

タイ国 Chao Phraya 川流域内大規模貯水池の運用における上流域観測降雨の適用可能性に関する検討

富山県立大学大学院 学生員 ○道谷 健太郎
富山県立大学 正会員 手計 太一, 呉 修一

1. はじめに

2011 年, タイ国 Chao Phraya 川流域は連続的な洪水により甚大な被害を受けた. 一方で同流域は近年深刻な渇水に見舞われている¹⁾. 同流域では治水・利水の両面を考慮した包括的な流域マネジメントの開発が必要とされている.

本研究グループでは, 下坂ら²⁾の事前放流ルールを参考に, 同流域における大規模貯水池運用の基礎的な検討を実施している³⁾. 事前放流法の総降雨量方式を用いるためには, 上流域の降雨量とダム貯水池への流入量の関係を明らかにすることが必要である. 本稿では, より簡易で実用的な運用法の提案を目的として, 流域平均降雨と流入量の関係を明らかにした. また流入量の推定結果を貯水池の運用に適用した場合の検証を行い, 貯水池運用への適用可能性を検討した.

2. Chao Phraya 川流域

本研究で対象とする Chao Phraya 川流域はタイ北部から中央部にまたがる, 同国最大の面積(157,925 km²)を持つ流域である. 気候はアジアモンスーンの影響を受け, 雨期(5月から10月)と乾期(11月から4月)とで降雨量が明確に異なる. 同流域には Bhumibol ダム貯水池, Sirikit ダム貯水池という 2 つの大規模貯水池が存在し, 治水・利水において重要な役割を担う. 各貯水池の詳細は既報³⁾の通りである.

3. 上流域の降雨量と貯水池への流入量の関係

Bhumibol ダム貯水池, Sirikit ダム貯水池の集水域のティーセン日降水量の平均値を上流域の降水量として以下に用いる. なおデータの参照期間は貯水池と降雨量のデータが共に揃っている期間として, Bhumibol ダム貯水池において 1964 年 6 月 1 日から 1997 年 3 月 1 日, Sirikit ダム貯水池において 1974 年 1 月 1 日から 1997 年 3 月 1 日である.

図 1, 2 は Bhumibol ダム貯水池, Sirikit ダム貯水池における月間流入量と上流域の月間降雨量の時系列である. 月単位で比較しても降雨量の年最大値をとる月と

流入量の年最大値をとる月が一致しないことがわかる.

次に, 各年 1 月 1 日から 12 月 31 日の総流入量と最も相関性の高い降雨量の参照期間を導くため, 年間降雨量の参照期間のみを数日ずらし, 年間流入量と年間降雨量の決定係数を比較した. 図 3 は Bhumibol ダム貯水池と Sirikit ダム貯水池の各年の年間流入量と流域の 365 日間降雨量の決定係数を表す. 横軸は 365 日間降雨量の積算開始日と 1 月 1 日との日数の差を表す. Bhumibol ダム貯水池においては 1 月 1 日からの差が -47 日のとき決定係数が最大となる. これは各年の 11 月 15 日から 365 日間の総降雨量と翌一年間の年間流入量との決定係数が最大となる事を表す. Sirikit ダム貯水池においては 12 月 1 日から一年間の降雨量との決定係数が

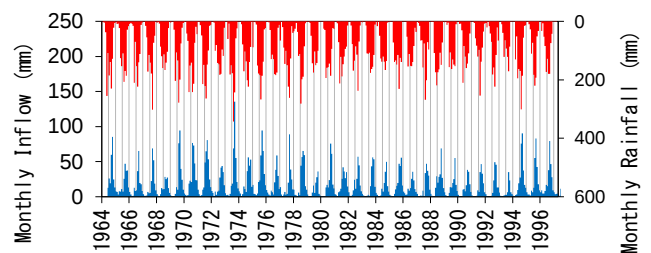


図 1 Bhumibol ダム貯水池における月間流入量と流域平均降雨の月積算値

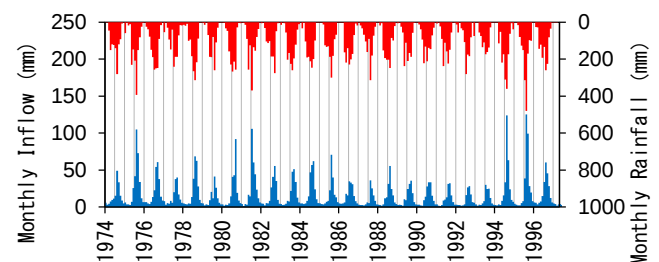


図 2 Sirikit ダム貯水池における月間流入量と流域平均降雨の月積算値

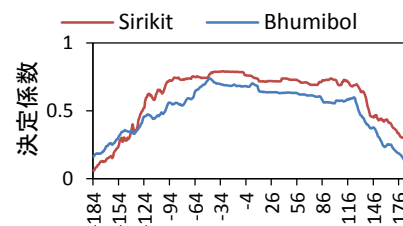


図 3 各貯水池における年間流入量と各日から 365 日間の総降雨量との決定係数

キーワード 貯水池操作, タイ洪水, 流域管理, Chao Phraya 川流域

連絡先 〒939-0398 富山県射水市黒河 5180 TEL. 0766-56-7500 E-mail : t557008@st.pu-toyama.ac.jp

最大となる．これらのことから降雨と流入に大きな時間差が生じているといえる．

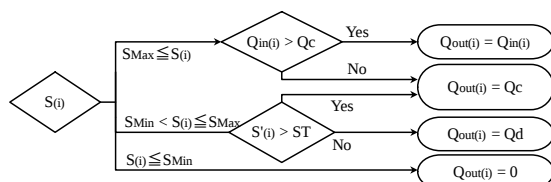
図4(a)は Bhumibol ダム貯水池における各年 11 月 15 日から 365 日間の総降雨量と翌年 1 月 1 日からの年間流入量の相関図である．流入量は貯水池の集水面積で除した値を表す．図中の黒の直線は回帰直線を表している．図中赤と青で表した点は回帰直線との縦軸方向の距離が最も離れた点をそれぞれ表す．それぞれの値と回帰直線との差は-74 mm(-1957 MCM) (MCM は 10^6 m^3)，79 mm(2087 MCM)である．これらは貯水池の有効貯水量の 20.2%，21.6%に相当する．図-4(b)は Sirikit ダム貯水池における各年 12 月 1 日から 365 日間の総降雨量と翌年 1 月 1 日からの年間流入量の相関図である．回帰直線との縦軸方向の距離が最も離れた点の値と回帰直線との差はそれぞれ-103 mm (-1360 MCM)，134 mm (1765 MCM)である．これらは貯水池の有効貯水量の 20.4%，26.5%に相当する．これらの直線関係を用いて降雨量から流入量の推定を行った場合，最大で 20%以上の過剰または過小が生じると考えられる．

4. 流入量の推定を用いた貯水池運用

Sirikit ダム貯水池において，図 4 の関係を用いて総降雨量から年間流入量を推定し，洪水年における貯水池運用に用いた場合の検証を行った．放流量の決定に用いるパラメーターとして S' を以下のように設定した．

$$S' = S + R - \sum Q$$

ここに， S :現時点での貯水量(m^3)， R :積算降雨量に対応する流入量の推定値(m^3)， $\sum Q$:現時点までの流入量の積算値(m^3)である．また貯水量の目標値 S_T として既報³⁾で述べた運用上の貯水量上限曲線 (URC) の最大値を適用する． S' はある時点の貯水量とそれ以降推定される流入量の和であり， S_T と比較することで貯水量の過剰を判断できる．検証においては以下のように放流量が決定されるものとする．



ここに， S_{Max} : 最大貯水量(m^3)， $Q_{\text{in}}(i)$: 同日の日流入量(m^3)， Q_c : 貯水池の許容放流量， S_T : 12 月 31 日時点の貯水量の目標値(m^3)， Q_d : 放流需要量(m^3)， S_{Min} : 最低貯水量(m^3)とする．放流需要量 Q_d 及び許容放流量 Q_c は既報³⁾の値を用いる．1995 年の流入に対して上記の方法を適用した場合の貯水量，放流量を計算した．1995 年はデータの参照期間中唯一 Sirikit ダム貯水池において貯水量が貯水池の最大貯水量に達した年である．

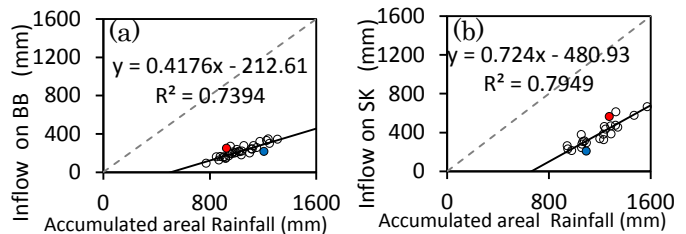


図 4(a) Bhumibol ダム貯水池における各年 11 月 13 日から 365 日間の総雨量と翌年の総流入量
(b) Sirikit ダム貯水池における各年 12 月 1 日から 365 日間の総雨量と翌年の総流入量

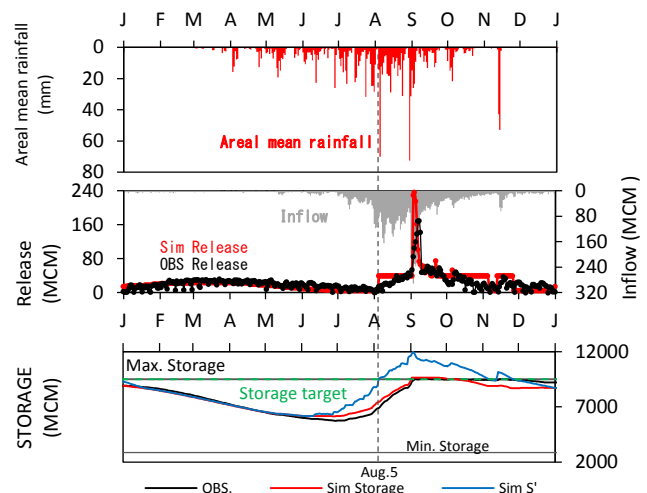


図 5 Sirikit ダム貯水位における 1995 年(洪水年)の検証結果

図 5 はダム貯水池における検証結果を表す．青線で示された S' の値に着目すると，実際の流入量が大きくなる 7 月より前の段階で S' の値の増加が見られる．これは雨期の前半にあたる 5，6 月の降雨の積算値から推定される流入と現時点までの流入の差から，現時点以降の流入を算出しているためである．また S' は 8 月 5 日の時点で S_T を満たしており，検証においてはその時点で貯水量の過剰を判断して，それ以降は放流量を大きくしている．7 月終盤から 9 月中旬にかけて降許容放流量を超える流入が続くために，貯水量は最大貯水量に達しているものの，検証結果はより早い段階で洪水調節運用に移行しているといえる．

参考文献

- 1) Annual Weather Summary over Thailand in 2015, タイ気象局, February 29, 2016.
- 2) 下坂将史, 呉修一, 戸谷英雄, 山田正, 吉川秀夫: 既存ダム群の洪水調節機能向上のための新しい放流方法の提案, 水工学論文集, 第 52 巻, pp.511-516, 2008.
- 3) 道谷健太郎, 手計太一, 呉修一, Pongsthakorn Suvanpimol: タイ国 Chao Phraya 川流域における治水・利水・環境に配慮した大規模ダム貯水池の最適運用方法, 土木学会論文集 G (環境), vol.71, No.5, ppI_37-I_46, 2015.