

氏名	姚 勇
学位(専攻分野)	博士(農学)
学位記番号	農博第1599号
学位授与の日付	平成19年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	農学研究科地域環境科学専攻
学位論文題目	自脱コンバイン用収量モニタリングシステムの開発と収量マップの作成

論文調査委員 (主査) 教授 梅田 幹雄 教授 河地利 彦 助教授 中嶋 洋

論 文 内 容 の 要 旨

近年の情報化技術の発展は目覚ましい。1990年代に全地球測位システム(GPS)が民間に開放されて以来、農業でも精密農業と呼ばれる情報化により、環境負荷の低減、収量の増加、品質の向上、生産コストの削減を目指す研究が注目されている。収量マップを作成することは、施肥等の圃場管理の適否や地力分布の確認、次年度の作業計画の立案等を実施するために重要である。

本研究は、測定値の差分や微分によって流量を算出する必要の無いインパクト式の流量センサを用いて自脱コンバイン用の収量モニタリングシステムを開発したものである。さらに、開発した収量モニタ付自脱コンバインを用いて2003年、2004年に25圃場でイネとコムギの収量マップを作成し、収量モニタリングシステムの精度と収量のばらつきについて考察している。本論文は、以下の6章から構成されている。

第1章では、精密農業出現の背景、システムの構成等、研究の背景について述べ、さらに作物生育量推定、土壌マップ作成について言及し、本研究と並行して実施されている自脱コンバイン用の収量計測技術の現状について概観している。本研究では、より精度を向上させるためインパクト式流量センサとすること、1番流量センサと2番流量センサを取り付けること、コンバイン内部での穀粒流れモデルを作成すること等、本研究の目的を明らかにしている。

第2章では、グレーンタンクへの排出部に取り付ける1番流量センサの開発について述べている。室内実験により、エンジンとの共振を避けるため衝撃板を軽量の塩化ビニールに変更する等の改良を行い、衝撃力以外のノイズ成分をデジタル・ローパス・フィルタで処理し計測精度を高めた。この結果モミとコムギで流量0.1~1.6 kg/sの範囲で決定係数がモミで0.991、コムギで0.996を達成した。次に、圃場実験にて、同様に決定係数がモミで0.986、コムギで0.945になることを確認した。これにより、開発したセンサは実用上十分な精度を有していることを明らかにした。

第3章では、コンバイン内部での循環量を計測する2番還元穀粒流量センサの開発について述べている。自脱コンバインでは未脱粒や枝梗付モミを選別部に還元して脱穀精度を向上させているため、2番還元量を計測して、1番流量センサで計測した値を補正することが必要である。2番流量センサの開発に際しても1番流量センサと同様の改良を施し、精度を向上させた。室内実験で、供給量0.25~2.5 kg/sの範囲で、決定係数はモミで0.994、コムギで0.984になることを確認し、実用上十分な精度を有していることを明らかにした。

第4章では、自脱コンバイン内部での穀粒の「流れモデル」の作成とパラメータの同定について述べている。収量の計測精度を高めるためには、搬送による時間遅れ、及び選別部のチャフシープ開度による1番搬送系と2番還元搬送系に分粒される分配率を求めて補正することが必要である。「流れモデル」の入力は脱穀されてグレーンパン上に落下する穀粒流量で、出力はグレーンタンクへ排出される穀粒流量である。選別部に所定流量の穀粒を供給したときの1番搬送系と2番搬送系の穀粒流量を、開発した二つの流量センサを用いて測定し、チャフシープの開度別に分配率と時間遅れを求めた。この結果、チャフシープの開度による穀粒の分配率は、モミ流量0.1~1.4 kg/sの範囲で、フィン開度に比例して変化することを明ら

かにし、分配率と搬送時間に関するパラメータの同定を行なった。チャフシーブの開度による、搬送時間遅れと分配率の変化を用いた補正を行なうことにより、収量モニタリングシステムの計測精度は向上できることを明らかにした。

第5章では、開発した収量モニタを搭載したコンバインを用いて、25の圃場でイネとコムギの収穫を行なって作成した収量マップについて述べている。搭載した収量モニタリングシステムは、開発した流量センサに加えて、水分センサ、GPS、車速回転センサ、地磁気センサ、前処理ポテンショメータ、チャフシーブ開度計測のフロートセンサ、イネ接触センサ、液晶情報表示器等から構成されている。開発した収量モニタ付コンバインを用いて、京大農学研究科附属高槻農場、京都府南丹市と宇治市の圃場でイネを、また奈良県桜井市の圃場でイネとコムギを、2003年にイネ6圃場、コムギ3圃場、2004年にイネ14圃場、コムギ2圃場の全25圃場で収穫を行い、収量マップを作成した。これらの収量マップは、生育中の窒素保有量や2年間の変化から、収量のばらつきを反映していることを明らかにした。

第6章では、本研究で得られて結果をまとめ、研究全体の総括を行っている。

論文審査の結果の要旨

農業の情報化により、環境負荷の低減、収量・品質の向上を目指す精密農業の第一歩は、1筆ごとの収量マップを作成してそのばらつきを把握することである。収量モニタ付自脱コンバインは、精密農業技術の開発及び普及に必須の技術である。欧米の畑作と稲作では使用するコンバインが異なる。自脱コンバイン搭載用の収量モニタリングシステムは本研究開始当時存在していなかった。収量計測精度向上のためグレーンタンクへの排出口にインパクト式1番流量センサを、また、2番口に2番搬送系の循環量を測定するため同じくインパクト式2番流量センサを取り付け、収量モニタ付自脱コンバインを開発した。このコンバインを用いて25圃場でイネとコムギの収量マップを作成して、収量モニタリングシステムが実用上十分な精度をもつことを確認した。評価できる点は以下の通りである。

1. 1番穀粒流量測定用のインパクト式流量センサを開発し、室内及び圃場実験により、エンジンとの共振の回避等の改善を行い、開発したセンサは実用上十分な精度を有することを明らかにした。
2. 同様の原理に基づく実用上十分な精度を有するインパクト式2番流量センサを開発した。
3. コンバイン内部での穀粒の動特性を表す「穀粒流れモデル」を開発した。1番及び2番流量センサを用いて、グレーンタンクに排出される穀粒流量と2番搬送系に還元される穀粒流量を実測し、パラメータの同定を行なった。これにより、穀粒流量における時間遅れと選別部のチャフシーブ開度による2番搬送系の分配率を明らかにした。このモデルを用いることにより、チャフシーブの開度による時間遅れと2番搬送系の分配率から循環量と搬送時間の補正を可能とし、より高精度の収量計測を可能とした。
4. 開発した流量センサに加えて、水分センサ、GPS、車速回転センサ、地磁気センサ、前処理ポテンショメータ、チャフシーブ開度計測のフロートセンサ、情報液晶表示器等から構成される収量モニタリングシステムを開発した。このシステムを自脱コンバインに搭載して収穫実験を行い、流量センサで計測したデータを補正して収量マップを作成した。生育中の窒素保有量のばらつきや2年間の変化と、得られた収量マップのばらつきを比較し収量マップの精度を考察した。この結果、作成した収量マップは圃場内のばらつきを反映していることを確認した。これにより、開発した収量モニタ付自脱コンバインは実用上十分な精度を有していることを明らかにした。

以上のように、本論文は収量モニタ付自脱コンバインの開発とこれを用いて収量マップを作成したものであり、フィールドロボティクス、農業システム工学の発展、並びに我が国をはじめとするアジアモンスーン地帯での精密農業の発展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19年1月15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。