

地下 NAPL 汚染評価のための Partitioning Interwell Tracer Test (PITT) に関する実験的研究

Experimentally designed Partitioning Interwell Tracer Test (PITT) for assessing subsurface NAPL contamination

西脇 淳子 [1]; 宮崎 毅 [2]; 溝口 勝 [3]; 駒井 武 [4]

Junko Nishiwaki[1]; Tsuyoshi Miyazaki[2]; Masaru Mizoguchi[3]; Takeshi Komai[4]

[1] 産総研・地圏資源・地圏 G; [2] 東大・院・農生命; [3] 東大・院・農生命; [4] 産総研・地圏

[1] AIST, Geo-Environment Analysis and Evaluation Research Group

; [2] Dep. of Bio. and Env. Eng., The Univ. of Tokyo; [3] Dept. of Global Agr. Sci., The Univ. of Tokyo; [4] Green, AIST

<http://unit.aist.go.jp/geoesenv/geoanalysis/>

近年の産業発展にともない世界中で、ガソリンや油、有機溶剤等の難水溶性物質 (NAPL; Non-Aqueous Phase Liquids) による地下水・土壌汚染問題が広範化し、早急な対策が必要となっている。汚染の浄化には、汚染領域、汚染量を正確に把握するための概況調査が必要となるが、調査手法の開発はほとんど行われていない。そのような背景を受け、米国で Partitioning Interwell Tracer Test (PITT) という地下に残留する NAPL 量の推定手法が提案された (Jin *et al.*, 1995)。PITT における NAPL 量の推定は、NAPL へ分配したトレーサーの遅延の解析というクロマトグラフィーの確立された原理を用いているため、その有効性に重点が置かれて現場への適用がなされてきた。PITT ではトレーサーの NAPL への分配は平衡状態であると仮定されるが、流れのある場合、NAPL が不均質に存在する場合などで分配平衡が成立せずに PITT による NAPL 量の推定精度が著しく低下するという報告もある。そこで本研究では、NAPL 汚染調査手法として有効とされる PITT について、トレーサー物質の移動現象を解明し、その信頼性、および問題点を明らかにすることを目的として、モデル実験を行った。モデル実験は 2 種類のカラム実験であり、1) 現場で不均質に存在する NAPL による PITT への影響、および 2) トレーサー流速の違いが PITT に与える影響を調べた。さらに、3) 本研究で行った PITT による NAPL 量の推定精度と既往の研究での精度とを比較し、PITT の適用性を検討した。

本実験では、汚染物質としてトリクロロエチレン (TCE) を用いた。1) 不均質に存在する NAPL の影響を調べる実験では、とくに土壌間隙を通して連続的に存在する NAPL の広がり大きさに着目し、径の異なるカオリナイト多孔体に TCE を吸収させたもの (以下 NAPL ナゲットと呼ぶ) を汚染物質として用いた。また、2) 流速の影響を調べる実験では、TCE の原液を汚染物質として用いた。NAPL の存在形態の影響を調べるための実験は、2 mm 以下、2 ~ 5 mm、5 ~ 15 mm の 3 種類の異なる径のカオリナイト多孔体を用い、豊浦砂とともにカラム内に水中充填した。一方、流速の影響を調べる実験では 5 種類の流速を設定した。カラム中に豊浦砂を水中充填した後、上方から TCE を注入し、さらに大量の純水を流して残留状態の NAPL 汚染状況を作成した。分配トレーサーとして 4 メチル 2 ペンタノール (4M2P)、5 メチル 2 ヘキサノール (5M2H)、非分配トレーサーとしてイソプロピルアルコール (IPA) を用いた。TCE-水分配係数は別途バッチ試験を行い、IPA、4M2P、5M2H でそれぞれ 0、5.9、25.8 と決定した。実験は、内径およそ 20 mm、長さおよそ 130 mm の PTFE 製の円筒カラムを用いて行った。カラム下端をフラクションコレクタに接続して一定時間間隔ごとに採水し、採水試料中のトレーサー濃度を GC-FID で分析した。カラム内は飽和帯を模擬した。流量はベリスタポンプで制御した。実験は、採水試料中のトレーサーの検出濃度が分析装置の検出限界値以下になるまで続けた。

その結果、1) NAPL ナゲット径が大きくなると、BTCs の分離が不明確になりテーリングが長くなること、2) PITT はトレーサー速度が遅い方が各トレーサーの BTCs の分離が明確になり、NAPL 量の推定精度が高まる傾向があることがわかった。さらに、3) NAPL が連続して存在する場合には、不連続な小球体として存在する場合と比較して著しく精度が低下することが確認された。したがって、実際の現場で PITT を行う際には NAPL 量を過小評価する恐れがあることを考慮して、適切なトレーサーの選択と流速の設定を行うことが重要である。