

作物根系の発達による土壌物理性の変化を考慮した 土壌水分動態予測手法の構築

濱田, 耕佑

<https://doi.org/10.15017/1931967>

出版情報：九州大学, 2017, 博士（農学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：

氏 名 : 濱田耕佑

論文題名 : 作物根系の発達による土壌物理性の変化を考慮した土壌水分動態予測手法の構築

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

世界人口の増加が進む中で、農業生産性の向上は喫緊の課題である。その一方で、限られた水資源を保全することも人類共通の課題であり、農業分野における節水が求められている。現在、節水灌漑手法の1つである地中灌漑に注目が集まっている。この手法は、灌漑水の土壌面蒸発損失を抑制することができるが、適切な水管理が難しいという一面もあるため、地中灌漑後の土壌水分動態をシミュレーションモデルによって把握する必要がある。土壌水分動態を予測する上で透水性および保水性等は非常に重要であるが、このような土壌物理性は作物根の生理活動によって変化する。作物根が土壌水分動態に与える影響を明らかにすることで、新たな水管理手法の確立に資する成果が期待される。本研究では、作物根が土壌物理性に与える影響に着目し、この影響を取り入れた土壌水分動態予測手法の構築を目的とした。

水不足が問題となっている沖縄県に広く分布する島尻マージ圃場における節水灌漑の確立を目指し、地中灌漑条件下における土壌水分動態を予測した。まず、鉛直二次元場における土壌中の水分および熱輸送の方程式を導入し、土壌水分動態予測モデルを構築した。検証実験を行い、体積含水率の実測値および計算値を比較することで、モデルの妥当性を確認した。このモデルを用いて、土壌水分分布を可視化し、灌漑水が根群域へ到達することを明らかにした。これにより、水管理の難しい地中灌漑圃場においても作物にストレスを与えない灌漑スケジューリングを提言できることが示された。さらにシナリオ分析を行い、地中灌漑および地表灌漑条件下の消費水量を比較することで、地表灌漑の節水効果を評価した。この結果、地中灌漑は土壌面からの蒸発損失を約60%抑制することが明らかになった。以上より、沖縄の特殊土壌である島尻マージ圃場における節水と作物にストレスを与えないような効率的な水管理手法の確立に資する成果が得られた。

次に、作物根の分布が透水性、保水性および土壌間隙構造に及ぼす影響を評価することを目的とし、地表灌漑区および地中灌漑区を設定した栽培実験を実施した。実験の結果、作物根含有率の空間分布は各灌漑区で異なっており、作物根は土壌水分状態の高い地点に分布する傾向にあることが明らかになった。また、作物根が多く分布し、なおかつ土壌水分状態の高い地点で透水性が向上する傾向にあることが確認された。これは、作物根の吸水に伴う膨張および収縮といった生理現象が土壌水分状態の高い地点で顕著であり、この径の変動によって土壌間隙が新たに形成されたためであると推察される。毛管束モデルを導入し、作物根によって形成された土壌間隙の保水性に対する影響を評価した。毛管分布の変化は圃場容水量を示す地点で顕著であり、圃場容水量を保持する間隙は作物根の空間分布ならびに伸張、膨張および収縮の影響を受けていることが確認された。以上の結果から、作物根が土壌物理性および土壌間隙構造に与える影響ならびに間隙の形成メカニズムが明らかになった。

これらの結果を踏まえ、構築した土壌水分動態予測モデルに作物根による土壌物理性の空間的な変化を取り入れ、土壌水分動態への影響の評価を行った。検証実験を行い、構築したモデ

ルの妥当性を確認した。このモデルを用いて、土壌物理性の変化を考慮した場合および考慮しない場合の土壌水分分布の比較を行ったところ、土壌物理性の変化を考慮した条件では灌漑された水分の上向きの移動が促進されることが示唆された。さらに、土壌物理性の変化を考慮した場合および考慮しない場合の下端からの排水量を定量化した。これにより、土壌物理性の変化を考慮した場合、下端からの排水量が約 30%抑えられることが明らかとなった。以上より、作物根が透水性および保水性を変化させることによって、下方への水分損失を抑制しつつ根群域への土壌水分の上昇を促し、作物根圏の土壌水分状態を改善することが示された。

これらの結果から、本研究では作物の土壌物理性に対する影響を考慮した新たな水管理手法の確立に資する成果が得られた。