



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

チヤのマンガンとアルミニウムに対する応答機構に関する研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2008-02-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 王, 剛 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/2437

氏 名 (国籍)	王 剛 (中華人民共和国)
学 位 の 種 類	博士 (農学)
学 位 記 番 号	農博甲第96号
学 位 授 与 年 月 日	平成9年3月14日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当
研 究 科 及 び 専 攻	連合農学研究科 生物資源科学専攻
研究指導を受けた大学	静岡大学
学 位 論 文 題 目	チャのマンガンとアルミニウムに対する応答 機構に関する研究
審 査 委 員	主査 静岡大学教授 小西茂毅 副査 静岡大学教授 大石 惇 副査 岐阜大学教授 原 徹夫 副査 信州大学教授 柴田久夫

論 文 の 内 容 の 要 旨

土壌が酸性化するとアルミニウム (Al) やマンガン (Mn) などがイオン化, 活性化し, 一方, リン酸の可給度が減じ, またカリウムやカルシウムなどの塩基が不足し, 植物の生育は阻害される。最近地球規模での土壌の酸性化の進行は大きな社会問題にもなり重要課題となっている。このような酸性土壌でも植物によっては適応しよく生育するものもあり, それらの植物の耐性機構を解明することは酸性土壌での植生増大に対して, 重要な示唆を与えるものと考えられる。

チャは極めて強い酸性土壌を好適とし, そこでの生育が旺盛であり, Al や Mn を集積するユニークな植物でよい研究材料である。そこで本研究は, このチャの特徴ある栄養生理を酸性下で Mn, Al などが多く存在する条件下で, それらに対する応答およびそれらの相互関係から耐性機構を解明しようとして行われたものである。

第1章では, チャの生育が Al の施与によって明らかに促進されることを示した。また Mn については添加濃度を 100mgL^{-1} まで増加させてもチャは正常な生育を示し, Mn 過剰による障害がほとんど見られないことを示した。さらに Mn を大過剰 300mgL^{-1} 添加し, 長期間栽培した場合, Al 無施与下では, 葉に顕著なクロロシスとネクロシスを生じ, K/Mn 比が小さくなることを見いだした。一方, Al を施与すると, その障害の発生が少なくなり, また遅れ, Al 施与が Mn 過剰害を抑制し, K/Mn 比の低下のおこらないことを明らかにした。さらに本研究ではこれまでのチャに対する Al の有益性実証の知見に加えて, Al の施与による鉄 (Fe) 吸収の手助会的効果を実証した。すなわち, チャへの Al の施与によって, Fe

の地上部への移動が促進され、難溶な非キレート Fe(III) も Fe(II)-EDTA と同様に、効率よく吸収、利用されることを示した。またチャの培養根(*in vitro*)を用い、難溶性鉄の利用について検討し、Al がチャの難溶性鉄の吸収、利用に促進的に働いていることを確認した。Al 添加によって、培養根から放出した H⁺ が緩衝されるにも拘わらず、チャの培養根は難溶性の FePO₄ を可溶性の Fe-EDTA と同様に吸収し、その吸収、利用機構が H⁺ 放出によるのではなく、主に有機酸やフェノール類などのようなキレート物質の放出に依るものであると推定した。

第2章および3章では、まずチャにおいて Al 施与による Mn 過剰害を抑制する機構について、細胞分画法、蛍光 X 線マッピング法 (XEMS)、エレクトロンプローブ X 線マイクロアナライザー法 (EPMA) など先端機器の使用によって解析した。次いでポリフェノール代謝の変動、さらにチャの培養細胞系を用いてフェノール化合物と細胞の Mn 耐性などについて詳細に検討し、それぞれ新知見を得、次のような考察をした。すなわち、Al 施与によるチャの Mn 過剰害の抑制機構としては、① Al が根の表皮およびアポプラズムにおいて Mn と吸収競合し、優先的に吸着され、Mn のチャの根や地上部への吸収、移行が阻害される。また細胞壁の Al の蓄積により、Mn の細胞への進入が抑えられる。② Al 施与下で高濃度の Mn が施与されると、チャ葉でポリフェノールが多く生産され、それらが細胞へ進入した Mn の害を軽減し、細胞を正常に保つ。これらの結果、細胞から Mn、K の流出が少なくなり、葉の表皮での Mn、K の集積も少なくなると推定した。

第4章では、チャに対する Al の有益性解明をさらに一歩進め、チャの代謝系に直接与える生理的影響を検討している。まず植物のストレスに対する応答のマーカーであるカロース (β-1,3-glucan) 合成について調べたところ、チャは Al 感受性植物タマネギと違って、Al 施与の根より、むしろ無施与の根でカロースの合成が多くなされていることを認めた。それらのことから、チャにとって Al がストレスではなく、有益であることと関連していると推定している。また、Al の施与によって根のタンパク質の生成が多くなり、Al の欠除によって分子量 29000 と 14200 あたりのタンパク質の合成が少なくなり、あるいはできなくなることを明らかにした。これらの結果から、Al がチャの体内で特定なもしくは不可欠な役割を果たしていることを指摘し、正常生育のチャにとって Al が欠かせない元素であること、すなわち有益元素としての新たな知見を加えた。

このように本研究は、強い酸性また Al や Mn の多い土壌下で生育するチャの Mn、Al に対する特異な耐性機構の解析に取り組み、Al による Mn 過剰抑制現象の発見、その抑制機構を最新機器や培養細胞を用いて実証、推定した。また実際の圃場での Mn 過剰害の出現状況の解析にも示唆を与えた。さらにチャにおける Al の有益性についても取り組み、Al の Fe 吸収の補助的役割を証明すると共に、Al が特にチャの根で活性を示すことについてタンパク合成から検討し、新たな知見を加えた。

これらの基礎研究は、今後茶の生産に対して多くの示唆を与えると共に、耐酸性植物の栄養生理の一つの特徴を示したものである。また将来、酸性土壌での植生増大に示唆を与える良き礎となると述べている。

審 査 結 果 の 要 旨

平成9年1月29日、静岡大学農学部において審査委員全員を含む教官、学生の出席のもとに公開発表会が開かれ、約45分間の発表と20分間の質疑応答が行われた。研究成果の内容は充実しており、各審査員の質問に対してもよく応えた。発表論文の概要は以下のごとくである。

一般に、土壌が酸性化するとアルミニウム (Al) やマンガン (Mn) などがイオン化、活性化し、一方、塩基などの不足と相まって、植物の生育は大きく阻害される。最近地球規模での土壌の酸性化の進行は大きな社会問題にもなり重要課題となっている。このような酸性土壌でも植物によってはよく適応し生育するものもあり、それらの植物の耐性機構を解明することは酸性土壌での植生増大に対して、重要な示唆を与えるものと考えられる。

チャは極めて強い酸性土壌を好適とし、そこでの生育が旺盛であり、Al や Mn を集積するユニークな植物である。そこで本研究は、このチャの特徴ある栄養生理を酸性下で Mn, Al が多く存在する条件下で、それらに対する応答、またそれらの相互関係から耐性機構を解明しようとして行われた。

第1章では、チャの生育が Al の施与によって明らかに促進されることを示した。また、チャは Mn 供与濃度を 100mgL^{-1} まで増加させても正常な生育をし、Mn 過剰がほとんど見られないことを示した。さらに Mn を大過剰 300mgL^{-1} 添加した場合、Al 無施与下では、葉に顕著なクロロシスとネクロシスを生じ、K/Mn 比は小さくなるが、Al を施与すると、その障害の発生が少なくなり、K/Mn 比の低下もおこらず、Mn 過剰害の抑制されることを初めて見いだした。また、チャは Al の施与によって、鉄 (Fe) の地上部への移動が促進され、難溶な Fe (III) も効率よく吸収されることを見いだした。またチャの培養根による研究から、Al 存在下におけるチャの Fe 吸収機構を有機酸やフェノール類などのようなキレート物質の放出に依るものと推定した。

第2章および3章では、まずチャにおいて Al 施与による Mn 過剰害の抑制機構について、細胞分画法、蛍光 X 線マッピング法、エレクトロンプローブ X 線マイクロアナライザー法などの使用により解析した。またポリフェノール代謝の変動、さらにチャの培養細胞系を用いてフェノール化合物と細胞の Mn 耐性などについて検討し、それぞれ新知見を得、次のような考察をした。すなわち、Al 施与によるチャの Mn 過剰害の抑制機構としては、① Al が根の表皮およびアポプラズムにおいて Mn と吸収競合し、優先的に吸着され、Mn のチャの根や地上部への吸収、移行が阻害される。また細胞壁の Al の蓄積により、Mn の細胞への進入が抑えられる。② Al 施与下で高濃度の Mn が施与されると、チャ葉でポリフェノールが多く生産され、それらが細胞へ進入した Mn の害を軽減し、細胞を正常に保つ。これらの結果、細胞から Mn, K の流出が少なくなり、葉の表皮での Mn, K の集積も少なくなると推定した。

第4章では、チャに対する Al の有益性解明の一つとして、チャの代謝系に与える生理的影響を検討している。まず植物のストレスに対する応答のマーカーであるカロース (β -1,3-glucan) 合成について調べ、チャは Al 感受性植物タマネギと違って、Al 施与の根より、むしろ無施与の根でカロースの合成が多いことを認め、チャにとっては適量 Al が有益であること

と関連しているとしている。また、Al の施与によって根のタンパク質の生成が多くなり、Al の欠除によって分子量 29000 と 14200 あたりのタンパク質の合成が少なくなることを明らかにした。これらの結果から、Al がチャの体内で特定なもしくは不可欠な役割を果たしていることを指摘し、チャにとって Al が有益元素であることに新たな知見を加えた。

これらの一連の研究は、今後チャの栄養生理、栽培、生産に対して貴重な基礎的知見を提供するもので、さらに最近注目されている酸・Al 耐性植物の耐性機構に新知見を加えたものであり、酸性土壌での植生増大に示唆を与える良き成果と評価できる。

本論文が公開発表会で発表された後、引き続き審査委員全員の出席のもとに研究内容について審査委員会が開催された。論文の構成、内容、並びに基礎となる学術論文等慎重に審議した。本研究内容の充実さはもとより、先端機器の積極的導入等にも評価が与えられ、審査委員全員一致で本論文が岐阜大学大学院連合農学研究科の学位論文として十分価値あるものと認めた。

<本論文の基礎となる学術論文の発表雑誌名>

日本土壌肥科学雑誌(日本土壌肥科学会)