

## 土壌汚染物質のマルチフェイズ輸送機構の解明とモデル化

### Multi-Phase Transport of Contaminants in Soils and its Modeling

プロジェクト代表者：小松登志子（理工学研究科・教授）

Toshiko KOMATSU (Graduate School of Science and Engineering, Professor)

#### 1. 本研究の目的

地盤内の汚染物質は、土壌の各相（気相、液相、固相、コロイド相）を、多様な形態（ガス態、溶存態、コロイド態など）で、相間での物質分配を繰り返しながら地盤内を移動する。本研究では、人工造成地盤として、メタンなどの温室効果ガス発生源となる廃棄物処分場埋立地に着目し、覆土内のガスと溶質の挙動を規定するガス・溶質輸送係数の測定およびモデル化を行った。本年度に予定した研究項目について以下のような結果が得られた。

尚、本研究プロジェクトを遂行するにあたり、埼玉大学大学院理工学研究科川本健准教授、ならびにデンマークオルボー大学 Per Moldrup 教授の研究協力を得た。

#### 2. 研究成果

##### 2.1 覆土の締固め度の違いがガス輸送係数に与える影響

埋立がすでに完了している国内の廃棄物処分場から攪乱試料を採取した。採取した試料を異なる含水比条件に調整した後、異なる締固め度で土壌コアに再充填し、ガス輸送係数（ガス拡散係数・通気係数）を測定した。

結果、覆土の締固め度の増加は、特に湿潤状態では同気相率条件で緩詰め試料よりもガス輸送を促進させる（高ガス拡散係数・通気係数）ことが分かった（図1）<sup>2)</sup>。これは、締固め度が增大することで、土壤水によるガス移動阻害効果が減少するためと考えられた。一方で、乾燥状態では締固め度の増加による粗大間隙量の減少が移流によるガス移動（すなわち通気係数）を低下させることが分かった。また、スリランカ国内の廃棄物処分場から採取した試料を用いてガス輸送係数を測定した結果、地盤の締固めによる地盤内の間隙構造の変化は地盤の水分状態によって大きく影響を受け、特に通気係数は土壤水分率と非線形関係を示すことが明らかになった。<sup>1)</sup>

得られた結果を基に、締固め度を関数とするガス輸送係数予測式を構築した。構築したガス輸送係数予測式を用いた処分場最終覆土層内のメタン挙動に関する数値解析の結果、覆土層を極度に締固めた場合、緩く締固めた場合に比べ処分場覆土層内のメタン酸化速度は地盤の水分条件により大きく左右されることを明らかにした。また、数値解析の結果、極度に締固められた覆土では、自然状態において緩く締固められた地盤に比べ、大気へのメタン放出

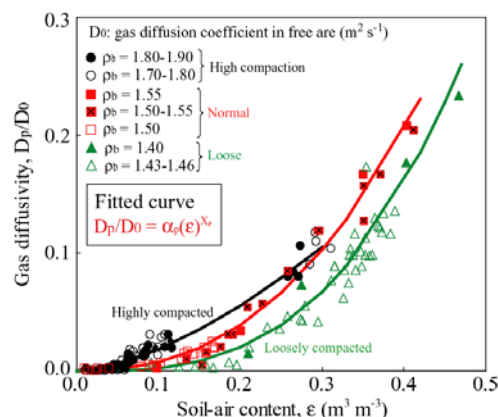


図1 異なる締固め度を有する覆土を用いて得られたガス拡散係数測定値 Hamamoto et al. (2010, ASCE, J. Geotech. Geoenviron. Eng. under review)より抜粋。

は促進することが分かった。これは、極度に締固められた覆土は自然状態において高い保水特性を有し、低いガス移動特性に起因したメタン酸化能の低下に起因していると考えられた。

## 2.2 ガス拡散係数・溶質拡散係数の統合的予測モデルの構築

処分場最終覆土層から採取した試料に加え、自然土壌から採取した試料を用いて得られたガス拡散係数・溶質拡散係数（地盤内の溶質拡散を規定する輸送係数）の測定値を基に、ガス態・溶質態輸送係数間の類似性を調べた<sup>3),6)</sup>。結果、各輸送係数を流体飽和時（水飽和または空気飽和状態）の輸送係数値で相対化した場合、試料によらずガス拡散係数、溶質拡散係数間には流体飽和度（各輸送係数を支配する流体含有率を全間隙率で除したもの）に対して類似性が見られた（図 2）。この類似性は、土壌の種類によらず流体飽和度の 2 乗によって良く表現することができた。この得られた類似性と 2.1 で得られた締固め度を関数とするガス輸送係数予測式とを統合することで、締固め度を考慮した覆土内部での溶質・ガス挙動予測が可能となった。

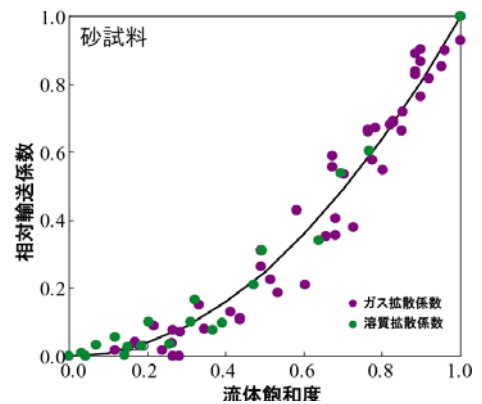


図 2 砂試料を用いて得られたガス拡散係数と溶質拡散係数の類似性  
Hamamoto et al. (2010, Water Resour. Res. In press)より抜粋。