

大阪科学・大学記者クラブ 御中

(同時提供先：文部科学記者会、科学記者会、名古屋教育記者会)

2024年10月28日

大阪公立大学

名古屋大学

— 輸送体を運搬する新たなタンパク質を発見 — 栄養素の輸送体が細胞内を移動する仕組みを明らかに

<ポイント>

◇ホウ素の輸送体「ホウ酸チャンネル」が、細胞内でどのように運ばれるのかを検証。

◇特定のタンパク質が、ホウ酸チャンネルの細胞膜への移動を手助けすることが判明。

<概要>

植物の細胞は、輸送体によって栄養素を取り込みます。栄養素の一つであるホウ素は、細胞膜に存在する輸送体「ホウ酸チャンネル」によって細胞外から細胞内に取り込まれます。しかし、ホウ酸チャンネルがどのように細胞膜まで運ばれるのか、その仕組みは明らかになっていませんでした。

大阪公立大学大学院農学研究科の高野 順平教授、張 哲氏と、名古屋大学大学院生命農学研究科の石黒 澄衛准教授らの研究グループは、ホウ酸チャンネルが細胞膜まで正しく運ばれないシロイヌナズナの変異株を見つけ出し、その原因が、*KAONASHI3* と呼ばれるタンパク質の欠損によることを突き止めました。またこのタンパク質は、似た性質を持つ2つのタンパク質と共に、ホウ酸チャンネルの細胞膜への移動を手助けするカーゴレセプター※1

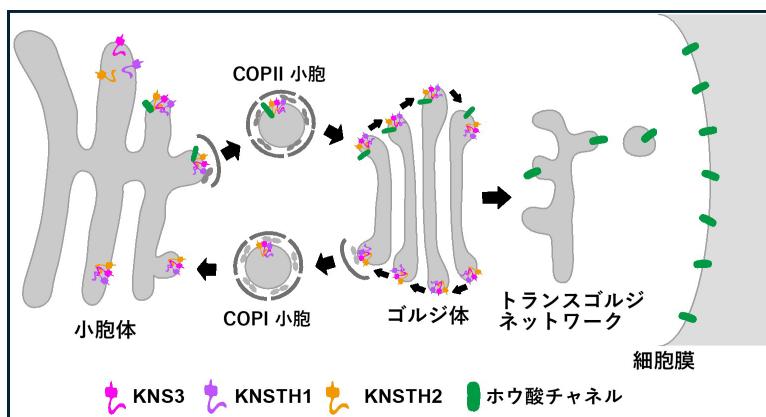


図1 ホウ酸チャンネルの小胞体から細胞膜までの輸送モデル

KNS3-KNSTH1-KNSTH2 複合体がカーゴレセプターとして働き、ホウ酸チャンネルの輸送を手助けする。

として働く可能性が高いことを示しました (図1)。

本研究成果は、2024年10月30日に国際学術誌「Journal of Experimental Botany」のオンライン速報版に掲載されました。

植物細胞において、ホウ酸チャンネルの細胞膜輸送に関わる、3つの重要なタンパク質を見つけました。また、これら3つのタンパク質が、花粉の表面構造にも影響を与えることに加え、複合体を形成して機能する可能性が明らかになり、驚きました。本成果が、植物における膜タンパク質の交通メカニズムの解明に役に立つことを期待しています。



張 哲氏

<研究の背景>

タンパク質は、細胞の中で働くべき場所に配置されて初めて機能を発揮します。本研究グループが対象としているホウ酸チャンネルは膜タンパク質の一つで、植物の細胞膜において、栄養素であるホウ酸を細胞外から細胞内へ取り込む役割を担っています。しかし、膜タンパク質の細胞膜への輸送がどのように調節されているかは未だ解明されておらず、本研究では、ホウ酸チャンネルが細胞膜に輸送される仕組みを調べました。

<研究の内容>

はじめに、ホウ酸チャンネルが細胞膜へ正しく輸送されないシロイヌナズナの変異株を見つけ、異常のある遺伝子を探索しました。その結果、*KAONASHI3* と呼ばれる遺伝子が欠損していることが明らかになりました。次に、ホウ酸チャンネルの輸送過程を詳しく調べたところ、*KAONASHI3* (KNS3) タンパク質と、これに似た性質を持つ KNSTH1、KNSTH2 タンパク質がタンパク質複合体を形成する可能性が高く、これらがホウ酸チャンネルの小胞体からゴルジ体、そして細胞膜への移動を助けることを突き止めました (図 2)。

また、シロイヌナズナの花粉の表面は通常マスクメロンの皮のような模様をしています。が、*KAONASHI3* 遺伝子の機能を欠損した変異株では、模様がなくなることが知られています (図 3)。花粉表面構造の異常そのものは、ホウ酸チャンネルとは別のタンパク質の輸送異常によるものと考えられます。本研究により、KNS3-KNSTH1-KNSTH2 複合体^{*2} がホウ酸チャンネルや未知のタンパク質のカーゴレセプターとして働き、ホウ酸の取り込みの調節や花粉表面構造の形成に寄与している可能性が示唆されました。

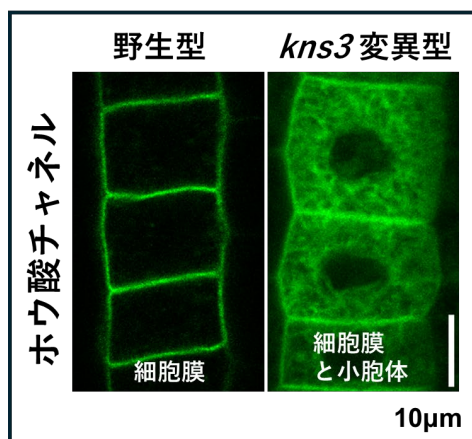


図 2 野生型株と *kaonashi3* (*kns3*) 変異型株の根の表皮細胞における、ホウ酸チャンネルの局在

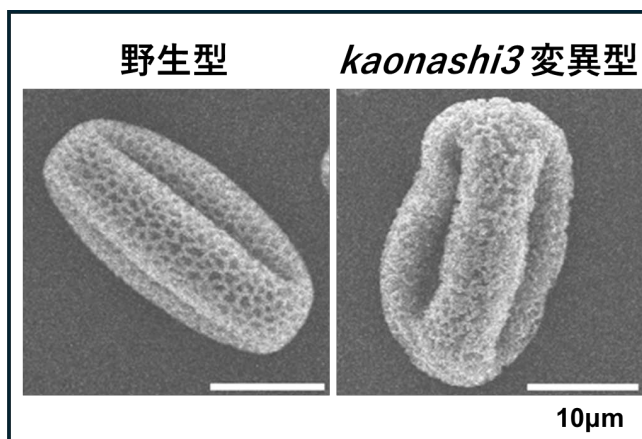


図 3 野生型株と *kaonashi3* (*kns3*) 変異型株の花粉外壁の状態

<期待される効果・今後の展開>

本研究で明らかになった植物の膜タンパク質の細胞内輸送の仕組みから、植物は KNS3-KNSTH1-KNSTH2 複合体を介して特定のタンパク質の細胞内輸送を調節することで、栄養の取り込みを調節したり、花粉の構造を作ったりしていると考えられます。本成果は将来的に、作物栽培に必要な肥料の削減や、作物の収量向上に役立つ可能性があります。

<資金情報>

本研究は、JSPS 科研費 (16K15082、19H05763、19H00934、19H05637)、最先端・次世代研究開発支援プログラム (GS001) からの支援を受けて実施しました。

<用語解説>

※1 カーゴレセプター…カーゴ（積荷）となるタンパク質と結合し、輸送小胞に積み込まれて次の膜区画に輸送されるタンパク質。

※2 KNS3-KNSTH1-KNSTH2 複合体…小胞体から出芽する輸送小胞にホウ酸チャンネルとともに積み込まれてゴルジ体に運ばれるカーゴレセプターと考えられる。ゴルジ体ではホウ酸チャンネルと離れて小胞体へ戻り、ホウ酸チャンネルは細胞膜へ進むと考えられる（図 1）。

<掲載誌情報>

【発表雑誌】 Journal of Experimental Botany

【論文名】 Arabidopsis KNS3 and its two homologs mediate endoplasmic reticulum to plasma membrane traffic of boric acid channels

【著者】 Zhe Zhang, Shunsuke Nakamura, Arisa Yamasaki, Masataka Uehara, Shunsuke Takemura, Kohei Tsuchida, Takehiro Kamiya, Shuji Shigenobu, Katsushi Yamaguchi, Toru Fujiwara, Sumie Ishiguro, Junpei Takano

【掲載 URL】 <https://doi.org/10.1093/jxb/erae380>

【研究内容に関する問い合わせ先】

大阪公立大学大学院農学研究科
教授 高野 順平（たかの じゅんぺい）

TEL : 072-254-9406

E-mail : jtakano@omu.ac.jp

名古屋大学大学院生命農学研究科
准教授 石黒 澄衛（いしぐろ すみえ）

TEL : 052-789-4097

E-mail : guronyan@agr.nagoya-u.ac.jp

【報道に関する問い合わせ先】

大阪公立大学 広報課

担当：竹内

TEL : 06-6605-3411

E-mail : koho-list@ml.omu.ac.jp

名古屋大学総務部広報課

TEL : 052-558-9735

E-mail : nu_research@t.mail.nagoya-u.ac.jp