

機関番号：11101

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20780012

研究課題名（和文）サトイモを中心とした作物の酸性土壌耐性に関わる機能形態および生理機構の発掘と解明

研究課題名（英文）Search and elucidation of the functional morphology and physiological mechanism related to acid soil tolerance in crops, mainly in eddo

研究代表者

川崎 通夫（KAWASAKI MICHIO）

弘前大学・農学生命科学部・准教授

研究者番号：30343213

研究成果の概要（和文）：本研究によりサトイモ、並びに、コンニャクの一次根においてシュウ酸カルシウム結晶を含む結晶細胞で構成される「結晶細胞管状配列」の存在が見出された。Al 処理したサトイモ一次根では、結晶細胞は Al を集積すると共に、カスパー線が Al の進入の抵抗になっていることが認められた。同時に、サトイモ根内に入り込んだ Al は、Al:シュウ酸=1:3 の Al-シュウ酸複合体の形態でキレートされていることが示され、Al 毒性の軽減化が行われていることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：In this study, the tubular arrangement of crystal cell which was consisted of calcium oxalate crystal idioblasts (crystal cells) was found in the primary roots of eddo and konjac. Accumulation of Al was observed inside the crystal cells in Al-treated the primary roots of eddo. Additionally, It was suggested that Casparian bands in endodermis obstructed the influx of Al into the inside of stele in the primary roots. Al in the Al-treated roots was detected as nonphytotoxic Al-oxalate complex at a 1:3 ratio by NMR..

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,700,000	810,000	3,510,000

研究分野：作物学

科研費の分科・細目：作物学・雑草学

キーワード：サトイモ、コンニャク、酸性土壌、アルミストレス、結晶細胞

1. 研究開始当初の背景

世界の農耕可能な土地の 30～40%が酸性土壌であると報告されている。酸性土壌の農耕地は、熱帯、亜熱帯に広く分布し、拡大傾向にある。日本においても黒ボク土と呼ばれる火山灰性の酸性土壌が畑作地の半分近くを占めている。酸性土壌における作物の生育阻害因子の中で最も深刻な問題とされてい

るのが、様々な酸性土壌に共通して認められる Al イオンによる影響である。Al は土壌鉱物を構成する金属元素のうちで最も多量に存在し、土壌の酸性化に伴って Al イオンとして土壌水中に溶け出し、様々な作物の生育を阻害する。これらのことから、現在、作物における Al による障害発現や Al 耐性の機構の解明、さらには、Al 耐性作物の創出が強く

求められている。植物の Al 耐性に関する研究が進められている中、Al 耐性に関わる植物形態についての情報は限定的である。

2. 研究の目的

本研究では、酸性の土地でも良く生育するタロイモ類のサトイモを主な研究対象として、シュウ酸カルシウム結晶を含有する結晶細胞とカスパリー線の Al ストレス下における機能の解明を目的とする。また、Al はシュウ酸などの有機酸とキレートして無毒化することが知られており、本研究では、体内における Al-有機酸複合体の存在形態を明らかにし、形態と生理の関連性を考慮した Al 耐性機構の理解深化を目標とする。

3. 研究の方法

(1) シュウ酸カルシウム結晶を含む結晶細胞で構成された「結晶細胞管状配列」の Al ストレス下における機能の検証

結晶細胞において Al の集積が行われるのかを Al 標識試薬エリオクロムシアニンを用いた光学顕微鏡や Al 標識蛍光試薬ルモガリオンを用いた共焦点レーザー顕微鏡で確認した。

(2) カスパリー線の Al ストレス下における機能の検証

Al 処理によりカスパリー線の構造(配置や放射方向の厚み等など)がどのように変化するかを、カスパリー線を染色する蛍光試薬ベルベリンを用いた蛍光顕微鏡観察や過マンガン酸カリを用いた透過型電子顕微鏡観察により詳細に調査した。

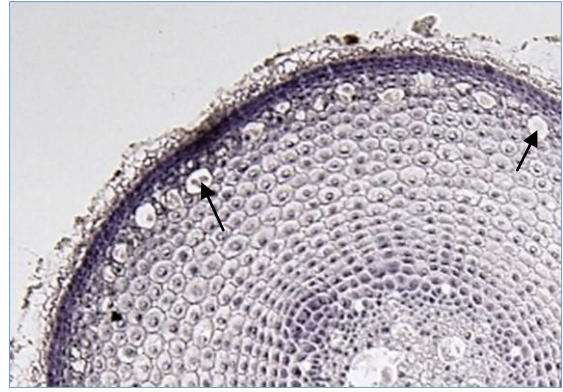
さらに、植物で主要なポリアミンであるスペルミジン、スペルミン、プトレシン等で処理をした際の、Al ストレス障害の軽減効果とカスパリー線の構造的変化および Al 分布を調査した。

(3) Al 処理に伴う体内の Al-有機酸複合体の存在形態の検証

核磁気共鳴(NMR)分析装置を用いて Al-有機酸複合体形態の測定を行った。

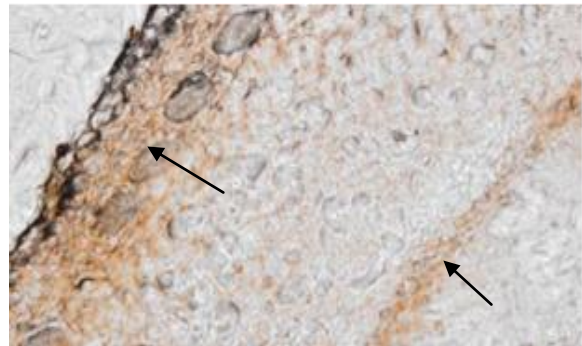
4. 研究成果

本研究においては、サトイモの他に、コンニャクの一次根においても、シュウ酸カルシウム結晶を含む結晶細胞から構成される「結晶細胞管状配列」の存在を見出した(第1図, →)。



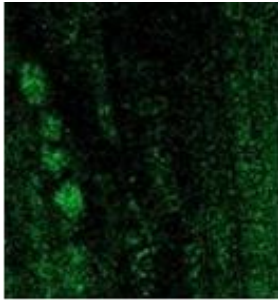
第1図 コンニャク一次根における結晶細胞管状配列(→)(横断切片)

Al 処理した一次根を Al 検出試薬エリオクロムシアニンに浸けると、根端部が顕著に呈色した。さらに、一次根先端部の内部における Al 分布についてエリオクロムシアニンを用いた光学顕微鏡観察および Al 検出試薬ルモガリオンを用いた共焦点レーザー顕微鏡観察を行ったところ、Al は中心柱および結晶細胞管状配列の外周付近に多く存在することが認められた(第2図, →)。



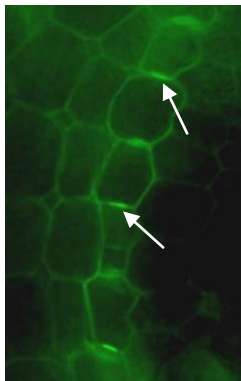
第2図 サトイモ一次根における Al の局在部(→)(横断面, エリオクロムシアニン染色)

また、個々の結晶細胞の内部にも Al 処理下では Al が顕著に蓄積されることが認められた。これらの結果から、カスパリー線と結晶細胞は、維管束のある中心柱内への Al の進入を抑制する機能を有している可能性が示唆された。



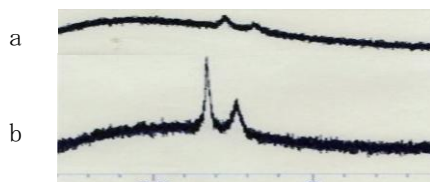
第3図 サトイモ一次根の結晶細胞内のAl局在(→)(縦断面, ルモガリオン染色)

また、Al処理によるサトイモ一次根の構造的障害は、スペルミジンにより軽減される傾向が認められた。同時に、サトイモ一次根の内皮カスパー線は、スペルミジンにより肥厚する傾向が観察され、Alの耐性に寄与している可能性が示唆された。



第4図 スペルミジン処理したサトイモ一次根における肥厚した内皮カスパー線(→)

Al処理したサトイモ一次根におけるAlの存在形態をNMR分析により調査したところ、AlはAl:シュウ酸=1:3のAl-シュウ酸複合体の形態で存在していることが認められた(第5図)。この複合形態は、Alの毒性をあまり発揮しないことが知られており、根内においてAl毒性の軽減化が行われていることが示唆された。



第5図 ^{27}Al -NMR spectra (a, cell sap; b, 1:3 Al-oxalate complex)

5. 主な発表論文等

(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11件)

① Iijima M., T. Yoshida, T. Kato, M. Kawasaki, T. Watanabe, S. Somasundaram (2011) Visualization of lateral water transport pathways in soybean by a time of flight-secondary ion mass spectrometry cryo-system. *Journal of Experimental Botany*, 62: 2179-2188.

② Kawasaki M., A. Takatsuji, M. Taniguchi, H. Miyake (2008) Localization of Casparian bands and crystal cells in relation to aluminum distribution in the primary root of eddo under aluminum treatment. *Plant Production Science*, 11: 238-242.

[学会発表] (計17件)

① 川崎通夫・谷口光隆・三宅博(2009)サトイモとコンニャクの一次根における結晶細胞管状配列の微細構造と加齢に伴う動態の検討. 日本作物学会第228回講演会(静岡県コンベンションセンター)

② Kawasaki M., N. Hirata, M. Taniguchi, H. Miyake (2008) Effects of exogenous spermidine on the primary roots of eddo under the aluminum treatment. 9th Asia-Pacific Microscopy Conference (International Convention Center, Jeju, Korea)

[図書] (計2件)

① 川崎通夫 (2010) 貯蔵器官・貯蔵組織、デンプン・糖類の貯蔵、ヤムイモ、タロイモ. 日本作物学会編: 作物学用語事典. 農山漁村文化協会. 126-129, 270-273.

② 川崎通夫 (2008) 走査型電子顕微鏡の特徴と試料作製法形態. 前田英三編著: 作物の形態研究法 ミクロからマクロまで. 日本作物学会. 第1章 29-32.

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称:

発明者:

権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川崎 通夫 (KAWASAKI MICHIO)
弘前大学・農学生命科学部・准教授
研究者番号：30343213