

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 廣瀬 農

カドミウムのイネ種子内部における分布は、精米処理によるカドミウムの除去率、さらにはカドミウムの経口摂取率に影響する重要な知見であるが、種子の登熟段階とカドミウムの種子内分布に関する知見は少ない。本研究は、放射性同位体である ^{109}Cd をトレーサーとし、ラジオアイソトープ可視化手法を新規に開発することで、カドミウムの経根吸収時期がイネ種子内部のカドミウム動態に与える影響の解析を試みたもので、論文は序章および3章からなる本論で構成されている。

研究の背景と目的について述べた序章に続き、第1章ではイネ種子内におけるカドミウム動態に関する詳細検討のための実験系構築と、放射性トレーサー可視化手法用の植物試料調製法の開発を行った。

第2章ではイネ種子内部のカドミウム動態を解析するための新規なラジオアイソトープ可視化法の開発を行った。開発した手法の一つは、試料の連続凍結切片に対してオートラジオグラフィを行い、このデータを計算機処理することで試料に吸収されたラジオアイソトープの分布を立体的に可視化するものである。切片作製法の検討、モンテカルロシミュレーションを併用したオートラジオグラフィ撮像系の改良、連続切片データのレジストレーション精度向上等の検討・改良により、イネの種子に吸収されたラジオアイソトープの分布をボクセルサイズ $10 \times 10 \times 100 \mu\text{m}$ の立体像として可視化する技術を確立した。また、この解像度では解析できない微細組織におけるラジオアイソトープの局在を可視化するため、植物凍結切片の観察に適したマイクロオートラジオグラフィのプロトコルを構築した。オートラジオグラフィの画質に優れるプロトコルと、トレーサーの局在部位同定時の精度に優れるプロトコルを開発し、これらを複合的に用いることで画質と精度を両立した測定系を構築した。

第3章では第1章で構築した実験系と第2章で開発したラジオアイソトープ可視化手法を用い、カドミウムの経根吸収時期が、カドミウムのイネ種子内部における3次元分布に与える影響を解析した。開花から18日目までの種子に対して ^{109}Cd 吸収処理を行い、吸収直後から完熟までの各段階における種子内の ^{109}Cd 分布を3次的に解析した。さらに、 ^{14}C 標識スクロースによるトレーサー実験を並行して実施し、カドミウム動態に対する光合成産物蓄積過程の影響を解析した。これらの解析結果から、登熟末期に吸収されたカドミウムは精米処理によって除去されやすい種子表面に局在することが示された。また、種子表層に存在する複数の組織の中で、特に種皮がカドミウムの輸送・蓄積に強く関与すること、および登熟初期に吸収されたカドミウムは胚乳中央部に風船状の集積部位を形成することが示唆された。

以上、本論文は植物試料中のラジオアイソトープ分布をミクロに可視化する新規手法を開発し、この手法を用いることで、従来精米処理等の分画手法によってのみ検討されてきたカドミウムの種子内分布を、高精細な 3 次元画像として取得・解析し、カドミウムの経根吸収時期がイネ種子内部のカドミウム分布に与える影響の一端を明らかにしたものである。本研究で開発された手法、および解析の結果は学術上、応用上貢献するところが少なくない。よって、審査委員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。