

関西大学大学院理工学研究科 学生員 ○小谷 修平
 関西大学大学院理工学研究科 学生員 北岡 貴文
 関西大学環境都市工学部 正会員 寺田 道直
 関西大学学長 フェロー 楠見 晴重

1. はじめに

京都府南部にある京都盆地には良質な地下水が豊富にあり¹⁾、この地域では昔から上水道の水源として地下水を利用している割合が高い。しかし過剰な揚水を行い続けると地盤沈下や、局地的な地下水の枯渇が発生する恐れがある。そこで、初めに広域的な範囲における揚水シミュレーション解析を行い、複数の自治体における相互の影響を検討した。さらに、広域モデルでの結果を基に、地形や地質構造を考慮して対象地域を分割し、局所モデルを作成した。そして、解析の結果及び経年的な地下水位変動の傾向を基に、揚水が地下水位変動に及ぼす影響について検討を行った。

2. 解析モデルの作成

2.1 解析対象範囲及び境界条件

広域モデルでは、北側を宇治川の地表面の節点で既知水頭境界、西側・東側を分水界に沿って不透水境界、地表面を降雨浸透境界、基盤岩を不透水境界とした。局所モデルは図-1で示すように、水理地質性状の異なる段丘(A)、平坦地(B)、丘陵地(C)の3つのエリアごとにモデルを作成した。各モデルの解析範囲は影響半径の検討結果に基づき、周辺の揚水井による地下水位への影響が少ない範囲とした。境界条件は広域モデルで求めた水頭値を設定した。

2.2 多層地盤の設定

各揚水井のボーリングデータを基に、地質特性やストレーナーの位置を考慮し、各モデルの地層を分割した。奇数層を帯水層、偶数層を難帯水層とし、広域モデルは9層、局所モデルではAは15層、Bは13層、Cは9層に分割した。

2.3 メッシュ分割

平面の分割は、揚水による地下水位への影響を検討するため、揚水井周辺において最も細かくメッシュを切った。基本密度半径を100mとし、最小密度半径を0.5mと設定した。また鉛直方向の分割では、帯水層を3分割に、難透水層を2分割とした。

3. 浸透流解析

3.1 解析概要

初期水頭を求めるために、地盤物性値を設定し、降雨量、境界条件などを与えて定常解析を行った。そして、上水道用の揚水井における地下水位の変化を推定するために、定常解析で与えた初期条件に加え、1ヶ月当たりの降雨量・蒸発散量、揚水量のデータを設定し非定常解析を行った。

3.2 地盤物性値

表-1に最終的に決定した地盤物性値を示す。透水係数は、揚水を行っている層では揚水試験の結果を、その他の層では文献を参考に地盤物性値を決定して同定計算を行った²⁾。その他の値は文献に記載されている値を参考にして決定した。

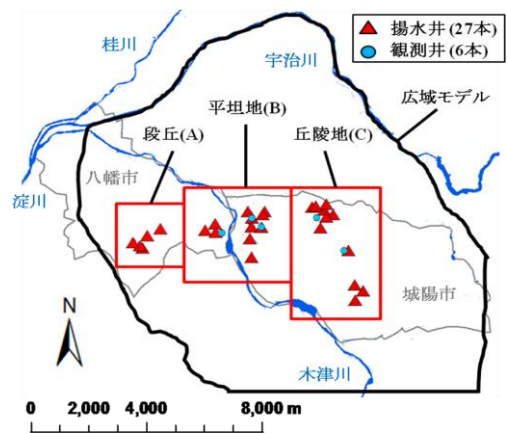


図-1 解析対象地域及びモデル化範囲

表-1 地盤物性値 (広域モデル)

層	透水係数(m/s)		比貯溜係数(l/m)	有効間隙率(%)
	X・Y	Z		
1	5.0×10^{-3}	5.0×10^{-4}	1.2×10^{-4}	20
2	9.0×10^{-6}	9.0×10^{-6}	2.0×10^{-3}	10
3	7.0×10^{-4}	7.0×10^{-5}	1.2×10^{-4}	20
4	4.0×10^{-7}	4.0×10^{-8}	2.0×10^{-3}	10
5	5.0×10^{-4}	5.0×10^{-5}	1.2×10^{-4}	20
6	4.0×10^{-7}	4.0×10^{-8}	2.0×10^{-3}	10
7	7.0×10^{-5}	7.0×10^{-6}	1.2×10^{-4}	20
8	4.0×10^{-7}	4.0×10^{-8}	2.0×10^{-3}	10
9	5.0×10^{-5}	5.0×10^{-6}	1.2×10^{-4}	20

4. 結果

至近5年間の解析で求めた運転水位と、各浄水場で計測した実測の運転水位の比較を図-2~5に示す。

八幡の段丘地(A)では、多くの井戸が標高の高い山間部に設置されているため、揚水による水位変動への影響が大きい地域である。局所モデルの解析では、大きな水位変動も捉えることができ、水理地質条件の違いによる影響を再現することができた。平坦地(B)では、河川からの涵養により安定した水位挙動を示している。解析では、広域・局所の両モデルにおいて水位・トレンド共に誤差も少なく再現できた。丘陵地(C)では、多くの井戸が1970年代に設置されており、現在は揚水量を抑えているため水位は安定している。解析では、誤差は全体的に小さく精度良く再現できた。

またそれぞれのモデルにおいて、図-5に示すような揚水以外の要因で生じたと考えられる水位の低下傾向を再現できていない井戸があった。

5. まとめ

本研究では、広域的なモデルの対象地域を分割し、各モデルにその地域の地形や地質構造などを詳細に反映させた、局所モデルを用いてシミュレーション解析を行った。その結果、多くの井戸において、揚水による運転水位の変動を再現することができた。しかし、揚水以外の要因で生じた水位変動に関しては、正確に再現するに至らなかった。そこで今後の検討として、水位低下の要因を井戸の老朽化による揚水能力の低下であると仮定し、揚水が行われている節点のまわりの要素の透水係数を、段階的に変化させていくことで、その再現を試みていく。

参考文献

- 1) 谷口敬一郎: 京都府南山城地方の地下水資源について, 物理探鉱, Vol.45, No.1, pp.55-62, 1992.
- 2) 土木学会編: 水理公式集, pp.365-366, 1974.

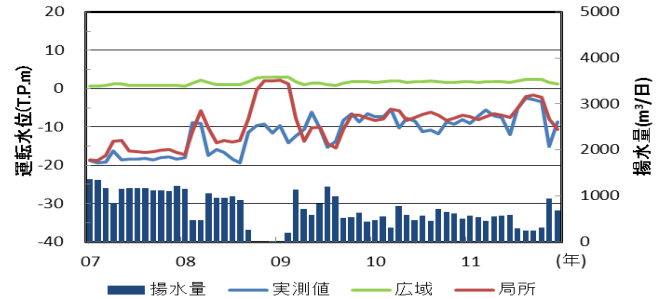


図-2 段丘地(A)の解析結果

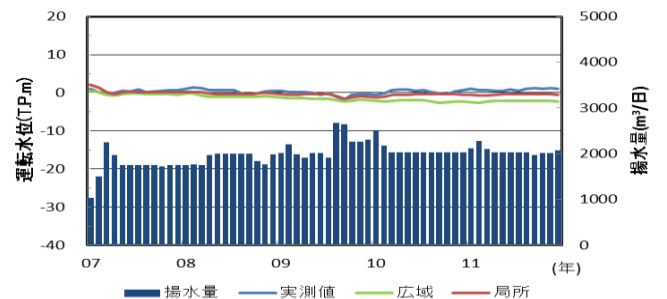


図-3 平坦地(B)の解析結果

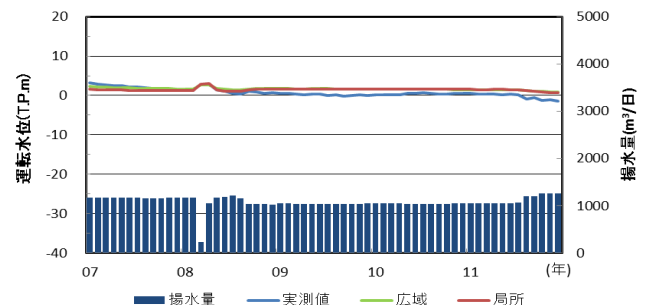


図-4 丘陵地(C)の解析結果

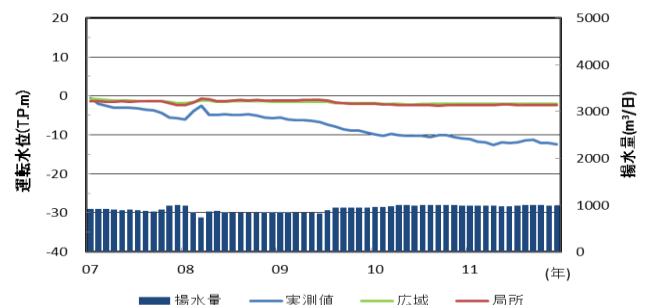


図-5 丘陵地(C)における水位低下