



配信先：大阪科学・大学記者クラブ、文部科学記者会、科学記者会、名古屋教育記者会

2025 年 3 月 26 日

大阪公立大学

名古屋大学

ホウ素の輸送体 BOR1 が 植物の花粉形成に及ぼす影響を明らかに

<ポイント>

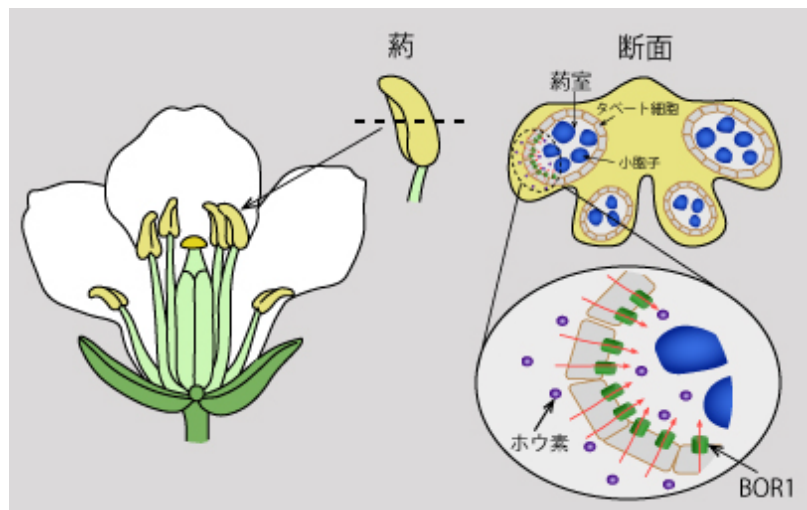
◇ホウ素の輸送体 BOR1 が花の葯の中で発現することを確認。

◇BOR1 の欠損が、花粉表面の形状異常やホウ素含有量の減少に繋がることが明らかに。

<概要>

ホウ素は植物の必須栄養素の一つで、細胞壁のペクチンと結合することで、植物の形を作ります。これまでに多くの植物で、ホウ素が不足すると種子がつかなくなることが報告されており、農作物の生産にも大きな影響をもたらします。そのため、ホウ素が花の中でどのように運ばれ、種子の形成にどのように関わっているのかを明らかにすることは重要です。

大阪公立大学大学院農学研究科の室 啓太博士研究員、高野 順平教授らと、名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所（WPI-ITbM）の吉成 晃特任助教（高等研究院 YLC 教員）らの共同研究グループは、ホウ酸輸送体 BOR1 が若い花の葯で発現することを、シロイヌナズナを用いて確認しました。また、BOR1 が種子の形成



においてどのような役割を担っているのか、BOR1 欠損株を用いて調べました。その結果、BOR1 欠損株では、花粉表面の形状に異常が起こることが分かりました。さらに、花粉一粒ずつのホウ素濃度を測定したところ、BOR1 欠損株では花粉のホウ素含有量が減少することが分かりました。以上から、BOR1 は葯の中で、花粉になる細胞へホウ素を積極的に送り、花粉の形成を助けることが明らかになりました。

本研究成果は、2025 年 3 月 19 日に国際学術誌「Plant Physiology」のオンライン速報版に掲載されました。

植物の花粉へ栄養が送られる仕組みの一端を明らかにしました。花粉が正常に作られるには、適切なタイミングで葯にホウ素が供給される必要があります。本成果は、ホウ素欠乏土壌での穀物生産を向上させる基盤となることが期待されます。



室 啓太博士研究員

<研究の背景>

ホウ素は植物の生育に必要な微量元素の一つで、農業現場ではホウ素の欠乏による作物の収量や品質の低下がよく起こります。ホウ酸輸送体（トランスポーター）BOR1 は、植物の細胞膜で、細胞内から細胞外へホウ酸を送り出す役割を担っています。これまでの研究で、BOR1 遺伝子の機能を欠損した変異体では、多量のホウ酸を与えないと種子がつかなくなることが分かっていました。しかし、BOR1 が花の中で種子の形成にどう関わるのかは知られていませんでした。

<研究の内容>

本研究では、BOR1 が花のどこで働き、どのように種子の形成に関わっているのかを調べるため、シロイヌナズナの花で BOR1 が発現している場所を調べました。その結果、BOR1 は若い花の葯で発現していること、また、ホウ素が十分にある時は BOR1 の発現が見られないことが分かりました。そこで、蛍光タンパク質 GFP と融合させた BOR1-GFP を用いて、顕微鏡により詳細に葯を観察したところ、BOR1 はタペート細胞で特異的に発現していることが分かりました。タペート細胞は花粉が形成される葯を囲む一層の細胞層で、さまざまな物質がこの細胞から葯に送られ、花粉の形成を支えていることが分かっています。また、BOR1 はタペート細胞の細胞膜の中でも葯室側に偏って局在していました（図 1）。これらの結果から、BOR1 はホウ素を葯室へ運んでいると考えられました。

次に、BOR1 が種子の形成にどのような役割を果たしているかを明らかにするために、BOR1 遺伝子の機能を欠損した変異株を詳細に調べました。すでに知られているように、変異株ではシロイヌナズナの果実にあたる長角果が小さくなり、種子を正常に形成できませんでした。さらに、本研究では花粉に注目し、変異株の花粉を走査型電子顕微鏡で観察しました。通常、シロイヌナズナの花粉は楕円形で、表面には網目のような模様が見られますが、変異株の花粉の多くはひしゃげたような形状をしており、表面の網目状構造も乱れていました（図 2）。また、変異株でみられる花粉の異常は、ホウ素を十分に与えることにより回復しました。さらに、通常は生体試料の元素分布解析などに使用するレーザーアブレーション ICP-MS を用いて、一つ一つの花粉に含まれるホウ素の量を調べました。その結果、変異体では花粉に含まれるホウ素の量が明らかに少なくなっていました。これらのことから、BOR1 の働きによって供給されるホウ素が、花粉の正常な形成に必要であることが分かりました。

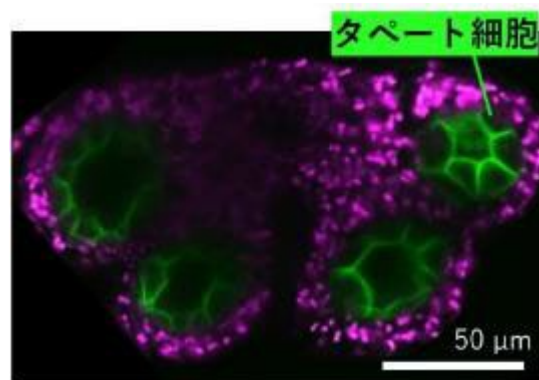


図1 葯の断面の蛍光顕微鏡像
緑が BOR1-GFP、マゼンタが葉緑体を示す。
BOR1 は葯のタペート細胞に発現し、葯室に向けた側の細胞膜に局在する。

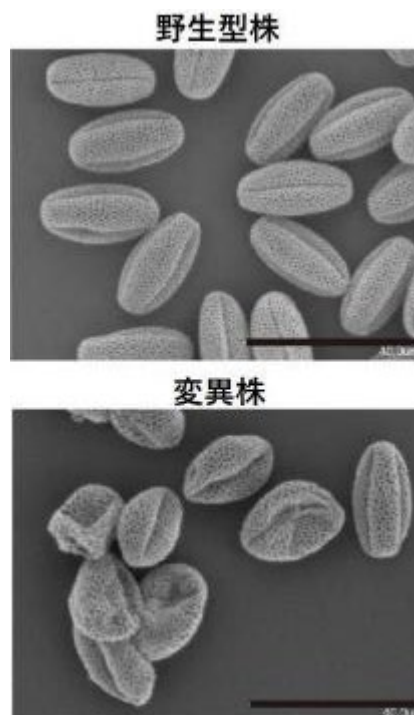


図2 野生型株と変異株の花粉の顕微鏡像
標準的なホウ素条件で栽培した変異株の花粉は形態異常を示す。

<期待される効果・今後の展開>

本研究の結果から、ホウ酸トランスポーターBOR1 はホウ素が少ない土壌でも積極的に花粉に必要なホウ素を供給し、種子の形成を可能にしていることが分かりました。本研究で得られた知見は、低ホウ素土壌でも収量や品質が維持される作物の育種基盤となることが期待されます。また、他の栄養素が花粉へ輸送される仕組みの解明にも役立つと考えられます。

<資金情報>

本研究は、JSPS 科研費（19H05763、19H00934、19H05637）の支援を受けて実施しました。

<掲載誌情報>

【発表雑誌】 Plant Physiology

【論文名】 The polar-localized borate exporter BOR1 facilitates boron transport in tapetal cells to the developing pollen grains

【著者】 Keita Muro, Arisa Yamasaki, Maki Matsumoto, Yu-Ki Tanaka, Yasumitsu Ogra, Toru Fujiwara, Akira Yoshinari, Junpei Takano

【掲載 URL】 <https://doi.org/10.1093/plphys/kiaf100>