

4.3 研究成果の紹介

リアルタイムで洪水時の水位を予測し、排水ポンプの操作の判断を支援するため、低平地の排水を担う排水機場および排水路の水位を気象情報等に基づいてリアルタイムで予測する2つのプログラムを開発した。いずれのプログラムとも、直近の実測値と気象予報のデータをもとに、数時間先の水位をリアルタイムで予測可能である。

排水機場の水位の予測を行うプログラムは、時系列データの特徴を抽出する機能をもつリカレントニューラルネットワーク（RNN）の改良版であるLSTM（Long Short-Term Memory）プログラムである。このプログラムは、過去の降雨と水位を十分に学習することで、高速かつ高精度な予測計算が可能である（図-13）。なお、本プログラムは、過去の観測データが十分にある地点であれば適用可能であるため、排水機場の水位だけでなく水位観測点等を対象とした水位予測も可能である²⁷⁾。

排水路の水位を予測する水理プログラムは、一次元の不定流解析であり、降雨流出に陰解法を、水位の再現に不等間隔3次精度風上差分法（Quickest法）を、それぞれ適用しており、安定した予測計算が可能である（図-14）。網目のように広がる排水路の水位と、その水路周辺の氾濫過程を計算可能であり、面的な予測結果を任意の時間間隔で出力することが可能である。なお、計算を行うには、あらかじめ水路断面等の現地の情報を整理し、入力する必要がある²⁸⁾。

これらの2つのプログラムは、開発した地域排水管理・減災情報システムの主たる要素を構成している（図-15）。本システムは、ユーザーに2つのプログラムによる両方の予測結果を示すことができ、排水ポンプの効率的な運転操作や、水門等の水利施設の適切な管理操作の判断を支援できる。

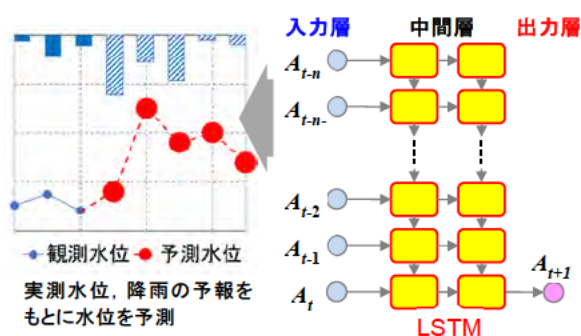


図-13 排水機場の水位予測のイメージ
(LSTM プログラム)

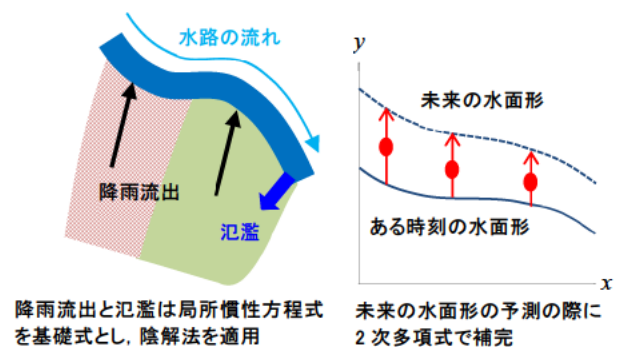


図-14 降雨流出と氾濫現象の計算イメージ
(水理プログラム)



図-15 地域排水管理・減災情報システムにおける2つのプログラムの表示結果と活用方法

5. おわりに

日本では河川構造物等の社会インフラの整備によって、洪水による被害は減少する傾向にある。しかし、地球温暖化の影響により、想定を超える雨が発生する可能性が高まっており、激甚な降雨災害が発生する危険性は高まっている。このため、これまで整備したダム・水路・堤防等の施設が機能しない可能性があり、これを念頭において流域に関連する全ての組織、人及び研究機関が協力して災害対応に臨むことが災害の被害を低く抑えるには必要であろう。特に、人的な被害を減らすには、個人自らが判断、避難することが重要であるため、これに対する啓蒙活動も必要であろう。

引用文献

- 1) SUGIMOTO Kenji *et al.*: <https://researchmap.jp/wysiwyg/file/download/287316/80403> (2020)
- 2) 農林水産省：中心地の標高区分別農業集落数 <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/file-download?statInfId=000031427053&fileKind=0> (参照 2021 年 3 月 16 日)
- 3) 日本統計協会：統計でみる日本 2008
- 4) 国土交通省：日本の水資源の現況 (2019), <https://www.mlit.go.jp/common/001316355.pdf> (参照 2021 年 3 月 16 日)
- 5) Japan Meteorological Agency (accessed 2021.3.16): Climate change monitoring report 2018, (online), <<http://www.jma.go.jp/jma/en/NMHS/ccmr/ccmr2018.pdf>>
- 6) 政府統計の総合窓口(e-Stat)：人口推計 (大正 9 年～平成 12 年) <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/file-download?statInfId=000000090261&fileKind=0> (参照 2021 年 3 月 1 日)
- 7) 牛山素行：日本の風水害人的被害の経年変化に関する基礎的研究，土木学会論文集 B1 (水工学) 73(4), P.P.I_1369～I_1374 (2017)
- 8) 警察庁：警察白書 (1968～2019) https://www.npa.go.jp/publications/whitepaper/index_keisatsu.html (参照 2021 年 3 月 16 日)
- 9) 政府統計の総合窓口 (e-Stat)：水害統計調査 <https://www.e-stat.go.jp/dbview?sid=0003161327> (参照 2021 年 3 月 16 日)
- 10) 農林水産省：過去の主な異常災害等と農林水産被害 (2021) <https://www.maff.go.jp/j/saigai/arc/attach/pdf/index-1-4.pdf> (参照 2021 年 3 月 16 日)
- 11) 山内一郎：伊勢湾台風による災害の概況について，土木学会誌 44(12), pp.1～16 (1959)
- 12) 名古屋市港防災センター：伊勢湾台風写真 (2013) <https://www.minato-bousai.jp/album/isewan/> (参照 2021 年 3 月 1 日)
- 13) 太田弘毅：57 年長崎・熊本豪雨災害の気象状況，農業土木学会誌 51(8), pp.13～18 (1983)
- 14) 田中宏平・中村洋司：57 年長崎・熊本豪雨災害の概要，農業土木学会誌 51(8), pp.5～12 (1983)
- 15) 国土交通省九州地方整備局：主な災害の概要 (2003) http://www.qsr.mlit.go.jp/bousai/index_c06.html (参照 2021 年 3 月 1 日)
- 16) 岩松 暉：平成 5 年 8 月豪雨による鹿児島災害の経過と被害，文部科学省科学研究費開発災害調査研究成果 No.B-5-3, pp.1～7 (1994)
- 17) 安田昭彦・武内 誠・池田一吉・岸 智：南九州シラス地帯における平成 5 年豪雨災害，農業土木学会誌 62(12), pp.49～54 (1994)
- 18) 国土交通省九州地方整備局：主な災害の概要 (2003) http://www.qsr.mlit.go.jp/bousai/index_c13.html (参照 2021 年 3 月 1 日)
- 19) SHINPO Akihiko *et al.*: Primary factors behind the Heavy Rain Event of July 2018 and the subsequent he at wave in Japan, SOLA 15A, pp.13～18 (2019)
- 20) Japan Meteorological Agency (accessed 2021.3.16): Emergency Warning System, (online), <https://www.jma.go.jp/jma/en/Emergency_Warning/ew_index.html> (2013)

- 21) 消防庁：平成 30 年 7 月豪雨及び台風第 12 号による被害状況及び消防機関等の対応状況（第 59 報）（2019），https://www.fdma.go.jp/disaster/info/items/h30-7_59.pdf（参照 2021 年 3 月 16 日）
- 22) 内閣府：平成 30 年 7 月豪雨による被害状況等について（2019）http://www.bousai.go.jp/updates/h30typhoon7/pdf/310109_1700_h30typhoon7_01.pdf（参照 2021 年 3 月 16 日）
- 23) 農林水産省：平成 30 年 7 月豪雨による被害状況等について（2019），<https://www.maff.go.jp/j/saigai/ooame/20180628.html>（参照 2021 年 3 月 16 日）
- 24) 内閣府：White Paper on Disaster Management (2019)，http://www.bousai.go.jp/en/documentation/white_paper/pdf/SF1-1.pdf（参照 2021 年 3 月 16 日）
- 25) 国土交通省：報道・広報（2020）<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001370163.pdf>（参照 2021 年 3 月 16 日）
- 26) 谷山宏典：ドキュメント豪雨災害（2019），山と溪谷社
- 27) 木村延明，中田 達，桐 博英，関島建志，安瀬地一作，吉永育生，馬場大地：LSTM モデルを用いた低平地排水機場の水位予測，土木学会論文集 B1（水工学）75(2)，pp.I_139～144（2019）
- 28) 安瀬地一作，木村延明，林 博文，吉永育生，関島建志，福重雄大，桐 博英：深層学習と物理モデルを用いたリアルタイム水位予測システム，農業土木学会誌 89(1)，pp.11～14（2021）