

ANN モデルによる排水機場遊水池の水位予測 Prediction of water level of drainage pump pool by ANN model

中田達*・○木村延明*・安瀬地一作*・関島建志*・桐博英*
Toru Nakada・○Nobuaki Kimura・Issaku Azechi・Kenji Sekijima・Hirohide Kiri

1. はじめに

降雨や排水トレンドが変化する中、ポンプ場などの排水施設を適切に運用していくことで、作物の生育に適した排水路水位を降雨後に速やかに維持し、転換畑圃場の高収益作物への湛水被害を軽減することが可能になると考えられる。一方で、ポンプ場の運転経費は管理者にとって大きな負担であり、効率的な運用が求められている。排水施設の制御アルゴリズムは排水路等の水位に応じて運転・停止が規定されていることが多く、監視対象地点の水位や流量を予測することで、事前放流によるピーク流出時の氾濫軽減やポンプの複数台同時利用時間の削減など、排水システム運用の高度化に寄与できると考えられる。水位や流量のリアルタイム予測手法としては、流域の不定流解析モデルの構築や、カルマンフィルタ等のデータ同化手法を適用などが挙げられるが、本研究では、ニューラルネットワーク(ANN)による機械学習モデルを用い、直近数時間分の雨量・水位・流量から数時間後の水位の予測を試みた。

2. ANN モデルの概要

2.1 対象地区および入力データの構築

対象地区とした A 地区は、農地が主体の流域面積 179 ha、無降雨時も含め常時機械排水されている地区である。流域からの排水は最末端の排水機場での 3 台の排水ポンプ (Max; 2.0 m³/s) によって河川に排水される。排水ポンプはそれぞれ設定された吸水槽水位に応じた自動運転である。排水機場の吸水槽としての遊水池 (800 m²) の水位計により、10 分毎の水位データが蓄積されている。

実測水位データだけでは、大きな降雨イベントに対する水位変化の学習が不十分なため、流域の流出解析モデルを構築し、教師データのデモデータを構築した。実測降雨量 (累積 73mm; およそ 0.2 年確率降雨に相当)、2 年確率降雨量 (3 日間 132mm)、10 年確率降雨量 (3 日間 219mm) のそれぞれについて、降雨分布を変えた 10 パターンの模擬降雨データを作成した。これを流出解析モデルの入力値として与え、遊水池の水位、遊水池への流入量、ポンプの外水への流出量を得た。

2.2 ANN モデル

ANN モデルは 3 層のパーセプトロンモデルとした。入力層は、近隣のアメダスデータから収集した直近に利用可能な 3 時間分の時間降雨、排水機場遊水池の直近 30 分間における水位変化量、排水機場から外水 (河川) へのポンプ排水量の 11 ノードとし、規準化して与えた。中間層は暫定的にノード数を 20 とした。中間層、出力層への閾値関数はシグモイド関数を用いた。出力は、10 分先から 2 時間先までの排水機場遊水池の水位、および流域から排水機場遊水池への流入量の 10 ノードとした。

学習は、訓練データの中から、ランダムにいくつかのデータを取り出して誤差を計算し、

*農研機構農村工学研究部門, Institute for Rural Engineering, NARO
キーワード 排水システム, ポンプ, ニューラルネットワーク

パラメータを更新する，ミニバッチ確率的勾配降下法を採用した．出力のうち遊水池への流入量の教師データは流出モデルの出力値を用いた．

3つの降雨イベント（80 h×3 = 240 時間）を1つのグループとし，9グループのデータセットを学習に使用し，残りの1グループを検証に使用した．これを10回繰り返し，交差検証(10-fold CV)を行った．

3. 解析結果

図-1に，実測降雨を含む1グループの30分前と2時間前に予測した水位の出力結果を示す．1台目の常時排水ポンプの運転の起動は予測が難しいものの，ピーク水位については，30分予測値および2時間予測値ともにおおよその精度で水位を予測できていることがわかる．10グループの平均RMSEは30分予測で0.093，2時間予測で0.131であった．

ANNモデルは物理現象をモデル化したものではないため，十分なデータの蓄積があれば，パラメータチューニングをせずとも予測を出力できる点に特徴がある一方で，学習範囲外の降雨イベントに対しての適応性は不明確である．10年確率降雨を入力データとして学習させずに，10年確率降雨イベントを予測した場合，2時間予測でピーク水位をおよそ0.25m程度過小評価する結果となったが，ピークを迎える時間は学習時と同程度に予測できた．このときのRMSEは0.244であった．

今後，水位とポンプの稼働の有無（外水への流出量）についての感度分析や，2時間以降の予測精度について，検証していくこととする．また，水位予測を活用した予備排水や同時運転削減の意思決定支援システムの開発を進めていく．

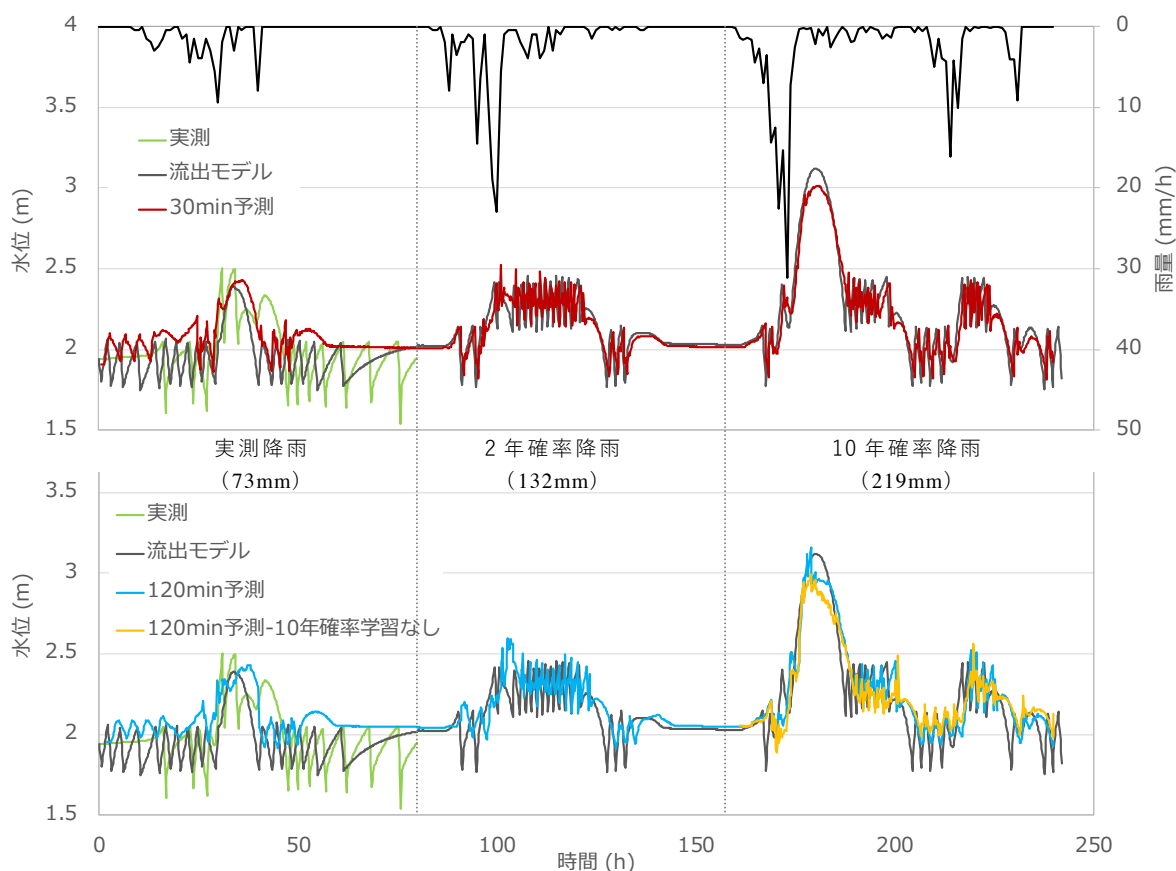


図-1 水位予測結果 (Group1)
30min RMSE=0.087, 2h RMSE=0.117