

技術紹介 5 洪水予測モデルの精度向上のための改良

土田 拓輝
TSUCHIDA Hiroki
河川計画事業部 河川第四部



近年、激甚化・頻発化している洪水氾濫による被害を防止・軽減するためには迅速な避難行動が不可欠であり、そのためには的確な洪水予報をリアルタイムで行うことが重要である。しかし、豪雨時や洪水氾濫が生じる場合などには河川水位の予測精度が低下する可能性があることから、激甚化する水害に対しても的確な洪水予報を行うために、実現象に即した河川水位予測システムを構築する必要がある。本稿では、河川水位予測システムの改良にあたり、適切な流出量を得るために RRI モデルを構築し、さらに氾濫による流量低減を考慮すべく現行の一次元不定流モデルを改良した事例を紹介する。

キーワード：洪水予測モデル、RRI、樹冠遮断、流量低減

1.はじめに

近年、気候変動の影響により全国的に豪雨による洪水氾濫が激甚化、頻発化しており、甚大な浸水被害等が増加している。このような洪水氾濫に対応するには、ハード対策のみでは対応しきれない場合も多く、洪水の危険度情報を早期かつ的確に発信することで、的確な水防活動や住民の迅速な避難が求められている。

本業務は、国土交通省中部地方整備局三重河川国道事務所の管轄である雲出川について、現行河川水位予測システムの精度向上を目的とした。具体的には、降雨流出モデルを土研分布型モデルから RRI モデルへ変更することで高精度なモデルを構築した。また、河道一次元不定流モデルについては河道内の水位解析だけでなく、洪水氾濫による流量低減を表現することで縦断的な水位の予測精度向上を図るよう改良した。

2.存在した課題

2-1.RRI モデルにおける有効降雨の考慮

RRI モデルは、降雨を入力条件として河道流出から洪水氾濫までを一体的に解析できるモデルである。しかし、降雨は斜面に直接到達するため、樹木による損失を考慮できない。つまり、RRI モデルはわが国のように山地が支配的な河川では流出量を過大に算定する傾向がある。

対象河川である雲出川は、山地域が流域の8割程度を占める典型的な山地河川である。このような河川では、実現象に即した流出現象を表現するうえで樹木による降雨損失は無視できない。よって、有効降雨を表現できるモデルを構築することが、予測精度向上において重要な課題の一つである。

2-2.外水氾濫による予測精度の低下

本業務では RRI モデルで算定した流出量を境界条件とし、河川水位は一次元不定流モデルを用いて算定する。

雲出川の現行河川水位予測システムにおいては、外水氾濫による流量低減は考慮していない。そのため、外水氾濫が発生するような大規模な洪水に対して予測計算を実施すると、氾濫が発生した地点より下流では水位予測精度が低下する恐れがある。よって、激甚化する豪雨災害に対して的確な洪水予報ができるよう、外水氾濫等による流量低減を表現できる不定流モデルへの改良が必要である。

3.解決する技術

3-1.樹冠遮断モデルの適用

本業務では構築した RRI モデルに樹冠遮断モデルを結合することで有効降雨を表現することとした。本業務においてはリアルタイムでの洪水予報に対応すること、モデルパラメータが明確であることから Suzuki (1980)¹⁾ を適用することとした。本手法は、図-1 に示すように樹冠タンクと樹幹タンクの2段構成となっており、それぞれのタンクから溢れた水量を合算して有効雨量を求めている。また、蒸発散量をそれぞれのタンクから一様に差し引くことで、システム実装後も連続的に解析できる。

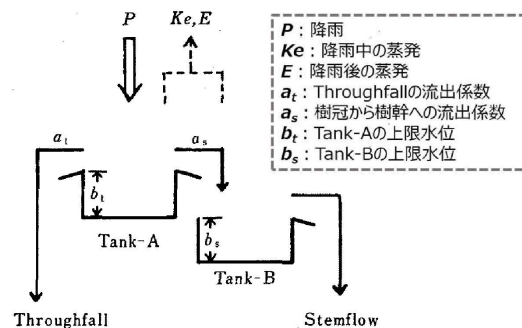


図-1 樹冠遮断モデル (Suzuki,1980 に加筆)

大規模洪水である 2014 年 8 月 9 日洪水を対象に、樹冠遮断モデルの適用性を検証した。ここでは代表として、雲出川最下流の雲出橋水位観測所における流量ハイドロ

グラフで比較を行った。その結果、**図-2** に示す通り樹冠遮断モデルを適用することで過大であった流量が低減され、実績ピーク流量に近づくことが確認できた。

3-2.外水氾濫モデルの適用

現行河川水位予測システムでは、一次元不定流モデルにおいて外水氾濫を考慮していない。このため、河道から外水氾濫が生じた場合には、その地点より下流における予測水位の精度を低下させる恐れがある。今後は、気候変動の影響から、さらに大規模な洪水が生じる可能性があり、そのような洪水に対しても的確な洪水予測を行うため、本業務では河道からの溢水氾濫を考慮した一次元不定流モデルを構築した。その際、洪水浸水想定区域図等を参考に氾濫形態を「流下型」「貯留型」「拡散型」に分類し、各氾濫形態の特性に応じたモデルと結合した。また、雲出川の下流域には霞堤が複数あり、過去の大規模洪水においても霞堤へ流入した事例は多い。よって、霞堤による貯留効果を表現することは予測水位の精度向上に大きく寄与すると考えられる。さらに、現行の河川水位予測システムでは雲出川の水位予測区間は直轄区間のみであるが、洪水情報の拡充に向けて、水位予測区間を県管理区間まで延伸した。

改良した不定流モデルについて、2014年8月9日洪水における観測流量を境界条件として設定し、検証した。なお、検証区間は当該洪水において痕跡水位が整理されている区間とした。その結果、**図-3** に示す通り計算ピーク水位と痕跡水位がよく整合していることが確認できた。また、当該洪水では霞堤への流入実績があり、検証計算においても氾濫水が霞堤へ流入していることを確認できた。

4.まとめ

リアルタイムで実施される洪水予測では、計算コストを抑えつつ予測精度を確保することが求められる。本業務はそれらの制約の中で、以下の3点について特に注力し、予測精度の向上を図った。

- RRI モデルに樹冠遮断モデルを適用することで降雨損失を考慮し、実現象に即した流出形態を表現できるように改良
- 一次元不定流モデルにおいて、雲出川特有の氾濫形態に応じた手法で流量低減を考慮し、外水氾濫を表現できるように改良
- 水位予測情報拡充のため、モデル構築区間を県管理区間まで延伸

最後に、本業務で構築した洪水予測モデルの妥当性を検証するため、2012年9月30日洪水を対象に予測シミュレーションを実施した。

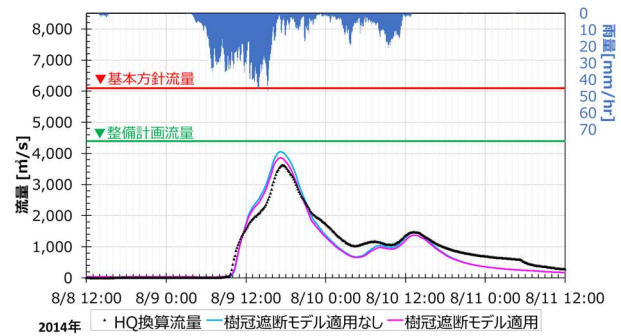


図-2 樹冠遮断モデル適用による効果

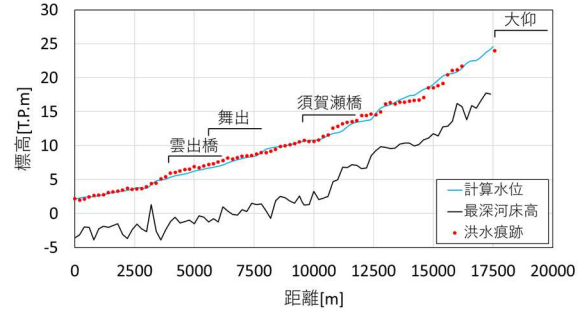


図-3 雲出川不定流計算水位縦断面図

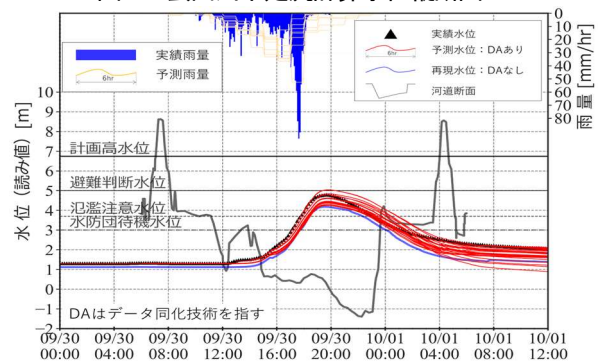


図-4 2012年9月30日洪水における水位予測結果(36hr)

ユレーションを実施した。なお、降雨は現時刻までの再現計算には実績雨量を使用し、予測計算には予測雨量を用いている。また、予測水位はデータ同化技術(粒子フィルタ)を適用している。ここでは雲出橋水位観測所における予測計算結果を**図-4**に示す。36時間先予測の結果をみると、予測水位が実績水位を精度よく捉えていることが分かる。

本業務では、山地域での流出形態や洪水氾濫等、実現象に即したモデルを構築することにより河川水位予測システムの精度向上を図った。これにより本業務の改良によって精度の高い洪水予測が可能となり、的確な水防活動や住民の迅速な避難に資する課題解決策であることが示唆された。

参考文献

1) Masakazu Suzuki: Evapotranspiration from a Small Catchment in Hilly Mountains (I) Seasonal Variations in Evapotranspiration, Rainfall Interception and Transpiration, The Japanese Forest Society, Vol. 62, pp. 46-53, 1980.