

降雨の不確実性を考慮したダムの異常洪水時防災操作生起頻度の推定

室蘭工業大学 ○学生員 西島星蓮 (Seren Nishijima)
 室蘭工業大学 正員 中津川誠 (Makoto Nakatsugawa)
 室蘭工業大学 学生員 関洵哉 (Junya Seki)
 室蘭工業大学 学生員 山洞智弘 (Tomohiro Sando)

1. はじめに

近年、豪雨により日本各地のダムで異常洪水時防災操作が行われている。本研究では、札幌市の治水を担っている豊平峡ダムを対象に流入量・放流量・貯水位の計算を行い、夏期の異常洪水時防災操作の頻度、また堤体越流の可能性を推定した。図-1に豊平峡ダム流域の位置図を示す。

2. 研究方法

4段タンクモデルで流入量を求め、その結果から放流量・貯水位の計算を行い、貯水位の結果から異常洪水時防災操作と堤体越流の可能性を推定した。

2.1 d4PDF

d4PDFとは、高解像度大気モデルを使用した高精度モデル実験出力のことである。実験は60kmメッシュの全球実験と日本周辺での20kmメッシュの領域実験に大別され、過去の気候状態3,000年分(過去60年×50メンバー、以降現在気候と称する)と、将来において全球平均気温が4℃上昇した気候状態5,400年分(将来60年×90メンバー、以降将来気候と称する)のモデル実験が行われた。本研究では、気候変動により降雨が増大した場合に、従来のダム操作でどの程度の調節効果を発揮するか検証するため、現在気候と将来気候それぞれの20kmダウンスケーリング降雨データ(以下、20kmDS)を、豊平峡ダム流域を対象に抽出した。

2.2 ダム流入量・放流量・貯水位の計算条件

(1) ダム流入量の計算方法

流入量の推算には4段タンクモデルを採用した。モデルは流域を図-2に示す12個のパラメータを持つタンク群とみなし、流出を再現する¹⁾。流出量 q (mm/h)の合計をダムへの流入量とする。また、上記12個のパラメータの最適値の決定にSCE-UA法(shuffled complex evolution method developed at The University of Arizona)(Duanら²⁾)を適用する。

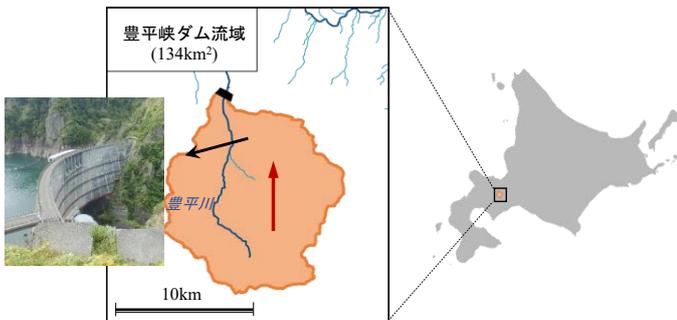


図-1 豊平峡ダム流域位置図

(2) ダム放流量・貯水位の計算方法

豊平峡ダムにおける放流量計算は、7/1 1:00～10/1 0:00の期間について操作規則に基づき行う。以下に放流量の計算手順を①～④に示す。

① 貯水位の設定

貯水位は、貯留量を豊平峡ダムの $H-V$ 式に当てはめて求める。 $H-V$ 式は国土交通省北海道開発局札幌開発建設部河川整備保全課に提供していただいた。

② 放流量の計算

放流量 Q_{out} (m^3/s)は、(1)で求めた q (mm/h)を単位変換した流入量 Q_{in} (m^3/s)と貯水位 H (m)の関係から、豊平峡ダムの操作規則(以下、操作規則)をもとに計算を行う。以下に放流量の設定手順を示す。

・異常洪水時防災操作開始以前

貯水位が458.78m(第一期洪水貯留準備水位)を超え、472.58m(異常洪水時防災操作開始水位)未満の場合、操作規則に基づき、定率・定量の洪水調節操作で放流を行う。

・異常洪水時防災操作

貯水位が472.58mを超え、474.88m(サーチャージ水位)を超えることが予測される場合、異常洪水時防災操作を開始する。

・堤体越流時の扱い

本研究では、気候変動下での降雨量の増大による堤体越流の可能性を検討するため、474.88mを超えた場合は、計算上 $Q_{in}=Q_{out}$ (水位維持)とした。

③ 貯留量の更新

本節の(1)で求めた流入量と上記②で求めた放流量から、以下の(1)式、(2)式より時刻 $t+\Delta t$ での貯留量を求める。

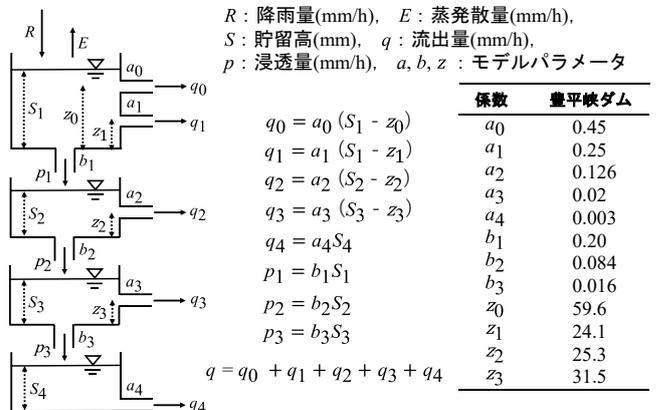


図-2 4段タンクモデル模式図とパラメータ最適値

キーワード ダム 異常洪水時防災操作 気候変動 d4PDF 降雨の不確実性 SCE-UA 法
 連絡先 〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1 国立大学法人室蘭工業大学 TEL 0143-46-5276

$$\Delta V = (Q_{in}(t) - Q_{out}(t)) \cdot \Delta t \quad (1)$$

$$V(t+\Delta t) = V(t) + \Delta V \quad (2)$$

ここで、 ΔV :貯留量の変化量(m³)、 $Q_{in}(t)$:時刻 t での流入量(m³/s)、 $Q_{out}(t)$:時刻 t での放流量(m³/s)、 Δt :時間間隔(h)、 $V(t+\Delta t)$:時刻 $t+\Delta t$ での貯水量(m³)、 $V(t)$:時刻 t での貯水量(m³)とする。上式で貯留量を更新後、 $H-V$ 式より貯水位に変換する。

④ 期間全体の計算を①～③の手順を繰り返し実施

上記の方法を用いて、20 kmDS 降雨データの現在気候 3,000 年分・将来気候 5,400 年分の7月から9月の3ヶ月間を自動的に計算し、貯水位が472.58 mに達した場合は異常洪水時防災操作を実施、貯水位が474.88 mに達した場合は堤体越流するとし、その頻度をカウントした。

3. 結果と考察

3.1 2011年と2014年の再現結果

2節で示した計算方法の再現性を確認するために、過去20年間で最大流入量が上位2事例である2011年と2014年において再現計算を行う。過去2事例での流入量・放流量・貯水位の計算結果を図-3に示す。実測値と計算値を比較すると、各年とも概ね実測を再現できている。以上より、d4PDFデータでの計算を進めていく。

3.2 夏期における異常洪水時防災操作の推定

各気候の72時間降雨最大値の計算結果を図-4に示す。現在気候の事例は異常洪水時防災操作をしており、将来気候の事例は堤体越流していることがわかる。そして、現在気候3,000年分と将来気候5,400年分の7月から9月の異常洪水時防災操作と堤体越流の頻度、月別での生起頻度を推定した結果を図-5に示す。この結果から、異常洪水時防災操作を実施した回数は現在気候で5回、将来気候で16回であるとわかる。これより、過去に夏期の異常洪水時防災操作を実施したことのない豊平峡ダムにおいても、今後操作を行う可能性があり、将来気

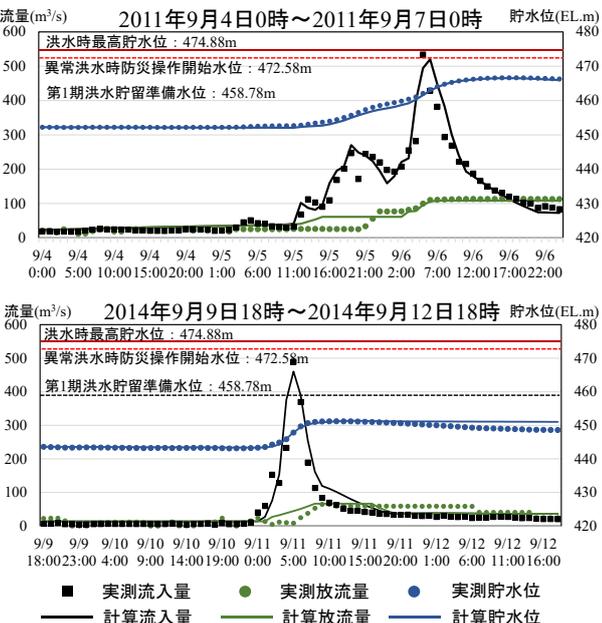


図-3 2011年と2014年の流入放流貯水位再現

候ではその頻度はさらに増加すると考えられる。また、堤体越流の回数は将来気候でのみ6回であった。これより、低頻度とはいえ、現状のダム操作では堤体越流の発生が懸念される。また、月別の発生頻度では、各気候ともに8月に最も多い。これらの対応として、事前放流による貯水位低下、複数ダムの連携、ダムの改良(容量振替、堤体のかさ上げ、ゲートの改良)など検討すべきことが示唆される。

4. 結論

本研究において得られた結果を以下にまとめる。

- (1) 過去の降雨事例検証を通し、当時の流入量・放流量・貯水位の再現が適切に行えることを確認した。
- (2) 将来の気候変動による大雨で、現状のダム操作では異常洪水時防災操作を行う頻度が増え、堤体越流する可能性も示唆した。

謝辞：本研究の遂行にあたり、北海道大学の山田朋人氏、星野剛氏ならびに国土交通省北海道開発局札幌開発建設部河川整備保全課及び豊平峡ダム管理支所には、貴重なデータを提供いただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- (1) 菅原正巳：流出解析法，共立出版，1972。
- (2) Duan, Q. et al.: Optimal use of the SCE-UA global optimization method for calibrating watershed models, *J. Hydrology*, Vol.158, No.3-4, pp.265-284, 1994.

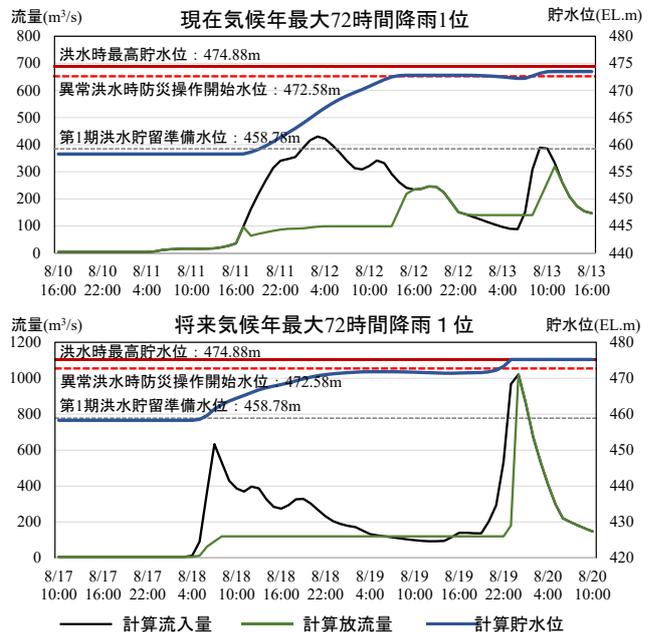


図-4 年最大72時間降雨量最大値の計算結果

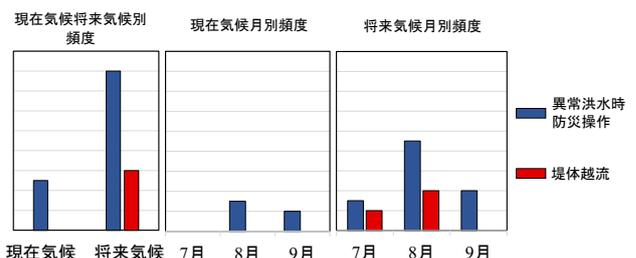


図-5 異常洪水時防災操作頻度・堤体越流頻度