

氏名(国籍)	周 啓 友 (中 国)
学位の種類	博士(理学)
学位記番号	博甲第2,078号
学位授与年月日	平成11年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	A Study on Three-Dimensional Spatial and Temporal Variability of Soil Moisture by Using Electrical Resistivity Tomography (比抵抗映像法を用いた土壌水分の三次元的な時空間変動に関する研究)
主査	筑波大学教授 理学博士 田 瀬 則 雄
副査	筑波大学助教授 理学博士 田 中 正
副査	筑波大学助教授 理学博士 嶋 田 純
副査	筑波大学講師 理学博士 杉 田 倫 明

### 論 文 の 内 容 の 要 旨

土壌水は地表と地下水帯を結びつける重要な水文システムの一部であり、降水、蒸発、植物活動、地下水などと相互に影響を及ぼし合っている。土壌水に関する従来の研究は単純な鉛直一次元の流れを仮定して検討することが多く、土壌水の浸透における選択流路の形成、地下水涵養域の決定、サンプルの代表性などに関する研究には不十分である。従って、土壌水の時空間挙動を三次元的に研究することが求められているが、そのためには土壌水の分布、挙動を三次元的にモニターする方法の確立が求められている。

比抵抗映像法と呼ばれる医学の分野で使用されているCTスキャンと同種の技術が地質調査の分野でも利用し始められてきている。本研究ではこの比抵抗映像法を導入し、三次元の土壌水分の分布をモニターする手法を確立し、降雨浸透過程における土壌水分の挙動、特に不均質性と変動性を解明することを目的としている。

開発した手法—土壌水トモグラフィーは、地表に高密度で埋設した電極により、電位を測定し、この電位データについて三次元の有限要素法の逆解析を行い、土壌比抵抗の三次元空間分布を求め、この土壌比抵抗と含水率の関係から、最終的に土壌含水率の三次元空間分布を求めるものである。この操作をある時間間隔で行うことにより土壌水の時空間変動を追跡することができる。

この手法をもとに、異なる降雨パターンに対する土壌水の三次元的な挙動と浸透過程について、比較的均質な土壌(つくば市安食)および攪乱された不均質な土壌(筑波大学構内)からなる二つのフィールドにおいて比較検討した結果、以下の結果を得た。

開発した土壌水トモグラフィーは、含水率で $0.1\text{cm}^3/\text{cm}^3$ 程度の誤差で土壌水分の時空間変動をモニターできることが明らかになった。

土壌含水率の面的な分布は不均質であるが、土壌含水率の空間的な変動特性は相対的に均質で、空間的な構造またはパターン性が存在する。

土壌水分の分布と移動は、深度0.5mまでは地表の植生分布や蒸発散現象などの要因に影響されているが、0.5m以深では相対的に安定な傾向を示し、基本的には土性によって支配される。

降雨浸透過程は降雨強度により変化し、弱い降雨強度の浸透過程では選択的で不均質であり、強い降雨強度の浸透過程ではより均質で、ピストン流的な特徴を示す。

三次元的にみると土壌中には相対的に浸透しやすい区域と浸透し難い区域が存在し、浸透し易い区域は浸透過

程が不均質である時には多くの水を伝達する。しかし、浸透過程がより均質になると共に、浸透し難い区域も土壌水の輸送に次第に貢献するようになる。

## 審査の結果の要旨

降雨が地表面を浸透し、地下水を涵養するという現象は、空間的には不均質な場で進行するという認識は以前からなされていたが、このためには土壌水分を三次元的に、しかも連続的に測定する手法の開発・実用化が不可欠であった。

本研究は、フィールドにおける降雨浸透に伴う土壌水分の分布を三次元空間で、しかも経時的に追跡する手法を開発し、地表から地下水面までの間の土壌水分の挙動特性を解明した最初の研究として評価される。

開発した測定法は、測定した電極間の電位、比抵抗から比抵抗の三次元分布を逆解析し、さらに室内実験で求めた土壌水分と比抵抗の関係から、最終的に土壌水分の三次元分布を求めるもので、手法としては精度の向上など改良の余地が残されているが、フィールドでの土壌水分の挙動を三次元的にモニターできることが示され、新たな測定手法としての利用が期待される。

また、この測定法を用いて土壌・土質条件の異なる二地点において、降雨に伴う土壌水分の時空間的変動を解析し、場の不均質性と浸透過程の不均質性について上記のような新しい知見を得た点は、学位論文として十分評価される。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。