



PRESS RELEASE

岡山大学記者クラブ

文部科学記者会

科学記者会

御中

令和 4 年 5 月 25 日

岡 山 大 学

報道解禁：令和 4 年 5 月 27 日（金）午後 8 時（新聞は 28 日朝刊より）

穀物の「芒（ぼう）」ができなくなるしくみの解明

◆発表のポイント

- ・イネ科の作物や雑草は実がなる時、「芒（「ぼう」あるいは「のぎ」、「のげ」）^[1]」と呼ばれる細長い突起を先端に作り、外敵を避けたりして生存の工夫をします。芒があつたりなかつたりするしくみは遺伝子によって決まると考えられています。
- ・今回、ソルガム（別名：高黍^{たかきび}、高粱^{こうりやん}、もろこし）^[2]という穀物を用いて、芒をなくす遺伝子があることを突き止めました。
- ・この遺伝子でソルガムだけでなくコメの芒を無くすこともできるので、収穫の手間を省くことや機能性を高めた品種の開発が期待されます。

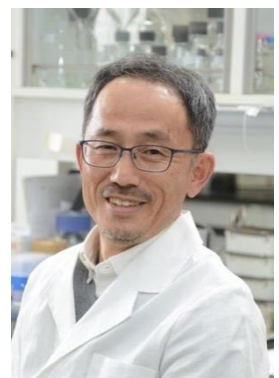
岡山大学資源植物科学研究所の坂本亘教授は、東京大学大学院農学生命科学研究科のグループらと共同で、バイオマス作物ソルガム(*Sorghum bicolor*)の「芒」という実の突起を作らなくする珍しい遺伝子を明らかにしました。

本研究成果は 5 月 27 日午後 8 時（日本時間）に、国際学術誌「*Plant and Cell Physiology*」オンライン版に掲載されます。

今回見つかった芒を作らなくする遺伝子は、ソルガムが栽培される過程で「遺伝子重複^[3]」という現象により出現し、その遺伝子を持つ品種は無芒^{むぼう}となるため栽培しやすく、各地の品種に広まっていったと考えられます。穀物の穂に特徴的な構造ができる現象を明らかにするだけでなく、今回、この遺伝子を芒があるイネ品種に導入すると芒をなくすことができることもわかりました。芒のない品種の開発などに利用され、穀物栽培の効率化や機能性の向上に役立つことが期待されます。

今回論文発表する穀物の芒を作らなくする遺伝子の研究は、大型でバイオマス利用が期待される作物であるソルガムを用いて明らかになった成果の 1 つです。ソルガムの実はグルテンフリーの機能性食材として、また大きな茎葉は家畜の飼料だけでなく、バイオエネルギーやバイオ素材の原料としての利活用も期待されています。21 世紀の作物・バイオ素材として注目されています。

ちなみに岡山名物「きびだんご」の「きび」はもともと「たかきび」に由来すると言われていたことから、ソルガムのことです。



坂本教授

PRESS RELEASE

■発表内容

<研究成果の内容>

イネ科植物の実である「小穂^み^[4]」の多くには、先端に「芒^ひ^[1]」「ぼう」あるいは「のぎ」、「のげ」などと呼ばれることがある」という長い突起状の構造ができます(図1)。この芒は、動物による食害に対する防御や種子の拡散などの適応に、有利に働くと考えられています。一方で、芒は人間にとっては収穫時に邪魔になるなどのデメリットがあったことから、例えばイネでは、栽培化^[5]の過程で芒が徐々に取り除かれてきたことがわかっており、芒の形成に関わる現象を遺伝子レベルで理解することは、作物の栽培化の歴史を紐解く上でも興味深い研究の対象と言えます。

芒の研究が最も進んでいるイネでは、これまでに複数の「芒を伸ばす遺伝子」が同定されています。これら複数の遺伝子が、ある品種に1つでも存在すれば、基本的にその品種では芒が伸びることになり、多くの場合、芒のあるイネができます。したがって、芒のないイネを作り出すためには、栽培化の過程で複数の芒を伸ばす遺伝子の機能を一つずつ完全に無くしていく(機能喪失型の変異を集積させる)必要があったと考えられています。これらの遺伝子の機能解析を通じて、イネの芒制御メカニ

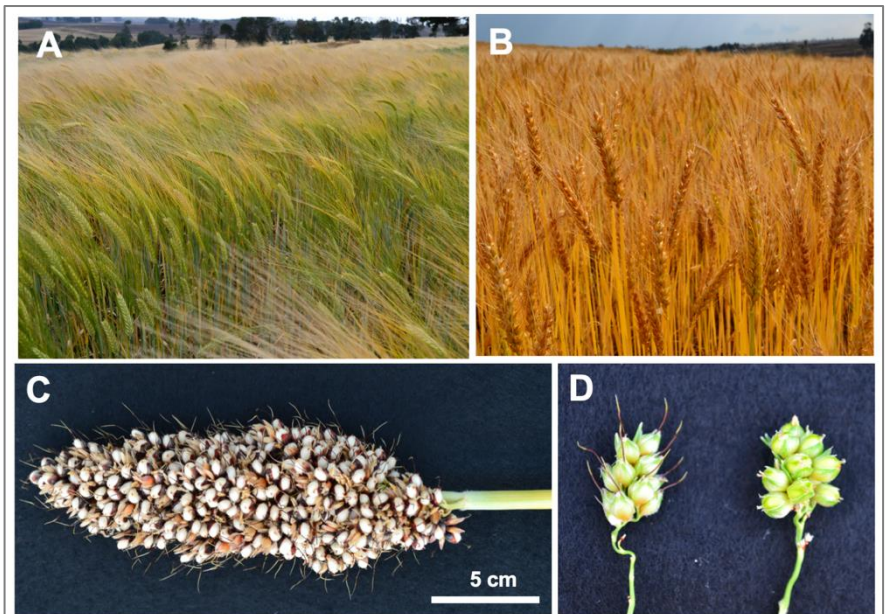


図1. イネ科作物の穂にある芒。A: オオムギ畑、B: コムギ畑、C: ソルガムの穂の拡大図、D: ソルガムの小穂(左が芒あり、右が芒なしの系統)。

ズムについてはこれまでに多くのことがわかってきました。

一方で、世界五大穀物の一つであるソルガム^[2]にも、実に芒のない品種と芒のある品種があり(図1)、芒を作る多様性については100年前から報告されていましたが、その制御に関する分子機構は明らかになっていませんでした。

岡山大学資源植物科学研究所の坂本亘教授は、東京大学大学院農学生命科学研究科の高梨秀樹助教、堤伸浩教授らの研究グループと共同で、ソルガムで芒を作るメカニズムを明らかにする研究を行いました。日本在来のソルガムである、たかきび系統 NOG を用いた集団で、芒長に関する QTL 解析^[6]を行いました。その結果、ソルガムの第3染色体に芒に関わる遺伝子があることを突き止め、この遺伝子を *DAI* (*DOMINANT AWN INHIBITOR*) と名付けました。このソルガムで発見された *DAI* 遺伝子があると、芒をなくす効果があることがわかりました(図2)。100年前に報告された芒を消す現象が、今回、遺伝子レベルで解明されたこととなります。

興味深いことに、このソルガムで発見した *DAI* 遺伝子を芒のあるイネ品種に導入すると、イネの芒が消失することがわかり、*DAI* 遺伝子は異なる穀物の間でも機能することがわかりました(図2)。イネ科植物の

PRESS RELEASE

中で DNA 解析が進んでいるイネやトウモロコシなどと比較してみると、*DAI* 遺伝子は、芒がなくなったソルガム品種だけに遺伝子重複^[3]により、出現したことがわかりました。このように、*DAI* 遺伝子は種を超えて共通に存在する祖先遺伝子から派

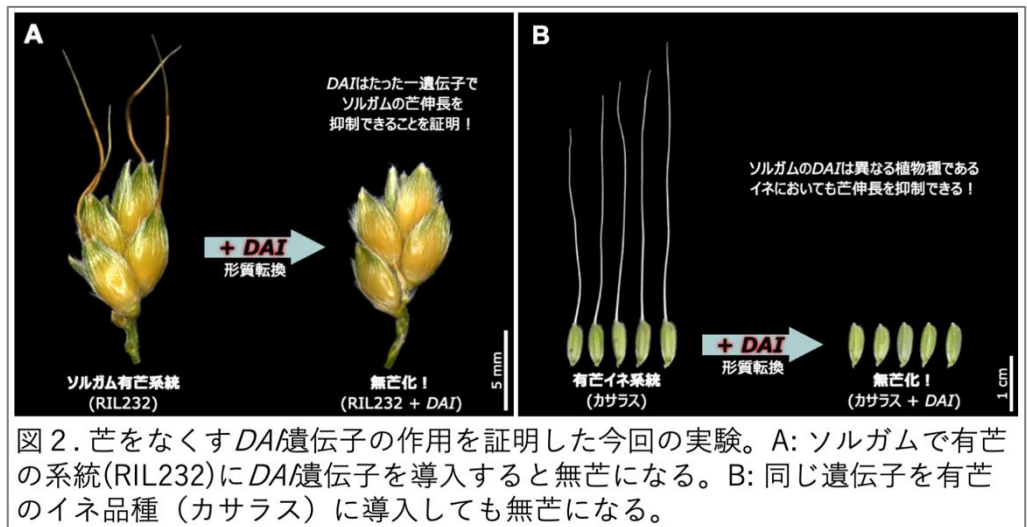


図2. 芒をなくす *DAI* 遺伝子の作用を証明した今回の実験。A: ソルガムで有芒の系統(RIL232)に *DAI* 遺伝子を導入すると無芒になる。B: 同じ遺伝子を有芒のイネ品種(カサラス)に導入しても無芒になる。

生し、芒を作らなくするソルガムの品種ができたことが明らかになりました。アメリカやアフリカ大陸の在来系統には、*DAI* 遺伝子を持ち、芒のない品種が多い一方で、アジアには *DAI* 遺伝子を持たず、芒のある品種が多いこともわかりました。

<社会的な意義>

本研究の成果は、イネ科植物の芒の制御機構や遺伝子重複を介した新規遺伝子の誕生に関する新たな知見をもたらすのみならず、穀物の品種改良に役立てることができます。無芒品種の作出により種子収量や機能性を高めるなど、今後、イネ科作物の芒に焦点を当てた品種改良を行う際にも利用が期待されます。

■論文情報

論文名: *DOMINANT AWN INHIBITOR* encodes the ALOG protein originating from gene duplication and inhibits awn elongation by suppressing cell proliferation and elongation in sorghum

掲載紙: *Plant and Cell Physiology*

著者: Hideki Takanashi, Hiromi Kajiya-Kanegae, Asuka Nishimura, Junko Yamada, Motoyuki Ishimori, Masaaki Kobayashi, Kentaro Yano, Hiroyoshi Iwata, Nobuhiro Tsutsumi*, and Wataru Sakamoto* (*責任著者)

DOI: 10.1093/pcp/pcac057

URL: <https://doi.org/10.1093/pcp/pcac057>

■研究資金

本研究は、日本学術振興会科学研究費(基盤研究B)、公益社団法人大原奨農会の研究助成により行われました。



PRESS RELEASE

■補足・用語説明

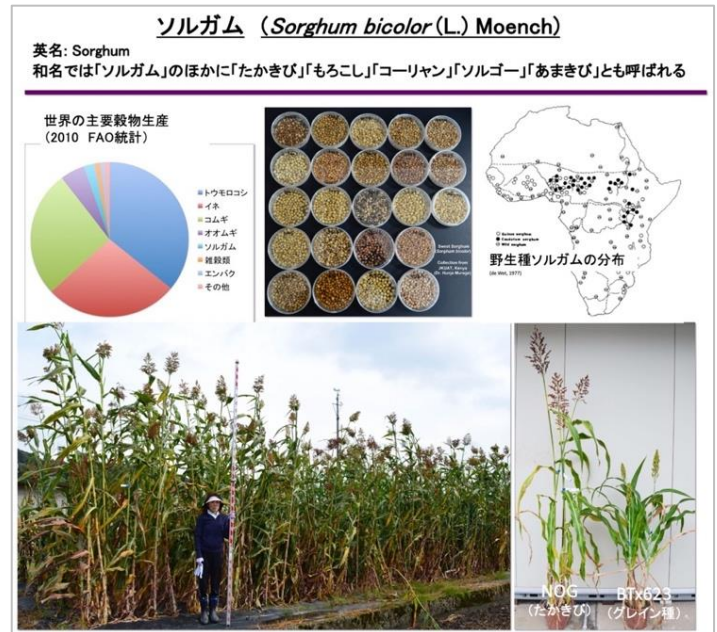
[1] 芒（「ぼう」あるいは「のぎ」、「のげ」）

イネ科植物などの小穂（注4参照）の先端につける細長い突起状の構造。

[2] ソルガム

ソルガムはアフリカが起源地で、生産量では世界5番目の穀物（右図参照）。トウモロコシと同じC4型という光合成をする作物で、C3型のイネやコムギよりも旺盛な生育を示し、4メートル以上になる品種もある。種子は食用、その他の地上部は飼料として利用される。種子はグルテンフリーで抗酸化物質を多く含み、機能性食品としても注目されつつある。茎（くき）にショ糖を蓄積する品種もあり、高バイオマス性を利用したバイオエネルギー・化学製品への利用も試みられている。

ソルガムは熱帯・亜熱帯の乾燥地から温帯の世界各地で生育して過酷な環境でも良く育つが、育種による品種改良の歴史は他の穀物より浅く、様々な特性、特に異なる環境適応性を示す在来系統が世界中に散在している。穀物の中では、DNAの遺伝情報がイネに次いで小さく、遺伝子解析の進んだイネの情報を活用して新たな遺伝子を見つけることができる。



[3] 遺伝子重複（いでんしちょうふく）

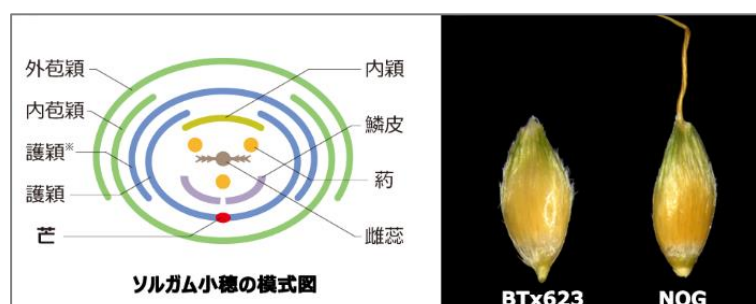
ある遺伝子を含むDNA領域がゲノム内で重複する現象のことを遺伝子重複と呼ぶ。大きなタイムスパンで見ると、遺伝子重複は多くの生物で普遍的に見られる現象であり、例えばヒトでは全遺伝子の70%以上が遺伝子重複によって生じた遺伝子であると考えられている。

[4] 小穂（しょうすい）

イネ科やカヤツリグサ科の植物は、花らしい形を作らず、その代わりに緑色や褐色のまとまった構造を作るので、この構造を「小穂」という。イネなら、小穂があつまったものが「穂」で、それぞれの小穂につける個々の花は「小花（しょうか）」と呼ぶ。

[5] 栽培化（さいばいか）

現在栽培されている作物の多くには、見た目や味も全く異なる野生種が存在する。人間がそれら野生種を栽培して長い年月を経て選抜し、現





PRESS RELEASE

在の作物を作る過程は「栽培化」と呼ばれ、自然環境により淘汰されて種が形成されるダーウィンの進化とは区別される。作物が栽培化される時に利用されたと考えられる遺伝子は、栽培化遺伝子と呼ばれる。

[6] QTL 解析 (Quantitative Trait Locus 解析)

ある集団における作物の草丈や重さなどの、量的形質 (Quantitative Trait) の測定データと、その作物のゲノム情報を用いて遺伝統計学的解析を行い、その形質を制御する遺伝子座 (責任遺伝子が座上しているであろうゲノム上の領域) を検出する手法。

<お問い合わせ>

岡山大学資源植物科学研究所
光環境適応研究グループ
教授 坂本 亘
(電話番号) 086-434-1206

(HP) www.rib.okayama-u.ac.jp/index-j.html



岡山大学は持続可能な開発目標 (SDGs) を支援しています。