

II-53

事前降雨の影響を考慮した渇水流量予測の試み

京都大学防災研究所 正員 角屋 睦
 京都大学防災研究所 正員 ○田中丸治哉
 大阪ガス（株） 正員 安田 史生

1. まえがき 利水ダムを運用管理する際、数日～数カ月先の流況が予測できれば、渇水対策上好都合である。このような流況予測に長期流出解析法を適用することが考えられるが、ダム管理のための実時間的予測においては、降水量予測が極めて困難という問題がある。本研究では、渇水時を想定した少雨時系列を長短期流出両用モデルに入力し、シミュレーション的に渇水流量予測を試みた結果を報告する。

2. 対象流域と解析資料 滋賀県愛知川上流部に位置する永源寺ダム流域（図1、132km²）を研究対象流域とする。解析には、1975～1988年の14年間の資料を用いるが、流量にはダム地点の日平均流量と如来堂地点の毎時流量を、降水量には流域内の6雨量観測点の記録を用いる。また蒸発散量は、彦根気象台の月平均気温と月平均全天日射量より推定する。

3. 流出モデルの適用と状態修正 モデルの同定適用：流出モデルには、これまで永源寺ダム流域でもその有用性が確かめられてきた 図2（a）に示す長短期流出両用モデル¹⁾を採用する。すでに同定されている 図2（b）の最適定数を用いて14年間の検証計算を行ったところ、日流出高の平均相対誤差は29.7%となった。状態修正法：一般に流出モデルを介した流量予測では、モデルの不十分さに起因するモデル誤差や降水量、蒸発散量、あるいは流量などの観測誤差など様々な誤差の介入が避けられない。そこで、ここでは日流出高の計算値を観測値に近づけるように流域平均日降水量と日蒸発散量を修正することによって、モデルの状態変量（タンク貯留水深）を修正する簡便な状態修正法を導入した。その状態修正法の概要は以下の通りである。

①降雨日で計算値が観測値より過小（過大）ならば降水量を増す（減ずる）ように修正し、無降雨日で計算値が観測値より過小（過大）ならば蒸発散量を減ずる（増す）ように修正する。なお、計算値と観測値の相対誤差がしきい値 ε 以下であれば修正しない。

②修正は降水量、蒸発散量を ω 倍することにより行う。ただし、 ω には上下限（ $1 - \Delta\omega \leq \omega \leq 1 + \Delta\omega$ ）を設定し、これを越える修正はしない。 ω が上下限内に収まるときは、 ω をはさみうち法で求める。その際、相対誤差が ε 以下になったところで収束とみなす。

予測期間の降水量等を完全既知として求めた予測日流出高の相対誤差（当日～90日先）を表1に示す。これよりパラメータ ε と $\Delta\omega$ の選択と予測精度の関係として、次のような結果を得た。①いずれの場合も30日程度で状態修正の効果は無くなり、以後は非

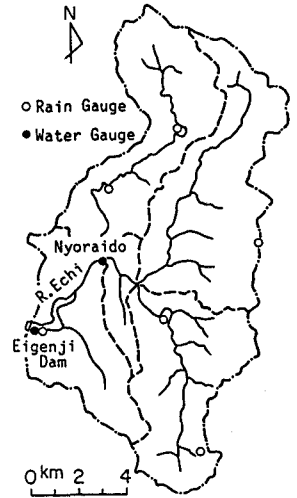


図1 永源寺ダム流域

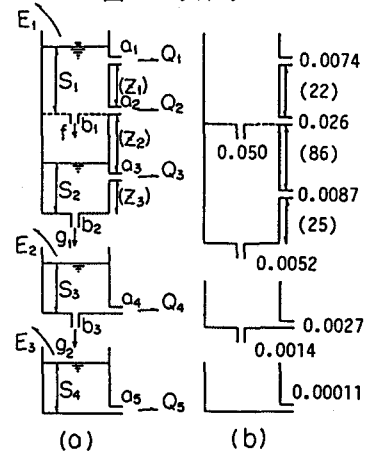


図2 (a)長短期流出両用モデル
 (b)最適定数(mm-h)

表1 予測日流出高の相対誤差(%)

ε	10%	20%	10%	20%	非修正
$\Delta\omega$	0.5	0.5	1.0	1.0	
0日先	20.6	21.8	18.5	19.8	29.7
10日先	27.5	27.7	26.7	26.8	29.8
20日先	29.0	29.0	28.7	28.6	29.8
30日先	29.5	29.5	29.4	29.2	29.8
60日先	29.8	29.7	29.8	29.7	29.8
90日先	30.0	29.9	29.9	29.8	29.9

修正の場合と大差ない。② ε を小さくして修正を厳しくすると当日の精度は向上するが、それ以後の予測精度がやや悪くなる。③ $\Delta\omega$ を大きくすると予測精度がやや向上するが、 $\Delta\omega=1$ すなわち $0\leq\omega\leq 2$ とすると雨天日の降水量を0にするような極端な修正も許容することになり、やや不自然である。以上の結果を総合的に判断して、ここでは $\varepsilon=20\%$ 、 $\Delta\omega=0.5$ を採用することにした。

4. 予測少雨時系列と予測蒸発量の扱い 予測少雨時系列：適当に定めた起日からN旬先までの確率的累加降水量曲線（図3）を求め、N旬累加降水量から（N-1）旬累加降水量を差し引いた値を第N旬予測降水量とする。図3の実線、一点鎖線、点線、破線はそれぞれ観測値、15年、7年、5年確率少雨を示す。次に、降雨日を旬の初めに集中させ、旬降水量を旬平年降水日数で除して日降水量を求め、予測日降水量時系列とする。 予測蒸発量：各月毎に求まる推定月平均日蒸発量の平年値を予測日蒸発量とする。

5. 渇水予測 予測少雨・蒸発量時系列を流出モデルに入力して、1975～1988年の14年間について渇水流量予測を行った。予測少雨時系列には、15、7、5年確率少雨の3ケースを設定し、永源寺ダムが農業用利水ダムであることを考慮して灌漑期の5～9月の第1日を起点とした9旬（3カ月）先までの予測計算を行った。実際に15、7、5年確率少雨が生じた年のみを対象として評価した予測累加流出高の相対誤差を表2に示す。ここでは、状態修正を行うA法と状態修正を行わないB法をそれぞれ検討しているが、得られた結果は次のように纏められる。①いずれもほぼ良好な結果が得られているが、1カ月先予測についてはA法の方が精度が良い。②2～3カ月先予測では、A法とB法の精度は同程度であり、状態修正の効果が及ぶのは1カ月先程度までである。A法による予測例を図4に示す。ここで、実線、一点鎖線、点線、破線はそれぞれ観測値、15年、7年、5年確率少雨入力時の予測値を示す。

6. 事前降雨の影響 図5は、7月1日を起点に15年確率少雨を入力して渇水流量予測を行った際の、各旬の最大・最小の予測値（点線）を示した図で、参考のため竹内らの季節別渇水持続曲線法²⁾による予測値（実線、季節早遅を考慮しない場合）を併示する。この図より、予測降雨時系列が同じであっても予測流出高には差が生じることが分かる。このように予測流出高が毎年異なるのは、事前の降雨履歴による流域の乾湿状態をモデル（タンク貯留水深）が反映しているからである。すなわち、事前降雨の影響を考慮している点が、長短期流出両用モデルを用いた渇水流量予測の特徴といえる。また、予測値の最大・最小値の差に注目すると、ほぼ1カ月先以降はその差が一定となっている。これより予測開始時点の乾湿の影響が及ぶのは、状態修正の効果と同様、1カ月先程度までであることが分かる。

【参考文献】1)角屋ら：水資源研究センター研究報告，第9号，1989. 2)竹内ら：第28回水理講演会論文集，1984.

表2 予測累加流出高の相対誤差（%）

予測期間	状態修正 有り(A)	状態修正 無し(B)
1カ月先予測	15.9	18.3
2カ月先予測	16.7	16.8
3カ月先予測	19.2	19.0

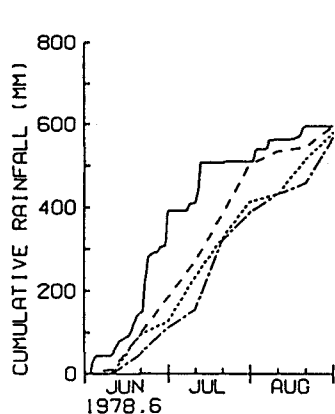


図3 累加降水量

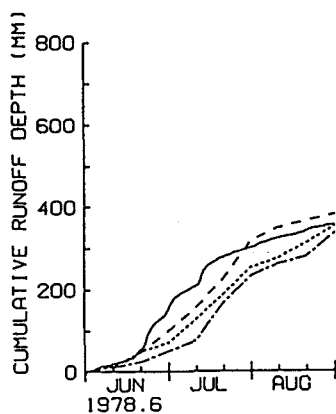


図4 予測累加流出高

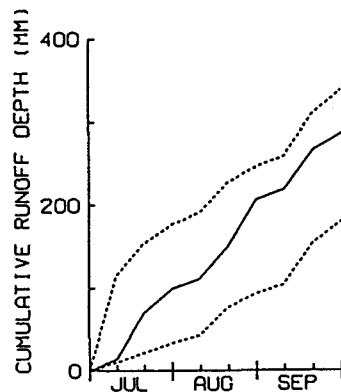


図5 予測値の最大最小