

## 作物の新しい耐塩性機構

(2021年3月28日 東京農業大学農学部 オンライン開催)

オーガナイザー 東江栄 (九州大学大学院農学研究院)

1. 塩ストレス下におけるイネ葉肉細胞内のオルガネラ間の協調関係と耐塩性との関係  
山根浩二 (近畿大学大学院農学研究科)
2. イネ葉鞘における塩排除能の分子機構の解析とその分子育種への応用の可能性  
三屋史朗 (名古屋大学大学院生命農学研究科)
3. イネの  $\text{Cl}^-$  蓄積と耐塩性との関係  
平井儀彦 (岡山大学大学院環境生命科学研究科)
4. 作物の好塩性機構  
東江栄 (九州大学大学院農学研究院)

作物は塩感受性が高く、塩害土壌における生産性は低い。本ミニシンポジウムでは、作物の塩に対する反応に関する最新の知見を紹介し、耐塩性作物の開発や塩害環境下における作物生産性に関連した問題を議論することを目的とした。

山根氏 (近畿大学) は、電子顕微鏡の連続切片画像を積み重ねて立体像を得る三次元再構築法を用いて、イネ葉肉細胞内のオルガネラ間の協調関係と耐塩性との関係について紹介した。塩ストレス下で発生する葉緑体の障害は活性酸素によるもので、過剰活性酸素の生成を抑制する代謝の維持が重要であるが、そのためには、オルガネラ間の協調関係が必須となる。山根氏らは、オルガネラの形態変化や膜接触面積を3次元構築することで定量評価し、塩ストレス下において膜接触面積が有意に増加し、物理的な膜接触が強化されている可能性があることを示した。さらに葉緑体においては、塩ストレス下で葉緑体から突起構造が出現しミトコンドリアやペルオキシソームを取り囲むポケット構造が構築されることを示し、これらの形態変化がオルガネラの協調関係の向上、ひいては塩ストレス障害の抑制に重要であることを示した。

三屋氏 (名古屋大学) は、イネ葉鞘の塩排除能の分子機構を紹介した。イネ耐塩性にとって葉身への塩の流入・蓄積を減らす能力は重要な形質である。イネ葉鞘は  $\text{Na}^+$  及び  $\text{Cl}^-$  を高濃度に蓄積し、葉身への流入を防ぐ。三屋氏らは、葉鞘の周縁部にある維管束の道管から排除された塩が、葉鞘中央部の基本柔細胞に輸送され高濃度に蓄積すること、また、蓄積部位は両者で異なり、 $\text{Na}^+$  は葉鞘の基部、 $\text{Cl}^-$  は葉鞘の先端部で多く蓄積することを示した。また、部位および組織特異的な網羅的遺伝子発現解析により、葉鞘の塩排除やその制御に関わる候補遺伝子群を見出し、イネ 296 品種を用いたゲノムワイド関連解析により、葉鞘の  $\text{Na}^+$  排除能にみられる品種間差に関わる一塩基多型を検出した。さらに、Genotyping by sequencing (GBS) 法を利用した QTL 解析により、イネ葉鞘の  $\text{Na}^+$  排除能を増加する suggestive QTL を検出した。これらの成果を基に、分子育種への応用の可能性および解決すべき課題を議論した。

平井氏 (岡山大学) は、解析例の少ないイネの成長・収

量に及ぼす  $\text{Cl}^-$  の影響を示した。栄養成長期に  $\text{NaCl}$  と  $\text{KCl}$  を処理した試験では、茎葉部の  $\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  の含有率と茎葉部重に占める枯死部重の割合 (枯死部割合) の間には正の相関が認められたが、 $\text{Na}^+$  の場合は両処理との間で回帰直線は異なったのに対し、 $\text{Cl}^-$  の回帰直線は両処理区でほぼ一致した。同様の結果が、茎葉部  $\text{Cl}^-$  含有率と乾物重との間にも認められた。また、土耕栽培で同様な処理を行い生育と収量を塩処理区と比較し、地上部  $\text{Cl}^-$  含有率と個体乾物重および精初重との間に負の相関が認められることを示した。さらに、 $\text{Cl}^-$  含有量の異なる塩を用いた処理実験を行い、 $\text{Cl}^-$  を含む塩処理でのみ茎数が低下し、 $\text{Na}^+$  の蓄積は茎数の低下には関係しないこと、穂数の低下には地上部  $\text{Cl}^-$  含有率が密接に関係することを示した。これらの結果をもとに、イネの  $\text{Cl}^-$  蓄積と耐塩性との関係について議論した。

東江 (九州大学) は、好塩性機構に関する最近の知見を紹介した。好塩性は多くの作物が枯死する  $\text{NaCl}$  条件で逆に生育が促進される現象である。アイスプラントの光合成速度は、処理した  $\text{NaCl}$  濃度の増加に伴い増加し、300 mM で最大となった。糖リン酸を与えた葉緑体の酸素放出速度及び単離タンパク質の酵素活性速度から、 $\text{NaCl}$  がカルビン回路に関連するいくつかの酵素の活性を高めていることを示した。また、 $\text{NaCl}$  の添加で培養細胞の呼吸速度が増進され、ミトコンドリアの ATP 合成が増加することを示した。さらに、細胞周期を同調化した細胞を用いて、サイクリンとサイクリン依存性キナーゼ (CDK) 関連遺伝子の発現量が  $\text{NaCl}$  によって増加することを示した。これらの結果をもとに、細胞の分裂、呼吸・エネルギー代謝の亢進及び炭酸固定酵素の活性に対する  $\text{NaCl}$  の作用を議論した。

今回のミニシンポジウムでは、イネ及び塩生植物の塩に対する適応反応に関する新しい知見が紹介された。形態学的・生理生態学的・分子生物学的な多岐にわたる内容で、多くの聴衆を得て活発な質疑・議論がなされた。塩に対する植物の適応反応には未解決な部分が多く残されており、塩の作用に対する理解は、耐塩性作物創生の一助になると期待される。

(東江栄)