

マイクロバイオーーム操作による植物の“品種改良”？

池澤 信博

いま、持続可能な開発目標 (sustainable development goals, SDGs) が話題である。SDGsとは、2015年9月の国連総会で採択された「持続可能な開発のための2030アジェンダ」のことであり、先進国・途上国含めた国際社会全体で取り組むべき開発目標として、17のゴールが定められている。SDGsに対する企業、自治体の関心はきわめて高く、企業の広報誌に特集されるに留まらず、我が子の小学校の授業でもSDGsに取り組んでいると聞いた時には正直驚いた。SDGsによって、「持続可能性」が世界的重要課題であることが明言された訳だが、その実現に科学技術による貢献が期待されている。

「持続可能な農業」は、生命の根幹である「食」に関わり、国際社会全体で取り組むべき重要課題の一つである。今後、世界人口は増加の一途を辿ると予想される一方で、気候変動、農地劣化などにより、25年後には世界の食糧生産は12%減少するという予測もある¹⁾。環境負荷の高い農業や化学肥料に過度に依存せず、持続的な食糧増産を実現するためには、どのような手段を取りうるだろうか？この問いに対して、近年の驚くべき技術進歩が新たな可能性を提示している。

たとえば、ゲノム編集技術を用いた品種改良の高速化がある。従前の遺伝子組換えによらない品種改良(交配により望ましい形質を持つ品種を作り出すこと)は、植物の生産性向上に必須の手段だが、目的の形質を得るまでに時間が掛かる。一方、ゲノム編集技術では、外来遺伝子を残さない(遺伝子組換え体とならない)方法により、ピンポイントで遺伝子破壊できるため、短期間で効率的な品種改良が可能である。

さらに、加速度的に研究例が増加しているのが、植物生産性向上を視野に入れた植物共生微生物研究である²⁾。人間における腸内細菌のように、植物には共生微生物が存在し、根圏(根の周り)、葉面、植物内部に分布する。これら共生微生物は単一種ではなく、多数の微生物の集合体(微生物叢、マイクロバイオーーム)であるが、その中には植物の生育促進効果を示す細菌種(plant growth-promoting bacteria, PGPB)が存在する。PGPBの植物への効果は、植物の栄養素(窒素、リン、鉄)獲得、植物ホルモン(オーキシン、サイトカイニン、ジベレリン)生産による生育促進、植物病原菌の生育抑制などが知られており、化学肥料に依らない栄養供給・生育促進や、農業に依らない病害防除といった意味で、持続的農業へ

の寄与が期待されている。一方、PGPBを包含する植物マイクロバイオーームは、ターゲットとなる植物—微生物の関係のみならず、微生物—微生物の関係を含みきわめて複雑な系³⁾であるため、その複雑性が植物生産性向上に向けたPGPB活用の障壁の一つとなっている。さらに問題なのは、実験室とは異なり、農地では多くの未知微生物や、激しい環境条件の変動といった不確定要素が、植物とPGPBの共生関係に影響することである。PGPBの効果をもより安定的に発揮させるためには、何らかのブレークスルーが必要である。

この解決策として、PGPBを種子に閉じ込めて次世代の植物で機能発揮させる技術が、近年発表され⁴⁾、有望視されている。本研究で用いられたPGPBはエンドファイトと呼ばれるものの一種で、植物内部に生息する。エンドファイトは外部環境から隔絶された植物内部に住むため、多数の微生物が生息する根圏・葉面に比べて競争が少なく、植物への影響力も強いと考えられている²⁾。驚くべきことにエンドファイトは種子内部にも生息し、世代を超えて宿主植物に受け継がれる⁵⁾。Mitterら⁴⁾は、PGPBとして働くエンドファイトの一種 *Paraburkholderia phytofirmans* PsJN (PsJN株) を小麦などの穀物の花にスプレーすることで、形成される種子に導入することに世界で初めて成功した。また、PsJN株が導入された種子のマイクロバイオーームを調べた結果、PsJN株導入による明確な菌叢変化を確認した。これは、マイクロバイオーームの人為的改変を意味する。さらに、本種子を生育させた結果、PsJN株のPGPBとしての効果により開花が促進されることを確認した。PsJN株の伝達は次世代一代限りではあったものの、本報告は、有用形質を示す植物を種子から作製したという点で、遺伝的改良とは一線を画す、一種の“品種改良”とみなせる画期的成果であった。将来、ゲノム編集を含め、このような画期的技術によって、持続的な食物増産が達成されることが期待される。悲観的な未来予測が多い中、SDGsの旗印のもと、技術革新が照らし出す明るい未来の姿が楽しみである。

- 1) Sessitsch, A. et al.: *Trends Plant Sci.*, **24**, 194 (2019).
- 2) Orozco-Mosqueda, M. D. C. et al.: *Microbiol. Res.*, **208**, 25 (2018).
- 3) Wei, Z. and Jousset, A.: *Trends Plant Sci.*, **22**, 555 (2017).
- 4) Mitter, B. et al.: *Front. Microbiol.*, **8**, 11 (2017).
- 5) Truyens, S. et al.: *Environ. Microbiol. Rep.*, **7**, 40 (2014).