

## 降雨流出解析に用いる降雨データの空間解像度が河川流量に与える影響

中央大学 学生会員 ○干場 希乃 中央大学大学院 学生会員 青木 啓祐  
 中央大学大学院 学生会員 諸岡 良優 中央大学 研究開発機構 寺井 しおり  
 東芝インフラシステムズ(株) 吉見 和紘 中央大学 フェロー会員 山田 正

### 1. はじめに

近年、異常気象により水災害が激甚化し、新興国においても洪水による被害が拡大している。洪水による被害を減らすためには流出解析を行い、洪水予測の精度を向上させる必要があるが、一般に新興国では水位や雨量などデータが十分に観測されていないため、高精度に流出解析を行うことが困難である。

流出解析に用いる降雨データは主な手法として、転倒柵型地上雨量計とレーダ雨量計による観測がある。転倒柵型地上雨量計(以下、地上雨量計)は直径20cmの筒から直接降雨を捉える。地上雨量計は任意に配置され、流出解析に用いる際には算術平均法、等雨量線法、ティーセン法等から流域平均雨量を算定する。一方でレーダ雨量計(以下、レーダ)は、Cバンド帯やXバンド帯の電波を放出し、降雨強度を観測・算定している。現在国土交通省にはCバンドレーダとXバンドMPレーダを全国に設置されている。Cバンドレーダは一台で半径120kmの範囲を観測し、1kmメッシュの空間解像度の降雨データを得る。また、XバンドMPレーダは一台で半径60kmの範囲を観測し、250mメッシュの空間解像度で降雨データを得る。流域内の降雨データを用いて流出解析を行う。

新興国において、地上雨量計を整備していき流出解析に用いる際に十分な降雨データを得ることが必要であるが、地上雨量計は降雨を点として捉えるため、降雨の空間分布をすべて捉えることが困難であり、同一の降雨であっても地上雨量計の配置個数が変わると、流出解析に用いる際の流域平均雨量の値に差異が生じる。このような差異を本論文では降雨の不確実性と呼ぶ。

### 2. 目的

本論文では、流出解析において流域平均雨量を算出する際に用いる地上雨量計の数によって生じる降雨の不確実性が河川流量に与える影響を明らかにすることを目的とする。

### 3. 計算手法

#### 1) 対象流域と計算手法の概要

本論文で対象とする流域は、図-1に示す利根川上流域である。対象降雨は、2011年から2017年の期間において、1降雨イベントで出水の大きかった上位3つの降雨イベントとした。雨量計の個数を任意に配置して流域平均雨量を算定するために、気象レーダの格子1点1点を仮定の雨量計と

して扱う。流域平均雨量はティーセン法を用いて算出した。流出計算においては、山田ら<sup>1)</sup>によって提案された、鉛直浸透機構を考慮した集中型の流出モデルを用いた。このように、流域平均雨量から河川流量の算出を雨量計の配置数ごとに100回試行し、配置数ごとに河川流量を比較した。なお、降雨データはCバンドレーダのデータを使用した。雨量計の配置数は16通り変えて比較した(配置数(16ケース) :

5, 10, 17, 35, 68, 100, 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000)。

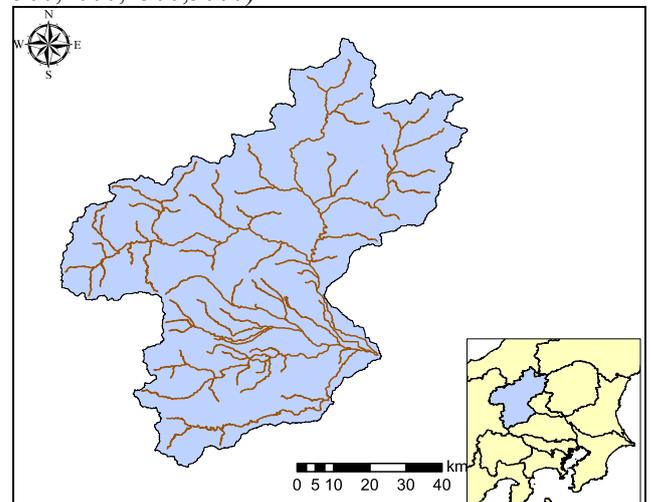


図-1 対象流域 利根川上流域  
(流域面積 : 5110km<sup>2</sup>)

#### 2) 流出解析手法

流出解析で用いた基礎式<sup>2)</sup>を式(1)、(2)に示す。式(1)はn-1層目からn層目への浸透量 $V_{n-1}(=b_{n-1}S_{n-1})$ 、n層目からn+1層目への浸透量 $V_n(=b_n S_n)$ における流出に寄与する降雨の連続関係を表している。各層の流出に寄与する降雨量は式(3)に示すように水位 $s_n$ が各層の保水力 $h_{nm}$ を超えた時点で発生するとし、式(2)は斜面流出に寄与する降雨として与えることで一連の斜面計算を表している。

$$\frac{ds_n}{dt} = V_{n-1} - r_{nm} - V_n \quad (1)$$

$$\frac{dq_{nm}}{dt} = \alpha_{nm} q_{nm}^{\beta_{nm}} (r_{nm} - q_{nm}) \quad (2)$$

キーワード 降雨流出解析, 地上雨量計, レーダ雨量

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部 TEL : 03-3817-1805

$$\begin{cases} r_{nm} = 0 & (s_n < h_{nm}) \\ r_{nm} = a_{nm}(s_n - h_{nm}) & (s_n \geq h_{nm}) \end{cases} \quad (3)$$

ここに  $n$  : 層数,  $m$  : 各層内における側方成分の数,  $r_{nm}$  : 斜面流出に寄与する雨量[mm/h],  $h_{nm}$  :  $n$  層内の側方成分発生 の閾値[mm],  $s_n$  : 各層の水位[mm],  $V_n$  : 鉛直浸透量[mm/h],  $\alpha_{nm}$ ,  $\beta_{nm}$  : 単一斜面における降雨流出の基礎式中の  $a_0$ ,  $\beta$  に対応する. 流出解析の概念図は図-2 に示す.

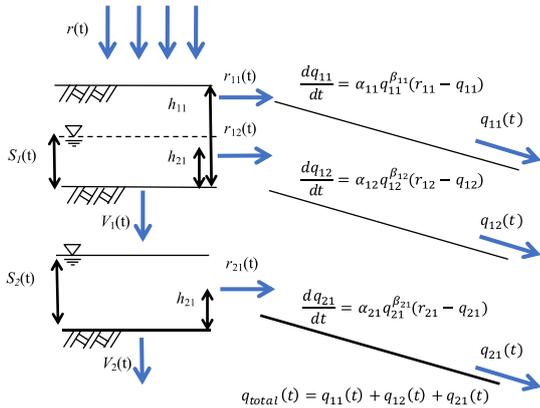


図-2 吉見・山田らの鉛直浸透機構を考慮した集中型流出モデル 概念図

#### 4. 結果・考察

例として, 仮想雨量計を 5 個, 35 個, 100 個配置した場合の利根川上流域における 2013 年台風 18 号の流量ハイドログラフを図-3 に示す. 黒実線が 100 回試行して算出した流量ハイドログラフから平均した流量ハイドログラフ, 紺色の点線が八斗島地点での実測値である. 図-3 よりどの配置個数の場合でも平均値まわりに流量が分布することがわかった. また, 各配置個数に対するピーク流量の最小値と最大値について図-4 に示す. その結果, 同一の降雨でも配置個数が増加すると流量の分布の幅は小さくなることがわかった.

#### 5. まとめ

雨量計が降雨の空間分布をすべて捉えることができないことから, 雨量計の個数によって生じる降雨の不確実性が河川流量に与える影響を明らかにした. その結果, 次のような知見が得られた.

- 1) 河川流量は平均値まわりに分布する.
- 2) 分布の幅は雨量計の個数が多いと小さくなること がわかった.

今後の展望として雨量計の個数によって生じる分布の幅を定量的に評価し, 高精度に降雨流出解析する際に十分な降雨データを得るために最適な雨量計の配置数を検討する.

#### 参考文献

1) 吉見和紘, 山田正: 鉛直浸透機構を考慮した流出計算手法の長期流出解析への適用, 土木学会論文 集 B1(水工学), Vol. 70, pp. 367-372, 2014

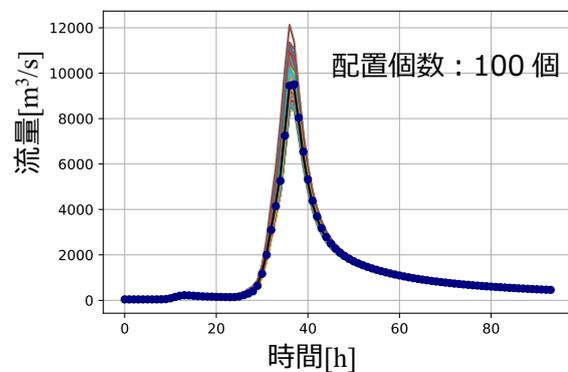
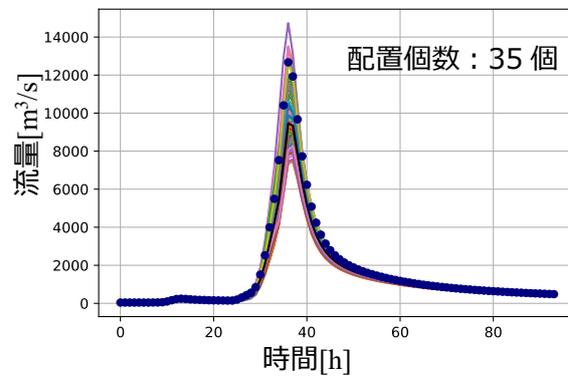
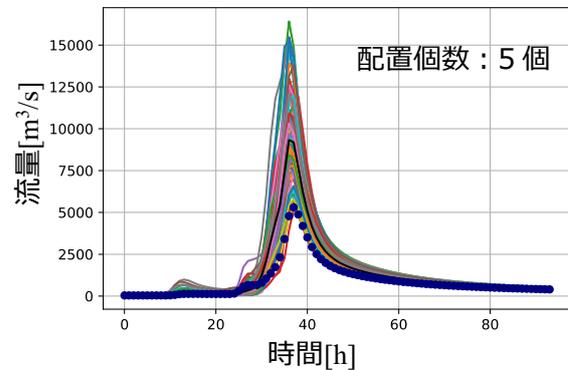


図-3 仮想雨量計の個数が 5 個, 35 個, 100 個の場合の流量の時間変化 (2013 年台風 18 号, 利根川上流域)