京都府南山城地方における3次元浸透解析による揚水シミュレーション

関西大学大学院　学生員　○宮本　尚人
関西大学工学部　フェロー　楠見　晴重

1. まえがき

京都府南山城地方は京都府の南部に位置し、宇治川～淀川以南の京都盆地がそれに相当し、木津川、宇治川、桂川の三河川が合流してできた大きな地下水盆を呈している。総貯水量は、水を十分に含む砂礫層の割合や、含水率から211億tと計算され、琵琶湖の水量の（250億t）に匹敵するものである[1)]。

本研究は、とくに地下水への依存度が高い城陽市と八幡市に着目し、3次元浸透解析による揚水シミュレーションを行い地下水の適正管理を目的としている。今回は解析モデルの作成、その整合性の検討を行い、実際に揚水シミュレーションを八幡市新規揚水井8号井において行いそれらの結果について考察した。

2. 解析モデルの設定

(1)解析領域　対象地域である京都府南山城地方では、西部に木津川が存在し、東部に大阪層群からなる丘陵地が存在する地域である。図-1 に、城陽市と八幡市の揚水井と観測井の位置を示す。城陽市の井戸に関しては浄水場と揚水井の番号を第1浄水場1号井（1-1）のように示している。

モデル化範囲の平面形状については図-1 に示す長方形の範囲で、各揚水井より算定した影響半径外となる縦7㎞、横10.5㎞の範囲としている。地層構造については対象地域での地質特性、ボーリングデータをもとより表層から基盤岩までを 5 層からなる地層に単純化した。上から NO1 層、NO2 層…とし、NO2、4 層を揚水井が揚水している帯水層と考えている。この解析領域を節点数 6272、要素数 5103 に分割している。作成したモデルを図-2 に示す。

図-1　解析対象範囲での井戸の配置

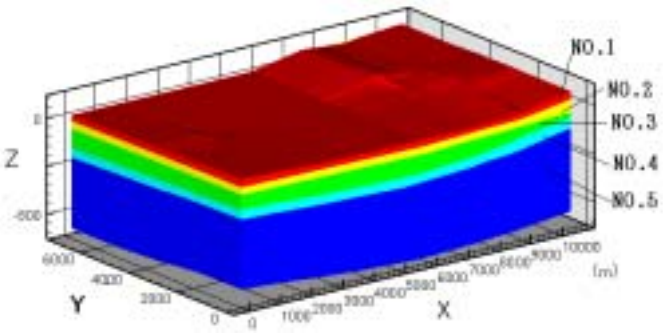

図-2　地層により色分けしたモデル

(2)入力条件・パラメーター　　境界条件の設定は次のように設定した。底面は基盤岩であると考えて不透水境界、側面は水位一定境界、地表面は降雨境界として扱っている。

地盤物性値の設定については NO2、4 の水平方向の透水係数についてのみ揚水井の揚水試験より得られたものの平均値を用い、その他の値については解析によって得られたデータを観測井での地下水位に整合させることにより設定した。それらの値を表-1 に示す。

表1　地盤物性値

	透水係数x y (m/s)	透水係数z (m/s)	比貯留係数 (1/m)	有効間隙率
NO.1 層	2.50×10^{-5}	2.50×10^{-6}	1.00×10^{-7}	0.6
NO.2 層	1.89×10^{-4}	1.89×10^{-5}	9.40×10^{-8}	0.3
NO.3 層	2.50×10^{-5}	2.50×10^{-6}	1.00×10^{-7}	0.6
NO.4 層	2.41×10^{-4}	2.41×10^{-5}	9.40×10^{-8}	0.3
NO.5 層	2.50×10^{-7}	2.50×10^{-8}	1.00×10^{-7}	0.6

キーワード：地下水、揚水シミュレーション、京都府南山城地方
〒564-8680　吹田市山手町 3-3-35　TEL、FAX06-6368-0837

初期条件は上記の境界条件、地盤物性値の他に揚水井、観測井のある節点にそれぞれの自然水位を境界条件として与えることにより、定常解析を行った結果を用いた。

(3)整合性の検討　これらの条件を基に各揚水井の節点で月毎の水位を境界条件として与えていくことにより非定常解析を 1990 年～2000 年の期間で行った。この解析結果での観測井の水位と実際の水位を比較することにより、作成したモデルの整合性について検討した。八幡市深井戸観測井での比較の結果を図-3 に示す。これらの結果より、揚水井の近くであればあるほど整合性が高くなる、標高が大きく変化している地域では整合性が低くなる傾向が現れる。それぞれの観測井で共通してみられる現象として、解析開始から 1、2 年の間に水位が降下していく。これは初期条件に起因するものと考えられる。しかし逆に後半の 3、4 年については水位変動にかなり高い整合性が見られるようになる。

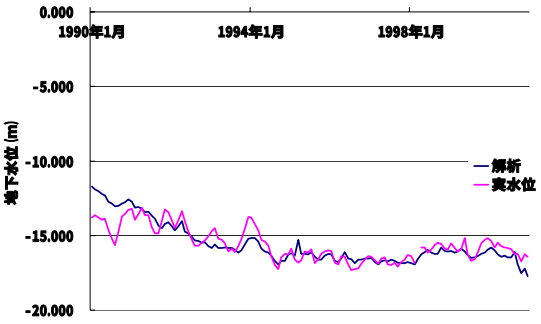

図-3　八幡市深井戸観測井

3.八幡市新規揚水井 8 号井における揚水シミュレーション

八幡市新規揚水井 8 号井（以下 8 号井とする）は 6 号井、7 号井と非常に近接した位置にあり、8 号井の揚水開始によるこれらの揚水井での井戸干渉が懸念された。そこで今回は解析上で 8 号井において流量を変化させることによりその 6 号井、7 号井への影響を予測した。この解析については 2003 年 4 月に行われた実際の段階揚水試験の結果と、解析データとの比較を行い、その精度の検討についても行っている。

(1)解析手法　初期条件には整合性の検討での 2000 年 12 月の結果を用い、全ての揚水井を流量一定境界として水位がある程度一定になるまで非定常解析を行ったものを使用している。この初期条件を用い後に比較検討もするため、実際の段階揚水試験の流量変化と同じ変化を 8 号井の節点に与えている。

(2)解析結果　図-4、図-5 に 6 号井、7 号井での水位降下の比較結果を示している。両方の揚水井において水位そのものは比較的高い一致を示しているが水位降下の仕方について、解析では流量の変化とともに段階的に降下するのに対して、実際の結果では直線的に降下している。この原因は周辺からの過剰な涵養の影響であると考え、改善を行っていくためには水平方向における地盤物性値の不均質性の導入が必要になると考えられる。

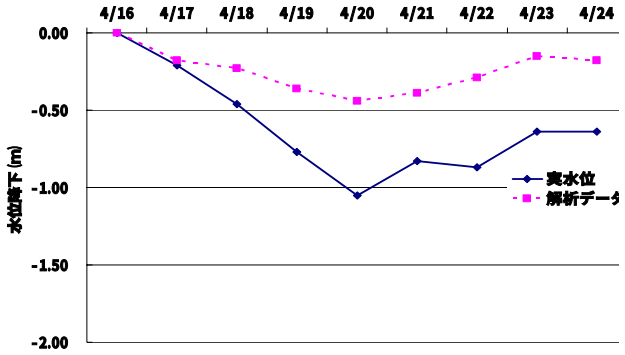

図-4　6 号井での比較

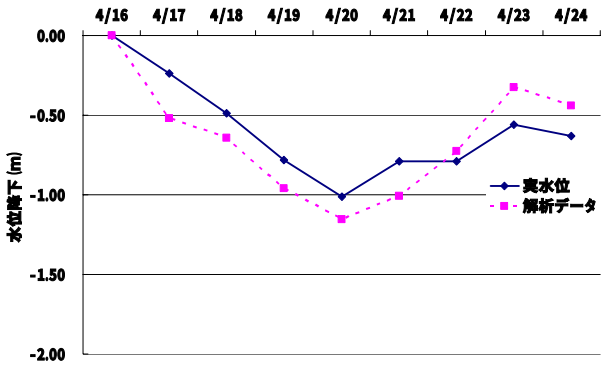

図-5　7 号井での比較

4.まとめ

この解析モデルについて様々な位置、条件でこれを繰り返すことにより、地層モデルに改正を加えていくことで欠点の改善、整合性の向上を行っていくことができる。特に標高が高くその変化が大きい地域、城陽市第 1 浄水場、第 2 浄水場におけるモデルへの改善が今後の課題となる。

＜参考文献＞

1）谷口敬一郎:京都南山城地方の地下水資源について,物理探査,物理探査学会,Vol.45,No1,pp.54-62,1992.