

VII-290

地下水流れと汚染物質輸送の動態予測に関する基礎的研究

(株)親和テクノ

佐賀大学工学部

佐賀大学低平地防災研究センター

佐賀大学工学部

正 ○吉田 愛

学 池内 章雄

正 荒木 宏之

正 古賀 憲一

1. はじめに 平成8年に水質汚濁防止法が改正され、汚染原因者に対して地下水の浄化命令が可能となり、平成9年には地下水の環境基準の設定が行われた。このような背景をもとに、地下水汚染が各地で表面化し大きな社会問題となっており、汚染された地下水・地盤環境再生のための取り組みがなされている。地下水汚染に対して効果的な対策を講じるためには、汚染源の特定、対策効果予測などが重要であり、有力な解析手法としての地下水汚染シミュレーションが必要不可欠となる。

本研究では、基準値を超える汚染が明らかになったK地区の汚染サイト（以下、対象地域）を対象に地下水汚染物質の三次元動態把握を目的とし、地下水解析モデルを用いて水質の再現を試みた。

2. 対象地域の概要 対象地域は、汚染源の異なるトリクロロエチレン(TCE)とテトラクロロエチレン(PCE)による有機塩素系化合物による汚染が判明した地域である。汚染源は、これまでの調査により汚染範囲内に存在するA事業所とB事業所が関与しているものと推定されている。対象地域の地形は、領域東側の山間部から西側の河川へ向かって比較的緩やかな傾斜を有している。地質的には、上層が粘土混じり砂礫層、下層が砂岩の2層で構成されており、地下水位は、平均GL-2.0mと比較的浅い。

3. 地下水汚染解析 3-1 基礎式 本解析で使用したモデルは、MIKE SHE¹⁾と呼ばれる地下水文解析ソフトである。以下に、流れと物質輸送の基礎式を示す。

$$\text{流れの基礎式: } S \frac{\partial h}{\partial t} = \nabla(K \nabla h) \pm Q$$

物質輸送の基礎式:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -U \nabla C + \nabla(D \nabla C) \pm R_C$$

但し、S: 貯留係数、h: 水頭、K: 透水係数テンソル、Q: 湧きだし・吸い込み項、C: 汚染物質濃度、U: 流速ベクトル、D: 分散係数テンソル（平均間隙流速と分散係数の積で表される²⁾）、R_C: 反応項

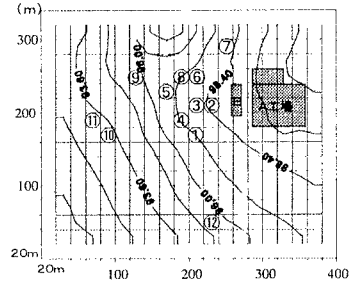


図-1 計算領域（水平）と初期水位

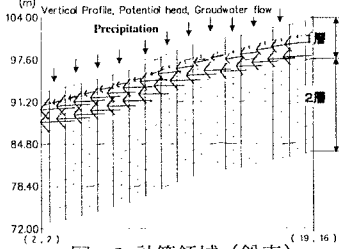


図-2 計算領域（鉛直）

表-1 地質、水理パラメータ

	透水係数 (m/s)	貯留係数 (l/m)	有効間隙 率(-)	縦分散能 係数(m)	横分散能 係数(m)
1層目	1.0×10^{-4}	5.0×10^{-5}	0.3	1	0.1
2層目	1.0×10^{-7}	1.0×10^{-8}	0.03	0.1	0.01

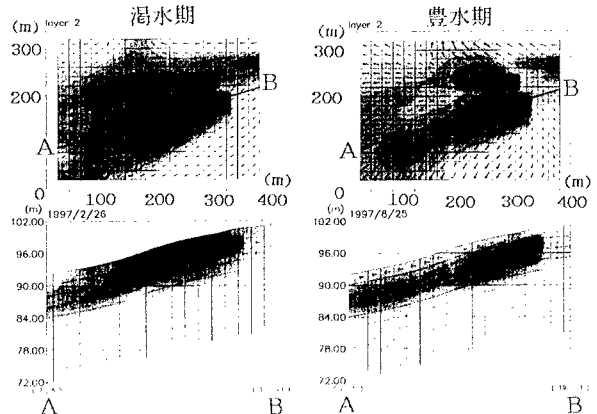


図-3 TCEの季節変動

地下水汚染、有機塩素化合物、シミュレーション

佐賀県佐賀郡久保田町大字徳万 1856-1・TEL 0952-68-3697・FAX 0952-68-3492

3-2 計算条件 図-1,2 に計算領域の水平方向、鉛直方向条件を示す。領域は、長さ 400m×幅 340m×深さ 20m とし、水平方向は 20m、鉛直方向は 2m の計算メッシュとした。図中の番号は観測井戸を示し、飽和帯には実降水量の 25%が浸透するものとした。ボーリングデータ等を参考にして定めた地質、水理パラメータを表-1 に示す。対象物質は、汚染源が異なる TCE、PCE であり、吸脱着、揮散、生物分解等の反応は考慮していない。汚染源は、一定濃度として与えた。計算は、実測値のある H2 年 9 月から H9 年 12 月までを計算刻み 12 時間で行った。

3-3 結果と考察 図-3 にそれぞれ H9 年 2 月と 8 月における計算層 2（深度 2~4m）の TCE 濃度の水平分布と、その A-B 断面における TCE 濃度の鉛直分布を示す。図から、降水量の少ない渇水期にブリュームが大きく広がっており、逆に、降水量の多い豊水期に希釈効果によりブリュームが小さくなっていることが分る。図

4.5 に井戸 No.1,2 における TCE 濃度の経年変化を示す。これらから、計算値は、概ね実測値の季節変動を再現しているといえる。井戸 No.1 においては、H6 年度の記録的な渇水の影響もよく再現していることが分る。しかしながら、H7 年以降の実測値と計算値の相違は大きく、汚染源と井戸との位置関係や特に汚染源近くの雨水浸透機構について検討の余地が残されている。また、井戸 No.2 の結果からも、渇水期に TCE 濃度の上昇傾向が再現されているが、全体的に実測値より大きな計算結果となっている。このことは、井戸 No.2 が汚染源に近い境界条件の影響を強く受けているためと考えられる。図-6 に H9 年 8 月における各井戸の TCE 濃度の計算値と実測値の比較を示す。計算値は、実測値を空間的にもよく再現しており、環境基準値レベルでの再現性は検討の余地が残されているものの、空間的・時間的傾向はかなり良好な再現性を示した。PCE についても、図-7 に井戸 No.1,2 の経年変化を示すが、概ね計算値は、実測値を再現していることが確認できた。

4. 結論

本解析では、雨水浸透を考慮した汚染物質の挙動をシミュレーションし、時間的・空間的傾向を概ね再現できた。また、それぞれ汚染源の異なる TCE、PCE の実測値を同時に再現できたことから、地下水流れの場を既定するパラメータに関しても妥当性が確認できた。

【参考文献】 1) DHI : MIKE SHE, Technical Reference Manual (1997)

2) Jacob Bear, Arnold Verruijt : Modeling Groundwater Flow and Pollution (1987)

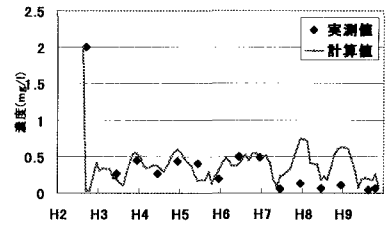


図-4 井戸 No.1 の TCE 経年変化

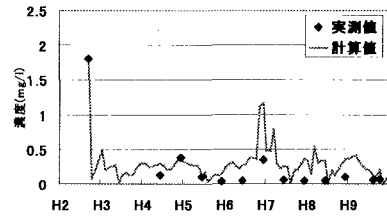


図-5 井戸 No.2 の TCE 経年変化

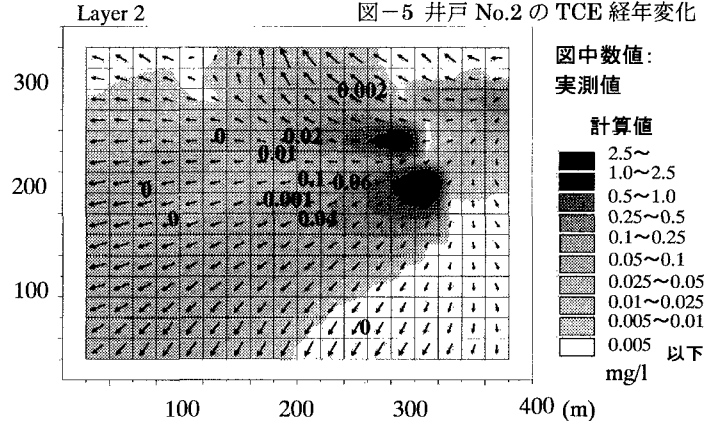


図-6 H9 年 8 月の各井戸における TCE の実測値と計算値の比較

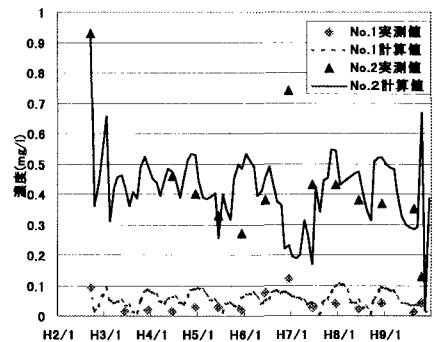


図-7 井戸 No.1,2 の PCE 経年変化