

第II部門

平面二次元モデルを用いた甲府盆地の地下水流動機構の再現

京都大学工学部	学生員	吉持 主税
京都大学大学院工学研究科	正員	市川 温
京都大学大学院工学研究科	正員	Kim Sunmin
京都大学大学院工学研究科	正員	立川康人
京都大学大学院工学研究科	正員	萬 和明

1 研究の目的 地下水位の変動はときに社会資本に対し重大な影響を与えるため、地下水位の計測やシミュレーションなどで地下水の時空間分布を推定することは重要だと考えられる。一般に、地下水は表流水と互いに影響を与えながら流動している。また、その相互作用は、時間的空間的に変動している。流域に存在する水のこうした動きをよりよく理解するためには、表流水と地下水それぞれの観測と、両者の相互作用を考慮したモデリング・シミュレーションが有益であると考えられる。表流水と地下水の連成解析を最終的な目標として、本研究では平面二次元モデルによる地下水流動機構の再現性を検証し、地下水モデルと表流水モデルとの結合に際して肝要となる点を抽出する。なお、研究対象地域は山梨県の甲府盆地とする。

2 地下水流動モデルの構成 連続式(1)にダルシー則(2)を代入して得られた(3)を基礎式とし、差分化して数値計算した。

1. 連続式：

$$\rho S \frac{\partial h}{\partial t} = -\frac{\partial(\rho u h)}{\partial x} - \frac{\partial(\rho v h)}{\partial y} + \rho R \quad (1)$$

2. 運動量式：

$$u = -k_x \frac{\partial H}{\partial x}, \quad v = -k_y \frac{\partial H}{\partial y} \quad (2)$$

$$S \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k_x h \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y h \frac{\partial H}{\partial y} \right) + R \quad (3)$$

平面二次元モデルを用いて地下水流動の計算を行うにあたり、既往の研究で用いられていたこの基礎式を利用した。この基礎式は水の運動量式を連続式へ代入して得られたものである。数値計算においてはこの式を差分化して計算するが、解の安定化と計算負荷の軽減のためにADI法を用いている。

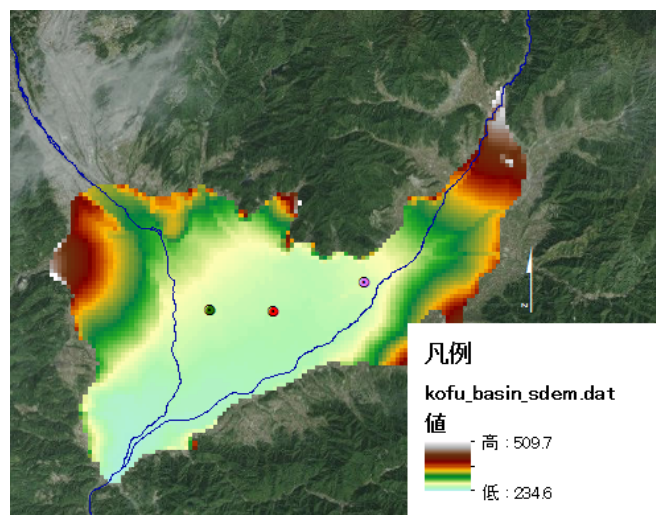


図1 研究対象領域の標高図、紫:石和、緑:玉川、赤:住吉

3 入力データの加工 地下水流動モデルの計算に用いる標高、土地利用および河川位置といった空間情報データは地理情報システムによって加工した。このうち標高を示すデータが図1である。緑の点が玉川観測点、赤が住吉観測点、紫が石和観測点を示している。250mメッシュに分割された流域内のセルへ値を与え、モデルの入力に適したASCIIファイルへと変換した。このASCIIファイルは1行1列が北西端、末行末列が南東端となっており、私たちがよく見る上端が北の地図と似た構造となっている。初期条件として井戸の水位観測値に応じて地表面から数メートルの深さに地下水位を設定した。境界条件としては領域外と内の水の交流がない、河川のセルで河川の水位に地下水位が一致すると設定した。パラメタは有効空隙率0.20、不圧地下水帯底面の地表面からの深さ100メートルとし、浸透・蒸発率はコンクリート建物など難浸透部のセルで0.2、その他のセルで0.4とした。

4 計算結果 まず、河川を釜無川、笛吹川、富士川の3本、浸透率を難浸透面では20%、その他の面では

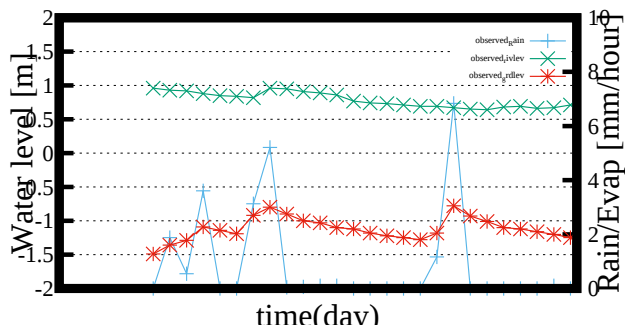


図2 日単位の観測値の比較、緑:河川水位、赤:地下水位、水色:降雨量

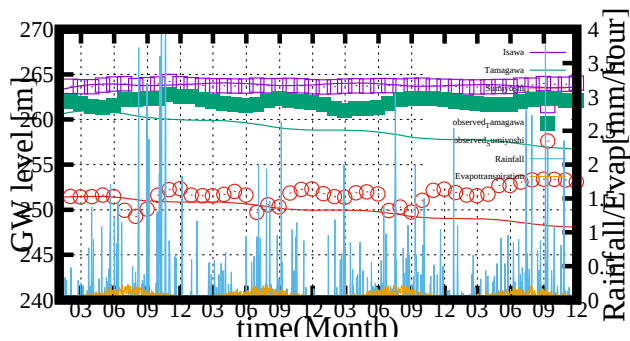


図3 河川水位を固定した場合の地下水位計算結果(点線は観測水位)、紫:石和、緑:玉川、赤:住吉、水色:降雨量、黄色:蒸発散

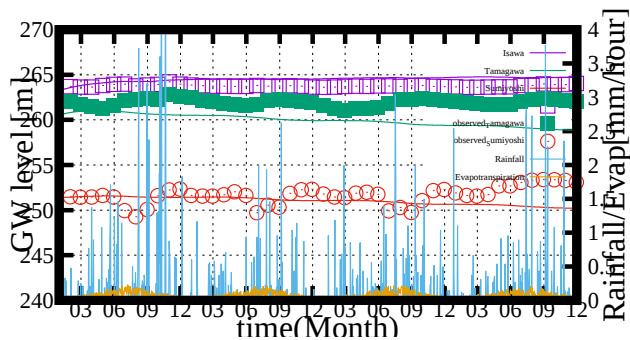


図4 河川水位を変化させた場合の場合の地下水位計算結果(点線は観測水位)、紫:石和、緑:玉川、赤:住吉、水色:降雨量、黄色:蒸発散

40%と設定した。このときの計算結果が図3である。この計算結果には2つの問題がある。

1. 多くの観測地点で観測値と大きく乖離した地下水位の推移となっている点
2. 季節変動のパターンが観測値と逆転している点

図3では河川水位を固定していたが、図4では国土交通省が釜無川の船山橋、笛吹川の亀甲橋、富士川の清水端で計測している河川水位を3河川それぞれに与えた。季節変動には大きな差は認められないが、すべての観測点で地下水位が1、2m上昇している。このことから、河川水位の上昇によって河川水が地下へと供給されていると考えられる。

5 結論 甲府盆地の地下水流動機構を再現した。地下水位観測値との乖離をある程度抑えることができたが、地下水位の季節変動のパターンは観測値と異なってしまった。河川水のモデルと結合する際には河川の水位データ、およびその算出に必要な河川床標高を適切に設定する必要がある。

謝辞

本研究は市川先生の補助を得ました。ここに謝意を示します。

参考文献

- 1) 高部 裕也 (2016) : 甲府盆地における地下水流動機構の解明 pp.11,40-43 山梨大学医学工学総合教育部 国際流域環境科学特別教育プログラム
- 2) 国土交通省 国土数値情報: <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>
- 3) 国土地理院 基盤地図情報: <http://www.gsi.go.jp/kiban/>
- 4) 井上 雄一郎 (2005) : 人間活動が地下水の時空間変動に及ぼす影響について pp.14-20 京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻
- 5) 国土交通省 水文・水質データベース: <http://www1.river.go.jp/>