

氏 名	うめ だ みき お 梅 田 幹 雄
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学位記番号	論 農 博 第 1757 号
学位授与の日付	平 成 4 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	自 動 脱 穀 機 の 脱 粒 機 構 の 解 析

論文調査委員 (主 査)  
教 授 並 河 清 教 授 山 崎 稔 教 授 池 田 善 郎

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は自動脱穀機における、稲の脱粒現象を理論的に明らかにし、脱粒性の異なる3品種を用いた多くの実験によって、実証した結果をまとめたものである。特に、電子機械制御を前提としたコンバインの脱穀部を制御することを目標として行われた研究で、10章から成り立っている。

第1章では、わが国の脱穀機の設計を考えるためには、稲を対象とすることが必要で、稲の物理的特性と消費動力の両面から、穂先供給方式が有利であるとしている。第2章は、稲の振動特性の解析を行い、固有振動数が低く、質量の持つ運動エネルギーと穂軸等のばね要素のポテンシャルエネルギーの変換による振動現象は、脱穀時に発生しないこと、こぎ歯の移動による穀粒位置の変化から、稲の運動解析が行えることを明らかにした。

第3章では、こぎ歯と穀粒の幾何学的条件から、稲のこぎ軸方向の運動を解析し、この際生じる摩擦力によるこぎ軸法線方向の運動を明らかにした。これによって、稲の運動と脱穀機の設計要因との関係を明らかにしている。

第4章では、こぎ歯と穀粒の衝突時の、こぎ歯と穀粒の姿勢、穀粒の受ける力積と脱穀の関係を考察し、脱粒機構の解析を行っている。多くの実測値を用いて、脱粒に必要なこぎ歯の速度を求め、かつ稲の品種をも考慮した脱粒確率を解析している。

第5章では、2種類の脱穀模型実験機を用い、こぎ歯が作用した際の穂先供給式における稲の脱粒理論を実証し、穂切れ発生のセンシングと、その発生を制御できることの可能性を明らかにしている。

第6章では、脱粒過程を、信頼性工学で用いられている故障率の概念に基づいて、解析している。脱粒率を実験結果から直接求める方法、2項分布によるこぎ歯と稲の衝突率から算出する方法、及び脱粒分布にワイブル分布を当てはめて算出する方法を提案し、脱穀機と稲の双方の条件を与えた場合の脱粒分布に及ぼす影響を解析している。

第7章では、前章で提案した方法を用い、脱粒分布に関する多くの実験結果から、2項分布による衝突率算出法やシグマ確率を重み関数として使用できることを実証した。このほか、葉の影響や過度のチャフ

の存在の影響を明らかにしている。

第8章では、所要動力のダイナミクスについて、積分方程式によって脱穀の履歴現象を明らかにするとともに、離散時間システムにおける履歴現象についても明らかにし、加えて、自動脱穀機の脱粒過程はマルコフ過程であるため、残存量と衝突率を基に求められることを明らかにしている。このほか、状態方程式によって、ダイナミクスを記述することを試みている。

第9章では、負荷計測実験からシステム同定を行い、同定した係数を用いて、シミュレーションを行い、実測とシミュレーションの結果がよく一致したとしている。これより、自動脱穀機のダイナミクスの理論と同定結果の正しさを実証している。また、脱粒に要するトルクの係数と引張試験による脱粒力の関係から、品種による係数と、引張試験によって得られた脱粒力から実機による実験前に消費動力の予測ができることも明らかにしている。最後に第10章で全体をとりまとめている。

### 論文審査の結果の要旨

わが国において多用されている脱穀機やコンバインの脱穀部は、経験的に作製され完成の域に達しているとも言われているが、その脱穀現象には不明な点が多い。筆者は、制御を前提としたコンバイン用脱穀部の設計を目標として、この現象を理論的に解明し、ついで理論の正しさを多くの実験によって実証している。評価すべき主要な点は次のとおりである。

従来、稲穂の振動が脱粒に大きく影響するとの説もあった。筆者は、固有振動数を求めた結果から、脱粒過程の解析において振動特性を考慮する必要のないこと、及び幾何学的条件から運動解析が行えることを明らかにした。経験的に製作改良されてきた現存機械の合理性を示唆し、コンバイン軽量化のために脱穀部を小型化する事が、稲の物理的特性から無駄であることを示唆している。

脱粒はこぎ歯と穀粒の衝突によって生じ、多くの脱粒が初期の段階に行われることを、理論的に明らかにした。脱粒確率がシグマ確率によって表示でき、これによって品種別の脱粒性の難易が評価できることを明らかにし、加えて、脱粒分布がワイブル分布で表現でき、形のパラメータと、位置のパラメータで評価できるとした。

自動脱穀機における脱穀はフィードバック作用、履歴現象を伴う動的システムであることを明らかにした。これによって、非線形要素を多く持つ自脱形コンバインのシミュレーションが正確に行えることとなった。これは、その後のコンバイン自動化の研究の発展及び開発に大きく寄与している。また、所要動力面で、そのダイナミクスを離散時間の状態方程式に記述した。ここで、稲の物理性と脱穀機の要因をこの方程式に陽に組み込み、負荷の根拠を明確にした。脱粒率を実験結果から直接求める方法、2項分布によるこぎ歯と稲の衝突から算出する方法、及び脱粒分布にワイブル分布を当てはめて算出する方法を提案して、脱穀機と稲の双方の条件を与えた場合の脱粒分布に及ぼす影響を解析し、脱穀理論を実証した。またシステム同定を行い、稲の物理性の測定から、消費動力を予測することを可能とした。

以上のように、本論文は農用作業機械学の発展、及び脱穀機械の評価、改善並びに新しい機械の設計に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成4年2月20日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。