の形状により区別することができる。
2. 両分離菌は、分生子柄にメトレとペン先型のフィアライドを形成し、フィアライド上に連鎖する分生子は楕円形、表面平滑である（図 1 C～E）。形態では両者の明瞭な違いは認められない。
3. 分離菌の各種培地における菌叢の形状、色および大きさは、それぞれ既知の *Talaromyces stollii*、*T. amestolkiae* と概ね一致する。両者とも子のう果の形成は認められない（データ省略）。
4. 分離菌の生育温度は 10～35℃で、適温は 30℃付近である（データ省略）。
5. 分離菌の ITS、 β -tubulin および RPB2 遺伝子領域に基づく分子系統解析の結果、分離菌 a は *T. stollii*、分離菌 b は *T. amestolkiae* と同一のクレードに所属する（図 2）。
6. パインアップル果実に分離菌の分生子および菌糸を有傷接種すると病徴が再現され、病斑から同一菌が再分離される（図 3）。
7. 以上より、分離菌株を *Talaromyces stollii* および *Talaromyces amestolkiae* と同定する。我が国では本種を病原とする記録はないので、パインアップル小果腐敗病の病原に *T. stollii* および *T. amestolkiae* を追加する。

[成果の活用面・留意点]

1. 本病原菌は沖縄本島北部で栽培された「ソフトタッチ」果実から分離した。
2. 病原は日本植物病理学会の日本植物病名目録に追加する。
3. 本病原菌を用いて、有効薬剤のスクリーニングに活用する。
4. *Talaromyces* 属は *Penicillium* 属の完全世代とされていたが、近年の研究により *Penicillium* 属と *Talaromyces* 属は分子系統学的に異なり、再分類されている。
5. 2015 年普及に移す技術（新崎ら）を参考に、既報の *F. ananatum* と比較することができる。

[残された問題点]

本病原菌の発生生態の解明

[具体的データ]

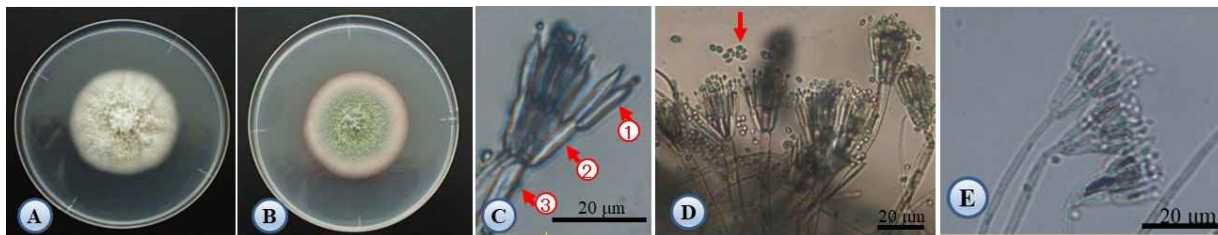


図1 分離菌 a (*Talaromyces stollii*) および分離菌 b (*T. amestolkiae*) の形態

A: *T. stollii* の PDA 培地上の菌叢、B: *T. amestolkiae* の PDA 培地上の菌叢、C: *T. stollii* の①ペン先型フィアライド、②メトトレ、③分生子柄、D: *T. stollii* の全体的構造および分生子 (矢印部分)、E: *T. amestolkiae* の全体的構造

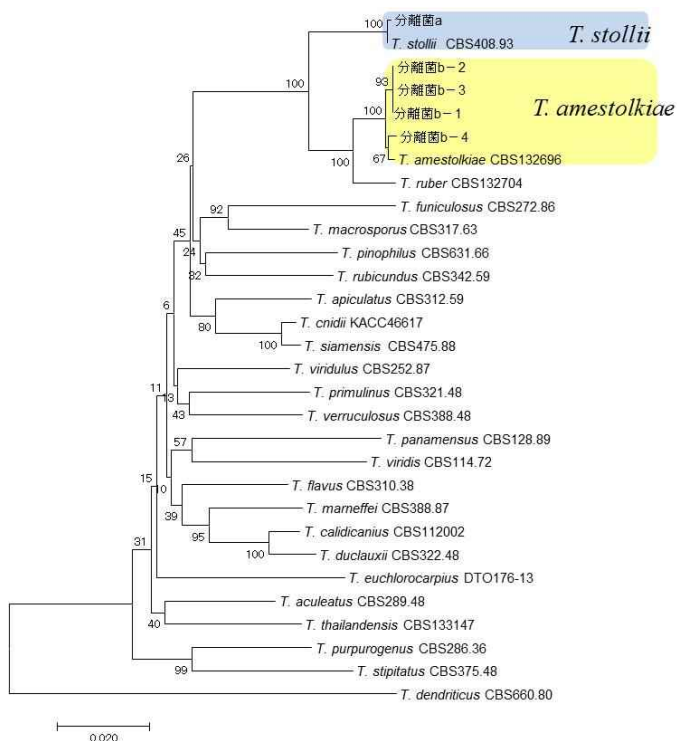


図2 ITS、 β -tubulin および RPB2 領域の塩基配列に基づく系統樹 (NJ法)

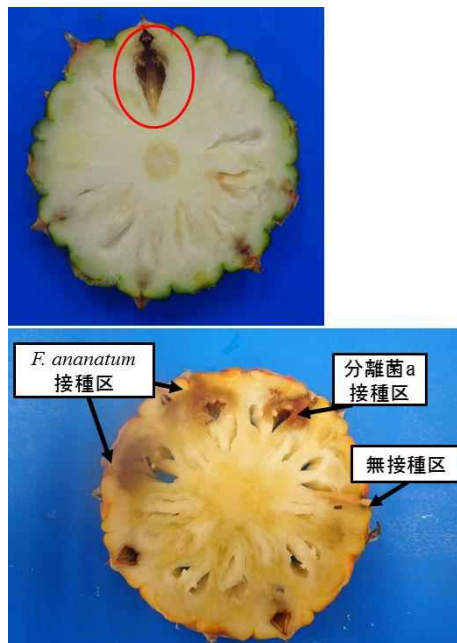


図3 自然発病および有傷接種による病徴上: 自然発病 (赤丸)、下: 分離菌 a (*T. stollii*) および既報の *F. ananatum* 接種による病徴比較

[研究情報]

課題 ID : 2013 農 003

研究課題名 : 気候変動対応型果樹農業技術開発事業

⑩県産パイナップルに発生する小果腐敗症の原因解明および防除技術の開発

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 (2013-2018 年度)

研究担当者 : 山城麻希、大城篤、安次富厚

発表論文等 : 山城麻希ら (2017) 平成 29 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) <i>Colletotrichum tropicale</i> によるアセロラ炭疽病(新称)							
(要約) 収穫後のアセロラ果実において、軸部が軟化し、水浸状に腐敗する症状を引き起こす病原菌は、形態および <i>ApMat</i> , <i>GS</i> 遺伝子領域の塩基配列に基づき <i>Colletotrichum tropicale</i> と同定する。本種は国内外で未記録のため、新病害としてアセロラ炭疽病と命名する。							
(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	アセロラ	分類	基礎研究

[背景・ねらい]

2017年に本部町、名護市および糸満市のアセロラ栽培において、収穫後の追熟過程で糸状菌による果実腐敗が発生し問題となっている。果実は収穫後、加工処理前に赤色をのせるために数日間追熟を行うが、その過程で腐敗によるロスが生じる。そこで、本症状の原因を明らかにするために、罹病部位から主病原菌を分離し、その分離菌の形態および *ApMat*, *GS* 遺伝子領域の塩基配列情報に基づく同定を行う。

[成果の内容・特徴]

1. 本症状は、初め果実の軸部が軟化し、水浸状の病斑が周辺に広がって褐色となり腐敗する。果実全体に薄い白色菌糸が覆い、その上に橙色の分生子塊（粒々）を密生する（図1 a, b）。
2. 分離菌の R4-3、MtB-2 および ItB-2 株は、PDA 培地での菌叢は白色～灰白色、薄い気中菌糸を伴い、橙色の分生子塊が同心円状に密生する（図1 c, d, e）。分生子は無色、単胞、円筒形～長円筒形、両端に丸みがあり、大きさ 11.8～18.3×4.3～5.9μm、L/W 比は 2.7～3.5 である（表、図1 f, g）。付着器は褐色、類球形～棍棒形で大きさ 6.3～12.4×4.7～7.8μm である（表、図1 h）。これらの形態的特徴は、既報の *C. theobromicola* とは分生子のサイズおよび形態で差異はないが、付着器が不規則な形を示す点で異なる。一方、近縁種の *C. tropicale* とは分生子および付着器サイズが概ね一致する（表）。
3. 分離3菌株の *ApMat* および *GS* 遺伝子領域の塩基配列は、いずれも *C. tropicale* (JX010097 ; Weir *et al.*, 2012, KC790728 ; Sharma *et al.*, 2015) と高い相同性 (98～100%) を示し、系統樹でも *C. tropicale* タイプ標本株 (MTCC11371) と同一のクレードを形成する（図2）。
4. 分離3菌株ともに生育温度は 10～35℃で、適温は 25～30℃付近である（データ省略）。
5. アセロラ果実（品種：甘味系）への有傷接種の結果、分離3菌株ともに原病徴が再現され、病斑からは同一菌が再分離される（図1 i）。
6. 以上より、分離3菌株を *Colletotrichum tropicale* と同定する。国内外で本種を病原とするアセロラ病害の記録はないことから、本病をアセロラ炭疽病と命名する。

[成果の活用面・留意点]

1. 生産現場での農業改良普及員や指導員による病害診断で活用する。
2. 本菌を用いて、有効薬剤のスクリーニングに活用する。
3. 病原は日本植物病名データベース (NARO : 農業生物資源ジーンバンク) に登録する。
4. 取得した DNA 塩基配列は DDBJ に登録・公開する (MtB-2 株の *ApMat* 領域 : LC361463、*GS* 領域 : LC361466、R4-3 株の *ApMat* 領域 : LC361462、*GS* 領域 : LC361465、ItB-3 株の *ApMat* 領域 : LC361464、*GS* 領域 : LC361467) 。

[残された問題点]

アセロラは登録殺菌剤がないため、登録申請に向けた本病の対する有効薬剤の選抜を進める。

[具体的データ]

表 アセロラ分離菌株と既報の *Colletotrichum gloeosporioides* 種複合体との形態比較

分離菌および菌株	分生子			付着器	
	長さ×幅 μm	L/W比	形態	長さ×幅 μm	形態
R4-3 ¹⁾	11.8~16.0×4.6~5.9	2.7	無色、単胞、円筒形 真直、両端に丸みがある	7.0~11.8×4.7~7.2	類球形~棍棒形、紡錘形
MtB-2	14.5~17.7×4.5~5.6	3.1	無色、単胞、円筒形 真直、両端に丸みがある	7.3~12.4×5.4~7.8	類球形~棍棒形、紡錘形
ItB-3	14.3~18.3×4.3~5.3	3.5	無色、単胞、長円筒形 真直、両端に丸みがある	6.3~11.9×5.1~7.6	類球形~棍棒形、紡錘形
<i>C. theobromicola</i> ²⁾	14.5~18.7×4.5~5.5	2.7~3.7	やや円筒形、棍棒形	6.0~10.0×5.0~6.0	不規則、しばしば浅裂
<i>C. theobromicola</i> ³⁾	12.0~15.0×3.8~5.9	2.0~3.6	無色、単胞、円筒形	—	—
<i>C. tropicale</i> ²⁾	12.5~16.5×4.8~5.5	2.3~3.3	円筒形、まれに棍棒形	7.0~11.0×5.2~7.2	類球形~棍棒形、紡錘形

1) R4-3: 名護市果実由来、MtB-2: 本部町果実由来、ItB-3: 糸満市果実由来

2) Rojas et al. (2010). パナマで報告されたカカオ炭疽病の病原菌である。

3) Bragança et al. (2014). ブラジルで報告されたアセロラ炭疽病の病原菌である。

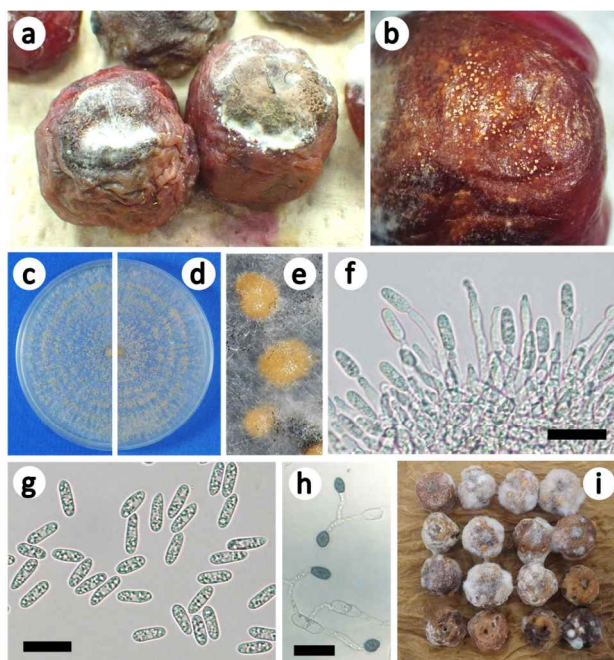


図1 果実病徴と病原菌の形態

a: 果実の腐敗、b: 果皮上の分生子塊、c, d: PDA培地上の菌叢(c: 表、d: 裏)、e: PDA培地上の分生子塊、f: 分生子層と分生子、g: 分生子、h: 付着器、i: 接種果実の病徴再現(接種菌はMtB-2株)、スケールバー=20 μm

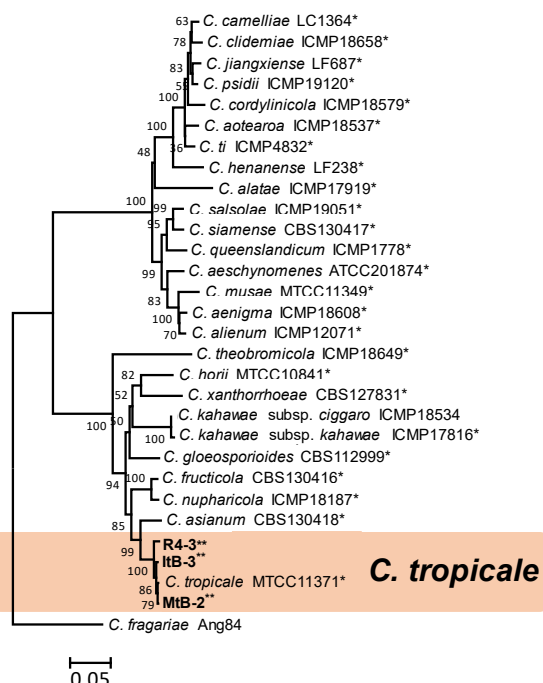


図2 *ApMat*およびGS遺伝子領域の塩基配列に基づく系統樹(NJ法)。図内の数値はその枝の信頼性を測るブートストラップ値を示す。*: タイプ標本株、**: 分離株を示す。

[研究情報]

課題 ID : 2013 農 003

研究課題名 : 気候変動対応型果樹農業技術開発事業

1-3)-④平張施設を利用したアセロラ安定生産技術開発

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) : 2017~2018 年度 (2013-2018 年度)

研究担当者 : 澤岨哲也、光部史将、小波津明彦、宜保永堅

発表論文等 : 澤岨哲也ら (2018) 日植病報 84(4) : 282-286.