

鉛直浸透機構を考慮した降雨流出モデルによる短期流出解析

—平成 30 年 7 月豪雨を例として—

中央大学大学院

学生会員 町田 果歩

中央大学大学院（現：土木研究所）

正会員 諸岡 良優

中央大学

フェロー会員 山田 正

1. はじめに

近年、世界的な気象の極端化により、水災害が頻発・激甚化している。例えば 2018 年には平成で最大の死者数を記録した平成 30 年 7 月豪雨が発生し、甚大な被害をもたらした。今後もこのような激甚災害が起こる可能性は十分にあり、その災害を事前に予測することが必要であると考えられる。また洪水災害を事前に予測する際に、降雨流出解析を行う必要があるが、将来起こりうる降雨にも流出モデルのパラメータは適用可能であることが望ましいため、流出モデルのパラメータは安定性が高い方が望ましい。

本研究では、平成 30 年 7 月豪雨で特に被害が大きかった中国・四国地方を対象に二重偏波レーダ（国土交通省 C バンド+X バンド MP レーダ）と単偏波レーダ（気象庁 C バンドレーダ）の観測結果を比較した。さらに、氾濫被害が大きかった江の川水系土師ダム・吉井川水系苦田ダムの 2 つのダム流域である期間（2018 年 7 月 1 日～8 日）における二重偏波レーダおよび単偏波レーダの観測累積雨量について比較し、それぞれの観測雨量を用いて鉛直浸透機構を考慮した降雨流出モデルを用いて再現計算を行った。さらにレーダ雨量の違いがパラメータの安定性に及ぼす影響について検討した。

2. 対象豪雨および対象流域

2. 1. 対象豪雨

対象豪雨は平成 30 年 7 月西日本豪雨とする。当該豪雨では、平成 30 年 6 月末から 7 月上旬にかけて日本付近に停滞する梅雨前線と南海上に発生した台風 7 号によって、河川の氾濫や土石流などが発生した。その結果、200 名を超える死者・行方不明者と 3 万棟近い家屋被害に加え、都市中心部での電気屋上下水道などのライフラインや交通インフラ等の被災によって、甚大な社会経済被害が発生した<sup>1)</sup>。豪雨時の

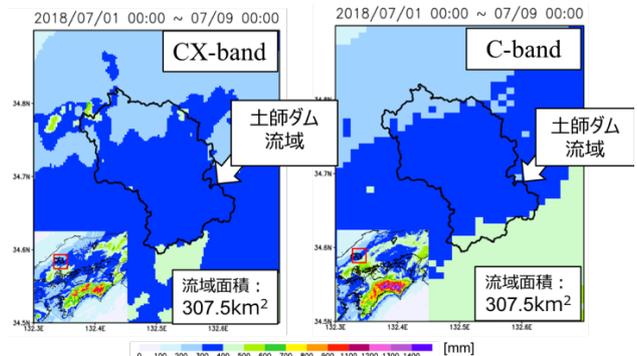


図-1 土師ダム流域の累積雨量の空間分布比較図

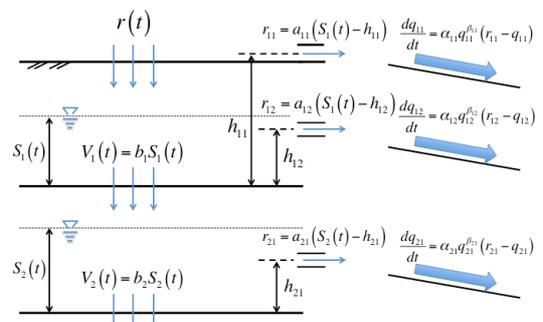


図-2 2 段 3 層構造の概念図

土師ダム流域における二重偏波レーダと単偏波レーダにより観測した累積雨量を図-1 に示す。中国・四国地方における二重偏波レーダ（国土交通省 C バンド+X バンド MP レーダ）及び単偏波レーダ（気象庁 C バンドレーダ）の観測累積雨量を比較すると、どちらのレーダにおいても最大累積雨量は 1400mm 以上を記録したが、その範囲は単偏波レーダの方が広がった。流域平均累積雨量は二重偏波レーダでは 323mm、単偏波レーダでは 339mm となった。この結果は、単偏波レーダは空間解像度が 1km であるのに対し二重偏波レーダは空間解像度が 250m と空間解像度が高いことから、より詳細にデータを取得可能であることを示唆している。

キーワード レーダ雨量, 降雨流出解析, 鉛直浸透機構

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部 TEL03-3817-1807

## 2. 2. 降雨流出計算の対象流域

対象流域は、平成30年7月豪雨において特に被害が大きかった広島県に水源を持つ江の川水系土師ダム流域及び岡山県に水源を持つ吉井川水系苫田ダム流域を対象とした。流域面積は、土師ダム流域は307.5km<sup>2</sup>、苫田ダム流域は217.4km<sup>2</sup>である。

## 3. 計算方法

降雨流出計算には、吉見・山田らによって提案された鉛直浸透機構を考慮した降雨流出モデル<sup>2)</sup>を用いた。本モデルは山地流域での短期の洪水計算では2段3層構造のモデル、長期流出へ適用する場合は3段4層構造のモデルを用いることで高い再現性が得られることも示されており、本研究では2段3層構造のモデルを使用した。2段3層構造のモデルの概念図を図-2に示す。ここに $r$ ：降雨強度[mm/h]、 $S_n$ ：各層の土壌内浸透量[mm/h]、 $q_{nm}$ ：各層からの流出高[mm/h]、 $V_n$ ：鉛直浸透量[mm/h]、パラメータが $a_{nm}$ 、 $b_m$ 、 $\alpha_{nm}$ 、 $\beta_{nm}$ 、 $h_{nm}$ である。パラメータの推定方法には大域的探索法であるSCE-UA法を用いた。

## 4. 流出計算結果

土師ダムにおける流出計算結果を図-3に示す。同図から、入力降雨として二重偏波レーダの観測雨量を用いた場合、単偏波レーダ観測雨量を用いた場合ともに実測値を概ね再現できていることがわかる。また、苫田ダムにおいても同様の結果を得られた。二つのダム流域において二重偏波レーダ観測雨量データを用いた場合の再現計算結果は単偏波レーダ観測雨量を用いた場合の再現計算結果に比べて流出高のピーク値の再現性が高いことがわかる。したがって、洪水予測をする上で二重偏波レーダの観測雨量を用いることは精度の高い予測につながると考えられる。

また、二重偏波レーダと単偏波レーダを用いて再現計算をした際に用いたパラメータを図-4に示す。同図から、鉛直浸透量を算出するための比例定数である $b_1$ 、 $b_2$ のばらつきが大きいことがわかる。これは単偏波レーダと比較して二重偏波レーダは時空間解像度が高いため細かい雨量の観測が可能であり、ハイドログラフの逓減部などの細かい部分も再現しようとしたからだと考えられる。

## 5. まとめ

本研究では、平成30年7月豪雨を対象に二重偏波レーダ及び単偏波レーダの観測雨量を比較した。ま

た

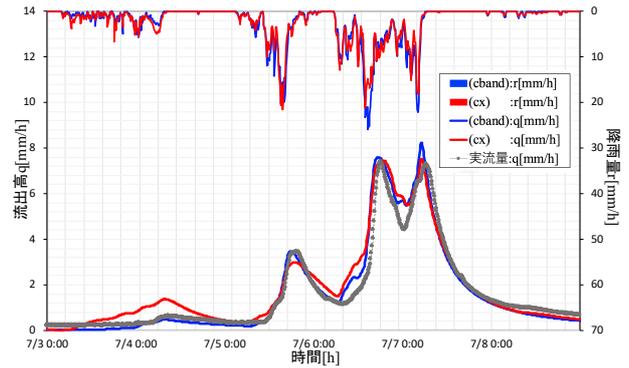


図-3 土師ダム流域における再現計算結果

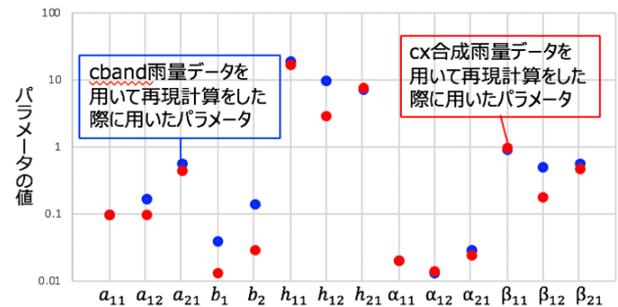


図-4 土師ダム流域における再現計算時のパラメータの比較

それらの雨量を用いて鉛直浸透機構を考慮した降雨流出モデルにおけるパラメータの違いについて検証した。本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) 吉見・山田の鉛直浸透機構を考慮した流出モデルによる短期流出解析を行い、実測をよく再現できることがわかった。
- 2) 二重偏波レーダによる観測雨量と単偏波レーダによる観測雨量を用いて再現計算を行った場合のパラメータを比較すると、鉛直浸透量に関するパラメータに差があることがわかった。これは、二重偏波レーダは細かい雨量の観測が可能であり、逓減部など細かい部分を再現しようとしたためだと考えられる。

今後は複数の過去の洪水イベントを用いて本モデルのパラメータを推定することで、洪水の予測可能性についての検証を行う。

## 参考文献

- 1) 国土交通省資料『平成30年7月豪雨による土砂災害概要』
- 2) 吉見和弘・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，Vol70，pp367-385，2014