

地下水汚染物質の動態予測に関する研究 (II)

佐賀大学理工学部 ○学 池内章雄
 佐賀大学低平地防災研究センター 正 荒木宏之
 佐賀大学理工学部 正 古賀憲一
 (株) 親和テクノ 正 吉田 愛

1. はじめに

近年、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。また、平成 8 年 6 月に水質汚濁防止法¹⁾が改正され、都道府県知事が汚染原因者に対して地下水の水質浄化のための措置を命ずることができる等の内容が定められた。さらに、平成 9 年 3 月には地下水の水質汚濁に係る環境基準の設定が行われた。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、対策効果の予測などが重要である。そのためには、現地調査と共に、地下水汚染モデルの確立が不可欠である。

本研究では、前報²⁾に引き続き基準値を大きく超える汚染が明らかになった S 県 K 地区の汚染サイトを対象に地下水汚染プルームの三次元的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

本サイトは、トリクロロエチレン(TCE)やテトラクロロエチレン(PCE)の有機塩素化合物による汚染が井戸水のモニタリングによって明らかになった地域であり、汚染源や汚染物質の漏出状況及び漏出量は未だ明確にはなっていない。本サイトは川沿いのなだらかな傾斜地であり、地層の乱れは少ない。また、周辺は標高 200~250m の比較的急峻な山地で形成されている。この地区の平均年間降水量は 2280mm と多く、下流には河川や現在は飲用されていないものの、雑用水用の井戸が多数存在している。

3. 解析条件

使用したモデルは、DHI(デンマーク水理研究所)で開発された地下水解析ソフトの MIKE SHE である。用いられている流れと物質輸送の基礎式を以下に示す。

$$\text{流れの基礎式} \quad S \frac{\partial h}{\partial t} = \nabla(\mathbf{K} \nabla h) \pm Q \quad \text{物質輸送の基礎式} \quad \frac{\partial C}{\partial t} = -\mathbf{U} \nabla C + \nabla(\mathbf{D} \nabla C) \pm R_c$$

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、R_c: 湧きだし・吸い込み・反応項

計算領域は図-1 に示すように 400m×340m(20m メッシュ)とし、深さ方向は、1 層(主に粘土混じり砂礫)とし、計算層を等間隔に 8 層に分割した。なお、図-1 の番号は井戸番号を、矢印は流速ベクトルを示す。汚染源はこれまでの現地調査に基づく推定地点に設定し、一定濃度として与えた。対象物質は TCE であり、吸脱着、揮散、生物分解等の反応は本論では考慮していない。平成 2 年度の各井戸における濃度を初期濃度とし、実測値が存在する平成 9 年度まで計算を行った。

4. 結果と考察

図-2 に平成 9 年 8 月における計算層 2 (深度 2~4m) の TCE 濃度の水平分布を示し、図-3 にその場合の a-a'断面における TCE 濃度の鉛直分布を示す。汚染プルームの下流に濃度の高い地点が存在していることから、雨の浸透に伴う移流(流速増加)により濃度が変化したものと考えられる。図-4 は、各井戸の実測値と計算

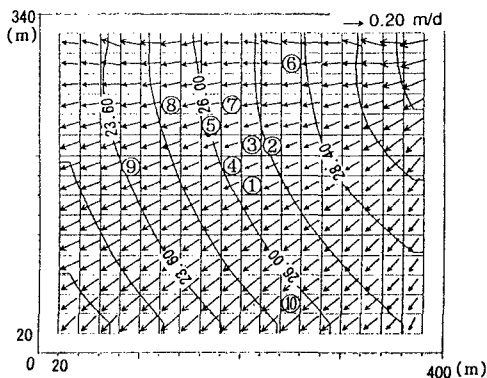


図-1 計算領域(井戸番号、流速ベクトル)

値の比較である。No.2、No.3 において実測値と計算値の差が大きい、観測井が汚染源に近い境界条件(汚染源)の影響を強く受けているためと考えられる。

図-5, 6 に井戸 No. 1, 2 の経年変化を示す。これから、実測値・計算値は降水の多い夏季に希釈効果により濃度が減少し、降水の少ない冬季には増加する傾向を示しており、計算値はこれらの傾向を概ね表現している。しかしながら、H7 以降の冬季の実測値と計算値の相違は大きく、物質輸送を本質的に規定する透水係数の与え方や雨水浸透機構について検討する余地が残されている。また、図-6 の井戸 No. 2 の結果からも、冬季に TCE 濃度が上昇する傾向が再現されていることが分かるが、実測値よりも全体的に大きな計算結果となっている。この要因としては、前述の井戸 No. 1 と同様の現象のほかに、流向すなわち流れの再現性にも検討の余地が残されていることを示している。本シミュレーションでは汚染源の濃度を一定としたが、実際には、人為的及び自然的な要因により汚染源濃度が変化したことも考えられ、詳細な現地調査が今後必要であると考えられる。

5. あとがき

本研究では、雨水浸透を考慮して汚染物質の挙動をシミュレーションした。計算結果は実測値の時間的、空間的傾向をある程度再現できた。しかしながら、TCE の環境基準値や地下水質管理のためには、さらに解析の精度を高める必要がある。今後は、TCE とは汚染源や汚染濃度の異なる PCE の実測結果等も用いてモデルの精度を向上させる予定である。

【参考文献】

- 1) 環境白書 総論 平成 10 年度版
- 2) 吉田, 荒木, 古賀: 地下水汚染物質の動態予測に関する研究, 平成 9 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集〈其の 2〉, p.1042 - 1043

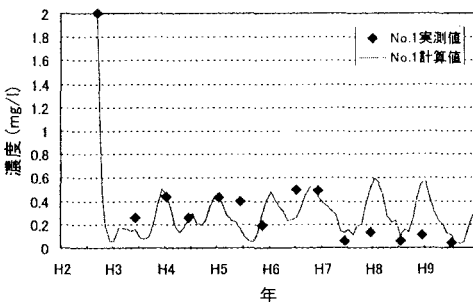


図-5 井戸 No1 における TCE 濃度の経年変化

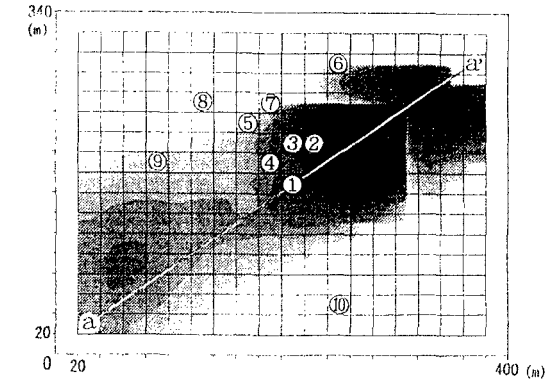


図-2 計算層 2 の TCE 水平濃度分布(平成 9 年 8 月)

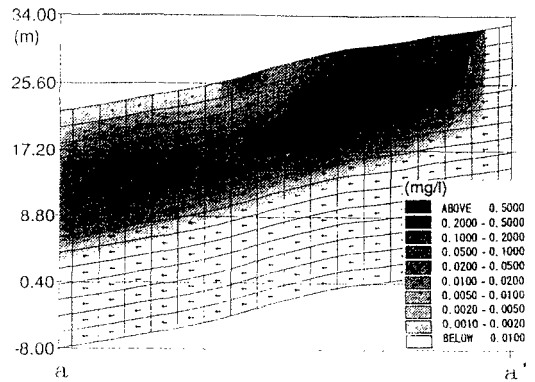


図-3 a-a'断面の TCE 鉛直濃度分布(平成 9 年 8 月)

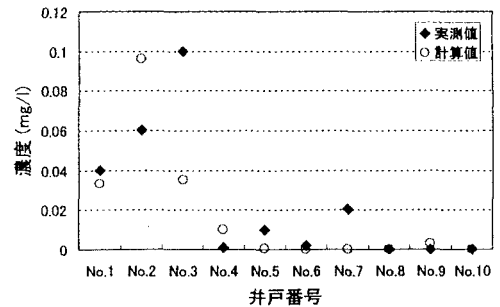


図-4 全井戸における H9 年 8 月 TCE 濃度

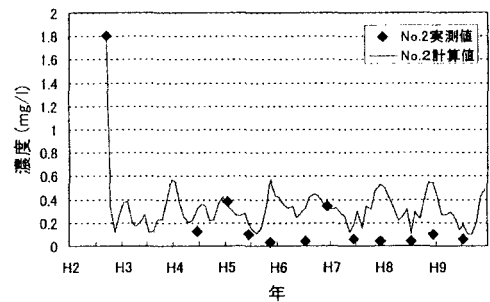


図-6 井戸 No2 における TCE 濃度の経年変化