

姉川・高時川下流域の地下水解析

京都大学 防災研究所 正会員 岡 太郎
京都大学 大学院・工 学生員 ○谷口 禎弘

1. まえがき 琵琶湖北東部の姉川・高時川下流域において地下水解析を行うとともに、地下水供給量及び酒渴河川と地下水との関係を検討した結果について述べる。

2. 地下水流動の基礎式と解析法 被圧地下水流動の基礎式は(1)式で表される。

$$S \frac{\partial h}{\partial t} = T \left(\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} \right) + \varepsilon \quad (1)$$

ここで、 ε : 地下水供給量・揚水量。

なお、不圧地下水の場合について

も、 $S = \lambda$ (有効間隙率)、 $T = K H_0$

(H_0 : 平均流動深) とすることにより(1)式が適用できる。

解析法には有限要素法を用いることにし、(1)式をガラーキン法により離散化して数値的に解析する。

3. 解析条件 解析領域を図1の一点鎖線で囲まれる領域(74.1km²)とする。この領域には、姉川・高時川・草野川・田川が流れている。

このうち、姉川下流部と田川は常に表流水が存在するが、草野川・姉川の一部の区間は渇水期に地下浸透のため消失する。表流水が存在する

河川については、それを近似する節点の地下水位に河川水

位を与える。表流水が消失すると予想される区間については、解析領域内の最上流端の節点にあらかじめ河川流量 Q_0 を与えておき、(2)式により順次下流の流量 Q_r を求め、

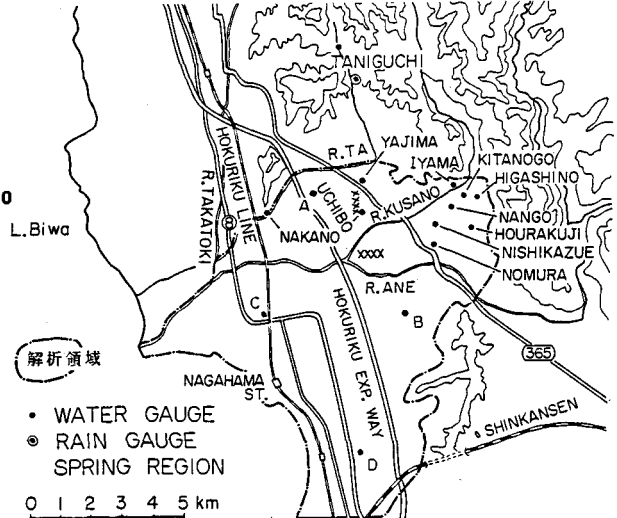


図1 解析領域

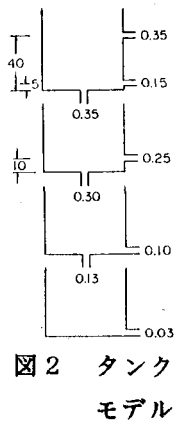


図2 タンクモデル

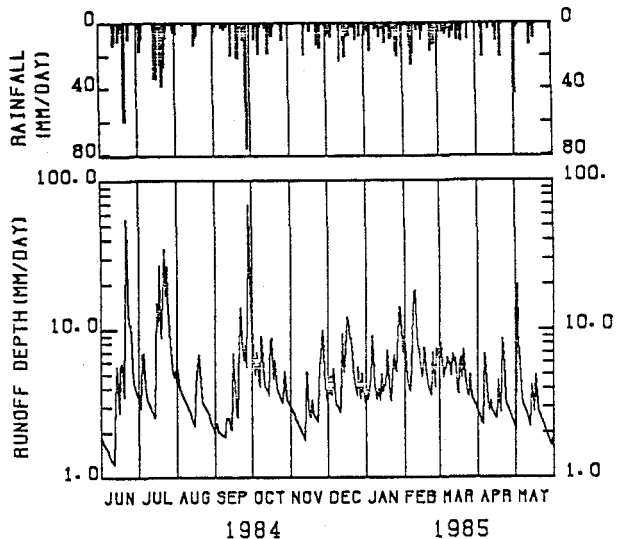


図3 降雨量と流出高

$Q_r \leq 0$ となる地点より下流側では表流水は消失するものとする。むろん、表流水が消失する場合には地下水の解析を行う。

$$Q_r = Q_0$$

$$-\sum_{i=1}^{n-1} (q_i^r + q_i^l) \quad (2)$$

ここで、 q_i^r 、 q_i^l : 区間 i における河川よりの浸透量、 Q_0 は谷口地点の流出解析で得られているタンクモデル(mm-day)により算出する。(図2, 3参照)

解析領域の北東部と東部は丘陵域に接しているが、この丘陵域の雨水流出量のほとんど全量が滞水層に浸透している。したがって、ここでは、図3の流出高に背後地面積を乗じて地下水供給量を推算し、境界節点に与える。

地表面よりの地下水供給量 ε は、水田域については、被圧部: $\varepsilon = K_s(G - h) / L_s$ 、不圧部: $\varepsilon = K_s$ 、非水田域については図3の流出高を用いて算出する。(G: 地表面標高、 K_s : 表層土の透水係数、 L_s : 表層土厚) また、解析領域中の一つの揚水機場の汲上量は約 $100\text{m}^3/\text{hr}$ (24時間稼働) である。したがって、灌漑期(日雨量 5mm以下)の揚水量にこの値を用いる。

4. 解析結果と考察 1984年 6月より

1985年 5月の1年間について実施した計算結果より、図4に地下水位ハイドログラフ、図5に1984年11月30日の流速ベクトルと地下水位分布を示す。図4より地下水位変動については改善の余地を残しているが、計算結果は観測結果をかなりうまく再現している。また、図5より草野川・姉川の表流水が消失した区間では、地下水流が河川部を横断するなど流況にかなり影響しているのが認められる。これらの結果より、ここで提示した地下水供給量の算出法、涸渇河川の取扱法の有用性が一応認められたと言えよう。

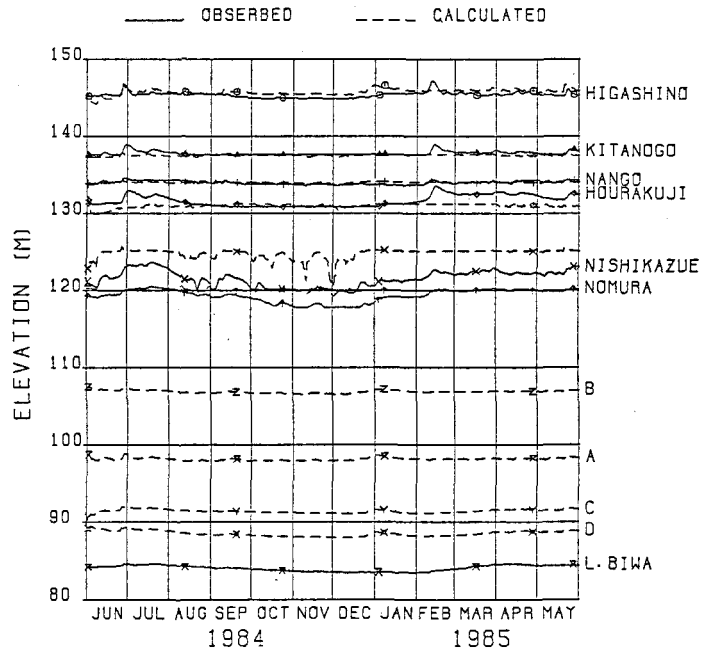


図4 地下水位ハイドログラフ

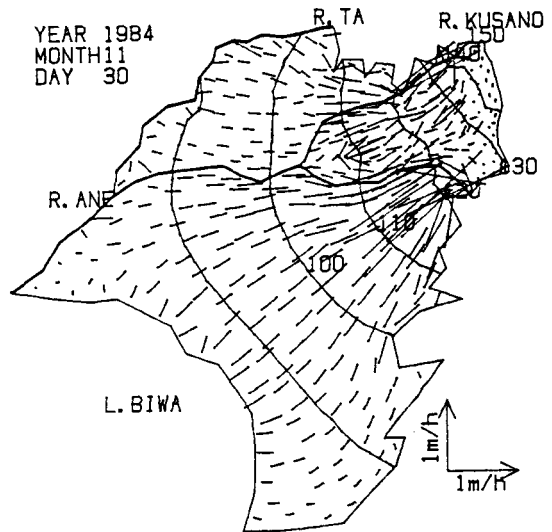


図5 流速ベクトルと地下水位分布