

植物のミネラル輸送システムの解析

研究者所属・職名：資源植物科学研究所・教授

ふりがな ま けんぼう

氏名：馬 建鋒

主な採択課題：

- [新学術領域研究\(研究領域提案型\)「大地環境変動に対する植物の生存・成長突破力の分子的統合解析」\(2010-2015\)](#)
- [特別推進研究「作物のミネラル輸送システムの統合解析」\(2016-2020\)](#)

分野：植物栄養生理、植物分子生物

キーワード：ミネラル、輸送体、イネ、有害元素、根、節

課題

- なぜこの研究をおこなったのか？（研究の背景・目的）

動物とは異なり、植物は生きていくために14種類のミネラル元素しか必要としない。植物はこれらの元素をまず土壌から吸収し、根から地上部へ転流したあと、各器官・組織の必要量に応じて分配または再分配する。最終的には多くのミネラルは種子へ集積され、我々の健康に欠かせないミネラルの供給源になっている。一方、土壌中に存在する有害元素も植物によって可食部分に運ばれ、食物連鎖を経て我々の健康に害を与えてしまう。カドミウムによるイタイイタイ病はその典型的な例である。したがって、ミネラルの輸送機構を研究することは、作物の生産性だけでなく、我々の健康においても非常に重要である。我々はミネラルの各輸送過程にかかわる様々な輸送体（膜タンパク質）の同定や環境変動に対する輸送体の応答、輸送体の改変などの研究を行っている。

- 研究するにあたっての苦労や工夫（研究の手法）

輸送体遺伝子の同定には主に突然変異体や品種間差を利用して行う。変異体のスクリーニングには、多数の植物を用いるため、簡便で再現性の良いスクリーニング方法を考案する必要がある。また遺伝子の機能解析に、様々なアプローチを用いて行うため、多くの技術や機器を必要とする。

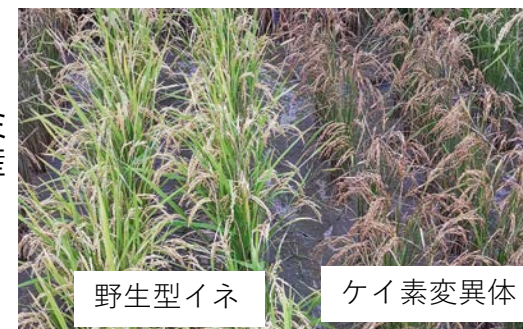


図1 選抜したケイ酸吸収欠損変異体

植物のミネラル輸送システムの解析

研究成果

● どんな成果がでたか？どんな発見があったか？

これまでに12種類のミネラル元素の輸送に関わる多くの輸送体を発見してきた。これらの輸送体は根や節、葉などの組織に発現し、根によるミネラルの吸収や、根から地上部への転流、各器官への分配あるいは再分配に機能していることを解明してきた。一例をあげると、図2のように、イネを様々なストレスから守るケイ素の吸収には、根の外皮と内皮細胞に偏在する内向き輸送体Lsi1と外向き輸送体Lsi2の共同作業が必要であることを明らかにした(Nature 2006, 2007)。片一方が欠けると、図1のようにイネの生育が著しく悪くなる。またイネの節で発現する新規リン酸輸送体SPDTを発見して、この遺伝子を破壊すると、種子へのリン酸の分配が減り、フィチン酸の蓄積が低下する(図3、Nature 2017)。これは富栄養化の防止や我々の亜鉛や鉄の吸収阻害を防ぐ効果が期待できる。さらにイネのカドミウム集積にかかわる重要な輸送体遺伝子を三つ同定した。そのうちの一つOsHMA3を過剰発現すると、カドミウム汚染土壤に栽培してもイネ種子へのカドミウム集積が起らないことが分かった。

土壤のミネラルストレスに対する植物の応答機構についても多くの知見を得た。特に世界の耕地面積の3-4割を占める酸性土壤での主な作物生育阻害因子であるアルミニウム毒性に対して、イネの持つ耐性機構を分子レベルで解明し、多くの耐性遺伝子を同定した。またオオムギのアルミニウム耐性獲得機構も解明した。

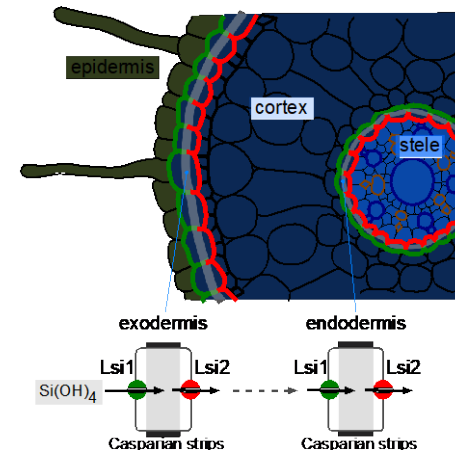


図2 イネにおけるケイ酸吸収システム模式図

今後の展望

● 今後の展望・期待される効果

土壤中のミネラルを種子まで輸送するために、多種多様なミネラル輸送体が必要であるが、その多くはまだ未同定のままである。また移動できない植物は土壤中のミネラル変動に対応するために様々な制御機構を発達させているが、その分子機構はまだ明らかにされていない。今後は未知なミネラル輸送体を同定し、その制御機構を解明したい。これらの研究を通じて、作物の生産性の向上だけでなく、食品の栄養価や安全性の向上にも貢献する。

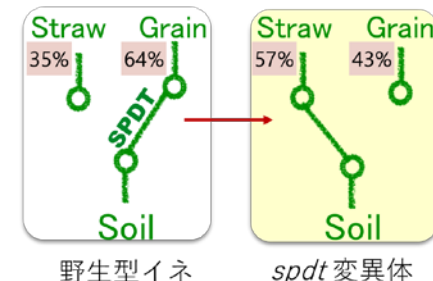


図3 イネ節にある新規リン酸輸送体SPDTの改変によるリン分配の変化