

平成 27 年 9 月関東・東北豪雨を対象にした流出氾濫解析に関する基礎検討

千葉大学大学院 学生会員 ○藤井希帆 正会員 丸山喜久, 劉ウェン
防災科学技術研究所 正会員 上米良秀行, 鈴木進吾, 須藤三十三

1. 研究背景と目的

平成 27 年 9 月関東・東北豪雨では、土砂災害、浸水、河川の氾濫等が発生し、特に茨城県常総市では、鬼怒川等で堤防の決壊や越水が発生し、家屋の浸水被害や、避難の遅れ等によって多くの住民が孤立する事態となった¹⁾。

本研究では、降雨流出氾濫解析モデル(以下 RRI モデル)を用いて対象豪雨の解析を行い、治水対策、避難計画に活用するための基礎検討を行った。本研究の結果を用いて、住民の避難計画の立案や避難指示情報の発令のタイミングなどの検討を行うことを将来の目的とする。

2. RRI モデルの本解析への適用

RRI モデルは降雨を入力して河川流量から洪水氾濫までを一体的に解析するモデルである。降雨を流域斜面に入力し、河道と斜面で水の流れを計算すると同時に、両者の水のやり取りを計算する²⁾。

(1)入力降雨

入力降雨は株式会社ハレックス DreamAll³⁾の 1 時間降水量(2015 年 9 月 9 日 0 : 00~9 月 11 日 18 : 00)を使用した。データは、経度方向 0.75 分、緯度方向 0.5 分のメッシュ形式である。

(2)地盤データの構築

2 種類の分解能の地盤データを解析に用いた。1 つは HydroSHEDS⁴⁾に含まれる空間分解能 3 秒(約 90m)の標高・流下方向・集水面積データ(以下 3 秒データ)である。もう一方は、日本域表面流向マップ⁵⁾より入手した空間分解能 1 秒(約 30m)の標高・流下方向・集水面積データを 2 秒に低分解能化したデータ(以下 2 秒データ)である。両データを鬼怒川・小貝川流域で抽出し、氾濫解析に用いる。

(3)河道モデルの構築

本研究では、河道を矩形断面と想定して解析を行

った。また、Google Earth 上で河川幅を測定し、その幅を集水面積の関数として複数のパラメータを検討した。

$$W = C_w \times A^{S_w} \tag{1}$$

Wは河川幅(m), Aは集水面積(m²), C_w, S_wはパラメータを示す。

(4)計算条件

本研究では以下の 8 パターンのモデルを実行した。

- a)デフォルト：詳細な設定を行わず、RRI のデフォルトのパラメータを用いた。
- b)河川幅：3 秒データでは鬼怒川小貝川上の任意の地点 30 地点、2 秒データでは 200 地点の河川幅を計測し式(1)を仮定した回帰分析によりパラメータを得た。また 2 秒データでは堤防の設定を行う。堤防の高さは流域内の平均値 3.81m とする。
- c)土地利用：国土数値情報⁶⁾の平成 26 年度土地利用細分メッシュデータ(ラスタ版)を再分類した。土地利用ごとのパラメータを表-1 に示す。
- d)雨量 0.75 倍：雨量メッシュのセル値を 0.75 倍し、モデルを実行した。

表-1 土地利用各分類のパラメータ

	3 秒データ		2 秒データ				
	山地	平野	水田	畑地	山地	都市	水域
n(River)(m ^{-1/3} s)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
n(Slope)(m ^{-1/3} s)	0.3	0.3	1	0.4	0.6	0.2	0.1
Soil depth(m)	1	1	1	1	1	1	1
Porosity(-)	0	0.398	0.471	0.471	0.471	0.471	0.471
kv(m/s)	0	8.33×10 ⁻⁷	5.56×10 ⁻⁷	5.56×10 ⁻⁷	0	0	5.56×10 ⁻⁷
Sf	inactive	0.2185	0.273	0.273	0	0	0.273
ka(m/s)	0.4	0	0	0	0.1	0	0
Unsat.Porosity(-)	0	0	0	0	0	0	0
β	8	8	4	4	4	4	4

3. 計算結果

平成 27 年 9 月関東・東北豪雨を RRI モデルで再現し、8 つのモデルの計算結果と実測値を比較する。実測値は水文水質データベース⁷⁾から入手した。

まず観測所流量との比較を行う。小貝川に位置する三谷観測所の流量ハイドログラフを図-1 に示す。

キーワード 鬼怒川, RRI モデル, 地理情報システム (GIS)
連絡先 〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33
千葉大学大学院融合理工学府地球環境科学専攻都市環境システムコース TEL 043-290-3555

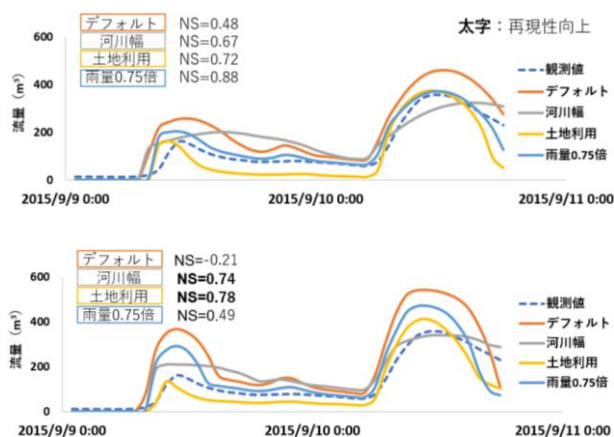


図-1 三谷観測所における3秒データ(上)と2秒データ(下)の各モデルの流量

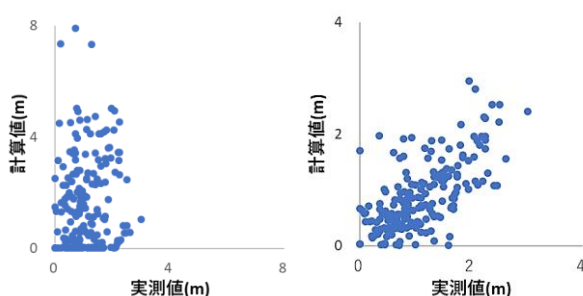


図-2 3秒データ(左)と2秒データ(右)の最大浸水深

また、各モデルの Nash-Sutcliffe 係数⁸⁾(以下 NS)を図中に示す。NS は 1 に近いほど再現性が高い。各モデル流量に差異はあるが、洪水の立ち上がりは類似する。またモデル a)と他モデルの NS を比較するとモデル b)～d)のパラメータ設定は有効である。

次に、実際の現地調査で得られた浸水深⁹⁾と、モデルによる計算値を図-2 に示し、比較する。観測地点は常総市の鬼怒川・小貝川に挟まれた領域に位置する。計算値として、モデル a)の最大浸水深を用いる。2 秒データでは日本域表面流向マップを使用しており、実際の河川形状と一致したため精度が向上した。また高分解能化により、鬼怒川・小貝川のみならず支川の氾濫を再現したことも原因と考えられる。

4. 考察

3 秒および 2 秒データの解析結果から考察を述べる。モデル a)の解析によると、両データとも流量は過大評価される。これは、地下浸透による損失を考慮しておらず、水がすべて河川に流入するためだと推測できる。

また、今回は越水のみを考慮するため堤防がなく

越水しやすいモデル a)で最大浸水深の精度が最も良い結果となった。モデル b)に関して、三谷観測所では、高分解能化等の詳細なパラメータ設定により精度向上が見られたが、ほかの観測所では精度が下がった。これは本川(鬼怒川・小貝川)の河川幅・堤防高に基づき設定したパラメータを、流量の小さい支川を含めた流域内のすべての河川に適用させたためだと考えられる。モデル c)では流量再現精度は高いが、浸水深は過小であった。これは、堤防の決壊を考慮していないため、実際の氾濫の挙動と異なることが原因と考えられる。モデル d)では、すべての地点で精度が上がるとは限らなかった。

5. まとめ

RRI モデルを用いて平成 27 年 9 月関東・東北豪雨を対象に解析した。異なるパラメータの 8 モデルを実行し、河川流量や浸水域の最大浸水深の再現性を検証した。デフォルトモデルは、流量を過大評価する傾向にある。しかし、土地利用や河川幅などに応じてパラメータ設定を行うことで再現性を高めることができる。また、分解能の高いデータを用いることで、本川だけでなく支川の氾濫も再現できることから、高分解能の地形データを用いることが望ましい。今後は、河川断面データや堤防決壊を反映させ氾濫解析を行う。

参考文献

- 1) 気象庁：災害時気象報告「平成 27 年 9 月関東・東北豪雨及び平成 27 年台風第 18 号による大雨等」, 2015.
- 2) 土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター：降雨流出氾濫モデル,
https://www.pwri.go.jp/icharm/research/rri/index_j.html
- 3) 株式会社ハレックス：DreamAll「1 時間降水量」
- 4) USGS:HydroSHEDS,<https://hydrosheds.cr.usgs.gov/>
- 5) 日本域表面流向マップ: <http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/~yamadaai/JapanDir/> (20 Nov, 2018)
- 6) 国土交通省:国土数値情報土地利用メッシュ(ラスター版)データ,
http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-b_r.html
- 7) 国土交通省:水文水質データベース
<http://www1.river.go.jp/>
- 8) Nash, J. E., Sutcliffe, J. V.: River flow forecasting through conceptual models part I—A discussion of principles, *Journal of hydrology*, 10(3), pp. 282-290, 1970.
- 9) 佐山敬洋, 寶馨：平成 27 年 9 月関東・東北豪雨に伴う鬼怒川氾濫の浸水深分布推定, 土木学会論文集 B1(水工学) Vol.72, No.4, pp. I_1171-I_1176, 2016.