

氏名(国籍)	ウエン テ ツ ホアイ (ベトナム)		
学位の種類	博士(学術)		
学位記番号	博甲第3752号		
学位授与年月日	平成17年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Physiological and Biochemical Characteristics Related to Salt Tolerance in Rice (<i>Oryza sativa</i> L.) (イネにおける塩類耐性に関連した生理生化学的特性)		
主査	筑波大学教授	農学博士	白井健二
副査	筑波大学客員教授	農学博士	藤原伸介
副査	筑波大学助教授	農学博士	小林勝一郎
副査	筑波大学教授	農学博士	松本宏

論文の内容の要旨

土壌の塩類集積は、世界の多くの部分で作物の生育と生産を制限し、農業における主要な問題の一つとなっている。イネは比較的塩感受性であるが、塩性土壌における栽培が期待される作物の一つである。より優れた耐塩性のイネの育種には植物の塩ストレスに対する生理的・生化学的な反応と耐性機構の深い知識が要求される。そこで、日本型とインド型の8品種を用いてイネにおける耐塩性に関連した種々の生理生化学的特性を調べるため一連の研究を行った。

水耕法で人工気象室内で昼/夜12時間・25℃/20℃、照度200 $\mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、相対湿度70-80%で生育した20日令幼植物に、塩ストレス(100mM NaCl)を6日間与え、耐塩性を試験し、茎葉部における幾つかの生理生化学的過程；イオンの集積、主な抗酸化酵素活性および窒素化合物の集積を調べた。

8品種のNa⁺集積と耐塩性との間に負の相関性が見出された。Na⁺の過剰集積はK⁺/Na⁺比の劇的な減少を引き起こした。茎葉部におけるNa⁺集積を制限し、高いK⁺/Na⁺比を維持することは、塩ストレスに耐えるためのイネ幼植物の重要な機構であることが示された。

マロンジアルデヒドの増加で見られる膜脂質の過酸化と塩感受性との間の正の相関は酸化傷害が塩ストレスの重要な成分であることを示した。イネ品種はストレスにตอบสนองして抗酸化酵素：スーパーオキシドジスムターゼ、アスコルビン酸ペルオキシダーゼ、及びグルタチオン還元酵素を活性化する能力を有していたが、それら酵素活性の増加は幼植物を酸化傷害から防御するには十分ではなく、カタラーゼ活性の低下がイネの抗酸化系における制限要因と推測された。これらの結果からイネにおける耐塩性の獲得はカタラーゼ活性および抗酸化酵素活性の均衡による酸化ストレス耐性の改善によって得られることが示唆された。

塩ストレスは著しく窒素代謝に影響し、大量の遊離アミノ酸の集積をもたらした。プロリンの集積は、耐塩性とは負の相関を示し、塩ストレスの緩和に働くよりもむしろ塩ストレスの結果によると考えられた。グルタミンの集積は耐塩性とは相関しなかった。一方、アンモニア集積、Na⁺集積と塩感受性との間の正の相関が見出され、アンモニアの放出と同化に関連した代謝過程を感受性品種を用いて詳しく研究した。アンモニ

アの集積は明期・光呼吸よりむしろ暗期に大きく、プロテアーゼ活性の増大と蛋白質合成の阻害が遊離アミノ酸とアンモニアの集積に関連していた。アンモニア同化酵素のグルタミン合成酵素、グルタミン酸合成酵素活性はストレスに影響されず、アンモニアの過剰蓄積とは関連していなかった。高塩による光合成能の低下がアンモニア同化に必要なエネルギーと炭素骨格(2-オクソグルタル酸)供給の減少に繋がり、アンモニアの過剰蓄積の原因となっていると推察された。塩処理により体内の2-オクソグルタル酸含量が減少し、外生の2-オクソグルタル酸(2mM)を与えると、アンモニアおよび遊離アミノ酸含量が有意義に減少し、幼植物の耐塩性が改善された。

結論として、塩ストレスはイネにおいて酸化ストレスおよび様々な窒素代謝の変化を誘導した。これらの過程の全ての変化は Na^+ の集積に強く支配されていることも明白である。耐塩性イネの育種には、機能的組織において Na^+ 集積の低下をもたらす生理・生化学的機構に基づく必要があることが示唆できる。抗酸化系活性の増加によって塩誘導の酸化ストレスの有害な効果を最小にすることも、より高い耐性に寄与するに違いない。更に、本研究の結果はストレスの間に過剰に集積したアンモニアの同化の増加によるイネの塩耐性の改善の可能性を示した。

審査の結果の要旨

作物生産は世界的に土壌や環境の劣化、耕地の減少により制限されている。本研究は、塩性土壌での作物の栽培の可能性を探る基礎的知見を得るため、多くの品種を用いてイネにおける塩耐性の生理生化学的特性を追究したものであり有意義である。塩処理により、従来知られていた Na^+ の高濃度集積、 K^+/Na^+ 比の減少と塩感受性との関係、活性酸素の発生と抗酸化系酵素活性の上昇の他に、アンモニアの著しい集積、および適合溶質のプロリン集積がその結果であり塩耐性とは相関しないことを明らかとした。特に、アンモニアの集積と同化の要因を詳しく追究し、光合成の低下に由来する2-オクソグルタル酸の減少がアンモニアの集積・同化の減少を引起し、2-オクソグルタル酸の投与がアンモニア集積の減少と塩傷害の改善・塩耐性の向上をもたらすことを見いだしたことは、優れた成果であり、独創性を示すものである。抗酸化系酵素活性の上昇やカタラーゼ活性の低下が塩耐性と相関しないことに関しては今後の課題であるが、本研究は、イネにおける塩類耐性に関して重要な視点を提示し、環境ストレスの生理生化学、塩耐性の育種、塩性地での栽培等の研究に寄与するものと高く評価される。

よって、著者は博士(学術)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。