

【基盤研究 (S)】
生物系 (農学)



研究課題名 植物の無機栄養ホメオスタシスと成長の統合的理解と
仮説検証

東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授

ふじわら とおる
藤原 徹

研究分野: 植物栄養学

キーワード: 無機栄養、輸送体、感知、制御、定量的モデル

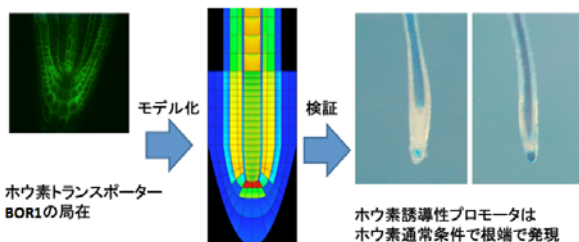
【研究の背景・目的】

私たちの生活は植物に依存しています。植物は食料、医薬品、建築資材、衣類などを提供してくれるだけでなく、環境保全にも役立ちます。植物がこのような素晴らしい役割を果たすことができるのは、動物とは違って植物が土壌から吸収する無機元素に依存して生育できるためです。

17種類の元素が植物の生育に必須であることが知られています。これらの元素の多くを植物は土壌から吸収していますが、土壌は様々な要因で生成しますので、植物の必要とする元素が少なすぎたり多すぎたりすることが多いです。植物はどの元素が足りない（あるいは多すぎる）かを感知し、元素の取込みや排出の速度を変化させたりしてなるべく細胞内の濃度を一定にしようとしています。これが無機栄養ホメオスタシスです。この能力があるために様々な土地に植物は生育できます。

本研究はこのホメオスタシス機構について、植物個体としての理解を深めることを目的としています。

私たちはこれまでに、生物界で初めての見出したホウ素のトランスポーターBOR1 や他のホウ素トランスポーターの性質を調べてきました。この過程でBOR1 がホウ素条件に応答して分解を受けたり、根の細胞の特定の方向の細胞膜に極在することを明らかにし、このような性質に関与するアミノ酸を特定して来ました (Kasai et al)。また、ホウ素の吸収に関与するNIP5;1 が mRNA 分解を介して制御されることも明らかにしてきました (Tanaka et al 2011)。さらに、これらのトランスポーターの性質をコンピューター内に作りだした *in silico* の根に付与して、培地からホウ素を拡散させる計算を行い、ホウ素の分布を予測するとともに、実験的な検証を進めてきました (図)。



ホウ素輸送の定量モデル構築と検証

ホウ素輸送体の分布の実験結果(左側)に基づいて、コンピュータ上に構築した根でのホウ素分布の定量モデルを構築し(中央図、ホウ素濃度の分布を擬似カラーで示したもの)、ホウ素分布をホウ素誘導性プロモータを用いて推定した実験結果(右図)を示す。本研究では、さらに高度なモデルの構築と検証を行う。

この研究は植物におけるトランスポーターの分布考慮したミネラル輸送をモデル化し計算、検証した初めての例です。

さらに、ホウ素以外のカルシウム、マグネシウム、銅、モリブデン、マンガンなどの元素についても、新規の変異株を同定し、原因となる遺伝子を同定することを通じて、ホメオスタシス機構の一端を明らかにしてきました。本研究では、このような研究を一層発展させ、これまでに知られていないホメオスタシス機構を明らかにしたり、全体像を明らかにしたりすることを目的としています。

【研究の方法】

本研究では、ホウ素に限定せず、様々な栄養素について取得した変異株の解析を行うことを通じて無機栄養素のホメオスタシス機構を明らかにしていきます。また、ホウ素輸送のモデルを発展させ、広範な植物に適用可能なモデルに発展させます。また、mRNA 分解を通じたこれまでに知られていない栄養による遺伝子発現制御機構を明らかにします。

【期待される成果と意義】

本研究を通じて新しい無機元素のホメオスタシス機構が発見されるとともに、植物全体として輸送がどのように統合的に制御されているかを明らかにすることができると考えています。これを通じて、これまでにない手法で植物の持つ機能をさらに強化し、ひいては食糧問題、環境問題に貢献できると考えています。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Boron-Dependent Degradation of NIP5;1 mRNA for Acclimation to Excess Boron Conditions in Arabidopsis. Tanaka, M., Takano J., Chiba, Y., Lombardo, F., Ogasawara, Y., Onouchi, H., Naito, S. and Fujiwara, T. *Plant Cell* 23(9):3547-59 (2011)
- High boron-induced ubiquitination regulates vacuolar sorting of the BOR1 borate transporter in Arabidopsis thaliana. Kasai K, Takano J, Miwa K, Toyoda A, Fujiwara T. *J Biol Chem.* 286(8): 6175-6183 (2011)

【研究期間と研究経費】

平成 25 年度 - 29 年度
166,700 千円

【ホームページ等】

<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/syokuei/index.html>
atorufu@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp