

氏名	王 麗 萍
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	環境理工学
学位授与番号	博甲第2818号
学位授与の日付	平成16年 9月30日
学位授与の要件	自然科学研究科資源管理科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	Studies on liquid water estimation and salt transportation in frozen soils based on Time Domain Reflectometry data in Hetao Irrigation District of China (中国河套灌区における TDR データに基づく凍土中の液状水の推定及び塩分輸送に関する研究)
論文審査委員	教授 赤江剛夫 教授 足立忠司 教授 永井明博

学位論文内容の要旨

In this study, we applied Time Domain Reflectometry (TDR) to monitor the liquid water content continuously in the frozen soil in the experiment spots of Hetao Irrigation District, which made the evaluation the movement of the soil and salt quantitatively and continuously during freezing-thawing period to be possible for the first time in this region. At the same time, among the researches on mass movement under freezing-thawing condition, this study is distinctive for its continuous observation of the liquid water in undisturbed frozen soil and for revealing the salt transportation quantitatively in the field.

Chapter 1: The background, objectives and components of this paper are introduced.

Chapter 2: The general situation of Hetao Irrigation District, such as topography, climate, soil situation and water resource are introduced. The past researches achievements on frozen soils in Hetao are also introduced.

Chapter 3: The location of the research sites is showed and the investigation results about soil basic properties are listed, as well as the soil porosity, dry bulk density, total volumetric water content, EC_{1.5} value, pH value. The basic principle and indexes of Time Domain Reflectometry is also introduced.

Chapter 4: The Birchak model successes to estimate the liquid water contents in frozen soil through the soil layers. The results are proved to be reliable.

Chapter 5: The freezing processes are analyzed by the liquid water content and ground temperatures.

Chapter 6: The transportation of the soil water and dissolved salts are revealed quantitatively and the salt re-accumulation in the root zone of 0~0.4 m is reappeared.

Chapter 7: The summary and the conclusions of the study are described.

論文審査結果の要旨

寒冷乾燥地の灌漑農地である中国、内蒙古、河套灌区では灌区の約半分を占める面積で塩分集積が生じており、持続的な農業にとって最大の課題となっている。特に、慣行的に行われる秋期湛水灌漑後、冬季の凍結融解過程を経た春先の塩分集積は著しく、この期間の土壌中水分・塩分移動の解明は、合理的な灌漑・塩分管理の確立において不可欠である。しかし、凍土の水分、塩分測定が極めて困難であるため、実態の解明は不十分な状態に留まっている。本研究は、実測した TDR と地温の経時観測結果から、凍結・融解過程における土層中の水分・塩分の移動過程を把握する方法を提案し、現地で適用性を検証したものである。

まず、水分と塩分移動の場は土壌中の液状水量であることから、凍土および未凍土中の液状水量を精度良く推定することを試みた。既往のモデルから、吸着水と自由水の誘電率に与える効果を分離して土壌水分量と誘電率の関係を評価する Birchak モデルを採用した。吸着水と氷の誘電率が同等の値であることに着目して、氷を吸着水の一部と扱い、凍土の液状水量を求めた。本モデルは、他のモデルよりも推定精度が良いことを、室内実験を行って確かめた。ついで、現地において土壌中液状水量と地温プロファイルの変動を連続的に観測し、凍結と融解の進行状況を液状水量の変化から詳細に分析した。凍結層中に完全凍結層と部分凍結層を区分し、その進行速度を定量的に明らかにした。さらに、凍結・融解期間中の水分フラックスを液状水分量プロファイルの変化から推定し、水分の移流による塩分フラックスを算定し、期間中の土層中塩分量プロファイル変化を算定した。推定した塩分量プロファイルは、実測塩分量プロファイルと良く一致し、灌漑耕地と比較して塩害地の季節的塩分集積が著しく進行することが明らかになった。

以上のように本研究では、凍結融解期間中の土層内水分・塩分量を、比較的簡単な TDR 測定から推定する方法を確立するとともに、これまで未解明であった凍結融解期間における水分・塩分移動の実態を明らかにすることに成功した。これらの成果は、新しい土層中塩分変動推定法を提起するとともに、湛水灌漑管理のあり方および塩分集積防止策に対する基礎的知見を与えるもので、環境管理の観点から実用的な貢献も大きい。よって、博士(環境理工学)の学位に値すると判断した。