



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

Interactions between Aluminum and Silicon
Nutrition in Seedlings and Suspension Cells of
Rice (*Oryza sativa* L.)

メタデータ	言語: English 出版者: 公開日: 2008-02-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: Md. Taiabur, Rahman メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/2533

氏 名 (国籍)	Md. Taiabur Rahman (バングラデシュ人民共和国)
学 位 の 種 類	博士 (農学)
学 位 記 番 号	農博甲第 1 9 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 1 2 年 3 月 1 4 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	岐阜大学
学 位 論 文 題 目	Interactions between Aluminum and Silicon Nutrition in Seedlings and Suspension Cells of Rice (<i>Oryza sativa</i> L.)
審 査 委 員	主査 岐阜大学教授 原 徹 夫 副査 信州大学教授 入 江 鏝 三 副査 静岡大学教授 久保井 徹 副査 岐阜大学 助教授 小 山 博 之

論 文 の 内 容 の 要 旨

酸性土壌のアルミニウム (Al) 毒性は、土壌や植物における肥料や水利用効率を低下させ、根はりを悪くし、干ばつ抵抗性を弱めるため、農業上、解決すべき問題である。植物の Al 耐性には作物や品種間差が認められる。ケイ素 (Si) は高等植物の有用元素で、各種生物に対する Al 障害を軽減するといわれるが、この軽減効果がいくつかの植物において認められない場合もある。たとえば、ソルガム、オオムギ、トウモロコシでは軽減効果が認められ、ワタ、落花生では認められていない。したがって、この軽減効果に関する機構が完全に理解されているとはいいがたい。この研究の目的は、イネ幼植物及び培養細胞の Al と Si に対する生育応答の品種間差ならびに Si の Al 障害軽減効果の機構を明らかにすることである。

水耕条件下で、イネ幼植物の Al 耐性の品種間差及び Al 障害に対するケイ素の軽減効果について調査した。根の伸長と乾物重は培養液中の Al 濃度の上昇にともない減少した。IAC3 は Al 耐性で、農林 1 号は Al 感受性であった。植物の Al 含有率は培養液中の Al 濃度の上昇にともない増加した。インディカ種については、すべての Si 濃度区において生育促進効果が認められたが、ジャポニカ種については、最も高い Si 濃度区 (2000 μ M) においてのみ弱い生育促進効果が認められた。植物の Si 含有率については品種間差が認められなかった。Si の Al 障害軽減効果はジャポニカ種よりもインディカ種において、また Al 耐性よりも Al 感受性品種において明瞭に認められた。

イネ (IAC3 と IR45) 培養細胞に対する培地 Al と Si 濃度の影響を、細胞生育、Al と Si

吸収量、Si の Al 障害軽減効果という点から調査し、さらにこれらの影響を幼植物の場合と比較した。培地中の Al 濃度の上昇にともない、細胞の相対生育量は、両品種の場合とも減少し、全 Al 及びクエン酸不溶 Al 含有率は増加した。Si 単独添加の場合、生育促進効果は認められず、Si は細胞にほとんど吸収されなかった。Si の Al 障害軽減効果は細胞よりも幼植物試験の場合に大きかった。細胞の全 Al 及びクエン酸不溶 Al 含有率は Al 単独添加 (800 μ M) よりも Al-Si 混合添加 (800 μ M Al + 2000 μ M Si) の場合に低かった。細胞の Al 含有率の結果は、幼植物試験の場合と逆の傾向であった。

培養液中の Al-Si 相互作用と植物体内の Al-Si 相互作用を分けて考察する目的で、培養液中の Al と Si の予備処理がその後の幼植物の生育に及ぼす影響を調査した。Si 予備処理 (2000 μ M) は 50 μ M Al で栽培されている幼植物の根伸長と植物乾物重を有意に増加させ、植物の Al 吸収量を減少させた。肉眼器的観察とヘマトキシリン染色による顕微鏡観察は、Si の予備処理が Al 処理による生育障害を明かに軽減することを示した。

これらの結果から、次のような結論が得られた。イネの幼植物の Al 耐性は品種によって大きく異なり、その耐性傾向は培養細胞においても認められる。幼植物 (とくにインディカ種) の場合、Si は Al 毒性に対して強い軽減作用を示すが、培養細胞の場合は弱い軽減作用しか認められない。幼植物と培養細胞における Si の Al 障害軽減効果の違いは、根の存在の有無と両者のアポプラスト組織の形態的な違いによるものと判断される。Si はケイ酸アルミニウムのような毒性の弱い錯体を作ることにより、溶液や植物体中での Al イオンの活動度を減少させ、アポプラスト組織の性質を正常に保つため、幼植物の生育が改善されると考えられる。

審 査 結 果 の 要 旨

本論文は第 1 ~ 3 章で構成され、イネ幼植物及び培養細胞の Al と Si に対する生育応答の品種間差ならびに Si の Al 障害軽減効果の特徴を明らかにしたものである。

第 1 章では、イネ幼植物の根の伸長と乾物重は培養液中の Al 濃度の上昇にともない減少し、IAC3 は Al 耐性で、農林 1 号は Al 感受性であることを示した。また、Si の Al 障害軽減効果はジャポニカ種よりもインディカ種において、また Al 耐性よりも Al 感受性品種において大きいことを明らかにした。

第 2 章では、イネ (IAC3 と IR45) 培養細胞に対する培地 Al と Si 濃度の影響を、細胞生育、Al と Si 吸収量、Si の Al 障害軽減効果という点から調査し、さらにこれらの影響を幼植物の場合と比較し、次の結果を得た。培地中の Al 濃度の上昇にともない、細胞の相対生育量は、両品種の場合とも減少し、植物の Al 含有率は増加した。Si 単独添加の場合、生育促進効果は認められず、Si は細胞にほとんど吸収されなかった。Si の Al 障害軽減効果は細胞よりも幼植物試験の場合に大きかった。

第 3 章では、培養液中の Al-Si 相互作用と植物体内の Al-Si 相互作用を分けて考察する目的で、培養液中の Al と Si の予備処理がその後の幼植物の生育に及ぼす影響を調査した。Si 予備処理 (2000 μ M) は 50 μ M Al で栽培されている幼植物の根伸長と植物乾物重を有

意に増加させ、植物の Al 吸収量を減少させた。肉眼器的観察とヘマトキシリン染色による顕微鏡観察は、Si の予備処理が Al 処理による生育障害を明かに軽減することを示した。

これらの結果から、以下の結論が得られた。イネの幼植物の Al 耐性は品種によって大きく異なり、その耐性傾向は培養細胞においても認められる。幼植物（とくにインディカ種）の場合、Si は Al 毒性に対して強い軽減作用を示すが、培養細胞の場合は弱い軽減作用しか認められない。幼植物と培養細胞における Si の Al 障害軽減効果の違いは、根の存在の有無と両者のアポプラスト組織の形態的な違いによるものと判断される。

以上の論文構成や内容について慎重に審議した結果、得られた知見はケイ素のアルミニウム過剰障害を軽減するという有用作用の一端を明かにしたもので、植物栄養学的に価値があると判断された。その結果、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があるものと認めた。

学位論文の基礎となる学術論文

- 1) Rahman, M. T., Kawamura, K., Koyama, H. and Hara, T.: Varietal differences in the growth of rice plants in response to aluminum and silicon. *Soil Sci. Plant Nutr.* 44: 423-431, 1998.
- 2) Rahman, M. T., Koyama, H. and Hara, T.: Effect of aluminum and silicon in solution on the growth of rice (*Oryza sativa* L.) suspension cells. *Soil Sci. Plant Nutr.* 45: 693-700, 1999.