

新規揚水井による地下水影響範囲 - 地下水流動解析の例 -

新協地水㈱ ○相澤雄流, 大坪久人, 石幡和也

1. はじめに

福島県の会津盆地北部は、地下水が豊富な地域であり、以前は湧水も多く確認されていた。戦後は浅井戸を中心に生活用水や農業用水として利用され、近年では消雪用井戸の利用が大半を占めている¹⁾。なお、現在に至るまで取水制限が行われたことはない。会津盆地北部では、家庭用・工業用・消雪用を問わず現在も広く地下水利用が行われており、調査地付近の井戸深度は比較的浅い。

筆者らは、会津盆地北部に新しく造成された工業団地において、今後地下水利用が行われた際の影響範囲の検討として地下水流動解析を行なった。本報告では、地下水流動把握を目的として行った、3次元地下水シミュレーション解析の結果について報告する。

2. 会津盆地の地質・水理地質基盤

会津盆地北部には、主に第四紀完新世の扇状地堆積物が分布し、これらは砂・泥および礫からなる²⁾。下部には礫・砂・泥・火山砕屑物等で構成される更新統が分布し、下部更新統は水理地質基盤になっていると考えられている¹⁾。当該地域では深度250m まで掘削しても砂礫層などが続き、水理地質基盤に到達しない井戸があるため、第四系の基盤については未だ明らかになっていない¹⁾。

3. シミュレーションモデルの概要

(1) 解析範囲

新規揚水井設置による影響範囲の検討を目的として、3次元地下水シミュレーションモデルを作成した。解析にはMODFLOW-2005（差分法）を用いた。解析範囲は、調査地域を含む南北に3km、東西に4.3kmとした。平面でのセルの大きさは、100m×100mとした（図-1参照）。

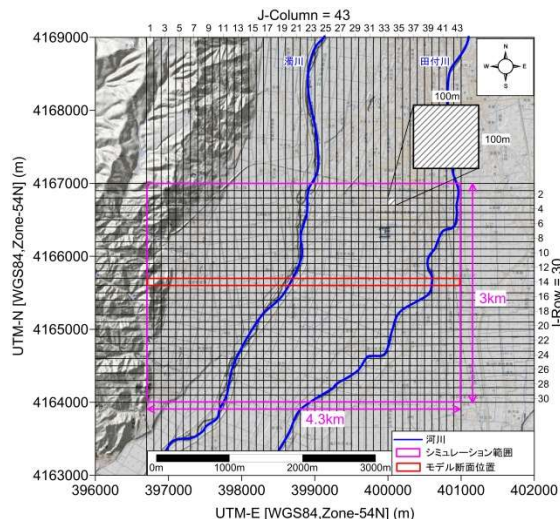


図-1 地下水流動解析範囲(1/25000電子地形図³⁾「喜多方西部」・「喜多方東部」に5m メッシュ標高データ⁴⁾を併記)

深度方向は、水理地質基盤が明らかになっていないため、表層地質図および柱状図を基に作成した断面図から、帯水層7層、難透水層6層の計13層とした（図-2参照、モデル内では奇数層が帯水層、偶数層が難透水層を表す）。シミュレーション期間は過去10年間（2009年1月～2018年12月）とし、月別計算（120ストレスピリオド）で計算を行った。

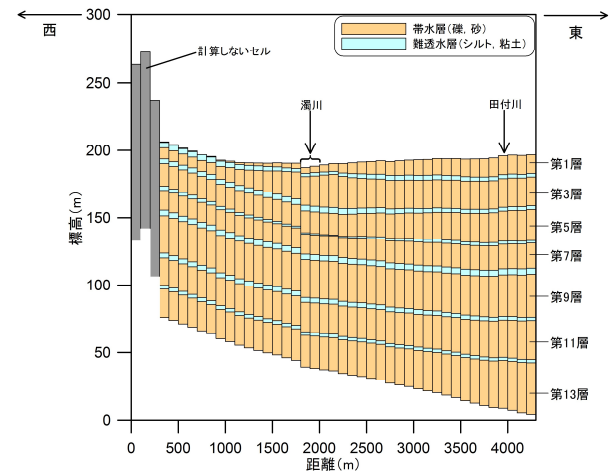


図-2 モデル範囲の断面図(断面位置は図-1参照)

(2) 境界条件

モデル範囲の北側、東側、南側は地下水盆が連続していると仮定し、一般水頭境界を設定した。また、西側に位置する山地は、盆地内の地下水盆とは連続していないと仮定し、計算しないセルとした。モデル化範囲内を北東から南西へ流れる濁川および田付川には、比較的浅い地下水との交流があると考え、一般水頭境界を設定した。

収集した資料と現地調査結果より、工業用および消雪用井戸が確認された地点（30地点）には揚水（Well Package）を、自噴井が確認された地点（16地点）には排水境界（Drain Package）を入力した（図-3参照）。

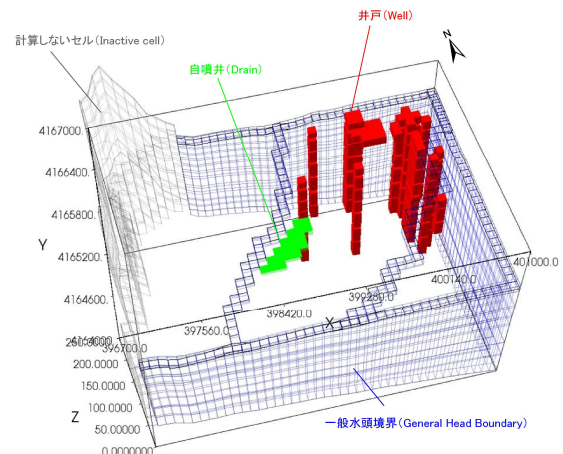


図-3 設定した境界条件(南西方向から見た図)

(3) 入力パラメータ

透水係数，有効間隙率，比浸出量，比貯留量の値は，第5層には揚水試験結果の解析値を，その他の帯水層及び難透水層には既存資料を基にした一般値を入力した。

涵養量は，可能蒸発散量をペンマン・モンティース法により推定し，降水量との差に土地利用による（水田，住宅地）の比率をかけた値を入力した。

4. 地下水流動解析

本解析では，現状の地下水流動を再現した上で，予想される地下水の揚水量を入力し，予測計算を行った。

(1) 定常計算

会津盆地北部の地下水位が全体に浅いことから，定常計算では，初期水位として各セル中央の標高を初期値として与えた。揚水量および涵養量はシミュレーション期間の平均値を用いた。定常計算結果により得られた水位は，非定常計算を行う際の初期水位として使用した。

(2) 非定常計算

非定常計算結果を図-4に示す。観測井の月平均水位と比較すると，水位の変動幅が実測と計算とでは差があるものの，水位の大まかな変動は再現することができた。2018年夏季に実測水位が低下したのは，農業用水の水不足解消のため，市内（調査地北部）に分布する消雪用井戸から地下水を揚水した影響が表れたものと考えられる。

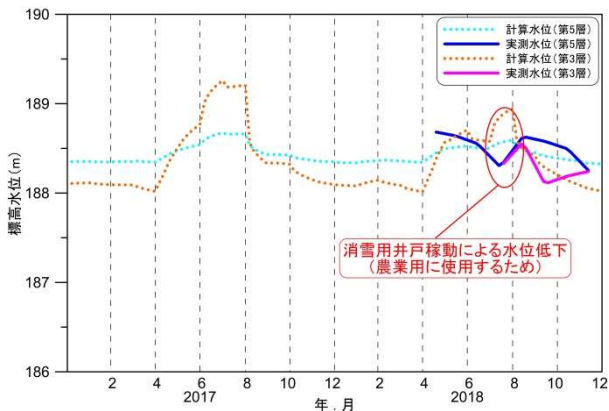


図-4 非定常計算結果と実測水位(第5層と第3層)

(3) 予測計算

予測計算では，過去10年間の涵養量や揚水量が今後10年間も継続すると仮定し，新規揚水井を新たに設定する以外にモデルを特に変えていない。新規揚水井の揚水深度が異なった場合による影響を明らかにするため，以下に示す3つのシナリオを作成し計算した。なお，揚水量は井戸1本当たり290m³/dayを入力している。

- ①第5層に6本の揚水井が設置された場合
- ②第3層と第5層に3本ずつ揚水井が設置された場合
- ③第5層と第7層に3本ずつ揚水井が設置された場合

揚水の有無による水位差は，シナリオ①に比べ，シナリオ③の方が周囲の水位低下量は抑えられる可能性が示された。また，シナリオ②では比較的浅い帯水層と想定

される第3層の水位差がほかのシナリオに比べて大きくなった（表-1，図-5参照）。

表-1 予測計算結果（揚水の有無）による水位差

工業団地予定位置における非定常計算結果と予測計算結果の水位差(m)			
帯水層	シナリオ①	シナリオ②	シナリオ③
第3層	-0.03	-0.26	-0.02
第5層	-0.25	-0.14	-0.16
第7層	-0.07	-0.04	-0.35

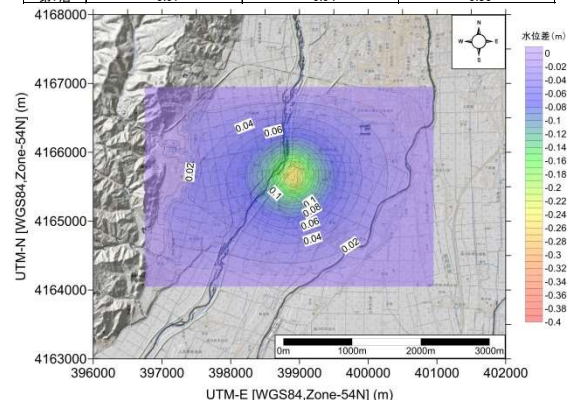


図-5 シナリオ②(第3層)における水位差

5. 調査結果のまとめ

結果より，比較的浅い地下水（第3層）を取水した場合には，約0.26mの水位低下が起きることが示された。この時，水位が約0.1m低下する範囲は，半径約500mに及ぶ。この水位低下により，周辺地域の家庭用井戸に影響の出る可能性があると考えられる。また，比較的深い地下水（第5層～第7層）を取水した場合には，比較的浅い地下水（第3層）への影響が小さくなる可能性が示された。

6. 今後の展望

今後は，より多くの地質データの収集や，設定パラメータの精度向上等が課題となる。また調査地では，継続した地下水位のモニタリングを行い，解析結果を検証することが必要である。以上のように，3次元地下水シミュレーションモデルは，地下水開発に伴う影響を評価することができる。会津盆地北部地域の産学官連携による湧水を復活させるための活動⁵⁾や，石川県金沢市⁶⁾の地下水揚水量の報告義務など，自治体によっては独自に調査を行っている場合もある。そのため，様々なデータの蓄積に加え，自治体や大学との連携も大切であると考えられる。

《引用・参考文献》

- 1) 福島県地質・地下水分布図編集委員会 (2013) 福島県地質・地下水分布図説明書。
- 2) 角靖夫・笹田政克・広島俊男・駒沢正夫 (1985) 20万分の1地質図幅「新潟」，通産省地質調査所。
- 3) 国土地理院 (2016) 1/25000 電子地形図「喜多方東部」および「喜多方西部」。
- 4) 基盤地図情報ダウンロードサービス (2019/5/20 閲覧) <https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>。
- 5) 超学際研究機構 (2007) きたかた清水の再生によるまちづくりに関する調査研究報告書。
- 6) 金沢市 HP, (2019/5/20 閲覧) <https://www4.city.kanazawa.lg.jp/index.html>。