

貯水池の水位と流入・流出量の推定について

八代高専 学生員 吉田 誠也

八代高専 正 員 藤野 和徳

1. はじめに

各種の用水のうち生活用水については生活水準の向上に伴い今後も増加が予想されている。農業、工業用水の需要量の伸びは微小だと考えられているが、異常気象からか渇水の発生が毎年生じており、農業、工業用水についても時空間的な水不足の発生は避けられない状態となっている。したがって、各種の用水に対して持続可能な水資源計画を各地域で策定する必要があると思われる。貯水池についても適切な操作が必要であり、本研究この目的のための手始めとして、貯水池の位変化を推定する手法を提案し、最終的に貯水池操作に結び付けたいと考えている。

貯水池への流入量は河川水、降雨、降雨による貯水池周辺からの地下浸透量、また、貯水池からの流出量は蒸発量、取水量、漏水量が挙げられるが、本研究では貯水池の水位、河川水量、降水量、蒸発量、取水量の日データから、遺伝的アルゴリズムを用いて降雨による周辺からの地下浸透量および漏水量を推定し、貯水池の水位変化を求める手法提案している。

2. 遺伝的アルゴリズムによる貯水池水位の推定手法

貯水池の水位変化を次式で与えた。

$$h(k+1) = h(k) + Q_i(k) + Q_r(k) + r(k) - Q_o(k) - L(k) \quad (1)$$

ここに、

h : 貯水池の水位、

Q_i : 流入量 (河川水など)

Q_r : 降雨による周辺からの地下浸透量 (流入量)

r : 降水量と蒸発量の和

Q_o : 取水量

L : 漏水量 (流出量)

k : 時間ステップ

である。

このうちの h , Q_i , r , Q_o の日データが得られているとして、未知量である降雨による周辺からの地下浸透量 Q_r は3段のタンクモデル (図-1 参照) を使用し、また、漏水量 L については貯水池の水位に比例するとした次式を用いて推定を行った。

$$L = a \cdot h(k) \quad (2)$$

ここに、 a は漏水係数である。

Q_r と L のパラメータが正しく与えられれば、推定水位は観測水位に一致するものとして、適応関数を次式で与えた。

$$f = \sqrt{\frac{1}{K-1} \sum_{k=2}^K \{h(k) - h'(k)\}^2} \quad (3)$$

ここに、 K : 全時間ステップ数、 h, h' : 観測、推定水位である。

この適応関数値が最小になるよう、遺伝的アルゴリズムを用いてパラメータを推定した。遺伝的アルゴリズムは生物の進化論をもとに3つの過

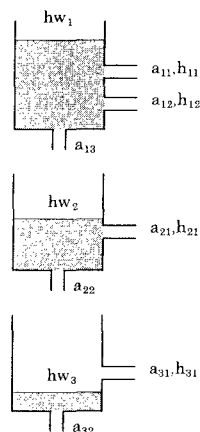


図-1 浸透量算定のためのタンクモデル

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、ここでは、タンクモデルのパラメータ 14 と漏水量を表すパラメータ 1 の合計 15 の組み合わせを 1 個体として、適合する個体を見出している。1 パラメータは 2 進数 8 桁で表しており、この 2 進数 8 桁の数値 0~255 をタンクモデルの孔の大きさであれば 0~0.5 に、タンクの水位であれば 0~1000 に変換してパラメータを表した。初期集団として 100 組の個体を生成し、選択には 1 個体を 2 回選択できるとして任意の 2 個体の組を 100 組作り、各組で適応関数の小さい個体を残す操作を行っている。したがってこの選択では個体数は変化しない。次に、交叉については交叉区間を乱数で定め、ある交叉確率その区間の遺伝子を入れ替えた。突然変異についても変異区間を乱数で定め、ある変異確率で遺伝子 0 は 1 に、1 は 0 に反転させて突然変異を表した。これらの一連の操作を繰り返して（世代数を上げて）適応度の高い個体（パラメータの組み合わせ）を求めている。

3. 適応例

図-2 に示す貯水池の水位(m)、降水量と蒸発量の和(mm)、および取水量(mm)の日データより、交叉確率 0.6、突然変異確率 0.1、世代数 30000 として、降雨による周辺からの地下浸透量と漏水量を推定した。なお貯水池への流入量 Q_i はゼロとしている。図-3 に貯水池の水位の観測値と推定値を示す。貯水池の水位の推定は概ねできていると思われる。図-4 に降雨による周辺地域からの地下浸透量と漏水量の時間的変化を示す。地下浸透量は降雨量によって約 1~2 日遅れて貯水池へ流入している。また、漏水量は貯水池の水位の関数であるが、その量と変動幅は小さく、1 年を通してほぼ 3.7mm 前後の結果となった。図-5 に各世代の適応関数値すなわち誤差を示す。世代数 30000 で誤差は 66mm となっている。

4. まとめ

貯水池への降雨による周辺からの地下浸透量と漏水量を推定する手法の定式化ができた。さらに精度を上げる必要があるが、今後は推定水位を用いて貯水池操作を検討してゆきたい。

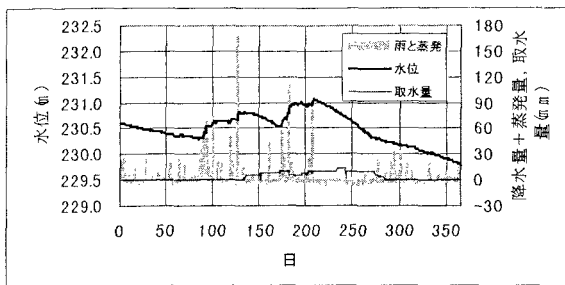


図-2 観測日データ

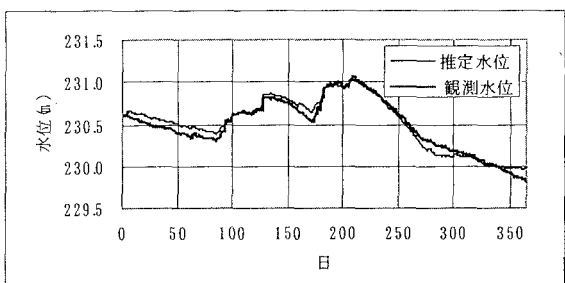


図-3 観測水位と推定水位の比較

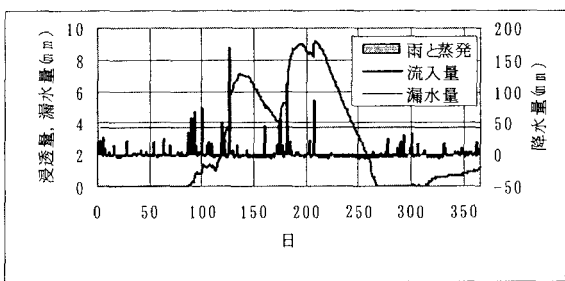


図-4 降雨による周辺からの流入量と漏水量

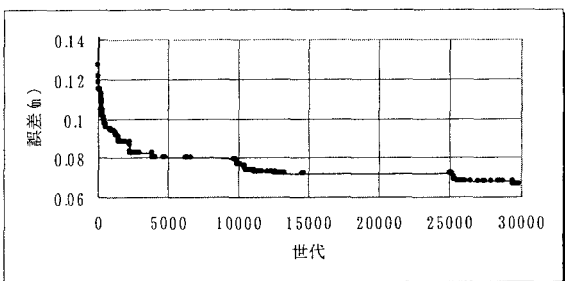


図-5 適応関数値の世代変化