

## 学位論文審査結果の要旨

学位申請者 氏名	平嶋 雄太
審査委員	主査 佐賀大学 教授 近藤 文義
	副査 佐賀大学 准教授 宮本 英揮
	副査 鹿児島大学 准教授 伊藤 祐二
	副査 琉球大学 教授 中村 真也
	副査 佐賀大学 准教授 徳本 家康
審査協力者	
題目	土壌中の水分・電気伝導度計測に対する先端センシング技術の 応用 (Application of advanced sensing technology to measure soil moisture and electrical conductivity)
<p>農地土壌中の水分および溶質環境は、農業生産、生態系、気象等の地球表層プロセスに大きく関与している。ビッグデータやAIを利用したデータ駆動農学が隆盛を極める時代の到来が予見される昨今、土壌中の水分および溶質環境をリアルタイムで把握するための直接的な手段である“センシング”の重要性が認識されている。一方、我が国には、粒度や鉱物組成の異なる多種多様な土壌が堆積している。なかでも、特殊な誘電特性を示す土壌においては、現行のセンシング技術が通用せず、水分・溶質環境に関するデータが乏しい土壌が未だに多数認められる。ゆえに、センシングの対象となる現場および事象の時空間スケールに合った土壌センシング技術の開発と早期実用化は、データ駆動農学の発展に資する重要事項である。本研究では、有明海沿岸低平地の干拓農地に加え、火山灰土が堆積した急斜面において、探査深度・領域の異なる先端土壌センシング技術を活用した特殊土壌の土壌環境の可視化を試みた。</p> <p>本研究では、まず、潜在的な干害・塩害リスクを抱える干拓農地において、土壌中の水分量および塩分量の制御の目安となり得る誘電率や電気伝導度(EC)の</p>	

計測を試みた。干拓農地の表層には、水を含むと特異な誘電特性を示す重粘土が広く堆積しており、既存の土壌水分・ECセンサーを挿入・埋設しても、両者のデータを得ることは難しい。とりわけ、干拓農地では、下層の高塩分濃度層からの塩分の遡上が懸念されるため、土中水の塩分濃度の指標となる土中水のECを非破壊かつ連続的に計測することが必要であるものの、その技術は確立されていない。そこで、GHz帯のマイクロ波を利用した時間領域透過法(TDT)センサーと吸引法とを組み合わせることにより、Hilhorst式(Hilhorst、2000)中の土壌固有のパラメータ( $\epsilon_{\text{stab}}=0$ )を効果的に推定する新法を考案するとともに、同法に基づく体積含水率、マトリックポテンシャル、浸透ポテンシャル等の同時推定法を確立した。この推定法に基づき、干拓農地の表層土において、成長阻害水分点を超える水分・塩分ストレスが夏季に発現し得ることや、それらが玉ねぎのマルチ栽培における収量に及ぼす可能性等について、センシングデータに基づき示唆した。

先述のTDTセンサーに加え、本研究では、近年、表層土壌の面的水分量のセンシング技術として脚光を集める宇宙線土壌水分観測システム(COSMOS)に着眼し、先述の干拓農地にCOSMOSを併設して熱外中性子数の変動を計測した。地下水位が浅く、粘土分を多量に含む重粘土は比較的高い水分状態を維持するため、乾燥地における既往のCOSMOS利用研究の場合と違い、計測された熱外中性子数の絶対値は小さく、バラつきも大きかった。そのため、COSMOSを利用して干拓農地の表層土壌の体積含水率の応答を、短い時間間隔(例えば、数分から数時間)で精度よく計測することは難しいものの、日単位の面的水分量の変動傾向を把握することは十分に可能であると考えた。

さらに、高間隙率を示す黒ボク土が堆積した急斜面に同法を適用した結果、COSMOSによる体積含水率の計測精度は干拓農地の場合よりも低かった。計測された熱外中性子数を、既往の研究にならって、大気圧、絶対湿度、バックグラウンドの中性子数等に基づき補正したものの、計測現場では補正手法が確立されていない事象、すなわち、被覆植生の量的変化や大気中を浮遊する霧状の水の存在が認められた。カメラ画像によって被覆植生の状態を確認したうえで、便宜的に6~9月とそれ以外の期間に大別し、期間別校正式に基づいて体積含水率を推定した結果、COSMOSによる夏季の体積含水率の計測精度が干拓農地へ適用した場合と同等レベルに改善された。一連の結果に基づき、特殊土壌の面的な土壌水分センシングの新たな手法として、シンチレータ技術を導入する将来展望も示した。