

分布型流出モデルを用いた阿武隈川流域の洪水予測に関する基礎的検討

日本大学 学生会員 ○管野 眞子

日本大学大学院工学研究科 学生会員 神戸 智志

日本大学 正会員 朝岡 良浩

1. 目的

近年、日本各地で記録的な豪雨に伴う大規模な風水害が頻発化しており、その中でも2019年10月に発生した台風19号は信濃川水系や阿武隈川水系を中心に甚大な被害をもたらした。阿武隈川の中流域である本宮、阿久津、須賀川では計画降雨を上回ったことから、台風19号による洪水は超過洪水といえる。超過洪水時の被害を軽減するためには、ハード対策のみならずソフト対策の充実が必須であり、特に洪水予測は有益な情報を提供すると考えられる。本研究は、阿武隈川流域における分布型流出モデルを用いた洪水予測システムの構築に向けて、流出モデルの基礎データとして使用とする流向、土地利用、河道に関するデータを数値地図情報より作成し、阿武隈川の地形特性の検討を目的とする。

2. 研究対象地域

阿武隈川（図-1）は本川の幹川流路延長239km、流域面積5,400km²の一級河川である¹⁾。阿武隈川は狭窄部と開口部を交互に流れ、河川勾配が1/200～1/4,000と起伏に富んだ地形となっており、南から北に流下するため、台風の経路と並行する傾向がある。

3. データセットおよび研究手法

標高データおよび土地利用データを国土数値情報から取得し、200mメッシュにリサンプリングした。降雨データは地域気象観測から取得し、重み付き距離平均法を用いて200mメッシュのデータを作成し、流域全域の降雨量を推定した。

分布型流出モデルは、対象流域を200mメッシュに分割し、斜面部と河道部に分類して、流域全体の流れを計算する。斜面部は表面流出と地下水流出、河道部は表面流出のみを仮定した。斜面部は、表面流出にKinematic Wave法と連続式、地下水流出に貯留関数法を適用した。河道部はDiffusion Wave法と連続の式を適用した。基礎式を以下に示す。

$$\text{Kinematic Wave 法:} \quad -ghi + \frac{gn^2 q_s^2}{h^3} = 0 \quad (1)$$

$$\text{連続の式（表面流出）:} \quad \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q_s}{\partial x} = (PR - R_{in}) \quad (2)$$

$$\text{貯留関数法:} \quad s = kq_b^p \quad (3)$$

$$\text{連続の式（地下水流出）:} \quad \frac{ds}{dt} = R_{in} - q_b \quad (4)$$

$$\text{Diffusion Wave 法:} \quad -gh \frac{\partial h}{\partial x} - ghi + \frac{gn^2 q^2}{h^3} = 0 \quad (5)$$

$$\text{連続の式:} \quad \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = PR \quad (6)$$

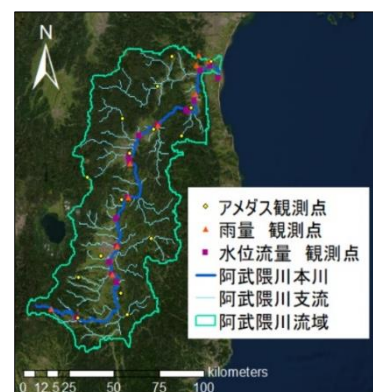


図-1 阿武隈川流域

ここで g は重力加速度(m/s²)、 q_s は表面流出の単位幅流量(m²/s)、 PR は降雨量(m/s)、 R_{in} は浸透量(m/s)、 t は時間(s)、 x は流下方向の距離(m)、 h は水深(m)、 i は流路勾配、 n はマンニングの粗度係数(m^{-1/3}s)、 s は見かけの貯留高(m)、 k 、 p はモデル係数、 q は単位幅流量(m²/s)である。

キーワード 洪水予測, 超過洪水, Diffusion wave 法, 降雨流出

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1 日本大学工学部土木工学科 TEL024-956-8732

4. 研究結果

標高データより作成した流向，土地利用を図-2，また土地利用の割合および土地利用に対応する粗度係数を表-1に示す．森林が流域の約6割を占め，田，その他農用地が約2.5割を占めている．作成したデータを用いると，分布型流出モデルの斜面部の表面流出の流れを表す(1)式の粗度係数を土地利用に応じて設定することが可能になる．また，作成した流向分布より流域内の各メッシュの流れの向きを設定でき，さらに，標高データから各メッシュの勾配を設定できる．流向分布に基づいて作成した流積流量分布を図-3，累積流量より作成した河道網を図-4に示す．累積流量とは各メッシュが有する上流域のメッシュ数を示す．累積流量は最大値 132,430 メッシュであった．本研究は累積流量に閾値を設けて河道を抽出できるか検討した．閾値を 500 メッシュに設定した場合，本川から二次支川までを表現，閾値を 1,800 メッシュに設定した場合，本川から二次支川までを表現した．また閾値を 20,000 メッシュに設定した場合，本川のみを表現した．本研究で扱う分布型流出モデルでは，河道部に Diffusion Wave 法を適用するため，河道部は重要な情報となる．今後は分布型流出モデルを用いた洪水予測の精度向上に向け，各モデルパラメータの調整を行う必要がある．

参考文献

- 1) 国土交通省 水管理・国土保全局 (2012)：阿武隈川整備基本方針，pp. 15.
- 2) 水工学委員会 水理公式集編集小委員会 (2019)：水理公式集 2018 年版，土木学会，pp. 927.

表-1 阿武隈川流域の土地利用と粗度係数²⁾

	土地利用	セル数	割合	粗度係数
0	解析範囲外	8	0.01%	—
10	田	20159	14.89%	2.0
20	その他の農用地	16187	11.96%	0.3
50	森林	81303	60.07%	0.7
60	荒地	1608	1.19%	0.7
70	建物用地	10059	7.43%	0.03
91	道路	493	0.36%	0.03
92	鉄道	338	0.25%	0.03
100	その他の用地	1949	1.44%	0.3
110	河川及び湖沼	2674	1.98%	0.025
160	ゴルフ場	569	0.42%	0.3

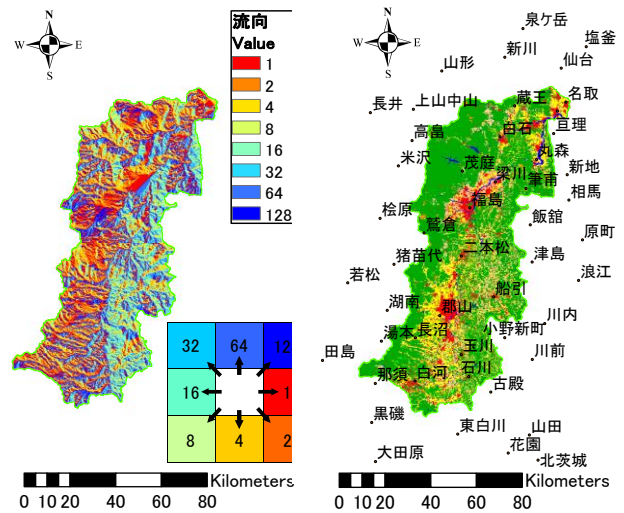


図-2 流向と土地利用

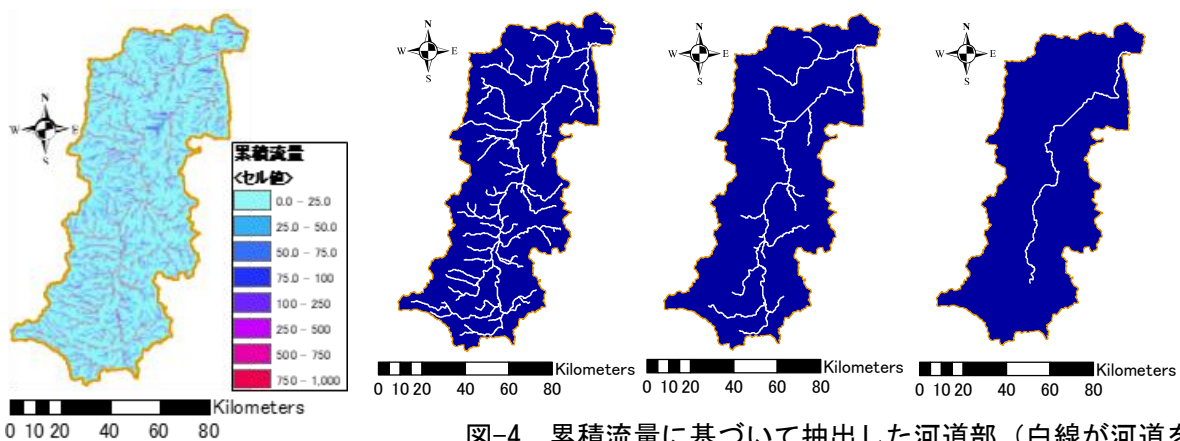


図-3 累積流量

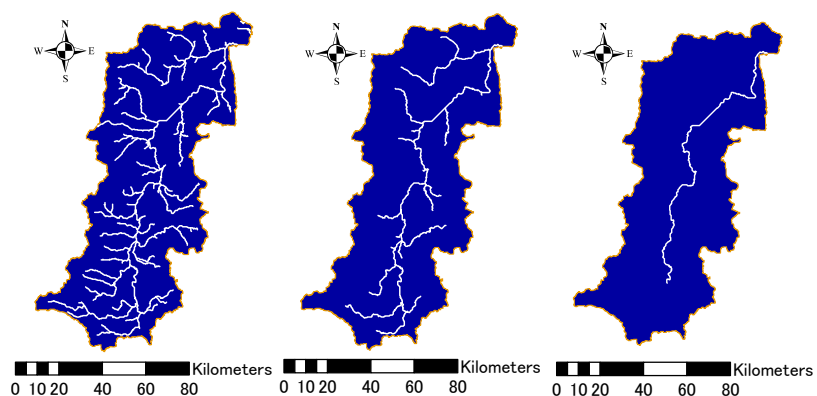


図-4 累積流量に基づいて抽出した河道部（白線が河道を示す）

（左：閾値 500 メッシュ、中央：閾値 1800 メッシュ、右：20000 メッシュ）