

## 豪雨の DAD 関係に基づく多様な洪水シナリオの発生手法 Various Flood Scenarios Based on Depth-Area-Duration Relationship of Heavy Rainfall

○本間拓貴・堀智晴

○Hirotaka HONMA, Tomoharu HORI

It is thought that a characteristic of the heavy rain puts any place at risk is various. The heavy rain which has short duration and small area seems to put small rivers at risk. However, when making flood control plan and flood hazard map, area-averaged external force is applied with respect to the planned reference point in the downstream. In this case, the safety of the downstream is ensured, but not limited to the middle and upstream. The purpose of this study is to make runoff scenarios which reflect such rain characteristics, in order to assess flood risk and estimate the risk in each place when a heavy rain is generated. DAD relationship is calculated using Radar-AMeDAS rainfall data and the methods of making rainfall models holding DAD relationship are proposed. After that, the flood risk is assessed by runoff analysis.

### 1. 背景

ここ数年、我が国は毎年のように豪雨に見舞われ甚大な被害が報告されている。それらの豪雨は様々な地点で観測史上最大雨量を記録するような極めて猛烈なものであり、平成 30 年 7 月の西日本豪雨では高梁川支川の小田川の堤防が複数箇所決壊し、令和元年の台風 19 号では千曲川や久慈川など、関東を中心に多くの河川で堤防の決壊が見られた。特に阿武隈川では下流部だけでなく中上流部でも堤防の決壊が見られた。こうした状況から、支川や河川の中上流域を対象とした治水計画の検討を求める声が高まったり、住民が地域のハザードマップに注目したりと、治水計画等の河川デザインや災害への備えの在り方が進展しようとしている。

現在の治水計画では、河川管理者は同じ確率降雨であっても下流の計画基準地点に対して面積平均した雨を降らせており、下流の安全性は担保されているが中上流部についてはその限りではない。また実際の降雨は、例えばゲリラ豪雨のように 1、2 時間程度の継続時間に対して非常に強い降雨強度を伴うものもあれば、24 時間、48 時間といった長い継続時間を持つ豪雨もある。また流域面積の小さな河川では、継続時間が短くても強い強度を持つ降雨で氾濫が発生する危険性がある一方、流域面積が大きい河川では、ゲリラ豪雨のような局所的短時間の豪雨で本川が氾濫に至ることは少ない。

このように流域内の注目する地点ごとに危険をもたらす外力特性も異なると言え、従来のような手法にとどまらず、中上流部の不確実性を含めたリスク評価をすることが重要であると言える。

### 2. 目的

100 年に 1 回といった同じ確率降雨でも、治水計画では面積平均されて流域全体で一様の雨になる。しかし実際にはピーク地点が対象支流域に属さず被害が生じなかったり、特定の地域に集中し下流の計画基準地点では被害が無くても中上流域では被害が甚大であったりすることが考えられる。現在の治水計画で策定されたハザードマップには反映されず見逃されているリスクなどを再考するためには、恣意的でなく蓋然性を持たせた多様な洪水シナリオが必要である。本研究では、入力降雨に強度・空間・時間の関係を考慮し模擬発生させたモデル降雨を用いた洪水シナリオの作成手法を提案し、流量の観点で外力の違いがもたらす影響を分析したい。

### 3. 豪雨の DAD 関係の推定

ダムの影響が比較的少なく、空間スケールについて検討するため一定程度の流域面積が好ましいなどの理由から、本研究では奈良県および大阪府にまたがる流域面積 1,070 km<sup>2</sup>の大和川流域を対象とした。降雨の時空間分布特性を定量的に調べる手段の一つとして、降雨強度(Depth)-面積(Area)-

継続時間(Duration)の3者の関係を調べるDAD解析がある。本研究では、レーダー・アメダス解析雨量を用いて降雨のDAD解析を実施し、対象流域における降雨面積及び降雨継続時間に応じた年最大降雨強度を推定する。

まず、降雨分布データとして気象庁の解析雨量から対象流域内の降雨分布を抽出し、流域雨量データセットを作成した。解析雨量は空間解像度5km, 2.5km, 1kmのデータが存在するが、それらを5kmの空間解像度に統一することで、1988年から2017年までの30年分の雨量データを一括して扱うことを可能にした。継続時間は1, 2, ..., 48時間の48通り、空間スケールは1×1メッシュを30km<sup>2</sup>として、1×1, 2×2, ..., 8×8の各正方形領域と8×9メッシュの流域全体を設定し、この設定した解析枠を対象領域内、対象期間内においてくまなく動かし、それぞれの時間スケール、空間スケールにおける年最大雨量を求めた。

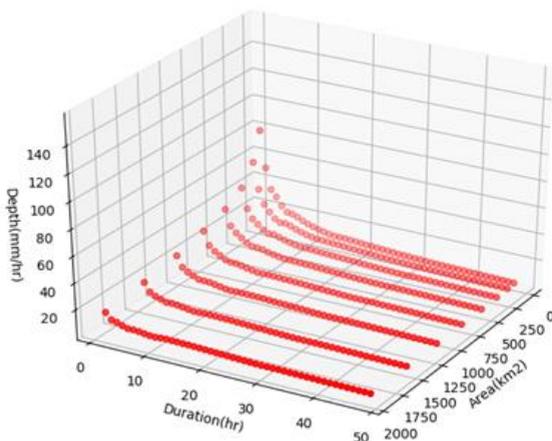


図1 1988年における大和川のDAD関係

#### 4. DAD関係を考慮したモデル降雨の作成

本研究では、DAD解析の結果が持つ誤差の影響を抑えるため、既存のDD式、DAD式を用いて元のデータに適合する関数のパラメータを求め、そこから得られた関数を用いてモデル降雨を作成する。今回はDD式としてSherman式、DAD式としてHorton-Sherman式を用いた。こうして得られたデータから時間・空間スケールについていくつかの場合分けをしながら、多様なモデル降雨を作成した。それらの詳細な説明や図表等は講演時に示す。

#### 5. 分布型流出モデルを用いた多様な流量シナリオの作成

対象流域の豪雨についての情報を水害リスク評価や河川デザインに活用するためには、様々な時間・空間スケールを持つ確率規模別のモデル降雨による洪水流量を求める必要がある。

本研究では降雨の空間スケール等の違いが流域に与える影響を探るため、流量シナリオの作成にあたって大和川水系の石川を対象とすることにした。降雨の空間的な広がりや、最大降雨強度をもたらずメッシュの有無による影響を検討するため、石川は南河内エリアの中心部を貫流して大和川と合流する流域面積222km<sup>2</sup>の一級河川である。

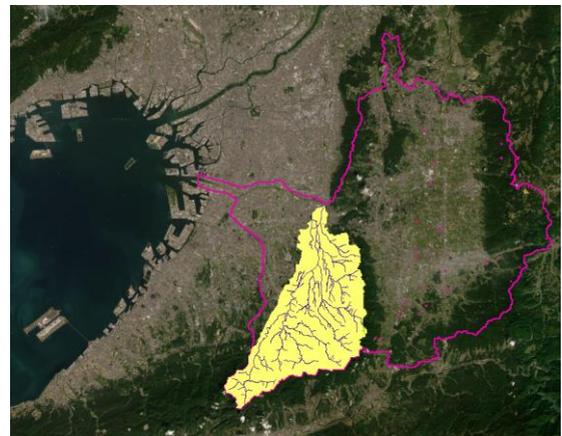


図2 大和川流域(赤線)と石川流域(黄色部分)

河川の中上流域や支川に注目しシナリオの違いを比較するためには、一定程度詳細に流域地形をモデル化する必要がある一方、計算負荷を低減させつつ結果を得ることが必要である。また今後本研究の結果を応用する上で柔軟に対応できることも重要であることから、流出解析には新たに作成した分布型流出モデルを用いることにした。このモデルでは対象流域を3次メッシュに分割し、国土交通省の国土数値情報のデータを基に流域の地理情報をまとめモデル化した。各メッシュの斜面には浸透を考慮し中間流と地表面流を統合したkinematic wave法を適用し、森林地、草地/農地、水田、都市域、水域の土地利用に区分しシミュレーションに反映した。河道の流れもkinematic wave法で追跡することとし、斜面メッシュの境界に河道位置を設定した。

作成したモデル降雨を入力として石川の流量シナリオを作成した。それらの結果の分析や図表等は講演時に示すものとする。