

氏名(本籍)	やま もと あき ひろ 山本昭洋(岩手県)
学位の種類	博士(農学)
学位記番号	博甲第3354号
学位授与年月日	平成16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	農学研究科
学位論文題目	塩ストレス環境下のイネにおけるポリアミンの動態と機能に関する研究

主査	筑波大学併任教授	農学博士	藤原伸介
副査	筑波大学教授	農学博士	白井健二
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	博士(農学)	丸山幸夫
副査	東京大学教授	農学博士	米山忠克

論文の内容の要旨

ポリアミンは微生物から高等動植物に至る様々な生物に普遍的に存在し、多様な生理作用を示す体内成分として知られている。しかしながら、ストレス環境下でのポリアミン代謝の変動については、植物種や品種間、またそれらの生育ステージなどで大きく異なることから、ポリアミンが担っている真の役割、機能については不明な点が多い。本研究は、塩ストレス環境下のイネにおけるポリアミンの動態を植物種間や品種間、また異なる窒素栄養条件下で比較し、ポリアミンと耐塩性との関わりやその機能について基礎的知見を得ることを目的としている。

イネ(日本晴)とイネ科雑草ヒメタイヌビエを比較した結果、塩処理時の根や葉身部Na含有量については両者の間に大きな差がないにもかかわらず、ヒメタイヌビエの耐塩性がイネより強いことが確認された。塩ストレス下では葉身部におけるプロリンの蓄積がヒメタイヌビエではるかに多く、両植物種の耐塩性の差との関連性が示された。一方、葉身部のポリアミン組成も両植物種間で大きく異なり、ヒメタイヌビエのスペルミジン含有量はイネより著しく高かった。また、塩処理後もスペルミジンやスペルミン含有量はイネより高いレベルを保っており、ポリアミンが適合溶質プロリンとともに塩ストレスに伴う障害を回避する上で重要な役割を果たしているものと推察した。

ネリカ稲7品種を用いて、それらの耐塩性を日本晴と比較した。最も耐塩性に優れたのはNERICA1で、日本晴と並んで最も強い塩感受性を示したのはNERICA2であった。ネリカ稲の多くは塩処理後の葉身部Na含有量が低かったが、NERICA2は日本晴と同様葉身部におけるNa蓄積量が多く、イネ品種間の耐塩性の差が葉身部におけるNa蓄積量の差と関係していることが示唆された。他方、NERICA1の葉身部には日本晴と比較して2倍以上のポリアミンが存在しており、特にスペルミジンは日本晴の2.4~3.6倍含まれていた。しかしながら、NERICA2では、塩処理後のプロレシ、スペルミジンの低下が著しく、イネ品種間における耐塩性の差が、葉身部におけるNa蓄積の制御能力だけでなく、ポリアミンの合成や代謝制御の能力にも関係していることが示唆された。

窒素栄養条件がイネの塩ストレス感受性に及ぼす影響を調べた結果、通常使用される水耕液の窒素濃度を

半分にした区では、生育は劣るものの、塩処理時の生育阻害の程度は小さかった。また、低窒素条件ではストレスの指標となるクロロフィル蛍光値 (ϕII) の低下率も小さく、塩ストレスを受けにくいことが明らかとなった。葉のポリアミン含有量は水耕液の窒素濃度に応じて高くなったが、塩処理により下降した。しかしながら、塩ストレス抵抗性の強かった低窒素区では、他の区でみられたプトレシンやスベルミジンの大きな減少が認められなかった。塩ストレス条件下においては、葉身部の全ポリアミンあるいはスベルミジン含有量がクロロフィル蛍光値 (ϕII) と高い正の相関関係を示すことから、塩ストレスに伴うクロロフィルの酸化分解や組織の老朽化抑制にポリアミンが機能している可能性が示唆された。

ポリアミン生合成系の阻害剤を用いて、葉身部ポリアミン含有量と塩ストレス感受性の関係をさらに解析した結果、阻害剤処理によりポリアミン含有量を低下させたイネでは、塩処理による生育抑制や葉身部クロロフィル蛍光値即 ϕII の低下がさらに促進されることが分かった。一方、イネ葉身部の切片を用いて、塩ストレスと同様葉に酸化障害をもたらすパラコート処理を行った場合、外部から添加したポリアミンに葉の酸化障害を軽減する効果が認められた。

これら一連の実験から、イネの塩ストレス感受性と葉に含有されるポリアミンとの間の密接な関係が確認され、高塩環境下におけるポリアミン代謝の変動が、ストレス回避のための生理的応答反応であることが明らかとなった。特に本研究は、PSII の有効量子収率を表すクロロフィル蛍光値 ϕII が塩ストレス下で葉身部のポリアミン、なかでもスベルミジン含有量と高い相関関係を持つことを初めて見出し、ストレス環境下におけるポリアミンの機能の一端を明らかにした貴重な知見といえる。

審 査 の 結 果 の 要 旨

高等植物におけるポリアミンの研究は、生長や器官分化などにおける機能解明を中心としてこれまで精力的に行われてきた。一方、この生体成分が病原ストレスを含む各種ストレスによって大きく変動することも古くより知られ、数多くの情報が蓄積されてきた。しかしながら、負荷されるストレスの種類や強弱ばかりでなく植物の種類、生育時期などによってもポリアミン組成の変化は様々で、ストレスに伴う障害の結果なのかストレス耐性機構と連動した変化なのか明瞭ではなかった。本研究は、塩ストレス環境下のポリアミンの動態を植物種間や品種間で比較し、ポリアミンと耐塩性との関わりやその機能の解明を目的としており貴重な多くの基礎知見を提供している。

まず、塩ストレス条件下でのイネ（日本晴）のポリアミンの動態をヒメタイヌビエやネリカ稲 7 品種の間で比較し、それらの耐塩性の差が Na イオンの吸収量の差や適合溶質プロリンの蓄積量の差だけでなく、ポリアミンの生合成および代謝制御能力の差とも関係していることを見出した。環境耐性に優れることから近年注目を集めているネリカ稲については、生理的な基礎研究が始まったばかりであり、ネリカ稲の耐塩性機構に関する今回の知見は新規性があり極めて重要と考えられる。

また、イネの塩ストレス感受性が栽培時の窒素栄養条件によっても大きく影響され、低窒素条件では塩ストレス障害が少ないことを明らかにしている。本知見は塩ストレスを回避する上での窒素栄養条件の重要性を示しており、ストレス環境下でのイネ栽培技術に寄与できるものと思われる。

さらに本研究は、光合成効率を反映する ϕII 値とイネ葉身部のスベルミジン含有率が塩ストレス条件下で高い相関を示すことを初めて見出し、葉の酸化障害を回避する上でポリアミンが重要な役割を果たしていることを実証した。

以上のように、本研究は塩ストレス環境下におけるポリアミンの機能について様々な実験の結果から深い洞察を加えており、ポリアミンを指標にしたストレス耐性イネの分子育種への可能性を示した意義は大きいと考えられる。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。