

## 1 ヶ月アンサンブル降水予報を用いた長期貯水池操作 Long-term Reservoir Operation with One-month Ensemble Forecast of Precipitation

○ 野原大督・坪井亜美・堀智晴  
○ Daisuke Nohara, Ami Tsuboi, Tomoharu Hori

Decision making method of long-term reservoir operation mainly for drought management is proposed by use of one-month ensemble forecast of precipitation provided by Japan Meteorological Agency in this paper. 50 streamflow scenarios for a month ahead at focused dam site and downstream assessed point are estimated from 50 precipitation sequences provided by one-month ensemble weather forecast. Estimation is conducted by use of linear regression model estimated from past observational data in the focused basin. Daily release strategy of a single multipurpose reservoir is then optimized from estimated ensemble inflow sequences so as to minimize damage caused by water saving against drought conditions. Sampling Stochastic Dynamic Programming (SSDP), which is expansion of dynamic programming for consideration of both of sequential and probabilistic processes, is employed for that optimization. A simulation of proposed reservoir operation method was applied to Sameura reservoir in Yoshino river basin in Japan.

### 1. はじめに

渇水を対象とした長期的な貯水池操作を効率よく行うためには、将来の流域における水文状況を見積もることが必要である。我が国では、各地方の気象台から降水量を始めとした気象の予報が出されているが、長期の将来に関する予報であるため、精度の低下が大きく、また、その精度低下や不確実性を定量的に評価することが難しいため、貯水池操作の意思決定の中で陽に用いられることは少ないのが現状である。近年、運用が始まったアンサンブル予報では、予報過程で人為的に摂動を与えられた異なる初期値からの複数の予報（予報メンバーという）が求められるため、各予報値のばらつきの程度の推移から予測の精度の推移について見積もることができるようになっている。そこで、本研究では、アンサンブル予報の上記の性質に着目し、気象庁1か月アンサンブル予報のメンバー別降水量予報 GPV を用いて、向こう1か月間における貯水池の日単位の放流決定を行う方法について検討する。

### 2. アンサンブル予報降水量を用いた流況の予測

アンサンブル予報はそれぞれ異なる初期値から求められた50個の予報系列が公表されている。これら50個の予報降水量系列と当期及び過去数日間の降水量・流況から、1ヶ月先までの貯水池流入量および下流河川の基準地点流量を、重回帰式を用いて求める。これにより、向こう1ヶ月間に対する50個の予測流入量系列と基準点流入量系

列がそれぞれ作成される。

### 3. アンサンブル流況予測系列を用いた貯水池操作の最適化

予測された流入量系列と流量系列を用いて、1ヶ月先までの貯水池放流決定の最適化計算を行う。最適化計算には、DP（動的計画法）の1種である Sampling Stochastic DP (SSDP)を用いる。SSDPは、予測情報などの時系列的な特徴を保存しながら、最適化計算を行う手法である。本研究では、被害関数  $C_t(\cdot)$  によって算出される、基準点流量が需要量を下回ることによる総被害を最小にすることを目的に、当期の最適放流量が、貯水池での連続式、放流・貯留制限を考慮しながら以下の2式から成る関数再帰方程式を解くことで算出される。

$$\min_r \sum_m \{C_t(s_t, q_t(m), r_t) + f_{t+1}(s_{t+1}, m)\} \quad (1)$$

$$\forall s_t, m, \text{ and } t \in \{1, \dots, T\}$$

$$f_t(s_t, m) = C_t(s_t, q_t(m), r_t) + f_{t+1}(s_{t+1}, m) \quad (2)$$

$$\forall s_t, m, \text{ and } t \in \{1, \dots, T\}$$

ここで、 $t$  はステージ数、 $T$  は総ステージ数、 $s_t$  はステージ  $t$  における離散化された貯水量、 $q_t(m)$  は  $m$  番目のアンサンブル予測系列によるステージ  $t$  における予測流況、 $r_t$  はステージ  $t$  における放流量、 $f_t(s_t, m)$  は  $t$  期の貯水量  $s_t$  と予測流況  $m$  に対応する  $t$  期以降の被害の積算値である。