



令和元年 11 月 22 日

双子葉植物がリンを若い葉や種子に優先的に分配する仕組みを解明

◆発表のポイント

- ・ 植物は土壌から吸収したミネラルを各器官の必要に応じて分配しますが、その仕組みは双子葉植物と単子葉植物で異なることがわかりました。
- ・ シロイヌナズナのリン酸輸送体 AtSPDT は主に維管束形成層に発現し、維管束に沿ってリンを導管から篩管へと徐々に移し替えることで発達中の器官へとリンを優先的に分配します。
- ・ 双子葉植物のミネラル分配機構の理解を深めることで、ミネラルの過不足が生じる不良土壌での植物の生育の改善や、作物の可食部の栄養価の向上などに応用できます。

岡山大学資源植物科学研究所の馬建鋒教授らの研究グループは、モデル双子葉植物シロイヌナズナのリンの分配を司る遺伝子を世界で初めて突き止め、根から吸収したリンを若い葉や種子に優先的に分配するメカニズムを解明しました。本研究成果は 10 月 10 日、植物科学のトップジャーナル「*Molecular Plant*」に Online で公開されました。

植物は土壌から吸収したミネラルを各器官の必要に応じて分配し生育します。イネなどの単子葉植物では主に節の発達した維管束構造において維管束間輸送によってこの分配が行われます。節の維管束が発達しない双子葉植物では、本研究で見出したリンの分配を担う輸送体 AtSPDT は、節だけでなく茎葉基部や葉柄などの維管束形成層に発現し、根から葉へとリンが運ばれる過程で維管束に沿って徐々に導管から篩管へとリンを乗せ換え、発達中の器官へと行き先を変えていることがわかりました。本研究成果により、双子葉植物と単子葉植物がそれぞれの体制に応じた異なる栄養素の分配メカニズムを備えており、双子葉植物では維管束形成層が栄養素の分配にも機能していることが初めて示されました。これにより、双子葉植物のミネラル分配機構の理解を深めることができ、ミネラルの過不足が生じる不良土壌での植物の生育の改善や、作物の可食部の栄養価の向上などへの応用が期待されます。

◆研究者からのひとこと

長い間植物の根によって吸収された栄養素がどのように各器官の必要量に応じて分配されるのかについて不明でした。近年、我々はイネ科植物の場合、節でミネラル栄養分の分配を行っていることを世界で初めて明らかにしてきました。今回はリン酸輸送体 AtSPDT の解析を通じて、双子葉植物におけるミネラル栄養分の分配の仕組みがイネ科植物のとは異なることを突き止めました。



馬教授



PRESS RELEASE

■発表内容

<現状>

植物は土壌から 14 種類ミネラル（無機栄養素）を吸収し、それを各器官の必要に応じて分配することで生育します。この栄養素の分配の仕組みは、近年私たちの研究から、イネなどの単子葉植物では主に節で行われており、節に集まる非常に発達した維管束の間でさまざまなトランスポーター（輸送体タンパク質）を介してミネラルが受け渡される（維管束間輸送）ことが明らかになってきました。しかし双子葉植物については、単子葉植物のような特別に発達した節の維管束構造はみられず、各器官の要求に応じたミネラルの分配をどのように実現しているのか、そのメカニズムはほとんど解明されていません。今回は、リン酸輸送体 AtSPDT の解析を通じて、双子葉植物における無機栄養素の分配の仕組みを明らかにしました。

<研究成果の内容>

リンは核酸やリン脂質などを構成する、全ての生物にとって必須の元素です。イネの節では、リン酸輸送体 OsSPDT が維管束木部や維管束間の柔細胞に高発現し、リン酸の維管束間輸送によって、根から新たに吸収したリンを発達中の新葉や穂へと優先的に分配することが明らかになっています（Yamaji, et al., 2017）。

今回私たちは、モデル双子葉植物シロイヌナズナの OsSPDT の相同遺伝子 AtSPDT について、その機能と生理的役割を解析しました。AtSPDT は OsSPDT と同様、細胞膜上で働きリン酸を細胞内に取り込む輸送活性がありました。しかしイネ OsSPDT が主に節で働くのに対し、シロイヌナズナ AsSPDT は茎葉基部と葉柄で発現が高く、胚軸や茎などにも発現していました。また、いずれの部位でもリン欠乏条件で発現が増加しました。AtSPDT 遺伝子プロモーター制御下で緑色蛍光タンパク質 GFP を発現する遺伝子組換えシロイヌナズナを用いて、遺伝子発現の組織局在を調べたところ、いずれの器官でも維管束形成層で AtSPDT の発現が高いことがわかりました。

次に、AtSPDT 遺伝子の機能欠損変異体(atspd)を取得し、シロイヌナズナの生育に及ぼす影響を調べました。atspd 変異体では、リンの吸収量や根から茎葉へのリンの転流割合は野生型シロイヌナズナと変わらないにもかかわらず、発達中の新葉へのリンの分配が減少し、古い葉へのリンの分配が増加しました。その結果、リン欠乏条件下では atspd 変異体は新葉の成育が悪化し、また種子中のリン濃度も減少しました。これらの結果から、AtSPDT も OsSPDT と同様に発達中の新葉や種子へと優先的にリンを分配するために機能していることが明らかになりました。

AtSPDT が働く維管束形成層は、維管束の木部と篩部の間に位置し、茎などを肥大成長させる分裂組織です。すなわち AtSPDT は木部の導管を通して根から葉へ向かう蒸散流からリン酸を回収し、光合成の活発な展開葉など（ソース器官）から発達中の新葉や種子など（シンク器官）へと向かう篩管流にリン酸を乗せ換える役割をしていると考えられます。他方、単子葉植物は維管束形成層が無く肥大成長を行わない代わりに、節にさまざまな機能を集約し、節を構成単位とする繰り返し構造で植物体を構成しています。特別に発達した節の維管束を持たない双子葉植物では、節で集約的にミネラルの分配をコントロールする代わりに、胚軸-茎葉基部-茎-葉柄の導管をミネラルが運ばれる過程で必要に応じて徐々に篩管へと乗せ換え、発達中のシンク器官へと栄養素を配分する仕組み



PRESS RELEASE

になっていることがわかりました。本研究成果は、双子葉植物の維管束形成層がミネラル栄養素の分配にも機能していることを示した初めての例です。

<社会的な意義>

本研究により、双子葉植物のミネラル分配機構の理解を深めることができ、ミネラルの過不足が生じる不良土壌での植物の生育の改善や、作物の可食部の栄養価の向上などに応用できます。

■論文情報

論文名：Vascular cambium-localized AtSPDT mediates Xylem-Phloem transfer of phosphorus for its preferential distribution in *Arabidopsis*.

掲載紙：Molecular Plant

著者：Guangda Ding, Gui Jie Lei, Naoki Yamaji, Kengo Yokosho, Namiki Mitani-Ueno, Sheng Huang and Jian Feng Ma

DOI：doi.org/10.1016/j.molp.2019.10.002

URL：https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674205219303260?via%3Dihub

■研究資金

本研究は学術振興会科学研究費補助金特別推進研究「作物のミネラル輸送システムの統合解析」（代表：馬建鋒）の助成を受け実施しました。

<お問い合わせ>

岡山大学資源植物科学研究所

教授 馬 建鋒

（電話・FAX）086-434-1209

※11/23～29は海外出張中のため、メールでお問い合わせください。



岡山大学は、国連の「持続可能な開発目標（SDGs）」を支援しています。