

日本全国の河川を対象としたリアルタイム広域洪水予測システムの開発 Development of a Nation-wide Realtime Flood Forecasting System in Japan

○佐山敬洋・山田真史・菅原快斗・山北文登

○Takahiro SAYAMA・Masafumi YAMADA・Yoshito SUGAWARA・Ayato YAMAKITA

This study developed a nation-wide realtime flood forecasting system. Based on a distributed rainfall-runoff-inundation model, we simulate floods in all rivers in Japan. The system is composed by two sub-systems; one is for 6-hr lead-time continuous forecasting system and the other one is for 39-hr lead-time with 21 ensemble members system forced by MEPS product by Japan Metrological Agency. The ensemble flood forecasting system is developed under cloud system and operated based on the initial conditions provided by the first sub-system. The cloud system has an advantage to increase the number of computer resources when it is necessary but not used in most of the time within a year. The development of a visualization system allows us to check the performance of the model in terms of river water levels and discharges for better understanding the characteristics and limitations of the flood model.

1. はじめに

従来の洪水予測は、水位計が設置された地点を対象に今後3～6時間程度でどのように水位が変化するかを予測するものであった。それを実現するため、集中型もしくは分布型の降雨流出モデルを流域単位で適用し、観測・予測された降雨の時空間分布を入力情報として、予測された流量を水位に換算する。他方、中小河川における豪雨災害の頻発、激甚化を背景に、国土交通省や都道府県は、全国に危機管理型水位計を多数設置し、より高密度な河川水位のモニタリングを実現してきた。新たに観測されている中小河川の多くは洪水予測の対象外であり、また、観測すらされていない中小河川も全国には多数ある。

洪水予測の基礎となる水文モデリングの技術が高度化し、気象モデルによる降雨の予測情報も高精度化する中で、従来行われてきた流域単位の洪水予測から、国全体や大陸全体を対象とするような広域かつ緻密な洪水予測の研究開発が世界的な潮流となっている。広域俯瞰的に洪水予測を実現することで、モデルやパラメータの改良を一律的に反映できるほか、スーパー台風の襲来時など、どの流域に豪雨が降るかが不確定な時間帯にも、全国的な規模で危険度が高まる地域を推定できる。さらに、全国の河川を対象に同じ手法で予測精度を評価することによって、モデルに内在する課題を明確にできるという科学的なメリットもある。

このような背景から、筆者らは2018年より、内閣府のSIPプロジェクト「スーパー台風被害予測システム開発」の中で、日本全国を対象にした空間解像度150m空間分解能の洪水予測システムの開発に取り組んできた。同システムは、降雨流出と洪水氾濫を一体的に解析するRRIモデルと呼ばれる分布型の洪水予測モデルを基礎にしている。これまで全国の水文地形データベースの作成、土壌や地質の空間分布に応じたパラメータの推計法、全国の河道断面情報の反映と推定、ダムや水門などの治水構造物のモデル化など、関連する基礎技術の開発研究を進めるとともに、平成30年7月豪雨や令和元年東日本台風などの主要な豪雨災害を対象にした、洪水予測精度の検証を進めてきた。また、本SIPプロジェクトの中では、大規模な洪水予測システムを効率的に運用するための知見を蓄積して社会実装に役立てるために、リアルタイム運用の実証実験を行い、モデルの自動実行やデータ転送のためのプログラム開発を進めてきた。本稿は、1時間毎に6時間先までを常時予測するシステムと、スーパー台風襲来が予測されたときに臨時的に稼働するクラウド上のアンサンブル洪水予測システムの開発について紹介する。

2. 全国を対象にしたリアルタイム洪水予測システム

(1) 6時間先までの洪水予測システム

全国版のRRIモデルは、日本全国を14の地域

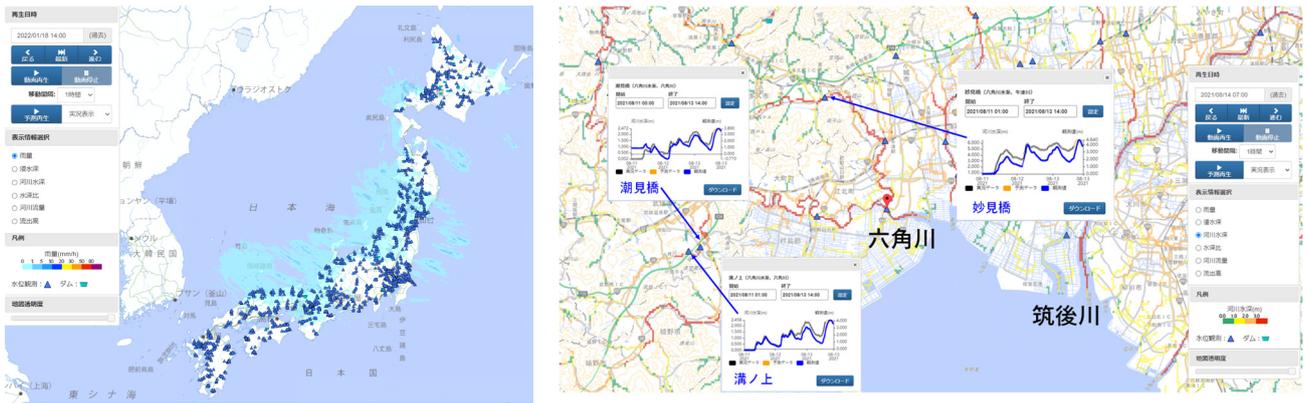


図1 全国洪水予測システムの表示例

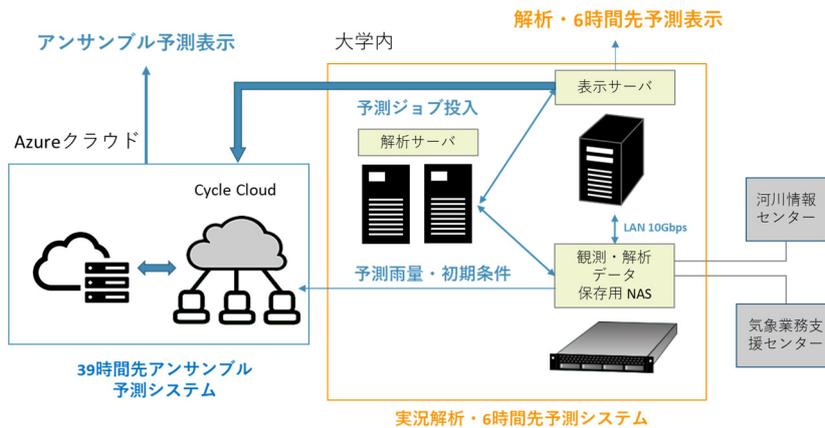


図2 全国洪水予測システムのシステム構成

に分割し、地域毎にモデルを適用する。気象庁（気象業務支援センター）から提供される解析雨量と短時間降水予測情報を入力とし、6時間先までの洪水予測を行う。更新頻度は1時間とし、解析雨量のみを継続的に入力して推定した状態量をもとに、6時間先まで予測する。開発したシステムは、気象データを受信して解析結果を保存するNAS、解析結果を可視化するための表示用サーバ、モデルを実行するための計算用サーバ2台（各2CPU）で構成される。図1のような表示システムを有し、降水量の空間分布、任意の地点上流の流域平均雨量、流量、河川水深、浸水深、水深比（水深／河道満杯水深）などを出力する。洪水時など計算に時間を要する場合はやむを得ず予測のリードタイムを短くして、次時刻の計算を開始する。それにより、解析雨量を入力したモデルの状態量を常に更新して、(2)に述べるアンサンブル予測の初期値を準備している（図2）。

(2) 長時間アンサンブル洪水予測システム

2019年から本格運用が始まった気象庁のメソアンサンブル予報システム（MEPS）を入力情報と

して39時間先まで21メンバーの洪水予測を実現するシステムの開発を進めている。このシステムは、大型台風の接近が見込まれるときに、影響を受けるであろう地方だけを選択してモデルを実行するシステムである。アンサンブル計算を実現するための計算機資源を常に確保することは困難であるため、マイクロソフト社のクラウドシステムAzureを活用してしている。具体的には、Cycle Cloudというサービスを利用し、大型計算機と同様に一つのフロントサーバから、多数の計算コアを同時に実行できるようにシステムを構築した。MEPSの配信までに約4時間、JRRRIの計算に約10時間、その他可視化等に数時間を見込むと、実際には24時間程度のリードタイムを有するアンサンブルの洪水予測情報となる。

謝辞：本システムの開発にあたり、防災研究所技術室の山崎友也様から支援をいただきました。またSIP「スーパー台風被害予測システム開発（代表：立川康人教授）」の支援を受けました。記して謝意を申し上げます。