氏名	森　拓也
学位の種類	博　士（　農学　）
学位記番号	博　甲　第　９１００　号
学位授与年月日	平成　３１年　３月　２５日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当
審査研究科	生命環境科学研究科
学位論文題目	水稲の高精度流入施肥に関する研究

主査	筑波大学教授（連係大学院）	博士（農学）	重田　一人
副査	筑波大学教授（連係大学院）	博士（農学）	深津　時広
副査	筑波大学教授	博士（農学）	北村　豊
副査	筑波大学准教授	博士（農学）	野口　良造

論　文　の　要　旨

水稲の流入施肥法は、施肥作業の省力化を目的として水口から灌漑水と一緒に肥料を流し入れる施肥方法である。近年、水田の有効活用と飼料自給率の向上を目的として飼料用米の作付面積が全国的に拡大する中で、省力的かつ低コストの水稲施肥法として流入施肥が注目されつつある。今日まで様々な流入施肥法が研究されてきたが、いずれも肥料の散布精度の課題が残り、実用化には至っていない。そこで著者は流入施肥の高精度化を目指して新たな装置を開発し、実用的な流入施肥技術の確立を目指して研究を行なった。

はじめに、著者は第1章で茨城県を例として稲作をめぐる状況について述べるとともに、水稲の施肥法における流入施肥の位置付けと技術の特徴を整理した。

続いて著者は第2章で流入施肥に関する従来の研究成果や事例を参考にして、安価でかつ溶解度の高い尿素を使用して圃場で液肥を調製し、調製した液肥をそのまま水田内に流し入れることができる水稲用流入施肥装置として、「手動弁開度調節式流入施肥装置」及びその改良型（以下「装置B」）の開発について述べた。装置Bは肥料と水を投入し液肥を調製する第1容器、第1容器で調製した液肥を一時貯留する第2容器、液肥の滴下流量を調節する流量調節バルブ等から構成され、これを用いた流入施肥の基礎実験において、装置から流出する液肥の滴下流量及び窒素濃度は、施肥開始から施肥終了までほぼ一定に推移し、散布精度の高い施肥が可能となることを確認した。また、本装置を用いて実施した営農現場で実際に作付される複数の水稲品種を対象とした流入施肥実験の結果、背負式動力散布機を使用した硫安の慣行追肥区と比較して施肥後の水稲葉色、坪刈収量は同程度を確保するとともに、施肥作業の省力化効果を明らかにした。

第3章では、第2章で得られた結果をもとに、より散布精度の高い流入施肥法の確立を目指すため、灌漑水の流量変動に対応して液肥の滴下流量を変化させる2種類の新たな流入施肥装置の開発について述べ

た。「電動弁開度調節式流入施肥装置」（以下「装置C」）は、装置Bをもとにして改良を加え、灌漑水の流量変化に応じて適切な液肥の電動弁開度を決定する灌漑水流量比例制御方式を採用した。装置Cは電動弁、電動弁を制御するための制御盤、灌漑水流量を直接計測する流量計等から構成される。本装置を用いた圃場実験の結果、流入施肥中の灌漑水の流量変動が大きい場合、水田への液肥の供給量を一定とした従来の施肥装置（装置B）よりも流入施肥後の田面水窒素濃度分布がより均一になることを明らかにした。一方、簡易かつ高精度な流入施肥を目指した「アスピレータ吸引式流入施肥装置」（以下「装置D」）についても言及し、ベンチュリ効果を活用して液肥を吸引し灌漑水へ混入させるアスピレータ吸引方式を採用した装置Dは、液肥を吸入するための塩化ビニール製アスピレータと多量の灌漑水のうち一部をアスピレータへ分流させる分岐管から構成され、すべて市販品で製作できるため安価なものとなった。本装置の開発にあたっては、液肥の吸引方法についての基礎的な研究を行い、流入施肥に適した装置の仕様を明らかにした。これを用いた実証実験では、灌漑水流量に比例して液肥の吸入量が変動したものの、その変動幅は想定よりも大きく肥料の散布精度は悪化する結果となった。これらのことから、灌漑水の流量変動に対応して液肥の滴下流量を変動させる流入施肥方式では、灌漑水流量と液肥滴下量の比率を一定に保つことにより、従来の滴下流量を一定にする施肥装置よりも肥料の散布精度が向上することが示された。

第4章では、これまでの実験結果をもとに田面水窒素濃度分布の評価時期や流入施肥前の田面水深と田面水窒素濃度分布との関係、流入施肥後の灌漑水継続流入による窒素濃度分布変化等の肥料拡散性に関連する各種の個別要因について検証を行った。その結果、流入施肥後の田面水窒素濃度分布を評価する時期として施肥終了直後が適しており、良好な窒素濃度分布を確保するためには、施肥前に田面が露出する程度まで落水しておくとともに、施肥終了後は灌漑水を止水する必要があることを明らかにした。

以上総括すると、本研究において著者は目的や方式の異なる 4 種類の流入施肥装置を開発し、肥料の散布精度や水稲の生育、収量等へ及ぼす影響について確認するとともに、開発した装置を活用した実験を通して、流入施肥において良好な肥料散布精度を確保するための基礎的な条件を明らかにした。

審　査　の　要　旨

本論文は、高精度かつ低コストで実用的な水稲の流入施肥法の確立に向け、各種の装置を開発して液肥の散布精度や水稲の生育、収量等への影響について確認するとともに、水稲の流入施肥において良好な散布精度確保のための基礎的な条件を明らかにしたものであり、我が国の水稲栽培における省力化の要求に答えるため、著者が取り組んだ研究から生まれた成果である。

平成31年1月29日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。