

平成 30 年 3 月 9 日

記者会見のお知らせ

(2018 年日本育種学会第 133 回春季大会における発表課題)

1. **発表日時**：平成 30 年 3 月 16 日（金曜日）14：00～15：30
(本記者発表に関わる記事解禁は、3 月 16 日の発表後 18：00 からとさせていただきます)
2. **発表場所**：東京大学弥生講堂アネックス・エンゼル研究棟講義室（別紙参照）
(東大農学部正門入って左 http://www.a.u-tokyo.ac.jp/yayoi/plan_annex.html)
3. **出席者**
日本育種学会幹事長 大澤 良
(筑波大学・生命環境科学研究科 生物圏資源科学専攻 教授)
日本育種学会庶務幹事 有村 慎一
(東京大学・大学院農学生命科学研究科 生産・環境生物学専攻 准教授)

4. 発表内容の紹介

育種学は作物の品種改良の技術基盤とその理論を追究する学問領域です。一般社団法人日本育種学会(会員数約 2,000 名)は、育種に関する研究および育種技術の進歩、研究者の交流と協力、および知識の普及をはかることを目的として活動しています。

本発表内容は 3 月 25 日（日曜日）、26 日（月曜日）に九州大学箱崎キャンパスで行われる日本育種学会 2018 年春季大会で発表予定のものです。合計 239（口頭発表 109 題、ポスター発表 130 題）の講演課題の中から選定された 3 課題について発表させていただきます。どうぞよろしくお願いたします。

発表タイトル：

- (1) 「レジスタントスターチ含量が高い米粉用水稲「ちくし粉 85 号」の育成」
- (2) 「イネ長穂性を制御する遺伝子 Pr15 の機能解析」
- (3) 「イネにおける変異誘発育種技術間のゲノム内変異発生数の比較」

※詳細は別紙をご参照ください。講演要旨集は当日配布いたします。

問い合わせ先：

有村 慎一（東京大学・大学院農学生命科学研究科 生産・環境生物学専攻 准教授）
電話：03-5841-8158
FAX：03-5841-5183
E-mail: arimura@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

1. 話題

新たな機能性をもつ米の開発に向けて

2. 講演タイトル

レジスタントスターチ含量が高い米粉用水稻「ちくし粉 85 号」の育成

3. 発表者

山口 修¹・石橋正文¹・宮原克典¹・和田卓也¹・坪根正雄¹・井上 敬^{1,2}・尾形武文^{1,3}・宮崎真行^{1,4} (1. 福岡県農林業総合試験場, 2. 福岡県北九州普及指導センター, 3. 福岡県農林業総合試験場豊前分場, 4. 福岡県農林水産部)

4. 発表概要

水稻作において、主食用米の消費が年々減少する中、消費の拡大が見込まれる新規用途米の生産が求められています。その中で米粉は、小麦粉を原料とする製品に活用することで、新たな需要につながり生産が増えてきましたが、近年は減少傾向にあります。今後の米粉利用拡大のためには、新たな需要を喚起することが重要であり、特徴ある形質を有した米粉用品種の開発が求められていました。

これまでに、低糖質で、血糖値上昇が緩やかになるなど、生活習慣病予防効果のあるレジスタントスターチ（難消化性デンプン：RS）含量が高い米粉用品種「EM10」が九州大学で開発されたものの（2014 年品種登録）、収量性が低いため普及には至っていませんでした。

そこで福岡県では、主食用品種並みの収量性を有する高 RS 米粉用品種「ちくし粉 85 号」を育成しました。今回の発表では、「ちくし粉 85 号」の育成経過や品種特性について報告します。

5. 発表内容

「ちくし粉 85 号」は 2005 年に福岡県農業総合試験場において、中生、多収の「フ系 2032」を母、デンプン枝付酵素遺伝子（Branching Enzyme II b）の変異体と推定され、アミロペクチン側鎖が長く高 RS の「EM129」を父として人工交配を行い、その後選抜と固定を図りました。2013 年以降は「ちくし粉 85 号」の系統名で生産力検定試験、特性検定試験に供試し、その結果成績が良好であったため、2017 年 6 月に品種登録出願を行い同年 9 月に出願公表されました。

「ちくし粉 85 号」は、主食用で米粉にも使われた多収品種「ニシホマレ」と比較して、成熟期が 11 日遅い「晩生」に属するうるち種です。「ニシホマレ」より耐倒伏性は弱く、収量性は 8% 低収で、千粒重はやや軽いですが、既存の高 RS 品種である「EM10」より大幅に多収で、主食用品種並みに収量性が改善されています。玄米の

粒質（外観）は、一般のうるち米が透明な「結晶質」に対し、「ちくし粉 85 号」はうるち米ですが、もち米のように白い「粉状質」です。玄米 RS 含量は「ニシホマレ」が 0.4% とほとんど含まれないのに対し、「ちくし粉 85 号」は 17.1% と極めて多く含まれています。原料に「ちくし粉 85 号」の米粉を 50% 使ったビスケットを用いて、ヒトでの食後の血糖値測定試験を実施すると、一般の主食用品種「ヒノヒカリ」に比べ「ちくし粉 85 号」は、食後の血糖値上昇が緩やかでした。

本品種は、米粉の新たな需要拡大につながるだけでなく、これまでにない高 RS 米の機能性を活かした米粉製品を開発することができ、医福食農連携をとおして国民の健康や農業の 6 次産業化に寄与することが期待されます。

6. 発表雑誌

Breeding Science vol.68 (2018) (印刷中)

福岡県農林業総合試験場研究報告 第 4 号 (2018) (印刷中)

7. 注意事項

本研究は実用技術開発事業（2008～2012 年）、福岡県新製品・新技術創出研究開発支援事業（2013～2014 年、鳥越製粉(株)との共同研究）を活用して行われました。

8. 問い合わせ先

福岡県農林業総合試験場 農産部 山口修

〒818-8549 福岡県筑紫野市大字吉木 587

TEL 092-924-2937 FAX 092-924-2981

E-mail osamuy@farc.pref.fukuoka.jp

9. 用語説明

①レジスタントスターチ（難消化性デンプン：RS）

消化されにくいデンプン。本品種のレジスタントスターチは、デンプンを構成するグルコースが枝分かれした構造のアミロペクチン（一般のうるち米ではデンプンの約 8 割を占め、残り 2 割は枝分かれしないアミロース。もち米のデンプンはすべてアミロペクチン）において、短い枝をつくるデンプン枝付き酵素 BE II b が働かなくなることで、結果的に長い枝の割合が多くなり、構造的に消化酵素で消化しにくくなっている。

レジスタントスターチはデンプンから糖へ消化されにくいことで、血糖値の上昇が穏やかになったり、大腸へ到達して腸内環境が改善する効果があるといわれている。

10. 添付資料

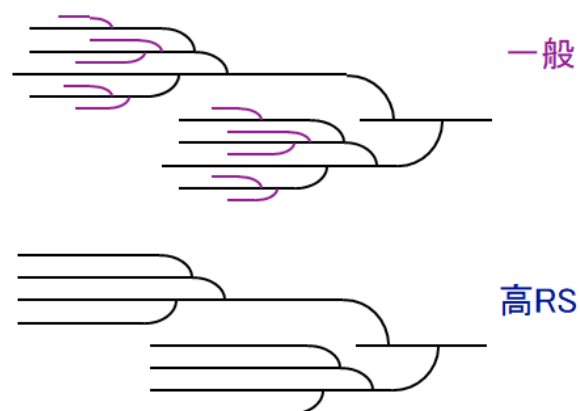


図 一般米と高RS米のアミロペクチンの構造 (イメージ)

1. 話題

イネの穂の大きさを制御する遺伝子を発見
～多収イネ品種育成への応用に期待～

2. 講演タイトル

イネ長穂性を制御する遺伝子 *Pr15* の機能解析

3. 発表者

縣歩美¹、保浦徳昇²、安藤考紀¹、藤城靖子¹、池田真由子²、松岡信²、土井一行¹、
北野英己²

(1. 名大院生命農学、2. 名大生物機能開発利用研究センター)

4. 発表概要

本研究発表では、穂の大きさを制御する遺伝子 *Pr15* の単離・同定とその機能解析を行った結果について報告します。

イネの穂は、収量に直接影響を与える重要な器官です。穂は中心の穂軸から枝分かれ(分枝)を重ねた構造をしており、その枝の先端に穎果(粳)をつけます。そのため、一穂あたりの粳数やその着粒パターン、穂の大きさも収量決定の重要な要因となります。これまでに、一穂あたりの粳数や分枝数の増加に関わる遺伝子はいくつか同定されてきましたが、穂の大きさ(穂軸や枝の長さ)に関わる遺伝子についての報告はあまり有りませんでした。

過去に同定された穂の大きさを制御する遺伝子としては、*DEP1* 遺伝子が知られています。*DEP1* 遺伝子は多面的な効果を持っており、穂を小さくする一方で、穂に着く粳の数を増やします。小さな穂にぎっしり粳をつける密な穂を作ることができるため、収量向上に繋がるとして、中国では高収量イネ品種の育成に好まれて用いられています。しかしながら、日本のように降水量が多く湿度も高い地域では、このような密な穂は適していません。密な穂は風通しが悪く、簡単にカビが生えて病害が発生しやすくなるからです。

そこで、日本のような高温多湿な気候でも高収量性のイネを作出するには、粳の数を増やすと同時に穂を大きくすることが重要と考え、*Pr15* 遺伝子を同定しました。穂を大きくする *Pr15* 遺伝子と、一穂あたりの分枝数の増加に関わる遺伝子を組み合わせることで、穂の密度を適切に保ったまま収量性が向上し、湿度の高い土地にも適した高収量性イネが作出できる可能性を明らかにしました。

5. 発表内容

演者らはこれまでに、QTL解析によって第5、6染色体に穂の大きさに関わる2つのQTL (*Panicle rachis length 5*; *Pr15*, *Panicle rachis length 6*; *Pb16*)が存在することを明らかにしてきました。*Pb16*は穂の形成に関わり収量向上にも繋がることで知られる既知の遺伝子であったため、今回は*Pr15*の同定を試みました。

遺伝学的な手法(マップベースクローニング)を用いて、長穂性品種 ST-1 から*Pr15*の候補遺伝子を見いだしました。日本の一般的なイネ品種である日本晴にこの遺伝子を過剰発現させたところ、穂が大きくなったことから、*Pr15*遺伝子が穂の大きさを制御する遺伝子であることが明らかになりました。遺伝子配列検索の結果、*Pr15*遺伝子はGA20酸化酵素遺伝子(*OsGA20ox-4*)であることが明らかになりました。GA20酸化酵素遺伝子は、イネ版「緑の革命」で有名なイネの草丈を制御する*SD1*遺伝子(*OsGA20ox-2*)の相同性遺伝子で、細胞分裂や細胞伸長を促進する植物ホルモンであるジベレリンの生合成に関わる重要な遺伝子です。*Pr15*遺伝子は穂で特異的に発現し、ST-1においてその働きが強まることでジベレリンの合成量が増加して、草丈には影響を与えずに穂が大きくなっていました。

また、日本の栽培品種であるコシヒカリを遺伝的背景に、ST-1の*Pr15*遺伝子領域を戻し交雑によって導入した準同質遺伝子系統(NIL; Near Isogenic Line)を作出したところ、穂が大きくなりました。さらに、*Pr15*遺伝子と収量性向上をもたらす*Pb16*遺伝子を組み合わせて導入したNILでは、穂が大きくなり収量性も向上することが確認されました。今回の例のように、これまでに発見されている一穂あたりの籾数や分枝数の増加に関わる遺伝子と、*Pr15*遺伝子を組み合わせて利用することにより、籾のつく密度を制御することで、日本のような高温多湿な栽培環境に適した多収イネ品種育成への貢献が期待されます。

6. 発表雑誌

準備中

7. 注意事項

本研究成果は、グリーン自然科学国際教育研究プログラム(IGER)からの助成、および農林水産省次世代ゲノム基盤プロジェクト RBS2002 の支援を受けて行なわれたものです。

8. 問い合わせ先

北野英己

名古屋大学生物機能開発利用研究センター

Tel: 052-789-5225

Fax: 052-789-5226

9. 用語解説

量的形質遺伝子座(QTL; Quantitative trait locus):

穂の大きさや粒の数など、イネの収量に関わる形質の多くは、複数の遺伝子の効果の総和によって支配される量的形質(Quantitative Trait)です。この量的形質を決定付ける遺伝子座のことを、QTL と呼びます。

準同質遺伝子系統(NIL; Near Isogenic Line):

目的の形質以外は、反復親系統と同じ形質を示す系統。導入したい形質に関与する遺伝子座以外を、戻し交配によって、反復親系統と同一の遺伝子型に近づけて育成します。本研究で育成した NIL は、長穂系統 ST-1 に対してコシヒカリを 5 回程度交配して育成しました。

1. 話題

変異を誘発する育種技術で作出したイネ個体のゲノム内変異発生程度を明らかにする

2. 講演タイトル

「イネにおける変異誘発育種技術間のゲノム内変異発生数の比較」

3. 発表者

津田麻衣¹, 伊藤剛², 大嶋雅夫¹, 遠藤真咲³, 田部井豊³, 西村宜之⁴, 大澤良¹

(¹筑波大学 T-PIRC, ²農研機構 高度解析センター, ³農研機構 生物機能利用研究部門, ⁴農研機構 次世代作物開発研究センター)

4. 発表概要

植物の品種改良では、植物のゲノム中に自然発生した変異や放射線・薬剤などで人為的に発生させた変異から、目的にかなう変異を持つ個体を選んで利用してきました。作物では、その変異個体を直接利用する場合は少なく、元の植物体と交雑させて必要のない変異を除いた後代を利用することが一般的であったため、目的の特性のみを持つ個体を得るまでに、多くの年月を要してきました。

目的とする遺伝子だけに変異を狙って起こすことができるゲノム編集技術が 2013 年に開発されて以来、この技術を様々な植物種に適用して有用な植物を開発する多くの研究が発表されています。この技術は育種年限の短縮はもとより、これまでの変異誘発技術に比べて他の変異を引き起こしにくい技術として期待されています。しかし、ゲノム編集技術によってゲノム上にどのような変異が誘発されているのか、本当に狙った遺伝子領域への変異誘発だけなのか、懸念する声もあげられています。

そこで私たちは、ゲノム編集技術を含めた変異を誘発する育種技術を適用して作出した育種の初期段階の植物では、ゲノム中にどれくらいの変異が発生するのかをイネ品種日本晴をモデルに明らかにすることとしました。その結果、人為的変異誘発技術が施されたイネは、日本晴（野生型）に対して、ゲノム上の変異数が有意に高くなることが明らかになりました。変異誘発技術間の変異発生数の差は認められませんでした。野生型の個体間でもゲノム上に多くの変異が認められました。さらに、変異が発生された個体のゲノム情報を基にした類縁関係は、これらの変異誘発個体は、野生型イネ個体間の類縁関係と同等であり、これらの誘発変異によって野生型と著しく遺伝的に異なる個体が生じる可能性は低いことが示されました。

5. 発表内容

私たちは、イネ品種「日本晴」を材料として、変異誘発技術のうち、ゲノム編集で作出したイネ（以下、ゲノム編集イネとします）、薬剤 EMS に浸透したイネ（以下、

EMS イネとします)、種子をカルス化後再分化培養で作出したイネ (以下、培養イネとします) と材料の日本晴 (以下、野生型とします) の全塩基配列情報を次世代シーケンサーで取得しました。イネは日本晴の全塩基配列が解読され、イネを代表する塩基配列 (以下、参照配列とします) として 2005 年に公表されています。この参照配列に対して、野生型、ゲノム編集イネ、EMS イネ、培養イネの全塩基配列情報を比較して、各イネ個体で起こった塩基配列の変化を解析しました。その結果、野生型に対して、変異誘発技術により作出されたすべての個体で、有意に変異発生程度が増加することが明らかになりました。しかし、ゲノム編集イネ、EMS イネ、培養イネの間の変異発生程度の差は認められませんでした。次に、発生した変異情報を基に、作出した個体間の類縁関係を推定しました。各変異誘発技術で作出された個体は、野生型の個体間の類縁関係と同程度であることが示されました。

以上のことから、変異誘発技術を適用することで発生する変異によるゲノムの変化は、イネ品種内の個体間に見られる変化と同等であり、変異誘発技術間で比べた場合も、少なくともゲノム編集イネに起きたゲノム上の変異数は、培養により生じた変異数の幅を出ていることはなく、ゲノム編集技術によって得られる植物のゲノムに起る変化が特異的に大きく変わることはないことが示唆されました。

今後の解析では、発生する変異の中には特性変化を引き起こすような変異がどの程度含まれているのかを明らかにするとともに、変異の同定の高精度化を行って各変異誘発技術による変異発生への影響の関係をより明確に示せるようにしていく予定です。

本研究の成果は、ゲノム編集技術を含めた変異誘発技術によるゲノム内変異の発生程度を明らかにした初めての報告であり、ゲノム編集技術という新しい技術に対して社会が感じている漠然とした不安に科学的に応えるための知見のひとつとなると考えています。

6. 発表雑誌

未定

7. 注意事項

本研究の一部は、内閣府戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)「次世代農林水産業創造技術」(管理法人：農研機構 生研支援センター) および国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構運営費交付金によって実施されました。

8. 問い合わせ先

津田麻衣

筑波大学 つくば機能植物イノベーション研究センター

Tel: 029-853-7726, Fax: 029-853-7726, E-mail: tsuda.mai.fu@u.tsukuba.ac.jp

9. 用語解説

① 変異

生物を構成する遺伝情報の一揃いを総称してゲノムと呼びます。このゲノムにおいて自然に、あるいは様々なゲノムに損傷を与えるまたは切断する処理によって生じる変化のことを言います。本研究における変異は塩基レベルの変化として、一塩基が別の塩基におきかわる一塩基置換変異、一から複数の塩基がなくなる欠失変異、一から複数の塩基が新たに生成される挿入変異としてその発生程度を評価しました。

② ゲノム編集技術

ゲノム編集とは、ゲノム内に存在する任意の遺伝子に変異を誘発させる技術のことです。ゲノム編集技術による遺伝子の書き換えには、いくつかの機構が存在しますが、最もよく利用されているのは、CRISPR/Cas9 システムです。このシステムでは、はさみの役割をするタンパク質 Cas9 を用いて目的とする遺伝子の任意の場所を切断する方法です。遺伝子は切断されると切断部分を修復する機構をもっていますが、修復する際にエラーが起こり、切断部分の近傍が元の遺伝子の塩基配列とは異なるものになることで、その遺伝子の働きが変化することがあります。ゲノム編集はこのエラーを利用して遺伝子の働きを目的通りに変えて利用する変異誘発育種技術のひとつです。

③ 培養

栄養、温度などの外的環境を制御しながら、容器内で人工的に生物の細胞、組織や器官を増殖、発育、維持する操作を差します。本研究では、無菌的に培養した種子の細胞が分化状態から脱して未分化な状態になる脱分化が起こり細胞塊のカルスが形成されるカルス誘導培養を行い、カルスから再び特定の組織や器官を形成する再分化を行う培養を行っています。カルス誘導培養では、変異が生じやすいことが知られています。

④ EMS

化学的突然変異原のひとつで化学物質エタンスルホン酸メチルのことを示します。この化学物質により、DNA が損傷して修復過程で変異を生成します。一般に放射線に比べて誘発される変異の種類や位置が異なると言われています。