

氏 名	モアテス キラエリ Motaz Khilael
学位の種類	博 士 (農 学)
学位記番号	農 博 第 1398 号
学位授与の日付	平成 16 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	Development of Metering Mechanism for Variable Rate Fertilizer Applicator -Low Power Consumption and Torque - (可変施肥機のための肥料繰出装置の開発-低消費動力と軸トルク-)
論文調査委員	(主 査) 教授 梅 田 幹 雄 教授 笈 田 昭 教授 池 田 善 郎

論 文 内 容 の 要 旨

施肥機の繰出装置の研究は古くから行われてきており、近年新しい研究は行われていなかった。しかし、精密農業用の肥料繰出装置は正確に繰出量を制御できること、及び電気モータで駆動されるため、低消費動力・低トルクで駆動できることが要求されている。加えて、循環型社会構築のため有機肥料の可変施肥に対応できる、肥料繰出装置の開発が要求されている。

本研究は、精密農業に対応できる繰出装置用のローラーを開発したもので、以下の 5 章からなっている。

第 1 章では、精密農業研究の現状、可変施肥の必要性、及び可変施肥後の開発の現状について述べ、本研究の必要性を述べている。

第 2 章では、化学肥料用繰出装置の開発について述べている。繰出装置の開発は経験に負うところが大きい。このため、片面を透明板にした観察装置を試作し、数種類の試作ローラーを用いて、繰出部での肥料の挙動を観察し、設計の加速化を図っている。試行錯誤で最も性能の良いエッジローラーを試作して、市販の繰出装置であるラバーローラーと、回転数に対する繰出量、消費動力及び駆動トルクの性能比較試験を行っている。肥料としては、代表的な化学肥料である NK 肥料と過磷酸石灰を用いている。この結果、試作したローラーは回転数に応じて正確に繰出量を制御することができ、トルクについても市販のラバーローラーの 1/10 程度で駆動できることを明らかにしている。

第 3 章では、化学肥料に加えて、形状が複雑で摩擦係数なども異なる有機肥料にも使用できる繰出装置を開発している。第 2 章と同様、数種類の試作品の挙動観察から、スターナイフ型を試作している。この繰出装置にはセルシャックと呼ばれる、繰出肥料に合わせて、供給口の大きさを変える装置を取り付けている。また、左右のスターナイフセルの位相を変えるなど、実用化に向けた改善も盛り込んでいる。スターナイフ型についても、市販のラバーローラーと性能比較試験を実施している。肥料については、第 2 章の NK 肥料と過磷酸石灰に加えて、有機肥料の代表として、ペレット型の菜種油粕と、土壌改良材であるバイオダルマを用いて、第 2 章と同様、回転数に対する繰出量、消費動力、駆動トルクの性能比較試験を実施している。この結果、市販のラバーローラー型の繰出装置では、有機肥料は詰まってしまい繰り出せなかったが、試作ローラーは、有機肥料についても回転数に応じて繰出量を正確に制御することが可能であることを明らかにしている。また、消費トルクについても、市販のローラーが化学肥料を繰り出すときの 1/3 程度のトルクで、有機肥料が繰り出せることを確認している。

第 4 章では、試作した実験装置について述べている。肥料繰出装置の開発は経験に頼るところが多いため、本機の設計・試作と同様、挙動の観察と試作ローラーの負荷を計測するための実験装置の製作が重要である。このため、電子天秤を中心とするトルク、回転数、繰出量を自動的にパソコンに取り込む装置を開発している。これにより、多くのデータが短時間で取得でき、実験期間を短縮できたと報告している。

第 5 章においては、結言として、本研究で明らかになったことをまとめている。また、今後の課題と研究の展開について

述べている。

論文審査の結果の要旨

施肥機の繰出装置の研究は古くから行われてきており、近年新しい研究は行われていなかった。しかし、精密農業実施のため、GPS（全地球測位システム）を搭載して位置を検出し、土壌条件や生育条件にあわせて可変施肥を行う施肥機が必要になり、繰出量を正確に制御する装置が要求されている。加えて、化学肥料だけでなく、有機肥料の可変施肥が必要になってきた。可変施肥機用繰出装置は小形の電気モータで駆動することが有利であり、低消費動力・低トルクで駆動できることが要求される。

本研究は、これらの要求に応えるための肥料繰出装置を開発したもので、評価すべき点は以下のとおりである。

- (1) 低消費動力・低トルクを実現するため、数種類の肥料繰出ローラーを試作し、挙動の観察を行いながら改良を加えた。最終的にエッジセル・ローラー型の繰出装置を考案し、さらにセルローラーの接触部にブラシを取り付けることで、化学肥料用繰出装置の低消費動力・低トルクを実現した。
- (2) トルク・消費動力測定装置を試作し、市販のラバーローラー型の繰出装置と性能比較を実施した。これにより、1/10のトルクで駆動できること、回転数に応じて繰出量が制御できることを明らかにした。
- (3) 化学肥料と有機肥料の両方に適用できる繰出装置を実現するため、スターナイフ型の繰出装置を開発した。この繰出装置にはセルシャッタと呼ばれる肥料の形状や繰出量に合わせて、供給口の大きさを変える装置を追加した。また、左右のスターナイフセルの位相を変えるなど、実用化に向けた改善も盛り込んでいる。
- (4) 改良したトルク・消費動力測定装置を用いて、代表的な化学肥料・有機肥料について、市販のラバーローラー型の繰出装置と性能比較試験を実施した。これにより、化学肥料はもちろん、形状が不揃いの有機肥料についても、回転数に応じて正確に繰出量の制御が可能なこと、及び有機肥料でも、市販のローラーで化学肥料を繰り出すときの1/3程度のトルクで駆動可能であることを明らかにした。
- (5) 肥料繰出装置の開発は経験に頼るところが多く、挙動の観察と実験を繰り返す必要がある。このため、片面を透明板にした観察装置と、電子天秤を中心とするトルク、回転数、繰出量を自動的にパソコンに取り込む装置を開発した。これにより、実験の効率化を図るとともに、エッジセル・ローラー型とスターナイフ型と繰出装置の開発に成功した。

以上のように、本論文は、可変施肥機のための低動力・低トルクの肥料繰出装置の開発を行い、実験によりその実用性を実証したもので、フィールドロボティクス及び農業システム工学、並びに可変施肥機の発展に寄与するところが多い。

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16年2月17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。