

徳島大学工学部 正員 尾島 勝
徳島大学大学院 学生員 ○本田優司

1. まえがき: 人口の増大と地域開発の進展に伴ない, 比較的簡単に得られることより, 水資源としての地下水の需要は増大の一途をたどっている。一方で, 地下水の過剰揚水による地下水位の異常低下・地盤沈下・海岸地下水の塩水化および地下水質の劣化などの種々の被害を起し問題となっている。これらの問題に対処しつつ地下水の適正な利用を図るには, 地下水の流動量等を適確に把握する必要がある。

低平地自由地下水の水位や流動量の変動は, 降雨・蒸発散・漏水等の自然条件, 揚水・人口注入等の人為条件, および滞水層の構造に対する応答として生ずる。このように, 地下水の挙動あるいは水収支に關係する要素は極めて多く複雑であり, また雨水浸透や漏水など不明確な点も多い。地下水の流動を定量的に把握するためには, 対象とする地域の地形・地質の構成をふまえ, 滞水層定数を適確に決定しなければならぬ。われわれは低平地における地下水流動量の算定に努めているが, ここではその第一歩として, 重信川流域の平野部を対象とし, 多くの地下水位観測記録に基づいて滞水層定数の推定を試みた。

2. 滞水層モデルと滞水層定数の推定: 図-1に示すように, 各井戸を中心とする多角形領域に分割すると, 任意の多角形領域について次の水収支式が成立する。

$$\left. \begin{aligned} \sum_i (h_i - h_B) Y_{iB} &= A_B S_B \frac{dh_B}{dt} + A_B Q_B \\ Y_{iB} &= \frac{J_{iB} \cdot T_{iB}}{L_{iB}} \quad T = \delta_0 K \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

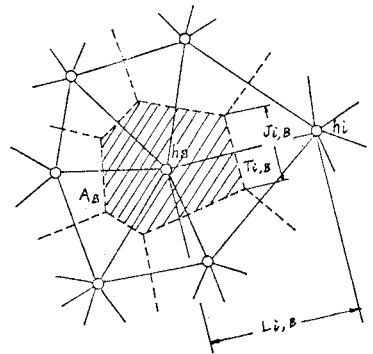


図-1 多角形領域

ここに, A_B は多角形領域Bの面積, S_B は領域Bを代表する貯留係数, Q_B は領域Bからの単位面積流出量, h_B は井戸Bの地下水位, h_i は隣接井戸iの地下水位, L_{iB} は井戸Bと井戸iの間の距離, J_{iB} は L_{iB} の中間点に直交する多角形の一辺の長さ, T_{iB} は井戸iと井戸Bの

間の平均透水量係数, K は透水係数, δ_0 は平均滞水層厚である。(1)式において, 左辺は多角形領域Bを出入する地下水流動量の総和であり, 右辺は多角形領域B内の地下水貯留量の変化と多角形領域B内における揚水・雨水浸透・漏水など自然条件・人為条件を全て含めた鉛直方向の移動量を表わす。(1)式を差分化すると,

$$\sum_i (h_i^{j+1} - h_B^{j+1}) Y_{iB} = A_B S_B \frac{h_B^{j+1} - h_B^j}{\Delta t} + A_B Q_B^{j+1} \quad (2)$$

となる。(1), (2)式において $Q \cdot Y \cdot S$ は共に地下水の水収支を支配する重要な要素であるが, Q は場所的・時間的に変化する外的要素であるのに対し, $Y(T)$ および S は場所によって決まっている定数で内的要素である。

対象とする地域を全域にわたって図-1のような多角形網でおおひ, 各滞水層定数を与え, さらに初期水位と境界における水位あるいは地下水流入量を与えれば, (2)式で表わされる連立方程式を解くことにより, 逐次各井戸の水位および各井戸間の地下水流動量を求めることができる。さて, 地下水流動量を求めるためには各井戸間の透水量係数・各領域の貯留係数を前もって決定する必要があるが, これらの滞水層定数は不明であり, 広域にわたってこれらを直接求めることは困難である。そこで逆に水位記録から滞水層定数を求めることができれば便利でありかつ容易である。これには, 多くの地下水位観測記録を必要とし, また, 滞水層定数を与え地下水位を試算し, その計算値と観測値が満足いく程度一致するまで繰り返し行なう試行錯誤が必要である。

3. 重信川下流域への適用： 対象とした地域は重信川下流域の平野部で、図-2および図-3に示す。重信川は急流河川に属し、降雨後数日間のみ河道水がみられる程度で、その後は伏流して河床は干上がってしまう。平野部の滞水層は良好な透水性を有し、種々の用水源として利用されている。地下水位の観測は建設省四国地方建設局松山工事事務所により、なされ、多くの観測記録がある。

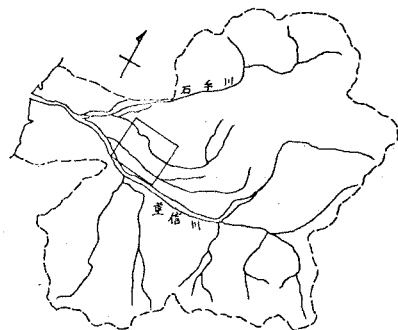


図-2 重信川流域

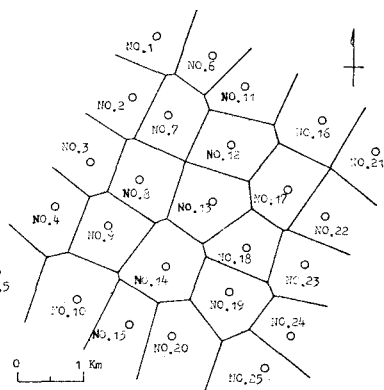


図-3 井戸の位置と多角形網

今回解析の対象としたのは、重信川と石手川に挟まれた、約1km間隔に位置した計25ヶ所の観測井で、昭和37年11月～昭和38年10月（通観測）の観測記録を用いた。地下水位の試算にあたって、計算量を少なくするため滞水層定数は場所的に一定であり、鉛直方向の移動量（揚水量その他）は無視できるものとした。（ $T/S = \text{const}$, $Q=0$ ）この場合、滞水層定数はその比 T/S (K/S) が推定されることになる。また、領域分割と△元は細かくする程よく近似できるであろうが、観測井の位置と観測記録の時間間隔に一致させた。A, J, Lの値は地図より求め、滞水層厚は20mで一定であるとした。図-3に観測井の位置と多角形領域を示す。

以上の仮定の下に、期間を、地下水位変動の少ない渇水期（昭和37年11月～昭和38年4月）と地下水位変動の激しい豊水期（昭和38年5月～昭和38年10月）に分け、両期間について図-3に示す9個のそれぞれの領域について、(2)式より地下水位を試算した。それらと観測値を比較した結果、全ての領域について K/S は 10^1 cm/sec 程度と推定した。

図-4, 5にNO. 9, NO. 12の地下水位の計算値と観測値を併記し示す。しかし、これらの図からわかるように計算値と観測値の一致は十分満足できるものではなかつた。これは鉛直方向の移動量 Q と滞水層の不均質性が無視できないことを示唆するものと思われ、観測井間の間隔および時間間隔の大きさにも問題があると考えられる。これらは今後の課題である。また、豊水期は K/S の違いによる地下水位の計算値の相違が比較的明瞭であったが、渇水期についてはそれらの相違が判別し難く滞水層定数の推定は困難であった。なお揚水試験による透水係数の値は 0.98 cm/sec である。

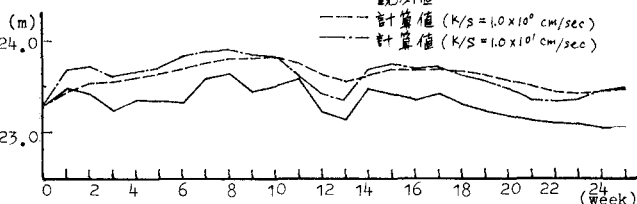


図-4 NO. 9の地下水位（豊水期）

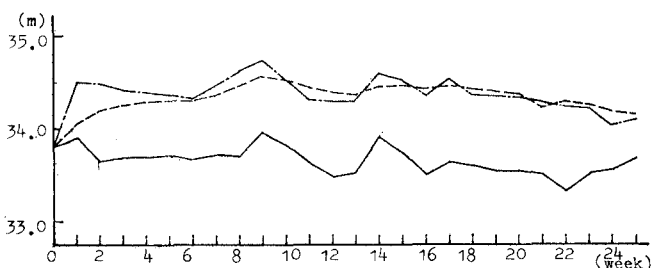


図-5 NO. 12の地下水位（豊水期）

4. あとがき： 計算量軽減のため最も単純化し、滞水層定数の推定を試みたが多くの問題点を生じた。今後はこれらの問題点をさらに検討し、滞水層定数のより正確な推定と流動量の算定を進めていくつもりである。

参考文献

- 1) Tyson, H. N., and E. M. Weber: Jour. Hydraul. Div., ASCE, 90 (HY-4), 1964.
- 2) 建設省四国地方建設局松山工事事務所：重信川低水流量調査報告書，昭和42年3月。