

令和4年11月22日

石川県公立大学法人 石川県立大学

イネの鉄分強化とアルカリ性土壌での生育改善を同時に達成

ヒトや植物の生育には鉄などのミネラルが必要です。石川県立大学の小林教授らは、玄米に鉄と亜鉛を貯める「HRZノックダウンイネ」をさらに改良し、アルカリ性不良土壌でもより良く育つイネを作出することに成功しました。

石川県立大学 生物資源工学研究所 植物細胞工学研究室の小林高範教授、同・応用生命科学専攻（修了生）の前田慶介、同・生産科学科（卒業生）の鈴木優太郎、同・西澤直子特任教授（現・学長）の研究グループは、鉄と亜鉛の栄養価が高いイネをさらに改良し、鉄を吸収しにくいアルカリ性不良土壌でも育つ特性を強化することに成功しました。

ヒトは鉄が足りないと貧血や免疫機能の低下、意欲低減などの深刻な問題を引き起こします。また、亜鉛は多くの酵素に含まれ、亜鉛が足りないと味覚障害、免疫機能の低下、成長阻害などを引き起こします。そのため鉄分や亜鉛分を豊富に含む食品を摂取することが重要です。

植物にとっても鉄や亜鉛は必須な栄養素です。鉄が不足すると葉緑素を合成できなくなり、葉が黄化して生育不良を引き起こします。しかし、土壌中のほとんどの鉄は植物が利用できる形では存在していません。特に、世界の耕地面積の約3分の1を占めるアルカリ性の不良土壌である石灰質土壌では、鉄がきわめて溶けにくいために、植物は十分な量の鉄を吸収することができず、鉄欠乏となって生育が抑えられます。これは、農業や環境保全の深刻な問題になっています。

イネは鉄を土壌中から吸収して利用するために、さまざまな遺伝子を必要な時に働かせるための調節を行っています。これまでに小林教授らは、この調節においてブレーキ役として働くタンパク質「HRZ」を発見しました。さらに、HRZの量を減らしたイネ（「HRZノックダウンイネ」）が玄米や葉に鉄のみならず亜鉛も多く貯め、鉄を吸収しにくいアルカリ性不良土壌でも育つことを明らかにしてきました。また、西澤直子学長が以前に主宰していた東京大学大学院のグループは、三価鉄を還元して溶かし

やすくする酵素を人工的に改良した「Refre1/372」の遺伝子をイネに導入し、アルカリ性不良土壌でも育つイネを作製してきました（図1「これまでの成果」）。

今回、小林教授らは、*HRZ* ノックダウンイネの鉄吸収能力をさらに高めるために、*Refre1/372* 遺伝子と *HRZ* ノックダウンを行う遺伝子を同時に導入したイネを新たに作製しました。このイネは、玄米や葉に鉄と亜鉛を多く貯めただけでなく、アルカリ性の不良土壌で、既存の *Refre1/372* 単独導入イネや *HRZ* ノックダウンイネよりも良く生育しました（図1「今回の成果」、図2参照）。

この成果は、植物の栽培地域の拡大と、ミネラル栄養に富む食糧の安定供給に貢献すると考えられます。また、この技術は、石川県産の米品種にも応用できます。不良な土壌環境でも栽培しやすく、ミネラル豊富な石川県米の開発が期待されます。

本研究は、以下の論文として *Rice* 誌にオンラインで公開されました。
Kobayashi, T., Maeda, K., Suzuki, Y. and Nishizawa, N.K. (2022) Simultaneous enhancement of iron deficiency tolerance and iron accumulation in rice by combining the knockdown of OsHRZ ubiquitin ligases with the introduction of engineered ferric-chelate reductase. *Rice* 15: 54. DOI: 10.1186/s12284-022-00598-w

これまでの成果

HRZ ノックダウンイネ

- アルカリ性不良土壌での生育改善
 - 玄米・葉への鉄・亜鉛の蓄積
- Kobayashi *et al.* (2013) *Nat. Commun.*

Refre1/372 導入イネ

- アルカリ性不良土壌での生育改善
- Ishimaru *et al.* (2007) *PNAS*

今回の成果

HRZ ノックダウン + *Refre1/372* 導入イネ

- アルカリ性不良土壌でのさらなる生育改善
 - 玄米・葉への鉄・亜鉛の蓄積
- これらを同時に達成 Kobayashi *et al.* (2022) *Rice*

図1. 成果の概要



通常
イネ

Refre1/372
導入イネ

HRZ
ノックダ
ウンイネ

HRZ ノックダウン +
Refre1/372 導入イネ

図 2. 石灰質土壌（アルカリ性不良土壌）での生育の様子

<問い合わせ先>

小林 高範（コバヤシ タカノリ）

石川県立大学 生物資源工学研究所 植物細胞工学研究室 教授

〒921-8836 石川県野々市市末松 1 - 3 0 8

Tel : 076-227-7505

E-mail : abkoba@ishikawa-pu.ac.jp