

作物分野

(成果情報名) パクロブトラゾール粒剤による水稻品種「ミルキーサマー」の倒伏抑制ならびに本剤の散布ムラが本品種の諸特性に及ぼす影響							
(要約) 低アミロース米の良食味品種「ミルキーサマー」は倒伏しやすいという欠点をもつが、パクロブトラゾール粒剤の処理により効果的に倒伏を抑制できる。本剤の散布ムラにより生じる局所的な短稈は、機械収穫時のロスの原因になりうるので、均一に散布する。							
(担当機関) 農業研究センター石垣支所					連絡先	0980-82-4067	
部会	作物	専門	栽培	対象	水稻	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

低アミロース米の良食味品種「ミルキーサマー」は、西表島の二期作栽培における二作目を中心に栽培されており、地域特産品としてのブランド化が期待される一方で、倒伏しやすいことがその生産上の障害になっている。これまでに、パクロブトラゾール（スマレクト®）粒剤（以下PBZ）が本品種に安定した稈長短縮効果を示すことが明らかになっている（令和2年度普及に移す技術）ものの、倒伏軽減効果はまだ統計的には実証されておらず、収量・品質等、他の諸特性への影響についても不明な点が多い。そこで、標準施肥・多肥条件下において、本剤の効果を実証する。さらに、本剤の普及を考慮する上で、散布ムラが生育や他の諸特性に及ぼす影響を把握しておくことは重要である。そこで、本剤を局所的に散布することにより、人為的に散布ムラを引き起こした場合（図1）の諸特性への影響も同時に調べる。

[成果の内容・特徴]

1. PBZは標準・倍量の双方の施肥条件下において、倒伏をゼロまたはそれに近い値に抑える（図2）。本剤は出穂を遅らせ、稈長だけでなく穂長も短縮させる（表1）。本剤は玄米収量（表1）や成熟期、食味等（データ省略）には有意な影響を及ぼさない。
2. PBZを集中的に散布した区画（局所散布区の中間の区画；図1）では、同区内の外側・内側の区画や、同量を全面に均一散布した区（図1）と比べ、玄米収量は有意に異なるものの、稈長が有意に短くなる（図3）。すなわち、散布ムラが明らかな生育ムラをもたらす。

[成果の活用面・留意点]

1. 「ミルキーサマー」の倒伏が問題となっている圃場において、関係機関・団体の指導者が栽培者にPBZの処理やその方法を指導するための資料として活用できる。
2. PBZの散布ムラは、圃場の玄米量には影響しないものの、局所的に短稈となる部分をもたらす、この部分の籾が機械による収穫・脱穀の際にうまく回収されない可能性があるため、本剤の注意事項にも書かれているように、均一に散布するのが望ましい。
3. 本剤の散布時期は出穂7～20日前、散布量は2～3kg/10aと指定されており、散布には散粒器や無人ヘリコプター等も利用可能である。
4. 本試験では、畔波板で互いに区切った6試験区（PBZ処理有無・方法に関する3区×施肥量2水準）を、3ブロックの乱塊法で配置している。
5. 標準施肥量については、沖縄県水稻栽培指針（八重山地域版）にならい、セラコート R600BCを6.4Nkg/10aとなるよう施用している。

[残された問題点]

特になし。

[具体的データ]

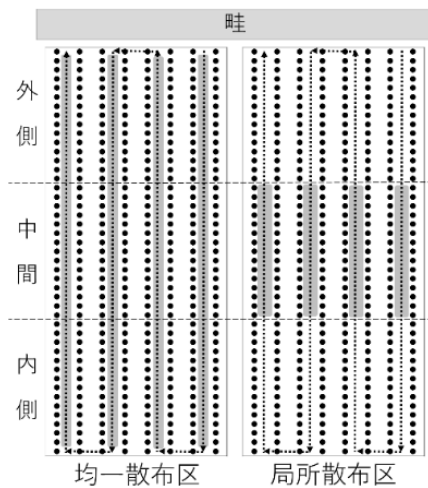


図1 PBZ 散布方法を異にする2試験区と、調査対象とした3区画の模式図

黒丸は株、点線矢印は散布者の歩行軌跡、グレーの部分は散布範囲。局所散布区では、均一散布区と同量（56g）のPBZを中間の区画だけに散布した。1区の面積は18.6m²。移植日は2021年8月11日、PBZ散布日は9月16日。11月4日に各区画（15株×8条）の外縁を除く範囲から60株を手刈りし、収量調査に供した。

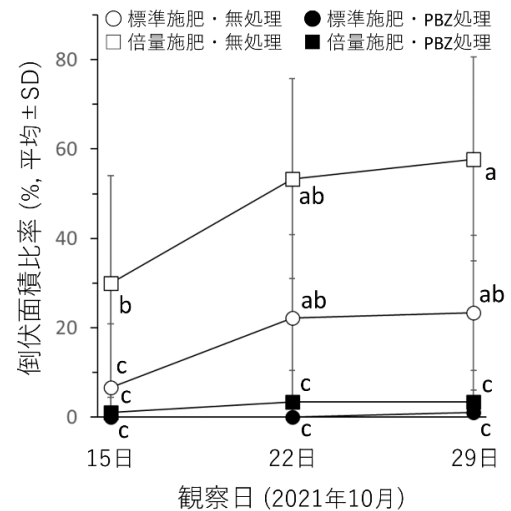


図2 倒伏面積比率の推移

データに一般化線形混合モデル（GLMM）をあてはめた結果、PBZ処理と観察日の交互作用等が5%水準で有意だったため、図中の12群を固定効果としたGLMMに基づいてTukey型の多重比較を行った（同一文字を共有しない群間に5%水準で有意差あり；続く図表でも同様）。

表1 試験圃場における生育・収量データの平均値*

	出穂期	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数/株	一穂粒数	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	玄米収量 (kg/坪[a])
標準施肥・無処理	9/27 c	78.8 b	16.1 ab	15.7 b	64.4	49.7 a	20.2 a	0.95 [28.7]
標準施肥・PBZ処理	9/28 ab	64.2 d	15.6 c	16.4 b	63.0	41.9 c	20.4 a	0.88 [26.6]
倍量施肥・無処理	9/28 b	83.6 a	17.2 a	20.1 a	69.5	43.8 b	20.1 a	0.96 [29.0]
倍量施肥・PBZ処理	9/29 a	68.7 c	16.1 bc	19.1 a	62.1	45.7 b	19.0 b	1.02 [30.9]

*施肥量、PBZ処理とそれらの交互作用を固定効果としたGLMMをあてはめ、いずれかの効果が5%水準で有意だった場合、4試験区を固定効果としたGLMMに基づいてTukey型の多重比較を行った。

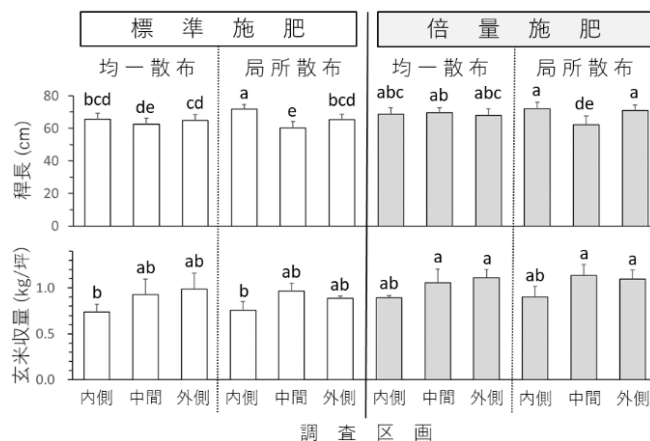


図3 均一散布区と局所散布区（図1参照）における調査区画ごとの稈長と玄米収量（平均±標準偏差）

データにGLMMをあてはめた結果、調査区画を含む交互作用等が5%水準で有意だったため、図中の12群を固定効果としたGLMMに基づいてTukey型の多重比較を行った。

[研究情報]

課題ID：2018農002

研究課題名：八重山地域における水稻奨励品種「ミルキーサマー」の倒伏軽減技術の確立

予算区分：沖縄振興特別推進交付金（島嶼を支える作物生産技術高度化事業）

研究期間（事業全体の期間）：2021年度（2019～2021年度）

研究担当者：大野 豪、井上裕嗣、喜友名栄輝

発表論文等：沖縄県農業研究センター研究報告に投稿予定

作物分野

(成果情報名) サツマイモ基腐病に強く肉色の紫が濃い加工向けカンショ新品種「沖育 19-1」							
(要約) 加工向けの紅イモ品種の「沖育 19-1」は、「ちゅら恋紅」と比べて基腐病に強く、春植え・秋植え栽培で同等の多収性を示し、加工適性の目安となる蒸しイモの肉質が同等である。また、肉色が濃くアントシアニン色価も高い。							
(担当機関) 農業研究センター・作物班					連絡先	098-840-8505	
部会名	作物	専門	育種	対象	カンショ	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

サツマイモ基腐病は、株の立枯れや塊根の腐敗を引き起こす病害である。国内各地で発生しており、沖縄県においても本病害の発生が深刻化しており、カンショ生産量の低下が懸念されている。本県では観光土産用の菓子等の原料に利用される加工用紅イモの需要が多く、多収性で加工適性に優れ、鮮やかな紫の肉色を有する加工用品種「ちゅら恋紅」が県内の栽培面積の約8割を占めている。一方、同品種は基腐病に弱いため、抵抗性品種の普及が求められている。そこで、肉色が紫で、基腐病に強く収量の優れたカンショ品種を育成する。

[成果の内容・特徴]

1. 「沖育 19-1」は、肉色が紫で基腐病に強い青果用品種「沖夢紫」を母本、外観が良く高アントシアニン含有の加工用品種「ムラサキマサリ」を父本に用いて 2015 年に人工交配し、2016 年に実生選抜試験に供試して以降、肉色の安定性や多収性を重視して選抜され、2021 年から基腐病抵抗性の評価も加えて選抜された系統である（データ省略）。
2. 基腐病菌の接種試験による抵抗性評価の結果、“強”の指標である「宮農 7 号」と発病率が同程度で、「ちゅら恋紅」よりも有意に発病率が低く明らかに強い（表 1）。
3. 基腐病の発生は、春植え、秋植えのいずれの栽培型においても、「ちゅら恋紅」に比べ、顕著に少ない（表 2）。
4. 収量は春植え、秋植え、いずれの栽培型においても「ちゅら恋紅」と同程度である（表 2）。
5. 肉色の濃さは紫 5 で、「ちゅら恋紅」の紫 4 に比べて濃く、アントシアニン色価も有意に高い（表 2、図 1）。
6. 加工適性の目安となる蒸しイモの肉質は、「ちゅら恋紅」のやや粉～中と同等である（表 3）。実需者によるペースト加工試験においても、「ちゅら恋紅」と同様の評価である。

[成果の活用面・留意点]

1. 国頭マージ以外の沖縄全域の拠点産地の「ちゅら恋紅」の栽培面積の置き換えを想定し、36 ha（県全体の生産面積の約 13 %）の普及を見込んでいる。
2. 圃場での栽培試験は、基腐病への基本対策として、登録農薬のベノミル水和剤で浸漬処理した苗を用いた結果である。
3. 基腐病菌を「持ち込まない・増やさない・残さない」の基本防除が重要であり、「増やさない」対策として抵抗性品種の導入を行う。
4. 出荷の際には事前に実需者と出荷する品種について確認を行う。
5. 種苗は、かんしょ優良種苗供給体制強化事業（県単）で 2024 年より県内市町村への譲渡を開始しており、市町村が再増殖後に、農家に譲渡される。

[残された問題点]

特になし。

[具体的データ]

表1 基腐病菌の噴霧接種による抵抗性評価¹⁾

品種・系統	供試数	発病率(%) ²⁾	抵抗性判定 ³⁾
沖育19-1	30	13.3*	強
ちゅら恋紅	30	60.0	弱
宮農7号	30	23.3*	強

1): 茎の黒変症状を調査した。

2): *はTukey-WSD法により品種間で有意差が認められたことを示す($P<0.05$)。

3): 強、弱の2段階で分類した。

補足: 「サツマイモ基腐病の発生生態と防除対策(令和4年度版)P46、農研機構九沖研」での抵抗性判定は「ちゅら恋紅」弱、「宮農7号」強である。



図1 塊根の外観と蒸しイモの肉色(左から「沖育19-1」、「ちゅら恋紅」)

表2 春・秋植えにおける「沖育19-1」の特性調査

作型、 土壌型	品種名	基腐病 発生率(%) ⁴⁾	収量 ⁵⁾ (kg/a)	同左 指数 ⁶⁾	1株 イモ数 ⁵⁾	1個重 (g) ⁵⁾	肉色	肉色の 濃さ ⁷⁾	アントシアニン 色価 ⁸⁾	皮色	形状	外観	変形 (%) ⁹⁾
春植え、 島尻マーヅ ¹⁾	沖育19-1	5.1	278 ^{ns}	93	4.4	123	紫	5	4.1**	紫	短紡錘形	やや良	47
	ちゅら恋紅	18.8	300	—	3.1	186	紫	4	1.6	紫	短紡錘形	やや良	36
秋植え、 島尻マーヅ ²⁾	沖育19-1	13.3	285 ^{ns}	106	3.3	174	紫	5	—	紫	長紡錘形	やや良	79
	ちゅら恋紅	38.9	269	—	3.5	156	紫	4	—	紫	長紡錘形	やや良	70
春植え、 ジャーガル ³⁾	沖育19-1	6.7	259 ^{ns}	112	3.0	206	紫	5	—	紫	短紡錘形	やや良	—
	ちゅら恋紅	20.0	231	—	2.2	255	紫	4	—	紫	短紡錘形	やや良	—

表中の「—」は未調査を示す。

1): 2020～22年の4月植え、9月収穫(5ヶ月栽培)の3カ年平均、島尻マーヅ圃場。

2): 2021年10月植え、翌年5月収穫(7ヶ月栽培)、島尻マーヅ圃場。

3): 2022年5月植え、同年11月収穫(6ヶ月栽培)。

4): 株元約10cmの範囲の主茎の地際黒変を調査、5): 50 g以上の塊根を測定、nsは有意差なし(有意水準5%、t検定、n=3)、6): 「ちゅら恋紅」の収量を100とした比率。

7): 肉色の濃さは1薄～5濃を示す、8): 作物調査基準(日本作物学会九州支部会編)に準じて測定、**はt検定により有意差が認められたことを示す($P<0.01$)。

9): 調査個数に占める曲がりや凹凸等の変形がある塊根数を調査。

表3 春・秋植えにおける「沖育19-1」の蒸しイモの特性

品種名	春植え ¹⁾			秋植え ²⁾		
	肉質 ³⁾	繊維 ³⁾	(参考) 食味 ³⁾	肉質 ³⁾	繊維 ³⁾	(参考) 食味 ³⁾
沖育19-1	やや粉	中	やや劣	中	中	やや劣
ちゅら恋紅(標準)	やや粉	中	やや劣	中	中	中
備瀬(参考)	中	中	中	中	中	中

1): 2020～22年の4月植え、9月収穫(5ヶ月栽培)の3カ年平均、島尻マーヅ圃場。

2): 2021年10月植え、翌年5月収穫(7ヶ月栽培)、島尻マーヅ圃場。

3): 100～150gの塊根3個/区を供試、肉質は粉～粘の5段階、繊維は多～少の3段階、食味は良～劣の5段階で、パネラー7人の結果の平均値。

[成果情報]

課題 ID : 2014 農 001、2021 農 002

研究課題名 : カラフルな肉色の特色あるカンショ品種の開発、病害に強いカンショ品種育成に向けた病害抵抗性および生産性評価、カンショ品種の育成

予算区分 : 県単(沖縄農業を先導する育種基盤技術開発事業、特産農作物生産強化支援事業、農業研究費(単独))

研究期間(事業全体の期間) : 2015～2022年度(2014～2018、2021～2023年度)

研究担当者 : 眞玉橋将央、謝花治、宮丸直子、出花幸之介、嘉数耕哉、儀間靖、橘知行

発表論文等 : 眞玉橋将央ら「沖育19-1」品種登録出願 2024年1月29日(第37252号)

作物分野

(成果情報名) 沖縄県北部地域の二期作におけるインド型水稻品種「夢十色」の多収栽培技術							
(要約) インド型水稻品種 「夢十色」は、二期作において <u>晩生</u> で倒伏に強い <u>多収品種</u> であり、地域慣行の2倍量となる <u>窒素 14kg/10a</u> の施用で増収する。また「夢十色」は、地域慣行の8月上旬より2週間早い7月下旬の <u>早植え</u> で増収する。							
(担当機関) 農業研究センター名護支所・作物園芸班					連絡先	0980-53-5395	
部会	作物	専門	栽培	対象	水稻	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

沖縄県北部地域では、2019年から二期作の休耕田で泡盛原料用米を生産する取り組み（琉球泡盛テロワールプロジェクト）が始まっており、「北陸 193 号」および「カーチバイ」が作付されている。泡盛の風味は原料用米の品種によって異なることが知られており、酒造メーカーの要望により新たにインド型水稻品種「夢十色」の導入が検討されている。本品種は、農研機構中日本農業研究センターで育成され、過去に契約栽培で泡盛原料用米として生産された事例がある。しかし、二期作での栽培技術に関する知見が少なく、安定生産に向けた取り組みが求められている。そこで本研究では、「夢十色」の二期作における品種特性、適切な施肥量および移植時期について検討し、多収栽培技術を開発する。

[成果の内容・特徴]

1. 「夢十色」は、「ひとめぼれ」と比較して出穂が12日遅い晩生である。穂長が長くて穂数の少ない穂重型で多収性を示し、倒伏に強く、いもち病の発生はみられない（表1）。
2. 窒素施肥量について、地域慣行（7kg/10a）に対して2倍量（14kg/10a）で穂長が長くなることにより増収するが、倒伏程度に有意差はない。2倍量と3倍量（21kg/10a）の収量に有意差はなく、2倍量でコスト試算の差額が高くなる（表2）。
3. 移植時期について、地域慣行（8月上旬）に対して、遅植え（8月中旬）では減収するが、早植え（7月下旬）では増収し、販売額も高くなる。登熟期の気温が登熟歩合に影響を及ぼしている可能性があり、早植えで登熟歩合が有意に高くなる（表3）。

[成果の活用面・留意点]

1. 沖縄県北部地域の二期作における「夢十色」の栽培方法として活用する。
2. 泡盛原料用米は主食用米（230円/kg程度）より安価になる場合がある。経営所得安定対策として、主食用米からの転作や栽培前の販売契約締結等の各種要件を満たすことで、国事業である「水田活用の直接支払交付金」の活用が可能である。
3. 本品種の混入により主食用玄米の検査等級が下がる可能性がある。主食用米へ転作する場合は、移植前に非選択性除草剤を散布し、本品種の漏生イネを防除する。
4. 本品種を播種する際は、発芽促進のため乾燥機で種籾の休眠打破（50℃で7日程度）をする。種籾の入手については、農研機構および種苗販売業者等に問い合わせる。
5. 本成果を含む泡盛原料用米の栽培技術について、「沖縄県北部地域における水稻品種「北陸 193 号」・「夢十色」・「カーチバイ」の栽培マニュアル」として取り纏め、2024年1月より名護支所から関係機関へ配付している。
6. 本品種の醸造特性については、県工業技術センター研究報告第24号（豊川ら,2022年）で公表されており、軽快な風味の泡盛製造が期待される。

[残された問題点]

特になし。

作物分野

[具体的データ]

表1 二期作におけるインド型水稻品種「夢十色」の栽培特性¹⁾

品種名	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)	玄米収量 (kg/10a)	収量比 (%)	倒伏 程度 ²⁾	いもち病 ²⁾	
									葉	穂
夢十色	10/1	11/8	75.6	20.7	321	404	119	1.0	0.0	0.0
ひとめぼれ(対照)	9/19	10/20	70.5	18.3	404	339	100	1.6	0.0	0.0

1)2020年～2022年の平均値を示す。品種特性調査に準じて、名護支所で3力年とも塩加燐安を用い分施で窒素8.4kg/10aとし、移植を8月上旬に手植え(22.2株/㎡)で行い、各区3反復とした。

2)成熟期に達観で0(無)、1(微)、2(少)、3(中)、4(多)、5(甚)の6段階に評価した。

表2 施肥量の違いが「夢十色」の生育および玄米収量に及ぼす影響とコスト試算¹⁾

試験区 ²⁾	施肥量 (kg/10a)	稈長 ³⁾ (cm)	穂長 ³⁾ (cm)	穂数 ³⁾ (本/㎡)	倒伏 程度 ³⁾⁴⁾	玄米収量 ³⁾ (kg/10a)	販売額(①) ⁵⁾	肥料代(②) ⁵⁾	差額(①-②)
							(円/10a)		
地域慣行(N7)	33	72.6 b	21.6 b	327 b	0.0 a	419 b	46,090	8,724	37,366
2倍量(N14)	67	74.2 a	22.3 a	353 b	0.3 a	528 a	58,080	17,712	40,368
3倍量(N21)	100	72.9 b	22.7 a	374 a	1.2 a	501 a	55,110	29,080	26,030

1)2020年～2022年の平均値を示す。

2)主食用米に準じて窒素施肥量7kg/10aを地域慣行区とし、窒素成分量で2倍量および3倍量の区を設け、各区3反復とした。

被覆尿素肥料(N:P₂O₅:K₂O=21:13:13、緩効率80%:リニア100日タイプ)を全量基肥で施用し、3力年とも8月上旬に機械移植(21.2株/㎡)した。

3)年次および施肥の二元配置分散分析後(データ省略)にTukey法で検定し、異符号間で5%の有意差あり(n=9)。

4)成熟期に調査し、達観による0(無)、1(微)、2(少)、3(中)、4(多)、5(甚)の6段階評価。

5)玄米単価110円/kg(2023年の価格:JAより)、肥料単価264円/kg(2023年の価格:肥料メーカーより)で算出した。

表3 移植時期の違いが「夢十色」の登熟歩合および玄米収量に及ぼす影響と販売額の試算¹⁾

試験区 ²⁾	移植時期 (月/日)	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	登熟期 平均気温 ³⁾ (℃)	登熟 歩合 ⁴⁾ (%)	玄米 収量 ⁴⁾ (kg/10a)	販売額 ⁵⁾ (円/10a)
早植え	7/22	9/19	10/26	25.8	76.1 a	549 a	60,410
慣行	8/5	10/2	11/12	24.6	67.9 b	490 b	53,848
遅植え	8/19	10/17	11/30	22.8	56.1 c	405 c	44,582

1)2020年～2022年の平均値を示す。

2)地域慣行栽培(主食用米)に準じて、慣行区は二期作での基準移植日を示し、その前後2週間の間隔で早植え区および遅植え区を設置し、各区3反復とした。3力年とも被覆尿素肥料(N:P₂O₅:K₂O=21:13:13、緩効率80%:リニア100日タイプ)を全量基肥で窒素14kg/10aで施用し、機械移植(21.2株/㎡)で行った。

3)試験圃場に設置した温度計(Em50)を用いて、出穂から成熟までの気温を測定して算出した。

4)年次および移植時期の二元配置分散分析後(データ省略)にTukey法で検定し、異符号間で5%の有意差あり(n=9)。また登熟歩合はArcsin変換後に検定した。

5)玄米単価110円/kg(2023年の価格:JAより)で算出した。

[研究情報]

課題 ID : 2020 農 002

研究課題名 : 泡盛原料に適した長粒種米の安定多収技術の確立

予算区分 : 県単 (うち一島米産地経営安定支援事業、水稻経営安定支援事業)

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

研究担当者 : 田中洋貴、太郎良和彦、伊禮風沙、岸本秋博、宮城敏政

発表論文等 : 田中洋貴ら (2023) 九州作物学会第1回講演会

作物分野

(成果情報名) 八重山地域で紫黒米を4～7月に移植すると玄米アントシアニン量が低下する							
(要約) 紫黒米を、一期作と二期作の通常の移植時期（3月と8月）の間の時期に移植すると、 <u>玄米色が薄く、アントシアニン含量も低下し、時期によっては低収になるため、総アントシアニン量も顕著に低下する。</u>							
(担当機関) 農業研究センター石垣支所					連絡先	0980-82-4067	
部会	作物	専門	栽培	対象	水稻	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

紫黒米は機能性成分アントシアニンを多く含み、白米等とともに調理すると美しい赤紫色を発色するため需要が高く、全国的に高値で取引されている。沖縄県では、二期作において一期作よりも紫黒米のアントシアニン含量が顕著に多く、付加価値が高くなりうることで近年明らかにされ（平成26年度普及に移す技術）、本県独自のブランド化が期待されている。一方、一期作と二期作の通常の移植時期（3月と8月）の間における、玄米のアントシアニン含量が二期作（8月移植）と同等かそれ以上となる移植時期の有無については不明である。そこで、紫黒米2品種を3月から8月にかけて毎月移植し、収穫された玄米の外観とアントシアニン含量を調べる。

[成果の内容・特徴]

1. 玄米色は外観上、双方の品種において8月移植区で最も濃く、以降は3月、7月、4月、6月移植区の順に薄くなり、5月移植区で最も薄かった（図1）。
2. 玄米収量については、7月移植区の値が他より顕著に低く、他の移植時期の間には明確な違いはみられない（図2A）。
3. アントシアニン含量（玄米1gあたりアントシアニン量）については、4月移植区と7月移植区の間を除くすべての移植時期間で異なった。この値もまた、8月移植区で最も多く、5月移植区で最低となり（図2B）、玄米外観と同様の傾向を示す。
4. 単位面積あたりアントシアニン量（玄米収量×アントシアニン含量）においても、いくつかの移植時期間に差がみられ、3月移植区と8月移植区の値が同等に高く、他の移植時期ではより低い（図2C）。
5. 以上の結果より、一期作と二期作の通常の移植時期の間に、アントシアニン量が通常の二期作（8月移植）と同等かそれ以上となる移植時期はないため、これらの時期における移植は推奨できない。

[成果の活用面・留意点]

1. 紫黒米2品種を4～7月に移植すると、玄米色が薄くなり、アントシアニン量が低下することが初めて明らかにされ、この結果は栽培現場での指導に活用できる。
2. 紫黒米のアントシアニン含量は、登熟期の低温により上昇する（小林ら、2001）一方で、窒素肥料の多用や紫外線カットフィルムによる被覆によって低下する（猪谷ら、2019）ことが知られる。本研究では移植時期間で施肥量を同一としており、紫外線量が特に高くなる盛夏に登熟期が当たる5月・6月移植では逆に玄米色が薄く（図1）、アントシアニン含量も低下した（図2B）ため、こうした玄米色・アントシアニン含量の変化は、主として登熟期の高温によって生じたものと思われる。このため、今回の供試品種よりも生育期間の長い品種・系統では、3月移植でも玄米色が薄く、アントシアニン含量が低くなる可能性もあり、この点に留意する必要がある。
3. 本研究結果は石垣島で得られたものであるため、平均気温がより低い沖縄本島等の地域においては、アントシアニン含量の低下がみられる期間はより短くなる可能性がある。
4. 本研究における玄米のアントシアニン含量は、沖ら（2011）のpH differential法により、複数種のアントシアニン類の総量として測定されている。
5. アントシアニン量の測定には、2022年に農業研究センター石垣支所内の水田（沖積土壌）において、1次要因を移植時期（3～8月の各月上旬）、2次要因を品種（「朝紫」・「峰のむらさき」）とした2反復の分割区法によって試験区を配置し、異なる移植時期間で栽植密度や各種農薬の使用量が同一となるように栽培して得られた玄米を供している。

[残された問題点]

一期作の早植え、二期作の遅植えが紫黒米アントシアニン含量に及ぼす影響を明らかにするとともに、アントシアニン含量と強く関連する環境要因を絞り込む。

[具体的データ]

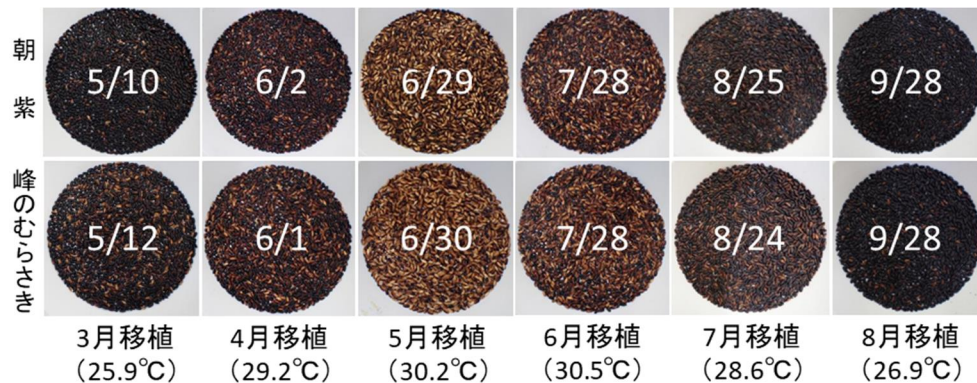


図1 紫黒米2品種の玄米色にみられる移植時期間の差異

図中の日付は出穂期を示す。その日から34～36日後に収穫し、3～4週間の乾燥のち粳摺りして得た玄米を撮影している。カッコ内の温度は、出穂期から収穫日にかけての4旬の平均気温（石垣島地方気象台より）を示す。

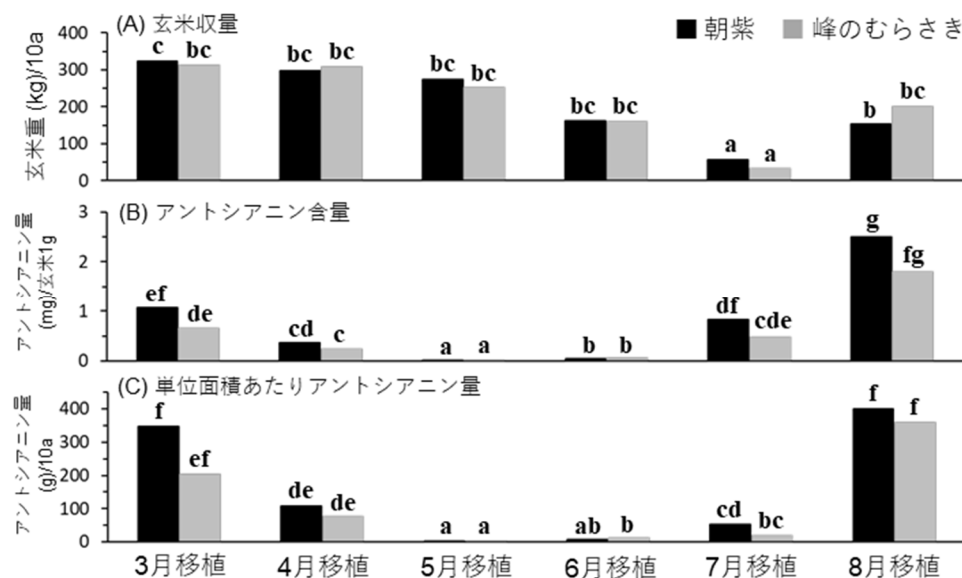


図2 紫黒米2品種の玄米の収量とアントシアニン量にみられる移植時期間の差異

棒グラフ上の英小文字は、図中の12群（6時期×2品種）と反復を固定効果とした一般化線形モデル（ガンマ分布仮定、リンク関数=log）に基づいてTukey型の多重比較を行った結果を示している（同じ文字を共有しない群間に有意差あり； $P < 0.01$ ）。

[研究情報]

課題 ID：2023 農 012

研究課題名：八重山地域で栽培される紫黒米の高付加価値化と省力化栽培に向けた基礎・実用化研究

予算区分：県単（水稻経営安定支援事業）

研究期間（事業全体の期間）：2023 年度（2023～2024 年度）

研究担当者：大野 豪、前田剛希、喜友名栄輝

発表論文等：沖縄県農業研究センター研究報告に投稿予定

作物分野

(成果情報名) サトウキビ夏植え体系に輪作品目として導入する場合のハトムギの播種時期と収量							
(要約) 沖縄県北部地域のサトウキビ夏植え体系にハトムギを輪作品目として導入する場合、 <u>播種時期</u> は3～5月が安定した出芽率を示し、 <u>湿潤地</u> に3月播種して得られる収量は約 180 kg/10a である。							
(担当機関) 農業研究センター名護支所・作物園芸班					連絡先	0980-53-5395	
部会	作物	専門	栽培	対象	ハトムギ	分類	基礎研究

[背景・ねらい]

南西諸島の基幹作物サトウキビの生産は、農業者の高齢化などによる労働力不足と生産資材のコスト高などによる収益性低下なども相まって、長期的な減少傾向を辿っている。その生産を維持するための一方策として、南西諸島の気候風土に適した高収益品目をサトウキビと輪作することで、農家経営と地域農業双方の収益性向上を目指す取り組みが考えられている。沖縄県においては、サトウキビ夏植え体系における新規輪作品目の一つとして、湿害に強く谷地など多様な場へ適応するハトムギが候補に挙がっている。サトウキビはある程度干ばつや湿害に強く、栽培適地が広い作物であるが、一般的に輪作できる作物は湿害に弱い物も多いため、湿潤適性のある作物の導入を検討する必要がある。ハトムギは茶などの原料として国内各地で栽培されているが、本県ではハトムギの生産実績がないことに加えて、栽培に関する知見もほとんどみられない。そこで、本研究では沖縄県におけるサトウキビ夏植え体系での輪作品目としてハトムギが導入できるか検討するため、ハトムギ栽培の播種時期や収量性について明らかにする。

[成果の内容・特徴]

1. 沖縄県北部地域において、ハトムギは1～5月頃に播種することで、サトウキビの収穫後から夏植えまでの休耕地を利用して、栽培体系に組み込むことが可能である。ただし、1月播種では出芽率が17%と低いが、3～5月は50%以上の出芽率を示す(図1)。
2. 播種時期を検討した結果、草丈や着粒層などの生育状況と百粒重や容積重などの品質面は3月播種よりも4月播種で有意に高くなるが、穀実重で示される収量性は4月播種よりも3月播種で有意に高くなる(表1)。
3. 収量は、3月播種の湿潤地が177.3 kg/10aと最も高く、次に4月播種の湿潤地が161.8 kg/10aと続いて高くなっており、乾燥地よりも湿潤地の収量が有意に高くなる。収量が有意に低くなる4月播種では総粒数に占める不稔粒(未熟粒を含む)の割合が3月播種より有意に高い(表1)。

[成果の活用面・留意点]

1. 本成果は、沖縄県におけるハトムギ栽培の基礎的知見として今後の技術開発などに活用される。
2. 試験地に関して、大宜味村(湿潤地)のほ場では地形的に谷地となっており、地下水位が高く、湿害に弱いソバ栽培を中止している。一方、東村(乾燥地)のほ場では山間部に位置し、ソバ栽培を継続している。各試験地間は直線距離にして約2kmであり、気象条件に大きな差はみられない。
3. 本県におけるハトムギ栽培の収益性試算(単収200 kg/10a、単価300円/kg、堆肥無しの場合を前提条件)を行った結果、所得は-11,482円となる(損益分岐点は単収245 kg/10a、単価357円/kg、データ略)。
4. ハトムギを経済栽培として導入する場合、収穫後の乾燥や選別、貯蔵するための設備が必要になることに加えて、単収向上や高単価で取引可能な販売先を確保するなどの課題が残る。

[残された問題点]

特になし。

作物分野

[具体的データ]

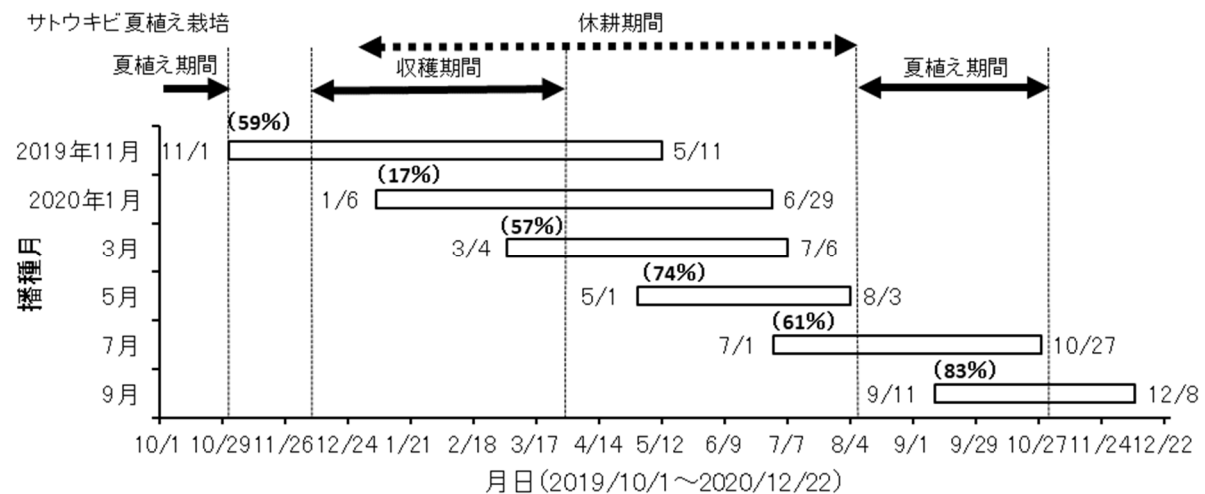


図1 沖縄県農業研究センター名護支所における播種月別の栽培期間

- 注1: 本試験では2019年11月～2020年12月に農業研究センター名護支所の国頭マージほ場で実施した。
 注2: 供試品種では「あきしずく」を用いており、播種は手播きで条播(3粒/穴、株間15cm)した。
 注3: 施肥では、基肥にBB1666:31.3kg/10a(N=5.0kg/10a)と苦土石灰50kg/10aを播種同時施用した。また、追肥に硝安又は尿素(N:5kg/10a)を使用した。かん水は未実施である。
 注4: 横棒は各播種月の栽培期間を示し、横棒左側の日付は播種日、右側の日付は収穫日を示している。
 注5: 括弧内の数値は各播種月の出芽率を示している。

表1 東村(乾燥地)および大宜味村(湿潤地)における収穫物の調査結果

試験地	播種時期	草丈 (cm)	着粒層 (cm)	茎数 (本/株)	穀実重 (kg/10a)	百粒重 (g)	容積重 (g/L)	不稔粒の 割合(%)
東村(乾燥地)	2021.3	145.7	51.6	21.7	113.6	8.2	328.4	36.9
	2021.4	146.6	70.7	20.5	44.8	8.5	351.0	58.7
大宜味村(湿潤地)	2021.3	154.9	61.0	23.0	177.3	8.2	354.6	30.7
	2021.4	169.4	79.4	24.7	161.8	9.3	405.1	45.9
検定結果	試験地	***	***		***		***	*
	播種時期	*	***		***	**	**	**
	交互作用				*			

- 注1: 本試験では2021年3月15日～7月15日と2021年4月13日～8月12日に現地農家圃場で実施した。
 注2: 供試品種では「あきしずく」を用いており、播種はロータリーシーダーで条播(条間75cm、播種量5kg/10a)した。
 注3: 施肥では、牛糞堆肥2t/10a、苦土石灰50kg/10a、珪カル120kg/10aを全面散布した後、基肥にBB1666:21.9kg/10a(N=3.5kg/10a、播種同時施用)と追肥に3月がLPコート100:29.6kg(N=14kg/10a)、4月が尿素30.4kg(N=14kg/10a)を使用した。かん水は未実施である。
 注4: 不稔粒の割合は総粒数に占める不稔粒の割合を示し、未熟粒も含む。
 注5: 試験地および播種時期の二元配置分散分析により、***は0.1%、**は1%、*は5%で有意差がある(n=5)。また、不稔粒の割合はArcsin変換後に二元配置分散分析を実施した(n=5)。
 注6: 2020年3月に播種した農業研究センター名護支所内における栽培試験の結果、穀実重は湿潤畑で185.6kg/10a、乾燥畑で24.4kg/10aとなっており、湿潤畑では2021年3月播種の現地試験(湿潤地)と同様の収量が得られている。

[成果情報]

課題ID: 2019農007

研究課題名: 南西諸島の気候風土に適した高収益品目の検討及び栽培技術体系の確立

予算区分: 受託(戦略的プロジェクト研究推進事業(2019～2023年度))

研究期間(事業全体の期間): 2019～2021年度(2019～2023年度)

研究担当者: 新崎泰史、恩田聡、大城篤、加藤智子、竹ノ内昭一、真武信一、比屋根真一、平松梢、島武男(農研機構)、鈴木崇之(農研機構)、手塚隆久(全国ハトムギ生産技術協議会)

発表論文等: 新崎泰史ら(2024) 沖縄農業研究会第62回大会発表

作物分野

(成果情報名) 八重山地域の水田に発生するカメムシの種構成は国内他地域とは顕著に異なる							
(要約) 八重山地域の水田には陸生カメムシ類 45 種の発生が認められ、うち 5 種の個体数が特に多い。これら 5 種のうち、日本本土で斑点米カメムシとして知られるのは 1 種のみであるが、他の 3 種も斑点米を産出することが知られる。							
(担当機関) 農業研究センター石垣支所					連絡先	0980-82-4067	
部会	作物	専門	作物虫害	対象	水稻	分類	基礎研究

[背景・ねらい]

沖縄県の水稲栽培は、八重山地域や沖縄本島北部という、生物多様性保全の上で特に注目される地域で行われている。その一方で、玄米の等級を下げるとされる斑点米カメムシ類の防除のために、主要害虫種や、それらに対する防除効果が明らかにされないまま、ネオニコチノイド系剤等の環境影響が大きい農薬が多用されている。この問題の解決に向けた第一歩として、八重山地域の水田における陸生カメムシ類（ウンカ等の同翅類を除く）の発生種を網羅的に明らかにする。

[成果の内容・特徴]

1. 石垣島・西表島・与那国島の水田から合計 45 種のカメムシ類が確認され（表 1、ただし一部のデータ省略）、これは過去に琉球諸島の水田から記録されている種数（Takara, 1956 等）の 3 倍にのぼる。
2. アカカメムシ、アカスジホソナガカスミカメ、ホソハリカメムシ、タイワंकモヘリカメムシとミナミホソナガカメムシ（図 1）の 5 種の個体数が多い（表 1）。これらのうち 4 種は斑点米を産出することで知られるが（川村, 2007）、アカスジホソナガカスミカメについては斑点米産出に関する情報がなく（表 1）、害虫かどうか不明である。
3. 主要 5 種の中で、九州以北の日本本土で主要な斑点米カメムシとして知られるのはホソハリカメムシだけである。日本本土の他の主要種であるアカスジカスミカメ、アカヒゲホソミドリカスミカメ、イネカメムシ、クモヘリカメムシは八重山からは発見されないため（表 1）、主要種の構成が顕著に異なっている。
4. 主要 5 種では、成虫とともに幼虫も採集されることが多いため（データ省略）、水田内か付近で繁殖しているものと考えられる。
5. 主要 5 種の個体数の構成は島によって異なるが、同じ島でも年によって変化する（表 2）。
6. 主要種の個体数は、時期によっては慣行防除水田よりも無農薬栽培水田で多くなり、またカメムシ種間でも時期によっては異なる場合がある（図 2）。

[成果の活用面・留意点]

1. 栽培現場での防除指導や、病虫害防除技術センターが実施する予察調査における調査対象種の選定に活用できる。
2. 主要種間での斑点米産出能力の差については、現時点では不明であるため（現在調査中）、個体数の多さが害虫としての重要度を反映するとは限らない点に留意する。
3. タイワंकモヘリカメムシは同属のホソクモヘリカメムシと、ミナミホソナガカメムシは同属のアカアシホソナガカメムシと外観において類似し、これらが同時発生する場合もある（データ省略）。これら同属種の肉眼での識別は困難であるため、防除指導や予察調査の際には「クモヘリカメムシ類」「ホソナガカメムシ類」として扱うのが得策である。
4. 本成果は、2013～2015 年に石垣 8、西表 13（うち無農薬栽培 4）、与那国 7 の水田地帯において、主として出穂～登熟期に、口径 42cm の捕虫網の 40～60 回振りによって採集されたカメムシ類約 2,400 個体を既存の図鑑や検索表を用いて同定して得られたものである。約 10 年が経過した現在、主要種の構成が変化していないのかも調査中である。

[残された問題点]

主要カメムシ種間で斑点米産出能力を比較し、害虫としての重要度を明らかにする。

[具体的データ]



図1 主要5種の成虫

A, アカカメムシ; B, アカスジホソナガカスミカメ; C, ホソハリカメムシ; D, タイワンクモヘリカメムシ; E, ミナミホソナガカメムシ。スケールは1cm。

表1 同定されたカメムシ類の種、その個体数および生態に関する知見*

No.	和名	N	生態
1	アカカメムシ	395	A
2	アカスジホソナガカスミカメ	247	B
3	ホソハリカメムシ	190	A
4	タイワンクモヘリカメムシ	173	A
5	ミナミホソナガカメムシ	118	A
6	チビヒメヒラタナガカメムシ	64	C
7	ミナミキバサシガメ	42	D
8	ホソクモヘリカメムシ	37	A
9	カタグロミドリカスミカメ	31	D
10	アカアシホソナガカメムシ	27	A
11	ヒメナガカメムシ	26	A
12	イチモンジカメムシ	17	A
13	キスジホソヘリカメムシ	13	C
14	セスジヒメナガカメムシ	9	C
15	スカシヒメヘリカメムシ	8	B
16	フタホシカスミカメ	8	B
17	ウスチャヒョウタンナガカメムシ	7	A
18	ヒメハリカメムシ	7	A
19	イワサキカメムシ	5	B
20	ヒメホソミドリカスミカメ	5	A
21	アカヒメヘリカメムシ	4	A
22	イネクロカメムシ	4	A
23	コマダラナガカメムシ	4	C
24	ムナグロキイロカスミカメ	4	D
25	オガサワラヒメナガカメムシ	3	C
26	シラホシカメムシ	3	A
27	ヒメキスジホソヘリカメムシ	3	C
28	カンシヤコバネナガカメムシ	2	B
29	ブチヒメヘリカメムシ	2	A
30	ホソヒョウタンナガカメムシ	2	C
31	ミナミマルツチカメムシ	2	C
32	ヨツボシヒョウタンナガカメムシ	2	A

*全45種のうち、成虫が複数個体採集された種のみを示す。Nは3島から採集された成虫数の合計。A, 斑点米を産出する; B, イネ科植物から採集されている; C, 他科植物を寄主とするか、生態不明; D, 捕食性 (友国ら, 1993; 安永ら, 2001; 川村, 2009; 石川ら, 2012より)

表2 主要5種における島間・年次間・種間での個体数比較*

	アカカメムシ	アカスジホソナガカスミカメ	ホソハリカメムシ	タイワンクモヘリカメムシ	ミナミホソナガカメムシ
2013年6月					
石垣	1.7	3.5	1.0	0.4	0.2
西表	1.3	1.3	2.8	3.1	0.3
与那国	0.7	0.3	3.8	4.2	0.3
2014年6月					
石垣	1.4	0.0	0.2	0.0	0.0
西表	0.1	0.2	0.0	0.0	0.3
与那国	1.0	3.7	6.5	1.0	10

*数値は慣行防除圃場における網振り60回あたり捕獲成虫数の平均値。個体数データへの一般化線形混合モデル (負の二項分布、リンク=log、オフセット項として網振り回数の対数) のあてはめにより、種と島、種と年、島と年の交互作用すべてが0.1%水準で有意。

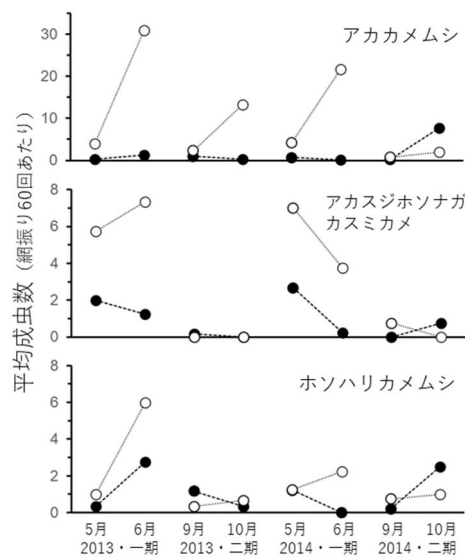


図2 西表島の慣行防除水田 (●)・無農薬栽培水田 (○) 間での主要3種の個体数比較

主要5種の個体数データへの一般化線形混合モデル (表2と同様) のあてはめにより、栽培環境と年月、および種と年月の交互作用が0.1%水準で有意。

[研究情報]

課題ID: 2023 農 011

研究課題名: 水稻の環境保全型栽培技術確立に向けた基礎研究

予算区分: 受託 (沖縄県米穀種子協会)

研究期間 (事業全体の期間): 2023年度 (2023~2025年度)

研究担当者: 大野 豪、細川理恵

発表論文等: 日本昆虫学会英文誌 *Entomological Science* に投稿予定

作物分野

(成果情報名) 早期製糖開始を前提とした複合品目の導入によるサトウキビ作経営の高収益化							
(要約) 12 月上旬製糖開始を前提に、サトウキビ単作経営からバレイショを導入した複合経営に転換し、サトウキビ休耕期間に栽培する新たなバレイショ作型を実施することにより、サトウキビの作付けを概ね維持したまま経営の高収益化が見込める。							
(担当機関) 農業研究センター・農業システム開発班					連絡先	098-840-8502	
部会	作物部会	専門	農業経営	対象	サトウキビ	分類	試験・分析及び調査

[背景・ねらい]

機械化の進展とともに、サトウキビ作の労働生産性は向上してきている。一方で土地生産性の低い状況が続いており、単作で自立した経営を展開するとなると、経営面積の大幅な拡大が必要である。それに向け、担い手への農地の利用集積も取り組まれているが、サトウキビ単作経営が成立し得る大規模な農地の集積は容易ではない。そのため、農地集積と併行して、地域や経営規模に応じ、自立したサトウキビ作経営の育成も急がれている。

そこで、本研究では、サトウキビの作型や収穫時期などの工夫も前提としつつ、複合品目の導入により、サトウキビ作を軸として高収益営農モデルを作成する。

[成果の内容・特徴]

1. サトウキビは、機械化の進展もあり、約 22 haの農地があれば単作経営でも 1,000 万円以上の所得を確保出来る。しかしながら、土地生産性は低いままの場合、認定農業者の目標所得である 350 万円を確保するには、約 10 haの面積規模が必要となる（表 1）。
2. サトウキビ単作経営に、慣行（11 月中旬～12 月中旬植付）のバレイショ作を導入すると、土地生産性が向上し、認定農業者の目標所得確保に必要な経営面積を圧縮することが可能となるが、土地利用が競合する作型であることから 5 ha程度の経営面積が必要である（表 2）。
3. 12 月上旬製糖開始を前提とし、サトウキビ収穫後夏植までの休耕期間を利用することで新たなバレイショ作型を導入することができる。これにより土地利用率の向上が図られ、面積規模は 5 ha のまま、サトウキビ 4.0 haの作付を維持しつつ、バレイショの作付を 1.2 haから 1.7 haに、述べ作付面積を 5.64ha に拡大することが可能となる。これにより、所得 460 万円を超える高収益経営の展開が見込める（表 2）。

[成果の活用面・留意点]

1. 製糖開始時期の前進化による土地利用率向上はバレイショ以外の品目でも可能性がある。農地の利用集積が容易に進まない現状において、今後のサトウキビ作経営の担い手の在り方を検討する上で、有効な情報となり得る。
2. モデルの前提条件として、サトウキビとバレイショは必ず輪作するものとした。またサトウキビ夏植までの休耕期間を利用するバレイショの作付はサトウキビ夏植新植面積の半分を上限とした。その他の前提条件の詳細は表 3 を参照。
3. 本モデルの根拠としたバレイショの単収は、栽培試験の目標である 2.7 トン/10a とした。より詳細な単収水準の設定に向けては、栽培試験や実証試験等により検証していく必要がある。

[残された問題点]

本成果の活用には、製糖期の調整が必要である。

[具体的データ]

表1 サトウキビ単作経営モデル

	9.50ha (うち借地6.5ha)	
	制約なし	
経営耕地規模		
所得	11,490 千円	3,642 千円
総労働時間	2,469 時間	1,226 時間
1 日 所 得	37.23 千円	23.77 千円
1 0 a 所 得	53.49 千円	72.84 千円
サトウキビ計	21.48 ha	9.50 ha
採苗ほ	0.69 ha	0.31 ha
春植	3.57 ha	3.06 ha
夏植：新植	3.36 ha	—
夏植：収穫	3.36 ha	—
初回株出	6.93 ha	3.06 ha
2回株出	3.57 ha	3.06 ha

表3 モデルの前提条件

制約条件	内 容
労働制約	・1旬当たりの上限は128時間 (8h/日×8日/旬×2名=128h/旬) ・7～9月は112時間 (7h/日×8日/旬×2名=112h/旬)
サトウキビの10a当たり収量及び株出回	・夏植:7.5t、春植:5.5t、初回株:6.0t、2回株:5.5t ・夏植は収穫後株出1回、春植は収穫後株出2回
輪作に係る土地利用制約	・サトウキビとバレイショは必ず輪作する。 ・12月製糖開始を前提に土地利用競合が回避される12月中旬以降のバレイショはサトウキビ新植夏植の1/2を超えない範囲で作付けできる。
主要機械装備	トラクタ(60ps・17ps),全茎式プランタ(3戸共有),ポテトプランタ,掘取り機,専用搬出機

表2 サトウキビ・バレイショ複合経営モデル

	製糖開始時期	現状	製糖12月上旬開始前提
	サトウキビとバレイショの土地利用競合関係	競合あり	12月中旬以降植付のバレイショは競合なし
経営耕地規模	5.0ha (うち借地2.0ha)	5.0ha (うち借地2.0ha)	5.0ha (うち借地2.0ha)
所得		3,635 千円	4,644 千円
総労働時間		1,146 時間	1,350 時間
1 日 所 得		31.7 千円	34.4 千円
1 0 a 所 得		72.70 千円	82.36 千円
延作付面積	5.000 ha	5.639 ha	
サトウキビ計	3.781 ha	3.960 ha	
採苗ほ	0.122 ha	0.128 ha	
春植	0.638 ha	—	
夏植：新植	0.581 ha	1.277 ha	
夏植：収穫	0.581 ha	1.277 ha	
初回株出	1.220 ha	1.277 ha	
2回株出	0.638 ha	—	
バレイショ計	1.22 ha	1.68 ha	
11月中旬植付	0.305 ha	0.347 ha	
11月下旬植付	0.305 ha	0.347 ha	
12月上旬植付	0.305 ha	0.347 ha	
12月中旬植付	0.305 ha	0.128 ha *	
12月下旬植付	—	0.128 ha *	
1月上旬植付	—	0.128 ha *	
1月中旬植付	—	0.128 ha *	
1月下旬植付	—	0.128 ha *	

*：12月製糖開始を前提に、サトウキビ収穫後夏植を行うまでの休耕期間に作付けする

[研究情報]

課題 ID：2019 農 007

研究課題名：南西諸島の気候風土に適した高収益品目の検討及び栽培技術体系の確立

予算区分：受託、戦略的プロジェクト研究推進事業

研究期間（事業全体の期間）：2021～2023 年度（2019～2023 年度）

研究担当者：竹ノ内昭一、加藤智子、大城篤、新崎泰史、恩田聡、鈴木崇之（農研機構）

発表論文等：なし