

地下水汚染物質の動態予測に関する研究

佐賀大学理工学部 ○学 吉田 愛 正 古賀憲一

佐賀大学低平地防災研究センター 正 荒木宏之

1. はじめに

平成元年の水質汚濁防止法の改正に伴い、地下水水質の監視が義務づけられてから全国的に地下水汚染の実態が明らかになるとともに、汚染対策や修復対策の検討、汚染物質の輸送機構や各種反応の解明が行われている。これらの検討には、地下水の流れや汚染物質の輸送・反応モデルによるシミュレーションが必要不可欠である。

本研究では、地下水汚染、塩水化、地下水利用、地盤沈下などの問題を検討するためのシミュレーションモデルの開発を最終目的として、S県内の汚染地区を対象に既存モデルによる地下水流動と汚染物質輸送のシミュレーションを行った。

2. 対象地域とシミュレーションモデル

モデル適用の対象地域はトリクロロエチレン (TCE) 等による汚染が井戸水のモニタリングにより明らかとなった地域であり、汚染源はまだ特定されていない。この地域の下流には比較的清浄な河川や現在は飲用には用いられていないものの雑用水用の井戸があり、それらへの影響が懸念されている。

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 MIKE-SHE[®]といわれるソフトである。用いられている流れと物質輸送の基礎式は次の通りである。

流れの方程式

$$S \frac{\partial h}{\partial t} = \nabla \cdot (\mathbf{K} \nabla h) - Q \quad \dots \dots \dots (1)$$

物質の輸送方程式

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \mathbf{U} \nabla C + \nabla \cdot (\mathbf{D} \nabla C) + R_c \quad \dots \dots \dots (2)$$

計算領域は図-1 に示すように、400m × 300m (25mメッシュ) とし、深さ方向はボーリング資料を参考にして3層 (計算は11分割) とした。対象物質はTCEであるが、吸脱着、揮散、生物分解などの反応は本例では考慮していない。地下水水質と表層土壌ガスの調査データに基づき汚染源を仮定すると共に図-1 に示すような初期濃度 (平成2年) を与えた。汚染源については一定濃度として、平成9年まで計算した。

3. 結果と考察

図-2 に流速と平成9年のTCE濃度分布を示す。図-3 は a-a' 断面の流速とTCE鉛直濃度分布である。汚染物質は移流分散により、汚染プルームが汚染源から下流に細長く広がっていることが分かる。ここではTCEの分解反応は考えていないが、地盤条件によっては地下水汚染が広範囲に広がる事が分かる。また、本計算では、TCEの比重 (1.476) が大きいことや粘性と表面張力が水に

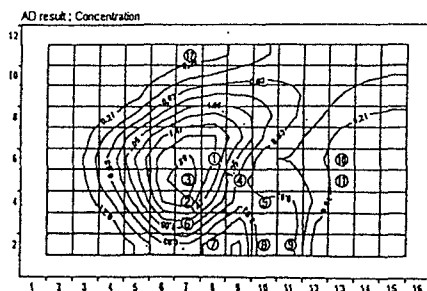


図-1 計算領域とTCE初期濃度コンター

比べて小さいことを考慮していないが、鉛直下方への分散もかなり生じることが分かる。一般に、TCE はこれらの特性から鉛直下方への移動が容易とも考えられており、帯水層や井戸取水層の深さ等が問題となる場合はもとより、密度流等を考慮した精度の高い3次元解析が必要と言える。

図-4、5 は地点 No. 1, 2 における TCE 濃度の経年変化である。両地点の実測値は平成2年には基準を大幅に越える値であるが、平成3年には激減し、その後、微減している。計算値はこのような経年的な傾向を概ね再現しているといえる。一方、図-6 は調査全地点の実測値と計算値の比較であり、空間的にもほぼ妥当な結果といえる。

しかしながら、平成6年の実測結果に見られるような降水量の影響や吸着、揮散、化学的・生物的反応を考慮していないために、地下水質管理という観点からは、実測値と計算結果の一致は十分とは言えない。また、TCE は汚染の原因物質であり得ると共に、嫌気状態ではテトラクロロエチレン (PCE) の分解によって生成され、さらに TCE の分解によってジクロロエチレン異性体 (DCEs) が生成されるため、地下水・土壌汚染問題解決にはこれらの物質の調査と分解生成過程を考慮したモデル化も必要と考えられる。

4. あとがき

MIKE-SHE 地下水解析モデルを用いて、TCE による地下水汚染地域のシミュレーションを試みた。地下水質の管理や修復対策の検討という観点からは TCE の環境基準値 (30 $\mu\text{g/l}$) レベルでの汚染物質の動態予測が不可欠であり、モデル化にはまだ検討すべき課題が残されているものの、流れ、物質の移流分散現象については概ね満足できる計算が可能ながことが分かった。今後は、雨水浸透、河川への流出入、地下水揚水の影響、地中での各種反応を考慮した検討を進める予定である。

【参考文献】

- 1) (社)日本水環境学会関西支部編：地下水・土壌汚染の現状と対策，環境技術研究協会(1995)
- 2) DHI:MIKE SHE,Technical Reference Manual(1997)

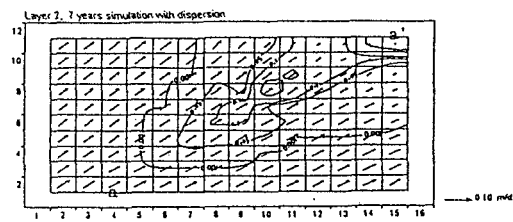


図-2 計算層2のTCE濃度の水平分布

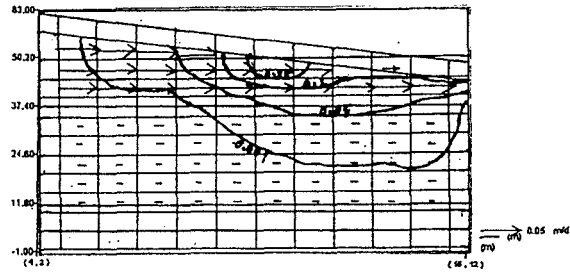


図-3 a-a断面のTCE濃度の鉛直分布

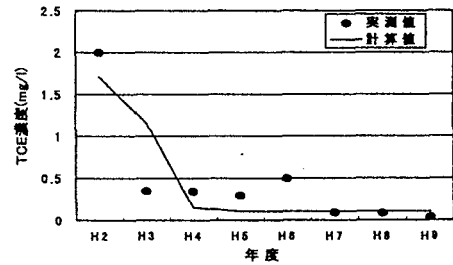


図-4 TCE濃度の経年変化(No. 1)

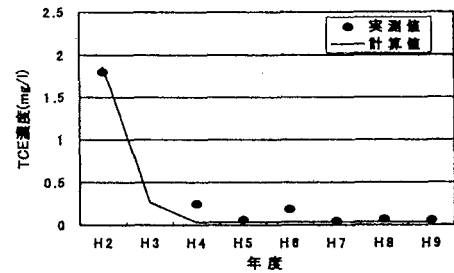


図-5 TCE濃度の経年変化(No. 2)

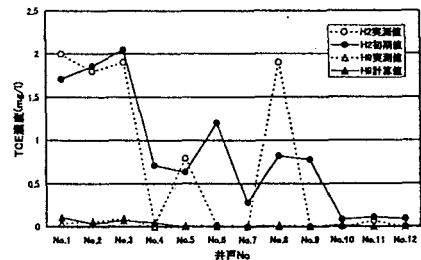


図-6 各調査地点のTCE濃度の比較