

## 観測地下水位による基盤高と地下水パラメータの推定について

八代高専

正 員 藤野 和徳

アジアプランニング(株)

小路 順一

## 1. はじめに

地下水汚染対策の検討等には地下水の流況が数値解析によって求められる。これには地下水パラメータ(透水係数, 空隙率), 境界の地下水位および基盤高, 帯水層厚等が必要となる。地下水パラメータについては揚水試験などその推定手法は確立されている。基盤高や帯水層厚についてはボーリングの地質調査によって得られる。地下水パラメータや基盤高の分布を精度よく求めるには多くの点のボーリング調査が必要であるがそのボーリング調査には多大な経費がかかる。したがって, 本研究は地下水位を観測し, 遺伝的アルゴリズムを用いて基盤高および地下水パラメータを同時に推定する手法を提案するもので, シミュレーションモデルを用いて本手法を検討している。本手法により既存の基盤高分布の評価や新たに基盤高分布を求めるためのボーリング調査の補完が可能になると思われる。

## 2. 地下水流の基礎方程式

地下水位の変動を表す基礎方程式は, 不圧地下水で透水係数, 空隙率は一定として, 準一様流を仮定すると, 次式で表される。

$$n \frac{\partial h}{\partial t} = k \frac{\partial}{\partial x} \left\{ (h - g) \frac{\partial h}{\partial x} \right\} + k \frac{\partial}{\partial y} \left\{ (h - g) \frac{\partial h}{\partial y} \right\} + r \quad (1)$$

$h$  : 地下水位(m),  $g$  : 岩盤高(m)

$k$  : 透水係数 (m/日),  $n$  : 空隙率,  $r$  : 涵養量(m/日)

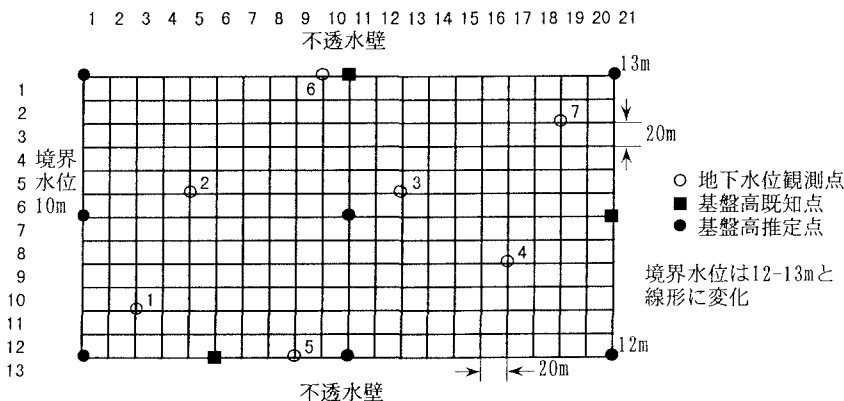


図-1 シミュレーション領域

## 3. 基盤高と地下水パラメータの推定手法

図-1のシミュレーション領域内の基盤高と地下水パラメータの推定を例に説明を行う。推定には地下水位観測点の観測水位を利用し, 遺伝的アルゴリズムを用いて基盤高と地下水パラメータである透水係数と有効空隙率を推定する方法をとっており, そのフローチャートを図-2に示す。領域内の基盤高分布は図-1の基盤高推定点と基盤高既知点の基盤高を線形補間して表している。推定するパラメータ数は基盤高推定点の基盤高7と透水係数, 空隙率の合計9個である。遺伝的アルゴリズムは生物の進化論をもとに3つの過程, 選択, 交叉, 突然変異によって適合する子孫到達をモデル化したものである。1パラメータを2進数8桁で表すと1個体は9×8ビット(個体例: 00101100……01010010)となり, 初期集団としてここでは100

組生成し、次式の適応関数  $f$  が小さいとき適応度が高いとして選択し、さらに交叉、突然変異の操作を行い、これらの一連の操作を繰り返して、適合個体すなわちパラメータ群を得た。

$$f = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (h_{i,j} - h'_{i,j})^2 \tag{2}$$

ここに、 $h_{i,j}$  : 実測水位、 $h'_{i,j}$  : 推定水位  
 $M$  : 観測時間の全ステップ数  
 $N$  : 地下水位観測点数

#### 4. 適応例

東西の境界水位は一定で南北の境界は不透水壁として、図 - 3 に示す降雨の涵養があったとして、基盤高を図 - 4 に示す設定基盤高とし、透水係数 25.92m/日、空隙率 0.3 として、式(1)を数値解析し、7 点の地下水位観測値を得た。基盤高については 2 進数 8 桁の数値 0~255 を 0~5.5 に、透水係数 0~30、空隙率は 0~0.5 に変換し基盤高と地下水パラメータを推定してみた。図 - 5 は 4 箇所(番号 1~4)の地下水位観測点を用いたときの推定基盤高であり、透水係数は 25.118m/日、空隙率 0.298 と推定された。また、図 - 6 は地下水位観測点を 7 箇所にしたときの推定基盤高である。このとき、透水係数は 26.098、空隙率は 0.300 と推定された。両者ともほぼ設定値に近い値が得られている。地下水位観測点数多い図 - 6 の精度がよい結果となっており、透水係数、空隙率が正しく推定されることで基盤高の精度は上がっている。

#### 5. まとめ

領域内の地下水位の測定結果を用いて、遺伝的アルゴリズムによる基盤高、地下水パラメータの推定手法を提示した。モデルでは概ね推定可能であることがわかった。今後は、実測データに本手法を適用したいと考えている。

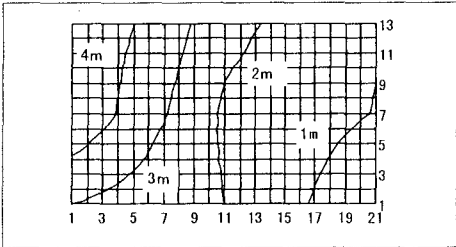


図 - 5 推定基盤高分布  
(地下水位観測点数 4)

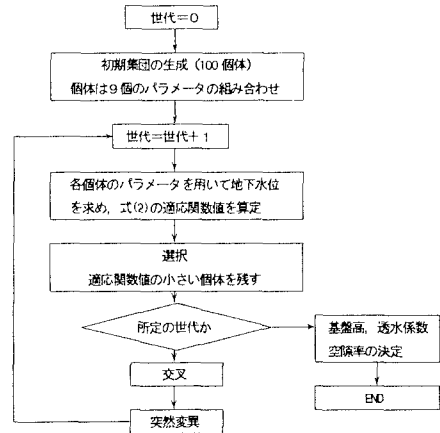


図 - 2 流れ図

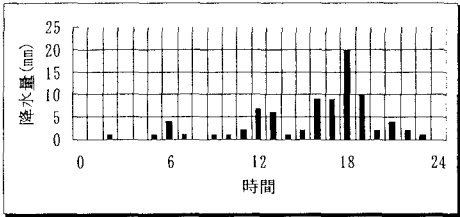


図 - 3 降水量

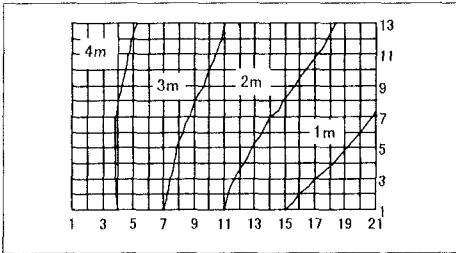


図 - 4 設定基盤高分布

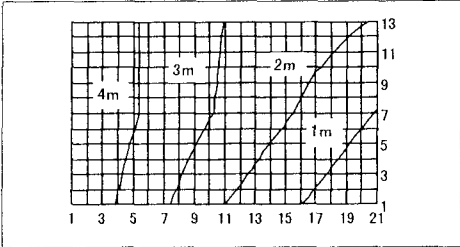


図 - 6 推定基盤高分布  
(地下水位観測点数 7)