



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

イネのアルミニウム障害に対するケイ酸の軽減効果の解析

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: 顧, 明華 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/2532

氏 名 (国籍)	顧 明 華 (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 191 号
学位授与年月日	平成 12 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	岐阜大学
学 位 論 文 題 目	イネのアルミニウム障害に対するケイ酸の軽減効果の解析
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 鏖 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

酸性土壌における作物の生育不良は酸性条件下でアルミニウムイオン過剰害が主な原因となっている。そこで、酸性土壌を有効に活用し、農業生産を向上させるため、植物アルミニウム障害の軽減に関する研究が土壌学と植物栄養学の重要な課題となっている。近年、ケイ酸がある植物のアルミニウム障害を軽減することが認められた。しかし、この軽減効果のメカニズムについては不明の点が多く残っている。本研究では、水耕栽培方法を用いて、ケイ酸植物の代表であるイネ (*Oryza sativa* L. 品種: コシヒカリ) を対象植物として、水耕溶液中と植物体内のアルミニウムとケイ酸の形態変化と根組織内の分布状況から、イネのアルミニウム障害に対するケイ酸の軽減作用を検討し、以下の結果を得た。

1) アルミニウム単独処理は最初に根伸長域の外層細胞を損傷した。この傷害は処理時間とともに進行し、内層細胞および先端まで拡大した。根の伸長が最初に抑制され、それに続いて根と葉の生育が阻害された。低分子態または高分子態ケイ酸の同時添加は、根組織へのアルミニウムの傷害を軽減するため、根細胞の生理活性を維持して、根の伸長とイネの生育を顕著に改善した。この軽減効果は高分子態ケイ酸添加の場合には大きかった。

2) 根内に侵入したアルミニウムは主にアポプラストとくに細胞壁に集積した。アルミニウム単独添加に比較して、低分子態ケイ酸を同時に添加した場合には、全アルミニウム含有率が増加した。この増加につれて、アポプラスト画分とシンプラスト画分アルミニウムの含有率が増加したが、細胞壁画分アルミニウムの含有率とその全アルミニウム量に対する相対比率が低下した。高分子態ケイ酸を同時に添加した場合には、全アルミニウム含有率が顕著に低下した。これとともに、アポプラスト画分、シンプラスト画分と細胞壁画

分アルミニウムの含有率、シンプラスト画分と細胞壁画分アルミニウムの相対比率が著しく減少したが、アポプラスト画分アルミニウムの相対比率が逆に増加した。

3) 根と葉（上位葉と下位葉）におけるアルミニウムとケイ素は主に水不溶性のポリマー態として存在していた。アルミニウム単独添加に比べて、低分子態ケイ酸の同時添加により、全アルミニウム含有率の増加とともに、根と葉の水溶性と水不溶性のポリマー態アルミニウム、根の水溶性のモノマー態アルミニウム含有率は高くなったが、葉の水溶性のモノマー態アルミニウム含有率は逆に低下した。これに対して、低分子態ケイ酸単独添加に比べて、アルミニウムの同時添加により、根の水溶性のモノマー態とポリマー態ケイ酸、葉の水溶性と水不溶性のポリマー態ケイ酸含有率が高くなったが、葉の水溶性のモノマー態ケイ酸含有率が減少する傾向が認められた。

これらの結果から、次の結論と推論が得られた。低分子態または高分子態ケイ酸の添加はイネのアルミニウム障害を軽減する。添加されたケイ酸はアルミニウムイオンと反応し、水耕液中および根内（アポプラスト）にケイ酸アルミニウム複合物を生じる。そのため、水耕溶液中のアルミニウムイオン濃度が低下し、アルミニウムは主に毒性の弱い低分子態や高分子態ケイ酸アルミニウム複合物として根組織内に存在する。この形態のアルミニウム複合物は細胞壁や細胞膜などの機能にあまり影響せずによりポリマー化しつつ地上部に転流し、最後にもっと毒性の低い水不溶性ケイ酸アルミニウムとして葉に沈積する。これらすべてのメカニズムがイネのアルミニウム障害の軽減に関与していると思われる。とくに、高分子態ケイ酸添加の場合には、根組織へのアルミニウム侵入をも抑制するので、軽減効果が大きくなると考えられる。

審 査 結 果 の 要 旨

本論文は第1～3章から構成され、ケイ酸植物の代表であるイネを対象植物として、アルミニウム障害に対するケイ酸の軽減効果を、水耕溶液中と植物体内のアルミニウムとケイ酸の形態変化と根組織内の分布状況から解析したものである。

第1章では、アルミニウム存在下における、ケイ酸の同時添加は、根組織へのアルミニウムの傷害を軽減し、根細胞の生理活性を維持して、根の伸長とイネの生育を顕著に改善することを認め、この軽減効果は低分子態よりも高分子態ケイ酸添加の場合には大きいことを明かにした。

第2章では、アルミニウム存在下で低分子態ケイ酸を添加した場合に比較し、高分子態ケイ酸を同時に添加した場合には、植物のアポプラスト画分、シンプラスト画分と細胞壁画分アルミニウムの含有率が減少し、シンプラスト画分と細胞壁画分アルミニウムの相対比率が著しく減少し、アポプラスト画分アルミニウムの相対比率が逆に増加することを指摘した。

第3章では、アルミニウム単独添加に比べて、低分子態ケイ酸の同時添加により、全アルミニウム含有率の増加とともに、根と葉の水溶性と水不溶性のポリマー態アルミニウム、根の水溶性のモノマー態アルミニウム含有率は高くなるが、葉の水溶性のモノマー態アル

ミニウム含有率は逆に低下することを認めた。これに対して、低分子態ケイ酸単独添加に比べて、アルミニウムの同時添加により、根の水溶性のモノマー態とポリマー態ケイ酸、葉の水溶性と水不溶性のポリマー態ケイ酸含有率が高くなるが、葉の水溶性のモノマー態ケイ酸含有率が減少することを示した。

これらの結果から、次の結論を得た。添加されたケイ酸はアルミニウムイオンと反応し、水耕液中および根内（アポプラスト）にケイ酸アルミニウム複合物を生じ、アルミニウムは主に毒性の弱い低分子態や高分子態ケイ酸アルミニウム複合物として根組織内に存在する。この形態のアルミニウム複合物は、細胞壁や細胞膜などの機能にあまり影響せずにポリマー化しつつ地上部に転流し、最後にもっと毒性の低い水不溶性ケイ酸アルミニウムとして葉に沈積する。

以上の論文構成や内容について慎重に審議した結果、得られた知見はアルミニウム障害に対するケイ酸の軽減効果のメカニズムを明らかにしたもので、学術的に価値があるものと判断された。以上について、審査委員全員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) 顧明華・小山博之・原徹夫：ケイ素添加がイネのアルミニウム障害の軽減およびイネ体内アルミニウム形態に及ぼす影響。土肥誌 69: 498-505, 1998.
- 2) 顧明華・小山博之・原徹夫：形態別ケイ酸添加がイネの根組織におけるアルミニウムの障害と分布に及ぼす影響。土肥誌 70: 731-738, 1999.
- 3) Hara, T., Gu, M. H. and Koyama, H.: Ameliorative effects of silicon on aluminum injury in the rice plant. Soil Sci. Plant Nutr., 45: 929-936, 1999.