

マイクロX線CTと格子ボルツマン法を用いた地盤内油汚染および浄化機構の解明

Study on mechanisms of LNAPL migration and remediation porous media using micro CT and Lattice Boltzmann Method

キーワード：圧電、超音波、過酷環境 /key words: piezoelectric, ultrasound, harsh environment

椋木 俊文 准教授 博士 (工学) / Toshifumi MUKUNOKI Assoc. Prof., Ph.D.

社会基盤環境部門 地圏環境エネルギー分野 / Research Field of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering

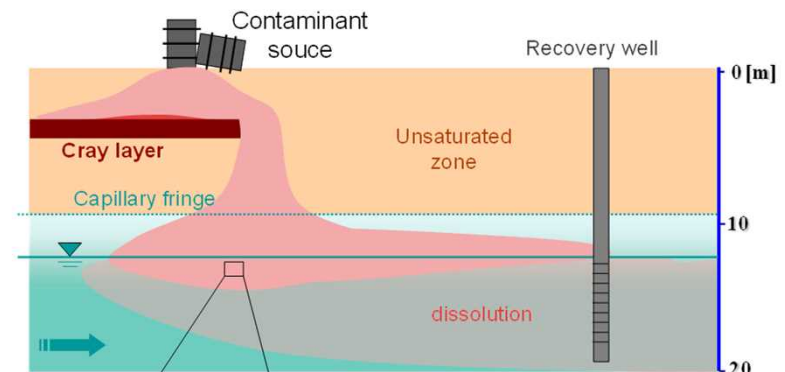
E-mail : mukunoki@※ Tel : 096-342-3691 URL :http://www.civil.kumamoto-u.ac.jp/geoenv/

本研究室では、揮発性有機化合物(VOC)による地盤汚染の問題を対象に、その汚染メカニズムと浄化メカニズムを解明する研究を行っています。そのツールとして、マイクロX線CTスキャナと格子ボルツマン法を使用しています。前者では、土の間隙構造内部にどのようにVOC流体が輸送し、長期汚染問題を引き起こすのか？また浄化現象を難しくしているのか？という問題を、画像解析によってその解明に迫っています。一方、格子ボルツマン法では、画像解析からは得ることができない間隙内流体の圧力や流速などダイナミックなパラメータを定量化することを試んでいます。これらの研究成果は、まずミクロスケールにおける現象解明に直結するが、この研究で目指すものは、さらにその先にあるアップスケールモデリングです。つまり、実際の境界値問題を解くために、いかにミクロな現象をマクロ現象と結びつけるモデリングするか？このような内容に挑戦しています。

Migration mechanisms of Light Non-Aqueous Phase Liquids (LNAPLs) in contaminated soil obey the well-known flow processes: gravity-driven flow and percolation in the unsaturated zone, mostly driven by capillary pressure. Multiphase flow which is water and LNAPL flow in a porous media is dependent on the local structure of the porous medium (pore diameter, connectivity, tortuosity, etc.), on the fluids properties (viscosity etc.) and on the fluid/fluid and fluid/solid interactions (interfacial tension, wettability, etc.). LNAPL may be trapped in the saturated zone due to water level rise, for instance owing to rainfall events. Nowadays, Micro focused X-ray Computed Tomography (MXCT) scanners have resolution of micron unit and allow non-destructive evaluation of phases distribution (both fluid and solid) and morphological parameters such as in the study of fluid behavior in sandy soil. Besides, Lattice Boltzmann Method (LBM) would be applicable method to evaluate the flow behavior in the pore scale.

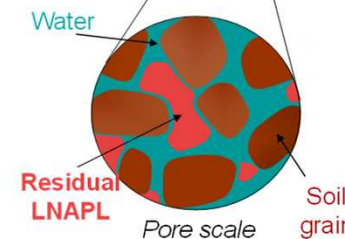
The purpose of this study is to investigate the LNAPL trapping mechanism with different granular materials using MXCT image analysis. This paper introduces an image analyzing technique for evaluating phase's distribution and pore size. Pore structures trapping LNAPLs are then visualized by cluster analysis, allowing static evaluation of structure in pore scale.

❖ Background (Ground contamination by LNAPL)

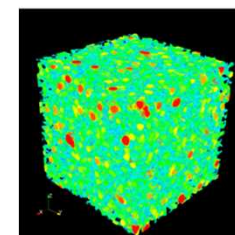


•In general, residual LNAPL saturation is 20% to 40% for sandy soil.

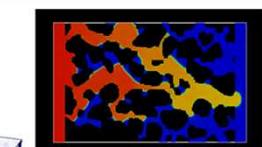
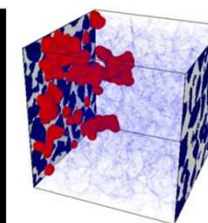
•It is estimated that only 20% to 30% of the total release volume is typically recovered.



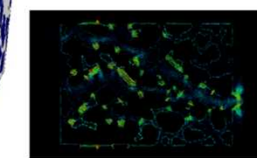
To improve the efficiency of LNAPL recovery, It is important to clarify the mechanism of multiphase flow at pore scale.



3-D distribution of pore size



Density flow by LBM



Velocity obtained from by LBM