

植物の耐塩性を強化する化合物を新たに発見、農作物を塩害に強くする肥料や農薬開発に期待

理化学研究所（理研）環境資源科学研究センター植物ゲノム発現研究チームの関原明チームリーダー、佐古香織特別研究員（研究当時）らの共同研究グループは、新しい化合物「FSL0260」が植物の耐塩性を強化することを発見しました。

本研究成果は、人体への悪影響が少なく、農作物の耐塩性を強化する肥料や農薬の開発に貢献すると期待できます。

塩害は、かんがい農業による塩類集積、または海沿いの地域で発生し、農作物の生産に大きな悪影響を及ぼしています。これまで、農作物の耐塩性を高めるために品種改良が行われてきましたが、育種的な方法では時間がかかるという問題がありました。

今回、共同研究グループは、理研 NPDepo 化合物ライブラリーを用いて、植物の耐塩性を強化する化合物の探索（スクリーニング）を実施した結果、新規化合物 FSL0260 の同定に成功しました。さらに FSL0260 は、ミトコンドリア電子伝達系の複合体 I を阻害することで、ミトコンドリア代替呼吸系を活性化し、高塩ストレスで発生する活性酸素の蓄積が抑制された結果、植物の耐塩性が強化されることを明らかにしました。

研究手法と成果

共同研究グループは、耐塩性を強化する化合物を同定するため、理研 NPDepo 化合物ライブラリー（405 化合物）とモデル植物である双子葉植物のシロイヌナズナを用いて、耐塩性を強化する化合物の探索（スクリーニング）を行いました。その結果、「FSL0260」という新規化合物が耐塩性を強化することが分かりました（図 1）。

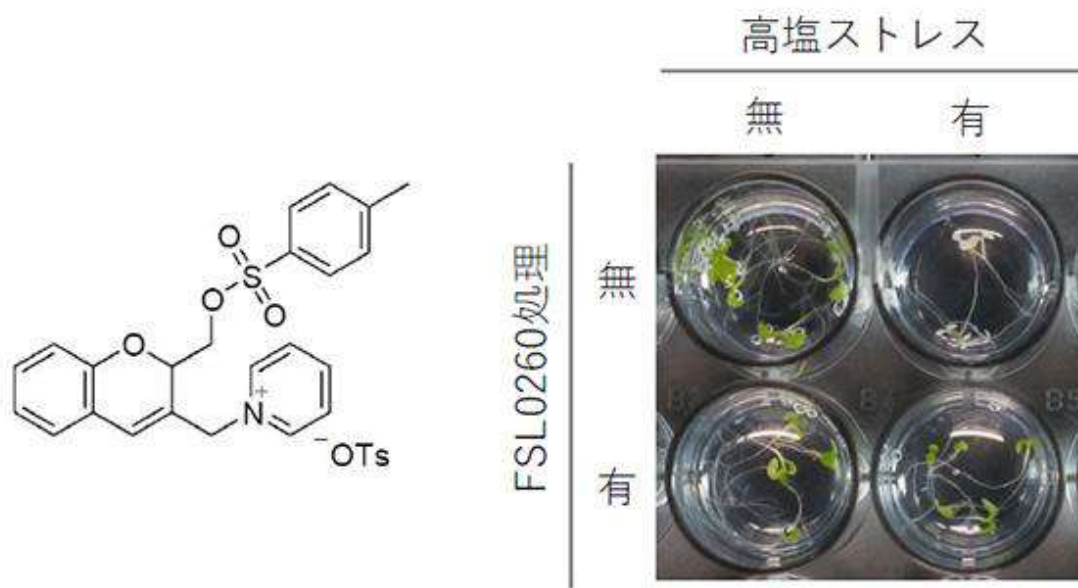
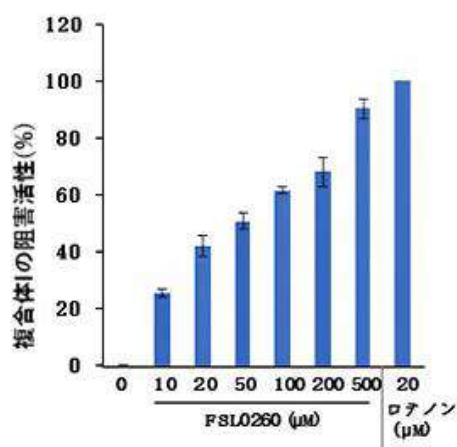


図1 新規化合物 FSL0260 の構造式（左）と耐塩性実験（右）

液体培地で生育させたシロイヌナズナに高塩ストレスを与えると、白く枯死した（右図右上）。一方、FSL0260 を添加し 24 時間処理した植物では、高塩ストレス下でも生存した（同右下）。

次に、FSL0260 による耐塩性強化のメカニズムを明らかにするために、網羅的な遺伝子発現解析を行いました。その結果、ミトコンドリア電子伝達系のバイパスとして機能するミトコンドリア代替呼吸系の遺伝子発現が、FSL0260 処理によって増加することが分かりました。そこで、ミトコンドリア電子伝達系の活性を調べたところ、複合体 I の活性が FSL0260 処理によって阻害されることを見いだしました（図 2a）。一方、動物ミトコンドリアでは阻害されなかったことから、FSL0260 の機能は植物ミトコンドリア特異的である可能性が示されました（図 2b）。

(a) ジャガイモミトコンドリア



(b) 牛心ミトコンドリア

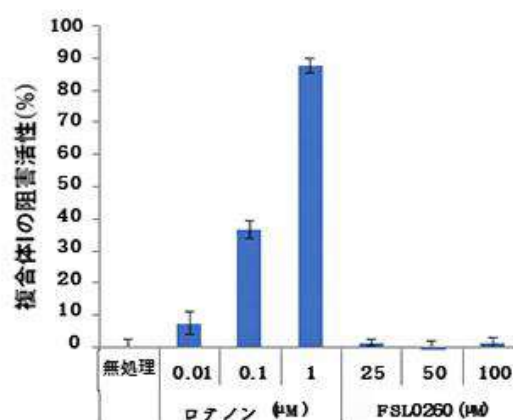


図 2 FSL0260 によるミトコンドリア電子伝達系の複合体 I の阻害活性

(a) ジャガイモより単離したミトコンドリアを用いて、複合体 I の活性を測定した。FSL0260 の濃度が上昇するほど強く阻害された。

(b) ウシ心臓より単離したミトコンドリアを用いて、複合体 I 活性を測定した。FSL0260 では阻害されなかった。コントロールとして既存の阻害剤ロテノンを用いると、活性が阻害された。

また、ミトコンドリア代替呼吸系は、活性酸素の発生抑制に働くと考えられています。実際に、高塩ストレスにさらされたシロイヌナズナを FSL0260 で処理をしたところ、活性酸素の蓄積が抑制されることが分かりました (図 3 左)。以上の結果から、FSL0260 は、ミトコンドリア電子伝達系の複合体 I を阻害することで、ミトコンドリア代替呼吸系を活性化し、高塩ストレスで発生する活性酸素の蓄積が抑制された結果、植物の耐塩性が強化されることが明らかになりました (図 3 右)。さらに、単子葉植物のイネでも、FSL0260 処理によって活性酸素の蓄積が抑制されたことから、単子葉植物・双子葉植物のいずれにおいても、FSL0260 は耐塩性を強化することを確認しました。



図3 FSL0260の活性酸素抑制実験と耐塩性強化のメカニズム

(a) 高塩ストレス下、シロイヌナズナでは活性酸素が蓄積し、NBT染色により葉が青色を呈した。一方、FSL0260で処理すると、高塩ストレス下でも活性酸素の蓄積が抑制された。

(b) FSL0260がミトコンドリア電子伝達系の複合体Iを阻害することで、ミトコンドリア代替呼吸系を活性化し、高塩ストレスで発生する活性酸素の蓄積が抑制された結果、植物の耐塩性が強化される。

今後の期待

今回の研究から、新しいミトコンドリア阻害剤 FSL0260 が植物の耐塩性を強化することを発見しました。FSL0260による阻害効果は植物特異的であることから、本成果を応用すれば、人体への毒性が低く、農作物を塩害に強くする肥料や農薬の開発、それに伴う収量増産につながると期待できます。

論文情報

タイトル Inhibition of mitochondrial complex I by the novel compound FSL0260 enhances high salinity-stress tolerance in *Arabidopsis thaliana*

雑誌 Scientific Reports

DOI [10.1038/s41598-020-65614-9](https://doi.org/10.1038/s41598-020-65614-9)

日本語原文 https://www.riken.jp/press/2020/20200526_1/index.html