

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」の誕生

名古屋大学生物機能開発利用研究センターの佐塚隆志（さづかたかし）准教授の研究チームは、バイオリファイナリーに最適化したソルガム^(ア)育種として、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」の育成に成功しました。

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。ソルガムには、サトウキビのように茎に高濃度の糖液を蓄積する品種もあり、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、この研究チームと神戸大学との共同研究では、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、遺伝が複雑なために、従来の方法では搾汁液の糖収量を上げることが困難でした。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。

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

【ポイント】

- ・バイオリファイナリーに最適化したソルガム育種が行われ、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」が誕生

【研究背景と内容】

これまで、雑種第一代（F₁）^(イ)の高バイオマス型ソルガム品種の搾汁液の糖収量を上げる育種は、遺伝が複雑なために従来の方法では困難でした。この研究チームでは、まず、この複雑な遺伝を解明するため、高バイオマス 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。そして、(1)ゲノム DNA 情報を持ち得なかった時代の海外の育種家たちが（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 つを集積する育種を行ってきたこと、(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、私達は DNA レベルで理解できるようになりました。またこのうちの一つ、矮性遺伝子 *dw1* については、この研究チームによってクローニングが行われ、その結果、植物ホルモンの一つであるブラシノステロイド信号伝達を制御する新規タンパクをコードしており、細胞分裂の制御を介して節間伸長を制御していることも明らかとなりました。このような F₁ の遺伝学や植物生理学的な理解の進展は、これまで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^(ウ)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有意に増加しました。これはサトウキビに匹敵する糖収量の可能性を示唆しました。

【成果の意義】

高バイオマス型のソルガムは、ロールバールサイレージ^(エ)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。

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。

【用語説明】

(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、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。

【学会名・講演タイトル】

日本育種学会

バイオリファイナリーに最適化したソルガム育種

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

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

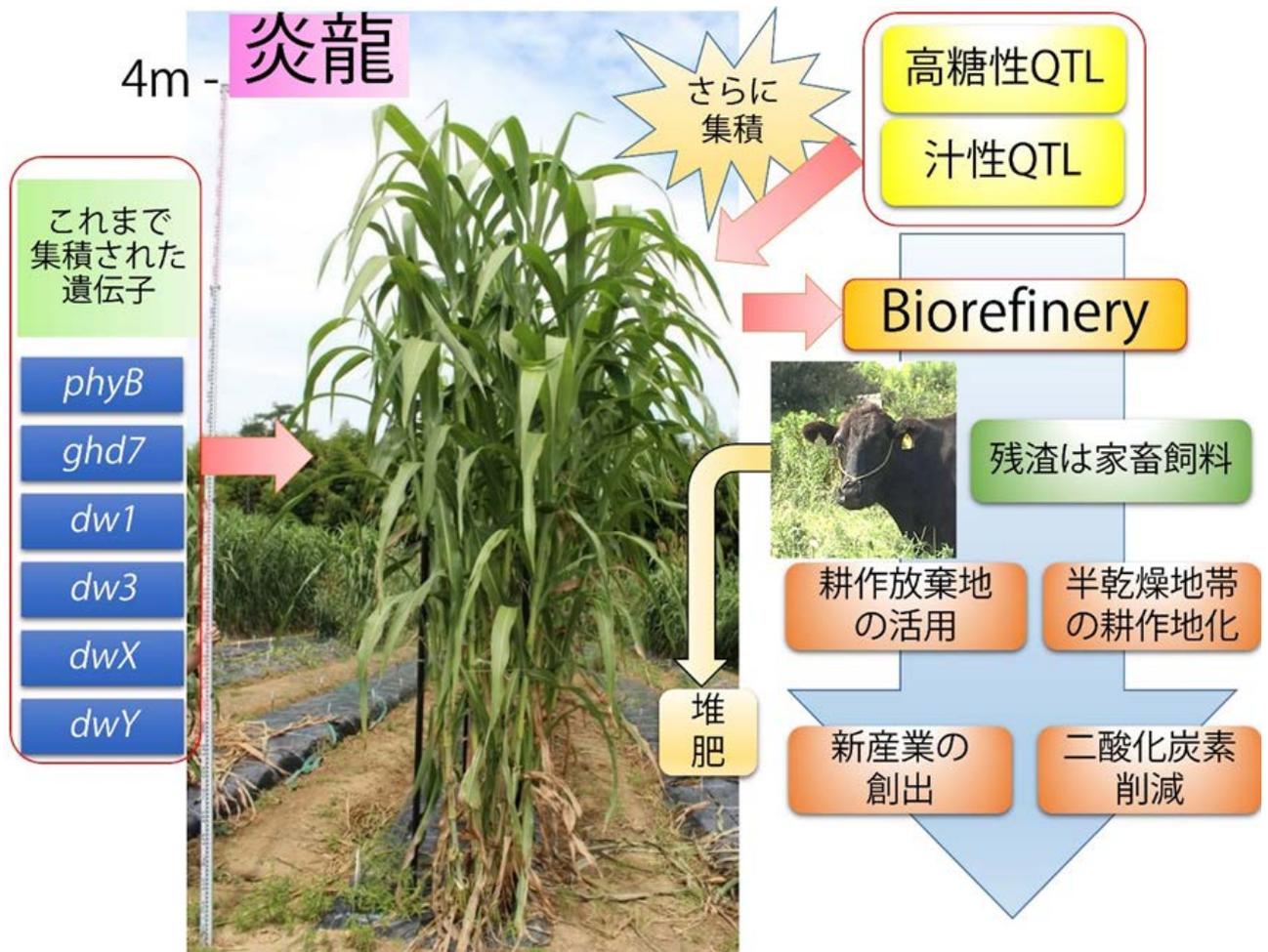
(¹名古屋大学生物機能開発利用研究センター、²信州大学・学術研究院農学系)

【参考論文】

Yamaguchi, M., Fujimoto, H., Hirano, K., Araki-Nakamura, S., Ohmae-Shinohara, K., Fujii, A., Tsunashima, M., Song, X.J., Ito, Y., Nagae, R., Wu, J., Mizuno, H., Yonemaru, J., Matsumoto, T., Kitano, H., Matsuoka, M., Kasuga, S., Sazuka, T. (2016) Sorghum *Dw1*, an agronomically important gene for lodging resistance, encodes a novel protein involved in cell proliferation. *Sci Rep.* 6: 28366.

Hirano, K., Kawamura, M., Araki-Nakamura, S., Fujimoto, H., Ohmae-Shinohara, K., Yamaguchi, M., Fujii, A., Sasaki, H., Kasuga, S., Sazuka, T. (2017) Sorghum DW1 positively regulates brassinosteroid signaling by inhibiting the nuclear localization of BRASSINOSTEROID INSENSITIVE 2. *Sci Rep.* 7: 126.

【炎龍の草姿と活用図】



写真は4月下旬播種、8月下旬撮影。