木村隆浩·○松田健介·谷昂二郎·坂本洋 高瀬智·山本伸也

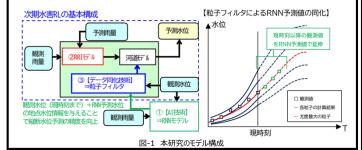
1. はじめに

【研究の背景】

- 現行の洪水予測では、貯留関数、分布型が主流であり、RRI等の予測 手法も確立されてきている。
- いずれの手法も、システム運用段階では予測降雨の精度に依存してしま い水位予測の精度確保が難しい。

【本研究の目的】

● 本研究では、現在開発が進められている水害リスクラインver.2.0 (図-1青破線)のデータ同化に、実績値を学習させたAIモデルの予測結果 (図-11)を活用することで、システム運用段階においても予測降雨の 精度の影響を受けにくい洪水予測手法の確立を目指した。



2. RRIモデルを用いた洪水予測モデルの概要

本研究で用いた洪水予測モデルは以下の構成となっている。 【流出モデル】

RRIモデル…流入域の斜面における流出・氾濫を計算

※予測・実績レーダ雨量をメッシュに与えて計算

【河道モデル】

一次元不定流計算…洪水予報・水位周知区間をモデル化

※予測潮位・RRIモデルにより計算した流入量を境界条件として計算



洪水予報,水位周知区 間の水位を一次元不定 流計算により予測



RRIモデルにより流入域 おける流出計算を実施



実績・予測レーダ雨量

3. 実績値による予測モデルの構築

【AI技術の概要・構築】

- 予測雨量は用いずに、実績値のみから将来値を予測可能な RNN構造とした。
- 洪水予測モデルは、総雨量を踏まえるためにレーダ雨量等を入力することが一 般的であるが、実績レーダ雨量の観測誤差をAIが学習しないように地上観測 所の観測雨量※を直接入力する構造とした(表-1)。

※AIは必ずしも総流出ボリューム的に意味を持つ雨量形式で入力する必要がない。

【検討条件】

◆ 検討条件として、表-2に示すパターン、表-3に示すケースを設定した。

表-1 RNNモデルの入力項目						
入力 項目	観測所	入力間隔 (時間)	入力時間 (時間)			
水位	白滝橋(予測対象), 犬飼	10	-11~現時刻			
地上雨量	田尻,波野,竹田, 長谷川,中土師,宮 砥,野尻,中戸次, 吉田,久部,栢木		-11~現時刻			
			-11~現時刻			
			-11~現時刻			
※観測所	立置は図-2参照					

※観測所位置は図-2	参照			
表-3	ハイパーバ	ラメータの核	計CASE	
検討CASE	データ』	規化手法	活性化関数	
CASE1	E	規化	ReLU	
CASE2	標	準化	ReLU	
CASE3	E	規化	Tanh	
CASEA	100	報びと	Toph	

パターン	予測対象		3入力
	②予測時間(分)	①目的変数	データ
1	180	実績水位	%1
2			*2
3		N次階差	*1
4		NIAPEZE	*2
5	120	実績水位	%1
6			*2
7		N次階差	*1
8			*2

⇒近年最大の学習規模

洪水に対して、120分先

までの予測(赤線)が実績

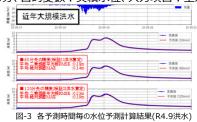
値(青線)を精度良く再現

できていることからモデルの

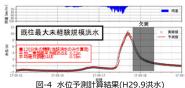
妥当性を確認

【検証計算結果・同化用データの作成】

● 最も高精度となったケースは、図-3に示す パターン6-CASE1 (予測時間: 120分、目的変数:実績水位、入力項目:上流観測所水位有り)であった。



● 既往最大かつ未経験規模洪水であるH29.9洪水についても、RMSE及び MAEは 学習時に検証洪水とした近年大規模洪水(R4.9洪水)と同程度とな り、精度は良好であることを確認した(図-4)。



⇒未経験規模洪水に対しても、 学習規模洪水と同等の精度を 確保できていることからモデルは 妥当であり、このモデルを用いて RRI同化用データを作成

4. RNNモデルによる予測値を用いた水位同化

【検討ケース】

● H30.9出水を対象に以下の2ケースで予測計算を実施した。 Case1: 水害リスクラインの基本構成(図-1青破線)による計算

Case2:実績水位に加えてRNNモデルによる予測水位を同化した提案手法

【検証計算結果·評価】

- RNNによる予測水位にデータ同化するCase2の提案手法では、観測水位とほ ぼ同時刻に避難判断水位を超過予測している。また、最高水位に到達する時 刻(図-8(c))程度では、観測水位とよく一致する結果となった(図-5、表-5)。
- RNNモデルによる予測水位を同化することにより、その予測先行時間以降 (=120分) の予測についても、精度向上が可能である(図-6)。
- 同化した地点の上下流の予測水位にも影響が見られ、縦断的な水位予測精 度の向上にも寄与する(図-7)。

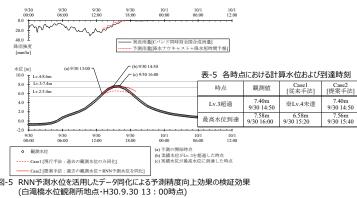
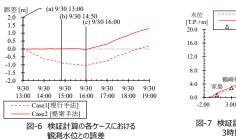


図-5 RNN予測水位を活用したデータ同化による予測精度向上効果の検証効果



8.00 距離標fkm 図-7 検証計算の各ケースにおける 3時間後の縦断予測水位

Case2[提案手法] (3時間後予測) 観測水位

13.00

18.00

5. 結果と考察、今後の課題

【結果と考察】

- 短時間水位予測の高度化:観測値のみを入力としたRNNモデルを構築し、 120分先まで精度の高い将来水位予測が可能となった。
- RNN予測値の活用による精度向上: RNNの予測値を粒子フィルタで同化し、 従来手法に比べて水位予測の精度と安定性が向上した。RRIモデルに予測雨 量を入力した場合においても、RNNモデルの予測可能時間である120分よりも さらに先まで予測精度向上や避難時間確保への有効性が確認できた。
- 縦断水位予測の改善:地点ごとの予測だけでなく、下流における縦断水面形 の予測精度も向上し、洪水予報区間全体にわたる有効性が示された。

【今後の課題】

- RNNモデルの小流域での適用限界:流域面積が小さい場合に予測先行 時間が短くなりやすく、手法の有効性が限定されることが懸念される。
- 粒子フィルタのデータ同化適用範囲:同化対象範囲によっては、精度向上 効果が限定的となる可能性がある。
- 多地点同時データ同化:縦断水位のさらなる精度向上には、多地点での同 時データ同化が有効であり、今後の実装課題となる。
- 降雨パターンへの対応:多山波形や事前降雨があるケースなど、多様な降 雨シナリオでの効果検証が必要である。