

## 機械学習による AMeDAs 観測値を用いた融雪期の出水予測

大成建設株式会社 技術センター 正会員 ○大野剛 永野雄一 高山百合子  
フェロー会員 伊藤一教

## 1. 背景と目的

河川工事では、大規模な出水を早期に把握して関係者に周知することが安全管理や工程管理、コスト管理の面で重要となる。特に複数の重機の移動や資材の退避が必要な場合、半日～1日前から出水対策を開始できることが望ましい。著者らは天気予報を用いて流域内降水量や分布型流出解析等から工事地点の水位を数十時間前に予測し、予測水位が工事関係者の設定する危険水位を超えた場合に関係者にメールやWEBで警報を周知する「出水警報システム」を開発し、複数の河川工事で運用している<sup>1)</sup>。一般に河川工事は降雨による出水が少ない「非出水期」に実施されることが多い。しかし非出水期においても積雪が多い地域を流れる河川では3～5月にかけて発生する融雪により水位が上昇することがある。例えば図2は融雪による水位上昇が発生する石狩川月形観測所の2017～2019年における水位変動と月形観測所の上流に位置する AMeDAs 3 観測地点の積雪深を示しており、3～5月における水位（図2中の赤線）が積雪深の減少に伴い上昇する傾向がある（図2中の青線）ことが確認できる。融雪は気温や日照時間だけでなく、降雨や風速、冷却抑制効果などの複数の要因により発生する<sup>2)</sup>。そこで本稿では融雪に関連する気象項目を多数観測している AMeDAs に着目し、AMeDAs 観測値を入力値として2種類の機械学習（ランダムフォレスト（以下、RF）とサポートベクターマシン（以下、SVM））により1日先の日最大水位を予測することを試みた。本稿では予測地点を北海道の石狩川月形観測所、十勝川十勝中央大橋観測所、天塩川の新問寒別町観測所（図1）として予測した結果を報告する。

## 2. 予測方法

2007～2019年（13年分）の3～5月における各日の日最大水位を AMeDAs 観測値から予測し、実測値と比較した。2007～2019年の3～5月における各観測所の水位と、各観測所の上流域内にある AMeDAs 観測所（8～27地点）（図1）の観測値（気温、風速、積雪深、日照時間など16項目）を用いた。入力値は各日における観測所水位の最大値と AMeDAs 観測値の最大値、最小値、平均値および累積値（以下、入力データとする）として、翌日の日最大水位を求めた。ここで1日でも欠測値がある項目は除外した。最大水位の予測は1年ずつ行い、例えば2018年の予測をする場合は、2018年を除外した学習データを学習して翌日の日最大水位を予測した。なお今回用いた RF は複数の説明変数（ここでは AMeDAs 観測値）に対して寄与度（重み値）を算出して目的変数（日最大水位）を求める手法であり、SVM は全説

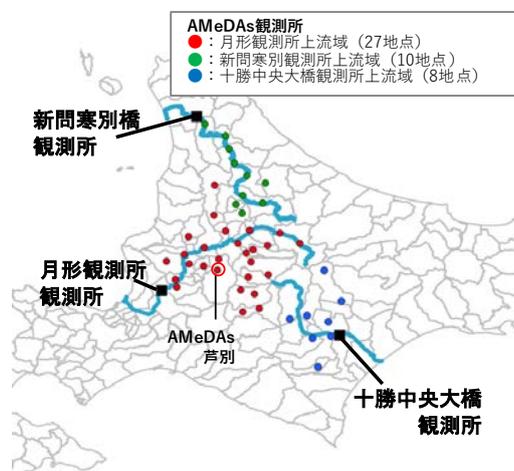


図1 水位予測地点と AMeDAs 地点

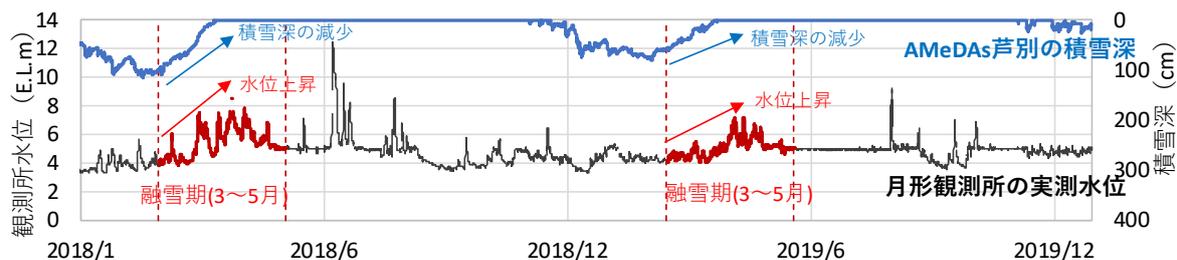


図2 3～5月における月形観測所の水位と AMeDAs 芦別の積雪深の関係

キーワード 河川工事, 出水予測, 機械学習, 融雪期, 日最大水位, AMeDAs

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設（株）技術センター TEL 045-814-7234

明変数を用いて多クラスに識別する分類線を決定して分類線から目的変数を求める手法である。いずれも機械学習でよく使われる手法であり本稿では2つの手法の結果の差異についても確認している。

### 3. 予測結果

図3は2018年における実測水位と予測水位を比較した結果である。観測値(黒線)に対して予測値のRF, SVMは差異が有るものの、水位変動の傾向を捉えていることがわかる。図4は月形観測所における13年間分の実測水位と予測水位を比較した結果である。3ヶ所の観測所におけるRFの相関( $R^2$ )は0.84~0.93, SVMは0.80~0.81であった。ただし、各観測所とも予測水位より実測水位が高い結果が含まれており、実測水位が予測水位よりRFは1.8~3.4m, SVMは2.2~5.1m, 高い結果となった(月形観測所はRFが2.1m, SVMが3.0m, 図4中の○)。

RFは予測に用いる各気象項目に重み値(寄与度)を設定して日最大水位を予測するため、寄与度が小さい気象項目の重み値が小さくなり、予測精度が高くなっていると考えられる。

一般に河川工事では出水を判定する「危険水位」を設定して安全管理に活用しており、危険水位の超過を正確に予測することが求められる。本手法を工事に適用する場合は、危険水位を超える出水を正確に予測できるよう予測精度を向上させることが必要と考える。

### 4. 学習データを変更した場合の予測結果

機械学習は学習データの与え方により予測精度も変化する。図5は月形観測所、十勝中央観測所を対象に、予測日から2日前までの集計値を用いて、日最大水位を予測した結果である。各観測所とも相関( $R^2$ )が低下し実測値と予測値の差異が増加しており、月形観測所ではSVMの差異が3.0mから3.3mとなった。融雪による水位上昇は、融雪、融雪水の河川への流入、流入水の予測地点への到達という経過をたどるため、融雪開始から水位上昇まで数時間~数十時間かかる。今回集計期間を2日間にしたことで、融雪による水位上昇とは相関が低い気象項目が学習データに多く含まれ、予測精度が低下したと推察できる。つまり適切な学習データの選定により予測精度が向上することが考えられる。

### 5. まとめ

北海道の石狩川、十勝川、天塩川を対象に融雪時期における1日先の日最大水位をAMeDAs観測値と予測地点の観測水位を入力データとしてRF, SVMにより予測した。水位変動の傾向を捉えた予測ができており、学習データにより予測精度が向上する可能性があることが確認できた。

- 1) 大野剛, 永野雄一, 本田隆英, 高山百合子, 伊藤一教: 河川工事の安全管理に用いる「出水警報システム」の長期適用と予測精度の向上に関する検討, 河川技術論文集, 第24巻, pp. 425-430, 2018.
- 2) 石井吉之: 降雨と融雪が重なって生じる融雪出水, 日本水文科学会誌 第42巻, 第3号, pp. 101-107, 2012.

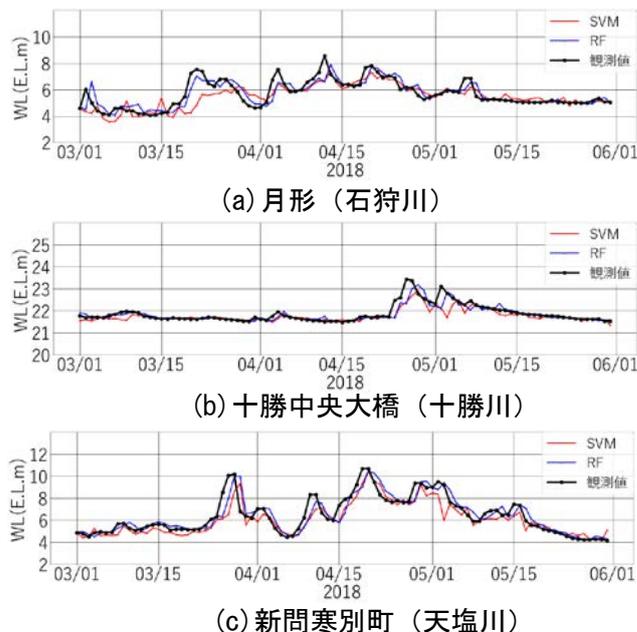


図3 日最大水位の比較(実測値と予測値)(2018年)

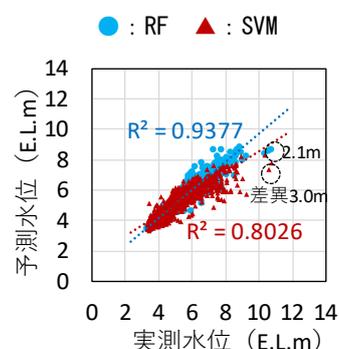
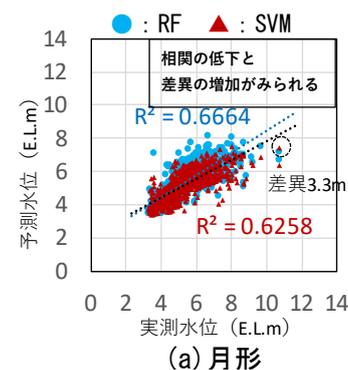
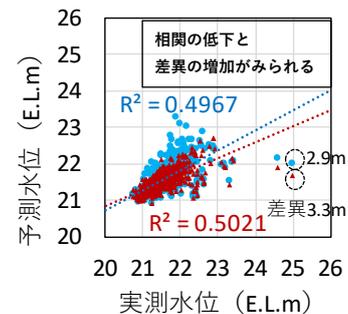


図4 月形観測所における日最大水位の比較



(a) 月形



(b) 十勝中央大橋

図5 2日間のAMeDAs値を用いた場合