

(II-105) 「和泉川流域のローム台地における地下水流動の現地観測と不飽和浸透流計算」

東京工業大学大学院 学生員 村田 大介
東京工業大学大学院 学生員 入江 光輝
東京工業大学総理工 正 員 石川 忠晴

1. はじめに

和泉川は横浜市瀬谷区を水源とし、横浜市西部を流れて境川に合流する延長 11.5 km、流域面積 11.46km²の小河川である。流域は保水性の高い関東ロームで形成され、川の両岸には開析作用によってできた比高 10m 程度の段丘地形が発達している。段丘の崖下には湧水や横井戸（崖に洞窟を穿ち、そこに自噴する水を生活に利用するもの）が多数存在し、その一部は現在でも生活用水として利用されている。本研究では、これら湧水や横井戸の保全を目的として、ローム台地内の地下水流動と横井戸の水位時間変動の現地観測を実施した。

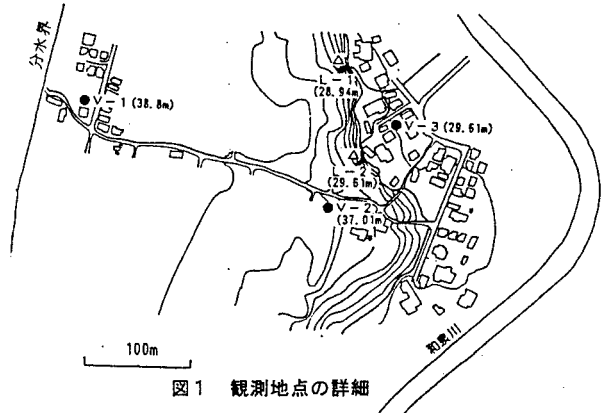


図1 観測地点の詳細

2. 現地観測の内容

観測区域の概略位置を図1に、観測地点の詳細をを図1に示す。台地の高さは約 9 mで、崖面から分水界までの距離は約 350m、崖面から河岸までの距離は約 150m である。地質は比較的均質な関東ロームである。このローム台地内の地下水流動を把握するために、台地の分水界付近(V-1)、段丘崖直上(V-2)、段丘崖下(V-3)の各井戸において地下水位変動を連続計測した。また、崖下の横井戸(L-1、L-2)からの流出水が導かれている排水溝に三角堰を設置して流量を測定した。なお、平常時の排水溝への流入水は、その大部分が L-1 からの湧水で、L-2 の湧水量は L-1 のそれに比べてかなり少ない。

本現地観測は 1996 年 7 月に開始し現在も継続中である。

3. 観測結果及び考察

観測結果を図2～図4に示す。降雨データは横浜市が観測している流域内2地点の平均値である。以下ではこのデータをもとにし、図5に示す鉛直二次元面内の地下水流動を想定し、その特徴を考察する。

3-1 段丘上下の水位変化の違い

地下水位ピークが明瞭に現れた9つの降雨に対するV-1とV-3の水位上昇量の相関関係を図6に示す。これより同一降雨に対して段丘上の方が上昇量が2倍程度大きいことがわかる。この理由は次のように考えられる。相模原台地ではロームの上を厚さ1～2mの表土（開放性土質）で被われている¹⁾。段丘上では地下水位は地表から比較的深い位置にあるので、水位が上昇してもその表土層に達さないが、段丘下の地下水位変動域は高空隙の表土層内にあり、そのため降雨時の水位上昇量が少なくなるものと思われる。

3-2 段丘崖直上の地下水位変動特性

冬期の降雨の少ない時期において、V-1、V-3はある深度から水位が低下しにくくなっているが、V-2では直

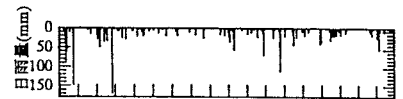


図2 日降雨

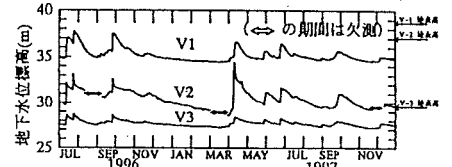


図3 地下水位時系列

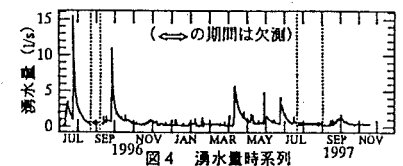


図4 湧水量時系列

キーワード 現地観測 地下水流動 関東ローム台地 湧水量

連絡先 横浜市緑区長津田町 4259 G-5 309 Tel045-924-5515 Fax 045-924-5519

線的に低下している。

この原因として、圧密等の影響により一定深度以下の土質構造が密になり、透水性が低下していることが考えられる。V-1, V-3 の水位低下時には、地下水面が低透水層の境界に達するとともに通減が緩やかになる。また、V-2 は段丘崖近くにあることから、地下水面の変曲点があると思われ上流側と下流側で動水勾配の差が大きいため、降雨終了後の水位低下量が大きくなりやすいと考えられる。

4. 台地内地下水流動の数値計算

鉛直二次元における地下水流動を想定して地下水位変動のモデル化を試みた。図7に計算上与えた地形とカラムの計算モデル図を示す。まず一つ一つのカラムは飽和層と不飽和層の境界面の変動を考えた鉛直不飽和浸透流計算²⁾を行う領域である。ここで計算の流れについて説明する。図6

ルチン1：不飽和浸透流計算においては地表からの降雨量(qs)と不飽和層下端から飽和層への排水量(qb)が与えられると鉛直方向の地下水位の変位を得ることが出来る。

ルチン2：飽和層では隣接するカラム間の水位差(h)によってダルシー則に従い水平方向の浸透流(Q)が生じる。

ルチン3：各カラムの飽和層の連続条件より(水平浸透流量) = (不飽和層からの給水量)が成立する。

以上より h, qb, Q を変数とし、ダルシー則と連続式を差分表現してルチン1～3を逐次代入して各カラムの未知数が収束条件を満たすまで計算を続ける。また、段丘上下での動水勾配の差を明確にするため、空隙率と透水係数は鉛直方向の二層分布にした(図8)。以上のような計算手法と計算条件に基づき、段丘断面での地下水流動をモデル化した。図9に各井戸に対応したカラムの浸潤面位置の時系列と観測結果の比較図を示す。V-1の計算値において、観測値に見られる通減特性の変化が見られず、水位は直線的に低下している。土壌パラメーターに鉛直分布を与えたのは、このような通減特性の変化が表現されることを期待してのことであったが、計算結果にそれが出していない。その理由として、与えた台地地形と透水係数のバランスが適当でなかったことが考えられる。台地地形での年間の平均的な水面形は、透水係数に依存する。本計算で与えた地形と透水係数では、上流部でも比較的動水勾配の大きい水面形となったため流出量が常に大きくなりV-1の水位が直線的に低下しているものと思われる。

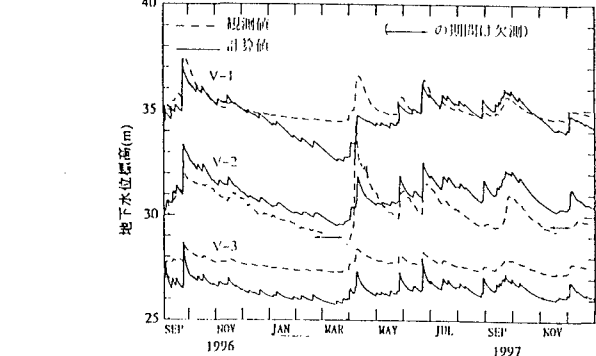


図9 計算結果と観測の比較

5. 終わりに

今後は現地の土壌パラメーター等を実測し、土層構造を考慮した計算を行いたいと考えている。

参考文献

- 1) 相模原市地形・地質調査会：相模原の地形・地質調査報告書(第二報), 1985. 3
- 2) 鈴木伴征、入江光輝、石川忠晴：鉛直不飽和浸透流の新計算法, 土木学会第24回関東支部, pp246～247 1997. 3

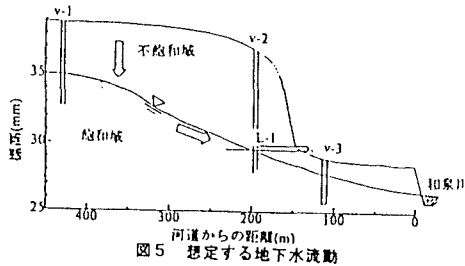


図5 想定する地下水流動

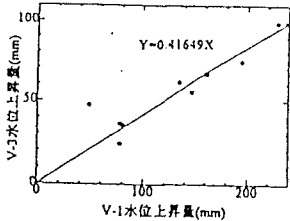


図6 V-1とV-3の水位上昇量の相関

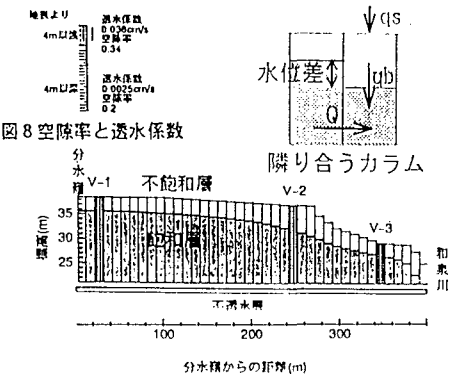


図7 台地地形モデル

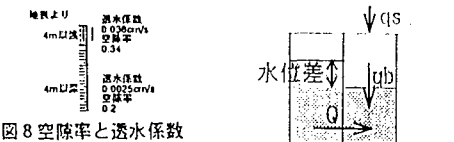


図8 空隙率と透水係数