

II-50

地下水位と地下水パラメータの推定

八代高専 正会員 藤野和徳

1. はじめに

近年、有機塩素系化合物や農薬、ガソリン、放置された産業廃棄物による地下水汚染や、過剰揚水による地下水の塩水化などが各地で発生し問題となっている。八代地域については生活・農業・工業用水の大部分をこれまで地下水に依存してきており、海岸地域では塩分濃度の上昇が観測されている。

本研究は、八代地域の地下水位の季節変化や人為変動を明らかにすることを目的として、1本の観測井戸の地下水位を通して、降雨と地下水位の関係を明らかにしようとするものである。なお、降水量と地下水位の関係についてはタンクモデルを用いており、このタンクモデルのパラメータを遺伝的アルゴリズムにより推定する手法を提案している。

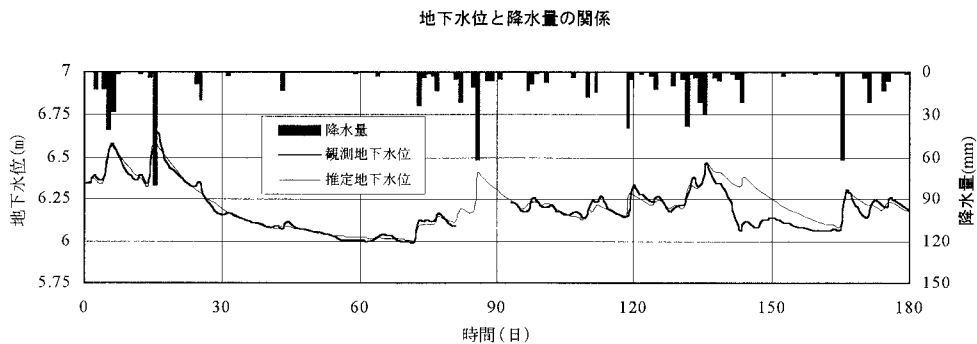


図-1 地下水位と降水量

2. 地下水位の変化

図-1に、平成9年9月1日から10年2月28日までの八代高専の敷地内にある井戸の地下水位とアメダスによる日降水量の観測結果を示す。地下水位は降水量にとってもない9月から低下傾向にあること、降雨の大小により地下水位の変動量に差が出ること、および降水のあった日から約1日遅れて地下水位が上昇することが観測されている。

3. 降雨と地下水位の関係

地下水位を推定するため、地下水位の観測結果をもとに図-2に示すタンクモデルを設定した。第1タンクでは、地表水位の上昇および下降の推移を、第2タンクは地下水位の上昇及び下降を表わすものである。hw1は地表水位の高さを表わし、hw2は地下水位を表している。流出孔1は、地表面における水の上流域からの流入と下流域への流出および蒸発散量の総和を表すもので、流出孔2、3は、地下への浸透

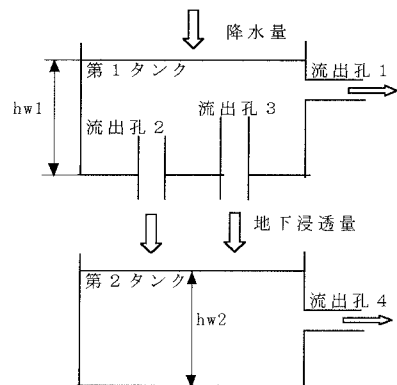


図-2 タンクモデル

連絡先（熊本県八代市平山新町 2627 番地，八代高専，土木建築工学科，電話 0965-35-1611）

量を表わしており、第 2 タンクには、空隙率で除した値を流入させている。流出孔 4 は地下水の上流からの流入と下流域への流出の総和を表わしている。このモデルのパラメータ数は第 1, 2 タンクの水位 2 個と 4 つの流出孔の大きさ 4 個と高さ 4 個、および空隙率 1 個の合計 11 個である。

4. 遺伝的アルゴリズムによるパラメータの推定

図-2 のタンクモデルのパラメータを遺伝的アルゴリズムを用いて推定する。図-3 にパラメータ推定のためのフローチャートを示す。1 個体は 11 個のパラメータからなり、88 ビットで表し、各パラメータは 8 ビットの 2 進数で表している。なお、流出孔 2, 3 の孔の大きさの和は 1 以下としている。適応関数 f は次式を用いた。

$$f = \sqrt{\sum_{i=1}^n (h_i - h'_i)^2}$$

ここに、

h : 観測地下水位

h' : 推定地下水位

n : 観測データ数

初期集団の生成は乱数を用いて 100 個体とした。選択はトーナメント選択を採用しており、交叉確率 0.6, 突然変異確率 0.1, 世代数は 500 とした。地下水位と降水量の観測数は 180 であるが、推定には最初から 80 日分のデータを用いた。

推定された地下水位を図-1 に示す。81 日以後についても観測地下水位と推定地下水位はよい一致を示している。このとき空隙率は $n = 0.222$ と推定された。また、図-4 に各世代の最小適応関数値を示す。観測井戸数が 1 本のため、透水係数の推定は困難であるが、推定した空隙率と有効径から透水係数 k を次式より推定してみると、

$$k = D^2 \frac{r_w}{\mu} \frac{e^3}{1+e} C$$

$k = 0.02 \text{ cm/sec}$ となった。この値については検討を要するが、オーダー的にはほぼ正しいものと思われる。

5. 結論

本研究では、地下水位と降水量の関係をタンクモデルで表わし、遺伝的アルゴリズムによりタンクモデルのパラメータの推定を行った。さらに、得られた空隙率と実測した有効径により透水係数を推定した。得られたパラメータによる地下水位の推定値は良い一致を示した。

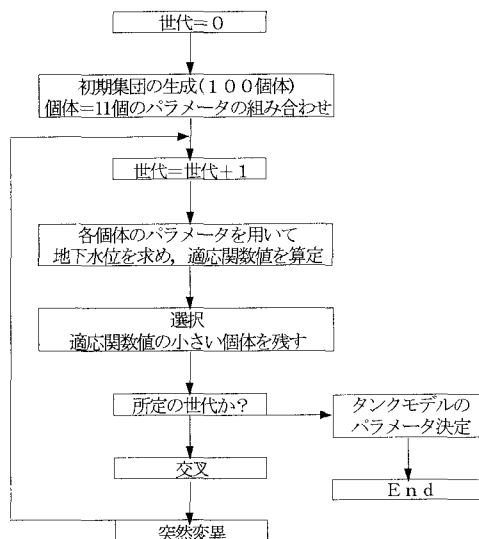


図-3 遺伝的アルゴリズムによるパラメータ推定の流れ図

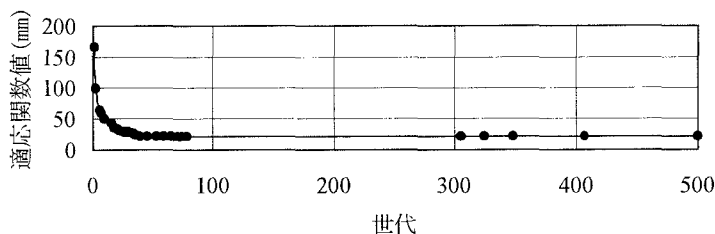


図-4 適応関数値の世代変化