

II-93 テトラクロロエチレン等による地下水汚染の数値解析

国立公衆衛生院 衛生工学部 正員 古市 徹
宮城県保健環境センター 正員 木戸 一博
パシフィックコンサルタンツ(株) 正員 林田 貴範

1. はじめに

昭和57年度に実施された環境庁の全国主要都市地下水汚染調査に端を発して、トリクロロエチレン等による地域地下水汚染の問題が注目されるようになり、また、本研究は、地域地下水汚染の機構を解明するための数値モデル及び数値シミュレーションの方法の開発を目的としている。今回は、宮城県仙台市におけるテトラクロロエチレン等による地下水汚染の実測データに基づき、汚染源位置等の推察、流れ場の環境条件、止水壁等の考慮などを通して、現状の汚染パターンの再現、予測を試みたので報告する。

2. 対象領域

図-1に示されるように、対象領域は仙台平野の西部に位置し、広瀬川により形成された3つの河岸段丘からなる沖積平野である。地質的には図-2に示すように難透水性である第3紀層の凝灰岩層を基盤として、その上部1~2mの表土と、その下に3~7mの砂礫層が堆積している。

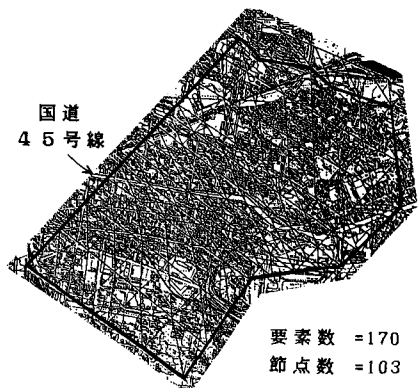


図-1 対象領域図

3. 現地調査

対象領域において昭和58年から計6回現地調査を行った。

図-3、図-4は一例としてテトラクロロエチレンについて、実測濃度のコンターを示したものである。全体的に領域中心から北東及び南西の2方向に広がっていく傾向が認められる。これは主に同方向にむかう地下水流れに支配されるものと予想される。領域内の実測地下水位分布を図5に、計算した流速分布(図-7より計算)を図-6に示す。

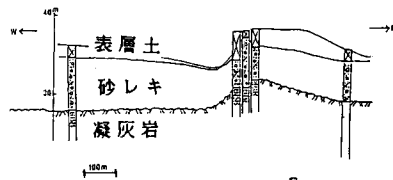


図-2 地質構成状況

4. モデル化と計算条件

現象をモデル化するにあたり以下の仮定を設けた。

- (1)テトラクロロエチレン等は溶解状態で環境にあるものとす。
- (2)単一不圧帯水層から成り、地下水流れは定常的ダルシー流れであると仮定し、平面2次元

的に解析可能であるとす。

(地形、地質データから考察)

(3)降雨浸透、蒸発散は考慮しない。(気象、土地利用のデータ等によりある程度妥当)

(4)領域北部に位置する梅田川からの地下水涵養はない。

(5)透水量係数は領域内で一定

であるとす、値として

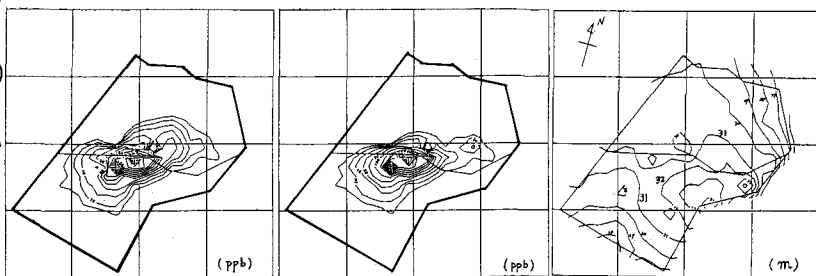


図-3 実測濃度分布 (S.58.12)

図-4 実測濃度分布 (S.59.01)

図-5 実測地下水位分布

2.45 × 10³ m³/sec を採用する。次に計算条件としては、流れ場については表-1に示すような場合について行、た。濃度場については表-2に示すような汚染源の数と時間変化、分散能の値、流れ場の条件の下で行、た。ただし、汚染源については、図-3、図-4の実測濃度コンターの3つのピークの存在(この3点は両図を重ねるとほぼ一致する)から想定している。また水位はSIGMAS(総合地盤解析システム:東洋情報(株))を用いて定常計算し、それから有限要素法により流速及び濃度を計算した。

5. 解析結果

(A) 流れ場 ケース①の場合梅田川の境界付近の水位コンターが、図-5の実測値に比べぬばり過ぎた。ケース②、③は現況の水位パターンをよく再現している。ケース③は国道45号線に沿って下水道が埋設されていることを考慮したもので、その下側で流速がトルボ、ケース②の場合と少し異、たものとなる。

(B) 濃度場 ケース④、⑤の比較と図-3、図-4より汚染源数は複数(今の場合3つ)と考えられる。ケース④、⑤の比較より、汚染源が一過性とするとピーク値の初動が実測値より速くなる(実測値のピークは3年間ではほとんど動かない。)ケース④は分散能の値の感度を見たものであるが、このオーダーの変化の影響は小さいと考えられる。ケース⑤は、実測した濃度値が国道45号線を越えて初行にくいことを、止水壁のようなものを考慮して計算により再現したものである。

6. おわりに

本解析においてはモデル化のための多くの仮定をおいている。しかし現象全体性及び目的合理性を保ちながら、如何に実行可能性に結びつけるかということと考えると、これは必

要なことである。重要なことは結果が言及できる範囲を見きわめておくことであろう。最後に国立公衆衛生院真柄泰基博士、宮城県保健環境部長田明光氏、高橋正弘氏及び仙台市衛生局小場正彦氏に謝意を表します。

表-1 流れ場の計算検討ケース

ケース	計算内容	図番号
①	全領域境界にて 実測地下水位を与える	—
②	梅田川を $\frac{\partial \phi}{\partial n} = 0$ として処理する	図-7
③	②+止水壁(国道45号線に沿って)の考慮	図-8

表-2 濃度場の計算検討ケース

ケース	汚染源数	汚染源の連続性	分散能(m)	地下水流れ場(表-1参照)	図番号	備考
④	1	連続	$\alpha_L = 50$ $\alpha_T = 10$	ケース②	図-9	T = 15年後の出力
⑤	3				図-10	
⑥	1	一過性(2年経過後)	図-11		T = 8年後の出力	
⑦	3	連続	$\alpha_L = 10$ $\alpha_T = 2$		図-12	T = 15年後の出力
⑧	3	連続	$\alpha_L = 50$ $\alpha_T = 10$	図-13		

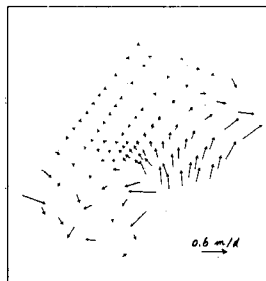


図-6 流速分布計算出力

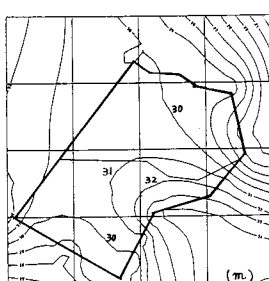


図-7 地下水位計算出力

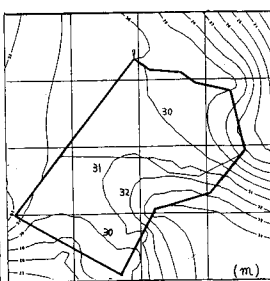


図-8 地下水位計算出力

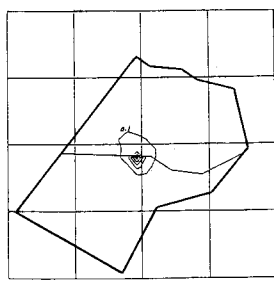


図-9

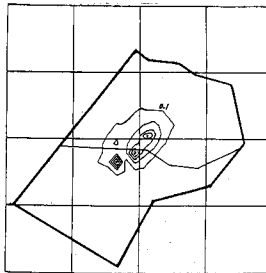


図-10

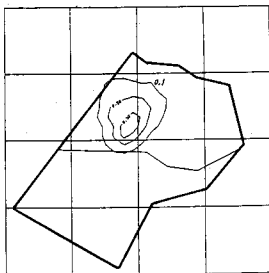


図-11

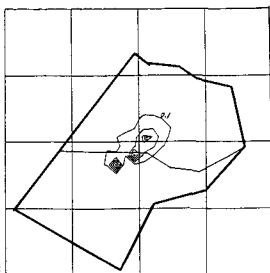


図-12

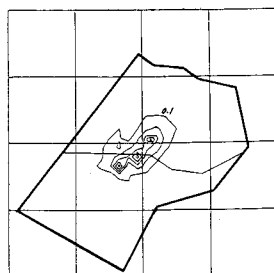


図-13