

第II部門

洪水到達時間を考慮したピーク流量と流域平均雨量の関係性に関する考察

大阪工業大学大学院
大阪工業大学工学部
大阪工業大学大学院

学生員 ○大森 大喜
正会員 田中 耕司
学生員 栗原 輝

1. はじめに

治水計画における基本高水流量は、計画降雨継続時間の流域平均雨量を用いた流出解析結果より決められてきた。しかし、この設定手法では降雨の時空間分布を考慮していないため、同程度の累積雨量でも流量の差が生じている。そのため、降雨から流量の推定を行っても、幅をもった推定しかできず、降雨に対する流量の応答といった議論までできていない。そこで、本研究は降雨に対する洪水流量を合理的に評価することを目的に、一級河川大和川水系で基準点での流量に対する降雨量の設定を行うことで、これまでの治水における課題を解決するための検討結果を示す。

2. 流量モデルの概要

大和川における洪水流量を解析するために、図1に示す分布型流出モデル¹⁾を用いた。本研究では入力値に大規模アンサンブル 4℃上昇実験値 d4PDF-RCM(60年×90アンサンブル=5400年)²⁾を用いることで、降雨の引き伸ばしに頼らない洪水流量の算出を試みた。降雨量については、渡部ら³⁾の提案しているバイアス補正後のデータを用いた。流量の再現性は当時藤井地点で計画高水位を超過した2007年台風第4号について検証し、NSE⁴⁾、PBIAS⁵⁾、RSR⁶⁾の3手法を用いて評価した。図2にそのヒドログラフ(基準地点柏原)、表1にモデルの精度評価の結果を示す。これより構築したモデルは過去の洪水流量を良好に再現していることが示された。

3. 従来の設定手法による降雨と流量の相関

流量について、5400年分の解析結果から基準地点柏原における年最大上位5位の時間流出量を抽出した。なお、同洪水イベントから抽出することを防ぐため、抽出は5日区間ごとに分けて行っている。影山ら⁷⁾は、各流域に設定された計画降雨継続時間と異なる降雨継続時間にピーク流量と強い相関があることを示している。そこで本研究では、抽出した流量のピーク時を基準に降

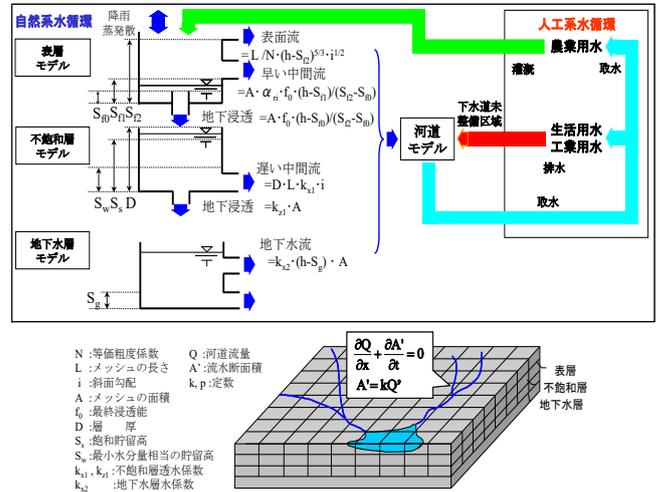


図1 分布型流出モデル概念図

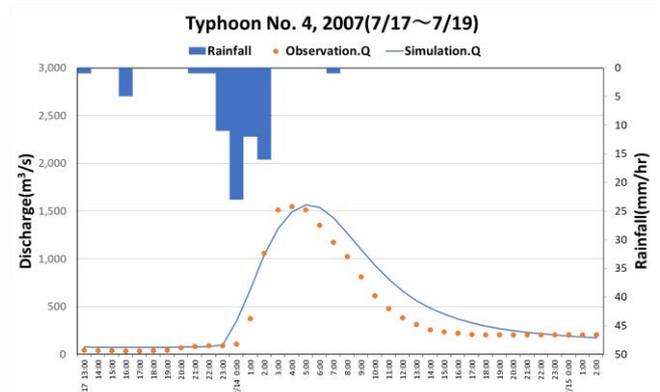


図2 2007年台風第4号ハイドログラフ(柏原地点)

表1 NSE、PBIAS、RSRによるモデルの精度評価

NSE	PBIAS	RSR
0.89 ***	-22.78 *	0.34 ***
Very Good : ***, Good : **, Satisfactory : *, Unsatisfactory :		

雨継続時間を3~18時間(計画降雨継続時間)内で3時間ごとに変えながら、ピーク流量との相関の分析を行った。表2にその結果を示す。これより6時間の降雨継続時間が最も強く、相関係数は0.959となった。図3にその相関図を示す。

表2 従来手法における降雨継続時間ごとの相関係数

降雨継続時間	3時間	6時間	9時間	12時間	15時間	18時間
相関係数	0.931	0.959	0.937	0.905	0.877	0.855

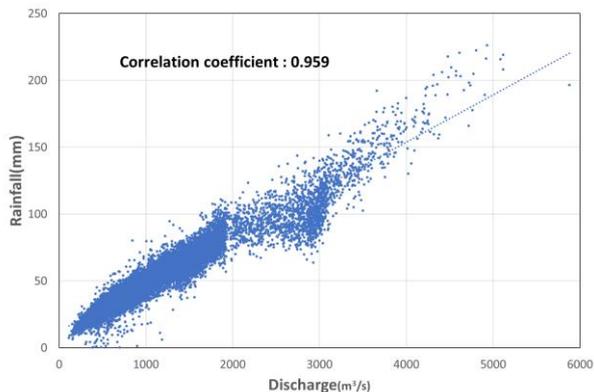


図3 従来の設定手法による降雨と流量の相関図(6時間)

4. 洪水到達時間を考慮した降雨と流量の相関

以下に本研究で提案する降雨の設定手法を述べる。

- ①標高データより作成した落水線に沿って、流域内の各メッシュに降雨の流下順を設定する。
- ②設定した流下順に対して、流出地点から流下時間分さかのぼった時間の降雨量をメッシュごとに整理する。
- ③流下時間分さかのぼった各メッシュの降雨を集計し、総降雨量を流出に対する降雨とする。

この操作により流量へ直接関わる降雨のみを抽出し、降雨の時空間分布による流量のばらつきを除去を試みた。流下時間の設定は1時間で30メッシュ流下するように設定した。流速に換算すると約2~3m/sのため、洪水流速から推測して妥当な値である。また、クラーク式の流下速度は約2.1~3.5m/sであり、設定した流下速度はクラーク式と同程度である。本来であれば、流下時間の設定にはさらに詳細な検討が必要であるが、本検証では上記の手法による効果を大略に把握するものとし、暫定的に設定している。

ここで、算出した降雨量について降雨の伝搬の遅れを考慮するため、抽出した流量のピーク時を基準に上記手法により、1~6時間内で1時間ごとに降雨継続時間を変えて降雨を算出した。これらの算出した降雨と流量の相関係数を表3に示す。これより2時間分の降雨が最も相関が強く、従来手法で最も相関が強かった降雨継続時間である6時間に近づくほど相関は弱くなり、相関係数は0.873となった。図4に6時間分の降雨についての相関図を示す。以上より、洪水到達時間を考慮することで、降雨と流量の鮮明な相関関係が得られた。しかし、従来

表3 提案手法における降雨継続時間ごとの相関係数

降雨継続時間	1時間	2時間	3時間	4時間	5時間	6時間
相関係数	0.929	0.932	0.93	0.917	0.896	0.873

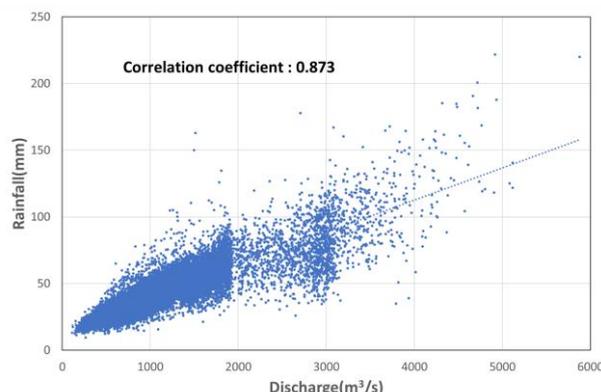


図4 提案手法による降雨と流量の相関図(6時間)

の設定手法に比べて相関は弱く、降雨から流量を推定するには十分な相関関係は得られなかった。

5. おわりに

本研究による検討結果からは、降雨から流量を直接推定するにあたって、十分な結果は得られなかった。一方、洪水到達時間を考慮した降雨の設定手法は従来手法と比較して相関が弱くなったが、流量との強い相関が得られた。今後の課題としては、暫定的に設定した流下時間を流下方向(縦横か斜め)、または勾配、地質による流下速度の違いを考慮することで、より流量と降雨継続時間内降雨量の相関関係が得られることが期待できる。

謝辞:d4PDF 降水量データを提供していただいた渡部氏(京都大学防災研究所)に感謝します。本研究は、統合的気候モデル高度化研究プログラム 領域テーマ D の支援を受けて実施されました。

参考文献

- 1) 安陪ら：水工学論文集,第46巻, pp.247-252, 2002
- 2) データ統合・解析システム (DIAS), <https://diasjp.net/> (2022/2/28)
- 3) 渡部ら：土木学会論文集 B1(水工学), vol75(2) I _1123- I _1128, 2019
- 4) Nash et al. : Journal of Hydrology 10 (3) , pp.282-290
- 5) Gupta et al : Journal of Hydrologic Engineering 4 (2) , pp.135-143
- 6) Moriasi et al : Transactions of the ASABE 50 (3) ,pp.885-900
- 7) 影山ら：土木学会論文集 B1(水工学),vol75(2), I_1075-I_1080,2019