

青森・岩手県境不法投棄問題における汚染物質拡散予測

八戸工業大学 学生会員 ○立花 大地, 非会員 成田 秀星
 非会員 田中 昇, 正会員 金子 賢治
 フェロー 熊谷 浩二

1. はじめに

現在, 全国各地で不法投棄問題等にみられるように汚染物質拡散による環境汚染が大きな問題となっている。青森・岩手県境不法投棄問題に対して両県ともに全撤去の方針で進めている。しかし不法投棄が行われてから 10 年以上経過した後の措置であり, 汚染物質の帯水層への拡散, 周辺河川への流入が懸念されている。これまでに岩手県側を中心とした拡散予測を行ってきた。しかしジクロロメタン以外の化学種での拡散予測, 汚染物質の流入が懸念される周辺河川を含めた範囲での拡散予測, 予測を行う上で重要な汚染物質の地盤への吸着が考慮されてこなかった。本研究では移流分散解析¹⁾における重要なパラメータである拡散係数, 遅延係数を分子シミュレーションにより算出した値²⁾を用いて, 青森・岩手両県のボーリング調査データ³⁾に基づいて濃度が比較的高い鉛について拡散予測を行う。

2. 方法

拡散予測を行うにはまず地盤状況を明らかにし帯水層における水の流れを把握する(浸透流解析)必要がある。得られた結果を基に汚染物質の地盤への拡散予測(移流分散解析)を行う。以下は予測を行うにあたっての手順である。

①現場の 3D 表示

不法投棄現場の地盤状況を把握するため, 青森県と岩手県が行なったボーリング調査データを基に不法投棄現場全域の地層を 3D 表示する。それにより, 汚染物質の種類やその分布状況, 地盤状況等解析する。

②浸透流解析

汚染物質が地盤に含まれる水に溶け込んで移動していく場合, 最初に地下水の流動状況を把握する必要がある。この地下水の流動状況に関しては, 浸透流解析法によって, 降水量や地盤の透水係数などの



図-1 現場と河川までの位置関係図

パラメータを与え地下水流速分布や浸透水圧分布を求める

③拡散係数と遅延係数の決定

拡散係数と分配係数によって与えられる遅延係数は実験等によって求めることが困難な場合が多い。本研究では拡散係数と遅延係数を分子シミュレーションにより算出された値を引用する。

④移流分散解析による拡散予測

浸透流解析の結果を利用し, 地下水中の汚染物質濃度分布を時系列で求め移流分散方程式によって時間の経過でどのように汚染物質が移流・分散するかを把握する。下記の式は 1 次元の移流分散方程式である。

$$R_d \frac{\partial C}{\partial t} = D_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - U \frac{\partial C}{\partial x} - \lambda R_d C$$

ここで, C は汚染物質の地下水中の濃度, U は地下水の平均流速, D は拡散係数, λ は減衰定数, R_d は遅延係数である。

3. 結果

(1)現場の 3D 表示

図1は青森・岩手両県のボーリング調査データ等によって, 汚染物質の種類と検出されたその位置が

キーワード 分子シミュレーション, 移流分散解析, 拡散係数, 分配係数, 遅延係数

連絡先 〒031-8501 青森県八戸市妙字大開 88 - 1 八戸工業大学工学部 環境建設工学科 TEL0178-25-3111

明らかにされている．図内のアルファベットは水質調査の位置を現したものである．

(2) 浸透流解析

図2は現場周辺の河川までを対象とした浸透水圧コンター図である．地下水の流れが地盤中に作用する圧力から流向・流速を推定した．図2の結果から杉倉川，海上川への汚染が懸念される．

(3) 拡散係数と遅延係数の決定

表1は分子シミュレーションにより算出されたパラメータである．鉛は粘土，礫に対しては全く吸着せず，砂に対して吸着すると推定される．

(4) 移流分散解析による拡散予測

図3は鉛の移流分散解析による拡散予測の結果である．それぞれ初期状態，15年，30年後，深度方向を表わしている．15年後で直線的に約200m地下35mの範囲で拡散している．しかし周辺の河川までは届いておらず，特徴として30年後も環境基準を超過した部分が見られたことから鉛は時間経過と共に濃度の減少があまり見られず，源流河川への流出の可能性は低いと推定される．

4. まとめ

本研究では，移流分散解析で用いられるパラメータに分子シミュレーションにより算出した値を用いることで，青森・岩手県境不法投棄問題における汚染物拡散への応用を試みた．鉛に関しては現場付近高濃度のまま留まり，拡散範囲は直線的に400～450m，深度方向に35mの広がりが見て取れた．ただし，深度方向への拡散でも高濃度を保っているため，岩盤に亀裂があった場合などはさらに細かいシミュレーションをする必要があると思われる．

参考文献

- 1) Vedat Batu, APPLIED FLOW and SOLUTE TRANSPORT MODELING in AQUIFERS Fundamental Principles and Analytical and Numerical Methods, p7-33 (2005)
- 2) 成田 秀星他；移流分散方程式における遅延係数・拡散係数の分子シミュレーションによる決定，第43回地盤工学研究発表会，投稿中．
- 3) 第4回青森・岩手県境不法投棄事案に係る合同検討委員会技術部会 p5-2-12

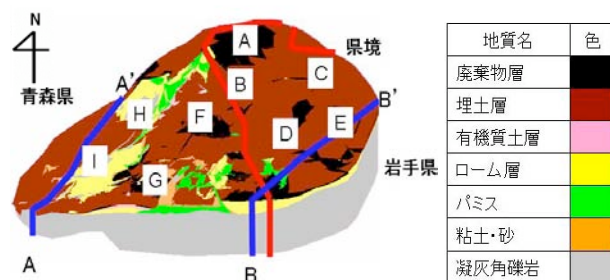


図1 不法投棄現場の3D表示

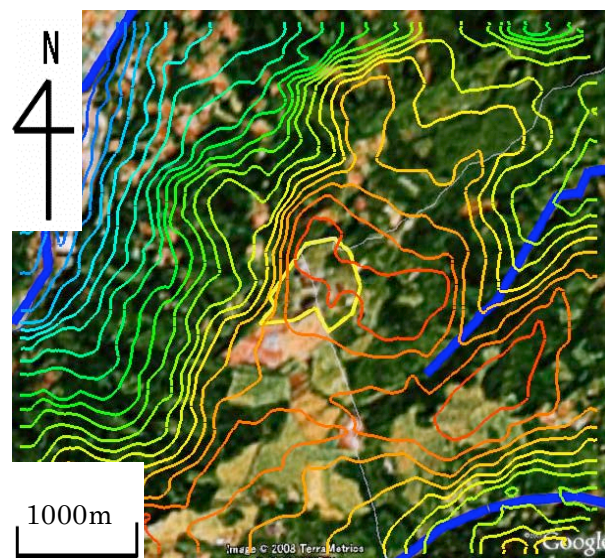


図2 河川までの浸透水圧コンター図

表1 算出したパラメータ

物質名	拡散係数 ($\times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{s}$)	遅延係数		
		粘土	礫	砂
ジクロロメタン	8.77	1.00	1.00	1.00
シス-ジクロロエチレン	3.95	1.34	1.00	1.52
酢酸鉛	1.09	1.00	1.00	3.45

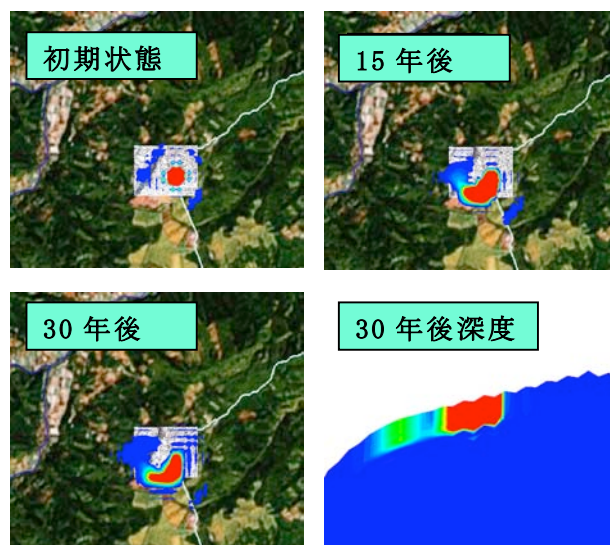


図3 鉛の拡散シミュレーション