

令和2年11月26日

オオムギの多様性を活用したデジタル育種

◆発表のポイント

- ・ 岡山大学資源植物科学研究所には世界中から2万あまりの系統のオオムギが収集保存されています。
- ・ これらのオオムギは世界中の研究者の研究や育種に貢献してきました。
- ・ オオムギのゲノムや遺伝子の解析で育種が効率化しています。

オオムギはイネ、コムギ、トウモロコシに次いで世界中で栽培されている穀物です。オオムギは約1万年前に中東で祖先となる野生オオムギから起源し、シルクロードを経て2～3千年前に日本で栽培されるようになりました。その過程でたくさんの在来品種が誕生し、食用および飼料用として用いられてきました。一方欧州に伝播したオオムギからはビールなどの醸造用オオムギが誕生しました。岡山大学では文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクトによって約2万系統のオオムギが保存されており、国内外の研究者に年間約2千系統が配付されています。

この世界的なオオムギのコレクションには醸造に適した遺伝子、環境変動に適応する遺伝子、機能性食品として有用な遺伝子などが含まれており、そのような遺伝子を突き止めて、育種（品種改良）によって我々が利用できる品種に導入する作業が進んでいます。

また、このようなオオムギの多様性をつくりだす遺伝子の総体、ゲノムの解読が進められており、ヒトの30億塩基対よりもさらに巨大な50億塩基のオオムギのゲノムを効率よく解読する手法が最近確立しました。

このような研究の進展によって、世界中に50万点あるとされているオオムギの多様な系統が配列によって整理され、効率よく品種を作るデジタル育種の時代が訪れようとしています。

■発表内容

<導入>

オオムギはイネ、コムギ、トウモロコシに次いで世界中で栽培されている穀物です。オオムギは約1万年前に中東で祖先となる野生オオムギから起源し、シルクロードを経て2～3千年前に日本で栽培されるようになりました。その過程でたくさんの在来品種が誕生し、食用および飼料として用いられてきました。一方欧州に伝播したオオムギからはビールなどの醸造用オオムギが誕生し、明治初期に日本に輸入されました。その後、より収量が多く、良質なオオムギを生産するために、育種やその基礎研究が進められてきました。その過程で生まれたオオムギの一部は世界中で保存されています。岡山大学にも文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクトによって約2万系統のオオムギが保存されており、国内外の研究者に年間約2千系統が配付されています。



岡山大学資源植物科学研究所の種子貯蔵庫（左）と保存種子（右）

<背景>

世界中から収集されたオオムギは多くの性質で変化に富んでおり、人類の食生活を豊かにするために使われてきました。このような多様性を多くの系統について調査して、有望な系統をこれまでの品種と交雑して新しい性質を持つ品種を作るのが、遺伝資源保存の役割です。このような遺伝資源は一度失われると二度と再現できないので、重複して保存したり、世界種子貯蔵庫のような国際機関がごく長期に保存したりしています。岡山大学のオオムギも 5000 系統以上をこの貯蔵庫に預託してきました。

遺伝資源に含まれる有用な性質を正確に効率よく取り入れるためには、性質の変化の元になる遺伝子の配列を解析して、その配列に基づいた遺伝子鑑定で選ぶことが行われています。このような遺伝子をすべて含む生物の配列をゲノムとよびますが、このゲノムをすべてのオオムギについて解析すれば、遺伝子鑑定を容易に、いわばデジタル上で行うことができるようになります。しかし、オオムギはヒトの 1.5 倍、イネの 13 倍もの巨大な配列を持っているので、その解析は困難でした。



北極圏にある世界種子貯蔵庫へのオオムギ種子の預託（右端佐藤）

<研究内容、業績>

まず、国際的な共同研究で、一つの品種のゲノム配列を解読することを約 20 年前から開始しました。その間に、ヒトやイネなどのゲノムが解読されましたが、同じ手法でオオムギの解読をするには経費や時間がかかりすぎて困難でした。しかし、幸運にも新しい解読装置や技術が次々と開発されて、それらを導入しながら、2012 年に遺伝子配列とゲノムの構造に関するゲノム配列の概要を公開しました。

その後、技術はさらに進歩して、複数の品種のゲノムを個別に高精度に解読する技術が開発されています。

一方、配列が解読されても、それがどういう意味を持つのかがわからなければ、利用できません。そのため、まず数千レベルの多くの系統を調査します。さらに、特性の異なる系統を交配し、その子孫からたくさんの雑种植物をつくります。そして、その雑种植物のすべてで性質と遺伝子の鑑定結果が完全に一致すれば、その遺伝子が性質にかかわっているとすることができます。

その一例として種子の休眠性を紹介します。種子の休眠は、収穫期に雨が降って、穂に着いたままの種子が発芽する穂発芽という障害を防ぐために必要な性質です。また、オオムギを発芽させた麦芽をビールに醸造する際に、発芽をそろえるためにも重要です。この種子休眠に関わる一番作用の大きな遺伝子を 8 年間かけて、突き止めました。その結果、この遺伝子はアラニンアミノ酸転移酵素に関わることがわかったのですが、これは私たちが血液検査で肝臓の値を示すときに使う ALT という酵素の力価と同じものだという驚きの結果が明らかになりました。

この遺伝子を遺伝子鑑定によって、既存の品種と交配して導入すると、種子の休眠が 3 週間も長くなることがわかりました。

このように、ゲノム配列の解読と、多くのオオムギ系統の性質を評価して、性質にかかわる遺伝子を理解することで、育種が正確に素早くできるようになりました。



収穫 5 週間後に休眠型遺伝子をもつオオムギは発芽せず（左）、非休眠型（右）は発芽する

<展望>

私の本務はオオムギの系統を収集し、正確に保存しながら、世界中の研究者に配付することです。

PRESS RELEASE

ご紹介したように、その管理や評価にゲノムや遺伝子の情報を用いることで保存の精度や配付後の利用効率が格段に向上します。育種の親として用いられる遺伝資源のすべてのゲノムと遺伝子の情報を解読して、いわばデジタル化すれば、その子孫から生まれる品種が親の遺伝子をもっているかがわかり、改良する遺伝子がわかれば、目的とする品種の遺伝子を組み合わせる選ぶことができるようになります。したがって、すべてのオオムギ系統を解読すれば配列に基づいた育種が可能となると考えています。このようなデジタル育種の時代はもうすぐそこまで来ています。

<略歴>

1958年生まれ。北海道大学農学部卒 博士（農学）。植物育種学。北海道立農業試験場研究員（オオムギ育種）を経て、岡山大学資源生物科学研究所助手、助教授、同資源植物科学研究所教授

<お問い合わせ>

岡山大学 資源植物科学研究所

教授 佐藤和広

（電話番号）086-434-1244

（FAX）086-434-1249



岡山大学
OKAYAMA UNIVERSITY



岡山大学は持続可能な開発目標 (SDGs) を支援しています。