

WRF による再現雨量を用いたパキスタン・カブール川洪水シミュレーション

土木研究所 ICHARM 正会員 ○牛山 朋來
土木研究所 ICHARM 正会員 佐山 敬洋
土木研究所 ICHARM 正会員 深見 和彦

1. はじめに

2010 年 7 月末から 8 月にかけて発生したパキスタンのインダス川における大規模な洪水は、史上最悪規模の被害をもたらした。上流のカブール川では、年降水量の 8 割が 2 日間に降るという記録的大雨により、急激増水や河川氾濫により死傷者 1100 人以上の被害をもたらした。このような洪水範囲の把握のため、降雨流出洪水 (RRI) モデルの開発が進められており、雨量分布を与えることにより精度の高い洪水範囲の予測が可能になっている。しかし、パキスタンでは雨量観測が限られているため、衛星による雨量観測に頼らなければならない。しかしながら、衛星雨量には、信頼性についていくつかの問題点がある。そこで本研究では、領域気象モデル WRF (Michalakes et al. 2005) を用いて洪水流域の雨量分布を再現し、RRI モデルに入力することにより洪水予測計算を行った。その結果を衛星雨量による計算結果と比較し、検討を行った。

2. 方法

研究対象は、2010 年 7 月 27 日 0 時～7 月 30 日 0 時まで降った雨により発生した、インダス川上流のカブール川流域の洪水である。RRI モデルによる流出計算は 7 月 27 日 0 時～8 月 2 日 0 時まで行った。WRF による降水予測計算は 27 日 0 時～30 日 0 時まで行い、それ以降を 0 とした。衛星雨量は GSMaP ($0.1^\circ \times 0.1^\circ$ 、1 時間毎、Okamoto et al. 2005) を用いたが、この地域では地上雨量計と比べて過小であるため、地上雨量計の値をもとに補正を行った。RRI モデルは Sayama et al. (2010) のものを用いた。これは、流域および河川を 2 次元格子で表現し、流量と氾濫量をそれぞれ求めるものである。WRF の計算領域は、モンスーンの影響を表現できる領域とするため、パキスタンを中心とする東西 4000km×南北 3000km、水平解像度 20km とした。また、カブール川周辺の降雨の精度を高めるため 2 重ネステイングを行い、東西 1200km×南北 1100km、水平解像度 5km を内側ネストとした。両者とも水平格子間隔が 5km よりも大きいいため、Kain-Fritsch の積雲対流パラメタリゼーションを用いた。初期値および境界値は米国 NCEP の GFS4 (Global Forecast System、 $1^\circ \times 1^\circ$ 、3 時間毎) の各日の 00UTC 開始の予報値を用いた。領域内の地形および土地利用分布は USGS のものを用いた。

3. 結果

カブール川流域の計算期間中の総降水量を図 1 に示す。補正済み GSMaP は流域南東部に 400mm を越える降雨域が広がっている。それに対して、WRF による雨量は降雨集中域が流域からわずかに外れているため、流域内に 400mm を越える降雨域は分布していないが、全体に 200mm 程度の降雨域が広がっている。

次に RRI モデルによる洪水分布を図 2 に示す。最下流のペシャワール盆地の氾濫域の分布は補正済み GSMaP と WRF の両方で解析されているが、それよりも上流の氾濫域の分布に違いが見られる。特に図の北東象限の氾濫の様子が WRF の雨を用いたものは全く解析されなかった。

続いて図 3 にカブール川流出口のペシャワールにおけるハイドログラフを示す。雨量変動は、補正済み GSMaP (赤) によると 28 日後半から 29 日前半にかけて主要な雨が降っている。WRF による降水量 (緑) もその部分の変動は良く似ているが、降水量は補正済み GSMaP の半分程度となっていた。また、ペシャワールでは 28

キーワード 領域気象モデル、洪水予測モデル、パキスタン洪水

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独) 土木研究所 ICHARM [TEL:029-879-6815](tel:029-879-6815)

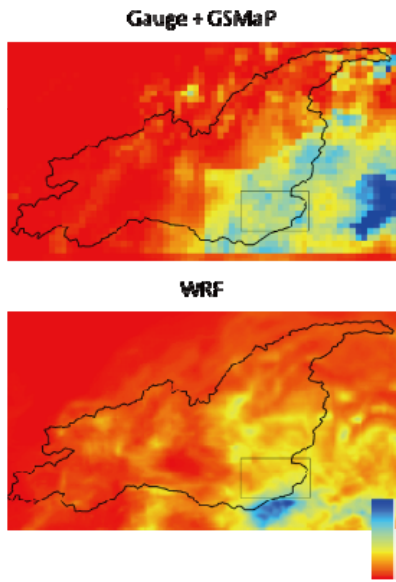


図 1. カブール川流域の総降水量

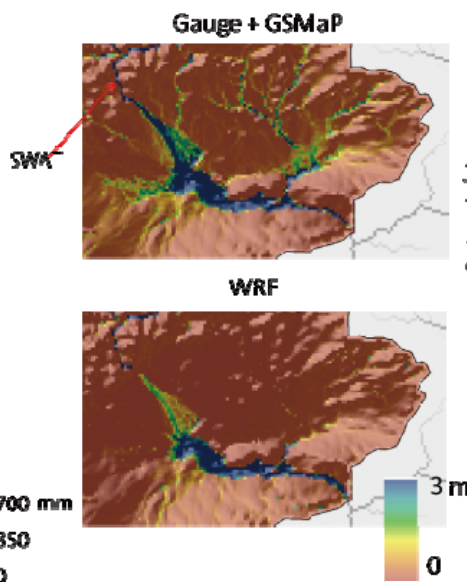
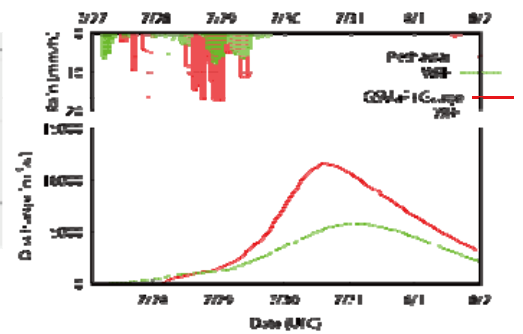
図 2. RRI モデルによる洪水予測。
領域は図 1 の四角内。

図 3. ペシャワールにおけるハイドログラフ

日 29 日の 2 日間の総雨量は補正済み GSMaP 雨量は 254mm、WRF 雨量は 112mm であった。図 3 のハイドログラフの流量は、図 2 の北西象限にある SWAT のものである。補正済み GSMaP に比べて WRF によるものは値が約半分程度で、ピーク流量の出現時刻は約半日遅れたが、概ね似通った変動であった。

4. 考察

WRF によって再現された降雨分布は地上雨量計によって補正された GSMaP に比べ過小評価となり、平均降水量や流量は約半分程度で、氾濫域も小さめとなった。しかし、流量変動や氾濫域など洪水の主な特徴はとらえることができた。これは、WRF の再現雨量を用いた洪水予測計算に対して、ある程度の信頼性を示すものである。これにより、地上雨量計の全くない地域でも、WRF の再現雨量を利用した洪水予測計算が今後期待できる。しかしながら、WRF による計算結果にはいくつかの問題点も明らかになった。今後こうした点について改善し、信頼性を高めることにより、利用可能性が広がることが期待される。

5. まとめ

WRF による降水分布を与えた RRI モデルの計算は、地上雨量計補正 GSMaP を与えた場合よりも流量と氾濫域を過小評価したが、流量や氾濫域の基本的な特徴は再現することができた。これにより、領域気象モデル WRF による降雨分布を用いた洪水予測の今後の可能性が期待される。

参考文献

- Okamoto, K., Iguchi, T., Takahashi, N. Iwanami, K., and Ushio, T. (2005) The global satellite mapping of precipitation (GSMaP) project. 25th IGARSS Proceedings: 3414-3416.
- Sayama, T., Fukami, K., Tanaka, S., and Takeuchi, K. (2010) Rainfall-runoff-inundation analysis for flood risk assessment at the regional scale. Proc. Of the 5th Conference of Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources (APHW): 568-576.
- Michalakes, J., and others: The Weather Research and Forecast Model (2005) Software Architecture and Performance. *Proceedings of the Eleventh ECMWF Workshop on the Use of High Performance Computing in Meteorology*. Eds. Walter Zwiefelhofer and George Mozdzynski. World Scientific, 2005, pp 156 - 168.