

# 降雨データの空間分布が河川の 洪水ピーク流量に与える影響に関する研究

佐藤 憲弥<sup>1\*</sup>・諸岡 良優<sup>1</sup>・山田 正<sup>2</sup>・寺井しおり<sup>3</sup>・吉見 和紘<sup>4</sup>

<sup>1</sup>中央大学大学院理工学研究科都市環境学専攻（〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27）

<sup>2</sup>中央大学理工学部（〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27）

<sup>3</sup>中央大学研究開発機構（〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27）

<sup>4</sup>東芝インフラシステムズ(株)（〒212-8581 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1）

\* E-mail: a12.asbf@g.chuo-u.ac.jp

本研究では、地上雨量計の観測密度が低いと考えられる新興国で高精度に流出解析を行うための基礎的研究として、降雨データの空間解像度が流出計算に与える影響について調べた。具体的には地上雨量計の観測密度が十分高いと考えられる日本の利根川上流域・安部川流域を対象として地上雨量計の間引き計算を行い、1つの雨量観測所の支配面積や地上雨量計の設置場所が空間的に異なる場合に洪水ピーク流量に与える影響について分析をした。その結果、1つの雨量観測所の支配面積が大きくなると、洪水ピーク流量の分布は大きくなることが分かった、また、雨量観測所の設置場所が空間的に異なる時には1雨量計の支配面積によらず、洪水ピーク流量の分布は大きくなることが分かった。

**Key Words :** runoff analysis, meteorological radar, ground rain gauge

## 1. はじめに

近年、気候変動によって水災害が激甚化しており、東南アジアの新興国において甚大な被害をもたらされている。新興国では流出解析の精度向上が水災害の被害軽減や今後の人口増加も見据えた河川の治水・利水計画の策定のために重要度が高い。しかし、新興国では、流出解析に必要な水位や流量、降雨量等の水文データが長い期間で蓄積されていないことや、空間的に解像度の低いデータしか得られないために、流出解析の高精度化は困難を極めている。

一方、近年では、日本において気象レーダを用いた雨量観測が行われており、面的な雨量の分布を定量的に捉えることが可能となっている。本研究では、降雨データが乏しい地域での流出解析・洪水予測の精度向上に向けた基礎的研究として、降雨データのデータ数（空間解像度）と流出解析結果との関係性について分析を行った。

## 2. 対象流域の概要及び流出計算手法の概要

日本において現在整備されている雨量データを使用した場合の流出解析を行うにあたって、対象流域を図-1に示す利根川上流域（流域面積 5100km<sup>2</sup>）と図-2に示す安倍川流域（流域面積 567km<sup>2</sup>）とした。斜面計算には吉見・山田の提案した鉛直浸透機構と斜面計算が分離した降雨流出モデルを用いた<sup>1)</sup>。このモデルは、山腹斜面が複数の層で構成されていると考え、各層における鉛直浸透量と流出に寄与する雨量の雨量の連続関係から得られた鉛直浸透機構と山田によって提案された単一斜面における降雨流出の基礎式<sup>2)</sup>を組み合わせた集中型の流出モデルである。

また、呉らは流域面積が 200km<sup>2</sup>までは集中型モデルと



図-1 利根川上流域の概要



図-2 安部川流域の概要

分布型モデルとでピーク流量やピークの遅れ時間に差がないことを、流出計算のみの算出流量と流出計算と不定流計算も行い算出した流量の比較により明らかにしており<sup>3)</sup>、流域面積 200km<sup>2</sup>を集中型モデルの適応限界としている。既往の研究を踏まえて、本研究では利根川上流域を 139 のサブ流域に、安倍川流域を 8 のサブ流域に分割して斜面計算を行った。

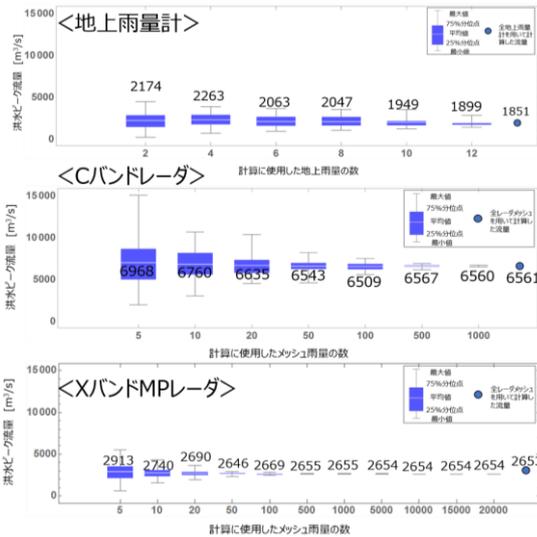


図-3 メッシュ雨量の数と洪水ピーク流量の関係

新興国では、地上雨量計が綿密に整備されておらず、雨量データの空間解像度は低いことが多い。そこで、雨量データの空間解像度が流出解析の結果に与える影響を調べるために、地上雨量計の観測密度が十分に高い日本の利根川上流域及び安部川流域において、雨量データの数を間引き、流出計算を行った。気象レーダは、各メッシュ雨量を雨量データ1つとみなし、Cバンドレーダのメッシュ雨量は5分間雨量を1時間雨量に算術平均したものを、XバンドMPレーダのメッシュ雨量は1分間雨量を1時間雨量に算術平均したものをを用いている。また、いずれの場合もテイラー分割法により求めた面積雨量を各サブ流域ごとに与えて流出計算を行っている。

### 3. 流出計算の結果

各流域において、図-3に示す地上雨量計、Cバンドレーダ、XバンドMPレーダの最大個数から任意の個数をランダムに選択し、それぞれ100ケースずつ流出計算を行った。それぞれの流出計算により求めた雨量計の数と洪水ピーク流量のばらつきの結果の一例を図-3に示す。地上雨量計、Cバンドレーダ、XバンドMPレーダ雨量による流出計算とも、洪水ピーク流量の分布の平均値は、計算に用いる雨量データの数に関わらず、すべての雨量データを用いて求めた洪水ピーク流量とほぼ同じ値を示している。

また、洪水ピーク流量の分布の幅は、計算に用いる雨量データの数が多くなるほど小さくなることが分かった。つまり、雨量データの空間分布が粗くなるほど洪水ピーク流量の不確実性が大きくなる。

次に、流出計算に用いた雨量データ一つ当たりの支配面積と洪水ピーク流量の変動係数の値の関係を図-4に示す。また、支配面積が200km<sup>2</sup>までの範囲で拡大したものを図-5に示す。図-4より、安倍川流域、利根川流域とも、流域に雨量計が数個しかない場合では洪水ピーク流量の変動係数が大きくなった。流域に雨量計が数個しかない場合、洪水ピーク流量のばらつきは流域面積の大きさに関わらず大きくなることが分かる。これは、一つ一つの雨量観測所の影響を顕著に受けるためであると考えられる。また、図-5より、流出計算に用いた雨量データ

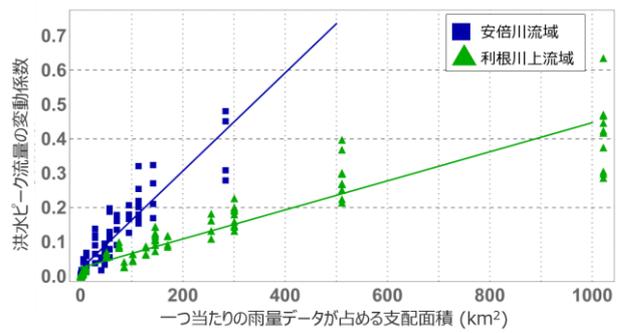


図-4 一つの雨量計の支配面積と洪水ピーク流量のばらつきの関係

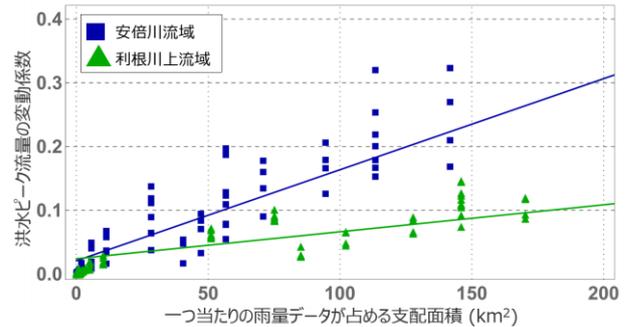


図-5 一つの雨量計の支配面積と洪水ピーク流量のばらつきの関係 (200km<sup>2</sup>までを拡大したもの)

一つあたりの支配面積が200km<sup>2</sup>よりも小さい範囲では、対象とする流域の流域面積が小さいほうが洪水ピーク流量のばらつきが大きいことが分かった。これは、流域面積の大きな流域では、雨量データの空間分布が平均され、雨量の空間分布が鈍るため、洪水ピーク流量の変動係数が小さくなると思われる。

### 4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

雨量データの空間分布が粗くなるほど（雨量データ一つ当たりの支配面積が大きくなるほど）洪水ピーク流量の不確実性は大きくなる。したがって、観測が密に行われていない場合、一つの雨量データの欠測が洪水ピーク流量に大きなばらつきを与える可能性がある。

流域面積の小さな流域では、降雨の空間分布が鈍らず、洪水ピーク流量に大きな影響を与えられる。そのため、流域面積の小さな流域ほど降雨を密に観測する必要があると考えられる。

### 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短期流出解析への適用, 土木学会水工学論文集, Vol.70, pp-367-372, 2014
- 2) 山田正: 山地流出の非線形性に関する研究, 水工学論文集, 第47巻, pp-259-264, 2013
- 3) 呉修一, 下坂将史, 山田正: 降雨流出における流域スケールに応じた斜面と河道の効果に関する研究, 水工学論文集, 第51巻, pp-259-264, 2007