

地下水汚染物質の動態予測に関する研究(Ⅲ)

佐賀大学 理工学部 学 ○山川隆之 平井 豪 池内章雄
 (株)親和テクノ 正 吉田 愛
 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

1. はじめに

地下水汚染が社会問題になっている現在、各地で汚染された土壌、地下水の回復対策を確立するために様々な取り組みが行われている。地下水汚染の対策を講じる際に、事前に汚染物質の挙動や対策効果について予測することのできるシミュレーションモデルの必要性は高い。そこで、本研究では、S 県 K 地区の汚染地区を対象に、地下水解析モデルを用いて、流れと地下水質の再現を試みた。

2. 対象地域の概要

本地区は、川沿いに形成された緩やかな傾斜地であり、周辺は山地で囲まれている。また、井戸水のモニタリングからトリクロロエチレン(TCE)やテトラクロロエチレン(PCE)による汚染が明らかになった地域である。汚染源はまだ確定されてはいないが、本流域には、河川や雑用水用の井戸が多数あり、それらへの影響が懸念されている。

3. 解析条件

今回使用した解析モデルは、地下水解析ソフト Visual MODFLOW である。以下に流れの基礎式と物質輸送の基礎式を示す。

$$\text{流れの基礎式} \quad \frac{\partial}{\partial x} \left(K_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{zz} \frac{\partial h}{\partial z} \right) - W = S_s \frac{\partial h}{\partial t}$$

$$\text{物質輸送の基礎式} \quad \frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(D_{ij} \frac{\partial C}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial}{\partial x_i} (v_i C) + \frac{q_s}{\theta} C_s + \sum_{k=1}^n R_k$$

K : 透水係数テンソル、h : 水頭、W : 湧き出し・吸い込み項、S : 貯留係数、C : 汚染物質濃度、 C_s : 汚染源濃度 D : 分散係数、v : 流速、q : 汚染源からの体積フラックス、 θ : 空隙率 R : 反応項

計算領域は図-1 に示すように 390m×460m (10m メッシュ)とし、深さ方向は 2 層とし、計算層を 4 層とした。対象物質は TCE と PCE であり、過去の調査や分析結果から汚染源を仮定し初期濃度を与え、平成 11 年 6 月 10 日から平成 11 年 12 月 31 日まで計算を行った。

4. 結果と考察

図-2 に水位の等高線図を示す。この図から実測結果の傾向を概ね表しており、汚染源から河川へ向かう水位の傾向がよく伺える。図-3 に示す例は流速流向の計算結果である。流速流向の観測値との比較については観測値が 1 か所しかないため、本例の場合、示していない。しかしながら、定性的な傾向、河川へ放射状に向かう流向、汚染源近くのシルト質砂層における流れの変化、などを伺うことができる。

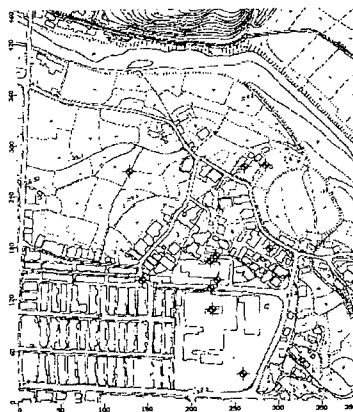


図-1 計算領域と井戸の位置

図-4、5に示す結果はTCEの汚染源を示すための計算結果である。図-4にはPCEとTCEの汚染源を同一位置とした場合の計算結果を示している。図-5はPCEの汚染源を別途実施したヒアリング結果等から推定した位置とした場合の計算結果である。両図の比較からPCEの汚染源の位置によって等濃度線が異なることが分かり、かつ、等濃度線の傾向からもPCEの汚染源がヒアリングで得られた結果とほぼ同一地点であることが伺い知れる。図-6、7に示す計算結果例は計算開始後188日後のTCE、PCE等濃度線である。この時期においてはPCEとTCEの等濃度線の向きが異なっていることが観測結果から明らかとなっている。TCEは北西、PCEは北東への移流の向きがほぼ再現されていることが分かる。

5. あとがき

本研究では3次元地下水シミュレーションモデルによる地下水汚染の再現を試みた。汚染源の異なるTCEとPCEの輸送分散を定性的には再現できた。

シミュレーションの精度向上のためには、汚染源の水平・垂直方向の特定、その存在形態を明らかにする必要がある。揚水曝気による汚染修復のシミュレーションと併せて今後の課題としたい。

【参考文献】

1) 池内, 荒木, 古賀: 地下水汚染物質の動態予測に関する研究(II), 平成9年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集

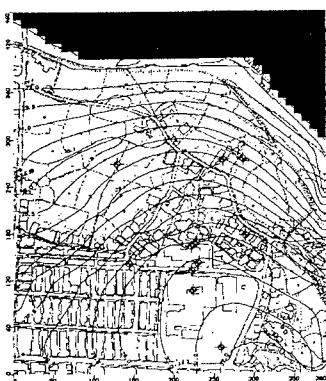


図-2 地下水位等高線図

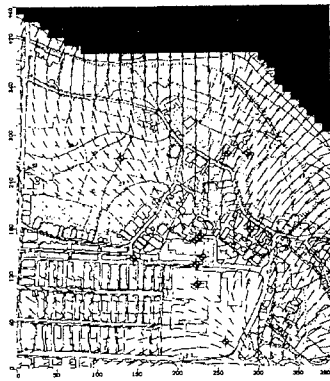


図-3 流速ベクトル図



図-4 PCE等濃度線図
(汚染源はTCEと同じ)

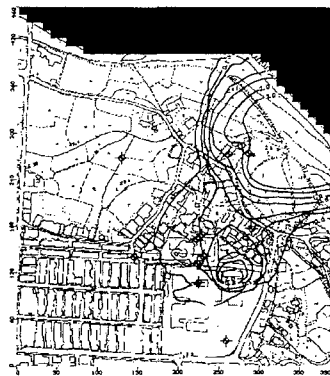


図-5 PCE等濃度線図
(推定汚染源)



図-6 TCE等濃度線図
(188日目)



図-7 PCE等濃度線図
(188日目)