第Ⅲ部門　　城陽市域における地下水汚染の２次元移流・拡散シミュレーション解析

関西大学工学部　学生員　北岡　貴文
関西大学大学院　学生員　日下　郁恵
関西大学環境都市工学部　フェロー　楠見　晴重

1. はじめに

城陽市の位置する京都府南山城地方は周囲を基盤岩類の山地で囲まれ、その基盤岩類の上に沖積層や洪積層が厚く堆積しており、典型的な地下水盆を呈している。よって、古くから上水道だけでなく、農業用、産業用にも利用されてきた。本研究では、地下水への依存度が高い城陽市に着目し、当地域において地下水汚染が発生した場合、水平方向に汚染がどれほど広がるかをシミュレーションすることにより、鉛直断面においての多重層における汚染の広がりを予測することを目的としている。

2. 地層モデル

2.1 モデル化範囲

図-1 に本研究である城陽市の解析範囲を示す。図に示す A-A’の範囲における鉛直断面モデルを作成し、東西 3500ｍの解析範囲とした。

2.2 地層の特徴

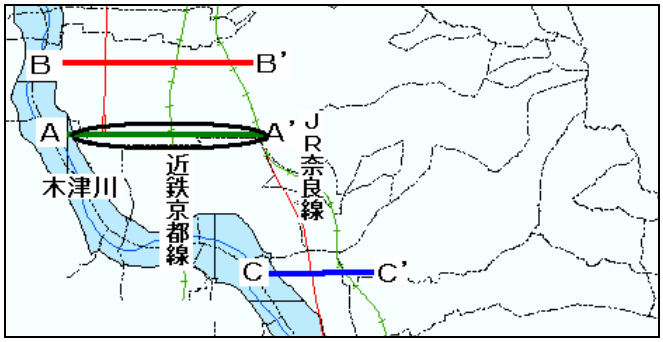
本研究の城陽市では、西側には沖積層に相当する緩い砂および軟らかい粘土が互層もしくは単層で表層部を覆っている。そして、洪積砂礫層に相当する中層構造物の支持層とみなす N 値の高い地層はこれらの層の下に分布する。

2.3 モデル作成

本研究のモデルの作成において、関西地盤情報データベース 2007 年度版[1]などをもとに、地表面から沖積層と粘土層、そして洪積砂礫層の多重層に分けることにより 2 次元鉛直断面モデルを作成した。

2.4 解析メッシュ

図-2～図-4 に作成した地層モデルを示す。青色のメッシュが沖積層であり、緑色のメッシュが粘土層であり、赤色のメッシュが洪積砂礫層となる。解析メッシュの節点数は 13053、要素数は 12199 となっている。



図－1　解析範囲

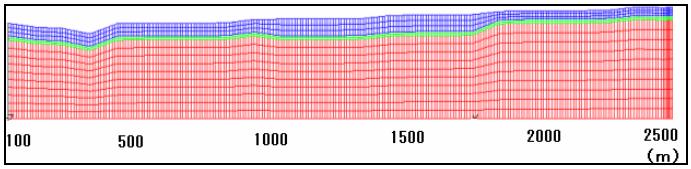


図-2　A-A’における地層モデル
（100～2500m の地点）

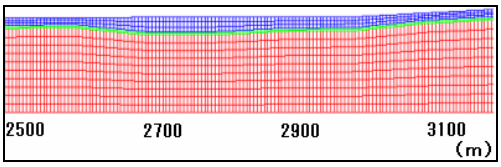


図 - 3　A-A’における地層モデル
（2500～3100m の地点）

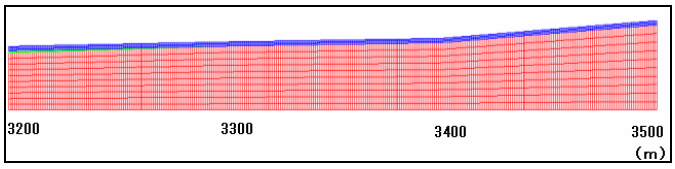


図-4　A-A’における地層モデル
（3200～3500m の地点）

3. 浸透流解析

本研究における 2 次元浸透流解析では、有限要素法の地下水挙動解析ツール AC-UNSAF2D[2] を用いた。

Takahumi KITAOKA, Ikue KUSAKA, Harusige KUSUMI

(1)境界条件

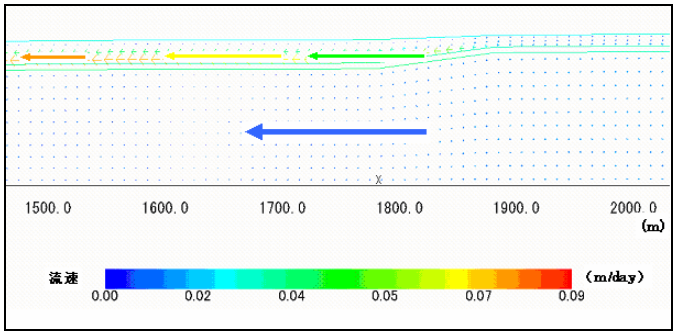
境界は東側、西側と共に定水位境界条件とする。東側は実測による平均の水位を設定し、西側では木津川での河川水位の平均値を設定した。

(2)水理定数

今回の解析で用いた地盤物性値は、透水係数が沖積層で5.0E－02(cm/s)とし、粘土層では1.0E－05(cm/s)とし、洪積砂礫層では5.0E－03(cm/s)である。

(3)浸透流解析の結果

図-5は、図2に示す1500～2000mの地点での解析結果を示している。この図より沖積層での地下水流速は一年間におよそ18m～33m程度となっている。また、洪積砂礫層では、一年間に7mほどの流速が認められる。地下水の一般的な流速は10～100m/年[3]とされていることから、この結果は妥当と判断できる。



図－5　流速ベクトル図(1500～2000m)

4. 移流拡散解析

本研究における移流拡散解析では、有限要素法における移流拡散プログラムtrans3Dを用いた。

(1) 解析概要

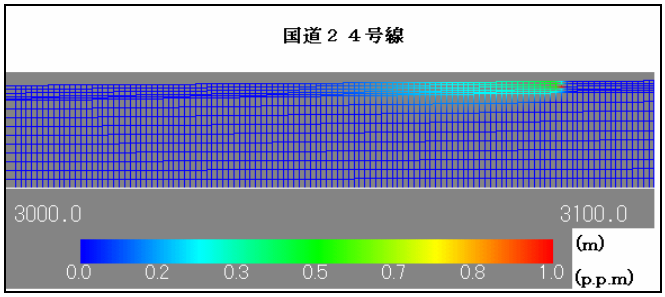
本研究では、水銀による汚染物質が1p.p.m発生した場合の50年間における水銀汚染の挙動を沖積層に発生した場合と洪積砂礫層に発生した場合を仮定して解析を行った。

(2) 地盤材料

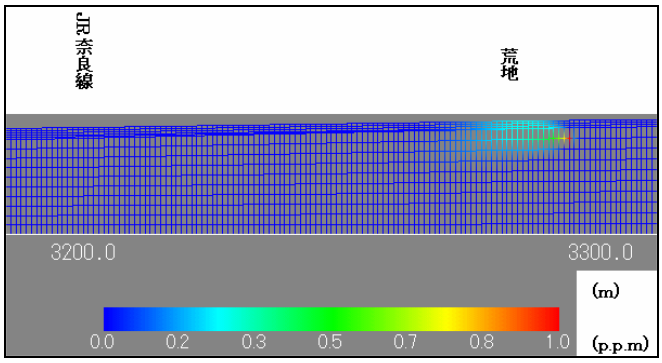
縦分散長は0.1m、横分散長は0.01mとした。また、屈曲率は1.0である。

(3) 移流拡散解析の結果

図-6と図-7は、図-3に示す3000～3100mの地点の沖積層と図-4に示す3200～3300mの地点の洪積砂礫層において水銀汚染が発生した場合の解析を行った結果を示す。沖積層における50年後の汚染の広がりは水平方向に約35mになるのに対し、洪積砂礫層においての広がりは、沖積層に比べ汚染の進行は緩やかで、水平方向に約17m程度となっている。



図－6　沖積層においての水銀汚染の解析結果



図－7　洪積砂礫層においての水銀汚染の解析結果

５．まとめ

本研究は、城陽市域において安全な地下水利用を行うため、鉛直断面での多重層において地下水汚染が発生した場合の汚染物質の挙動を把握するために予測モデルを構築した。以下に本研究の考察をまとめる。

①解析対象地域の浅層部である沖積層からその下に堆積する洪積砂礫層において、ボーリングデータなどから地層特性を把握し地盤モデルを作成した。

②浸透流解析により各層においての地下水流速を把握することができた。そして、移流拡散解析により沖積層と洪積砂礫層においての水銀を想定した汚染源の広がりについて把握できた。

参考文献

1)関西地盤情報協議会：関西圏地盤情報データベース、関西地盤DB運営機構、2007

2)AC－UNSAF2D　Academic Version

3) Karlheinz Spitz and Joanna Moreno：実務者のための地下水環境モデリング、技報堂出版、2003