

都市流域における温暖化影響を考慮した計画降雨の提案

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○吉岡 伸隆
芝浦工業大学 正会員 平林 由希子

1. 背景と目的

地球温暖化により世界全体で極端な気象現象の強度と頻度が増加している¹⁾。日本においても、降雨特性の変化傾向が確認されている²⁾。一方、日本の河川整備計画で用いられている計画降雨は、降雨特性を定常とする仮定の下、過去の観測データのみを用いて作成されており、温暖化影響を考慮出来ていない。また、地上気温が増加することで、短時間降水量の極値が増加する可能性があり³⁾、短時間降水量が洪水の規模に効いてくる都市河川では洪水リスクがより高まる可能性がある。

そこで本研究では、都市河川である善福寺川流域を対象として、アンサンブル気候予測実験(d4PDF)から得られる4℃上昇時の降水量を基に、温暖化影響を考慮した計画降雨を作成した。また、現行および作成された計画降雨を用いて氾濫解析を行い、氾濫規模を比較した。

2. 手法

2.1. 計画降雨の作成

現在用いられている善福寺川の計画降雨は、確率降水量が東京都の作成した降雨強度式より、降雨波形が合理式に基づく中央集中型で作成されている(type1)⁴⁾。一方、降雨波形は合理式に基づく場合と、実績降雨の引き伸ばしにより作成される場合もあるため、現行の確率降水量から引き伸ばしによる計画降雨を作成した(type2)。さらに、d4PDFより4℃上昇時の確率降水量を算出し、中央集中型および引き伸ばしによる計画降雨を作成した(type3,4)。いずれの計画降雨でも、現行と同じく継続時間24時間・再現期間20年とした。現行および作成した計画降雨を表1に示す。

表 1 4種類の計画降雨

		降雨波形	
		中央集中型	引き伸ばし法
確率 降水量	現行	type1	type2
	4℃上昇時	type3	type4

2.1.1. 現行の確率降水量

2012年に改定された東京都の降雨強度式を用いた。これは、1927～2010年における84年分の降水量を統

計処理し、算出されたものである。

2.1.2. 4℃上昇時の確率降水量

4℃上昇時の確率降水量は、d4PDFから4℃上昇時の降雨量変化倍率を継続時間1時間から24時間まで1時間ごとに求め、それを現行の確率降水量に乗じたものとした。4℃上昇将来実験の降水量を直接利用せずに、変化倍率を利用する理由は、気候モデルのバイアスを打ち消すためである。過去実験および将来実験(海面水温モデル(SST)6パターン)からそれぞれ得られる確率降水量の比の中央値を変化倍率とした。各実験の確率降水量は、d4PDFから得られる善福寺川流域を含む格子の領域平均された1時間降水量を基に、継続時間毎に年最大降水量をGumbel分布に当てはめ算出された。

2.1.3. 降雨波形

現行の計画降雨波形は、Alternating Block法による中央集中型が用いられており、同様にtype3を作成した。また、引き伸ばしによる降雨波形の対象とする降雨は、善福寺川において被害の大きかった1982年の台風11号による降雨(同年9月11日20時～翌日19時の、練馬AMeDASの1時間降水量)とした。通常の、総降水量が継続時間の確率降水量となるような一律の倍率での引き伸ばしではなく、ピークの2時間雨量が2時間確率降水量とし、総降水量(24時間雨量)が24時間確率降水量となるように引き伸ばした(type2,4)。これは、善福寺川における既往洪水について、降雨ピークから遡る時間雨量と浸水規模とを比較すると、ピークから遡る2時間雨量で相関が最大となり、善福寺川流域の洪水規模にはピークの2時間雨量が効くと考えたためである。

2.2. 氾濫解析

氾濫解析ソフトウェアXP-SWMMを用いて、全4種類の計画降雨による氾濫規模を比較した。XP-SWMMでは都市排水を考慮した氾濫解析が可能であり、善福寺川流域を再現したモデルを用いて、浸水面積および最大浸水深を算出した。

キーワード d4PDF, 河川整備計画, 計画降雨, 都市河川
連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5 芝浦工業大学大学院 吉岡伸隆 me20135@shibaura-it.ac.jp

3. 結果

3.1. 計画降雨

各 SST・継続時間別の変化倍率を図 1 に示す。変化倍率は、約 1.1～1.4 の範囲に納まった。継続時間が短いほど変化倍率が大きく、各 SST において変化倍率は、継続時間が 1～3 時間の範囲で最大となった。継続時間ごとに、変化倍率の中央値を現行の確率降水量に乘じたものが 4℃ 上昇時の確率降水量である(図 2)。これらの確率降水量を用いて作成された 4 種類の計画降雨を図 3 に示す。

3.2. 氾濫解析

現行と 4℃ 上昇時とで比較すると、浸水面積は、どちらの波形を使用した場合でも約 1.5 倍に増加し、雨量の増加率よりも大きくなった。最大浸水深は中央集中型の場合に約 1.2 倍、引き伸ばしの場合に約 1.1 倍に増加した。また、中央集中型に比べ、引き伸ばしの場合には浸水面積および最大浸水深が共に減少した。

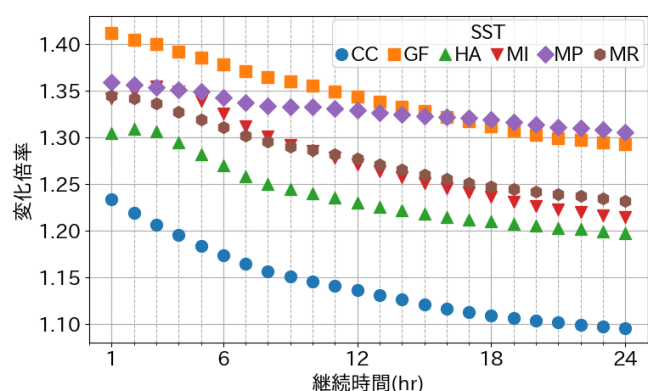


図 1 SST・継続時間別の変化倍率

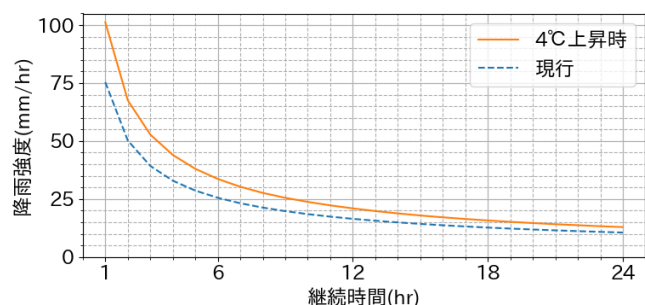


図 2 現行と 4℃ 上昇時の確率降水量

4. 考察

降雨変化倍率は、継続時間が短いほど大きく、短時間降雨の強度がより増加すると考えられる。

現行と比べ 4℃ 上昇時の場合、再現期間 20 年に相当する計画降雨の総降水量は、約 1.2 倍に増加するが、これらの計画降雨による浸水面積は約 1.5 倍となり (type1 と type3)、雨量の増加率を上回った。

総降水量が一定で、降雨波形が異なる場合 (type1 と type2、type3 と type4)、浸水面積と最大浸水深は約 1 割程度異なった。

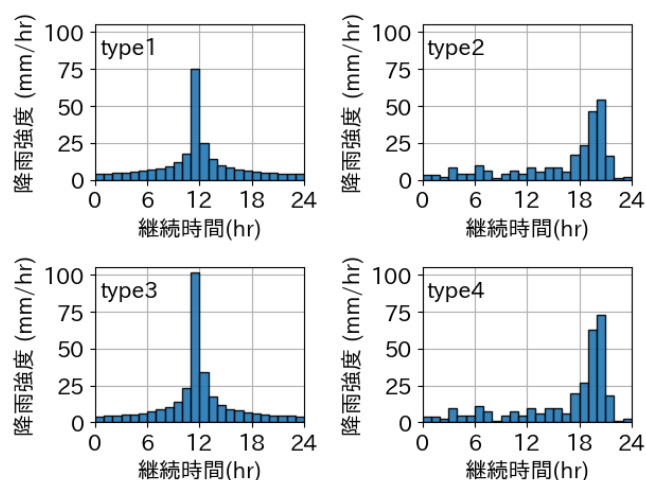


図 3 4 種類の計画降雨

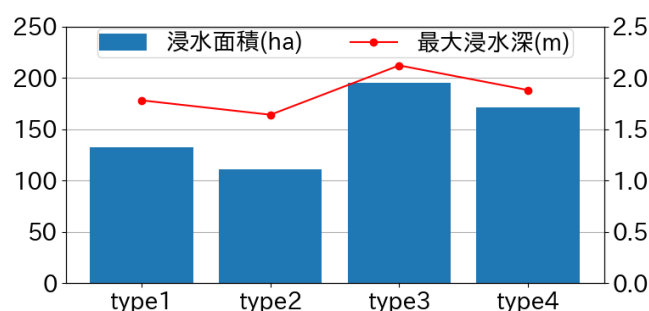


図 4 計画降雨別の浸水面積および最大浸水深

5. 参考文献

1. Masson-Delmotte, V., et al. (2018). IPCC, 2018: Summary for Policymakers. *Global warming of 1.5°C*.
2. Duan, W., et al. (2015). Changes of precipitation amounts and extremes over Japan between 1901 and 2012 and their connection to climate indices. *Climate dynamics*, 45(7-8), 2273-2292.
3. Utsumi, N., et al. (2011). Does higher surface temperature intensify extreme precipitation? *Geophysical research letters*, 38(16).
4. 東京都. (2012). 東京都内の中小河川における今後の整備のあり方について.

本研究では、文部科学省による複数の学術研究プログラム (「創生」、「結合」、SI-CAT、DIAS) 間連帯および地球シミュレータにより作成された d4PDF を使用した。また、科学研究費補助金 (18H01540)、MS&AD インターリスク総研ならびに環境省環境研究総合推進費に支援を受けた。