

## 研究キーワード

土壌中の熱・水分移動, 土壌の凍結・融解, 熱・水分環境計測, 微気象

## 研究内容

### [1] 凍結・融解過程における土壌の不凍水曲線の同定

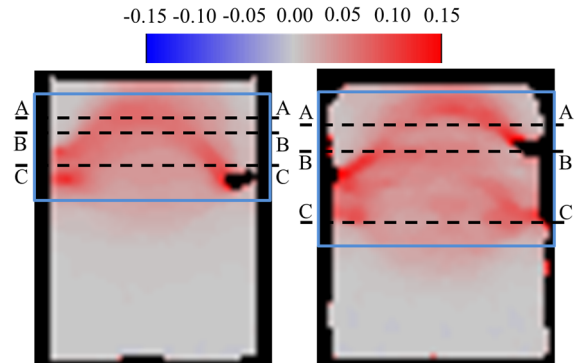
冬季に土壌が凍結した場合, 氷として土壌に保持された大量の液状水が春季に融解するが, この融解水の移動は流域における浸透・流出過程を支配し, 河川流量の予測等に大きな影響を与える. それらの算出・予測のためには, 凍結・融解過程を受ける飽和・不飽和土壌中の熱・水分移動解析モデルの構築が必要となる. 解析モデルで土壌温度や水分量を予測する場合, 土壌水分の凍結量あるいは氷の融解量の定量化が重要である. 土壌水分は温度が氷点に達した瞬間にすべて凍結するのではなく, 一部は液状水として残り (不凍水), 土壌温度の低下に伴い凍結量が増えることが知られている. しかしながら, 土壌温度と不凍水量の関係 (不凍水曲線) の特性については不明な点が多い.

土壌の種類, 初期水分量, 冷却・凍結方法を種々変化させた不飽和土壌凍結実験を行い, 不凍水曲線を求めることにより, 土壌・環境条件の違いによる不凍水曲線の違いを検討し, その特性を把握に努めている.

### [2] X線CTによる凍結・融解に伴う土壌内部の変形計測

土壌凍結の際に土壌内の水分の体積変化により凍上が生じ, 地表や土中の構造物の劣化や破壊の原因となる. この過程を非破壊かつ三次元的に捉えるために, X線コンピュータトモグラフィー (X線CT) による画像計測の適用を試みている.

X線CTで得られた三次元画像に三次元画像相関法 (DVC) を適用して, 凍結・融解前後における飽和珪砂の体積ひずみの鉛直および水平面分布を求めた. 併せて, 土壌カラム内の温度の経時変化の計測を行った. その結果, X線CTとDVCより得られた凍結・融解で生じた体積ひずみの空間分布の変化は, 温度計測から推定された凍結とそれに伴う間隙水の移動過程により合理的に説明できることがわかった. 以上より, X線CTとDVCを用いた凍結・融解に土壌内部の変形計測の有効性が示された.



凍結後の体積ひずみの鉛直断面分布 (左: 珪砂 4号, 右: 珪砂 5号)

## 最近の業績

[1] Takeharu Goji Etoh・Tomoo Okinaka・Yasuhide Takano・Kohsei Takehara・Hitoshi Nakano・Kazuhiro Shimonomura・Taeko Ando・Nguyen Ngo・Yoshinari Kamakura・Vu Truong Son Dao・Anh Quang Nguyen・Edoardo Charbon・Chao Zhang・Piet De Moor・Paul Goetschalckx・Luc Haspeslagh: Light-In-Flight Imaging by a Silicon Image Sensor: Toward the Theoretical Highest Frame Rate, *Sensors*, Vol.19, No.10, 2247(2019).

[2] 高野保英・菅木渉馬・中北和之・江藤剛治・竹原幸生: 連続固定波面上の風圧の感圧塗料計測の試み, *土木学会論文集 B1(水工学)*, Vol.77, No.2, I\_1357-I\_1362(2021).

[3] 高野保英, 麓隆行, 河井 克之: X線CT画像を利用した凍結および融解に伴う珪砂内部の変形計測の試み, *土木学会論文集 B1(水工学)*, Vol.77, No.2, I\_1357-I\_1362(2021).

[4] A. Rack, H. Sekiguchi, K. Uesugi, N. Yasuda, Y. Takano, T. Okinaka, A. Iguchi, L. Milliere, B. Luki, M.P. Olbinad, T.G. Etoh: Recent developments in MHz radioscopy: Towards the ultimate temporal resolution using storage ring-based light sources, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A*, Vol.1058, 168812(2024)

■ 科学研究費 基盤研究 (C)代表 (2019-2021 年度 429 万円) .

■ 科学研究費 基盤研究 (C)代表 (2022-2025 年度 364 万円) .