

# 極値降雨と極値流出の関係に基づく洪水被害推定およびその将来展望

東北大学大学院 学生会員 ○手塚 翔也  
東北大学大学院 学生会員 小野 桂介  
東北大学大学院 正 会 員 風間 聡  
東北大学大学院 正 会 員 小森 大輔

## 1. 序論

近年、地球温暖化に伴う気候変動に対して、社会の関心が寄せられている。気象庁・気象研究所の地域気候モデルによると、2100年の100年確率日降水量は、現在に比べ全国的に20%程増加すると予測される<sup>1)</sup>。この傾向は、平成23年の新潟・福島豪雨のような異常多雨の頻発を示唆している。温暖化適応策を考える際には、雨量の増加を考慮した上で洪水被害を定量的に評価することが重要である。

先行研究として、Kazamaらは日本全国を対象として洪水氾濫被害を定量的に評価し<sup>2)</sup>、100年確率降雨による潜在被害額は約21兆円であると積算した。しかし氾濫モデルを用いて推定された被害額は、実被害額と比較して過大評価であった。この理由として、Kazamaらの研究では全国一律に同じ再現期間の極値降雨を与えているため、流量を過大評価している可能性があることが考えられる。これをうけ手塚らは、流量の発生確率に着目して日本全国の任意地点において再現期間の流量を生じさせる降雨分布（確率洪水寄与降雨と呼ぶ）を作成し、氾濫計算により日本全国における洪水被害額を算出し、より実被害に近い値を得た<sup>3)</sup>。しかし手塚らの研究は現在気候に限った結果であり、また将来的な適応レベルの上昇について考慮していない。

本研究では、複数のGCM、シナリオを用いて降水量の将来変化予測を行い、将来の洪水被害を推定することを目的とする。また先行研究で現在の治水レベルを再現期間50年の洪水と仮定していたが、将来的に再現期間70年の洪水に対応できるように適応策が講じられたと仮定して、適応しない時の被害額と比較した。

## 2. データセット

氾濫計算に、標高、土地利用、再現期間の極値降雨の数値地理情報を用いる。使用した日本全土の数値地理情報は空間解像度1kmのグリッドセルデータである。また降水量の将来変化予測に8つのGCM(MIROC5, MRI-CGCM3, CCSM4, CanESM2, NorESM1-M, INM-CM4, GFDL-ESM2G, CNRM-CM5)と3つのシナリオ(RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5)

を用いた。

## 3. 被害額の影響関数

将来の被害額を求めるために、まず降水量と被害額の関係性を明らかにする。氾濫モデルとして二次元不定流モデルを用いた。河川構造物を考慮しない原始河川を仮定し氾濫計算を行った。治水経済調査マニュアル<sup>4)</sup>を参考に、土地利用毎に被害額単価を決定し、氾濫モデルから得られた浸水深に乗じることにより被害額を算出した。土地利用の分類には国土数値情報KS-META-L03-09Mデータを用いる。

降水量の増加に対して、被害額がどう増加するかを求めるために、上述の氾濫モデルに全国一律に50, 100, 150, 200, 250, 300mm/dの降水量を与えて氾濫計算を行い、被害額算定式から全国の被害額を算出する。プロットのない点は内挿することにより、各降水量に対する被害額が求まる。降水量-被害額の関係式により、降水量の増加率に対する被害額の増加率が分かる。4章で現在から将来(2050年, 2100年)への降水量の増加率を算出し、この降水量-被害額の関係式を用いて将来の被害額を求める。

## 4. 将来推定手法

現在の降水量に対する将来の降水量の増加率を算出する。バイアス補正したGCM出力値の、現在(1981~2000)、近未来(2031~2050)、遠未来(2081~2100)における上位1位から10位となる日降水量を平均したものを比較した。

## 5. 解析結果と考察

図-1に全国一律に50, 100, 150, 200, 250, 300mm/dの降水量を与えた際の日本全国における影響関数を示す。降水量の増加に伴い、線形的に被害額が増加する。この関係により、降水量の増加率に対する被害額の増加率が求まる。得られた降水量の増加率と降水量-被害額の影響関数を用いて、将来の被害額を算出する。例として図-2にMIROC5RCP8.5に対する再現期間100年の洪水被害額分布を示す。3大都市圏などの資産価値の高い都市部や、大河川沿いに100億円以上の被害が広がっている。1年あたりに期待される再現期間100年の洪水による被害額は9716

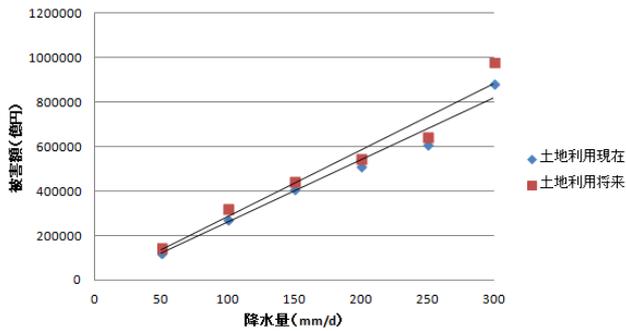


図-1 降水量と被害額の関係

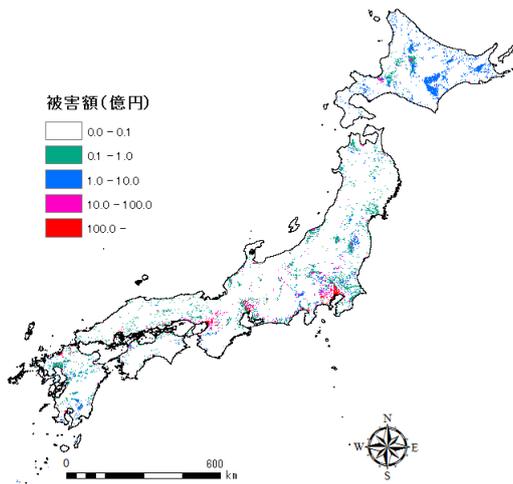


図-2 MIROC5RCP8.5に対する再現期間100年の洪水被害分布（単位：億円）

億円である。また影響関数手法の信頼性を確認するため、将来予測された降水量を3章で説明した氾濫モデルに直接入力し計算した結果、影響関数手法との誤差は全国合計で全体の約1%以下と非常に小さい結果となった。

現在、日本の洪水対策が想定している流量の再現期間は各流域において一定ではないが、1級河川が概ね50~70年、2級河川が50年以下である。よって本研究では現在の治水レベルが再現期間50年の洪水に対応できていると仮定し、治水レベルが再現期間70年の洪水に対応できるまで上昇した際の便益を考える。再現期間100年の洪水が発生した際に適応策を講じたケース（再現期間100年の被害額－再現期間70年の被害額）と適応策を講じないケース（再現期間100年の被害額－再現期間50年の被害額）について、各GCM、シナリオに対する被害額を図-3に示す。いずれの期間、シナリオにおいても、適応レベルが20年上昇することにより被害額を約5兆円軽減できることが分かる。またRCP値が大きくなるにつれて、GCM間の値の差が大きくなる傾向がある。RCP2.6の Worst Case（グラフの上端）と比較すると、RCP8.5の Best Case（グラフの下端）の被害額の方が小さくなる。また2031-2050年のRCP2.6, 4.5, 2081-2100年のRCP4.5に関しては、適応策を講じた場合の

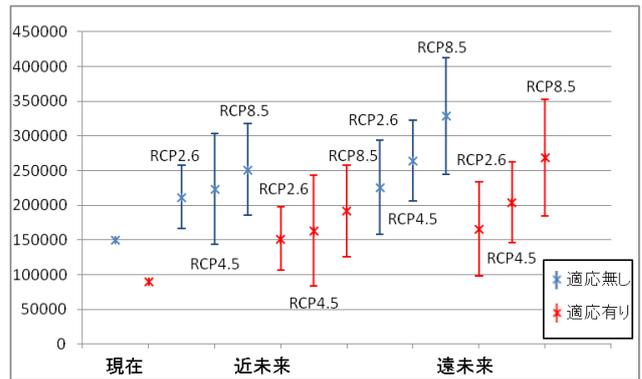


図-3 100年確率洪水の各GCM、シナリオにおける被害額

Worst Caseと適応策を講じなかった場合のBest Caseがほぼ同程度である。

## 6. 結論

複数のGCM、シナリオを用いて降水量の将来変化予測を行い、将来の洪水被害を推定した。また将来的に治水レベルが再現期間50年の洪水から再現期間70年の洪水にまで上昇した際の、適応策による便益について考察した。

本研究から、以下の結論を得た。

- 1) 降水量と被害額の関係を明らかにし、降水量と被害額の影響関数を作成した。
- 2) 複数のGCMを用いて将来の被害額を予測した結果、2050年では現在の1.08~1.30倍、2100年では1.10~1.36倍になる。
- 3) 気候変動に伴う年平均期待被害額はRCP8.5シナリオにおいて2100年で約1兆円である。
- 4) 現在、2050年、2100年における適応策の効果による便益をシナリオごとに示した。治水レベルを20年あげることにより、被害を約5兆円軽減することができる。

謝辞：本研究は、環境省の環境研究総合推進費（S-8）の支援により実施された。福島大学大学院共生システム理工学研究科川越清樹准教授には、極値降雨データを提供していただいた。ここに記して謝意を示す。

## 参考文献

- 1) 和田一範, 村瀬勝彦, 富澤洋介: 地球温暖化に伴う降雨特性の変化と洪水・渇水リスクの評価に関する研究, 土木学会論文集 No.796/II-72, pp.23-37, 2005
- 2) So Kazama, Ayumu Sato and Seiki Kawagoe : Evaluating the cost of flood damage based on changes in extreme rainfall in Japan, Sustainability Science, Vol.4, pp.61-69, 2009.
- 3) 手塚翔也, 小野桂介, 風間聡: 極値降雨と極値流出の関係に基づいた洪水被害分布推定, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.69, No.4, pp.I\_1603-I\_1608, 2013.
- 4) 国土交通省河川局: 治水経済調査マニュアル, 106pp, 2005