

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 井上慶一

国産大豆需要の高まりの中、大豆の生産量が毎年増加し、省力化技術としてコンバインによる大豆収穫が増加してきている。ところが、コンバイン収穫した高水分大豆に対応した乾燥調製技術は遅れており、収穫大豆の乾燥調製過程での品質劣化や作業労力を多く要するなどの問題が生じている。コンバイン収穫による大豆の品質を落とさずに効率的に乾燥調製できる技術が強く求められている。

高水分大豆の乾燥調製では、通風条件の悪い場合は、蒸れを生じる危険性がある。20℃以上で湿度80%を越えると微生物やカビの発生が増えるため、通風空気の温湿度をこの危険領域にならないように調整する必要がある。一方、急速な乾燥は裂皮やしわ等を発生させる危険性があるため、適正な乾燥速度に制御する必要がある。こうした品質保持の効果的な人工乾燥技術を開発するためには、大豆乾燥に関連する物性量と乾燥過程の詳しい解析が不可欠であるが、大豆乾燥に関する研究は米麦に比較して遅れているのが現状である。

本研究では、大豆の基本的乾燥物性や循環装置を備えた平型乾燥機やドライストアなどの乾燥機における通風圧力損失特性を明らかにした。そして堆積通風乾燥シミュレーションモデルを作成し通風乾燥での乾燥過程や裂皮の発生メカニズムとそれを防止する効果的な通風空気の調整方法などを明らかにした。これらの研究により、コンバイン収穫大豆を高品質に乾燥調製するための基本技術を開発した。

大豆の乾燥制御のためのシミュレーションモデル作成のために、大豆の比容積、見かけ体積、空隙率など乾燥に影響する大豆固有の物性量について理論的考察を行い、これらを基本的な物性量（乾物比容積、充てん係数）と水分の関数として表わした。さらに調査した5品種（*チカガリ*、*タマホリ*、*フクカ*、*スズカ*、*エレイ*）の大豆に適合する近似式を得た。

堆積通風乾燥における圧力損失を計算によって求めるため、材料の抗力係数と摩擦係数をレイノルズ数の関数として表し、通常の堆積通風乾燥で用いられる $40 < R < 200$ の範囲において大豆、小麦において一般的に成立する実験式を求めた。これにより大豆、小麦の通風圧力損失特性を得られた抗力係数、または摩擦係数の実験式を用いて材料の比表面積と堆積層の空隙率、風速の関数として表し、実際の測定結果と比較した結果、高い精度で圧力損失特性を近似することができた。

非定常な条件下での気相中の水分移動を考慮した大豆の通風乾燥シミュレーションモデルを作成し、大豆の真密度、体積比表面積、空隙率、平衡水分、材料比熱や移動係数などの基本的な物性定数を用いて、異なる材料や乾燥試験装置において大豆堆積厚層の水分や材料温度、通風空気の温・湿度変化を精度よく推定した。

大豆の乾燥過程で生じやすい種皮の裂皮について、外気の温・湿度と種皮における歪みとの関係を論究し、温・湿度の異なる条件下で単粒層の乾燥実験を行い、得られた裂皮粒発生割合から、裂皮発生時の歪みを近似的に推定した。これより、堆積した厚層乾燥での裂皮粒の発生が少なく、さらに蒸れを生じない通風の温・湿度条件を明らかにした。

以上、本論文は大豆の乾燥調製において問題となる裂皮、しわ及びカビの発生を防止し高品質な大豆の乾燥を実現するために、乾燥条件の理論構築とその妥当性を実験において確認し新たな知見と実用に向けた基本技術を開発したものであり、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。