

豪雨災害の被害軽減を目的とした河川水位予測システム

金井 治樹[†], 小松 彩人^{‡1}, 山本 佳世子^{‡2}

電気通信大学 大学院情報理工学研究科[†], 情報理工学域 I類^{‡1}, 大学院情報理工学研究科^{‡2}

1. はじめに

1.1 背景と目的

世界の主たる災害（洪水，火山，地震，山火事など）のうち，被害額が最も多いのは洪水災害である．日本では，頻繁に豪雨による水害が起きるが，身近な災害ながら多くの命を奪うこともある．河川付近の周辺では，洪水が起きてからではなく，事前に準備して避難しなければ，大きな危険を伴う．永松ら（2022）[1]は，事前に警報を出すことで人的被害が減少することを示した．そこで，本研究は，降雨データを用いて機械学習により豪雨による数時間先の水位を予測する統合的なシステムを構築する．本研究で構築する水位予測システムにより，事前に河川氾濫の危険を察知し，河川周辺の住民に伝えることで，彼らがより安全に避難でき，災害を軽減することができる．本システムは，設計段階の要件分析にシステムダイナミクスを用いていることを特徴とする．

1.2 関連分野における先行研究と本研究の位置づけ

本研究の関連分野の先行研究として，水位予測に関する研究では，一言ら（2016）[2]の深層学習を用いた河川水位予測手法の開発，菅原ら（1986）[3]のパーソナル・コンピュータのためのタンクモデル（図1）の使い方の紹介，岡崎ら（2018）[4]のランダムフォレスト法による洪水時の水位予測手法の提案などがある．しかしながら，これらのシステムは降雨実績，河川水位予測のみに特化しており，統合的なシステムではない．そこで，本研究では，これら個別の研究の成果を参考に，降雨実績と水位実績から水位を予測する統合的なシステムを構築する．本システムは，現存する水位実績から警報を出すシステムよりも早い段階に河川周辺の住民に避難を促すことができる点で独自性を示す．

River Water Level Prediction System for the Reduction of Damage Caused by Torrential in Disaster

[†] Haruki Kanai, Graduate school of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

^{‡1} Ayato KOMATSU, Faculty of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

^{‡2} Kayoko YAMAMOTO, Graduate school of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

2. 要件分析

洪水災害軽減のためにどのような要件が必要かを引き出した．図2に示す冰山モデルを用いて，現状目に見えるもの，見えないが背後にある重要な要素は何かを分析した．

冰山モデルを利用して重要なポイントを引き出すために，システムダイナミクスの手法の因果ループ図（Causal Loop Diagram）の表現を用いた．CLDは，要素と要素との関係性と時間遅れを表現できる．図3は，降雨から河川水位が上がり洪水を引き起こすループ（B），水位予測により警報が出されるループ（B1），水位予測から軽減策選定，警報配信するループ（B2）から構成される．言い換えると，降雨システム，水位予測システム，警報配信システムから構成される．本研究では，主として，降雨実績システム，河川水位システム（実績と予測）について述べる．

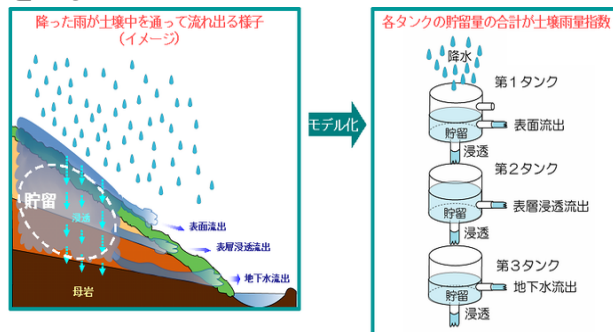


図1 タンクモデル

出典：気象庁・土壌雨量指数（タンクモデル）[5]

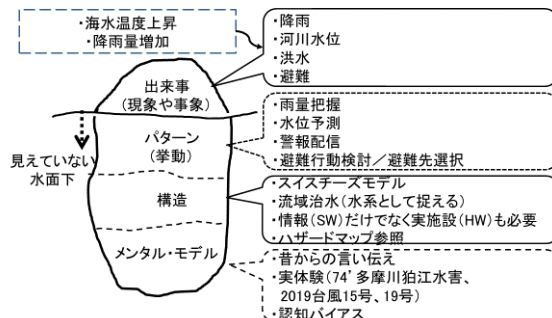


図2 本研究の冰山モデル

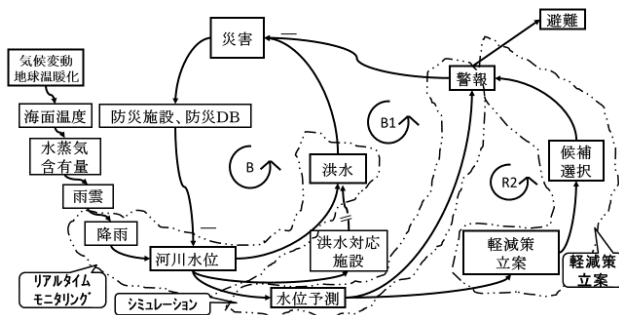


図3 本研究の因果ループ図

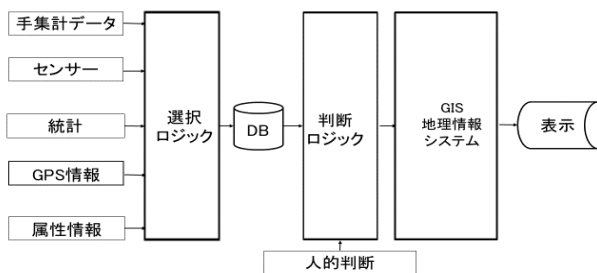


図4 システム構成図

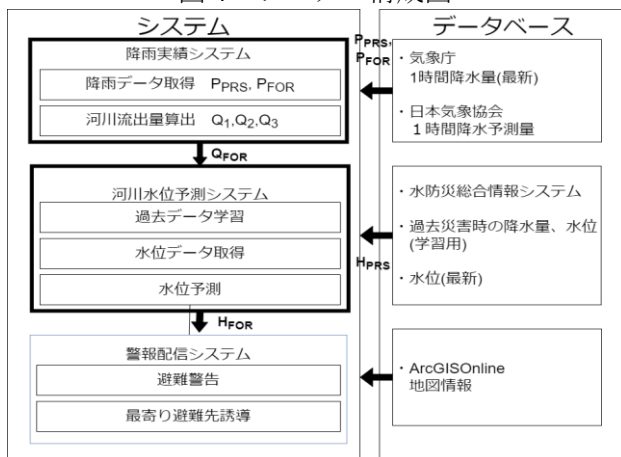


図5 機能相関図

3. システムの設計

本システムの設計は図4、システムの機能相関図は図5に示す。本研究では、降雨実績システムと河川水位システムを主として対象とする。

4. システムの実装

降雨実績システムでは、気象庁地域気象観測システム (AMEDAS) の1時間降雨量実績の値を用いた日本気象協会の1時間降雨量予測値を使用する。降雨量から河川水位を引き出すために、タンクモデルを利用した。まず、降雨量から流出量 Q に変換する。降雨実績システムでは、降雨量予測の1, 2, 3時間先までのデータ P_1, P_2, P_3 を取り出し、河川水位予測システムに流出量 Q を引渡す。

河川水位予測システムは、東京都水防災情報システムの特定点の現在河川水位 H_{PRS} を取り出し、現在の河川水位実績データから機械学習を使って1, 2, 3時間先までの予測水位 H_{FOR} を算出する。あらかじめ決められた河川水位監視ポイントの氾濫危険水位、氾濫発生水位になると、警報配信システムに警報配信を促し、河川周辺の住民に洪水被害の発生可能性を事前に知らせて、避難準備を促す。

5. システムの適用地域

システム適用地域は東京都多摩地区を流れる野川であり、河川長は約20Kmで多摩川に接続する。野川北側に国分寺崖線が川に沿って形成され、雨が降ると急速に水位が上がりやすい地形であるため、東京都整備局により既存の雨水調整池拡張工事が2021年に実施された。そのため、データ計測に必要なセンサー類が整備されており、これらから降雨実績データ、予測データを得ることができる。雨水調整池近辺の河川水位計より水位実績データ、気象庁地域気象観測システム府中観測点より降雨データを得る。

6. 結論

本システムでは洪水災害を軽減するために、降雨量から河川水位を3時間先まで予測することができる。河川周辺の住民に対して避難警報を早めに発出し、余裕をもって避難を促すことで洪水災害軽減が達成できる。今後は、降雨データをさらに蓄積して、より多くの実績データを機械学習させることにより、タンクモデルのパラメータ調整し精度向上を図る。また、他の降雨監視ポイントと水位監視ポイントを増やして洪水災害軽減システムの適用地域を増やす。例えば、他の支流との合流点などが考えられる。

参考文献

- [1] 永松伸吾, 牛山素行, 関谷直也, 鈴木進吾, 避難情報は人的被害を軽減したかー平成30年7月豪雨・令和元年東日本台風の実証分析ー, 日本災害情報学会誌, No.20, p.51-60, 2022.
- [2] 一言正之, 櫻庭雅明, 清雄一 深層学習を用いた河川水位予測手法の開発, 土木学会論文集 B1 (水文学), Vol.72, No.4, p.182-192, 2016.
- [3] 菅原正巴, 渡辺一郎, 尾崎容子, 勝山ヨシ子, パーソナル・コンピュータのためのタンク・モデルとその使い方, 国立防災科学技術センター研究報告, Vol.73, 1986.
- [4] 岡崎亮太, 中津川誠, 小林洋介, ランダムフォレスト法による洪水時の水位予測手法の提案, 土木学会論文集 B1 (水文学), Vol.74, No.4, p.1459-1464 2018.
- [5] 気象庁, 土壌雨量指数 (タンクモデル), <https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/bosai/dojoshisu.html>, アクセス日 2023年1月6日.