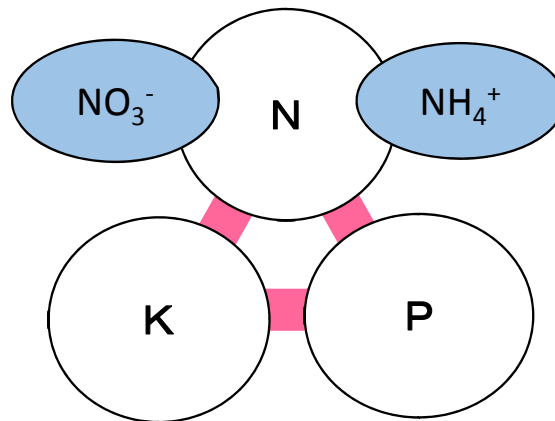
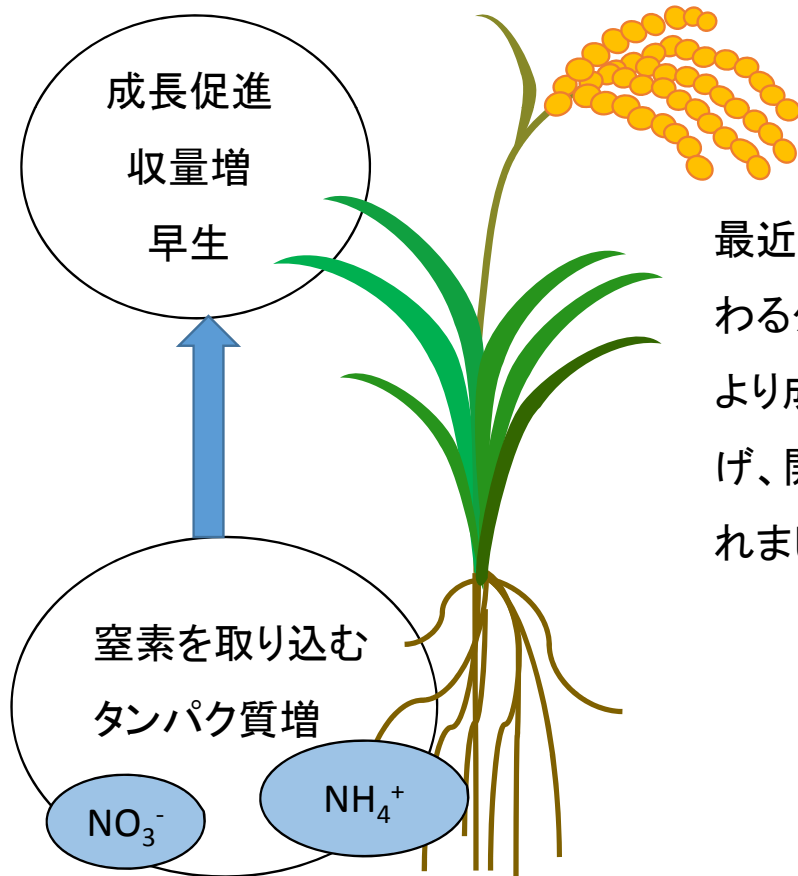


収量増加と早生性をもたらすイネのタンパク質

はじめに

肥料の中でも窒素は施肥量が多く、その量が作物の成長や生産性に直結することが知られています。植物組織培養で用いられる一般的な培地においても、無機成分の中では**硝酸**と**アンモニウム**が最も多く添加されており、添加量を低くすると培養物の生育が抑制されます。





最近イネで、窒素吸収にかかわるタンパク質を増やすことにより成長を促進させ、収量をあげ、開花も早めることが報告されました。



窒素施肥

窒素肥料は、施肥量の60%が作物に利用されず流出するといわれており、無駄になるだけでなく河川や海洋の富栄養化問題をもたらしています(総説 J Exp. Bot.68:2477-2488, 2017)。また、作物によっては、過剰な施肥が開花を遅らせたり作物の品質を下げたりすることもあります。

窒素肥料は多量に用いられることが多いだけに、適量を適期に効率よく与えること、いわゆる**窒素利用効率(NUE)**が求められています。

窒素吸収

窒素施肥の研究の一方で、授受する植物側の吸収に関する研究も行われています。窒素は、①畑地の土や水田、②空気中にあります。空気中の窒素は、根粒菌という微生物の助けをかりてマメ科などの植物が利用しています。畑地の土や水田の窒素類は根から吸収されますが、単にじんわりとしみ込むのではなく、根の表層にある特別なタンパク質が取り込みを行います。

他に、③役目を終えた葉などのタンパク質が分解し(オートファジー)、その窒素などが種子等体内の必要な器官へ移動し有効利用されることも知られています。

窒素吸収を担うタンパク質

窒素の吸収を細胞工学的に調査するには、輸送を行うタンパク質、すなわち**輸送担体(トランスポーター)**の性質が重要になります。窒素の吸収形態は、畑地の作物では主に硝酸イオン、水田のイネなどでは主にアンモニウムイオンとなります。

硝酸イオンの輸送担体(略称NRT)はシロイヌナズナで60以上(AtNRT)、イネでも100以上(OsNRT)報告されています。そのイネのNRTの1つである**OsNRT1.1A**に、意外な効果が見いだされました(The Plant Cell vol.30:638-651、2018)。

イネの輸送担体OsNRT1.1A

このイネの**OsNRT1.1A 遺伝子**を詳細に調査したところ、硝酸イオンではなくアンモニウムイオンにより発現が誘導されたことから、**アンモニウムイオンの輸送にかかわる**と考えられます。また、根の表面や維管束だけでなく、葉などにもあることがわかりました。



この遺伝子の欠損突然変異体では、硝酸イオンあるいはアンモニウムイオンいずれを添加しても成長が阻害されました。また、この欠損突然変異体では、他の窒素輸送担体や蓄積に関する数種のタンパク質の発現も下がっていたことから、**OsNRT1.1Aは、窒素利用の要、あるいは司令塔のような重要性を持っていると考えられます。**

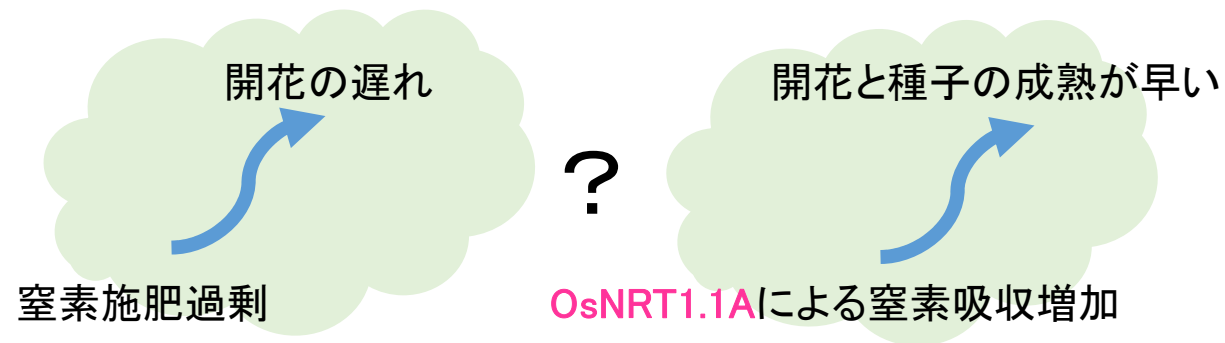
他の興味深い特徴として、開花が遅れることも示されました。

輸送担体OsNRT1.1Aの過剰発現

OsNRT1.1A 欠損突然変異体でこのような弊害がみられたので、次はこの遺伝子を過剰に発現する遺伝子組み換え体が調べられました。

放射性同位体で標識した硝酸やアンモニウムイオンを与えて吸収を調べるトレーサー実験をしたところ、遺伝子組み換え体の**吸収が野生株より有意に増え、他の窒素輸送や蓄積に関与するタンパク質遺伝子の発現も増える**ことがわかりました。そのような分子レベルの変化とともに、**生育も旺盛になり、穂数も増えました**。低窒素条件にした栽培試験においても、**株あたりの収量が野生株の3～5割増**になったそうです。

さらに開花と種子の成熟も早くなりました。一般に窒素施肥が過剰になると開花が遅くなるといわれていますので、どのようなしくみになっているのか興味深いところです。



また、このイネのOsNRT1.1A 遺伝子を双子葉類のシロイヌナズナで過剰発現させたところ、イネ同様の生育や種子量の増加が見られました。遠縁の植物で同様の効果がみられたことから、この遺伝子の過剰発現は他の多くの作物にも同様の改良をもたらすと期待されています。

今後

窒素の吸収を増し、開花も早め、収量を増加させるという画期的な効果をもたらすような遺伝子があったとは驚きであり、今後に期待されます。

