

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 気候変動への適応を支える根の形質可塑性の分子基盤の解明

2. 個人研究者名

山内 卓樹（名古屋大学生物機能開発利用研究センター 准教授）

3. 事後評価結果

気候変動による干ばつや冠水の増加により、今後農作物の生産性が著しく低下することが懸念されている。耐乾性や耐湿性に貢献する形質を理解し、将来の気候変動に耐性をもつ作物品種の育成が必要だが、圃場環境における土壌水分は断続的に変動しており、一定の環境を想定した既存の耐性育種では限界がある。植物の根は内側から中心柱、皮層および表皮に分けられるが、中心柱内の導管は土壌からの水分の輸送を担う一方、皮層内の通気組織は地上部から根端部への酸素供給を担うとともに細胞数を減らして根の呼吸を抑える。山内研究者は、耐乾性や耐湿性をもつイネ科野生植物種の根の解剖学的特徴の解析から、二つの定量的指標 [皮層/中心柱の面積比(Cortex/Stele Ratio: CSR)と通気組織の占有率(Aerenchyma/Cortex Ratio: ACR)] を見出し、これらの指標を作物の耐乾性・耐湿性強化に応用するための基盤を作ることを研究目標とした。イネ科作物の中で冠水土壌に適応したイネは畑作物のコムギやトウモロコシと比べて顕著に高い CSR と ACR をもつ(皮層と通気組織の面積比が大きい)こと、植物種を問わず CSR と ACR には可塑性があり、冠水による低酸素条件に応答して皮層と通気組織の面積比が大きくなることを示した。次いで、ソルガムの標準系統と在来系統を両親とした組換え自殖系統を用いて CSR と ACR の値を決定する QTL を同定し、CSR を制御する候補遺伝子を二つ選抜した。それぞれオーキシン代謝関連酵素および組織の発達を制御する転写因子をコードしており、環境依存的な発現量に系統間差がみられたことから、オーキシンの量的制御と転写因子を介した遺伝子発現制御が CSR の系統間差を規定するだけでなく、CSR の環境依存的な可塑性にも関与することが示唆された。また、圃場での断続的な干ばつや冠水を想定した土耕栽培の条件を設定してソルガム系統を栽培し、CSR の可塑性の高い系統は土壌水分含量の変動に対して高い耐性をもつことを明らかにした。さらに、イネのオーキシンシグナル伝達の変異体の解析から、オーキシンが ACR に関与することを示し、通気組織形成率を回帰したモデルを考案して根の形質を細胞の齢に依存して評価する手法を確立した。

自ら見出した定量的指標を駆使することによって緻密な研究を展開し、土壌の環境変動に対応する候補遺伝子の同定から野生イネ科植物の生育へまで一般化することができた。独創的で幅広い研究成果であり、当初の予測通り、将来の気候変動耐性型作物の育成に向けた基盤が得られたと高く評価する。作物栽培や育種に定量性を導入した新たな研究をリードするトップランナー研究者であり、今後のより一層の研究展開を期待する。

(2021年10月追記)

本課題は、新型コロナウイルスの影響を受け、6ヶ月間期間を延長して行った。

延長期間の間に、CSR を制御する一つの候補遺伝子を導入した形質転換イネを作出して根の形質を調べた。予想通りの形質が観察され、原因遺伝子の特定に向けて研究が大きく進展した。