

果樹分野

(成果情報名) 搾汁残渣を原料としたタンカン抽出酢の製造							
(要約) タンカン搾汁残渣にホワイトビネガーを加えて破碎、攪拌、浸漬によりそれぞれ抽出すると、機能性成分であるポリメトキシフラボン類を含有し、タンカンに特徴的な香り成分、モノテルペンアルコール類を含む風味良好なタンカン抽出酢を製造できる。							
(担当機関) 農業研究センター・農業システム開発班					連絡先	098-840-8512	
部会	果樹	専門	加工利用	対象	タンカン	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

タンカンは本県柑橘類の中でも主要な品目の一つである。シークワサーに次いでジュースへの加工利用が多く、年間約 10t の搾汁残渣が排出されている。搾汁残渣は果皮などで構成され他の柑橘類同様に有用物質を多く含むが、現状では全て廃棄されている。そこで、未利用資源の有効活用による収益性向上や新たな製品開発による付加価値を目的として、タンカンの搾汁残渣を原料に容易な技術で製造可能な抽出酢を開発する。

[成果の内容・特徴]

1. タンカン搾汁残渣を原料とし、3種の抽出法（破碎抽出、攪拌抽出、浸漬抽出）により、タンカン抽出酢が製造できる（図1、2）。
2. 破碎抽出：搾汁残渣 10g（湿重）にホワイトビネガー40mLを加え、ミキサーで 10 秒間×4回の破碎抽出処理を行う。破碎物より遠心分離等で不溶性成分を除去すると、タンカンの抽出酢（タンカン破碎抽出酢）が得られる（図1）（参考：シークワサー破碎抽出、広瀬ら、2017）。
3. 攪拌抽出：搾汁残渣を粉砕機（m-200、Bamix）で粉砕した後、粉砕原料 10g にホワイトビネガー40mlを加え、常温にて 300rpm、60 分間の攪拌抽出を行う。この後、不溶性成分を除去すると、タンカンの抽出酢（タンカン攪拌抽出酢）が得られる（図2）。
4. 浸漬抽出：搾汁残渣を3.と同様の方法で粉砕した後、粉砕原料 10g にホワイトビネガー40mlを加え、4℃にて5日間の浸漬抽出を行う。この後、不溶性成分を除去すると、タンカンの抽出酢（タンカン浸漬抽出酢）が得られる（図2）。
5. タンカン破碎抽出酢、攪拌抽出酢、浸漬抽出酢は柑橘類の機能性成分ポリメトキシフラボンの一つ、ノビレチンをそれぞれ 9.1mg/100mL、6.8mg/100mL、6.1mg/100mL 含有し（シークワサー破碎抽出酢で 7.9mg/100mL）、タンカンに特有なポリメトキシフラボンである 3,5,6,7,8,3',4'-ヘプタメトキシフラボンを 1.4mg/100mL、1.1mg/100mL、1.0mg/100mL 含有する（表1）。
6. それぞれの抽出酢において、柑橘の香りであるモノテルペン類やタンカンに特徴的な香り成分であるリナロールやテルピネン4-オールなどのモノテルペンアルコール類を含む（表1）。

[成果の活用面・留意点]

1. 殺菌・防腐効果のあるホワイトビネガー（酢）を抽出液に用いることから、最小限の衛生設備を有した小規模施設でも製造可能である。
2. 製造現場に合わせたスケールアップが必要であるため、その基礎資料として活用する。
3. 破碎抽出、攪拌抽出、浸漬抽出では必要な機器が異なる。また、それぞれの方法で得られた抽出酢は香り成分や有用成分の含有率が異なる。したがって、工場設備や用途に応じて抽出法を選択することが重要である。
4. タンカンの搾汁残渣を原料とした、新たな食品素材として活用できる。得られたタンカン抽出酢は、例えば、アルコール飲料、スポーツ飲料など成分を薄く使用したい場合は浸漬抽出酢、ポン酢やフルーツ酢など濃く使用したい場合は破碎抽出酢などと用途に応じて使い分ける。
5. タンカン搾汁残渣は、沖縄本島北部の農産加工施設で 2017 年 2 月に搾汁された残渣を供試した。

[残された問題点]

製造現場に合わせたスケールアップ試験の実施。

[具体的データ]

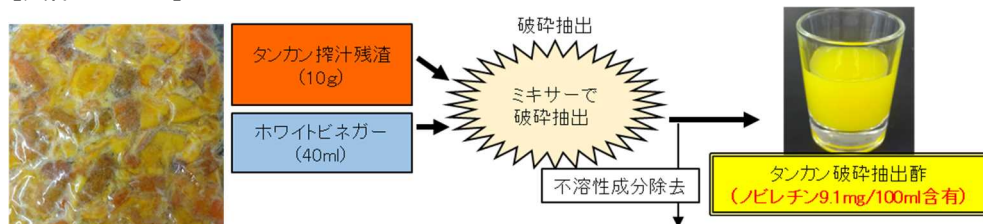


図1 タンカン破碎抽出酢製造工程の模式図

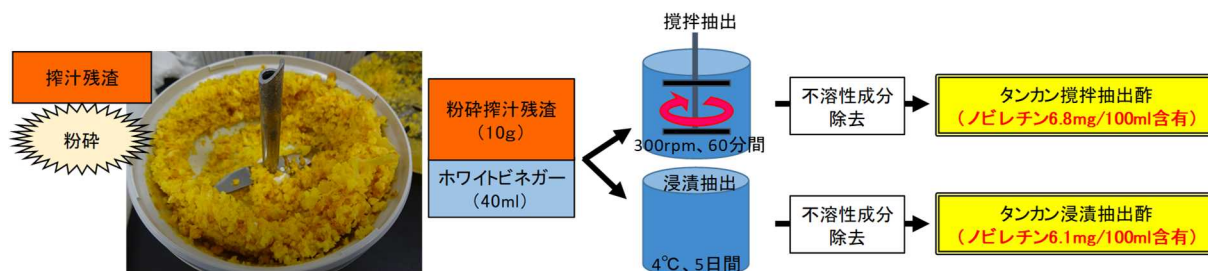


図2 タンカン攪拌抽出酢と浸漬抽出酢の製造工程の模式図

表1 タンカン破碎抽出酢、攪拌抽出酢、浸漬抽出酢の成分など比較

	破碎抽出酢	攪拌抽出酢	浸漬抽出酢
酸度 (%)	4.2 ^b ±0.0	4.3 ^{ab} ±0.0	4.3 ^a ±0.0
アスコルビン酸 (mg/100mL)	2.6±0.1	2.4±0.2	2.5±0.1
ポリメキシフラボン類 (mg/100mL)	12.9 ^a ±0.5	9.6 ^b ±0.2	8.6 ^b ±0.1
ノビレチン (mg/100mL)	9.1 ^a ±0.3	6.8 ^b ±0.2	6.1 ^b ±0.0
3,5,6,7,8,3',4'-ヘプタメキシフラボン (mg/100mL)	1.4 ^a ±0.1	1.1 ^b ±0.0	1.0 ^b ±0.0
リモニン (mg/mL)	1.7 ^a ±0.2	1.1 ^a ±0.1	0.7 ^b ±0.0
モノテルペン類 (IS%)	255.4 ^a ±12.1	7.2 ^b ±2.0	1.9 ^b ±0.1
モノテルペンアルコール類 (IS%)	76.3 ^b ±1.6	85.2 ^{ab} ±2.9	94.6 ^a ±3.7
食味評価			
香り	4.1 ^a ±0.2	2.8 ^b ±0.2	2.5 ^b ±0.2
味	3.8±0.2	3.2±0.3	3.3±0.3
苦味	4.3±0.2	4.4±0.3	4.0±0.4
L*a*b*表色系			
L*	58.4 ^b ±1.4	68.7 ^a ±0.1	71.2 ^a ±0.0
a*	-0.3±0.2	-0.5±0.0	-0.5±0.0
b*	21.5 ^a ±0.8	8.3 ^b ±0.2	4.5 ^c ±0.0

Mean±SE, n=3. Tukey-Kramer の検定により、異符号間で5%の有意差有り。

食味評価は男女6名ずつにより5段階（5：良い（苦みは弱い）～1：悪い（苦みは強い））で評価した。

[研究情報]

課題 ID : 2013 農 003

研究課題名 : 特産果樹の付加価値を高める加工技術の開発及び機能性の評価

予算区分 : 沖縄振興特別推進交付金事業（気候変動対応型果樹農業技術開発事業）

研究期間（事業全体の期間） : 2018 年度（2013～2018 年度）

研究担当者 : 花ヶ崎敬資、広瀬直人、前田剛希、恩田聡

発表論文等 : Hanagasaki *et al.* (2019) *Food Science and Technology Research* vol.25 (5) : 667-676

果樹分野

(成果情報名) マンゴー施設内の寄主雑草管理によるチャノキイロアザミウマの果実被害低減効果							
(要約) マンゴー施設内でチャノキイロアザミウマは10科18種の雑草から確認される。主要寄主雑草ナガエコミカンソウを除去することで樹上のチャノキイロアザミウマ密度が抑制され、果実被害低減効果が得られる。							
(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	作物虫害	対象	マンゴー	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

チャノキイロアザミウマ（以下、チャノキイロ）は、マンゴーの新葉、花穂および幼果を加害する。特に幼果への加害は商品価値の低下に直結するため、マンゴー栽培における重要害虫である（図1 a, b）。本県のマンゴー施設内で発生するチャノキイロは、新規系統のC系統主体であることが明らかとなっている（守屋ら, 2018）。C系統は多くの草本植物に寄生することから、施設内外の雑草が本種の重要な発生源であると考えられる。特に、マンゴー樹上に寄生部位がほぼ無い冬季における施設内雑草の有無が、施設内個体群の維持や出蕾期以降の発生に重要であると考えられる。そこで、マンゴー施設内におけるチャノキイロの寄主植物を調査し、圃場試験にて主要雑草の有無がチャノキイロによる果実被害に与える影響について調査する。

[成果の内容・特徴]

1. マンゴー施設内の10科18種の雑草からチャノキイロを検出している。うち、ナガエコミカンソウ（図1 c, d；以下ナガエ）は、最多の24地点で採取され、チャノキイロ検出率58.3%と高く、室内試験でも次世代虫の増殖が確認されることから主要な雑草種である（表1）。
2. マンゴー施設内において、11月以降わずかながらナガエ上でチャノキイロ個体群が維持される（図2上）。ナガエ植栽区のマンゴー新葉および花穂のチャノキイロ虫数はナガエ除去区より多く推移する（図2）。前年の試験結果も同様の傾向である（データ省略）。
3. 収穫時の被害果率は、ナガエ植栽区で2021年16.8%、2022年89.5%、ナガエ除去区で2021年0.7%、2022年30.0%となり、ナガエの除去により減少する（図3）。
4. 以上より、マンゴー樹に寄生部位がほぼ無い冬季において、施設内の主要雑草種であるナガエを除去することで樹上のチャノキイロ密度が抑制され、果実被害低減効果が得られる。

[成果の活用面・留意点]

1. 本成果は、マンゴーのチャノキイロの耕種的防除方法の指導用資料として活用する。
2. ナガエ以外の寄主雑草についてもチャノキイロの発生源となりうることに留意する。
3. 寄主植物調査は2016年5～11月に沖縄本島、宮古島、石垣島のマンゴー施設、計31地点で実施し、採取した29科51植物種から叩き落とし法によりアザミウマ類を採取している。チャノキイロ成虫は実体顕微鏡による形態観察、幼虫はPCR法（守屋ら, 2018）により種同定している。
4. 農業研究センター内での圃場試験は、2020-21、2021-22年に行い、樹齢8年（2020年時点）の「アーウィン」ポット栽培（直径80cm）で行い、6m間口×12mのハウスを半分に区切り1区6×6mとし1区3樹ずつ配置、2ハウスで実施し各年で試験区を入れ替えている。ナガエ植栽区は2020/11/30、2021/10/25にマンゴー樹株元にナガエを各5株植栽し、栽培管理・その他の雑草管理・農薬散布は両区同様に行い、試験期間中はチャノキイロに対する農薬散布は行っていない。ナガエは、植栽前にチャノキイロがいないことを確認している。

[残された問題点]

特になし。

[具体的データ]

表1 チャノキイロアザミウマの寄生を確認した雑草種

科名	植物名	(1)	(2)	(3)
アカバナ	ユウゲシヨウ	2	50	
アブラナ	ヒメタネツケバナ	15	47	-
カタバミ	カタバミ	14	14	
	ムラサキカタバミ	10	20	
キク	ウスベニニガナ	3	33	
	オニタビラコ	26	23	○
	カッコウアザミ	9	11	
	アワユキセンダングサ	9	11	
コミカンソウ	コミカンソウ	15	27	○
	ナガエコミカンソウ	24	58	○
スベリヒユ	スベリヒユ	1	100	
トウダイグサ	エノキグサ	15	27	
	シマニシキソウ	10	40	
	ハイニシキソウ	8	50	
ナス	テリミノイヌホウズキ	6	33	
ヒユ	ホナガイヌビユ	12	33	-
	ツルノゲイトウ	3	33	
マメ	ギンネム	3	67	

(1)チャノキイロアザミウマ採取地点数
 (2)採集地点数に対するチャノキイロアザミウマ検出地点率 (%)
 (3)○は、室内試験でチャノキイロアザミウマ次世代虫増殖を確認した植物種を示す。-は未検出、空欄は未実施を示す。

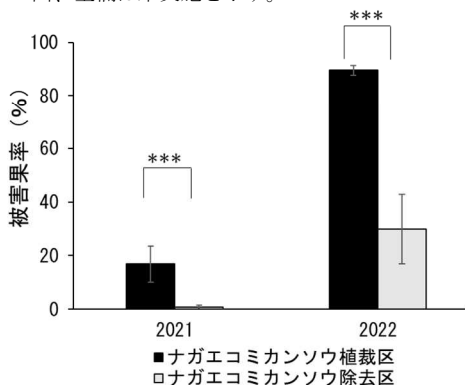


図3 チャノキイロアザミウマによる収穫時の被害果率

エラーバーは標準誤差を示す(n=6).
 *** 処理区間に有意差 (p<0.001) があることを示す。統計処理は、GLM (目的変数はナガエコミカンソウの有無、応答変数は被害果割合、二項分布) に当てはめて行った。

[研究情報]

課題 ID : 2014 農 002、2015 農 004、2021 農 008

研究課題名 : 総合的病害虫管理 (IPM) 利用技術の開発

予算区分 : 県単 (重要病害虫対応力強化事業) その他 (沖縄型総合的病害虫管理技術 (IPM) 事業、化学農薬削減に向けた病害虫防除技術推進事業、総合的病害虫管理技術推進事業)

研究期間 (事業全体の期間) : 2014~2022 年度 (2014~2016、2015~2020、2021~2023)

研究担当者 : 秋田愛子、守屋伸生、上里卓己、喜久村智子、安次富厚、與儀喜代政、山田義智
 発表論文等 : 守屋伸生ら (2017) 日本応用動物昆虫学会大会第 61 回発表

秋田愛子ら (2022) 日本応用動物昆虫学会大会第 66 回発表

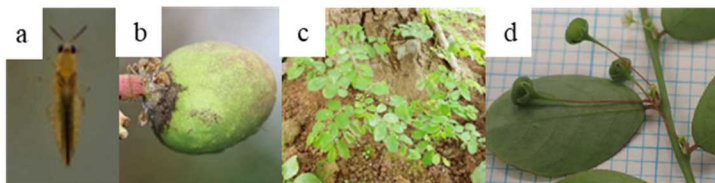


図1 チャノキイロアザミウマと被害果、ナガエコミカンソウ

a チャノキイロアザミウマ成虫、b 被害幼果、c ナガエコミカンソウ、d ナガエコミカンソウの特徴的な長い花柄

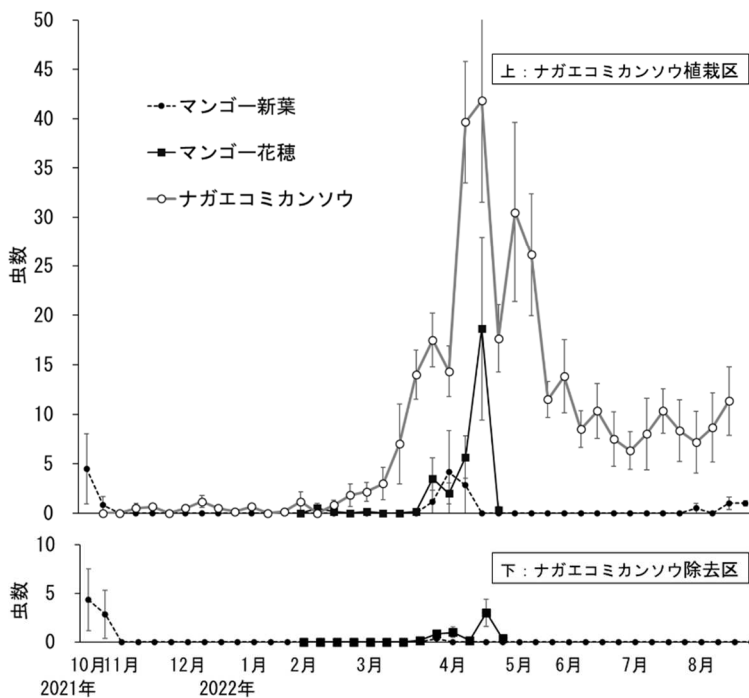


図2 マンゴー上の新葉、花穂上の各区のチャノキイロアザミウマ虫数推移、およびナガエコミカンソウ上の虫数推移。上: ナガエコミカンソウ植栽区、下: ナガエコミカンソウ除去区

エラーバーは標準誤差を示す(n=6)。

注) 虫数は、ナガエコミカンソウでは各マンゴー樹の株元のナガエコミカンソウ 30×30 cm²をたたき落とし (10 回/樹)、マンゴーでは新葉 (5 枚/樹) を見取り、花穂 (5 回×3 小花穂/樹) をたたき落としにより調査した。

果樹分野

(成果情報名) 新規登録農薬アゾキシストロビン水和剤のアセロラ炭疽病に対する防除効果							
(要約) アセロラの果実肥大期におけるアゾキシストロビン水和剤 (アミスター10フロアブル: 1,000倍) の3回散布は、収穫後の果実を腐敗させる炭疽病に対して、高い防除効果がある。また、本剤は2022年11月にアセロラで初の殺菌剤として農薬登録が承認されている。							
(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	アセロラ	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

本県のアセロラでは、収穫後の果実を加工処理する前に、果皮色（赤み）をのせる数日間の追熟が行われる。この過程中にカビによる腐敗が生じ、商品化率の低下が問題となっている。これまでに果実腐敗の原因として、*Colletotrichum tropicale* によるアセロラ炭疽病（新病害）を明らかにした（澤岨ら、2018）。しかし、2022年4月現在でアセロラにおける殺菌剤の登録は1剤もなく、本病の防除が困難な状況にある。そこで、本病への効果的な薬剤防除法の確立を目的に、病原菌に対する薬剤感受性評価による有効殺菌剤の選抜を行い、選抜されたアゾキシストロビン水和剤の圃場散布による収穫後の防除効果について検討する。

[成果の内容・特徴]

1. アセロラ炭疽病菌に対する寒天平板希釈法による数種殺菌剤のMIC値（最小生育阻止濃度）の比較では、各薬剤と濃度間に交互作用が認められ（二元配置分散分析、 $df=20$ 、 $F=329.3$ 、 $P<0.01$ ）、薬剤によって濃度の上昇に伴う菌糸生育抑制の程度はそれぞれ異なる（表1）。
2. アセロラ炭疽病菌に対して高い菌糸生育抑制効果を示す剤として、チオファネートメチル水和剤およびアゾキシストロビン水和剤を選抜した。一方、イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤とTPN水和剤では菌糸生育を完全に抑える効果は認められない（表1）。
3. 2018～19年度の圃場試験では、選抜したチオファネートメチル水和剤（1,000倍）およびアゾキシストロビン水和剤（1,000倍）は、果実肥大期（4～5月）の3回散布により高い防除効果を示し、薬害を示さない（図1）。
4. 本成果を基に、農薬作物残留試験（2020～21年：農研センター名護支所・果樹班で実施）の結果を加え、2022年11月に殺菌剤で初めてアゾキシストロビン水和剤（アミスター10フロアブル）の「アセロラ炭疽病」への農薬登録（第20577号）が承認された。現在、本剤は生産現場で使用できる。

[成果の活用面・留意点]

1. 生産現場での農家や指導員による病害防除対策で活用する。
2. 本剤の使用方法、使用時期等の詳細は、メーカー適用表（HP：http://www.greenjapan.co.jp/amista10_f.htm）を参照する。なお、散布回数は収穫終了時にリセットされる。
3. 圃場試験データ（図1）は、農研センター名護支所の露地圃場にて樹齢7～8年生の「甘味系」を用いて、自然発病条件下で得られた結果である。また、散布の際は薬液にパラフィン系展着剤（アピオン-E：1,000倍）を添加している。
4. 本剤の10aあたりの年1回収穫での使用コスト（展着剤を含む）は、¥16,700である。
5. 露地アセロラ「レッドジャンボ」の反収1.8t（単価780円）で本被害が20%（糸満市圃場の平均発病果率）生じた場合、本剤の防除で約¥264,000（農薬代を除く）の損失を防止できる。
6. 本病の症状および病原の形態等については、既報の成果情報（澤岨ら、2018）を参照する。

[残された問題点] なし。

[具体的データ]

表1 アセロラ炭疽病菌 *C. tropicale* の菌系生育に対する数種殺菌剤のMIC値 (2018年度試験)

薬剤	商品名	薬剤濃度別の菌系生育率(%) ¹⁾					
		0ppm	0.1ppm	1ppm	10ppm	100ppm	1000ppm
イミノクタジナルベシル酸塩水和剤	ベルコートフロアブル	100.0	86.3	60.8	49.4	36.6	33.7
TPN水和剤	ダコニール1000	100.0	88.1	63.4	48.3	38.7	32.8
ベンチオピラド水和剤	フルーツセイバー	100.0	85.5	44.5	25.9	0.0	0.0
チオファネートメチル水和剤	トップジンM水和剤	100.0	100.0	49.1	0.0	0.0	0.0
アゾキシストロピン水和剤 ²⁾	アミスター10フロアブル	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

1) 菌系生育率(%) = (薬剤添加培地の菌叢直径 ÷ 薬剤無添加培地の菌叢直径) × 100

2) シアン耐性呼吸阻害剤 (SHAM) を最終濃度1000ppmになるように培地に添加して評価した。一般的に本剤を含むQol剤は培地上でバイパス呼吸経路であるシアン耐性呼吸系の活性化による菌系抑制効果の低下を防ぐため、SHAMを添加して評価を行う(稲田ら、2010)。

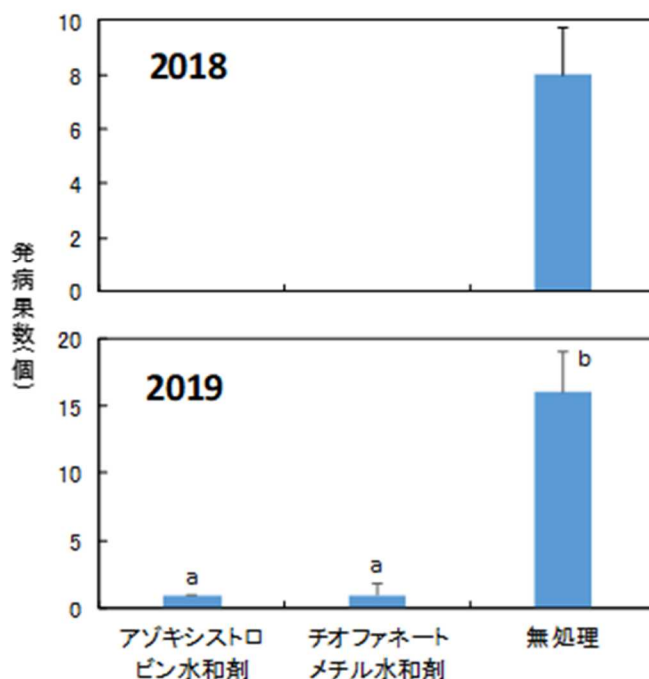


図1 アセロラ炭疽病の果実での発病に対する選抜殺菌剤の防除効果 (2018~19年度試験)

2018年は1樹/区あたり120果3反復、2019年は1樹/区あたり400果4反復の収穫7日後の発病果数の平均値を示す。試験区は乱塊法で配置した。エラーバーは標準偏差(SD)を示す。異なるアルファベットはSteel-Dwass法の多重比較検定による有意差を示す ($p < 0.01$)。

[研究情報]

課題 ID : 2019 農 001

研究課題名 : アセロラ貯蔵病害の原因解明および防除技術の確立

予算区分 : 沖縄振興特別推進交付金 (気候変動に適応した沖縄型果樹農業技術開発事業)

研究期間 (事業全体の期間) : 2018~2021 年度 (2019-2021 年度)

研究担当者 : 澤岨哲也、謝花 治、光部史将

発表論文等 : 1) 澤岨哲也ら (2018) 日植病報 84(4) : 282-286.

2) 澤岨哲也ら (2019) 沖縄県農林水産部普及に移す技術

3) 沖縄県病害虫防除技術センター (2019) 病害虫発生予察特殊報第2号

果樹分野

(成果情報名) パインアップル交配種子は 17 年間の冷蔵後でも発芽する							
(要約) 交配によって獲得した <u>パインアップル</u> 種子は、市販の家庭用冷蔵庫を用いた 17 年間の冷蔵後でも <u>発芽</u> 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	育種	対象	パインアップル	分類	基礎研究

[背景・ねらい]

種子繁殖性植物において、種子寿命（保存開始時の発芽率の 85%以上、おおむね 60~85%を維持できる期間）は重要な情報であり、主要な 50 種 8 万点の種子寿命が推定されている（山崎ら、2020）。しかし、栄養繁殖性植物のパインアップルの種子寿命に関する知見はない。農業研究センター名護支所では交配により獲得したパインアップルの種子（図 1）を約 20 年間冷蔵しており、貯蔵している種子が活用可能であれば、実生の確保が容易になる。そこで本研究では、冷蔵がパインアップル種子の発芽能力に及ぼす影響を調査する。

[成果の内容・特徴]

1. 様々な交配組合せから獲得したパインアップルの種子を冷蔵し 2016 年から連年播種した結果、播種後にカビが発生した 2 つの事例を除いて、交配翌年の種子と冷蔵した種子の発芽率は変わらない。播種後に生じるカビの対策としてクリーンベンチ内無菌条件下での播種を実施した 2020 年以降では、2016 年の発芽率より有意に低い組合せは見られない（表 1）。
2. 17 年間冷蔵している種子を播種した結果、全ての組合せにおける発芽率は種子寿命の基準となる発芽率 60%以上となる（表 2）。
3. 「ゴールドバレル」×「沖農 P17」の交配により獲得した交配翌年の種子と 15 年間冷蔵した種子を同時に播種した結果、いずれも発芽揃いまで 4~5 週間かかり、15 年間冷蔵した種子でも種子寿命の基準となる発芽率 60%以上となる（図 2）。

[成果の活用面・留意点]

1. パインアップル種子の貯蔵期間に関する基礎資料として、パインアップル育種において活用する。
2. 交配し獲得した種子は、洗浄後選別乾燥を行い、シリカゲルを設置したフィルムケースなどの小型の密閉容器に詰め市販の家庭用冷蔵庫で保存し、停電中は庫内温度の上昇を防ぐため、冷蔵庫を開けないよう留意する。
3. 2018 年以前は濾紙を敷いたシャーレ上にパインアップル種子を播種し、2020 年以降はクリーンベンチ内無菌条件下で、滅菌した寒天培地が入っているプラントボックスに 100 粒ずつ播種した結果である。
4. パインアップル種子は好光性であり、発芽に温度が必要となるため、冷蔵後のパインアップル種子を発芽させるためには、播種後 28℃・16 時間明期・8 時間暗期に設定したインキュベーター内での管理が必要である。

[残された問題点]

特になし

[具体的データ]



図1 パインアップル交配種子(左:果実断面、右:播種後の様子)

表1 同年交配の保存種子における組合せ別発芽率(%)¹⁾

播種時期	A882	「ゆがふ」	230-3-09	「N67-10」	「ジュリオスター」
	× 沖縄13号	× 171-11-09	× 「ゆがふ」	× 沖縄21号	× 87-1-05
冷蔵後1年(2016年)	65.0	67.3	85.0	63.3	83.2
冷蔵後2年(2017年)	70.0	59.0	27.5*	-	78.5
冷蔵後3年(2018年)	75.0	20.0*	90.0	65.0	75.0
冷蔵後5年(2020年)	91.1 ^{*2)}	62.2	91.1	96.7*	82.8
冷蔵後6年(2021年)	65.0	65.0	84.0	75.0	84.5
冷蔵後7年(2022年)	80.5*	73.0	79.0	96.5*	90.5

1)2014年に交配、2015年に採種し、2016年に600粒を、2017年以降は毎年200粒を播種した。

2)*は2016年度の数値と比較し、1%水準で有意であることを示す(χ²検定)。

表2 冷蔵後17年の種子¹⁾の発芽率(%)²⁾

交配組合せ	発芽率
「クリームパイ」×「ゴールドバレル」	75.5
「クリームパイ」×台農16号	94.5
「サマーゴールド」×「クリームパイ」	71.5
「ゆがふ」×「ソフトタッチ」	96.0
沖縄13号×「ゴールドバレル」	88.5
「N67-10」×台農16号	81.5
「ゆがふ」×「クリームパイ」	80.0
「ジュリオスター」×台農16号	67.0

1)2005年に交配、2006年に採種、その後冷蔵庫内で保存し、2023年1月6日に播種した。

2)播種後、5週目の発芽率データである。

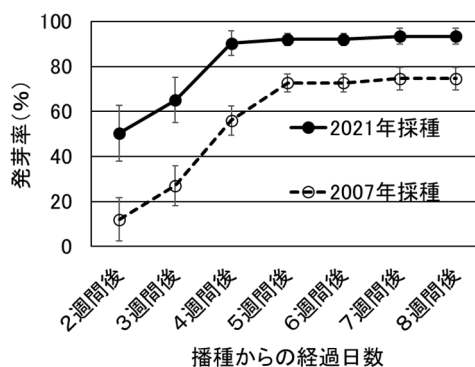


図2 交配翌年の種子と15年保存種子の発芽期間と発芽率

注)「ゴールドバレル」×「沖農 P17」の交配により獲得した種子を2022年12月21日に播種した

[研究情報]

課題 ID : 2019 農 003

研究課題名 : 極高糖系、良食味パインアップル品種の育成

予算区分 : 県単 (沖縄県農業育種基盤技術開発事業)

研究期間 (事業全体の期間) : 2016~2022 年度 (2019~2023 年度)

研究担当者 : 小林拓也、竹内誠人、前川龍太、大嶺悠太、金城秀樹

発表論文等 : なし

果樹分野

(成果情報名) 遮根シートマルチ栽培による極早生ウンシュウミカンの高糖度化技術の開発							
(要約) 地表面のマルチ被覆と併せて透湿防水シートの埋設を行う、遮根シートマルチ栽培により、極早生ウンシュウミカン「日南1号」の主な出荷期間である8月下旬～9月上旬にかけて、従来のシートマルチ栽培に比べて高糖度な果実を生産できる。							
(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	カンキツ	分類	基礎研究

[背景・ねらい]

沖縄県のウンシュウミカンは、日本で最も早い時期に収穫できる。そのため、県内外から一定の需要があるが、平均糖度8°程度と低いことが課題となっている。果実品質を向上させる技術として、樹冠下の地表面をマルチで被覆し、水分ストレスをかける栽培方法(シートマルチ栽培)があるが、本県では普及していない。その理由は、本県の降雨量が多いことに加え、カンキツ類の産地である本島北部の土壌は透水性が悪く、根域の水分制御が難しいためと考えられる。

そこで本研究では、根域の水分制御を確実にするため、従来のシートマルチ栽培に加えて、通路からの雨水流入防止を目的に畝間に沿って透湿防水シートを埋設する、遮根シートマルチ栽培の有効性を従来のシートマルチ栽培との比較のもとに検討する。

[成果の内容・特徴]

1. 遮根シートマルチ栽培区(図1)の糖度は、収穫期(8月下旬～9月上旬)に9.5°以上となり、従来のシートマルチ栽培区と比較しても高糖度となる(表1、図2)。
2. 遮根シートマルチ栽培区の葉の水ポテンシャルは、シートマルチ栽培区、無処理区より低く維持され、収穫開始まで安定して水分ストレスをかけることができる(図3)。
3. 処理に関わらず、収穫期の酸度は概ね1%程度である(表1)。
4. 遮根シートマルチ栽培の収量は、無処理区と同等もしくはそれ以上である(表1)。
5. 遮根シートマルチ栽培では、収穫果実に占める糖度9°以上の割合がシートマルチ栽培区、無処理区よりも高くなり、販売単価実績に基づいた試算では売上の増加が見込まれる(表1)。

[成果の活用面・留意点]

1. 国頭マージでのウンシュウミカン栽培において、指導者の参考資料として活用する。
2. 本試験の供試樹は、樹齢20年以上のカラタチ台「日南1号」(各区3樹)である。
3. 本試験の遮根処理には透湿防水シートを使用した。実際の設置は「カンキツにおけるシーリング・マルチ栽培(S.マルチ)の技術マニュアル(農研機構刊行)」に準じて行う。
4. 地表面を覆うマルチの被覆期間は、両区とも6月1日から収穫終了までである。
5. 収穫後は速やかに灌水を行い、樹勢を回復させる必要がある。
6. 果実横径の日肥大量が0.25mmを下回ったタイミングで、30L/樹の灌水を行う。
本試験における遮根シートマルチ栽培の平均灌水回数は2回である。

[残された問題点]

県内で生産される中晩柑品種において、ウンシュウミカンと同様の理由で糖度が向上しない事例があるため、中晩柑品種におけるS.マルチ栽培の有効性について検討する必要がある。

[具体的データ]

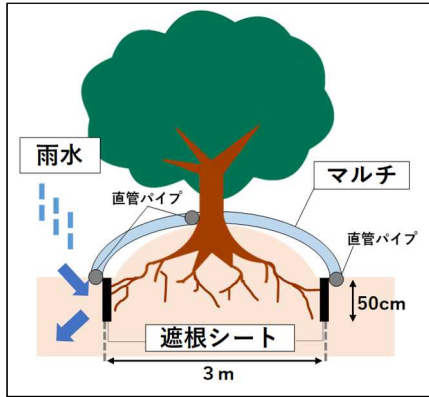


図1 遮根シートマルチ栽培のイメージ

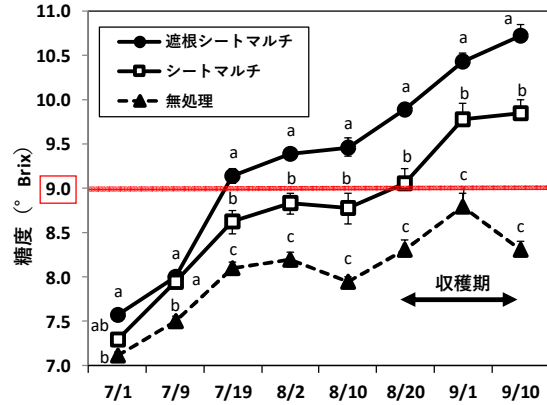


図2 果実糖度の推移 (2021年)

※果実調査は、各試験区30果 (1樹10果×3樹) を調査した
 ※図中の異なる英数字は Tukey-Kramer 法による有意差 (p<0.05) があることを示す

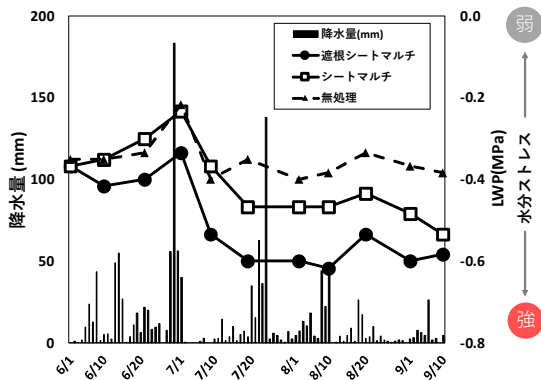


図3 降水量および葉の水ポテンシャル (2021)

※降水量は農地環境推定システム (植山ら、2018) による
 農業研究センター名護支所の推定
 ※葉の水ポテンシャル (Leaf Water Potential, LWP) は
 プレッシャーチャンバー法で測定

表1 9月上旬の果実品質、収量および売上試算

年度	処理区	糖度 (° Brix)	酸度 (%)	果実重 (g)	収量 (kg/樹)	収穫果実に占める 糖度9° 以上の割合 (%)	売上試算 (円/10a)
2020	遮根シートマルチ	10.4 ^a	0.9 ^a	109.4 ^a	93.7	97	985,500
	シートマルチ	9.8 ^b	0.8 ^b	105.5 ^a	103.1	83	964,500
	無処理	8.4 ^c	0.7 ^b	117.1 ^a	66.2	23	874,500
2021	遮根シートマルチ	10.7 ^a	1.0 ^a	105.5 ^a	81.7	99	988,500
	シートマルチ	9.9 ^b	1.1 ^b	115.5 ^b	81.5	64	936,000
	無処理	8.3 ^c	1.1 ^b	131.1 ^b	65.5	28	882,000
2022	遮根シートマルチ	9.7 ^a	0.6 ^a	114.8 ^a	72.7	89	973,333
	シートマルチ	9.3 ^a	0.7 ^a	129.6 ^a	68.1	84	966,000
	無処理	9.2 ^a	0.7 ^a	91.5 ^b	70.1	67	940,000

※果実調査は、各試験区30果 (1樹10果×3樹) を調査した
 ※各年において、表中の異なる英数字はTukey-Kramer法による有意差 (p<0.05) があることを示す
 ※売上は、栽植本数を40本/10a、収量を3,000kg/10a (名護支所3年間の平均)、糖度9° 以上を330円/kg、9° 未満を280円/kgとして試算

[研究情報]

課題 ID : 2020 農 006

研究課題名 : 沖縄県における極早生ウンシュウミカンに対する遮根シートマルチ栽培の有効性

予算区分 : 県単 (果樹産地総合整備事業、果樹産地総合支援事業)

研究期間 (事業全体の期間) : 2020~2022 年度 (2015 年度~2021 年度、2022 年度~2024 年度)

研究担当者 : 田場秀卓、光部史将、金城美沙、小波津明彦

発表論文等 : なし

果樹分野

(成果情報名) <i>Colletotrichum</i> 属菌種複合体に所属する沖縄産マンゴー炭疽病菌の種構成と諸特性							
(要約) 県全域のマンゴー罹病果実から採集したマンゴー炭疽病種複合体菌株は、単一又は複数遺伝子領域の塩基配列による分子系統解析と形態特性により、 <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> 種複合体では9種、 <i>C. acutatum</i> 種複合体では4種に同定され、菌種間で病原性や薬剤感受性に差異を示すものがある。							
(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]

マンゴー炭疽病菌はこれまで *Colletotrichum gloeosporioides* (以下、*C.g*) および *C. acutatum* (以下、*C.a*) の広義の2種とされていたが、近年の分子系統解析を用いた再同定により、これらは複数種で構成される種複合体であることが明らかとなり、現在 *C.g* 種複合体は50種以上、*C.a* 種複合体は40種以上に分割されている (Liu *et al*, 2022)。しかし、その新分類に基づいた沖縄産マンゴー炭疽病菌の種構成は明らかではない。その構成種や菌種間の諸特性を明らかにすることは、本病の効果的な防除戦略を確立する上で重要である。そこで、県全域の罹病果実から採集したマンゴー炭疽病菌について、単一又は複数遺伝子領域の塩基配列に基づく分子系統解析による種構成の解明を行うとともに、その菌種間での形態的特性、病原性および薬剤感受性等の諸特性の差異を明らかにする。

[成果の内容・特徴]

1. *C.g* 種複合体と同定されたマンゴー炭疽病菌 73 菌株は、*ApMat* 遺伝子領域の塩基配列に基づく分子系統解析により、*C. aenigma*、*C. asianum*、*C. fruticola*、*C. gloeosporioides* s.s.、*C. queenslandicum*、*C. siamense*、*C. theobromicola*、*C. tropicale* および *Colletotrichum* sp. Clade Q の9種に同定される。*Colletotrichum* sp. Clade Q は既知種に属さない新種の可能性がある (図1A)。
2. 同様に、*C.a* 種複合体として同定された10菌株は、ITS、*GAPDH*、*CHS-1*、*HIS3*、*TUB2* および *ACT* 遺伝子領域の塩基配列に基づく分子系統解析により、*C. fioriniae*、*C. miaoliense*、*Colletotrichum* sp. 1 および *Colletotrichum* sp. 2 の4種に同定される。*Colletotrichum* sp. 1 と *Colletotrichum* sp. 2 は既知種に属さない新種の可能性がある (図1B)。
3. 供試菌株内の構成種の割合は、*C. fruticola* が42.2%で最も多い優占種であり、次いで *C. asianum* が16.9%、*C. siamense* が10.8%である (データ省略)。
4. *C.g* 種複合体9種はPDA培地上の菌叢、分生子および付着器サイズに明瞭な差異はみられず、形態での区別はできない。一方、*C.a* 種複合体4種のうち、*C. fioriniae* は他種と比べて付着器が大きく、PDA培地裏面が橙色を示すことから形態による識別が可能である (データ省略)。
5. *C.g* 種複合体9種では、菌種間で果実への病原性の強弱に違いがあり、*Colletotrichum*.sp.Clade Q や *C. queenslandicum* で有意に病斑直径が大きい (図2A)。一方、*C.a* 種複合体4種では、全ての菌種で概ね同等の病原性の強さである (図2B)。
6. *C.g* と *C.a* 種複合体13種に対し、アゾキシストロピンとクレソキシムメチル水和剤のMIC値 (最小生育阻止濃度) が最も低く、高い抗菌活性を示す。また、キャプタンやマンゼブ水和剤では菌種により抗菌活性に差異がある。一方、フルジオキソニル水和剤は抗菌活性が低い傾向にある (表1)。

[成果の活用面・留意点]

1. マンゴー炭疽病の生態研究および効果的な防除法開発の基礎資料として活用する。
2. 日本植物病名データベースにおける本病の病原情報を上記13種へ更新する。
3. 供試菌株は2009～12年に県内17市町村45園地の罹病果実から採集された炭疽病83菌株である。
4. 正確な菌種の同定は、肉眼や顕微鏡観察のみで行うことはできず、遺伝子解析が必要である。

[残された問題点] なし。

[具体的データ]

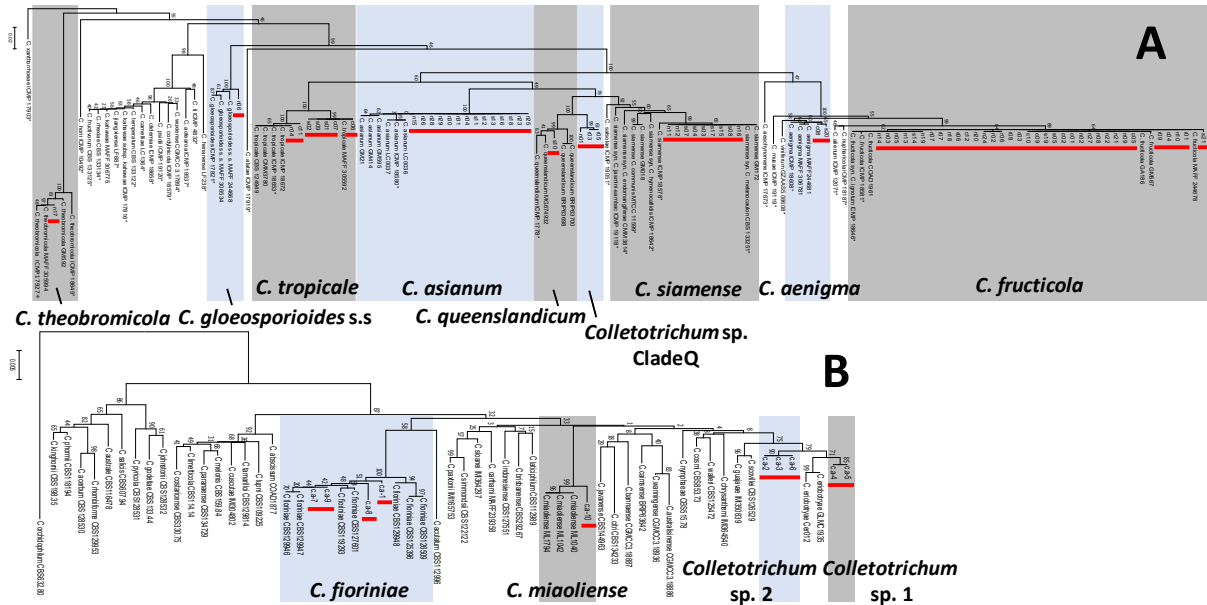


図1 沖縄産マンゴー炭疽病種複合体菌株の複数遺伝子領域の塩基配列に基づく分子系統樹(NJ法) A: C. g種複合体(ApMat 遺伝子領域に基づく系統樹)、B: C. a種複合体(ITS、GAPDH、CHS-1、HIS3、TUB2 およびACT 遺伝子領域に基づく系統樹)、横太線は沖縄産マンゴー炭疽病菌株を示す。また、近縁種の学名横の英数字は菌株名を示す。

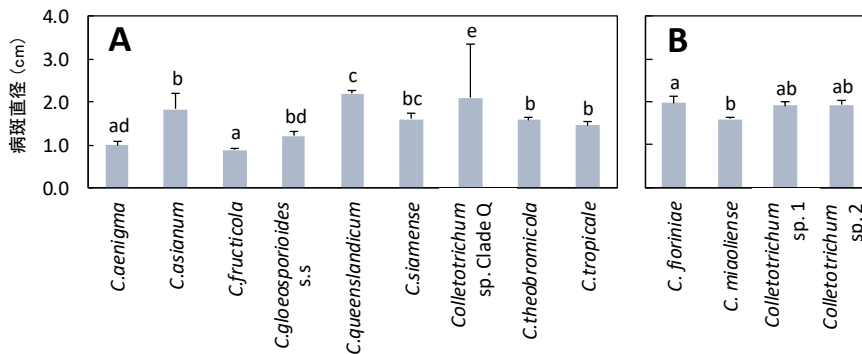


図2 沖縄産マンゴー炭疽病種複合体菌株間の果実に対する病原性(接種7日後) A: C. g種複合体菌株、B: C. a種複合体菌株。1菌株につき10~11果に接種した。異なるアルファベットはSteel-Dwass法の多重比較検定による有意差を示す(p<0.05)。

表1 沖縄産マンゴー炭疽病種複合体菌種間における6種登録殺菌剤のMIC値の比較

薬剤名	MIC (ppm) ^{a)}												
	C. g 種複合体									C. a 種複合体			
	C. ae ^{b)}	C. as	C. fr	C. gl	C. qu	C. si	Clade Q	C. th	C. tr	C. fi	C. mi	C. sp.1	C. sp.2
アゾキシストロピン水和剤	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
クレソキシムメチル水和剤	<0.1	0.1	0.39	0.39	<0.1	<0.1	0.39	<0.1	0.39	<0.1	<0.1	<0.1	0.39
イミノクタジナルベシル酸塩水和剤	400	6.25	1.56	1.56	6.25	6.25	1.56	1.56	6.25	6.25	1600<	1600<	1600<
フルジオキシソニル水和剤	1600	1600	1600<	1600<	1600<	1600<	1600<	1600<	1600<	1600<	6.25	<0.1	1600<
キャプタン水和剤	400	1600<	1600	25	25	400	1600<	400	1600	25	1600<	400	100
マンゼブ水和剤	25	1600	400	400	400	25	1600<	1600	100	400	1600<	400	100

a) MIC 値は菌糸生育を完全に抑える薬剤の最小阻止濃度である。1薬剤1濃度につき3反復で試験を行った。

b) C. ae: C. aenigma, C. as: C. asianum, C. fr: C. fructicola, C. gl: C. gloeosporioides s.s., C. qu: C. queenslandicum, C. si: C. siamense, Clade Q: Colletotrichum sp. Clade Q, C. th: C. theobromicola, C. tr: C. tropicale, C. fi: C. fioriniae, C. mi: C. miaoliense, C. sp.1: Colletotrichum sp.1, C. sp.2: Colletotrichum sp.2.

[その他]

課題 ID : 2020 農 010

研究課題名 : 沖縄県の主要農作物に被害を及ぼす病害虫の防除体系構築のための基盤研究

予算区分 : 県単 (病害虫防除基盤技術研究推進事業)

研究期間 (事業全体の期間) : 2020~2021 年度 (2020-2022 年度)

研究担当者 : 澤岬哲也、安次富厚、山岸遥河、河野伸二、花ヶ崎敬資

発表論文等 : 澤岬哲也ら (2020) 日植病報 87(3) : 150. 澤岬哲也ら (2023) 日植病報 89(3) : 206.

果樹分野

(成果情報名) ハウス外周辺植物に潜在するマンゴー炭疽病菌の種構成とその伝染源としての可能性							
(要約) マンゴーのハウス外周辺の 18 科 24 種の植物には 7 種の植物炭疽病菌が潜在し、うち 5 種がマンゴー炭疽病菌と一致する。これら病原菌はゲットウ、ハイビスカスおよびギンネムに多く潜在し、自然降雨によって、これらハウス外の植物からハウス内のマンゴーへ病原菌が伝搬する。							
(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	マンゴー	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

マンゴー炭疽病は、本県の雨よけ栽培にもかかわらず出荷後に黒斑による果実腐敗が問題となる重要病害の一つである。その病原菌は、ハウス内のマンゴーにおいて出蕾時の頂芽ですでに潜在感染していることが知られているが(澤岬ら、2013)、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、ハウス外周辺の各種植物に潜在する植物炭疽病菌の種構成およびそれら植物からの病原菌の伝搬の可能性について検討する。

[成果の内容・特徴]

- 18科24種のハウス外周辺植物の健全葉から、エタノール浸漬法(Ishikawa, 2003)で分離した42菌株は、単一又は複数領域の分子系統解析により *Colletotrichum gloeosporioides* 種複合体6種(図1)と *C. acutatum* 種複合体1種(データ省略)の計7種に同定され、うち *Colletotrichum* sp. Clade Q、*C. tropicale*、*C. siamense*、*C. gloeosporioides* s.s および *C. theobromicola* の5種はマンゴー炭疽病菌と一致する。*Colletotrichum* sp. Clade Q はマンゴーに病原性を示し、既知種に属さない新種の可能性がある(図1)。
- 7種植物炭疽病菌の分生子のL/W(縦/横)比は2.9~3.5、付着器のL/W比は1.4~1.7、コロニー直径値は4.5~7.9cmの範囲となり、コロニー直径値は *Colletotrichum* sp. Clade Q で有意に大きく、*C. sloanei* で有意に小さい。また、*C. ti* 以外の6種はマンゴー果実に病原性(病斑形成)を示す(表1)。
- 5種マンゴー炭疽病菌のうち、*Colletotrichum* sp. Clade Q が最も多い13植物種から分離され、次いで *C. tropicale* の8植物種である。ゲットウ、ハイビスカス、ギンネムで本病原菌の分離数が多い(表2)。
- 5種マンゴー炭疽病菌は、接種によりゲットウとハイビスカス葉で弱い病原性を示し、その後、枯死すると葉上に鮭肉色の分生子塊を形成する(データ省略)。
- ゲットウから分離した *Colletotrichum* sp. Clade Q の *nit* 変異株を用いた伝搬試験(図2)では、自然降雨によってハウス外のゲットウから、側窓ネットを通過してハウス内のマンゴーへ病原菌が伝搬する。また、ゲットウの登録殺菌剤をゲットウへ散布すると、病原菌の伝搬が強く抑えられる(図3)。

[成果の活用面・留意点]

- 生産者がハウス周辺に防風樹を新植する際の樹種選択又は除去対象樹の基礎情報として活用する。
- ゲットウ、ハイビスカスおよびギンネムでは、本病の症状はみられないが伝染源となる可能性があるため、なるべく他の防風樹に植え替えるか、または新たに植えない。
- ゲットウ(花き類・観葉植物)やハイビスカス(樹木類)では、炭疽病に対する数種登録殺菌剤があるため、それを利用した薬剤防除も有効である(農薬適用一覧表、2022)。
- 本成果は、2014~17年に県内10市町村19園地の計36科62種の植物葉から得られた結果である。
- 伝搬試験(図2)は2020年5月(梅雨期)に3日間自然降雨で暴露し、降雨量116mm(計)、風速7.7m(平均)、風向は北東での環境下で行った。また、伝搬確認はエタノール浸漬法で形成したマンゴー葉上の分生子塊から、選択培地での *nit* 変異株の分離の有無で行った(澤岬ら、2013)。
- 分子系統解析は、*C. gloeosporioides* 種複合体は *ApMat* 領域、*C. acutatum* 種複合体は ITS、*GAPDH*、*ACT*、*CHS-1*、*HIS3* および *TUB2* 領域の塩基配列に基づいて解析した結果である。

[残された問題点] なし。

[具体的データ]

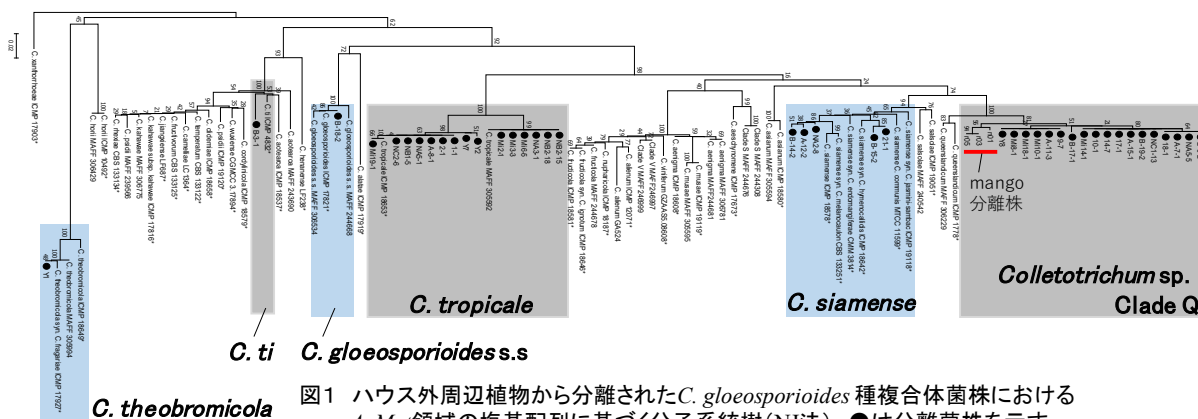


図1 ハウス外周辺植物から分離された*C. gloeosporioides* 種複合体菌株における *ApMar*領域の塩基配列に基づく分子系統樹(NJ法) ●は分離菌株を示す。

表1 ハウス外周辺植物から分離された植物炭疽病種複合体構成種の形態的特徴

菌種	菌株	宿主	分生子		付着器		コロニー直径 (cm) / 5d ¹	病斑直径 (cm) / 7d
			大きさ(μm)	L/W比	大きさ(μm)	L/W比		
<i>Colletotrichum</i> sp. Clade Q	A-7-1	ハイビスカス	15.0-18.1×4.6-5.8	3.2	7.6-10.7×5.6-7.7	1.4	7.9 ^a	0.7±0.4
<i>C. tropicale</i>	1-1	ゲットウ	13.5-15.5×3.8-5.4	2.9	6.5-10.1×4.4-6.2	1.6	7.2 ^b	0.9±0.5
<i>C. siamense</i>	B-15-2	ヤンバルアカメガシワ	16.2-18.2×4.9-6.0	3.2	6.4-13.0×4.1-8.1	1.5	6.2 ^c	1.1±0.4
<i>C. gloeosporioides</i> s.s.	B-18-2	アメリカハマグルマ	15.5-18.1×4.6-5.8	3.3	8.1-12.6×4.8-7.6	1.7	6.4 ^c	0.4±0.2
<i>C. theobromicola</i>	Y1	ハイビスカス	15.7-21.0×4.7-6.7	3.2	9.3-14.5×5.5-8.2	1.7	7.4 ^b	1.1±0.6
<i>C. ti</i>	B-3-1	キキョウラン	15.6-17.6×4.4-5.2	3.5	8.3-15.6×5.2-9.1	1.7	7.1 ^b	0.0±0.0
<i>C. sloanei</i>	B-16-4	コシダ	11.4-13.6×3.5-4.5	3.1	6.7-10.9×4.9-6.9	1.5	4.5 ^d	0.9±0.5

1) 異なるアルファベットはTukey-Kramer法の多重比較検定による有意差を示す ($p < 0.01$).

表2 ハウス外周辺植物における植物炭疽病種複合体構成種の分離菌株数

植物名	<i>C. gloeosporioides</i> 種複合体					<i>C. acutatum</i> 種複合体	
	CladeQ ¹⁾	<i>C. tr.</i>	<i>C. si.</i>	<i>C. ti.</i>	<i>C. th.</i>	<i>C. gl.</i>	<i>C. sl.</i>
アデモヤ	1	0	0	0	0	0	0
アメリカハマグルマ	0	0	0	0	0	1	0
イヌビワ	2	0	0	0	0	0	0
インドゴムノキ	0	1	0	0	0	0	0
オオシマコパンノキ	0	1	0	0	0	0	0
オオバギ	0	1	0	0	0	0	0
オオハマボウ	0	1	0	0	0	0	0
カキバカンコノキ	0	0	1	0	0	0	0
カンヒザクラ	1	1	0	0	0	0	0
キキョウラン	1	0	0	1	0	0	0
ギンネム	0	3	0	0	0	0	0
ゲッキツ	1	0	0	0	0	0	0
ゲットウ	4	4	0	0	0	0	0
コシダ	0	0	0	0	0	0	1
シナガワハギ	1	0	0	0	0	0	0
シークァーサー	1	0	0	0	0	0	0
センネンボク	0	0	1	0	0	0	0
ハイビスカス	2	3	0	0	1	0	0
フクギ	1	0	1	0	0	0	0
モクマオウ	1	0	0	0	0	0	0
ヤブツバキ	1	0	0	0	0	0	0
ヤンバルアカメガシワ	0	0	1	0	0	0	0
リュウキュウコクタン	1	0	0	0	0	0	0
レイシ	0	0	1	0	0	0	0
植物数計	13	8	5	1	1	1	1

1) CladeQ: *Colletotrichum* sp. CladeQ, *C. tr.*: *C. tropicale*, *C. si.*: *C. siamense*, *C. th.*: *C. theobromicola*, *C. gl.*: *C. gloeosporioides* s.s., *C. sl.*: *C. sloanei*

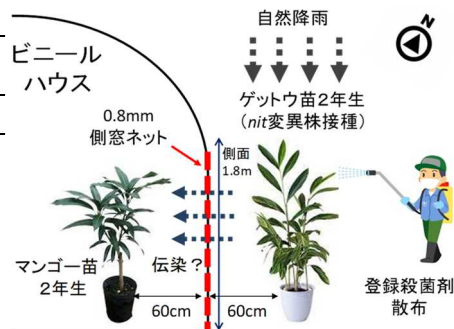


図2 伝搬試験の概要

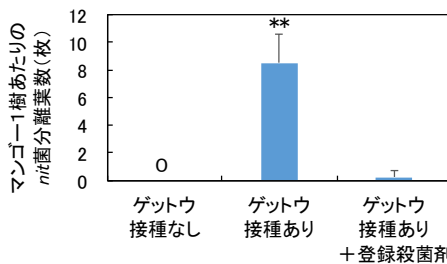


図3 *nit*変異株を用いたゲットウからマンゴーへの伝搬試験 分離は12葉/樹/区の4反復。アスタリスクは2区間のWelch's *t* testによる有意差を示す ($p < 0.01$)。バーは標準偏差を示す。登録殺菌剤: キャプタン水和剤(600倍) 散布。

[その他]

課題 ID : 2020 農 010

研究課題名 : 沖縄県の主要農作物に被害を及ぼす病害虫の防除体系構築のための基盤研究

予算区分 : 県単 (病害虫防除基盤技術研究推進事業)

研究期間 (事業全体の期間) : 2020~2021 年度 (2020-2022 年度)

研究担当者 : 澤岨哲也、安次富厚、山岸遥河、河野伸二、花ヶ崎敬資

発表論文等 : 澤岨哲也ら (2021) 日植病報 88(3) : 232-233.

果樹分野

(成果情報名) キャプタン水和剤はパパイヤ黒腐病に対して防除効果がある							
(要約) 培養条件下において、パパイヤ黒腐病菌の生育を阻害する剤は、 <u>キャプタン水和剤</u> 、銅水和剤(水酸化第二銅と塩基性硫酸銅) および <u>マンゼブ水和剤</u> である。 <u>圃場でのパパイヤへのキャプタン水和剤(オーソサイド水和剤 80:600倍) 3回散布は、本病に対して防除効果がある。</u>							
(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	パパイヤ	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

2002年石垣島で国内初確認された *Erwinia* sp.によるパパイヤ黒腐病(篠原ら、2004)は、その後2012年に宮古島、2014年に沖縄本島でも確認され、発生地域が拡大している。本病により、葉では角斑状病斑、幹や果実、葉柄部では水浸状病斑が形成され、後に葉の黒変萎凋や葉柄の脱落が起こり、さらに症状が進行すると枯死に至る場合もある。本病原菌は、国外での類似病害の病原菌 *E. mallotivora*、*E. papayae*、*E. psidii* および *E. cypripedii* とは別種である事が示唆されており(Hanagasaki et al., 2021)、これまで本病に対する有効な防除手段がなかったため、早急な農薬登録が求められている。そこで本研究では、パパイヤ黒腐病への農薬登録を目的に、殺菌剤を選抜しパパイヤ苗を用いた圃場での防除効果について調査する。

[成果の内容・特徴]

1. 培養条件下において、殺菌剤17剤について病原菌生育阻害効果の有無を調査したところ、4剤(キャプタン水和剤、水酸化第二銅、塩基性硫酸銅およびマンゼブ水和剤)に効果が認められる(表1)。パパイヤに登録のあるTPN水和剤およびパパイヤ未登録の12剤(ノニルフェノールスルホン酸銅、8-ヒドロキシキノリン銅、チウラム、アゾキシストロビン、イミノクタアジンアルベシル酸塩、イソプロチオラン、ペンチオピラド、プロシミドン、クレソキシムメチル、チオファネートメチル、トリフミゾール、および炭酸水素ナトリウム)は登録散布濃度内で効果が認められない(表1)。
2. 試験地2カ所(糸満・名護)での圃場試験の結果、キャプタン水和剤600倍・3回散布区は無処理区と比較して病勢の進展が抑えられ(発病葉率30.4%、34.5%)、試験地糸満では防除価61.9、試験地名護では防除価51.0となり、防除効果が認められる(表2)。
3. 本成果からキャプタン水和剤は2021年12月22日にパパイヤ黒腐病への適用拡大による農薬登録が承認され、現在生産現場で使用することができる。

[成果の活用面・留意点]

1. 生産現場での防除対策で活用する。
2. パパイヤに対するキャプタンを含む農薬の総使用回数は3回以内(1収穫期)で、収穫14日前まで散布可能であり(メーカー適用表を参照すること)、特に被害が拡散する台風前や罹病の進行が著しいと認められる時などに散布時期を絞る事が望ましい。また、本病の発生生態の詳細は現時点で不明だが、土壌伝染が疑われるため、連作や発生圃場での栽培を避けるなど耕種的防除を組み合わせる必要がある。
3. 圃場試験データ(表2)は、農研センター糸満本所および名護支所のいずれもハウス内で、生育初期～中期(50～70cm)のパパイヤ苗(品種:「石垣珊瑚」、1/5000アールポット、市販培養土)を1区あたり3株設置し、3連制として得られた結果である。
4. 本剤の10aあたりの使用コスト(展着剤を含む)は、¥19,600である。
5. 本成果の殺菌剤選抜試験の詳細は、発表論文等を参照する。

[残された問題点]

特になし。

[具体的データ]

表 1. 各種殺菌剤のパンパイア黒腐病菌に対する生育阻害効果 (培養条件下、2021 年)

殺菌剤 (有効成分)	化学グループ	パンパイア登録	登録散布濃度(ppm) (有効成分換算)	MIC値(ppm) ¹⁾ (有効成分換算)	生育阻害効果 ²⁾
オーソサイド水和剤80 (キャプタン水和剤)	フタルイミド	有	1,667 (1,333)	104 (83)	○
コサイド3000 (水酸化第二銅)	無機銅	有	1,000 (461)	500 (231)	○
ICボルドー66D (塩基性硫酸銅)		有	20,000 (5,624)	2,500 (703)	○
ジマンダイセン水和剤 (マンゼブ)	ジチオカーバメ ート	無	2,500 (2,000)	39.1 (31.3)	○
ダコニール1000 (TPN水和剤)	クロロニトリル	有	1,000 (100)	>1,000 (>100)	×

1) NA 培地を基礎培地として、各種殺菌剤を登録散布濃度から2倍段階希釈となるよう培地を調製した。本培地へパンパイア黒腐病菌 (I-leaf、T-leaf) 懸濁液 (約 10^7 cfu/ml) を薬剤含有培地へ塗布し、25℃ 3日間培養後生育の有無を肉眼で判定し、生育できない濃度を最小生育阻害濃度 (MIC) 値 (ppm) とした。

2) ○：登録散布濃度 \geq MIC 値、×：登録散布濃度<MIC 値

表 2. パンパイア苗での黒腐病に対するキャプタン水和剤の防除効果 (圃場試験、2021 年)

試験地	処理区 ¹⁾	発病率 ²⁾	発病度 ³⁾	防除価 ⁴⁾	薬害の発生
糸満	キャプタン水和剤600倍・3回散布 ²⁾	30.4***	12.3*	61.9	なし
	無処理	68.5	32.4	—	—
名護	キャプタン水和剤600倍・3回散布	34.5***	15.1	51.0	なし
	無処理	62.9	30.9	—	—

***：無処理区との比較による Wald 検定での有意差 ($P<0.001$)、*：Wilcoxon 順位和検定での有意差 ($P<0.05$)

1) NA プレート培地上で2日間培養したパンパイア黒腐病菌 (I-leaf:MAFF212441) を滅菌水に溶解し、約 10^7 cfu/ml に調製後、噴霧器を用いてパンパイア苗へ接種した (糸満、2021年5月12日、名護、2021年5月25日)。

2) 病原菌接種の翌日にキャプタン水和剤600倍希釈液を散布し、さらにその1週間後と2週間後に計3回散布した。

3)、4) 農薬最終散布7日後に1株あたり上位から7~10葉程度、すなわち1区3株あたり計20~30葉程度を選び、次の調査基準で程度別に調査した。発病指数0：発病なし、1：病斑が葉面積の5%未満、2：同5~25%未満、3：同25~50%未満、4：同50%以上。発病度および防除価については次の式で算出した。

発病度 = $\{\sum (\text{程度別発病葉数} \times \text{指数}) \times 100 / (\text{調査葉数} \times 4)\}$ 、防除価 = $\{100 - \text{処理区の発病度} / \text{無処理区の発病度} \times 100\}$ 。
試験地糸満は1区あたり18~22葉×3反復の、試験地名護は1区あたり21~31葉×3反復の発病率および発病度の平均値を示す。

[研究情報]

課題 ID：2020 農 010、2021 農 008

研究課題名：沖縄県の主要農作物に被害を及ぼす病害虫の防除体系構築のための基盤研究

総合的病害虫管理 (IPM) 利用技術の開発

予算区分：県単 (病害虫防除基盤研究推進事業)

国庫 (総合的病害虫管理技術推進事業)

研究期間 (事業全体の期間)：2021 年度 (2020~2022 年度)

2021 年度 (2021~2023 年度)

研究担当者：花ヶ崎敬資、澤岨哲也、河野伸二、山城麻希

発表論文等：1) 花ヶ崎敬資ら (2022) 園芸学会令和4年度春季大会発表

2) Hanagasaki T. et al. (2022) *Journal of General Plant Pathology* vol.88 : 178-186

3) 植物防疫 第77巻第1号 (2023年) : 41-46

果樹分野

(成果情報名) 施設栽培マンゴーの花と果実に発生するカイガラムシ類の種構成							
(要約) 2020～21年の2カ年の現地調査から、マンゴーの花穂、果実および果梗に4科15種のカイガラムシ類の寄生を確認している。ミカンコナカイガラムシ <i>Planococcus citri</i> が最も多くの圃場での寄生が確認され、開花期～収穫期に発生する主要なカイガラムシである。							
(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	作物虫害	対象	マンゴー	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

施設におけるマンゴー栽培において、開花期から収穫期における花や果実でのカイガラムシ類の発生が、すす病や果皮の着色不良による果実品質の低下をもたらすため問題となっている。マンゴーに発生するカイガラムシ類は30種以上と多様であるが(金城ら、1996他)、種によって寄生部位も果実・葉・枝などと異なり、被害程度も様々である。しかし、本県のマンゴーにどの種が多く発生しているかは明らかにされていない。そのため、今後の防除戦略を考えるうえで、特に果実品質に悪影響を及ぼすカイガラムシの主要種を明らかにすることが求められている。そこで、本研究では本県で栽培されるマンゴーの花穂、果実および果梗に発生するカイガラムシ類の種構成を調査し、主要種を特定することを目的とする。

[成果の内容・特徴]

1. 2020年、2021年の調査から、マンゴーの花穂、果実および果梗(図1)に発生するカイガラムシ類として4科15種のカイガラムシの寄生が確認されている(表1)。
2. 調査したいずれの年においても、ミカンコナカイガラムシ(図2)の発生ほ場数が最も多い(表1)。
3. 調査したいずれの地域においても、ミカンコナカイガラムシの発生ほ場数が最も多い(表2)。
4. 寄生部位別に見た場合、花穂と果実で1樹あたり発生虫数が最も多かった種もミカンコナカイガラムシである。一方で果梗において、2020年はミカンコナカイガラムシ、2021年はアオキシロカイガラムシの発生虫数が多い(データ省略)。

[成果の活用面・留意点]

1. マンゴーの開花期～収穫期におけるカイガラムシ類防除および発生予察の基礎資料として活用する。
2. マンゴー「アーウィン」栽培ほ場において、開花期～果実収穫期の花穂・果実・果梗に発生しているカイガラムシ類の種および虫数を調査している。2020年、2021年の地区別の調査圃場数は表2に示す。
3. 「日本原色カイガラムシ図鑑」(河合省三、1980)を用い形態的特徴を基に、種判別している。
4. カイガラムシ類とは、カメムシ目カイガラムシ上科に分類される昆虫の総称である。
5. ミカンコナカイガラムシは、かんきつ、パッションフルーツ、ゴレンシなど果樹類、ピーマン、サヤインゲンなど野菜類を含めた93科250種の植物に寄生する広食性の種である。本種は、複数の種で構成される種複合体であることが報告されている(A. Rung, 2009)。

[残された問題点]

特になし。

[具体的データ]

表 1 2020 年、2021 年に寄生が確認されたカイガラムシ類および部位別の発生圃場数

科	和名	学名	2020			2021		
			花穂	果実	果梗	花穂	果実	果梗
ワタフキカイガラムシ科	キイロワタフキカイガラムシ	<i>Icerya seychellarum</i>	1	1	3	—*	2	2
	エジプトワタフキカイガラムシ	<i>Icerya aegyptica</i>	3	—	1	—	—	—
コナカイガラムシ科	クロテコナカイガラムシ	<i>Phenacoccus solenopsis</i>	—	3	—	—	—	—
	フタスジコナカイガラムシ	<i>Ferrisia virgata</i>	—	1	—	—	—	—
	ミカンコナカイガラムシ	<i>Planococcus citri</i>	13	27	12	9	19	18
カタカイガラムシ科	クワコナカイガラムシ属の一種	<i>Pseudococcus</i> sp.	1	1	2	1	1	1
	ヒラタカタカイガラムシ	<i>Coccus hesperidum</i>	2	2	1	1	1	—
	ハンエンカタカイガラムシ	<i>Saissetia coffeae</i>	1	1	2	—	—	—
	オリーブカタカイガラムシ	<i>Saissetia oleae</i>	—	—	—	—	—	5
	モモタマナカタカイガラムシ	<i>Saissetia miranda</i>	—	1	—	—	—	—
	クロカタカイガラムシ	<i>Parasaissetia nigra</i>	—	—	—	—	1	—
マルカイガラムシ科	オスベッキーマルカイガラムシ	<i>Aonidiella orientalis</i>	—	—	1	1	—	5
	ヤシシロマルカイガラムシ	<i>Hemibrlesia lataniae</i>	—	—	2	—	—	1
	アオキシロカイガラムシ	<i>Pseudaulacaspis cockerelli</i>	—	—	3	3	2	5
	マンゴーシロカイガラムシ	<i>Aulacapis tubercularis</i>	—	—	—	—	—	1

* — は未検出を示す。

表 2 地域別調査ほ場数及びミカンコナカイガラムシ発生圃場数

地域	2020年		2021年	
	調査圃場数	ミカンコナカイガラムシ発生圃場数	調査圃場数	ミカンコナカイガラムシ発生圃場数
北部	9	8	8	2
中部	8	7	8	6
南部	12	10	20	15
宮古	5	3	-	-
八重山	7	5	-	-
合計	41	33	36	23

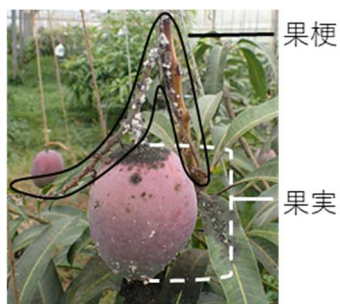


図 1 果実と果梗の調査部位について

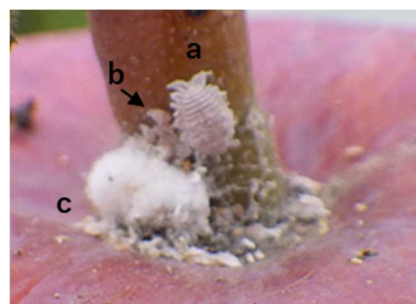


図 2 ミカンコナカイガラムシ
a 雌成虫 b 幼虫 c 卵のう

[研究情報]

課題 ID : 2020 農 010

研究課題名 : 沖縄県の主要農作物に被害を及ぼす病害虫の防除体系構築のための基盤研究
予算区分 : 県単 (病害虫防除基盤研究推進事業)

研究期間 (事業全体の期間) : 2020~2021 年度 (2020~2022 年度)

研究担当者 : 秋田愛子、上里卓己、安次富厚

発表論文等 : 秋田愛子ら (2020) 九州病害虫研究会第 100 回大会発表

秋田愛子ら (2023) 日本応用動物昆虫学会第 67 回大会発表

果樹分野

(成果情報名) 本島北部地域でのパインアップル「沖農 P17」における草本の萎凋と果実品質の関係							
(要約) 本島北部地域のパインアップル「沖農 P17」の萎凋症状の進行程度は、収穫 30 日前における最長葉の枯死割合で比較的容易に評価できる。枯死割合が 50%以上の場合、果汁糖度が下がり、食味が低下し、出荷に適さない果実が増加する。							
(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	栽培	対象	パインアップル	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

沖縄県は 2017 年に生食用パインアップル「沖農 P17」を品種登録、商標：サンドルチェ®を取得し、極高糖で良食味な特性を活かしたブランド化を図っている。生産現場において本品種の普及が図られているが、萎凋症状を呈した株に着果した果実において、外観が正常であるにも関わらず低糖度で食味が低下する事例が報告されており（石垣支所 2020 年度単年度試験成績書）、本島北部地域においても同様の事例が散見される。しかし、萎凋症状の進行程度（以下、萎凋程度）と果実品質との関係については明らかでなく、生産現場での指導に支障が生じている。そこで本課題では、「沖農 P17」の萎凋症状が確認された沖縄本島北部の圃場において、本品種の萎凋症状を草本の最長葉の枯死割合で評価するとともに果実品質を調査して、草本の萎凋程度と果実品質の関係を明らかにする。

[成果の内容・特徴]

1. 収穫 30 日前の草本の萎凋程度は、最長葉の枯死割合による 1～5 の 5 段階の分級で比較的容易に評価することができ、分級が高くなるほど生葉数に対する萎凋葉数の割合が高くなるなど生育不良が認められる（図 1、表 1、図 2）。
2. 最長葉の枯死割合（萎凋程度）が大きくなるほど、冠芽重および果実重が軽くなり、果汁糖度が低下し食味点数が低くなる（表 2）。
3. 最長葉の枯死割合（萎凋程度）が 50%以上の株に着果したものは、その大きさによらず、低糖度な果実となることが多い。そのため、サンドルチェ®としての出荷は控えた方がよい（表 2）。

[成果の活用面・留意点]

1. 夏植えー自然夏実における「沖農 P17」栽培にて発生する萎凋症状の対応策として活用する。なお、他の作型では果実重や品質が異なるため、本基準が適用できない可能性がある。
2. 最長葉における「枯死葉長／全葉長」の値から、萎凋程度を次のとおり分類する。
「1（健全）：0～20%、2（少）：20～35%、3（中）：35～50%、4（多）：50～75%、5（甚）：75～100%」
3. 本成果は、令和 4 年 5 月に萎凋症状が多発している恩納村の圃場で実施した試験結果によるものである。
4. 萎凋病はカイガラムシ類によって媒介されるウイルス病であり、カイガラムシ類による吸汁加害により症状が甚大化することが報告されているため、植え付け時のカイガラムシ類防除を徹底する。

[残された問題点]

他の作型における草本の萎凋と果実品質の関係

[具体的データ]

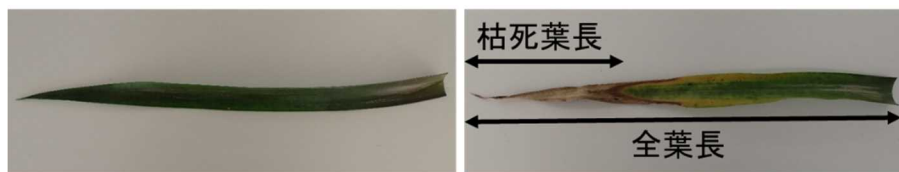


図1 最長葉における萎凋症状

左:萎凋程度1(枯死葉長/全葉長=0%)、右:萎凋程度3(枯死葉長/全葉長=35%)

表1 調査圃場における「沖農P17」の萎凋程度別発生株数および草本特性¹⁾(恩納村現地圃場)

萎凋程度	発生株数	葉数			葉長 ³⁾		
		生葉数(枚)	萎凋葉数 ²⁾ (枚)	萎凋葉数/生葉数(%)	全葉長(cm)	枯死葉長(cm)	枯死葉長/全葉長(%)
1	24	43.4 ^{a4)}	8.0 ^a	18.4	65.2 ^a	6.8 ^a	10.4
2	55	30.7 ^b	18.1 ^b	59.0	62.2 ^a	17.2 ^b	27.7
3	39	30.6 ^b	20.8 ^b	68.0	60.7 ^a	24.6 ^c	40.5
4	9	31.3 ^b	24.2 ^b	77.3	60.0 ^a	35.3 ^d	58.8
5	7	14.7 ^c	14.7 ^{ab}	100.0	60.0 ^a	50.0 ^e	83.3

1)調査は2022年7月5日に実施した。発生株数は調査圃場の任意の1列を対象とし(n=134)、

葉数・葉長は表2に記載の調査個体数分調査した。

2)萎凋の程度に関わらず、萎凋症状を呈した葉の総数

3)調査対象は、最長葉とした。

4)5%水準で異符号間に有意差あり(Tukey-Kramer法)※萎凋葉数はSteel-Dwass法を使用

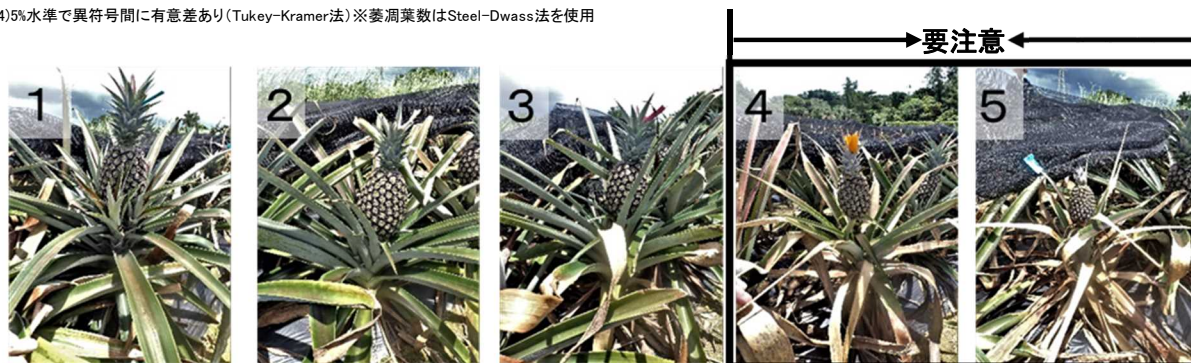


図2 収穫30日前の萎凋程度別写真(左:萎凋程度1~中央:3~右:5)

注)各程度における代表的な草姿を示しており、正確な分級を決めるためには最長葉における枯死割合の調査が必要

表2 調査圃場における「沖農P17」の萎凋程度別果実特性データ(恩納村現地圃場 2020年夏植え-自然夏実)

萎凋程度	調査個体数	収穫日	冠芽重(g)	冠芽長(cm)	果実重(g)	小果重(g)	糖度(°Brix)	酸度(%)	糖酸比	食味点数 ¹⁾	低糖度 ²⁾ 果実率(%)	サンドルチェ [®] 規格 ³⁾ 達成果実数
1	12	7/31	101.6 ^{a4)}	15.0 ^{ab}	1,534 ^a	14.4 ^a	18.3 ^{ab}	0.66 ^{ab}	28.6 ^a	3.8 ^a	0.0	12
2	15	7/31	90.3 ^{ab}	15.3 ^a	1,162 ^b	9.5 ^b	19.3 ^a	0.62 ^{ab}	32.3 ^a	3.4 ^{ab}	0.0	15
3	12	8/1	69.9 ^{bc}	13.2 ^{ab}	1,017 ^{bc}	9.1 ^{bc}	18.2 ^{ab}	0.58 ^a	32.3 ^a	2.7 ^b	8.3	10
4	6	8/7	41.5 ^{cd}	8.6 ^b	729 ^c	5.9 ^{cd}	16.3 ^b	1.07 ^b	17.6 ^b	1.5 ^c	50.0	3
5	3	8/12	10.7 ^d	3.9 ^{ab}	185 ^d	1.6 ^d	15.7 ^b	1.51 ^{ab}	10.4 ^b	1.0 ^c	66.7	0

1)食味点は、食不可(1点)~食可(3点)~良好(5点)の5段階評価(同一人が全ての評価を実施)で行った。

2)糖度16.0°Brix以下

3)冠芽込みで800g以上

4)5%水準で異符号間に有意差あり(Tukey-Kramer法)※冠芽重、酸度および食味点数はSteel-Dwass法を使用

[研究情報]

課題ID: 2022農012

研究課題名: 生食用パインアップル「沖農P19」等における高品質安定生産技術の確立

予算区分: 県単(生食用パインアップル普及促進事業)

研究期間(事業全体の期間): 2022年度(2022~2024年度)

研究担当者: 小林拓也、竹内誠人、前川龍太、金城秀樹

発表論文等: なし

果樹分野

(成果情報名) 園芸施設の平均日射透過率の測定							
(要約) 園芸施設内の光の状況を端的に表す平均日射透過率は、施設内にフレームの影が現れない曇天の日に、施設内外の日射量を測定することによって求めることができる。							
(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	農業施設	対象	園芸作全般	分類	基礎研究

[背景・ねらい]

日射量は作物の生育や収量を考えるうえで重要な指標であり、日射量1%の増加が作物の生産量1%の増加に繋がるとも言われる。沖縄県で利用される耐風性を考慮した園芸施設（以下、施設という）は、パイプハウスと比べて太いフレームを使用しており、日射透過率（施設内日射量を施設外日射量で除することで求まる）が比較的低く、必要に応じて光環境の改善が必要と考えられている。光環境の改善に向けては、当該施設の状況を端的に表す日射透化率（時間が経過しても、また、測定場所が変わっても同じ値となる日射透過率のこと）を得る必要があるが、これまでの測定方法では困難であった。そこで、本研究では、時間的にも、空間的にも一定な日射透過率（以下、「平均日射透過率」とする）が把握できる測定手法を検討する。

[成果の内容・特徴]

1. 直達光のある晴天時における園芸施設内の日射量と日射透化率は、時刻や場所により、大きく変動する。施設外日射量に対して施設内日射量のみが低下する場合は、施設のフレームの影が影響している（図1、図3）。また、測定場所をわずかに移動しただけでも、施設内日射量が大きく変わる（データ省略）。
2. 直達光がほぼ無く、散乱光が殆どとなる曇天時では、施設内で光が多重反射しており、フレームの影が現れない（図2）。この時の日射透化率は、時刻が変わっても、測定場所を移動しても、約55%とほぼ一定である。また、施設外の日射量が80 W/m²から430 W/m²の範囲で大きく変化しても、誤差は5%程度である（図4）。
3. 太陽光の入射角が異なる9月においても、同じ施設で同様の結果が得られ、約55%とほぼ一定の日射透化率となる。なお、9月の場合、日中の日射量の変動が小さいことから、誤差は1%程度になる（図5）。
4. 以上から、施設内でフレームの影が現れない曇天の日に、指向性の無い日射計を施設内外の任意の場所にそれぞれ1台設置して日射量を測定し、それをもとに日射透過率を算出することにより、当該施設の状況を端的に表す日射透化率である「平均日射透過率」を求めることができる。この手法は、様々な園芸施設においても適用可能である（図6）。

[成果の活用面・留意点]

1. 試験研究機関等において、各種園芸施設内の光環境測定や作物の受光量推定、仕様の異なる施設での日射透過率の比較、採光の面からの施設の改善のための資料とする。
2. 同手法は日射計だけでなく、照度計を用いることもでき、営農現場で活用可能である。
3. 測定は2021年9月21日から2022年9月6日まで、曇天の日に随時実施し（同じ施設で時期と場所をずらして4回）、異なる施設（4農家）でも同様の結果を確認している。

[残された問題点]

特になし

[具体的データ]



図1 晴天時の園芸施設内
(フレームの影が見える)



図2 曇天時の園芸施設内
(フレームの影は見えない)

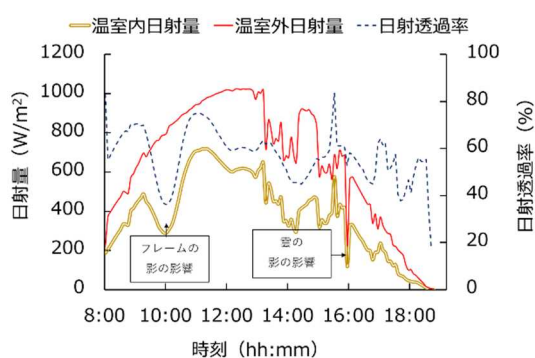


図3 晴天時の園芸施設内外の日射量と日射透過率 (2022年4月9日)

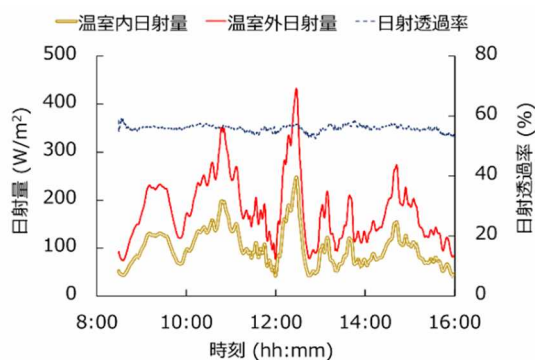


図4 曇天時における園芸施設内外の日射量と日射透過率 (2022年6月24日)

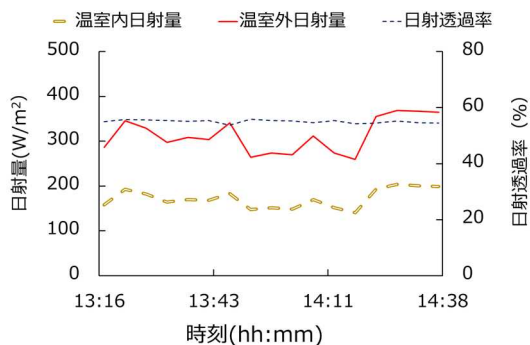


図5 曇天時における園芸施設内外の日射量と日射透過率 (2022年9月6日)

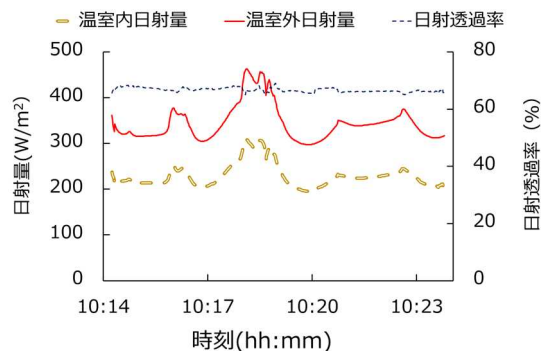


図6 あるマンゴー栽培用施設の曇天時における園芸施設内外の日射量と日射透過率 (2022年6月28日)

[研究情報]

課題 ID : 2022 農 017

研究課題名 : 沖縄型耐候性園芸施設開発に関する研究

予算区分 : 沖縄振興特別推進交付金 (沖縄型耐候性園芸施設整備事業)

研究期間 (事業全体の期間) : 2022 年度 (2022~2026 年度)

研究担当者 : 玉城 磨、宮平 守邦

発表論文等 : 玉城 磨ら(2022) : 温室内の平均日射量の測定, 農業施設, 54(2), 37-42.