

1. はじめに

地下水位や地下水中の汚染物質の挙動などを求めるには、精度よく地下水パラメータ（透水係数，空隙率）や基盤高や帯水層厚の分布を求めておく必要がある．基盤高や帯水層厚の分布を精度よく求めるには多点の揚水試験やボーリング調査が必要であるが，これらには多くの経費がかかるのが現状である．したがって，本研究は海岸地域の地下水場を対象に，既存の井戸の観測地下水位を用いて，遺伝的アルゴリズムにより基盤高および地下水パラメータを同時に同定する手法を提案するもので，本手法をシミュレーションモデルに適用し解について検討している．

2. 地下密度流の基礎方程式

海岸地域の不圧地下水領域で透水係数，空隙率は一定として，準一様流を仮定すると，淡水位，塩水位の時間的变化は次式で表される．

$$I \frac{\partial h_f}{\partial t} - I \frac{\partial h_s}{\partial t} = k \frac{\partial}{\partial x} \left\{ (h_f - h_s) \frac{\partial h_f}{\partial x} \right\} + Q_0 \tag{1}$$

$$I \frac{\partial h_s}{\partial t} = k \frac{\partial}{\partial x} \left\{ (h_s - h_g) \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{r_f}{r_s} h_f + \frac{r_s - r_f}{r_s} h_s \right) \right\} \tag{2}$$

ここに，

h_f : 淡水位(m) , h_s : 塩水位(m) , h_g : 基盤高(m) , r_f : 淡水密度(kg/m³)
 r_s : 塩水密度(kg/m³) , k : 透水係数 (m/日) , I : 有効空隙率 , Q_0 : 涵養量(m/日)

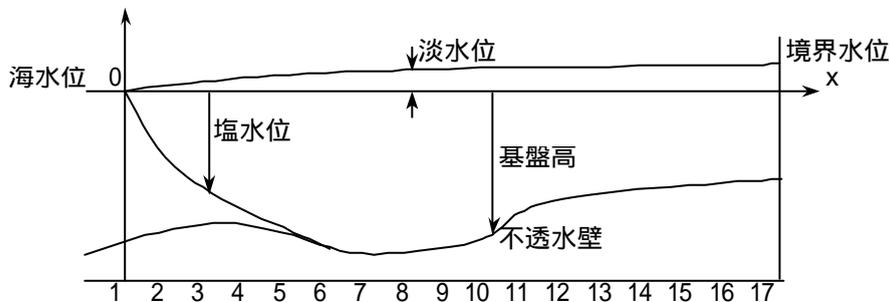


図 - 1 シミュレーション領域

3. 基盤高と地下水パラメータの同定手法

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同定を例に説明を行う．同定には地下水位観測点の観測水位のみを利用し，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 I , k/I を推定する方法をとっている．領域内の基盤高分布は図 1 の 1 , 5 , 9 , 13 , 17 の 5 点の基盤高を同定し，その間は線形補間して表している．同定するパラメータ数は 5 つの基盤高推定点と 2 つの地下水パラメータの合計 7 個である．計算水位と観測水位の差の 2 乗和からなる式(2)の適応関数 f が小さくなるように，基盤高と地下水パラメータを同定している．なお，1 つのパラメータは 8 ビットの 2 進数で表している．

キーワード：地下密度流方程式，透水係数，空隙率，基盤高，遺伝的アルゴリズム

連絡先 ：〒866-8501 八代市平山新町 2627，八代高専，土木建築工学科，TEL 0965-53-1336

$$f = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (h_i - h'_i)^2} \quad (3)$$

ここに、 N ：地下水位観測点数

4. 適応例

基盤高を設定し、透水係数は 100m/日、有効空隙率 0.3、境界水位として、格子点番号 1 では平均海水位 0.0m で、振幅 0.6m、周期 12 時間の潮汐を与え、格子点番号 17 の水位は 4m の一定値として、図 - 2 に示す涵養量があったとして、時間間隔 30 分として式(1)、(2)を用いて非定常解を算出し、これを観測水位として基盤高と地下水パラメータ I 、 k/I とを同定した。

図 - 3 に観測水位を示す。これは 30 分間隔の 6 箇所 の観測地下水位である。図 - 4 は内陸部へいくにしたがい基盤高が低下している設定基盤高について、4 箇所 の観測水位（格子点番号 4、5、9、13）と 2 箇所 の観測水位（格子点番号 5、13）を用いたときの同定基盤高である。表 - 1 に地下水パラメータの同定値を示す。これらの図表より、ほぼ基盤高、地下水定数ともに同定ができたと考える。図 - 5 は同定基盤高と地下水パラメータを使用したときの淡水位と塩水位の分布である。

図 - 6 は -40m のフラットな基盤高を設定し、涵養量がない場合について、観測水位を 4 箇所（格子点番号 4、5、9、13）使用し、塩水位を考慮しない地下水流方程式を用いたときの同定基盤高を示している。この場合、塩水侵入域では基盤高がほぼ塩水位の高さとして現れている。

5. まとめ

遺伝的アルゴリズムを用いることにより、基盤高、地下水パラメータは概ね同定可能であることがわかった。なお、図 - 4 より、観測点数が 4 の場合、基盤高が真値より低く（帯水層厚が大となる）同定されているため、 k/I は真値より小さくなっている。これは透水係数と帯水層厚の積である透水量係数が基盤高の同定に影響しているものと考えられる。

表 - 1 地下水パラメータの同定結果

観測点数	I	$k/I(m/日)$
4	0.3	308.2
2	0.3	349.0

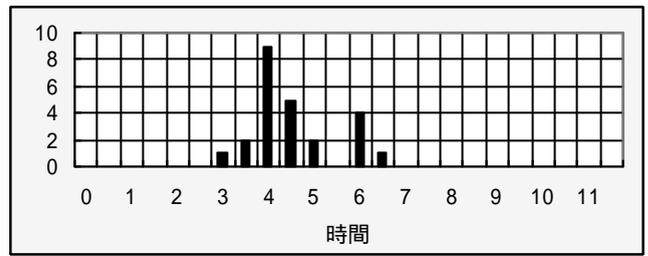


図 - 2 涵養量(mm)

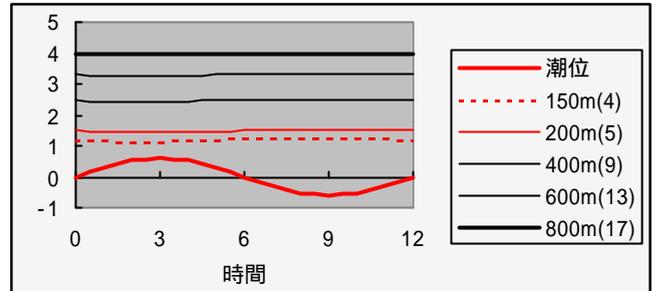


図 - 3 観測地下水位 (m)

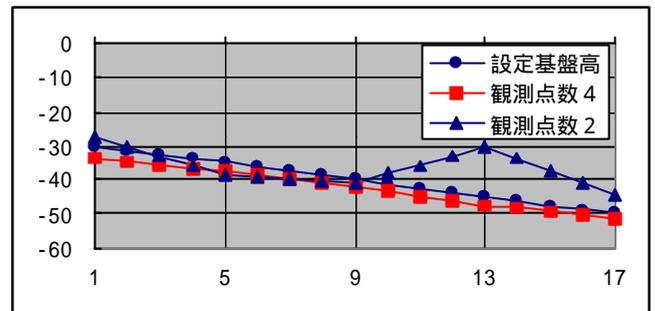


図 - 4 同定基盤高

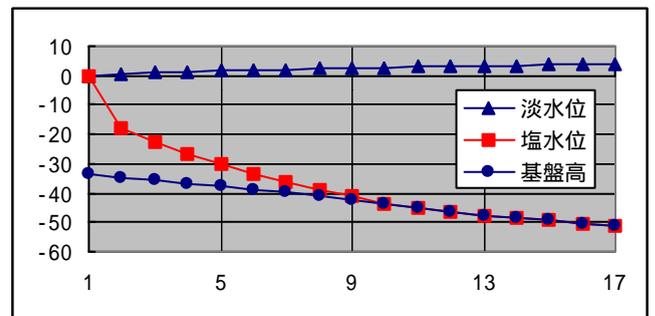


図 - 5 同定基盤高による淡水位と塩水位

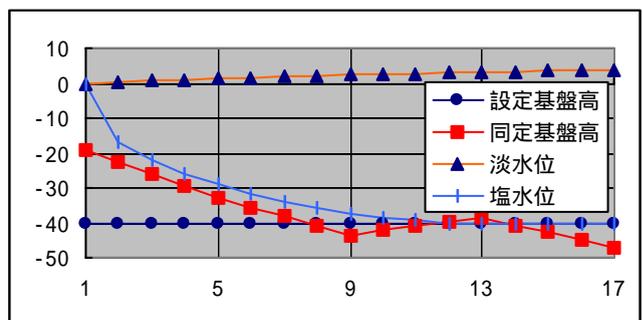


図 - 6 地下水流方程式による同定基盤高