

## GCMの不確実性を考慮した21世紀末における内水被害額の将来変化

東北大学大学院工学研究科 学生会員 ○柳原 駿太  
 東北大学大学院工学研究科 正会員 風間 聡  
 東北大学大学院工学研究科 正会員 峠 嘉哉

## 1. はじめに

令和元年東日本台風によって東日本を中心に内水氾濫が発生し、道路や建物が浸水する被害が相次いだ<sup>1)</sup>。このような内水被害は、地球温暖化に伴う降水量の増加を背景に拡大することが懸念されている。また、21世紀末を待たずしても降水量の増加が予測されていることから<sup>2)</sup>、内水氾濫への適応策を検討することは喫緊の課題である。適応策を検討するためには、気候変動を踏まえた内水氾濫リスクを定量的に評価することが必要である。著者ら<sup>3)</sup>は、日本全域を対象に内水被害額の将来変化を検討した。しかし、近未来(2031~2050年)までしか内水被害額の将来変化を検討していない。したがって本研究では、日本全域を対象に21世紀末における内水被害額の将来変化を推定した。また、全球気候モデル(GCM)に起因する内水被害額の将来変化の不確実性を変動係数によって評価した。

## 2. 解析手法

## 2.1 内水被害額の推定手法

浸水シナリオとして、著者らの研究<sup>3)</sup>における河川への排水が行われない排水不良シナリオを用いた。排水不良シナリオを用いたのは、実際の内水氾濫は排水不良を伴って発生していることが多いためである<sup>1)</sup>。現行の一般的な整備目標を参考に、現在気候の再現期間5年の降雨をすべて排水できると仮定した。氾濫解析は、日本全域を同時に解析するとともに、河川と氾濫原は区別せずにデカルト座標系の二次元不定流モデルを適用して解析を行った。氾濫計算の格子サイズは、5次メッシュ(約250m×250m)である。現在気候の解析において、降雨はKawagoe *et al.*<sup>4)</sup>の現在気候の極値降雨を24時間一定の強度で与えた。二次元不定流モデルにおいて、家屋は流体が浸入しない領域と仮定し、家屋の抵抗を考慮することとした。氾濫解析に用いた入力データやパラメータは著者らの研究<sup>3)</sup>と同様である。

氾濫解析により得られた浸水深を用いて、治水経済調査マニュアル(案)<sup>5)</sup>を参考に被害額を算定した。本研究では、直接被害のうち一般資産被害および農業被害を被害額の推定対象とした。田、畑地、居住地、事業所、ゴルフ場の土地利用では、浸水によって経済的被害が生じるとした。再現期間5, 10, 30, 50, 100年の内水被害額に降雨の生起確率を乗じた降雨規模別年平均被害額を累計し、年期待被害額(EADC)を算出した。

キーワード 内水氾濫, 氾濫解析, 気候変動, 経済損失, 全球気候モデル, 不確実性

連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学大学院工学研究科 TEL022-795-7455

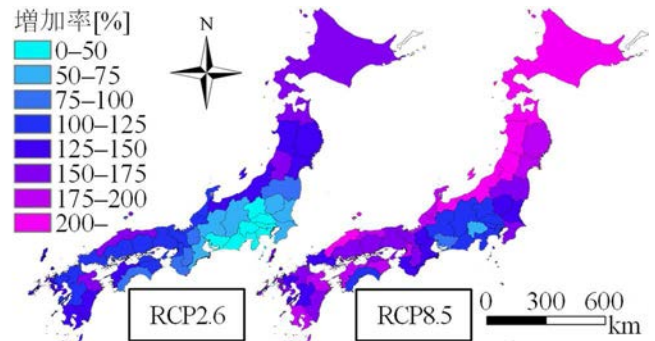


図-1 現在気候から21世紀末気候にかけての都道府県別のEADCの増加率

## 2.2 21世紀末における内水被害額の推定手法

21世紀末における内水被害額を推定するために、21世紀末気候の極値降雨を山本ら<sup>6)</sup>の方法で算定した。農研機構地域気候シナリオ2017-v2.7rの空間解像度1kmまで統計的にダウンスケーリングされた日降水量を用いた<sup>7)</sup>。これには、5つのGCMと2つの代表濃度経路(RCP)シナリオが使われている。GCMにはGFDL-CM3, HadGEM2-ES, MIROC5, MRI-CGCM3, CSIRO-Mk3-6-0が使用されており、RCPシナリオにはRCP2.6, RCP8.5が使用されている。本研究では、これらすべてのGCMおよびRCPシナリオのデータを用いた。使用したデータの期間は、1981年から2000年(現在気候)、2081年から2100年(21世紀末気候)である。

## 3. 結果・考察

## 3.1 21世紀末における内水被害額の将来変化

現在気候のEADCは、7兆8960億円/年と推定された。21世紀末気候のEADC(5GCMの平均値)は、RCP2.6において14兆5325億円/年、RCP8.5において19兆9382億円/年となった。現在気候から21世紀末気候にかけてEADCは、RCP2.6において約1.8倍、RCP8.5において約2.5倍に増加した。現在気候から21世紀末気候にかけての都道府県別のEADCの増加率を図-1に示す。RCP2.6において、EADCの増加率は大分県、島根県、北海道、鳥取県、山形県の順に大きい結果となった。一方、RCP8.5において、EADCの増加率は青森県、北海道、新潟県、山形県、秋田県の順に大きい結果となった。

## 3.2 GCMに起因する内水被害額の将来変化の不確実性

内水被害額の将来変化の不確実性を評価するにあたり、氾濫解析の入力データである極値降雨の将来変化

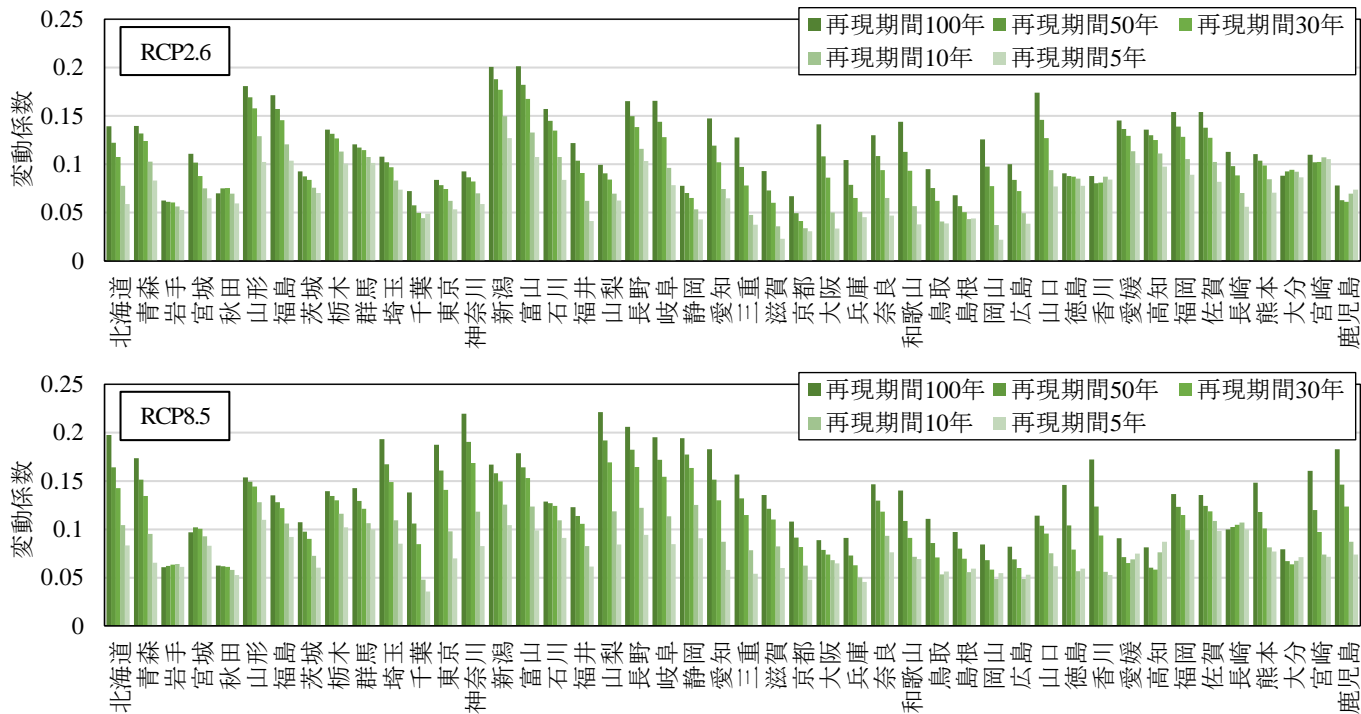


図-2 21世紀末気候における都道府県別の平均極値降雨の5GCM間の変動係数

の不確実性を把握する。図-2に21世紀末気候における都道府県別の平均極値降雨の5GCM間の変動係数を示す。両RCPシナリオにおいて、再現期間が大きいほど5GCM間の変動係数が大きくなる傾向が見られた。変動係数の値の範囲は、RCP2.6において0.02~0.20、RCP8.5において0.04~0.22であった。

21世紀末気候における都道府県別のEADCの5GCM間の変動係数を図-3に示す。RCP2.6において、5GCM間の変動係数は新潟県、富山県、長野県、群馬県、愛知県順に大きい結果となった。一方、RCP8.5において、5GCM間の変動係数は静岡県、埼玉県、長野県、富山県、福岡県の順に大きい結果となった。変動係数の値の範囲は、RCP2.6において0.11~0.44、RCP8.5において0.08~0.32であった。したがって、GCMに起因する将来変化の不確実性は、極値降雨よりも内水被害額の方が大きいことが分かった。これは、降水量の変化率に対する内水被害額の変化率が大きいためである。本研究で得られたEADCの増加率(図-2)は、将来において内水対策の重要性が増す地域を把握するのに重要な資料である。しかし、地域によってはGCMに起因する不確実性が大きいことに留意する必要がある。

4. おわりに

本研究で得られた結果を以下に示す。

- 1) 21世紀末気候の内水被害額は現在気候と比較して、RCP2.6において約1.8倍、RCP8.5において約2.5倍に増加すると推定された。
- 2) 21世紀末における内水被害額の将来変化とGCMの不確実性を都道府県別に示した。

謝辞

本研究は、(独)環境再生保全機構の環境研究総合推

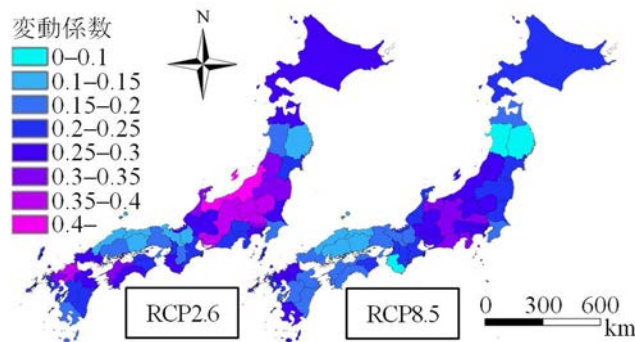


図-3 21世紀末気候における都道府県別のEADCの5GCM間の変動係数

進費(JPMEERF20S11813)により実施した。また、本研究の計算結果の一部は、東北大学サイバーサイエンスセンター大規模科学計算システムを利用して得られた。加えてプログラムの高速化および並列化にあたり、同センター関係各位に有益なご指導とご協力をいただいた。ここに記して、感謝の意を示す。

参考文献

- 1) 国土交通省(2020): 気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策の推進について 提言 参考資料, <https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/content/001350321.pdf> (2020年6月26日最終閲覧)。
- 2) Fujita et al. (2019): *Geophysical Research Letters*, Vol.46, pp.435-442.
- 3) 柳原ら(2020): 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.76, No.2, pp.I\_85-I\_90.
- 4) Kawagoe et al. (2010): *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol.14, pp.1047-1061.
- 5) 国土交通省 河川局(2005): 治水経済調査マニュアル(案), pp.37-70.
- 6) 山本ら(2020): 土木学会論文集 G(環境), Vol.76, No.5, pp.I\_141-I\_150.
- 7) 西森ら(2019): 日本シミュレーション学会誌, Vol.38, No.3, pp.150-154.