

研究種目：基盤研究（A）
研究期間：2006～2009
課題番号：18208008
研究課題名（和文） アルミニウム耐性とリンリサイクル能の分子的改变による酸性土壌耐性植物の創生
研究課題名（英文） Making of acid soil tolerant-plants by molecular modifications of Al tolerance and phosphate recycling capability
研究代表者
我妻 忠雄（WAGATSUMA TADAO）
山形大学・農学部・教授
研究者番号：70007079

研究分野：農学
科研費の分科・細目：農芸化学・植物栄養学・土壌学
キーワード：植物成長・生理

1. 研究計画の概要

(1) AI のターゲット部位、細胞膜負荷電性の種間差機構、特にステロール合成能との関係の解明。最終的に、イネなどで新たな AI 耐性組み換え体を作成する。
(2) AI が誘導合成するサリチル酸と AI による糖代謝への影響に着目し、AI による細胞死や細胞伸長阻害、有機酸放出を解析する。
(3) 集団遺伝学的手法、変異体スクリーニング、オーソログ情報により、耐性遺伝子を特定する。また、オミクスアプローチを実施し、AI 耐性に関わる遺伝子を迅速に特定する手法を開発する。
(4) 遺伝子発現レベルにおける低リン適応代謝の違いを明らかにするとともに、鍵遺伝子の絞り込みを行い、リンリサイクル能を強化するための分子育種につなげる。

2. 研究の進捗状況

(1) イネ、トウモロコシ、ソルゴー、エンドウ、コムギ、ライコムギ根端のリン脂質(PL)/ステロール(S)比の小ささが、負荷電性と透過性を小さくし、AI 耐性に貢献することを見出した。S 合成ノック・ダウン組み換え体の AI 耐性が

著しく弱いことも明らかにした。

(2) サリチル酸は AI によるカロース合成誘導やタバコモザイクウイルス抵抗性を高めること、AI は遊離糖の吸収は阻害するが、細胞内消費を促進し糖欠乏にし、細胞伸長阻害と細胞死をもたらすと示唆された。発芽期の AI 耐性の重要性も示唆された。

(3) シロイヌナズナで新規転写因子 STOP1 を発見し、AI 耐性と酸耐性の関係、及び活性酸素生成との関係を明らかにした。なお、ミヤコグサ及びイネでもマイクロアレイ解析を実施し、その成果も公表した。

(4) リン酸欠乏条件によるイネ根端でのリグニン合成の促進、シロイヌナズナ地上部でのフラボノールグリコシド生合成の促進、ミヤコグサでのイソフラボノイドからフラボノイド生成へのシフトが、低リン耐性の植物種間差を生む要因であり、また、リン酸欠乏時の脂質代謝の変化で、体内の効率的リン利用効率の向上やリンリサイクルが図られていると示唆された。

3. 現在までの達成度

おおむね順調に進展している。

(理由) 根端細胞膜脂質の低負荷電性・低透過性の基盤となる低 PL・高 S 特性や、S 合成ノック・ダウン組み換え体の著しい Al 感受性を証明し、世界で未だ報告のない新しい理論を提示できた。

Al 障害とサリチル酸との関わり、Al の糖の取り込みや糖代謝への影響、イネの発芽期の Al 高感受性遺伝特性などの結果を得た。

シロイヌナズナ 5 番染色体に活性酸素およびカルシウムホメオスタシス関連遺伝子座の存在をつきとめ、酸性土壌耐性に深く関わる転写因子 STOP1 を発見し、表現型クラスター解析関連の手法を開発した。

比較マイクロアレイ解析により、3 種のモデル植物間のリンリサイクルに関わる代謝変化の違いと共通点を実証した。

4. 今後の研究の推進方策

(1) 既往の有機酸放出戦略と、本課題研究で明らかにした細胞膜戦略の相対的重要性の比較や、ステロール合成の過剰発現系の作出による Al 耐性作物の作出の体制を整える。

(2) 糖輸送体と糖代謝に関わる酵素を中心に、根の伸長阻害機構を解明し、イネの発芽期変異系統の変異遺伝子の同定をめざす。

(3) 各種植物で既に特定されている遺伝子をシロイヌナズナ Al・酸感受性系統を宿主にする相補性検定で解析し、また、ユーカリとチャも含めて更なる耐性遺伝子を特定する。

(4) これまでに絞り込んだリンリサイクル能に関わる鍵遺伝子について野生株での発現や、変異株を用いた栽培試験を行い、生育や代謝産物、リン含有量等の評価を実施して、リンリサイクル能に果たす役割を調査する。

5. 代表的な研究成果(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 3 4 件)

(1) MSH Khan, . . . , H Koyama, . . . , T Wagatsuma (員数 12 人 H Koyama (4 番

目)、T Wagatsuma (12 番目)). Relative abundance of ⁵-sterols in plasma membrane lipids of root-tip cells correlates with aluminum tolerance of rice. *Physiologia Plantarum*, 査読有, 135, 2009, 73-83.

(2) J Wasaki, . . . , T Shinano, (員数 8 人 T Wasaki (1 番目)、T Shinano (6 番目)).

Overexpression of the LASAP2 gene for secretory acid phosphatase in white lupin improves the phosphorus uptake and growth of tobacco plants. *Soil Science and Plant Nutrition*, 査読有, 55, 2009, 107-113.

(3) 小山博之、小林安文、TB Kinraid、我妻忠雄(総説). 細胞膜表面のイオン活動度から見えるもの. 査読有, *土肥誌*, 79, 2008, 500-504.

(4) S Kikui, . . . , Y Yamamoto (員数 5 人 Y Yamamoto (5 番目)). Malate enhances recovery from Al-caused inhibition of root elongation in wheat. 査読有. *Plant and Soil*. 290, 2007, 1-15.

[学会発表](計 58 件)

我妻忠雄、小山博之ほか 8 名、ステロール代謝などによる膜脂質構築の改変とアルミニウム耐性、アルミニウム過剰条件における抵抗性の比較(50)、日本土壌肥料学会、2008 年 9 月 9 日、名古屋市立大学

[図書](計 12 件)

佐々木孝行、山本洋子. 共立出版. アルミニウム耐性の分子機構. 有機酸トランスポーターによる制御. 蛋白質 核酸 酵素, 52, 2007, 619-624.

[産業財産権]

出願状況(計 1 件)

[その他]

(1) <http://www.rib.okayama-u.ac.jp/plant.growth/index-j.html>

(2) URL: <http://cse.naro.affrc.go.jp/shinano/>