



PRESS RELEASE

大学記者クラブ加盟各社

文部科学記者会

科学記者会

御中

平成28年12月19日

岡山大学

報道解禁：平成28年12月22日(木)午前3時（新聞は12月22日朝刊より）

世界初！イネの節でリンを分配する輸送体「SPDT」を発見 コメのリン蓄積低減とリン資源の有効利用に期待

岡山大学資源植物科学研究所の山地直樹准教授、馬建鋒教授らの研究グループは、イネの節^{【用語1】}で栄養素が分配される仕組みを解析し、イネ種子へのリン^{【用語2】}の蓄積に関わる輸送体^{【用語3】}「SPDT」^{【用語4】}を世界で初めて突き止めました。本研究成果は12月21日英国時間午後6時、英国の科学雑誌「Nature」で公開されます。

リンはあらゆる生物に欠かせない必須栄養素です。私たちの体に含まれるリンのほとんどは、元をたどれば植物が土壌から吸収したのですが、こうしたリンの循環にはいくつかの重要な課題があります。本研究で見出されたイネの節で働く輸送体 SPDT は、根から吸収したリンを種子に優先的に蓄積させる役割があります。この輸送体の機能が失われると、コメのリン濃度が減少しますが収穫量にはほとんど影響しません。本研究成果により、①リン酸施肥量の削減、②消化されずに環境中に放出されるリンによる富栄養化の抑制、③カルシウム・鉄・亜鉛などの栄養素の消化吸収の改善が期待されます。

<業績>

岡山大学資源植物科学研究所の山地直樹准教授、馬建鋒教授らは、岡山大学自然生命科学研究所の宮地孝明准教授、東京大学大学院農学生命科学研究科吉田薫准教授らと共同で、イネの輸送体タンパク質「SPDT」を発見。節で働く輸送体 SPDT が、コメ種子へのリンの蓄積に関与していることを明らかにしました。

リン(リン酸)は、窒素・カリウムと並ぶ肥料の三要素の一つで、作物の生産性に大きく影響する重要な栄養素です。イネなどの穀物ではリンの6~8割以上を最終的に種子に集積し、種子の発芽や生育に利用します。しかしリンを種子に優先的に蓄積させる仕組みは明らかにされていませんでした。

本研究グループは、これまでの研究からイネ科植物の節が養分の分配制御に重要な役割を担うことを明らかにしており、本研究ではイネの節で高レベルに発現する機能未知遺伝子「SPDT」に着目しました。SPDT 遺伝子から作られるタンパク質は、硫酸イオンの輸送体タンパク質と類似性がありますが、予想に反して硫酸イオンではなくリン酸を輸送することが判りました。SPDT タンパク質は節の導管周辺の細胞の細胞膜に局在し、導管から細胞内にリン酸を取り込みます。この働きによって、節内でリンの維管束間輸送^{【用語5】}が促進され、発達中の器官(新葉や穂)へと優先的にリンが分配されます。



PRESS RELEASE

すなわち SPDT タンパク質はリンの分配先を左右する切り替えスイッチのような役割があることが明らかになりました。SPDT 遺伝子が破壊された変異体イネを水田で栽培すると、コメに蓄積したリンの濃度が約 2 割減少し、逆に藁に残留したリンの量は約 2 割増加しました。一方でコメの収穫量や種子の発芽、生育などにはほとんど影響しませんでした。

<背景>

リンは核酸(DNA/RNA)、細胞膜などのリン脂質、脊椎動物の骨などを構成する重要な元素で、あらゆる生物にとって生きていくために欠かせません。一般的に環境中のリンの存在量はとても少なく、生物はリンを積極的に吸収・濃縮する仕組みを発達させています。農業生産においても不足しがちな土壌中のリンをリン酸肥料によって補うことで生産性が改善されます。しかしリンに関しては以下のようないくつかの重大な問題を抱えています。

- (i) リン酸肥料のほとんどは有限な鉱物資源であるリン鉱石に依存している。リン鉱石はモロッコや中国など限られた地域に偏在しており、またこのまま消費し続ければ数百年で枯渇すると予測されている。
- (ii) 植物の種子などに蓄積されるリンの大部分はフィチン酸^{【用語 6】}と呼ばれる水に不溶性の化合物となっている。しかしヒトを含めほとんどの動物はフィチン酸を消化・吸収できないため植物由来のリンの利用効率が悪く、多くが下水に排出されてリンの富栄養化^{【用語 7】}を招く。
- (iii) フィチン酸は作物中や腸内でカルシウム・鉄・亜鉛などのミネラル栄養素と結合し、それらの吸収を阻害する。

したがって、農業生産においては、限られたリン資源をより有効に利用し、また、食物中のフィチン酸を低減する方策が求められています。

<見込まれる成果>

本研究により、イネの節でリンの分配をコントロールする輸送体 SPDT の働きを抑制することで、収穫量を維持したままコメ中のリン濃度を低減できることが判りました。本研究で見出した変異遺伝子などを用いて SPDT 遺伝子の働きに着目した品種改良を行えば、以下のことが期待されます。

- ①収穫部位であるコメのリンが減少し、藁に残留し水田に還元されるリンが増加するため、リン酸肥料の施肥量を削減できる。
- ②コメ中のフィチン酸含量も減少するため、消化されずに環境中に放出されるリンによる富栄養化が抑制できる。



PRESS RELEASE

③フィチン酸の減少によって、食物中のカルシウム・鉄・亜鉛などの栄養素の消化吸収が改善できる。

また他のイネ科作物についても同様の仕組みを解明できれば、リンを有効に利用できるようになるかと期待されます。

本研究は学術振興会科学研究費補助金 基盤研究 B「栄養素分配におけるイネ節の機能解明」(代表: 山地直樹)および特別推進研究「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。

<論文情報等>

タイトル : Reducing phosphorus accumulation in rice grains with impaired transporter in the node

著 者 : Naoki Yamaji, Yuma Takemoto, Takaaki Miyaji, Namiki Mitani-Ueno, Kaoru T. Yoshida & Jian Feng Ma

掲 載 誌 : *Nature*

D O I : 10.1038/nature20610

発表論文はこちらからご確認いただけます

<http://www.nature.com/nature/>

<お問い合わせ>

岡山大学資源植物科学研究所

教授 馬 建鋒

(電話番号) 086-434-1209

(FAX番号) (同上)



PRESS RELEASE

<用語解説>

1) 節

茎と葉の接点。イネ科植物では導管や篩管などを含む維管束が著しく発達しており、養分の選択的な分配制御に重要な役割がある。

2) リン

核酸や細胞膜などのリン脂質、一部のタンパク質、脊椎動物の骨などに含まれる元素。全ての生物に必須。環境中には遊離のリンとしては存在せず、植物は土壌から無機リン酸の形態で吸収する。

3) 輸送体

細胞膜や細胞小器官の膜上にあるタンパク質の一種。膜の内外にそれぞれ決まった種類の物質を輸送する。

4) SPDT

SULTR-like Phosphorus Distribution Transporter。本研究によって新たに機能解明されたイネの遺伝子およびその遺伝子から作られる輸送体タンパク質。SPDT タンパク質は硫酸イオン輸送体 (SULTR) と高い類似性があるが、硫酸イオンではなくリン酸イオンを輸送する。電気回路で使われる単極双投スイッチ (Single-Pole, Double-Throw switch) になぞらえて命名した。

5) 維管束間輸送

節において、葉につながる維管束(肥大維管束)と新葉や穂へと向かう維管束(分散維管束)の間で選択的に養分を受け渡す仕組み。さまざまな栄養素がそれぞれ異なる輸送体タンパク質の働きによって節内で維管束間輸送され、分配先がコントロールされていることが次第に明らかになってきた。

6) フィチン酸

ミオイノシトール六リン酸。高等植物の種子などの主要なリン貯蔵物質。穀物中では一般的にリンの 8 割程度がフィチン酸として蓄積している。反芻動物を除く動物は消化吸収できない。またカルシウム、マグネシウム、鉄、亜鉛などと結合し不溶化するため、これらのミネラルの吸収も阻害する。

7) 富栄養化

河川や湖沼などに窒素やリンなどが流れ込むことで栄養が過剰な状態になること。水質が悪化するだけでなく、植物プランクトンなどが大量繁殖し、有機物の分解にともなって溶存酸素が枯渇するため魚介類の多くが死滅するなど生態系が攪乱される。