

AI を活用したダム流入量予測に関する検討

パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 ○久下 紗緒里
パシフィックコンサルタンツ(株) 非会員 小森谷 哲夫
パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 池田 貴昭

1. 背景と目的

2018 年 7 月の西日本豪雨では、広範囲で記録的な大雨となったうえ、各地のダムで異常洪水時防災操作が実施されるなど、ダム操作の必要性が改めて確認された。ダム操作の適切な判断の実現には、ダム流入量の精緻な予測が不可欠であるが、現在用いられている分布型モデルなどの物理モデルは、複雑な河川の構造をモデルに組み込むため、モデル構築に時間がかかる一方、予測が外れることも多く、ダム操作は管理者の経験則に頼っている状況も窺える。観測データのみをもとに高精度な予測を実現できれば、現状より短い時間でモデルを構築でき、ダム操作への活用が期待できる。そこで本研究では、ダム操作の判断を補助することを目的とし、雨量とダム流入量データから将来のダム流入量を予測する AI モデルを検討する。図 1 にプロジェクト全体フローを示す。本稿は、Phase3 の成果について報告するものである。

2. モデルの検討

(1) 利用データ

利用データを表 1 に示す。2014 年までのデータと計画洪水波形（20 年確率，100 年確率）を学習データ，2015 年以降のデータを検証データとした。

流入量予測の際利用できるデータは、①過去の雨量，②過去の流入量，③現時点での予測雨量の 3 種類である（図 2）。予測雨量は、粒度や予測範囲の異なる様々なデータが存在するが、48 時間先の流入量を予測する際に必要な長期的な雨量予測は、外れることが多い。本研究では、AI の適用可能性を検証するため、まずは実績雨量を予測雨量として見立てて代用した。

キーワード 流入量予測, Random Forest, 機械学習, ダム, 異常洪水時防災操作

連絡先 〒101-8462 東京都千代田区神田錦町三丁目 22 番地 パシフィックコンサルタンツ(株) TEL 03-6777-3911

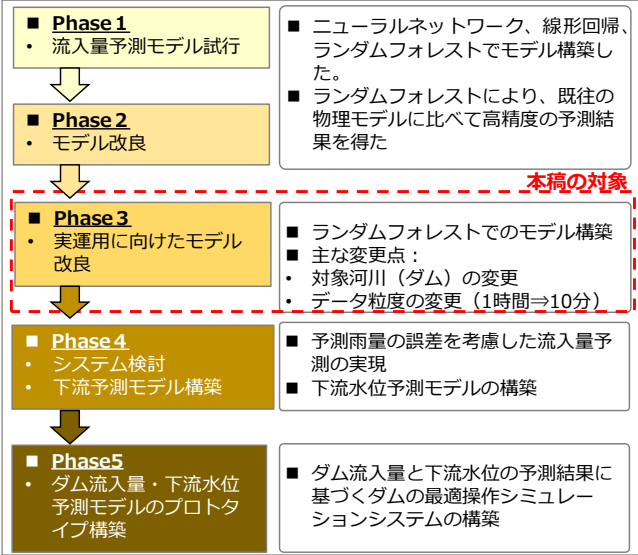


図 1 プロジェクト全体フロー

表 1 利用データと特徴量

項目	内容
予測対象	48 時間先までの流入量
利用データ	流入量，地点雨量 (AMeDAS) 5 地点
取得間隔	10 分間
対象期間	1983 年 9 月～2018 年 7 月
学習対象	2014 年迄の 12 洪水，計画洪水波形 2 洪水 (20 年確率，100 年確率)
洪水の定義	ピーク時の流入量が 150m ³ /s 以上，期間は無降雨が連続 48 時間
特徴量	現時点までの流入量，現時点までの雨量，予測雨量（実績雨量を利用），3 時間ごとの累積雨量

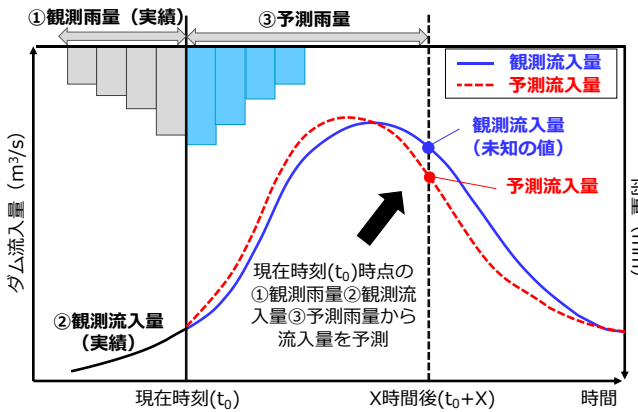


図 2 予測イメージ

(2) 特徴量の設計

ダム流入量は、主にダム流域の降雨の空間分布や地被条件に応じて変化する。そのため、観測雨量と観測流入量にはタイムラグが生じる。そこで、各地点の雨量のほか、流入量との相関が高かった3時間ごとの累積雨量を特徴量に加えた。

(3) 精度検証方法

ダムの洪水調節においては、ゲート操作や体制執行等の視点から洪水の規模（ピーク時の流入量誤差 E_p ¹⁾）、洪水調節に必要な容量（ボリューム誤差 E_v ）、洪水の立ち上がり方（波形誤差 E_w ）を予測することが重要であるため、以下に留意して精度を検証した。

- E_p ：洪水規模の把握（体制執行等の判断）
- E_v ：ダムの洪水調節容量の活用（ゲート操作）
- E_w ：洪水の立ち上がりの把握（ゲート操作、放流警報の判断）

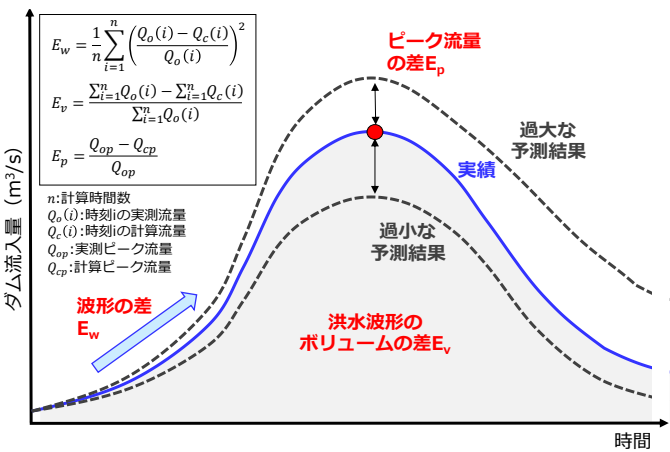


図 3 予測結果の評価視点

3. 予測モデル構築

ランダムフォレストを用い、特徴量を学習してダ

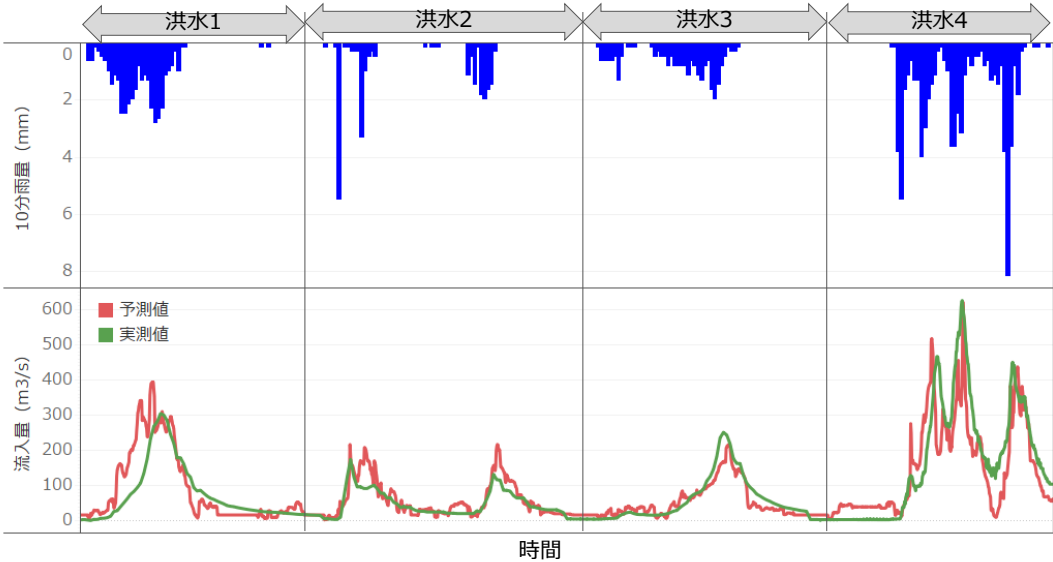


図 4 流入量予測結果

ム流入量を予測するモデル構築した。

4. 検証結果

検証データにおける予測結果とダム地点雨量を図4、精度検証結果を表2に示す。水位上昇期は降雨に対して敏感に反応しており、特に洪水1と4の流入量の上昇幅が過大に予測されているが、概ね安全側に予測できている。ボリューム誤差 E_v およびピーク時の流入量誤差 E_p については概ね精度よく学習できた。

5. おわりに

本研究では、ダム操作の判断を補助することを目的とし、ダム流入量と実測雨量から将来のダム流入量を予測するモデルを構築した。今後はさらなるモデルの精度向上を図るとともに、現実的な運用を踏まえて、予測雨量を用いた流入量予測と、観測雨量と予測雨量の誤差を考慮したアンサンブル手法を取り入れたダム操作方法を検討する。さらに、予測結果をシステムに組み込み、ダム単体ではなく、ダム操作後の放流量を反映した下流河川水位予測も可能なシミュレーションモデルを構築し、異常洪水時においてもダムの洪水調節容量を最大限に活用できる操作方法を提示できるシステム構築を目指す。

表 2 精度検証結果

	洪水 1	洪水 2	洪水 3	洪水 4	全体
E_w	11.5	1.52	1.54	48.0	8.31
E_v	-0.20	-0.22	0.09	0.11	-0.01
E_p	-0.29	-0.24	0.12	0.01	0.01
Q_{op}	304.55	174.68	251.33	625.54	625.54

参考文献

1) 高水計画検討の手引き（案）財団法人国土開発技術研究センターp. 34-35