

神通川流域での豪雨場・河川洪水の再現性の検討

富山県立大学 環境・社会基盤工学科 学生会員 ○京角 和希
富山県立大学 環境・社会基盤工学科 正会員 呉 修一

1. はじめに

富山県では立山連峰が自然災害の発生を抑えているという意見がある。しかし、富山県は急流河川が多く、降雨量も多いため、水害は発生しやすいのではないかと考えられる。そのため、立山連峰の富山県の気象・河川洪水への影響を把握する必要がある。本研究ではWRF(Weather Research and Forecasting model)を用いた降雨の再現計算と降雨流出モデルを用いて神通川流域での豪雨場・河川洪水の計算を行う。長期的な目標として立山連峰の富山県への影響評価を行う予定である。その第一歩として、各モデルの再現精度向上のため、降雨流出モデルの神通川でのパラメータの同定とWRFの計算条件の検討を行う。それにより、豪雨場・河川洪水の再現精度の向上を図ることを目的とする。

2. 対象領域

降雨流出モデルにおける河川洪水の計算では神通川およびその流域を対象とする。領域気象モデルWRFによる降雨の再現計算では富山県全域を対象とする(図-2の左図に示す計算ドメイン)。

3. 研究手法

3.1 降雨流出モデル

降雨流出モデルは、呉ら¹⁾の土壌・地形特性に基づく降雨流出計算手法を使用する。入力降雨には気象庁の再解析降雨を使用した。河道部の洪水追跡には以下の式(1)-(2)の1次元不定流計算を用いた。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_1 \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(\alpha \frac{Q^2}{A})}{\partial x} = gA \frac{\partial(h+z)}{\partial x} - \frac{gn^2|Q|Q}{R^{\frac{4}{3}}A} \quad (2)$$

ここに、 A ：流積[m²]、 R ：径深、 Q ：流量[m³/s]、 q_1 ：側方流入量[m²/s]、 h ：水深[m]、 z ：標高[m]、 g ：重力加速度[m/s²]、 α ：エネルギー係数、 n ：マンニングの粗度係数である。

神通川での洪水事象を10事象選択し、ピーク流量をもとに、小規模洪水、中規模洪水、大規模洪水の3

つに分類した。モデルパラメータの設定は10個の洪水事象から大規模洪水の2018年7月の降雨事象、中規模洪水の2017年10月の降雨事象、小規模洪水の2015年4月の降雨事象を選択してキャリブレーションし、他の洪水事象も決定した3つのパラメータで降雨流出計算を行う。その結果から最も整合性のとれたパラメータの決定を行う。

3.2 領域気象モデル

WRFを用いた富山県全域での降雨の再現計算を行い、設定条件による再現精度の違いを比較した。それにより、富山県域に適用可能な条件を検討した。初期・境界条件は大気解析データであるNCEP FNLとJRA-55の地表面データ・陸面データから得る。標高データはGMTEDの緯度・経度30秒間隔の全地球数値標高モデルデータを使用する。また、雲微物理過程にWSM6class scheme、境界層過程にMellor-Yamada-Janjic scheme、積雲過程にKain-Fritsch schemeを使用した。解析雨量と比較し、再現精度の検証を行う。

4. 結果

4.1 降雨流出モデルのパラメータ同定

神通川流域での異なる規模の洪水で推定した3つのモデルパラメータを用いて降雨流出計算を行い、神通大橋地点で流量・水位の比較をした。一例として、大規模洪水のパラメータを使用した2018年7月の流量比較の結果を図-1に示す。また、異なる規模の洪水の再現計算によるNASH指標の比較結果を表-1に示す。

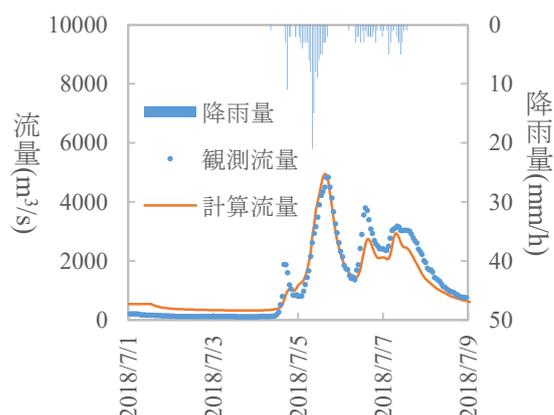


図-1 流量の比較(神通大橋地点)

表-1 NASH 指標の平均値

パラメータの分類	小規模洪水の再現	中規模洪水の再現	大規模洪水の再現
小規模洪水	0.77	-2.33	0.32
中規模洪水	0.37	0.59	0.84
大規模洪水	0.48	0.64	0.88

この結果から、異なる規模の洪水によるパラメータで計算を行った場合、大規模洪水のパラメータが最も良い精度を発揮した。大規模洪水事象での降雨のほうが土層の飽和が起りやすいため、流出への影響が小さく、流出の再現性が高くなると考える。そのため、より正確なパラメータの決定を行うことができたのではないかと考える。

4.2 領域気象モデルの条件設定

WRF の初期・境界条件、領域範囲条件について検討を行い条件の選定を行った。その結果、初期・境界条件は FNL と JRA-55 を組み合わせることにより精度の向上が確認できた。また、領域を大きくとることにより再現性が向上することも明らかにした。決定した設定条件により再現計算を行い、解析雨量との比較を行った。一例として 2016 年 9 月の洪水事象での最大日降雨量の比較を図-2 に示す。また、富山観測所での観測雨量との比較を図-3 に示す。結果から降雨の空間分布についてはある程度の再現性が確認できた。しかし、降雨の空間分布のずれや降雨量の差により降雨の観測されていない期間でも降雨が生じるという結果となった。これは解像度の影響や最適なパラメタリゼーションの選定ができていないということが原因だと考えられる。そのため、ネスティングによる高解像度化や最適なパラメタリゼーションの選定を行うことが必要になると考える。それにより、再現精度をより向上させることが必要である。

5. まとめ

降雨流出モデルではパラメータを同定し、洪水規模による検討を行った結果、大規模洪水で得たパラメータが最も精度が高くなった。しかし、大規模洪水の場合、小規模での再現精度が低くなってしまふことから、

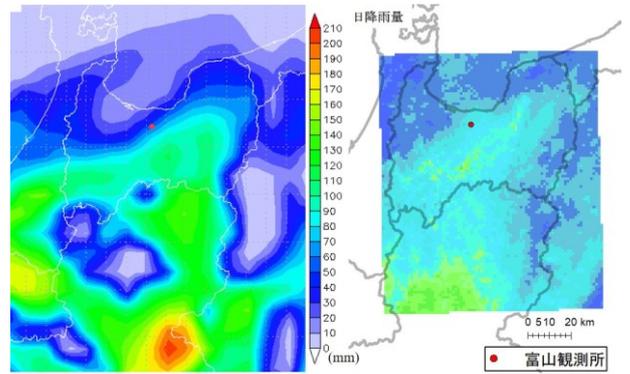


図-2 降雨の再現計算と解析雨量との比較

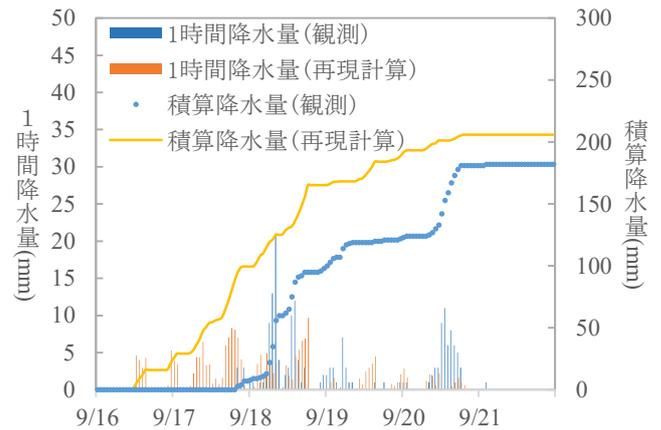


図-3 富山観測所における再現計算と観測雨量の比較

(2016年9月の洪水イベント)

すべての規模において再現が可能なモデルへの改良も検討する必要があると考える。WRF については条件の変更により、再現精度を向上することができた。しかし、降雨量や空間分布のずれが大きいため、ネスティングによる高解像度化や最適なパラメタリゼーションの選定が必要である。豪雨場・河川洪水の再現性の向上には、各モデルの設定条件の見直しや改良が必要であることが明らかとなった。現状の問題を解決し、最適なモデルに改良後、この2つのモデルを合わせた領域気象・洪水統合モデルの開発・適用を目指す。それにより、洪水のリアルタイム予測や地形の変化による降雨・河川洪水への影響を検証することが可能となるため、富山県河川への適用や立山連峰の地形を変化させることによる富山県への影響の評価について検討する予定である。

参考文献

- 1) 呉修一, 山田正, 吉川秀夫: 表面流の発生機構を考慮した斜面多層降雨流出計算手法に関する研究, 土木学会水工学論文集, Vol.49, B-2, pp.169-174, 2005.