

氏名 黎 暁峰

授与した学位 博 士

専攻分野の名称 農 学

学位授与番号 博甲第 2067 号

学位授与の日付 平成 12 年 3 月 25 日

学位授与の要件 自然科学研究科生物資源科学専攻

(学位規則第 4 条第 1 項該当)

学位論文の題目 Aluminum Detoxification Mechanism by Organic Acids and Mucilage in Higher Plants

(高等植物におけるムシラーゲと有機酸によるアルミニウム無毒化機構)

論文審査委員 教授 松本 英明 教授 木村 和義 教授 笠毛 邦弘

学位論文内容の要旨

本研究は高等植物根の分泌物によるアルミニウム (Al) 無毒化機構を解明する目的で、Al とムシラーゲとの結合特性、Al で誘導される有機酸の分泌特性及び根の有機酸代謝に対する Al の影響を調べた。

トウモロコシでは、ムシラーゲに結合する Al 含量は Al 処理の濃度と時間に依存した。Al-ムシラーゲ複合物を Sephadex G-100 によるゲル濾過を行うと、それぞれに Al と糖を含む二つの画分が得られた。その複合物を ^{27}Al -NMR で分析しても Al のシグナルが認められず、有機酸 : Al (1 : 1) の溶液で Al を複合物から完全に解離させることが出来なかったため、ムシラーゲは Al と強く結合することを示している。ムシラーゲに結合した Al は Al^{3+} 単体に比べて細胞死とカロースの集積を著しく抑制した。しかしながらムシラーゲに含まれる Al の量は根端全体に取り込まれた Al の 10-20% であり、あらかじめムシラーゲを除いた根を Al 処理しても根伸長阻害の促進が認められなかった。これらの結果は根端で分泌されたムシラーゲは強く Al と結合するが、ムシラーゲの分泌量が少なく、Al による根の伸長阻害に対する抑制効果は小さいと考えられた。

ライムギにおいて Al はリンゴ酸とクエン酸の分泌を誘導し、分泌の量は Al 処理の濃度と時間に依存した。一方、P 欠乏や La、Mn、Cd、Pb による有機酸の分泌は認められなかった。Al : クエン酸 (1 : 1) および Al : リンゴ酸 (1 : 8) の溶液で Al 感受性コムギ根の伸長阻害と細胞死は認められなかった。これらの結果はライムギ根において特異的に有機酸を分泌することによる Al 無毒化機構が存在することを明らかにした。

ライムギでは Al によるクエン酸分泌に 8 時間を必要としたが、コムギでは Al 処理後わずか 30 分で大量のリンゴ酸が分泌されるので異なる有機酸分泌パターンの存在を示した。ライムギにおいて根端内と分泌されたクエン酸の総量は Al 処理で 5 倍程度増加した。また Al で誘導されるクエン酸の分泌は低温、タンパク合成阻害剤およびクエン酸の輸送阻害剤により明らかに抑制され、しかも根端のクエン酸合成酵素 (CS) の活性は処理後約 6 時間で明らかに増加した。一方、コムギにおいてリンゴ酸の分泌は低温とタンパク合成阻害剤により抑制されなかった。さらに根端のリンゴ酸脱水素酵素、ホスホエノールピルビン酸カルボキシラーゼ、イソクエン酸脱水素酵素、CS の活性は Al 処理で変動しなかった。これらの結果から Al ストレス下のライムギはクエン酸を生合成して分泌するが、コムギではアニオンチャネルの活性化によってリンゴ酸分泌を誘導するものと考えられた。

論文審査結果の要旨

本研究は、高等植物根の分泌物によるアルミニウム (Al) 無毒化機構を解明する目的で、Al とムシラーゲとの結合特性、Al で誘導される有機酸の分泌特性及び根の有機酸代謝に対する Al の影響を調べたものである。

トウモロコシでは、ムシラーゲに結合する Al 含量は Al 処理の濃度と時間に依存した。Al-ムシラーゲ複合物の Sephadex G-100 によるゲル濾過、²⁷Al-NMR を用いた解析、さらに有機酸による Al-ムシラーゲ複合体からの Al の解離の困難さなどから、ムシラーゲは Al と強く結合することを示した。しかしながら、あらかじめムシラーゲを除いた根を Al 処理しても根伸長阻害の促進が認められなかった。これらの結果は、根端で分泌されたムシラーゲは強く Al と結合するが、ムシラーゲの分泌量が少なく、Al による根の伸長阻害に対する抑制効果は小さいことを示した。

ライムギにおいて、Al はリンゴ酸とクエン酸の分泌を誘導し、分泌の量は Al 処理の濃度と時間に依存した。ライムギ根において、Al により特異的に有機酸を分泌することによる Al 無毒化機構が存在することを明らかにした。ライムギでは、Al によるクエン酸分泌に 8 時間を必要としたが、コムギでは Al 処理後わずか 30 分で大量のリンゴ酸が分泌されるので、有機酸分泌パターンが異なることを示した。またライムギにおいては Al で誘導されるクエン酸の分泌は低温、タンパク合成阻害剤及びクエン酸の輸送阻害剤により明らかに抑制された。しかも根端のクエン酸合成酵素 (CS) の活性は処理後約 6 時間で明らかに増加した。一方、コムギにおいてはリンゴ酸の分泌は低温とタンパク合成阻害剤により抑制されなかった。これらの結果から、Al ストレス下のライムギはクエン酸を生合成して分泌するが、コムギではアニオンチャンネルの活性化によってリンゴ酸分泌を誘導することを明らかにした。

以上の結果から、ムシラーゲと Al との結合の強さを初めて明らかにした。また、Al 耐性のライムギ、コムギがそれぞれ異なった機構で有機酸を分泌することにより耐性機構を獲得していることを明らかにしたもので、得られた知見は高く評価される。本論文の内容、論文発表会、参考論文を総合的に審査した結果、本論文は博士 (農学) の学位に値するものと認められる。