

神通川流域における河川流量予測に向けた領域気象・降雨流出モデルの改良

富山県立大学 環境・社会基盤工学科 学生会員 ○青木 明日香
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

近年、水害が増加している。これに対する適応策や、流域治水のオプションの提案のためには、領域気象・降雨流出統合モデルによる水・熱循環予測が有効である。しかし、領域気象モデルについては富山県域での精度の検証が、降雨流出モデルについては土地利用別の降雨流出特性の考慮が十分ではない。そのため、両モデルの精度の向上が必要である。本研究では、領域気象・降雨流出統合モデルの構築へ向けた第一歩として、領域気象モデル WRF (Weather Research and Forecasting model) と降雨流出モデルを用いて豪雨場・河川洪水のそれぞれの再現計算を行う。それらの結果と観測値との比較から再現精度を評価し、各モデルの精度が最も高くなる条件の模索により、河川流量予測の精度向上を図ることを目的とする。

また、流域治水オプション提案の一例として、富山県の一級河川において田んぼダムによる洪水緩和の影響を評価する。

2. 対象領域

領域気象モデル WRF による豪雨場の再現計算では、富山県を中心とした領域を対象とした。降雨流出モデルによる河川洪水の再現計算では、富山県・岐阜県を流れる一級河川の神通川およびその流域を対象とした。田んぼダムの影響評価では、神通川、小矢部川、庄川、常願寺川、黒部川の 5 河川を対象とした。

3. 研究手法

3.1. 領域気象モデル

まず 10 個の富山県域での降雨イベントについて、領域気象モデル WRF による降雨の再現計算を行った。選択した降雨イベントは、過去に神通川で洪水が発生したものである。再現計算結果と解析雨量を比較し、再現精度の検証を行った。その後、計算領域に関する条件の変更、入力気象データの組み合わせ (NCEP FNL と JRA-55) を行い、精度の向上を図った。

3.2. 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した。河道部の洪水追跡には 1 次元不定流計算を用いた。入力降雨には気象庁の解析雨量を使用した。

降雨流出計算を行うイベントは、領域気象モデルによる降雨の再現計算と同じ 10 個のイベントである。モデルパラメータの設定は、直近の神通川で大規模な洪水が発生した 2018 年 7 月の降雨イベントを選択してキャリブレーションした。その後、他の降雨イベントに対しても同様のパラメータで降雨流出計算を行い、パラメータの整合性を確認した。

3.3. 田んぼダムの影響評価

田んぼダムモデルは、Chai ら²⁾の一次元田んぼダムモデルを使用した。田んぼダムモデルと降雨流出モデルを用いて、神通川、小矢部川、庄川、常願寺川、黒部川において、田んぼダムの実施率ごと (未実施, 20 %, 40 %, 60 %, 80 %, 100 % の 6 段階) に河川流量計算を行い、田んぼダムが河川洪水に与える影響を評価した。

4. 結果

4.1. 領域気象モデル

10 個の富山県域での降雨イベントについて再現計算を行い、計算領域条件や入力気象データの組み合わせによる再現精度の違いを検証した。その結果、計算領域に関しては、ネスティングによって富山県域のみが高解像度になるよう設定した場合、降雨の空間分布がより詳細に再現された。入力気象データに関しては、NCEP FNL のみの場合と NCEP FNL と JRA-55 を組み合わせた場合とでは、前者の方が全体的に再現性が高くなった。また、条件に関わらず、小規模な降雨の再現性は高く、大規模になるほど再現性が低くなった。一例として、10 個のイベント内では大規模な降雨である 2018 年 7 月のイベントの降雨量の再現計算結果と解析雨量の富山県域での平均比較を図-1 に、JRA-55 追

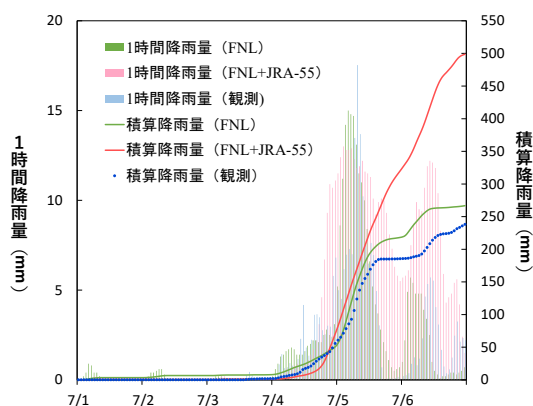


図-1 富山県域での再現計算と解析雨量の平均比較
(2018 年 7 月のイベント)

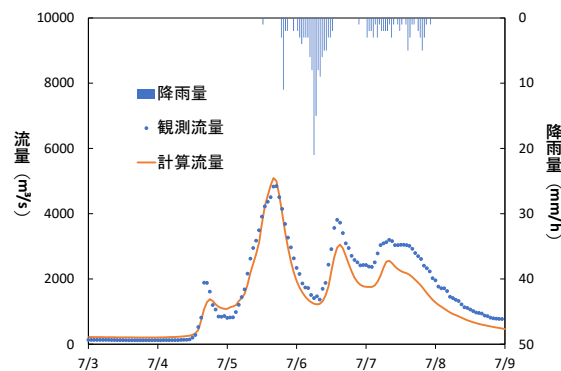


図-3 神通大橋地点での流量比較
(2018 年 7 月のイベント)

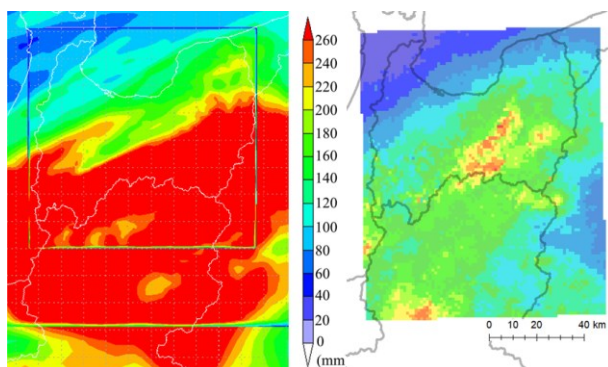


図-2 2018 年 7 月 5 日の日降雨量・降雨分布比較
(左：再現計算，右：解析雨量)

加後の 2018 年 7 月 5 日の日降雨量・降雨分布の比較を図-2 に示す。

4.2. 降雨流出モデル

神通川での降雨流出計算を行い、神通大橋地点での再現計算と観測の流量の比較を行った。一例として、2018 年 7 月のイベントの流量比較の結果を図-3 に示す。大規模洪水での再現性は高く、中規模洪水では低くなった。

また、水田の非灌漑期にあたる時期のイベントにおいて、水田の流出係数を変更したところ流量に大きな差は出ず、水田の流出係数の変化による河川流量への影響は小さいことがわかった。したがって、全てのイベントで水田の灌漑期・非灌漑期の考慮はせず、同一のパラメータを用いることとする。

4.3. 田んぼダムの影響評価

神通川、小矢部川、庄川、常願寺川、黒部川のそれぞれの流域において、田んぼダム実施率による河川流量の変化を評価した。その結果、図は割愛するが、水

田の土地利用割合が高い小矢部川流域で田んぼダムによる洪水緩和効果が高いことがわかった。

5. まとめ

領域気象モデルによる豪雨場の再現計算では、NCEP FNL のみを入力気象データとし、ネスティングを行った場合に最も降雨の再現性が高くなった。しかし、大規模な降雨では再現精度の向上が見られなかった。降雨流出モデルによる河川流量の再現計算では、大規模洪水の再現性は高く、中規模洪水の再現性は低くなった。また、パラメータの調整のみでは再現に限界がある。神通川流域における領域気象・流出統合モデルの構築のためには、各モデルのさらなる精度向上が必要である。現状の課題を解決し、最適な統合モデルを構築することにより、富山県の地形や土地利用等の特徴に適した水・熱循環予測および水害に対する適応策や流域治水のオプション提案が可能となる。

また、田んぼダムの実施によって水の貯留量が変化することで、水田から上空への蒸発散量も変化し得る。そのため、田んぼダムの影響評価には領域気象・流出統合モデルが重要となってくる。

参考文献

- 1) 呉ら：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.
- 2) Chai ら：Evaluating Potential Flood Mitigation Effect of Paddy Field Dam for Typhoon No.19 Using Rainfall Runoff Inundation Model in the Naruse River Basin, Journal of Japan Society of Civil Engineers(B1), vol.76(1), pp.295-303, 2020.