

## II-302 貯水池の水位の推定と導水による水位の制御について

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

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。また、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、渇水の発生により農業、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り、貯水池についても適切な操作が必要となっている。

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、貯水池の水位を推定し、次に、予測降雨による水位の推定から、水位低下により用水確保が困難となった場合に、河川水の導水により水位低下を防ぐ導水計画を、これも遺伝的アルゴリズムを用いて求める手法を提案している。

## 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2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。

キーワード：貯水池、浸透量、漏水量、水位制御、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, TEL0965-35-1611

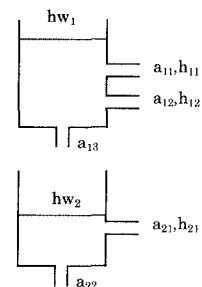


図-1 浸透量算定のためのタンクモデル

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 10 と漏水量を表すパラメータ 1 の合計 11 の組み合わせを1個体として、一連の操作、選択、交叉、突然変位を繰り返して適応度の高い個体(パラメータの組み合わせ)を求めた。

### 3. 水位推定の適用例

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 3000 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。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、また、漏水量は貯水池の水位の関数であるが、その量は小さく、1年を通してほぼ3.7mm前後の結果となった。

### 4. 導水による水位操作

渇水等による貯水池の水位低下対策として周辺河川からの導水で水位低下を防ぐ方法を提案する。予測された降雨により水位が定められた低限界水位以下になると推定された場合、周辺河川からの導水量最小で、水位を低限界水位以上に維持する導水計画すなわち日単位で導水するか否かを遺伝的アルゴリズムで定める方法を探った。適応関数を次式与えた。

$$h_k > h_c (k=1 \sim K) \text{ で, } g = \sum_{i=1}^K Q_{i_k} \quad (4)$$

ここに、 $h_k$  : 各ステップの推定水位

$h_c$  : 低限界水位  $Q_{i_k}$  : 導水量

適用例として、図-4に示す取水量と予測降水について、低限界水位  $h_c = 229 \text{ m}$  を下回る水位が推定されたため、日導水量を 10mm、操作期間は 4/1~6/30 の 91 日間で、導水計画を求めた。図-5に導水時の水位を示す。91日間で 30 日間導水すれば低限界水位以下にはならない結果を得た。

### 5. 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の推定および導水による水位低下対策手法が定式化ができた。今後はさらに取水量の制御について検討してゆきたい。

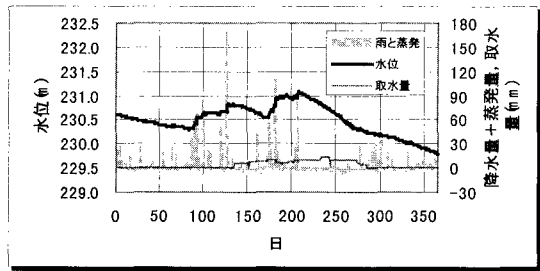


図-2 観測日データ

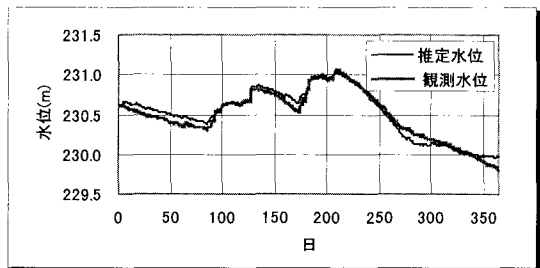


図-3 観測水位と推定水位

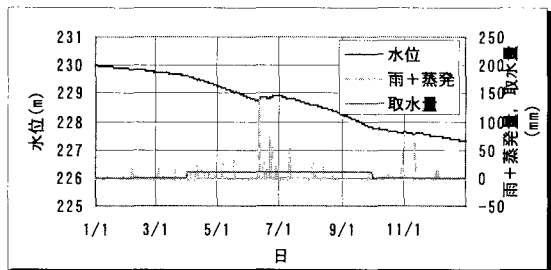


図-4 予測降雨による水位

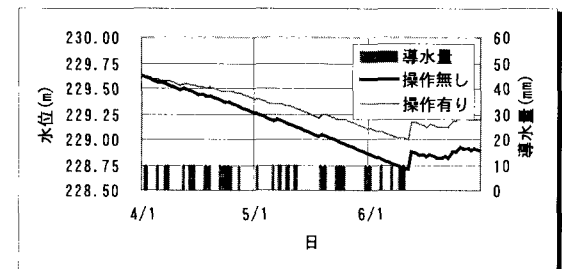


図-5 導水による水位の制御