

くろっぴ ニュース

次世代作物開発
研究センター

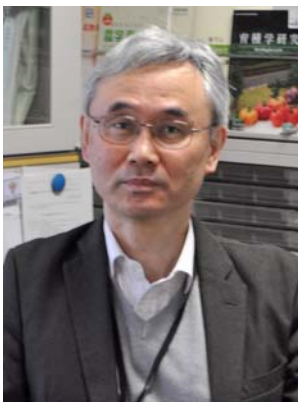
55
2017. 2

- ◆ 巻頭言
- ◆ 研究紹介
- ◆ 研究成果
- ◆ 活動の報告

- 次世代作物育種のフロンティアに挑む—基盤研究領域の役割—
- イネ・コムギの突然変異ライブラリーの作出と変異体スクリーニング
- 低温糊化でん粉を含むサツマイモ「クイックスイート」のマルトース生成メカニズム
- 第8回東アジア作物科学セミナーを開催
- 放射線育種場で一般公開を開催
- アグリビジネス創出フェア2016に出展

次世代作物育種のフロンティアに挑む —基盤研究領域の役割—

基盤研究領域長
松本 隆



基盤研究領域は作物のゲノム情報等を活用し、先進的な育種技術や有用な育種素材の開発を行い、新品種開発の加速化に貢献する事を目的としています。

最も基盤的な情報であるゲノム情報においては、ムギ等のまだゲノム

情報の整備が十分でない作物について高精度な解読を行い、ゲノムワイドにDNAマーカーを作成し、大規模な遺伝子型解析を可能にする技術を開発します。また、遺伝子の働きを網羅的に測定したトランスクリプトーム情報、タンパク質の網羅的解析によるプロテオーム情報等の研究基盤を高度化し、これらの“オミックス”情報を利用して、作物の生育状態を予測し、育種選抜に必要な指標を開発します。

新しい育種素材の開発は新たな品種の開発にとって非常に重要ですが、様々な遺伝資源等から作成した実験解析集団、化学物質処理等で人為的な変異を起こさせた突然変異集団を作成し、

分子生物学的手法や遺伝解析手法によって、作物の品種改良にとって有用な遺伝子を探索し、その遺伝子の分子機構を解明し、有用形質を正確・迅速に選抜するためのDNAマーカーを開発し、我が国の育種関係者に公開して広く使ってもらえるように取り組みます。

また、次世代の育種法を開発を目指し、自殖性作物においてゲノムを効率的に混合する系を構築するとともに、多数の遺伝子が関与する農業形質に対して高度な情報解析技術を適用してゲノム選抜等によって優れた交配組み合わせを予測し、優れた個体を選抜する技術の開発を行います。

このように、基盤研究領域は新規DNAマーカー・育種素材の開発等を通じて現在の作物育種の課題の解決に取り組むと同時に、新たな育種素材の開発、新たな育種法を開発を通じて作物育種のフロンティアにチャレンジしています。このような基盤技術はセンター内外の農業現場における作物品種開発に活用されてはじめて意味を持ちます。今後とも他の領域、あるいは他のセンター・部門との積極的な共同研究を心がけて参りますので、皆様のご協力をお願いいたします。

イネ・コムギの突然変異ライブラリーの作出と変異体スクリーニング

基盤研究領域 杉本和彦

突然変異育種は古くから取り組まれている育種法の一つです。一時期はかなりの栽培面積に達したイネ品種「レイメイ」や、黒斑病抵抗性のナシ品種「ゴールド20世紀」、近年では半モチのイネ品種「ミルキークイーン」などが知られています。しかしながら、突然変異の育種利用は必ずしも主役にはなっていません。いくつか理由は考えられますが、一つは、大きな変異体集団から選抜を行うため、品種育成で求められるような微妙な差異を示す系統の取得が難しく、どうしても、目に見える変異体の利用が主になってしまうことがあげられます。IAEAの報告書では、2009年までに3000程の品種が突然変異育種で育成されましたが、その多くが半矮性や耐病性であることからわかります。

一方、この10年ほどは遺伝子に関する知見も増えたこともあり、変異体集団からDNAを抽出し、逆遺伝学的に狙った遺伝子に変異が入った個体、系統を選抜できるようになりました。こうすることにより、まずは、遺伝子の配列から絞り込むために、解析対象となる個体数は大幅に減り、詳細に評価することが出来るようになります。そのため、効果そのものは控えめながら、副作用の少ない変異体を取得することが可能になると考えています。また、近年は農業形質を制御する量的形質遺伝子(QTL)の単離も進んでいることから、QTLをそのまま育種素材として利用することはもちろん、QTLに変異を入れることにより効果の強いもの、あるいは、控えめなものと言った、バリエーションを創り出すことも可能です。さらに、QTLの下流や上流の因子を分子生物学的な手法により特定し、そこに、変異を誘導する、あるいは、モデル植物の研究でわかった遺伝子の同祖体に変異を誘導することでも新しい育種素材の開発につながります。そのため、突然変異の育種利用が新しいフェーズに入ったと考えます。

基盤研究領域では、最も栽培面積の広いイネ品種であるコシヒカリをメチルニトロソウレア(MNU)などの化学変異源で処理した変異体集団(およそ1万2千系統)、あるいは、同様に最も広く栽培されているコムギ品種「きたほなみ」にγ線照射やエチルメタン sulfon酸(EMS)処理を施した変異体集団(およそ6千系統)を育成し、DNAを抽出しました。これらの

集団から標的とする遺伝子に変異を持つ系統をTILLING法、HRM法、あるいは、PCR法により選抜してイネ・コムギの育種素材開発に利用しており、今後の品種改良への突然変異体の利用が期待されます。

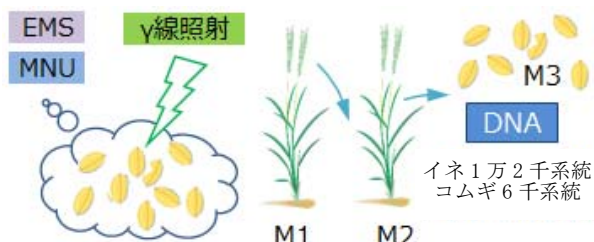


図1. 変異体ライブラリーの構築
イネやコムギの種子を変異源で処理し、2世代栽培してM2個体からDNAを取り、M3種子を採種・保管する。

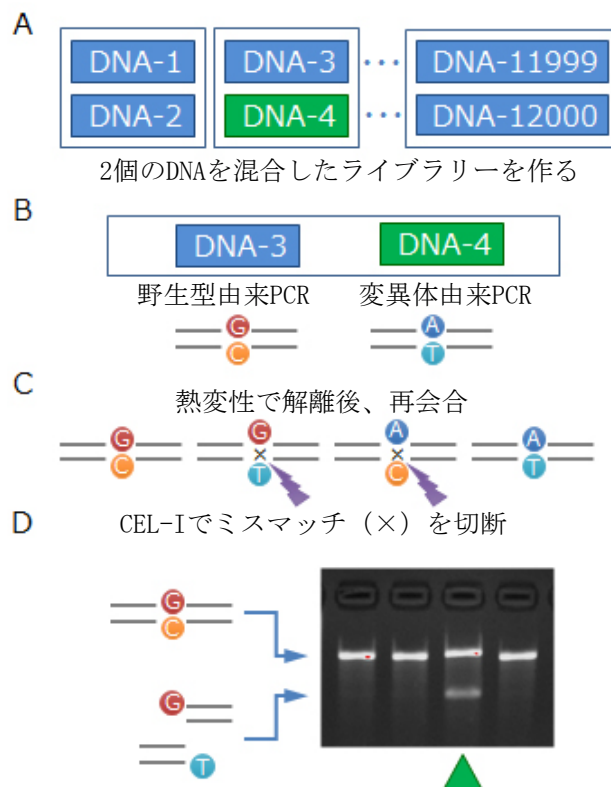


図2. 変異体を選抜する
A) 抽出したDNAを2つずつ混合した選抜用のDNAを用意し、標的の遺伝子をPCRで増幅する。
B) 変異体のDNA(緑)が混ざった場合、2種類の配列が増幅する。
C) 熱でDNAの二本鎖をばらばらにし、温度を下げて二本鎖に戻すと、ミスマッチがあるDNAができる。
D) ミスマッチ部分を特異的に切断するCel-Iで処理し、電気泳動法で大きさで分離すると、ミスマッチがあるPCR産物は切断され、下の方にバンドが見える。ここに変異体があることがわかる。

低温糊化でん粉を含むサツマイモ「クイックスイート」のマルトース生成メカニズム

畑作物研究領域 中村善行

サツマイモ「クイックスイート」は塊根(いも)に含まれるでん粉の糊化温度が「ベニアズマ」等の従来品種より格段に低く、その名の通り、加熱時間が短くても甘くなる特長を有します。サツマイモが加熱されて甘くなるのは、でん粉が糊になり、内在酵素(β-アミラーゼ)によって分解され、マルトース(麦芽糖)が生成するためです。「クイックスイート」のようにでん粉糊化温度が低いと、マルトース生成が早く始まり、生成量が増すと考えられます。そこで、「クイックスイート」と従来品種「ベニアズマ」におけるマルトース生成のメカニズムをでん粉の糊化やβ-アミラーゼ活性の変化に注目して比較検討しました。

【でん粉糊化特性の違い】

「クイックスイート」と「ベニアズマ」の塊根(いも)組織細胞内ででん粉の糊化が本格化する温度は「クイックスイート」では約50℃、「ベニアズマ」では約80℃でした(図1)。

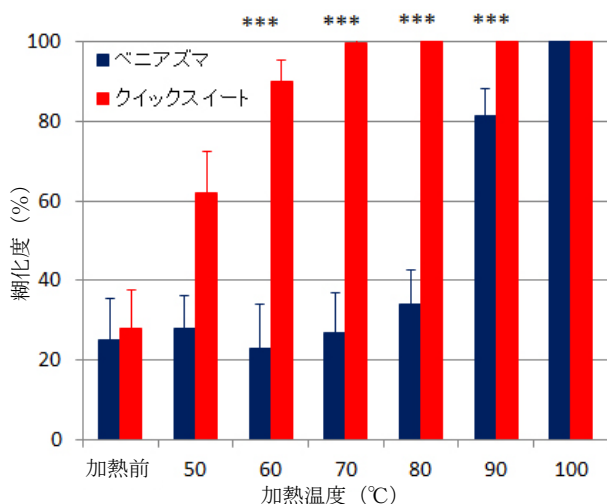


図1. 塊根の加熱温度と組織内でん粉の糊化度 (n=6)
*** : 品種間で0.1%水準の有意差 (日食科工誌 61(2):62-69の図6)

【マルトース生成の機序】

温度を変えて加熱した「ベニアズマ」と「クイックスイート」の塊根組織片のマルトース含量は「クイックスイート」では約50℃で、「ベニアズマ」では約80℃で顕著に増加しました(図2)。

すなわち、「クイックスイート」では「ベニアズマ」より30℃ほど低い約50℃からでん粉糊化が始まり、マルトースが生成すると考えられました。

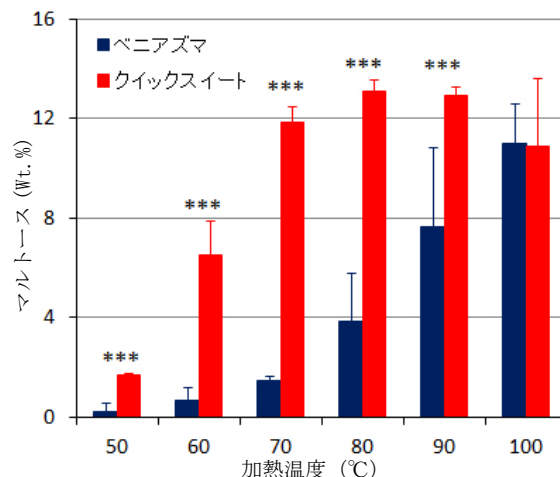
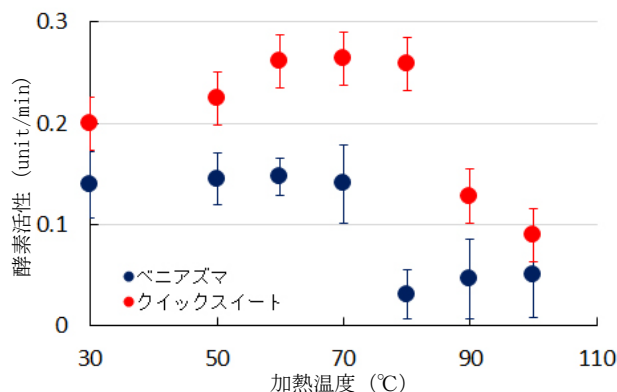


図2. 塊根の加熱温度とマルトース含有率 (n=8)
*** : 品種間で0.1%水準の有意差 (日食科工誌 61(2):62-69の図4を改変)

【β-アミラーゼ活性の変化】

加熱した塊根(いも)から抽出した酵素β-アミラーゼの活性を調べると、「クイックスイート」では80℃で加熱しても活性が維持されたのに対し、同じ温度で「ベニアズマ」の活性は加熱前の1/4以下に低下しました(図3)。酵素自体の耐熱性は両品種で違いが見られなかったことから、でん粉糊化のタイミングの違いが酵素活性の維持に関与しているものと推察されました。



unit: mmol maltose/mg protein in enzyme solution
図3. 加熱温度と加熱塊根のβ-アミラーゼ活性 (n=10)
(日食科工誌 61(2):62-69の表2を改変)

【まとめ】

糊化温度の低いでん粉を含むサツマイモ品種「クイックスイート」ではマルトース生成がより早く始まるうえに、生成に関与する酵素の活性がより高温まで維持されてマルトースの生成を持続するため、生成量が増すことが明らかになりました。

活動の報告

第8回東アジア作物科学セミナーを開催（2016年10月27日～28日）

中国江蘇省揚州において、第8回東アジア作物科学セミナーを中国農業科学院作物科学研究所及び韓国農村振興庁作物研究所と共催しました。本セミナーでは日中韓の作物開発に関わる研究者が一堂に会し、



「ゲノム情報を品種改良に活かす」をテーマに、稲、大豆、小麦などの病害抵抗性、収量性や品質、遺伝資源の活用技術の開発を中心に、15件の研究発表を行い、活発に討論しました。

地球温暖化などによって作物開発の解決すべき問題が大きくなる状況下で、本セミナーはゲノム情報を活用した品種開発に弾みをつける良い機会となりました。

放射線育種場で一般公開を開催（2016年11月5日）

「新しい植物をつくる」をテーマに、茨城県常陸大宮市にある次世代作物開発研究センター放射線育種場で一般公開を開催しました。開催内容は、放射線育種場の研究によってこれまでに育成された農作物品種や研究成果の紹介のほか、未来の新品種を作り出すために運営しているガンマーフィールド照射施設を間近にご覧いただける見学会、実験コーナー「放射線を見てみよう」、ダッタンそばのポン菓子をプレゼントをするなどでした。関心のある方々からは熱心な質問を受けるなど、当所にとっても有意義な公開日となりました。交通不便な場所でしたが、来場された皆様に感謝申し上げます。



放射線育種場における研究成果の紹介(新品種、パネル展示)

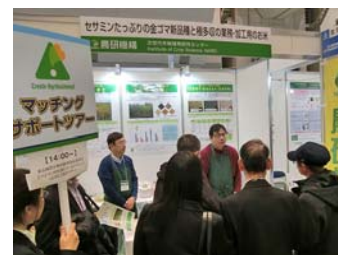
アグリビジネス創出フェア2016に出展（2016年12月14日～16日）

東京ビッグサイトで開催された「アグリビジネス創出フェア 2016」に出展し、当所育成の新品種紹介を行いました。超多収で作りやすく倒伏しにくい業務・加工用水稲品種「とよめき」の展示は関心を集め、「とよめき」の炊き込みご飯（パエリア）の試食では、粘りが少ないけど美味しい、パエリア、チャーハン、ピラフや寿司米に向いている、白米でも美味しいなど好評で、また、金ごま品種「にしきまる」の展示も人気があり、「にしきまる」入りのクッキー（ラング・ド・シャ）の試食でも、香りがよい、ごまの風味が強い、美味しいなど好評でした。生産者、食糧関連会社、国・県など関係者の方々との討議も有意義で、貴重な御指摘も頂戴して当所が勉強になった点もありました。「とよめき」を栽培したい、業務用米として購入したいなど、種子の入手や価格の問合せも多数あり、今後の「とよめき」の栽培・普及が期待されます。

「セサミンたっぷりの国産ゴマ」の講演やマッチングサポートツアーでも、研究成果をご来場の皆様に紹介でき、新品種普及のためには、展示会などで積極的に宣伝する重要性を再認識しました。



ごま品種の紹介



マッチングサポートツアーでの説明

※お知らせ

次世代作物開発研究センターは作物研究所と農業生物資源研究所の一部が合併して、2016年4月から新たに発足しました。