

平成 29 年 3 月 14 日

記者会見のお知らせ

(2017 年日本育種学会第 131 回春季大会における発表課題)

1. 発表日時：平成 29 年 3 月 22 日（水曜）15：00～16：15
(本記者発表に関わる記事解禁は、3 月 22 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 29 日（水曜）、30 日（木曜）に名古屋大学東山キャンパスで行われる日本育種学会 2017 年春季大会で発表予定のものです。合計 267 題（口頭発表 114 題、ポスター発表 153 題）の講演課題の中から選定された 4 課題について発表させていただきます。どうぞよろしく願いいたします。

発表タイトル：

(1) 低カロリー機能性米の実用化に向けて

(2) ゲノム編集技術を利用したトマトの分子育種の実例

(3) バイオリファイナーに最適化したソルガム育種

(4) 世界に先駆けて葉緑体全ゲノムを解読し、わさびの起源と伝播の謎に迫る

※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

低カロリー機能性米の実用化に向けて

2. 学会講演タイトル

105: 低カロリー機能性米の実用化に向けた試み I. 単回摂取ヒト試験

107: 難消化性デンプンを含む低カロリー米品種の開発

3. 発表者

105: 藤田直子¹, 齊藤雄飛², 高原美香¹, 保坂優¹, クロフツ尚子¹, 渡辺紀之² (¹秋田県大・生物資源, ²亀田製菓(株)お米研究所)

107: 川本朋彦¹, 柴田智¹, 加藤和直¹, 高橋竜一¹, クロフツ尚子², 三浦聡子², 阿部美里², 追留那緒子², 藤田直子² (¹秋田県農業試験場, ²秋田県立大学)

4. 発表概要

日本人の特に男性の肥満人口は年々増加傾向にあり、我が国の糖尿病患者は予備軍も含めて 2000 万人以上いるといわれています。一方、日本のカロリーベースでみた食料自給率は約 40%と低く、この 15 年は下げ止まっています。低カロリー機能米が開発されれば、このような日本の「医」と「農」の問題の解決につながると考えています。低カロリー機能性米を開発するために、我々は難消化性澱粉 (Resistant starch, RS) に着目しています。RS は消化酵素への抵抗性が強く、高分子のまま大腸に到達するため、食物繊維と類似した大腸環境の改善やカロリーオフの効果があり、肥満防止や糖尿病予防、整腸作用等が期待されています。

我々の研究室では、澱粉生合成メカニズムを解明する過程で、澱粉生合成関連酵素の特定の酵素が欠損した変異体米を多数単離してきました。これら変異体には野生型とは全く異なる新規の澱粉が種子に蓄積されるものがあることがわかってきました。特に、枝作り酵素(BE)IIb を欠損した変異体系統は、他の系統と比べて RS 含量が格段に高いことがわかってきました(Tsuiki et al., 2016)。一般的に澱粉の成分のうち、アミロースを多く含む澱粉は RS 値が高いといわれていますが、アミロース含量だけでなく、アミロペクチンの長鎖割合が豊富な澱粉は RS が多いことが明らかになってきました(Tsuiki et al., 2016)。

今回は、BEIIb とスターチシンターゼ(SS)IIIa の両方が欠損したアミロース含量と RS 値が高い特徴を持つ二重変異体 (#4019, *ss3a/be2b*, Asai et al., (2014)) で作成したトレー米飯および米菓を摂取した後の血糖値が通常米で作成したものを摂取した後と比べて有意に低下していたこと (講演番号#105) およびこれらの実用化を目指すための品種育成 (講演番号#107) について発表します。

5. 発表内容

トレー米飯のRS値をメガザイムのRS測定キットで測定したところ、29.2%でしたが、米菓のRS値は、5.2%に低下していました。#4019のトレー米飯を食べた後の血糖値は、日本晴のトレー米飯を食べた後の血糖値より、摂取後45分、60分後で有意に低い値を示しました。インスリン分泌量も、摂取後30分、45分60分後で有意に低下していました。一方、米菓は摂取後の経時時間では、有意差はなかったものの、摂取後120分までの血糖値の積算面積は有意に低下していました。また、インスリン分泌量は、摂取後45分、60分で有意に低下していました。以上の結果から、#4019の米飯および米菓は糖尿病の改善や予防に有効である可能性が示されました。今後は、長期摂取および大腸への影響について、ヒト試験を実施し、機能性を検証していく予定です。

このように、血糖値低下作用など、機能性を持つ変異体米は、澱粉を作る特定の酵素が欠損しているため、澱粉合成能が低下して種子が小さくなったり、収量が低下するといった農業形質の低下が生じることが多くなります。これらの変異体米の農業形質を向上させ、品種化、実用化を目指すため、優れた品種と戻し交配を行う必要があります。本発表では、血糖値低下作用があった#4019および高アミロースで澱粉粒が丸く、なめらかな舌触りの食品の原料として期待されているSSIIIaとSSIVbが欠損した二重変異体(#2012, *ss3a/ss4b*, Toyosawa et al., 2016)を‘あきたこまち’や超多収米の‘秋田63号’と3回戻し交配して、分子マーカー等で選抜したのち、澱粉性質と農業形質を調べました。今回、発表するのは、主として#4019にあきたこまちを3回戻し交配したK5および#2012に秋田63号を3回戻し交配したA8についてです。両系統とも、澱粉の性質は、元の変異体の特徴を維持していました。出穂時期は同程度でしたが、成熟がやや遅れる傾向が見られました。K5の稈長、穂長、穂数は反復親とほぼ同程度でしたが、A8は、やや長稈でした。収量性は、K5は、‘あきたこまち’の46%でしたが、A8は、‘あきたこまち’並みで、実用性が認められました。

6. 発表雑誌

Asai H, Abe N, Matsushima R, Crofts N, Oitome NF, Nakamura Y, Fujita N. (2014) Deficiencies in both starch synthase (SS) IIIa and branching enzyme IIb lead to a significant increase in amylose in SSIIa inactive japonica rice seeds. **Journal of Experimental Botany** 65: 5497-5507.

Toyosawa Y, Kawagoe Y, Matsushima R, Crofts N, Ogawa M, Fukuda M, Kumamaru T, Okazaki Y, Kusano M, Saito K, Toyooka K, Sato M, Ai Y, Jane J-L, Nakamura Y, Fujita N. (2016) Deficiency of starch synthase IIIa and IVb alters starch granule morphology from polyhedral to spherical in rice endosperm. **Plant Physiology** 170: 1255-1270.

Tsuiki K, Fujisawa H, Itoh A, Sato M, Fujita N. (2016) Alterations of Starch Structure Lead to Increased Resistant Starch of Steamed Rice: Identification of High Resistant Starch Rice Lines. **Journal of Cereal Science** 68: 88-92.

7. 注意事項

本事業は、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「難消化性澱粉構造と高水分吸収性を有する変異体米を用いた低カロリー食品の開発」（発展融合ステージ、H25-27）および実用技術開発ステージ「難消化性澱粉を多量に含む変異体米を用いた低カロリー機能性食品の実用化」により実施されております。また、BEIIb 欠損変異体は九州大学から分譲されました。

8. 問い合わせ先

秋田県立大学・生物資源科学部・植物生理研究室 藤田直子
〒010-0195 秋田市下新城野字街道端西 241-438
TEL: 018-872-1650 FAX: 018-872-1681
E-mail: naokof@akita-pu.ac.jp

9. 用語説明

- ① **アミロース、アミロペクチン**：澱粉は、グルコースの重合体で、 α -1,4 および α -1,6 グルコシド結合の2種類の結合から構成される。アミロースは、通常の日本の炊飯米品種では、約 20%含まれており、 α -1,4 結合のみからなる直鎖状の分子である。一方、アミロペクチンは両結合を含む枝分かれ構造をしており、通常品種では、アミロースの残りの約 80%を占める。もち米は、アミロペクチン 100%の澱粉から成る。
- ② **スターチシンターゼ(SS)、枝作り酵素(BE)**：澱粉を合成するのに必要な酵素であり、高等植物では多数の遺伝子が多数の酵素アイソザイムをコードしている。SS は、澱粉の α -1,4 直鎖を伸長し、BE は、 α -1,6 グルコシド結合の形成に関与する。

1. 話題

ゲノム編集技術を利用したトマトの分子育種の実例

2. 講演タイトル

CRISPR/Cas9 を利用した GABA 高蓄積トマトの分子育種技術の開発

3. 発表者

野中 聡子^{1,2}, 新井 智香子³, 高山 真理子¹, 松倉 千昭^{1,2}, 江面 浩^{1,2} (1 筑波大・生命環境系, 2. 筑波大・遺伝子, 3 筑波大・院生命環境)

4. 発表概要

γ アミノ酪酸 (Gamma Amino Butyric Acid, GABA) は、4つの炭素骨格からなる非タンパク質構成アミノ酸です。動物においては抑制性の神経伝達物質として知られており、ストレス緩和や血圧上昇抑制など、健康機能性成分として注目されています。WHO によれば、高血圧症に苦しむ人は世界中に 10 億人以上いるとされ、中でも高血圧症予備群とされる軽症高血圧者や通常高血圧者への予防策は喫緊の課題とされています。軽症高血圧者や通常高血圧者へは投薬治療よりも“食”を通じた予防策が有効と考えられています。GABA は“食”を通じた血圧上昇抑制効果が期待できるため、関連する研究がこれまでに数多くなされてきました。生合成経路についても詳細な研究がなされており、その経路が明らかになっています (図1)。

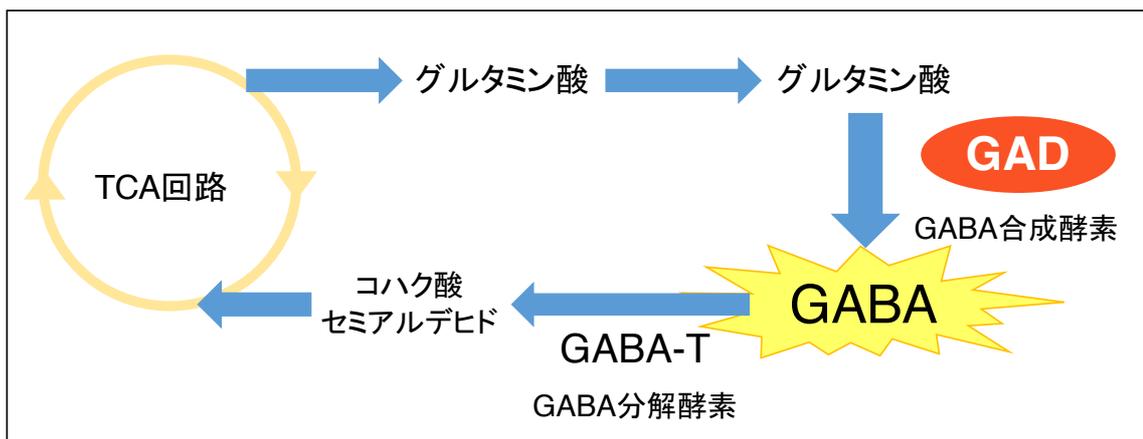


図1. GABA 生合成経路

これまでの食品を通じた GABA の血圧上昇抑制作用に着目した研究の対象はイネ、チャ、発酵食品(発酵乳, 発酵大豆, 醤油) などのローカルフードが中心であり、世界で広く食される食品での研究が求められています。トマトは、世界的に生産量、消費量が多い野菜の一つ

であり、GABA 含有量が他の食品と比較して 2-50 倍と高いことが知られています。しかし、健康機能効果が得られるのに十分な蓄積量に達しているとは言えませんでした。また、栽培環境により GABA 量が 2-4 倍増減することも報告されており、トマトにおいて GABA を安定的に高蓄積化することが求められていました。

本研究では、グルタミン酸から GABA を合成する酵素 GAD に着目しました。この酵素は通常状態では、活性中心が“ふた”で覆われており、GABA は合成されません。植物体にストレスがかかり植物内でカルシウムイオンが過剰な状態になると、カルシウムイオンが“ふた”につき、活性中心を覆っていた“ふた”が変形し、活性中心がむき出しになります。この結果、GABA 生合成酵素 GAD は活性化し GABA が合成されます。本研究では、ゲノム編集技術の一つである CRISPR/Cas9 を用いて実験トマト品種 'Micro-Tom' の GABA 生合成酵素 GAD の活性中心を覆う“ふた”の切断除去を試みました。本研究の戦略の概略図を下に示します(図 2)。図の中に描かれているハサミはゲノム編集技術を表します。

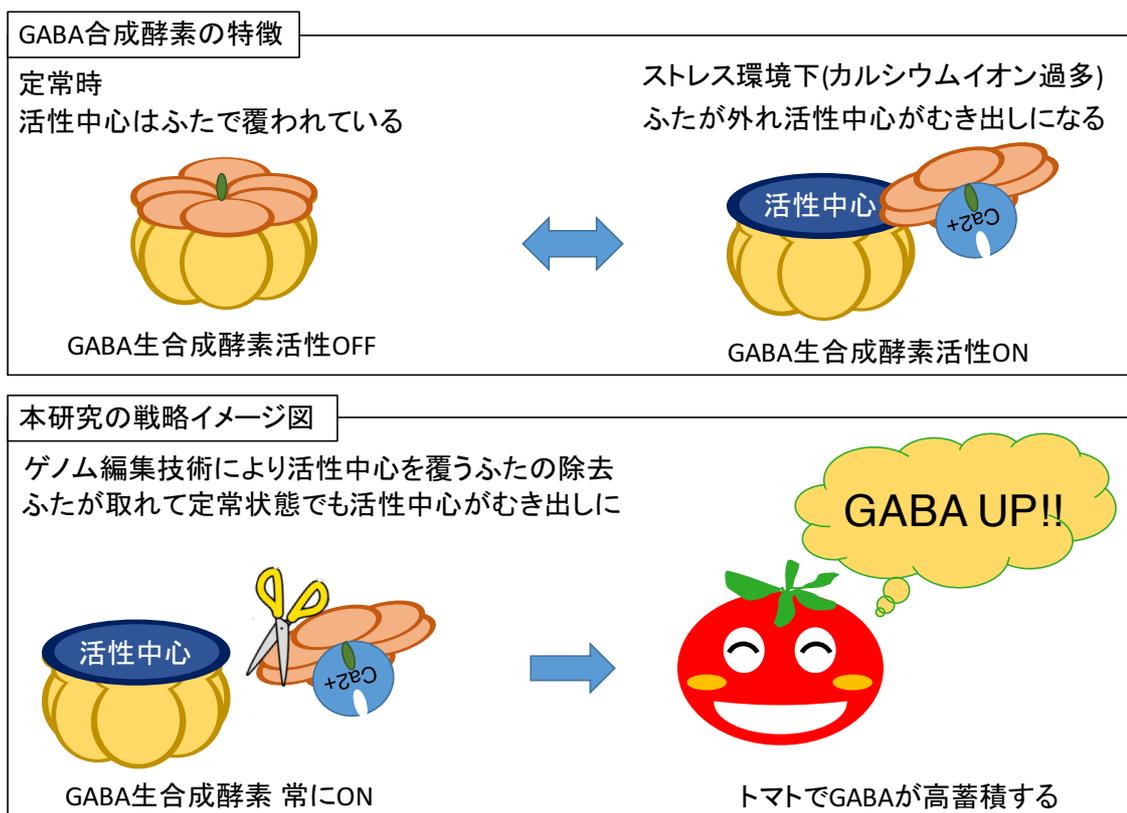


図 2. 本研究の戦略

ゲノム編集技術を用いて GABA 生合成酵素 GAD の活性中心を覆う“ふた”を除去した結果結果、GABA 生合成酵素は定常時でも活性中心がむき出しな状態になり、GABA の合成が促進されました。その結果、ゲノム編集技術利用した実験トマト品種 'Micro-Tom' では、GABA の蓄積量は、健康機能効果が期待できる程度でまで上昇しました。また GABA 蓄積量

は栽培環境によらず安定していました。

本研究は、ゲノム編集技術をトマトの分子育種へ利用した一つの事例と示すとともに、育種技術としての有用性を示すものと考えられます。

5. 発表雑誌

未定

6. 注意事項

本研究の一部は、平成 27 年度科研費基盤研究(C)(課題番号:15K07253「人工制限酵素 CRISPR/Cas9 を利用した γ アミノ酪酸高蓄積トマトの育種」及び、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:生研支援センター)によって実施されました。

7. 問い合わせ先

江面浩

筑波大学生命環境系／遺伝子実験センター

Tel/Fax: 029-853-7263, E-mail: ezura.hiroshi.fa@u.tsukuba.ac.jp

8. 用語解説

<ゲノム編集技術>

遺伝子の集合体がゲノムであり、ゲノムの上には、いくつもの遺伝子が存在しています。ゲノム編集技術とは、ゲノム上の任意の遺伝子を改変する技術です。ゲノム編集による遺伝子の改変は、まずゲノムの任意の部分で切断することから始まります。ゲノム編集技術は、ゲノムを切断するハサミのような役割をする技術のことです。

植物をはじめ、生物はゲノムが切断されたままだと、生命活動をうまく維持できません。そこで、生物は切断されたゲノムを修復する様々な仕組みを獲得してきました。生物は多くの場合、切断されたゲノムを素早く修復できる非相同末端結合修復機構を利用して修復します。この修復機構は、切断されたゲノムを素早く修復できる一方で、間違いが起こりやすいため、間違いがちな修復機構とも言えます。生物がゲノムを“間違えて修復”した場合に遺伝子の改変が起きます。

<CRISPR/Cas9>

ゲノム編集技術において、ゲノムを切断するハサミの役割を果たします。元々は、真正細菌や

古細菌が有する仕組みで、ファージ(細菌に感染するウイルス)感染の防御機構です。ファージは真正細菌や古細菌へ遺伝子を導入し感染します。これを防御するために、真正細菌や古細菌はファージによって導入された遺伝子を切断するハサミを獲得しました。植物でゲノム編集を行う際は、真正細菌や古細菌が持つ遺伝子を切る“ハサミ”に関するシステムを改良し使用します。

1. 話題

バイオリファイナリーに最適化したソルガム育種

2. 講演タイトル

高バイオマス・高糖収量性を併せ持つバイオリファイナリーに最適化したソルガム新品種「炎龍」の育成

3. 発表者

佐塚隆志¹、藤井昭裕¹、中村（荒木）聡子¹、和田多門¹、山口未来¹、岡村進之介¹、篠原（大前）梢¹、伊藤祐介¹、松岡信¹、北野英己¹、春日重光²

(¹名古屋大学生物機能開発利用研究センター、²信州大学・学術研究院農学系)

4. 発表概要

バイオリファイナリーとは、化石資源である石油の代替となる生物を活用し、バイオエタノール生産に加えてバイオプラスチック、バイオ繊維など高付加価値なバイオ製品を創出する産業のことです。ソルガムはサトウキビのように茎に高濃度の糖液を蓄積する品種があり、バイオリファイナリーの原料として糖分の活用が期待されています。例えば、神戸大学と我々の共同研究では、ソルガムの搾汁糖液を用いて高機能バイオ繊維「ザイロン」の原料となる 3,4-AHBA の発酵生産に成功しています。このような新産業の社会実装を目指す上で、バイオリファイナリーに最適化した品種を育成することは重要なポイントであり、ゲノム情報を駆使した育種学（ゲノム育種）が現代社会の問題点の解決に役立つ先駆的な例となるかもしれません。高バイオマス型ソルガムの搾汁液の糖収量を上げる育種は遺伝が複雑なため、従来の方法では困難でした。もし、高バイオマス性と高糖性を併せ持つ品種が育成されれば、糖収量はサトウキビに匹敵する可能性もあり、それは温帯での糖生産をも可能にし、バイオリファイナリーに大きく貢献します。我々はこれを目標とし、ゲノム情報を駆使して育種を進めた結果、新品種「炎龍」が誕生しました（図）。

5. 発表内容

私たちはこれまで、高バイオマス性を示すソルガムの雑種第一代（F₁）品種「天高」（MS79×74LH3213）の遺伝学的研究を行い、高バイオマス性や生産・収穫体系に重要な6つの遺伝子座が集積されていることを明らかにしてきました（注）。このことにより、(1)ゲノム DNA 情報を持ち得なかった時代の育種家たちが（雑種強勢による高バイオマスを目的としたわけではなく、子実を食用とする系統に耐倒伏性や機械化収穫適性を付与するために）、MS79 と 74LH3213 という系統のそれぞれに、劣性の早生遺伝子 1

つと矮性遺伝子 2 つを集積する育種が海外で行われてきたこと、(2)その後、その 2 系統は国内に導入され、それらの組合せは、F₁の雑種強勢を指標とした組合せ検定という偶然の組合せをスクリーニングする形によって選抜されたこと、(3)現代ゲノム科学の目でみれば、それは親では劣性の機能欠失型の 6 遺伝子が、F₁では全てヘテロとなる（全て機能する）という巧みな必然性の上に成立していたということを、私たちは DNA レベルで理解できるようになりました。このことは、メンデル遺伝学理論に基づく育種が難しかったソルガム F₁の育種手法に風穴を開けることになりました。

本研究では、この仕組みを十分理解した上でその理論を応用すべく、バイオリファイナリーに最適化した高糖収量性の育種改良を目標に、これまでの研究成果が応用されました。ここでは 74LH3213 を母本とした DNA マーカー育種が行われ、高糖性ソルガムの絞りやすさを規定する汁性遺伝子座と、搾汁液の甘さを規定する高糖性遺伝子座が導入されました。その結果、汁性と高糖性を有する新花粉親品種「74LH 改 0 号」が育成され、母本の 74LH3213 より Brix 糖度が有意に上昇したことが確認されました。次に 74LH 改 0 号と MS79 を交配することで、高バイオマスと高糖性を併せ持つ画期的な新 F₁品種「炎龍」が育成されました。炎龍は天高と比べ、一株あたりの糖収量が 1.8 倍に増加しました。これはサトウキビに匹敵する糖収量を示唆しました。

高バイオマス型のソルガムは、ロールベールサイレージにすることで家畜飼料として利用されています。つまり炎龍は、搾汁液をバイオリファイナリーに利用できるだけでなく、その残渣を家畜飼料として活用することができるため、堆肥として畑へ戻すことができるのです。つまり、この農畜連携によって、バイオリファイナリーに利用する炭素源は CO₂ から得て、他の元素のほとんどは土壌へ戻るという、理想的な資源循環サイクルを形成することができます。また、ソルガムは赤道直下から温帯まで栽培可能であり、転換畑や半乾燥地帯での栽培にも適応力があることから、耕作放棄地や砂漠化対策としての社会実装も期待されます。

(注)

http://www.nagoya-u.ac.jp/about-nu/public-relations/researchinfo/upload_images/20140919_nubs.pdf 参照。

6. 発表雑誌

未定

7. 注意事項

本研究成果は、文部科学省・GRENE NC-CARP、及び日本学術振興会による科研費の支援を受けて行われたものです。

8. 問い合わせ先

佐塚隆志

名古屋大学生物機能開発利用研究センター Tel: 052-789-5218 Fax: 052-789-5225

9. 用語解説

(ア) ソルガム

イネ科の大型 C4 作物。高バイオマス型品種は草丈が 4~5m にも達し、茎葉部分が家畜飼料として利用されている。高糖性品種はサトウキビのように茎に糖を蓄積する品種（スイートソルガムとも呼ばれる）であり、過去に米国でシロップ生産用に栽培されていた。赤道直下~温帯で栽培可能で、半乾燥地帯での栽培適応性も高い。種子を食用とする日本在来種はタカキビやアマキビ、中国ではコウリャンと呼ばれ、上記の品種群と同じ種であり、日本の農業にも馴染み深い作物である。

(イ) 雑種第一代 (F₁) 品種

ソルガムなど高バイオマス作物では、雑種強勢を利用した雑種第一代の品種が多く育成されている。

(ウ) Brix 糖度

屈折率を指標とした高糖溶液の糖度の推定値。

(エ) ロールベールサイレージ

牧草を円筒状にラップ梱包し、家畜飼料用にサイレージ発酵すること。

10. 参考資料

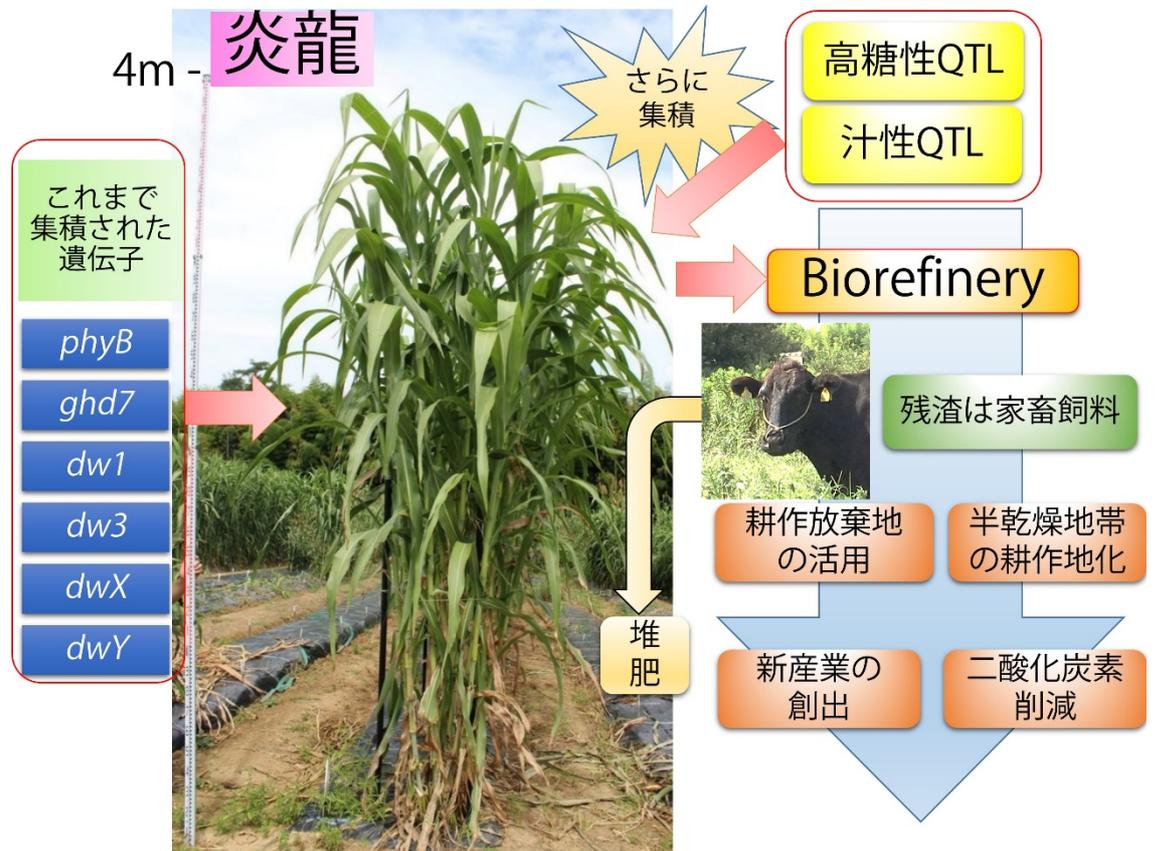


図 炎龍の草姿と活用
写真は4月下旬播種、8月下旬撮影。

平成 29 年 3 月 14 日

記者会見のお知らせ

(2017 年日本育種学会第 131 回春季大会における発表課題)

1. 発表日時：平成 29 年 3 月 22 日（水曜）15：00～16：15
（本記者発表に関わる記事解禁は、3 月 22 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 29 日（水曜）、30 日（木曜）に名古屋大学東山キャンパスで行われる日本育種学会 2017 年春季大会で発表予定のものです。合計 267 題（口頭発表 114 題、ポスター発表 153 題）の講演課題の中から選定された 4 課題について発表させていただきます。どうぞよろしく願いいたします。

発表タイトル：

(1) 低カロリー機能性米の実用化に向けて

(2) ゲノム編集技術を利用したトマトの分子育種の実例

(3) バイオリファイナーに最適化したソルガム育種

(4) 世界に先駆けて葉緑体全ゲノムを解読し、わさびの起源と伝播の謎に迫る

※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

世界に先駆けて葉緑体全ゲノムを解読し、わさびの起源と伝播の謎に迫る

2. 講演タイトル

葉緑体全ゲノム比較によるワサビの進化系譜の構築

3. 発表者

道木菜那¹、高野知之²、小林恵子¹、小林正明²、矢野健太郎²、○山根京子¹

(¹岐大応生、²明大農)

4. 発表概要

わさびの起源と伝播を明らかにする目的で、世界に先駆けて葉緑体全ゲノムを解読しました。その結果、江戸の食文化に大きな影響を与えた「食材」としての利用と、「薬草」としての利用の、用途の異なる二種類の栽培化が別々の場所で生じていたことが明らかとなりました。さらに、大陸からの伝播経路について考察を行った結果、ワサビとユリワサビは、異なるルートで別々に大陸の共通祖先から伝播したことが示唆されました。日本のワサビ属植物の遺伝的多様性の形成においては、地史や気候変動が大きな影響を与えたと考えられます。ワサビは大陸の共通祖先から分かれた後、独自の辛味成分を進化させた可能性があることがわかっています。今後は起源や伝播をより厳密に解明したうえで、「なぜ、わさびは辛いのか」—その進化の謎に迫りたいと考えています。

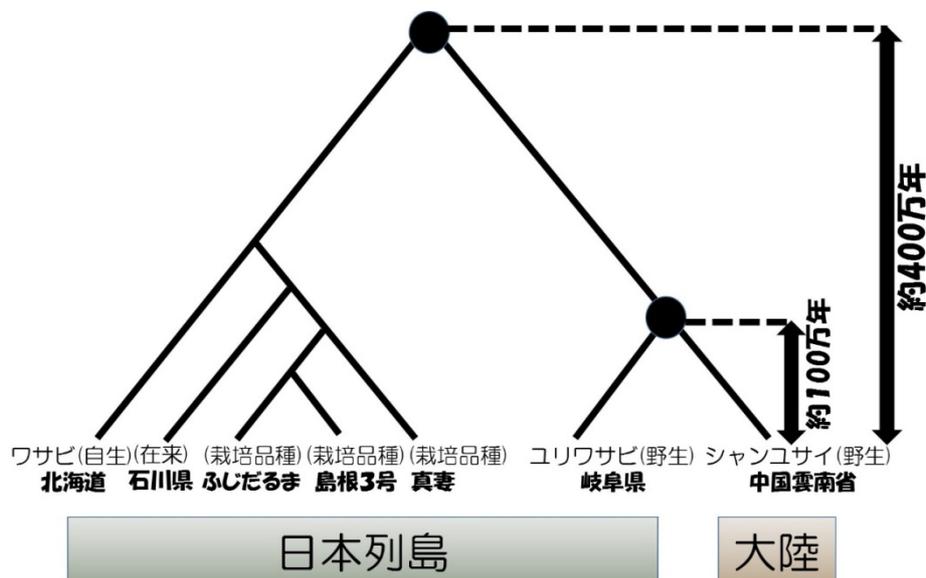
5. 発表内容

日本で栽培化され、日本固有の植物であるとされてきたわさびは和食文化を代表する食材であり、世界的な需要も高まっています。ところがこれまで遺伝学的な研究は行われてこなかったため、起源や伝播について不明なままでした。山根は2005年より全国百カ所以上でわさび遺伝資源の探索・収集を行い、育種利用や保全に向けた基盤情報の整備を行ってきました。100以上の系統で葉緑体ゲノムの部分配列（約4kb）を決定し、品種の来歴や進化を検証したところ、調べたほとんどの栽培品種で配列が一致していました。このことは、栽培わさびが単一の母系に由来している可能性を示しています。そこで本研究では、世界に先駆けてわさびの全葉緑体ゲノムを解読し、栽培品種や野生系統のワサビ属植物の配列を比較解析し、起源と伝播について検証しました。

今回の結果は大きくわけて二つの項目（①起源と②伝播）に分けられます。①起源に関しては今回の結果から、少なくとも二回以上起源したことが明らかとなりました。そのなかで注目すべきは、これまでほとんど知られていなかった、石川県在来の存在です。主要品種である‘真妻’、‘ふじだるま’とも全く異なる母系ゲノムを持つことがわかりました。根茎の肥大は他地域の野生集団ではみられない特徴をもち、粘りの強さから現地で

は‘もちわさび’として認識されています。民俗学的な調査を行ったところ、栽培の歴史は予想外に古いことがわかりました。ただし、栽培わさび発祥の地とされる静岡県での利用とは異なり、主に薬として利用されていたようです。興味深いことに、石川県で伝承される有名な昔話『かちかち山』では、背中にやけどを負ったたぬきの背中に、うさぎがわさびを塗る描写がみられます。しかも、「その後やけどは治癒した」とあり、他地域と全く異なるストーリー展開となっています。このように、わさびは江戸の食文化に大きな影響を与えた食材としての利用と、薬草としての利用の、用途の異なる栽培化が別々の場所で生じていたことが明らかとなりました。その一方で、三大品種の一つ‘真妻’の原種や‘島根3号’の母系となった在来‘半原’は、山根の調査からも絶滅の可能性が高いと推察されています。とくに品種改良に有用な在来の保全是、わさびにおいて重要な課題といえるでしょう。

次に、②の伝播です。日本のワサビ属植物の遺伝的多様性の形成においては、地史や気候変動が大きな影響を与えたと考えられます。日本には二種類のワサビ属植物が生育しています。栽培ワサビを含むワサビ [*Eutrema japonicum*] と小型のユリワサビ [*E. tenue*] です。両種の交雑個体は自然集団でも確認しています。ワサビの伝播の謎を紐解くためには、両種の関係性を無視できません。そこで、複数系統で葉緑体全ゲノム解読を目指し、そのうち一部の配列(約 13kb)を用いて系統関係と分岐年代を明らかにしたのが次の図です。



その結果、日本のワサビ属植物に最も近縁であることがわかっているシャンユサイ [*E. yunnanense*] は、日本のワサビと約400万年前に分岐したことがわかりました。これは、以前の Yamane et al. (2016) の結果と矛盾しません。シャンユサイは、ユリワサビに最も近縁であり、分岐年代が約100万年前と推定されました。100万年前は、第四紀に相当し、氷河期と間氷期を繰り返していた時代であったと推定されています。この時代、対馬海峡は陸地化し、大陸と日本列島はつながっていたと考えられており、少

なくともこの頃まで遺伝的交流があったとされる今回の結果と矛盾しません。ワサビに関して、最も意外な結果は、北海道の自生ワサビが他のワサビよりも最初に枝分かれした点でした。今回の結果から推定すると、ワサビは大陸の共通祖先から北海道を経由して南下したルートが有力であると考えられました。ところが北海道のワサビ属植物は分布が限られており、ブナ帯の北限より北ではほとんど自生地は確認されていません。アイヌの人々がワサビを利用した記録も見つかっていません。残念ながら、北海道と陸地でつながっていたと考えられるロシアの沿海地方のワサビ属植物の標本記録はみられず、伝播経路は今後、ロシア側を調査するなどして再検証が必要であると考えられます。

ワサビは大陸の共通祖先から分かれた後、独自の辛味成分を進化させた可能性があることがわかっています (Yamane et al., 2016)。今後は起源や伝播をより厳密に解明したうえで、「なぜ、わさびは辛いのか」—その進化の謎に迫りたいと考えています。

6. 発表雑誌

未定

7. 注意事項

本研究成果は浦上食品・食文化振興財団の研究助成を受けた研究の一部です。また、日本学術振興会 (JSPS) 科学研究費の助成を受けて行われました。

8. 問い合わせ先

山根京子 (やまね きょうこ)

岐阜大学応用生物科学部植物遺伝育種学研究室

TEL: 058-293-2846

FAX: 058-293-2846

E-Mail: kyamane@gifu-u.ac.jp