

平成 27 年度 成果情報 B8

[成果情報名] イネのリン利用効率に関する新規遺伝子座の同定

[要約] 吸収リン量に対する乾物生産量を示す一つの重要な指標であるリン利用効率 (PUE) に関する量的形質遺伝子座 (QTL) は、イネゲノムの第 1 および 11 染色体上にある。

[キーワード] イネ、リン利用効率、ゲノムワイド連関解析、低リン耐性、量的形質遺伝子座

[所属] 国際農林水産業研究センター 生産環境・畜産領域

[分類] 研究 A

[背景・ねらい]

リンはすべての作物生産に重要な必須元素で、土壌中のリン欠乏はリン肥料の施用により補われている。しかし、リン肥料の原料である高品質のリン鉱石は、その資源が限られていることから、リン肥料の価格は高騰し開発途上国の貧困な農家による入手は、今後、さらに困難になることが予測されている。このことから低リン耐性育種の一つとして、リン利用効率を向上した栽培品種の開発が重要である。このため未だ明らかになっていないリン利用効率(PUE)に関わる量的形質遺伝子座(QTL)をゲノムワイド連関解析(GWAS)により同定し、集積した情報を用いてリン代謝メカニズムの解明と低リン耐性育種への利用を図る。

[成果の内容・特徴]

1. 水耕栽培において、播種後 10 日に 0.8mg のリンを加え 50 日目に収穫し、イネ個体の総リン量とバイオマスを測定する。PUE は {バイオマス(g)/植物体リン総量(mg)} の計算により精度よく評価できる。
2. IRRI (国際稲研究所) の遺伝資源センターから譲渡された 292 品種・系統 (アクセッション) の中に、広い PUE の変異を認める (最高値:2.8, 最低値:1.4, 平均値:2.2)。
3. 供試したアクセッションの PUE 値と遺伝子型情報を用いたゲノムワイド連関解析 (GWAS) は、PUE に関与する新規の QTL が第 1 と第 11 染色体に存在することを示している (図 1A)。
4. 高い PUE を示す品種のなかで、Yodanya (PUE は 2.7) や Mudgo (同 2.5) などのインド型品種は第 1 染色体に QTL が、バングラデシュのインド型品種で栽培型のアウスに分類される Santhi Sufaid (同 2.6) や DJ123 (同 2.6) などは第 11 染色体に QTL がある (図 1A)。
5. 特に第 1 染色体の PUE の候補遺伝子 (*PUE1-7*) は、低リン条件でその遺伝子発現が増加するが、遺伝子発現レベルでの品種間差異はない (図 2)。しかし、*PUE1-7* のタンパク質のコード領域には、高 PUE 品種 (Yodanya, Mudgo) に特異的なアミノ酸配列の変異が存在することから、この変異がタンパク質の機能に影響していると考えられる。また *PUE1-7* は、リンが多く含まれている RNA の分解に影響する遺伝子と高い類似性があることから、候補遺伝子として有望である。

[成果の活用面・留意点]

1. PUE に関連する遺伝子/QTL の利用により低リン耐性イネ育種が可能になり、アフリカなどの低土壌肥沃地域へ適応した品種や、リン酸肥料を節約した栽培技術の開発が可能となる。
2. IR64 やコシヒカリなどの普及品種の PUE 値は低い (前者の PUE は 1.91, 後者は 1.88)。これは高施肥量の下で品種選抜が行われてきたことにより、本来在来品種等が持っていた PUE などの低リン耐性に関わる有効な遺伝子が欠落したためと考えられる。本 QTL の利用により、これまでの育種で注目されてこなかった PUE に関わる形質を、普及品種に再導入する低リン耐性イネ育種が可能となる。
3. 今回明らかとなった新規の PUE 遺伝子座や候補遺伝子が、リン利用効率向上に実際に貢献するか、さらなる解析をおこなう必要がある。

[具体的データ]

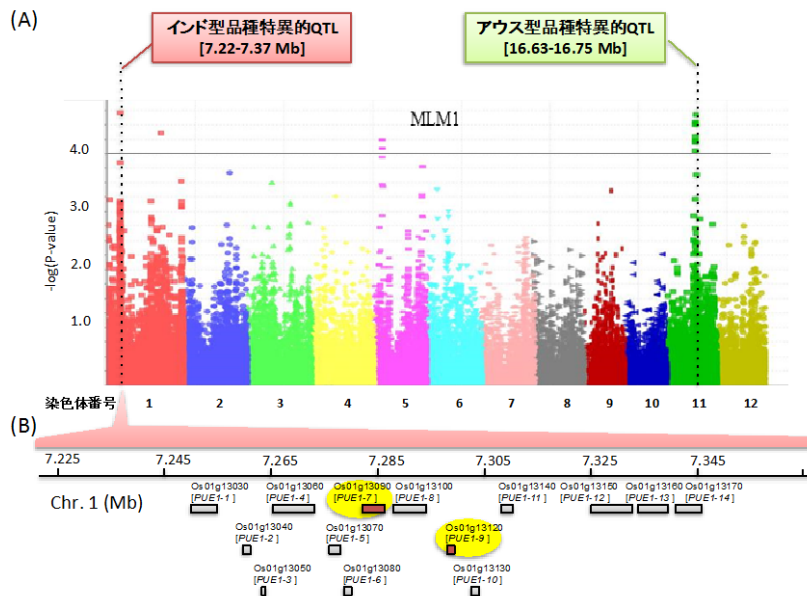


図 1 GWAS による PUE の解析結果

(A) Manhattan plots による解析結果。第 1 と第 11 染色体に全バイオマス（地上部+根）に対する PUE の効果の高い QTL が存在する。第 5 染色体のピークは、根のバイオマスに対する PUE の QTL を示す。(B) 第 1 染色体の PUE 遺伝子座内において 14 の候補遺伝子に絞り込まれる。PUE1-7 と PUE1-9 の 2 つの候補遺伝子が、リン欠乏条件下で遺伝子発現量に差異がある。

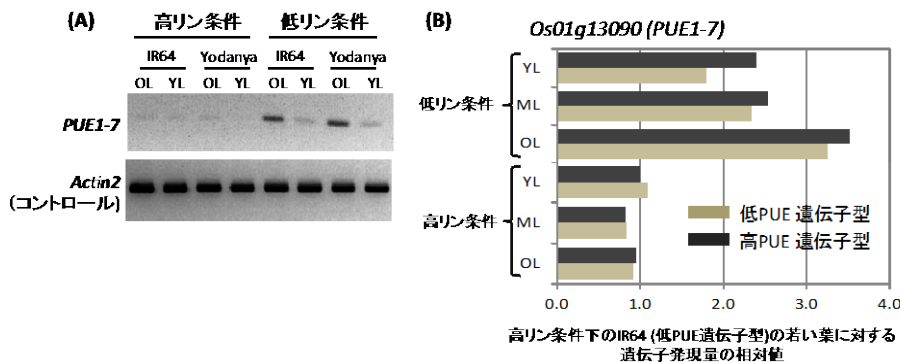


図 2 第 1 染色体候補遺伝子の遺伝子発現解析

(A) RT-PCR; (B)定量的 PCR 候補遺伝子 PUE1-7 は低リン条件下で遺伝子発現量が増加し、さらに古い葉(OL)で強く発現する。(OL): 3~4 葉,(ML): 5~6 葉,(YL): 7~8 葉 最上位展開葉を含む

[その他]

研究課題：リン酸および亜鉛欠乏耐性および利用効率に関する遺伝生理学的要因の解明とその育種利用

プログラム名：熱帯等の不安定環境下における農作物等の生産性向上・安定生産技術の開発
 予算区分：交付金 [イネ創生]

研究期間：2015 年度 (2011~2015 年度)

研究担当者：近藤勝彦・J. Pariasca-Tanaka・M. Wissuwa、TJ.Rose (サザンクロス大学) ほか

発表論文等：M.Wissuwa et al.(2015) PLOS ONE,DOI:10.1371/journal.pone.0124215