

平成 30 年 9 月 7 日

記者会見のお知らせ

(2018 年日本育種学会第 134 回秋季大会における発表課題)

1. 発表日時：平成 30 年 9 月 14 日（金曜日）14：00～15：30
(本記者発表に関わる記事解禁は、9 月 14 日の発表後 18:00 からとさせていただきます)
2. 発表場所：東京大学農学部一号館 1F 新会議室 *いつもとは別の場所です. お気をつけください。
(東大農学部正門入って右手 <http://www.a.u-tokyo.ac.jp/campus/overview.html>)
3. 出席者
日本育種学会幹事長 村井 耕二
(福井県立大学・生物資源学部/生物資源学科生物資源学研究科 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 9 月 22 日（土曜日）、23 日（日曜日）に岡山大学津島キャンパスで行われる日本育種学会 2018 年秋季大会で発表予定のものです。合計 205 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いたします。

発表タイトル：

- (1)「ゲノム編集を利用したダイズの低アレルゲン化」
- (2)「日本初の超多収ハイブリッド小麦を開発」
- (3)「水稻生産現場の課題をゲノム育種で解決するー遺伝子の効果的な組み合わせにより生産性の向上を実現ー」

※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

ゲノム編集を利用したダイズの低アレルゲン化

2. 講演タイトル

「ダイズにおけるゲノム編集を用いたアレルゲン遺伝子の変異誘発」

3. 発表者

菅野奨太¹、安達康平¹、廣瀬亜矢¹、金刺佑平¹、丸山伸之²、阿部純¹、山田哲也¹

(¹ 北大院農、² 京大院農)

4. 発表概要

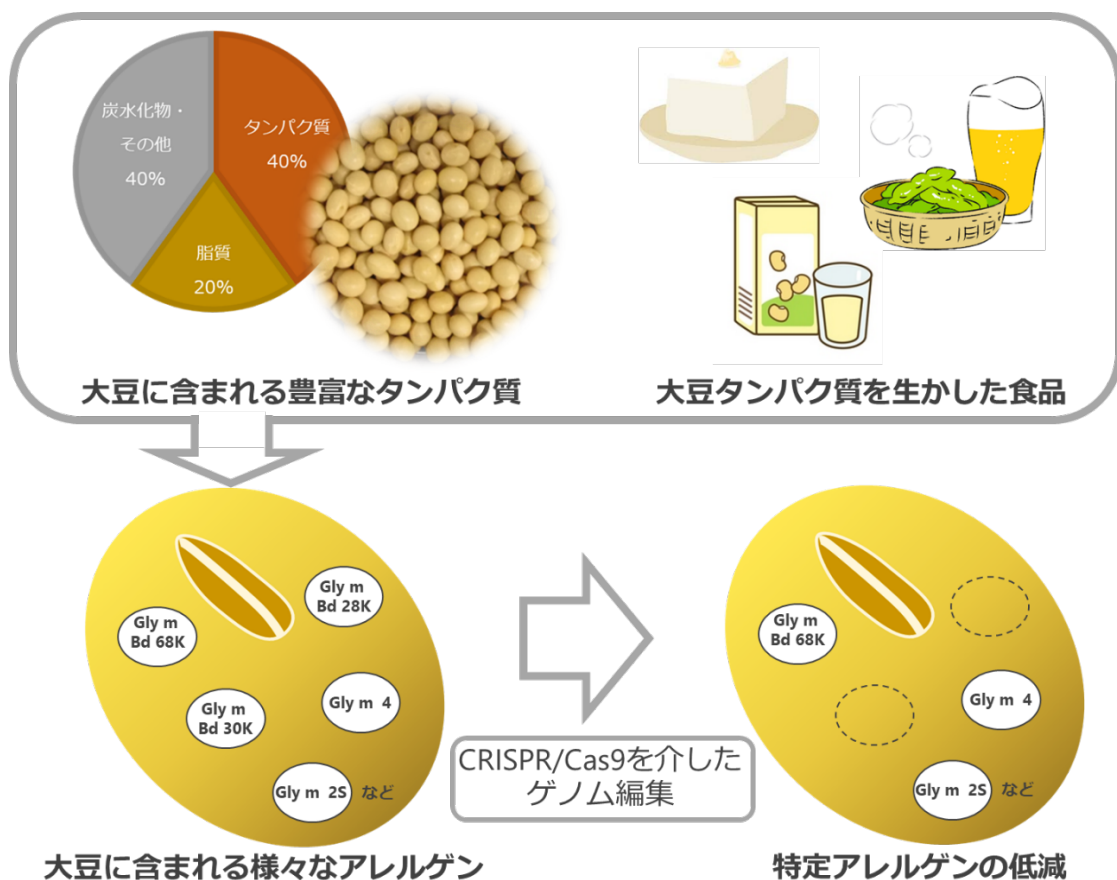
ダイズは日本特有の食文化を支える主要な食用作物であり、その用途は豆腐・豆乳・納豆・味噌・醤油・エダマメ・ミートアナログなど多岐にわたります。ダイズは種子中に乾燥重量当たり約 40%ものタンパク質を含んでおり、この豊富なタンパク質が様々な用途を生み出す一つの要因になっていると考えられます。しかしながら、これらのタンパク質の中にはアレルゲンとなるものも少なくありません。ダイズのアレルギーは比較的軽い症状が多いと言われていますが、幼児期の発症や大人の花粉症との併発時には重篤な症状も起こりえます。納豆や味噌では発酵過程でダイズアレルゲンの大部分が分解されると考えられていますが、豆腐・豆乳・エダマメのように発酵過程を経ない食品もアレルゲンを低減することができればより安心・安全な食品となることが期待されます。これまでの品種改良において、ダイズ遺伝資源の中から特定のアレルゲンが少ないもしくは、欠失しているものを利用し交雑することで低アレルゲン性を集積した実績例があります。しかしながら、常に新しい品種が育成される中、より効率的にアレルゲン性を低減できる遺伝的改良法が求められています。また、アレルゲンによっては現存する遺伝資源で十分対応できないものも存在します。

そこで私たちは、ゲノム編集技術の一つである CRISPR/Cas9 のシステムを利用して、国内のダイズ品種においてアレルゲン遺伝子に変異誘発することで対象とするアレルゲンタンパク質の低減を試みました。その結果、標的とする遺伝子の領域にゲノム編集によって変異を生じさせることに成功しました。また、異なるアレルゲン遺伝子に対して同時に変異誘発できることも明らかにしました。

5. 発表内容

ダイズ種子にはこれまで十数種類程度のアレルゲンが知られています。そこで、私たちは、ダイズ国内品種（エンレイとカリユタカ）を用いてゲノム編集による複数のアレルゲン遺伝子を対象に変異誘発の可否を検証しました。具体的には Gly m Bd 28K（以下、28Kと記します）と Gly m Bd 30K（以下、30Kと記します）の二種類のアレル

ゲン遺伝子を対象に変異誘発を試みました。**28K**及び**30K**遺伝子に変異誘発させるため、CRISPR/Cas9のシステムを細胞中で働かせる遺伝子（以下、外来遺伝子と記します）を持つエンレイあるいはカリユタカの遺伝子組換え体を作出しました。さらに、作出した遺伝子組換え体を自殖させ世代を更新しました。二回自殖を繰り返し得た種子において**28K**及び**30K**遺伝子に変異が生じていることを確認するため詳細な解析を行いました。その結果、多くの種子において**28K**及び**30K**遺伝子共に数塩基の欠失を中心とした変異が誘発されていることが明らかになりました。さらに、ウェスタンブロット解析を行い対象とするアレルゲンタンパク質が欠失していることも明らかになりました。また、**28K**及び**30K**遺伝子の両遺伝子に変異が誘発されることに加え、予め導入した外来遺伝子を持たない種子（ヌルセグリガントと呼ばれます）が存在することも確認しました。本研究の成果は、ダイズにおいてゲノム編集によりアレルゲン遺伝子を改変した初めての報告であり、タンパク質素材として多用されるダイズの遺伝的なピンポイント改良において重要な知見を与えるものであると考えられます。また、一度に複数のアレルゲン遺伝子を対象にできることからさらに対象とするアレルゲン遺伝子を増やすことで、よりアレルゲン性を低下させたダイズの育成が可能になると考えられます。



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)によって実施されました。

8. 問い合わせ先

山田哲也

北海道大学大学院農学研究院 植物遺伝資源学研究室

Tel: 011-706-4186、 Fax: 011-706-4933、 E-mail: tetsuyay@res.agr.hokudai.ac.jp

9. 用語解説

① アレルゲン

アレルギーの原因となる抗原性物質（タンパク質）のことを指し、ダイズ種子にはこれまで十数種類程度のアレルゲンが知られています。

② ゲノム編集技術

形態や色など生物の様々な性質は遺伝子によって決定されています。遺伝子は生物における設計図のようなものであると言えます。1つの遺伝子に生物の体の構成や生命を維持するパーツの1つが記されており、生物を構成する遺伝子1セットを総称してゲノムと呼びます。ゲノム編集技術とはこのゲノム内に存在する任意の遺伝子を書き換えることで生物の性質に新たな組み合わせを生み出す技術です。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、はさみの役割をするタンパク質を用いて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設計図としての役割を遂行できなくなるため、生物は切断部分を修復しなければなりません。多くは切断部分を直接繋ぎ合わせる方法で修復されますが、この修復機構は繋ぎ合わせの際にエラーが起こり、切断部分の近傍が元の遺伝子とは異なるものになり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書き換えを行い生物の性質を変化させることができます。

③ CRISPR/Cas9

現在、各生物において最もよく利用されるゲノム編集方法の一つです。遺伝子を切断するはさみの役割を持つタンパク質と任意の遺伝子配列を認識するパーツの組み合わせから成ります。はさみとして利用するタンパク質は本来、細菌の免疫機構に利用されるタンパク質ですが、ゲノム編集を行う生物で効率よく機能させるために改良したものが用いられます。昨年の本学会秋季大会において CRISPR/Cas9 を介したダイズ

におけるゲノム編集技術を確立したことを報告しました。

④ 自殖

植物には雌性細胞(卵)と雄性細胞(花粉)の双方を持つものが多く、植物種の一部は安定的に次世代の種子を作るために、一つの個体の中で作られた卵と花粉で生殖を行うシステムを発達させました。これが自殖であり、ダイズは他の個体との生殖よりも自殖が優先して起こりやすい自殖性の作物です。同一個体の中で生殖を行うため、次世代は親とほとんど同じ遺伝子を持ち、同様の性質を示します。

⑤ ウェスタンブロット

様々な種類のタンパク質の混合物から特性のタンパク質を検出する方法です。目的のタンパク質だけに特異的に結合する抗体と、さらにその抗体に結合する標識された抗体を用いることで混合液中に含まれる微量なタンパク質でも検出することが可能になります。

1. 話題

日本初の超多収ハイブリッド小麦を開発

2. 講演タイトル

日長感应性細胞質雄性不稔 (PCMS) を利用した放任受粉により得られたハイブリッドコムギ系統の農業形質

3. 発表者

村井 耕二¹、竹之内 悠²、石川 直幸³

(1. 福井県立大学生物資源学部、2. ホクレン農業総合研究所、3. 農研機構西日本農業研究センター)

4. 発表概要

本研究発表では、私たちが独自の手法で開発した日本初の超多収ハイブリッド（雑種）小麦について報告します。ハイブリッド小麦とは、2つの小麦品種をかけ合わせた雑種小麦で、雑種強勢（ヘテロシス）により、飛躍的に生産量が上がります。ハイブリッド小麦の種子生産に、私たちは、日長感应性細胞質雄性不稔（Photoperiod-sensitive cytoplasmic male sterility : PCMS）という独自の手法を用いています。今回、ハイブリッド小麦が標準品種よりも20～60%も多収であることが明らかになりました。ハイブリッド小麦は日本の食糧自給率向上に貢献できると考えられます。

5. 発表内容

小麦の1人当たりの年間消費量は約33kgで、米の消費量の6割程度になります。ところが、小麦の国内需要量約600万トンのうち、国内生産は約80万トンに過ぎず、国内自給率は13%程度しかありません。小麦の国内生産量を上げることは急務となっています。生産量をあげるために、超多収品種の育成が必要です。私たちは、ヘテロシスを利用した超多収のハイブリッド小麦の育成を行っています。

小麦は稲と同様、自殖性作物で、自分の花粉が自分の雌しべに着いて種子（穀粒）ができます。2つの小麦品種をかけ合わせた雑種であるハイブリッド小麦を作るためには、何らかの方法で、母親側の小麦の花粉をできなくする必要があります。これを雄性不稔系統といいます。雄性不稔系統に父親側の小麦の花粉を受粉することにより、ハイブリッド小麦の種子（F1種子）が生産できます。受粉に際し、人手でいちいち受粉するのは手間がかかり実用的ではありませんので、雄性不稔系統のそばに花粉親系統を植えて、風により自然に交雑させます（放任受粉）。ハイブリッド小麦は種子を収穫する必要がありますので、花粉をちゃんと作る性質でなければなりません。つまり、母親の雄性不稔形質を引き継いでダメで、ハイブリッド小麦自体は雄しべや花粉を正常につくり、自殖によって種子生

産ができる必要があります。

このような複雑なシステムを実現するため、私たちは世界的にもユニークな日長感应性細胞質雄性不稔 (Photoperiod-sensitive cytoplasmic male sterility : PCMS) システムを考案し実用化しました (Murai et al. 2008, Euphytica 159: 315-323)。*連続戻し交配という手法により、小麦の近縁野生種の*細胞質ゲノムを導入したいくつかの日本小麦品種は、15時間以上の長日条件下で pistillody (雄ずいの雌ずい化) を誘発し、雄性不稔となります。ところが、15時間以上の日長条件下では正常な葯と花粉が作られ種子が実ります。私たちはこの現象を、日長感应性細胞質雄性不稔 (PCMS; photoperiod-sensitive cytoplasmic male sterility) と名付けました (総説 村井 1999, 育種学研究 1: 181-188)。つまり、雄性不稔系統であるPCMS系統は、本州以南の短日条件下では稔性があるため、秋播き栽培することにより種子増殖することができます。一方、北海道の長日条件下では不稔となるため、春播き栽培で花粉親と他殖させることによりF1種子を採種することができます。これまでに私たちは、西日本の優良小麦品種「フクオトメ」の遺伝的背景を持つPCMS系統を育成してきました (Murai et al. 2016, Euphytica 212: 313-322)。PCMSシステムは世界的にも注目され、これまでに、中国、スロベニア、ドイツ、イギリス、スペインなどから問い合わせが来ています。

今回、北海道の春播き栽培条件下において pistillody を誘発する PCMS 系統 5 系統 (PCMS8#3, #6, #12, #14, #17) とイタリア由来花粉親品種「Fortunato」との放任受粉により、F1 種子を採種しました。得られた F1 種子を、2016 年 10 月に福井県立大学実験圃場において播種し、2017 年に農業形質の調査を行いました。

ハイブリッド小麦系統の出穂期は、4 月 8 日あるいは 9 日であり、福井県優良早生品種「ふくこむぎ」より 4～5 日、「こしちから」より 2 週間程度早生でした。ハイブリッド小麦系統は、穂数が多く、穂あたり*小穂数が多く、「ふくこむぎ」に対して 20～60%の多収性を示しました。一穂粒数に関係する小穂数と穂数にヘテロシスが顕著に表れることは、本ハイブリッド小麦系統の実用性を示唆します。

6. 発表雑誌

準備中

7. 注意事項

特になし

8. 問い合わせ先

村井耕二

福井県立大学生物資源学部

Tel: 0776-61-6000 内線3618 Fax: 0776-61-6015

9. 用語解説

*連続戻し交配

本研究の材料作成では、まず、近縁野生種（学名 *Aegilops crassa* エギロプス・クラッサ）を母親に小麦品種を父親にした人工交雑により雑種を作りました。雑種植物は野生種の遺伝子と小麦品種の遺伝子を半分ずつ持っています。その雑種植物に小麦品種の花粉をさらに交雑します。小麦品種の花粉を連続的に交雑していくこの過程を連続戻し交配といいます。交雑するたびに、遺伝子は小麦品種のものに置き換わっていきますので、しまいには遺伝子は全て小麦品種のものになります。細胞には遺伝子の本体であるDNAが詰まった核とそれ以外の細胞質があります。細胞質のミトコンドリアや葉緑体にも遺伝子（DNA）がありますが、受精の課程で、細胞質は花粉側からではなく雌しべ側からだけ受け継がれます。そのため、連続戻し交配をした系統は、核遺伝子は小麦品種のものになっていますが、ミトコンドリアや葉緑体は近縁野生種のものになっています。このような系統を細胞質置換系統といいます。PCMS系統は細胞質置換系統です。

*細胞質ゲノム

細胞質に存在するミトコンドリアや葉緑体にある遺伝子の総体を細胞質ゲノムといいます。細胞質置換系統では、細胞質ゲノム（特にミトコンドリアゲノム）の影響により、花粉不稔、葯の未裂開、葯の異常、葯の未発達、雄しべの雌しべ化（pistillody）など、様々な現象が誘発され、これらを総称して細胞質雄性不稔（cytoplasmic male sterility: CMS）とよびます。

*小穂数

小麦の穂（花の集合体）は、小穂と呼ばれる房が穂軸に互生してつくられています。小穂はまた、小花（個々の花、ここに小麦粒が1粒実る）が小穂軸に互生してつくられています。小穂数が多くなると、小花数が多くなり、穂当たりの着粒数が増えます。収量は、穂当たり着粒数と穂数と粒重の掛け算となります。

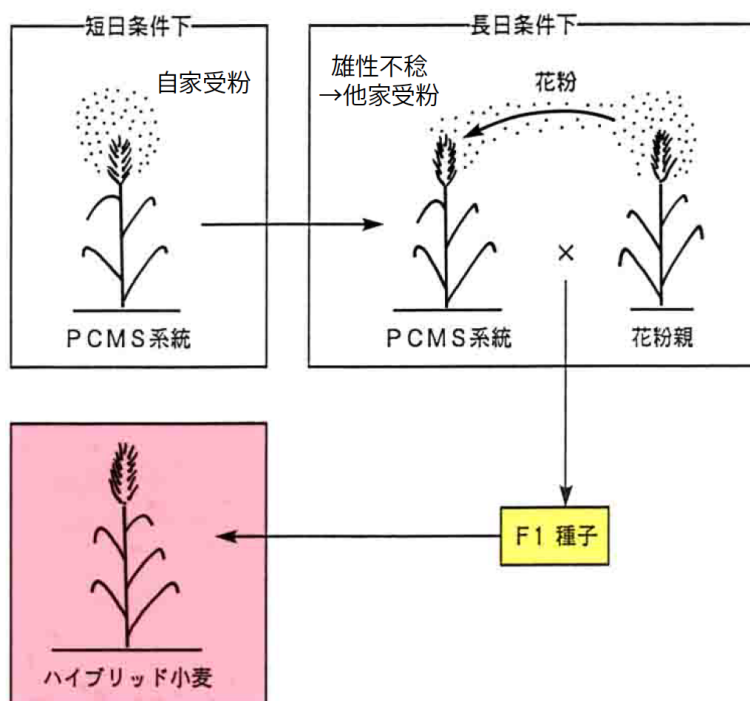


図1 ハイブリッド小麦育成のためのPCMS法

PCMS系統は本州で栽培すると、栽培期間を通じ15時間以下の日長条件となるので、葯と花粉が正常につくられ種子が実り、種子を増殖することができる。一方、北海道の春播き栽培では、花の形成時期の5月中旬から7月中旬にかけて15時間以上の長日条件となり、雄しべが雌しべ化（pistillody）し、雄性不稔となる。花粉親品種をそばに栽植すると、放任受粉により雑種のF1種子を採種することができる。F1種子は本州での栽培用のハイブリッド小麦となる。



図2 PCMS系統の穂

（左）15時間以下の短日条件 （右）15時間以上の長日条件

15時間以上の長日条件下では、雄性不稔により種子がついていないことが分かる。



図3 福井県における早生優良小麦品種「ふくこむぎ」(左)とハイブリッド小麦(右)の穂
「ふくこむぎ」は北陸地方で唯一栽培が可能な早生優良小麦品種。福井県立大学が開発に成功し、平成24年(2012年)10月に品種登録。産地品種銘柄に指定されている。今回開発のハイブリッド小麦は、「ふくこむぎ」よりもさらに早生で収量性が飛躍的に向上している。



図4 「ふくこむぎ」(左)とハイブリッド小麦(右)の粒

「ふくこむぎ」は硬質小麦と軟質小麦の中間の性質を示す中間質小麦である。ハイブリッド小麦の親となった「フクオトメ」PCMS系統も中間質小麦で、花粉親品種「Fortunato」は硬質小麦であり、ハイブリッド小麦の収穫種子は硬質小麦と軟質小麦が混ざったユニークな性質を示す。そのため、新たな小麦粉製品用としての品質面でも期待できる。(品質検定や加工適性検査は今後の方針)

硬質小麦：タンパク質を多く含んだ小麦です。粒が硬く、強力粉に加工されます。粉にして水でこねたとき粘りと弾力が強く、パンや中華めんに向きます。(「小麦粉ハンドブック」製粉振興会より)

1. 話題：

水稻生産現場の課題をゲノム育種で解決するー遺伝子の効果的な組み合わせにより生産性の向上を実現ー

2. 学会講演タイトル：

QTL 集積による富山県早生基幹品種「てんたかく」の出穂期および粒厚の改良

3. 発表者：

山口琢也 1, 溝淵律子 2, 田口文緒 2, 福岡修一 2, 北澤則之 2, 伊山幸秀 1,3, 藤田健司 1,4
(1.富山県農林水産総合技術センター, 2.農研機構, 3.現・高岡農林振興センター, 4.現・新川農林振興センター)

4. 発表概要：

水稻品種「てんたかく」は、「コシヒカリ」との作期分散を図ることができ、良食味で登熟期間が高温でも玄米品質が低下しない等の優れた特長を持つ、富山県の早生基幹品種です。2003 年に奨励品種に採用されてから、北陸 4 県で年間 1 万トン以上検査される早生品種の中で、最も高い一等米比率を維持するなど、実需者から高い評価を受けています。しかし、大規模経営体のなかには、作期分散をさらに拡大可能で、早期出荷による有利な販売が期待できる極早生品種の開発を求める声があります。また、近年の記録的高温下で、米粒が小粒化し、くず米の増加が問題になる場合があります。そこで、本研究では、これらの生産現場の課題を解決できる「改良型てんたかく」の開発に取り組みました。私たちは、「コシヒカリ」が持つ、「てんたかく」を極早生化するために必要な遺伝子や、粒を大きくしてくず米を減少させる優れた遺伝子に着目して、「てんたかく」の遺伝的背景に「コシヒカリ」の特定の遺伝子を含む領域を交配によって導入しました。その結果、遺伝的にきわめて「てんたかく」に近く、極早生化した系統や、くず米が減少し多収化した系統を得ることができました。さらに、これらの系統を交配し、優れた遺伝子同士を組み合わせれば、生産現場の 2 つの課題を克服した「てんたかく」を迅速に育成できることを実証しました。将来的には、さまざまな有用遺伝子を「てんたかく」の遺伝的背景に集積することによって、競争力をより強化した「てんたかく」へとバージョンアップを図っていくことができます。

5. 発表内容：

私たちは、「コシヒカリ」と「てんたかく」を用いた遺伝的解析により、コシヒカリ型で「てんたかく」を早生化させる 4 つの量的遺伝子座 (QTL) を見い出しました。第 3、第 7、第 8、第 12 染色体の QTL のうち、最も効果の高い第 3 染色体の候補領域には、出穂期遺伝子 *Hd16* (Hori *et al.*, 2013) が座乗していたため、*Hd16* をコシヒカリ型で有する「て

んたかく」の準同質遺伝子系統 (*Hd16-NIL*) を作出したところ、「てんたかく」よりも出穂期が2～3日早まることがわかりました。他の QTL は、1 日程度、出穂期を早める効果があり、第3、第8、第12 染色体の3つの QTL を集積した系統 (富山 89 号) を作出したところ、「てんたかく」よりも出穂期が4～5 日早まりました。

また、粒厚に関しては、第3 染色体短腕にコシヒカリ型で「てんたかく」のくず米を低下させる QTL があり、*qGTH3* (QTL for grain thickness on chromosome 3) と名付けました。私たちは、これまで *qGTH3* の候補領域を 160kbp まで狭小化することに成功しており (日本育種学会第 129 回講演会)、*qGTH3* をコシヒカリ型で有する「てんたかく」の NIL (*qGTH3-NIL*) の作出を行いました。その結果、*qGTH3-NIL* は、「てんたかく」よりも粒厚が 0.03～0.05mm 厚く、くず米が少なく、収量性が向上することが明らかになりました。

詳細な農業形質を調査したところ、*Hd16-NIL* は、出穂期を早めた影響により、「てんたかく」よりも稈長が短く、玄米タンパク含有率が高まるという相違点がありました。一方、*qGTH3-NIL* は、千粒重が大きく多収になるものの、「てんたかく」より稈長が長いという欠点がありました。そこで、これらの NIL を集積した系統 (*Hd16+qGTH3-PYL*) を育成したところ、稈長と玄米タンパク質含量が「てんたかく」並で出穂期が2～3 日早く、粒厚および千粒重が大きいほかは「てんたかく」との同質性が高い優れた系統を作出することができました。

今回、出穂期遺伝子には稈長とタンパク質含量を変える多面発現があり、粒厚の遺伝子には稈長の多面発現があることがわかりましたが、両方の遺伝子を組み合わせることにより多面発現を打ち消し、育種目標である出穂期と粒厚のみが改良された系統を育成することができました。

この結果は、ゲノム育種が生産現場の迅速な課題解決に有効であることを示しているとともに、遺伝子の多面発現があったとしても、QTL の組み合わせによって不要な性質を排除し、複数形質の同時改良を実現する「デザイン育種」の新たな可能性を示すものです。今後、病気に強い遺伝子や、重金属の吸収を抑える遺伝子、より高温に強くなる遺伝子、直播適性を向上させるなどの有用遺伝子を「てんたかく」の遺伝的背景に集積することによって、安全・安心で、低コスト生産が可能な「てんたかく」へとバージョンアップを図っていくことが期待できます。

6. 発表雑誌：

準備中

7. 注意事項：

本研究は、農林水産省 次世代ゲノム基盤プロジェクト (RBS1004) の委託を受けて実施されました。

8. 問合せ先：

富山県農林水産総合技術センター 農業研究所 育種課

山口 琢也

〒930-8153 富山県富山市吉岡 1124-1

TEL：076-429-2111 FAX：076-429-2701

E-mail：takuya.yamaguchi@pref.toyama.lg.jp

9. 用語説明：

ゲノム育種：遺伝情報を用いて、作物の品種改良を行なう技術。DNA マーカー選抜（MAS）を行うことによって、効率的に品種を選抜することができます。

量的形質遺伝子座：Quantitative trait locus、QTL と略す。出穂期、収量性や食味などの形質は量的形質とよばれ、1 つの遺伝子だけではなく、複数の種類の遺伝子の影響を受けて決定されています。このように、ある形質に対して加算的な影響を及ぼす遺伝子座を量的形質遺伝子座といいます。

準同質遺伝子系統：Near isogenic line、NIL と略す。有用な遺伝子を持つ品種に改良したい品種を、何度も交配することによって、有用な遺伝子（形質）を除いて、その他の遺伝子がすべて反復親と同じになった系統を、同質遺伝子系統といいます。

集積系統：Pyramiding line、PYL と略す。準同質遺伝子系統同士の交配を行って、単一の遺伝的背景へ、複数の有用遺伝子を集めた系統を、集積系統といいます。

DNA マーカー選抜：Marker assisted selection、MAS と略す。品種や系統の DNA の塩基配列の違いを利用した染色体上の目印を DNA マーカーといいます。有用な遺伝子のすぐ近くにある DNA マーカーを調べる事によって、多数の個体から効率的に、有用遺伝子を持った個体だけを選び出すことができる技術です。

多面発現：ひとつの遺伝子が、複数のはたらきを持ち、さまざまな農業形質に作用を及ぼすことをいいます。

10. 添付資料：

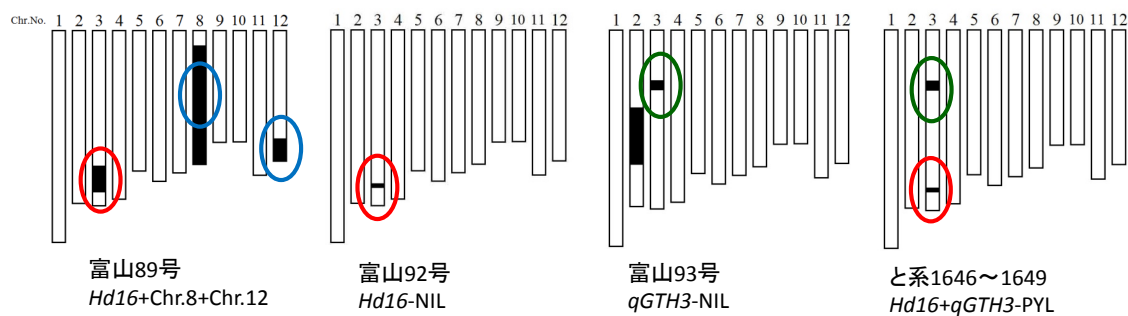


図. 「てんたかく」の遺伝的背景で、出穂期および粒厚を改良した育成系統のグラフ遺伝子型

12本の長方形は、染色体のイメージ図であり、白色がてんたかく型、黒色がコシヒカリ型の染色体領域を示す。赤丸で示したのが *Hd16*、青丸で示したのがその他の出穂期 QTL、緑丸で示したのが *qGTH3* の座乗する領域を示す。