

九州・沖縄農研ニュース

九州・沖縄の 新しい技術と品種



整粒



背白粒



基部未熟粒



腹白粒



乳白粒



心白粒

研究成果の紹介

イネの登熟期高温による背白粒発生と窒素追肥による抑制メカニズムの一端が明らかに！

ミカンの脅威「カンキツグリーンング病」病原細菌培養法の開発

沖縄県産パインアップルのカロテノイド組成の品種・系統間差

ロータリーキルン式バーナーによる肉牛ふん堆肥の熱エネルギー化

品種の紹介

暑さと害虫に強い多収水稻新品种「つやきらり」の育成

暖地に適した赤大豆品種「ふくあかね」

イベント開催のお知らせ

▲上段左から、「整粒」、高温登熟条件などで発生する白未熟粒（「背白粒」、「基部未熟粒」、「乳白粒」、「心白粒」）

研究成果の紹介

イネの登熟期高温による背白粒発生と窒素追肥による抑制メカニズムの一端が明らかに！

【研究の背景】

現在、イネの登熟期にあたる夏季の極端な高温により、お米の背中部分が白く濁った背白粒等が多発し、品質が全国的に低下しています。高温で登熟したお米の背中側では、細胞内に十分なデンプンが貯まらず、デンプン粒の間に隙間ができます。お米の一部が白く濁って見えるのは、光がその隙間を通るとき、乱反射するためです。

これまでの研究で、お米の背中側にはデンプンだけでなくグルテリン、グロブリン、プロラミンといった貯蔵タンパク質が多く分布していることが知られています。しかし、なぜその背中側に集中して白濁が発生するのか、何が隙間をつくる要因となっているのか、これまで明らかにされていませんでした。また、背白粒発生の対策として、窒素を追肥すると発生が抑えられることは、生産現場でも広く知られるようになりましたが、追肥すると、なぜ背白粒が減り、その代わりに白濁のない透明なお米（整粒）が増えるのか、そのメカニズムも不明のままです。

そこで、近年筑後・久留米研究拠点（筑後市）に整備された先端の温暖化適応技術開発実験施設内において高温環境を再現し、そこで世界初の試みとなる、成長中の玄米の背中側の胚乳1細胞での代謝産物分析（ピコリッタープレッシャープローブエレクトロスプレーイオン化質量分析法¹⁾）と、透過型電子顕微鏡観察とを組み合わせ、背白粒の白濁発生要因と追肥による発生抑制（玄米品質向上）のメカニズムを解析しました。

【研究の成果】

その結果、お米の背中側の胚乳細胞では、高温にあたった後、タンパク質合成が影響を受けていたことが分かりました。これにより、デンプンも貯蔵タンパク質も十分に貯まらず、本来貯蔵タンパク質を蓄積するはずのタンパク質貯蔵型液胞（PSV）を含む液胞様の細胞小器官が、デンプンとタンパク質を蓄積しないまま成熟期まで細胞質中に多数残った後、脱水することで、空隙ができ、お米の背中側が白濁することが分かりました¹⁾。

対照的に、予め窒素を追肥したイネでは、高温下でも、同じ背中側の細胞でタンパク質の合成が盛んに起こっていることが分かりました。これにより、デンプンと貯蔵タンパク質の両方が細胞内に隙間なく集積し続けた結果、白濁の発生が回避され（整粒になり）、お米の品質が向上することが明らかになりました¹⁾。

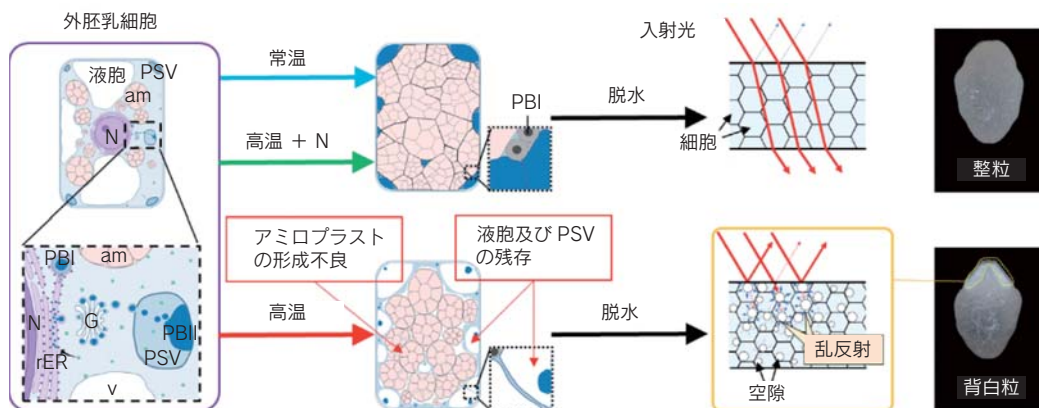
【おわりに】

今回のお米を対象にした細胞レベルの研究により、高温に伴って発生する背白粒と窒素追肥による発生抑制のメカニズムについての理解を大きく進展させることができました。今後、追肥後の葉の光合成の増加、葉からお米への糖の転流や、子実内のデンプン及びタンパク質合成等に関わっている遺伝子や酵素の特定を行うことで、高温登熟耐性品種の育成に貢献して参ります。

【引用文献】

¹⁾ Wada et al. (2019) *Journal of Experimental Botany* 70 (4), 1299-1311.

【水田作研究領域 和田博史】



高温に伴った背白粒の発生・窒素施与による玄米外観品質向上のメカニズム

お米の背側の胚乳細胞には他の部分と比べ、デンプンだけでなく貯蔵タンパク質（図中のPBIとPBII）が多く分布しています。高温下でタンパク質の合成が阻害されることによって、デンプンの合成と貯蔵タンパク質の合成の両方が滞ります。特に、貯蔵タンパク質タイプII（PBII）と呼ばれる貯蔵タンパク質は、タンパク質貯蔵型液胞（PSV）の中にグルテリンやグロブリンを集積させます。しかし、これが高温で阻害され、成熟期に至るまでPSVを含んだ液胞様構造が残存し続け、空隙（白濁）ができます。施肥により窒素レベルを上げると、高温下であっても、タンパク質合成が進行し、空隙の形成を回避することができます。図中のNは核、amはアミロプラスト（デンプン粒）、PSVはタンパク質貯蔵型液胞、rERは粗面小胞体、PBIは貯蔵タンパク質タイプI、Gはゴルジ体、vは液胞、を示しています。

研究成果の紹介

ミカンの脅威「カンキツグリーニング病」病原細菌培養法の開発

【はじめに】

カンキツグリーニング病(citrus greening disease ; huanglongbing)は、カンキツ樹(ウンシュウミカン、グレープフルーツなど)における「不治の病」として世界中で恐れられている病気です。熱帯、亜熱帯地域に広く発生しており、中南米やアジアを中心に被害が深刻化しています。国内においては、沖縄県と鹿児島県の奄美群島の一部(徳之島、沖永良部島、与論島)で発生が確認されています。この病気は、カンキツグリーニング病原細菌(*Candidatus Liberibacter asiaticus*)によって引き起こされ、感染すると数年間の潜伏期間を経て、葉に黄化症状が出てきて、最終的に枯れてしまいます。症状が進むと果実の品質や収量の低下なども出てきます。カンキツグリーニング病原細菌には有効な農薬が無いため、感染したカンキツ樹を早期に発見し、伐採するしか対策はありません。

【研究内容】

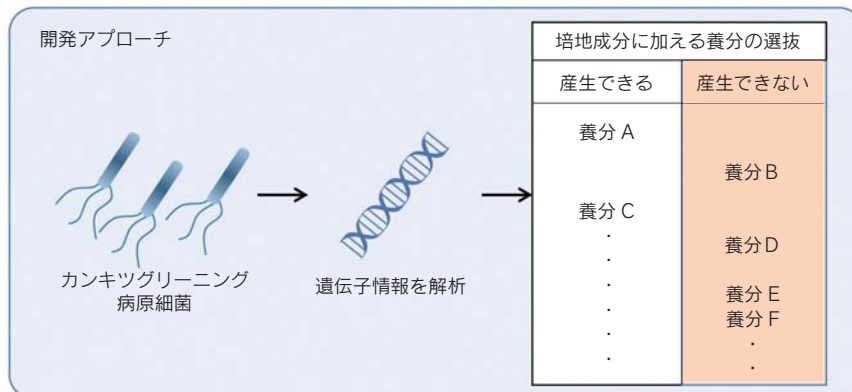
病原菌に対する治療法などを開発するためには、病原菌を培養する必要があります。しかしながら、カンキツグリーニング病原細菌については、これまで

で利用可能な培養法がありませんでした。そこで、カンキツグリーニング病原細菌の培養法の開発に取り組みました。まず、カンキツグリーニング病原細菌の遺伝子情報を解析し、病原細菌が自身で産生できない養分を特定しました。次に、病原細菌が自身で産生できない養分を培地成分として様々な養分の組み合わせを検討し、カンキツグリーニング病原細菌の培養を可能にする培地成分を決定しました(図)。

【おわりに】

新たに開発したカンキツグリーニング病原細菌の培養法により、病原細菌に対する抗生物質などの直接的な作用が解明できると期待されています。現在は、開発した培養法を応用して、カンキツグリーニング病原細菌の早期検出技術の開発にも取り組んでいます。これまでに低濃度で潜伏しているカンキツグリーニング病原細菌も検出できる可能性が見出されました。今後もカンキツグリーニング病による脅威を少しでも低減できるように研究を進めます。

【生産環境研究領域 藤原和樹】



カンキツグリーニング病原細菌が産生できない養分を培地成分に補うことで培養が可能になった。

図 カンキツグリーニング病原細菌培養法の開発アプローチ

研究成果の紹介

沖縄県産パインアップルのカロテノイド組成の品種・系統間差

【背景と目的】

沖縄県におけるパインアップルの生産額は約14億円、県内の農業生産額で第10位（平成27年度）と、重要品目に位置付けられています。戦後、缶詰加工を中心としたパインアップル産業は地域の基幹産業として発展しましたが、1960年代から生果、冷凍果実と輸入自由化の波にさらされ、1990年の缶詰輸入自由化で産地は大打撃を受けました。現在は、缶詰加工用から単価の高い生食用への転換が進められており、生食用の生産割合は年々増えています※。

生食用では、加工用に比べて果実の品質がより重要視されるため、市場のニーズに対応した高品質な品種の開発が求められています。鮮やかな黄色の果肉色が消費者に好まれることから、私たちの研究グループは、黄色の色素成分であり機能性成分でもあるカロテノイドに着目しました。本研究では、カロテノイド高含有品種の開発など高品質化に活用することを目的として、沖縄県産パインアップルのカロテノイドの含量や組成とそれらの品種による違いを調べました。

※「N67-10」は、缶詰加工用と生食用の兼用品種で、栽培面積の約60%（平成27年度）を占めています。近年、「ボゴール」（22%）や「ソフトタッチ」（16%）、「ゴールドバレル」（2%）などの生食用専用品種の栽培面積が増加しています。

【結果と考察】

沖縄県農業研究センター名護支所で収穫されたパインアップル（18品種・系統）の果肉に含まれるカロテノイドを高速液体クロマトグラフィーにより分析しました。その結果、果肉に含まれる主要なカロテノイドの種類は、ピオラキサンチン、9-*cis*-ピオラキサンチン、 β -カロテンであることがわかりました。また、18品種・系統をカロテノイド含量により分類すると、100g新鮮重あたりのカロテノイドの総量が概ね1,000 μ gを超える高蓄積タイプ（グループ1）、500~1,000 μ g程度の中蓄積タイプ（グループ2）、500 μ gよりも少ない低蓄積タイプ（グループ3）の3グループに分けられました。さらに、カロテノイド蓄積量によるグループ分けは、育種の現場で使用する見た目の6段階評価（白、帯黄白、黄白、淡黄、黄、濃黄）とよく一致し、果肉色の色調はカロテノイドの蓄積量によって決まることが裏付けられました。

本事業では、カロテノイド蓄積メカニズムの解明やDNAマーカーの開発等が進められており、カロテノイドをターゲットとしたパインアップル育種の進展が期待されます。

本研究は2013~2015年度気候変動対応型果樹農業技術開発事業（沖縄振興特別推進交付金）により実施されました。

【作物開発利用研究領域 菅原晃美】

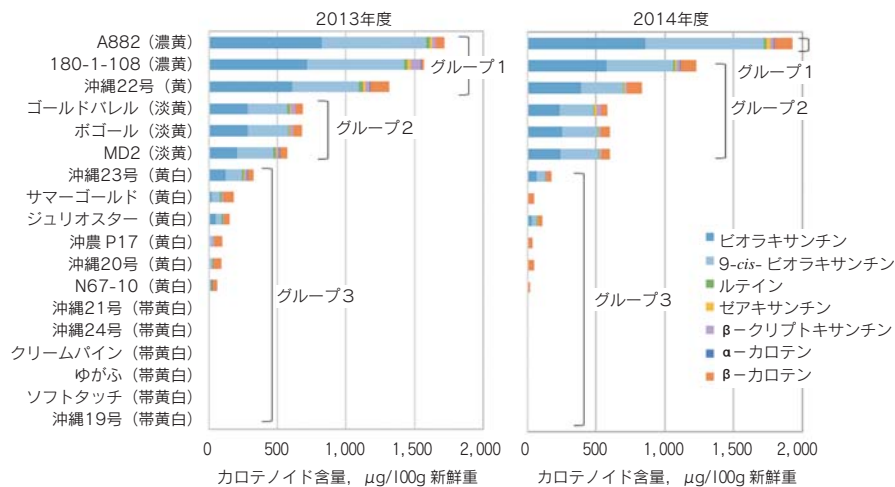


図 パインアップルの果肉に含まれるカロテノイドの品種・系統間差

沖縄県農業研究センター名護支所で栽培した自然夏実（11~12月の自然条件下、短日と低温で花芽分化し、翌年7~8月に成熟する果実）を適熟で収穫した。棒グラフは2~5個体の平均値。グループ1~3の分類は、各品種・系統のカロテノイド7成分の含量を変数としたクラスター分析による。

研究成果の紹介

ロータリーキルン式バーナーによる肉牛ふん堆肥の熱エネルギー化

【はじめに】

平成28年に新たなバイオマス活用推進基本計画が策定され、家畜排せつ物に関しては堆肥等の利用に配慮しつつ、地域の実情に応じて炭化・焼却処理やメタン発酵ガスなどによる高度エネルギー化を推進し、2025年に約90%の利用を目指しています。また、家畜排せつ物や木質等のエネルギー化は、2015年の国連サミットで採択された持続可能な開発目標(SDGs)の第7番目標に貢献できます。畜産草地研究領域畜産環境・乳牛グループでは、肉牛ふん堆肥を燃焼し、熱エネルギーに変換する技術を開発し、「ロータリーキルン式バーナーによる肉牛ふん堆肥の燃焼マニュアル」を公表しました。

【結果】

ロータリーキルン(回転窯)式バーナーの性能と価格は、堆肥を約30kg/h処理する仕様で約400万円です。肉牛ふん堆肥の直接燃焼では、燃焼後の排ガス中のNO_x(窒素化合物)濃度を下げるため、肉牛ふん堆肥とオガクズを乾物重量比5:5で混合、また、燃焼時の炉内への付着や灰が塊になることを防ぐために炭酸カルシウムを10%添加し、ペレット状に固形燃料化します。固形燃料は約1,100℃の温度に耐えられます。固形燃料製造コストは、堆肥を乾物1t当たり7,000円で購入する条件等で、約20円/kgです。固形燃料の1MJ当たりのエネルギー価格は1.4円は、A重油の2.2円よりも安価です。炭酸

カルシウムの代わりに、添加割合を検討する必要がありますが、鶏ふんを利用することも可能と考えられます。

固形燃料の燃焼温度は890~930℃、排気酸素濃度は10.5~13.1%で、2次空気量を多くすると燃焼温度は低下、酸素濃度は増加します。排気中のSO_xは、規制基準以下でほとんど検出されません。産業廃棄物処理施設の維持管理上のCO濃度100ppm以下、大気汚染防止法の窒素酸化物(NO_x)排出基準(O₂=6%換算値)350ppm以下の条件を満たす、1次空気:2次空気の最適配分割合は2.9:1となります。燃焼灰はカリと比べリン酸を多く含み、リン酸肥料の代替資材として利用が可能です(2015年度研究成果情報「リン酸肥料代替資材としての畜ふん燃焼灰」)。

【おわりに】

燃焼によって得られた熱エネルギーを利用して固定買取制度を使った発電も可能ですが、バイオマス発電の発電効率は約20%なので、熱利用を主としたシステムを考える必要があります。ここで示したデータは熊本県菊池市の肉牛ふん堆肥を用いて得られたもので、NO_x濃度等は堆肥に含まれる成分に関係するので、適宜確認が必要です。現在は、採卵鶏ふんの燃焼技術にも取り組んでいます。

【畜産草地研究領域 田中章浩】

(現:中央農業研究センター)

固型燃料製造工程

肉牛ふん堆肥	45.5%
オガクズ	45.5%
炭酸カルシウム	9.0%

材料混合と水分調整



水分を25~30%に調整

各元素の質量分率 (%)

項目	N	C	H	O	S
肉牛ふん堆肥	2.2	36.4	5.0	43.1	0.3
オガクズ	0.1	47.4	6.1	42.7	0.1

成形機



ダルトン、F-40

2次乾燥(ハウス乾燥)



水分を15%以下にする

熱エネルギー化

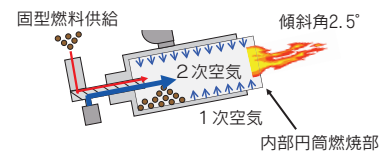


固型燃料

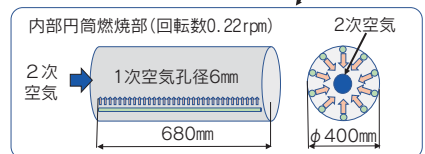


直径8mm、長さ10mm

ロータリーキルン式バーナー



エム・アイ・エス、Joule-R-100
寸法:直径670mm、長さ1950mm



「ロータリーキルン式バーナーによる肉牛ふん堆肥の燃焼マニュアル」

URL http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/130159.html

「リン酸肥料代替資材としての畜ふん燃焼灰」

URL http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/karc/2015/karc15_s18.html

品種の紹介

暑さと害虫に強い多収水稻新品種「つやきらり」の育成

【はじめに】

西日本では、水稻の良質・安定生産のため、暑さ（高温登熟）と害虫に強い水稻品種の育成が求められています。農研機構九州沖縄農業研究センターは、高温条件下においても玄米外観品質が優れ、害虫のトビイロウンカに対する抵抗性に優れている新水稻品種「つやきらり」（平成30年3月30日に品種登録出願）を育成しました。



写真1 「つやきらり」の草姿
「きぬむすめ」（左の2列）と「つやきらり」（右の3列）。



写真2 トビイロウンカ抵抗性試験
弱い系統（左上半分）と「つやきらり」（右下半分）。

【品種の特性】

「つやきらり」の熟期は、代表的な良食味品種である水稻品種「きぬむすめ」より少し遅い熟期の“やや早”です（表1、写真1）。稈長は「きぬむすめ」と同程度で、穂長が約1cm長く、耐倒伏性は「きぬむすめ」より優れ、倒れにくい品種です。玄米収量（玄米重）は「きぬむすめ」より約7%多収で、玄米の千粒重は「きぬむすめ」より2g程度重いです。高温登熟耐性は“やや強”で「きぬむすめ」より玄米外観品質が優れ、害虫のトビイロウンカに対しても“中”程度の抵抗性を持っています（写真2）。炊飯米の食味は、「きぬむすめ」に近い良食味です。炊飯米の表面が少し硬い特徴があり、寿司米にも適しています（写真3）。

【おわりに】

「つやきらり」は、多収で高温登熟耐性が優れ、トビイロウンカに強いことから安定生産が期待できます。栽培適地は東海以西です。現在、福岡県、熊本県、島根県、福井県等で試作が行われています。また、外食・中食産業用において、炊飯米が硬めという特徴を活かした用途での利用が期待できます。

【水田作研究領域 竹内善信】



写真3 「つやきらり」のにぎり寿司

表1. 「つやきらり」の栽培特性

品種名	出穂期 (月・日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	倒伏 (1無倒伏-5完全倒伏)	玄米重 (kg/a)	同左比率 (%)	千粒重 (g)	食味 (5優-5劣)	高温登熟耐性	トビイロウンカ抵抗性
標肥栽培 (2009~2017年)											
つやきらり	8.23	80	18.8	313	0.0	56.3	107	23.3	-0.14	やや強	中
きぬむすめ	8.22	80	18.0	349	0.3	52.7	100	21.2	-0.11	中	不明

移植日は、6月15日~23日。標肥栽培のチッソ成分；0.80kg/a。食味評価は、2009~2013年は「コシヒカリ」基準、2014~2017年は「ヒノヒカリ」基準で実施。農研機構九州沖縄農業研究センター筑後・久留米研究拠点（筑後）にて栽培。

品種の紹介

暖地に適した赤大豆品種「ふくあかね」

【開発の背景】

大豆の中でも黒大豆や青大豆など、一般的な黄大豆と比べ、有色の種皮を有する色豆は地域の特産品として利用しやすく、生産規模は小さいながらもブランドとして定着しています。しかし、「丹波黒」、「いわいくろ」など一部の黒大豆を除いては栽培面積も少なく、また、栽培適地でない品種が作付けされる場合もあり、収量や品質が不安定となる要因となっています。そのため、不作の年には原料確保が難しく、販売期間や販売品目の縮小を余儀なくされています。このような状況を改善するため、これまでに当センターでは青大豆「キヨミドリ」や黒大豆「クロダマル」を育成し、九州を中心に普及を進めています。

今回、これまで暖地での栽培に適した優良品種がなく、生産者、実需者から育成を強く要望されていた赤大豆の新品種「ふくあかね」を2018年に育成したので、その特性について紹介します。

【品種の特徴】

「ふくあかね」は在来の赤大豆「竹田在来87E」を母とし、大粒の黄大豆育成系統「九交980-11」を父とする交配組合せから育成された、暖地での栽培に適した初の赤大豆品種です。

「ふくあかね」の成熟期は九州の標準的な栽培では、11月10日前後となり、「クロダマル」より早熟で、子実収量は「クロダマル」とほぼ同程度です。子実の大きさは「ふくあかね」の交配親「竹田在来87E」や熊本県下で栽培されている在来の赤大豆「紅大豆」に比べ大きく、光沢のある、明るい赤色をしています（写真1）。この子実の赤色を活かし、甘納豆、煎り豆、豆腐、ゆば、煮豆などの作成が可能です（写真2、3）。

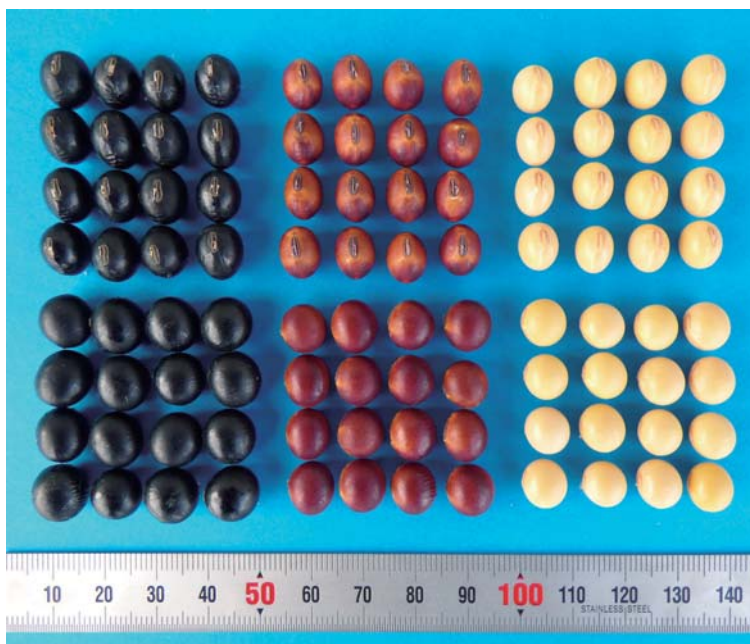
【栽培上の留意点】

「クロダマル」「フクユタカ」より草丈が長く、やや倒伏しやすいので、密植にせず、中耕・培土を適期に行うようにして下さい。また、青立ち株の発生がやや多い傾向にあり、適切な土壌水分管理や害虫防除に心がけて下さい。

【おわりに】

「ふくあかね」は、熊本県下で「紅大豆」を生産する2グループでも試作を行った結果、収量性や子実品質が「紅大豆」より優れていたことから、「ふくあかね」への置き換え（約4ha）を進めており、「ふくあかね」を使った各種加工品が物産館等で販売されています。

【作物開発利用研究領域 高橋将一】



クロダマル

ふくあかね

フクユタカ

写真1 子実の外観



写真2 「ふくあかね」のゆば豆腐



ふくあかね

トヨムスメ
(黄大豆)

写真3 煮豆

イベント開催のお知らせ

◆一般公開（合志地区）のご案内

日時 令和元年10月19日（土）
9時30分から14時30分まで
会場 農研機構九州沖縄農業研究センター
〒861-1192 熊本県合志市須屋2421
Tel 096-242-7682
テーマ 「世界に船出、九州沖縄の農業」
参加費 無料



◆一般公開（筑後地区）のご案内

日時 令和元年10月26日（土）
10時00分から14時30分まで
会場 農研機構九州沖縄農業研究センター
筑後・久留米研究拠点（筑後）
〒833-0041 福岡県筑後市大字和泉496
Tel 0942-52-3101
テーマ 「スマート農業を見てみよう
—スマート農業ってなに?—」
参加費 無料



◆九州沖縄地域マッチングフォーラム開催のご案内

日時 令和元年8月28日（水）
10:00~16:30（受付9:30~）
会場 長崎大学 環境科学部 2階
〒852-8521 長崎県長崎市文教町1-14
テーマ
第1部（10:20~）
「加速するスマート農業の展開」
第2部（14:10~）
「技術と品種を活用した市場の開拓」
参加費 無料

（内容）
第1部では、九州沖縄地域のスマート農業実証課題から4つを取り上げ、温州みかん、米・麦・大豆、露地野菜（ごぼう、にんじん等）及び茶を対象とした取り組みを紹介しします。
第2部では、ビワ葉と茶葉からの高機能性飲料の開発及びもち性大麦新品種「くすもち二条」の開発を取り上げ、普及の取り組みも紹介しします。
13時からはポスターによる研究成果の紹介と技術相談もあります。

詳細は、農研機構のホームページをご覧ください。

昨年（平成30年）のマッチングフォーラム（熊本県開催、会場は東海大学熊本キャンパス）



農林水産省からの施策説明



研究成果発表



ポスター展示



総合討論

農研機構九州農研ニュース
NO. 62
令和元年7月31日発行

編集・発行

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
九州沖縄農業研究センター企画部
〒861-1192 熊本県合志市須屋2421
TEL 096-242-7682 FAX 096-242-7543
公式ウェブサイト <http://www.naro.affrc.go.jp/karc/>