

学位論文審査の結果の要旨

氏名	Hassan Mohamed Fahmy Abd El Baki
審査委員	主査 藤巻 晴行 副査 増永 二之 副査 荊木 康臣 副査 齊藤 忠臣 副査 清水 克之
題目	New scheme to optimize irrigation depths using a numerical model of crop response to irrigation and quantitative weather forecast
審査結果の要旨（2,000字以内）	
<p>乾燥地および半乾燥地における水不足は、世界中で農業生産への深刻な懸念を呼びおこしている。コンピューター技術と土壌物理理論の発達により、土壌水分移動と作物成長の数値モデルが開発され、様々なシナリオが作物生産に与える影響の予測を可能ならしめている。天気は劇的に変化し、作物の水要求量および残存有効水分に影響するため、無料でアクセスできる天気予報を灌漑水量の決定過程に組み込むことは有用である。とりわけ次の灌漑予定日までの雨を考慮することは灌漑管理を改善するであろう。</p> <p>本研究では、毎回の灌漑において灌水量を最適化する新しい方法の有効性を圃場実験により検証した。その新しい方法では、灌漑水量は次の灌水予定日までの純収入が推定できると仮定して最適化される。この仮定は、農民が収量や水生産性よりもむしろ純収入の最大化を望むためである。水がしばしば浪費されている灌漑において節水を促すため、水への従量制課金が導入されてきている。水に従量制課金がなされていることが本方法の適用条件である。所与の作物価格と水価格の下で、純収入は各間断期間における積算蒸散量の関数として計算される。点滴灌漑条件下での水移動と蒸散量および作物成長を解析するため、2次元の水分移動数値解析モデル WASH_2D を用いた。WASH_2D では差分法により水、熱、溶質移動の基礎式を近似している。土壌物理学や灌漑学、作物学の領域において、植物は土壌水分そのものよりもマトリックポテンシャルに応答することが広く受け入れられている。従って、基礎式にはマトリックおよび浸透ポテンシャルの関数である吸水を表すためのシンク項が含まれている。WASH_2D は既にこの灌漑水量決定法を組み入れており、最適化のための反復計算を自動で行い、推奨灌水量を出力する。</p> <p>この方法の有効性を検証するため、ジャガイモ(2015年)、サツマイモ(2016年)、ラッカセイ(2017年)を供試作物とする3度の圃場実験を鳥取大学乾燥地研究センターにおいて行った。水分もしくはサクシオンのモニタリングに基づく自動灌漑区と、提示された方法に基づく灌漑区とで純収入を比較することにより、後者の効果を評価した。土壌が砂であったため、間断日数は2日に固定した。</p>	

実験の結果、いずれの作物でも提示された方法に基づく灌漑区では葉面積と乾物生産量が自動灌漑区を上回り、その結果、収量は ジャガイモで 15%、サツマイモで 19%、ラッカセイで 51%高くなった。灌水量は自動灌漑区に比べジャガイモでは 27%、サツマイモでは 19%少なかったのに対し、ラッカセイでは 28%灌水量が多かった。これはラッカセイにおける灌水基準サクションが高く、自動灌漑区の作物がより厳しい乾燥ストレス条件下にあったためと思われる。提示された方法では、純収入がジャガイモで自動灌漑区の 1.28 倍、サツマイモで 1.25 倍、ラッカセイで 2.18 倍であった。また、数値モデルにより推定された土壌水分は概ね測定値と一致していた。

土壌水分の推定値の精度は根の吸水速度に依存するため、根の吸水に関するパラメータの決定のための補足実験も行った。さらに、蒸散量の予測精度を大きく左右する、積算蒸散量と作物係数の関係のパラメータの推奨値や、望ましい水価格の上限等についても考察を行った。

本研究を通じて、現行の天気予報の予測精度はそれほど高くないながらも、提示された方法が今後の降雨を効果的に考慮しつつ純収入が最大となるように灌漑水量を決定し、自動灌漑に比べ純収入を増やすことが明らかとなった。提示された方法は、軽度の乾燥ストレスを与えるものであるが、それは現在、不足灌漑として灌漑の研究者に広く受け入れられ、改良普及活動により普及している。本方法は間断日数の長い粘土質土壌においては、天気予報の精度が下がるため適用は難しいと思われる。

本研究で得られた知見は、乾燥地および半乾燥地における灌漑用水の節減と農家の収入向上に寄与するものであると認められる。以上のことから、本審査委員会は、本論文を学位論文として十分価値があるものと判定した。