

気候変動による将来降雨が地下空間の浸水に与える影響

関西大学 正会員 ○尾崎 平 戸田 敦仁 石垣 泰輔
 京都大学 フェロー会員 戸田 圭一
 福岡大学 正会員 橋本 彰博

1. はじめに

気象庁による日本の気候変動 2020（令和 2 年 12 月）によれば、2 度、4 度上昇の各シナリオにおける日本域の極端現象の将来変化として、時間降水量 50mm 以上の頻度は、それぞれ約 1.6 倍、2.6 倍に増加することが予測されており、わが国における気候変動の影響として、内水氾濫による被害も増大するものと思われる。本研究では文部科学省の気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT）で作成された大規模アンサンブルデータ d4PDF（5km, SI-CAT）を用いて、過去と将来の気候状態における 10 年確率の計画雨量を算定し、気候変動による将来降雨が地下空間の浸水に与える影響について考察することを目的とする。

2. 方法

(1) 過去と将来の 10 年確率降雨の算出方法

d4PDF（5km, SI-CAT）では、過去実験として 1980 年 9 月～2011 年 8 月の期間の気候を、4℃上昇実験（以下、将来）として、2080 年 9 月～2111 年 8 月の期間の気候を再現している。過去、将来実験の各アンサンブルメンバから得られる 30 年の年時間最大雨量を 1 標本として、水文統計ユーティリティ¹⁾より Gumbel 分布と GEV 分布で 12 通りの確率雨量を算出する。確率雨量の算出結果には、偏りが生じているため、偏りを統計的に補正した jackknife 推定値を扱う。また、確率分布の適合度を示す SLSC が 0.04 よりも大きくなるケースは、標本に対して確率分布モデルの適合度が低いことから除外し、SLSC<0.04 となるケースが多い方の分布形を採用し、それらを平均した。また、確率雨量算出には、舛屋らの研究²⁾において適用された「年最大降水量に関する定数倍補正」により、バイアス補正を行った。10 年確率降雨の作成には 10 年確率 10 分雨量が必要となるが、d4PDF（5km, SI-CAT）の時間分解能は 1 時間であるため、推定する必要がある。ここでは既往研究³⁾と同様の方法を用いて 10 分雨量を推計した。次に、降雨強度式の式型は、流達時間が短い管路等で用いられる Talbot 型（式(1)）とする。降雨強度式の作成は特性係数法に従い⁴⁾、10 年確率 10 分雨量と 10 年確率時間雨量から過去、将来それぞれの降雨強度式を作成し、図-1 に示すハイトグラフを得た。

(2) 氾濫解析の方法

本研究では、下水道施設と地上の氾濫水を同時に計算可能な InfoWorks ICM を用いた。このソフトは「有効降雨モデル」「地表面流出モデル」「管内水理モデル」「地表面氾濫計算モデル」から構成される。有効降雨モデルにより算出された有効降雨が地表面を流れ、地表面流出モデルによりマンホールへの流入量を算定する。これが管内水理モデルの入力データとなる。管内水理は、サンブナン式で計算され、管きよの流れを解析している。地表面氾濫計算モデルでは、浅水方程式を用いて、下水道から地表面へ溢れた水の流れを解析しており、管内水理計算と地表面氾濫計算は連動して行われる。ここでは、地上の氾濫水は住区内には流入せず、道路面のみを流れるとした。さらに、地下空間への流入を評価するために道路と階段の境界を堰によりモデル化している。

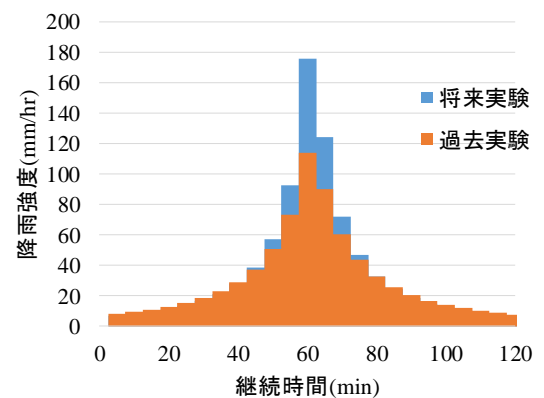


図 1 算定した 10 年確率ハイトグラフ

キーワード 気候変動, 地下空間, 内水氾濫, d4PDF

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 関西大学 環境都市工学部 尾崎平



図2 内水氾濫解析による浸水深の分布（左図：過去実験ケース，右図：将来実験ケース）

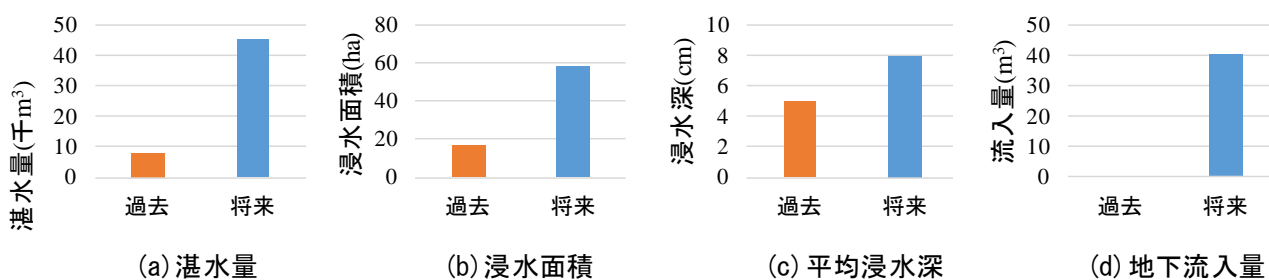


図3 内水氾濫解析結果の比較

道路における浸水深が堰の高さを超えた時、地下街へ流入し、地下街を経て地下鉄に流入した雨水は地下鉄軌道内を流れるとした。なお、対象地域は、大規模地下街を含む大阪市の海老江処理区とする。

3. 結果および考察

過去と将来の10年確率の時間雨量は、それぞれ50.0mm、61.0mmとなり、将来の時間雨量は1.22倍に増加する。また、算定した降雨強度式より、時間間隔5分、継続時間2時間で作成した中央集中型のハイレートグラフを図1に示す。ピークの降雨強度は、過去、将来で、それぞれ113.8mm/hr、175.7mm/hrとなる。

算定した10年確率により内水氾濫解析を行った結果を図2、図3に示す。過去降雨では、地上の湛水量、浸水範囲も限定的でかつ、地下空間の浸水被害は認められなかった。一方、将来降雨では、過去降雨のケースに比べていずれの指標も増大しており、地上の湛水量、浸水面積ともに3.4倍となった。また、10年確率規模の降雨では地下空間への浸水被害は発生しないにもかかわらず、将来の4度上昇シナリオにおいては、10年確率規模の降雨で地下空間への浸水被害が発生することが示された。以上より、今後、温暖化対策が十分に発揮されず、平均気温が4度上昇するような場合には、高頻度での地下空間への浸水被害が発生する恐れがあることが示唆された。

4. おわりに

本研究では、d4PDFを用いて過去と将来の確率雨量による内水氾濫解析を行い、気候変動が地下空間の浸水に与える影響について検討した。その結果、将来気候では、高頻度で地下空間の浸水被害が発生する恐れがあることから、温暖化対策と、地下空間の浸水を抑制するための適応策の検討が必要であることを示した。

謝辞

本研究は科研費(20K05034, 研究代表者:尾崎平)ならびに関西大学 先端科学技術推進機構 気候変動に適応した健康まちづくり研究グループの助成を得て行った。

参考文献

1) 国土技術研究センター: 水文統計ユーティリティ Ver1.5, <http://www.jice.or.jp/tech/software/riv-ers/hydrology>, 2) 舛屋ら他: 実河川流域における大量アンサンブル気候予測データに基づく不確実性を考慮した将来気候下での確率雨量, 土木学会論文集B1(水工学), Vol. 74, No. 5, I_121-I_126, 2018. 3) 渡部博嗣, 原田正彦: 滋賀県降雨強度式の検証について, 国土交通省近畿地方整備局, 一般部門(安全・安心)II: No. 17, 4) 日本下水道協会: 下水道施設計画・設計指針と解説前編, pp. 68-71, 2009.