

気候変動による洪水被害とその適応策の効果の推定

東北大学	学生会員	○山本 道
東北大学大学院	正 会 員	風間 聡
東北大学大学院	正 会 員	峠 嘉哉
東北大学大学院	学生会員	田中 裕夏子
防衛大学校	正 会 員	多田 毅
東北大学	非 会 員	山下 毅

1. はじめに

地球温暖化に伴う気候変動の影響により、日本において様々な水災害リスクの増加が懸念されている。和田らの気象庁・気象研究所の地域気候モデルによると、21世紀末における再現期間100年の日降水量は、現在に比べ全国的に20%程増加すると予測されている¹⁾。これは平成30年7月豪雨のような洪水災害の発生数増加の傾向を示唆している。こうした傾向を踏まえ、その影響と適応策を考察していく必要がある。洪水災害についての既往研究として、Tezukaらは日本全域を対象として将来の洪水被害額を定量的に評価した²⁾。秋間ら³⁾や田中ら⁴⁾は日本全土を対象とし洪水・高潮複合災害の被害額を推定した。しかし、これらの研究においては解析の解像度が3次メッシュ（約1km四方）であり、山間部などの小河川を表現出来なかった。また、適応策の評価手法については、治水レベルが現状の場合と引き上げられた場合の二つの被害額の差額を適応策の効果として評価していた。この手法では様々な適応策の効果を個別に評価することはできない。洪水に対する適応策として土地利用規制が挙げられるが、日本全土を対象にした効果の検証はあまり行われていない。

したがって本研究は、洪水の被害額をより高分解能のデータによって定量的に評価し、将来気候を用いて適応策の効果を個別に評価することを目的とする。

2. 洪水被害額推定手法

本研究では氾濫モデルとして既往研究においても用いられてきた二次元不定流モデルを用いた。これは基本的にどのような氾濫形態にも適用でき、計算精度も良いため全国を対象にした今回の解析に適している。

次に氾濫計算の入力データを示す。標高及び土地利用データは国土数値情報を用いた。また、日降水量データについてはTezukaらにより作成された集水面積と流出係数の関係から算出された任意の再現期間の洪水を

任意の地点で生じさせる降雨分布である確率洪水寄与降雨分布を用いた。

最後に、治水経済調査マニュアル（案）を参考に、上記の方法により算出された浸水深に対応した被害率や土地利用に応じた被害額単価の設定を行い、それらをもとに被害額を算出した。

また、解像度を3次メッシュから5次メッシュ（約250m四方）へ高解像度化するにあたり、特に山間部の小河川において、河川の位置するメッシュが標高上窪地地形となる箇所が数多く見られた。そのため河川上にある窪地の標高に対し、東西南北に隣接する周囲4メッシュの中の最低標高に置き換える処理を行った。その結果、山間部に貯留されていた水が下流へ流れる様子が確認され、洪水の様子がより正確に再現された。

3. 将来気候における被害額推定手法

将来気候における被害額推定のために、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。これには日本全国1km地域気候シナリオ・マルチ気象要素版（仮称）によってダウンスケーリングされた日降水量を用いた。使用されているGCMはGFDL-CM23、HadGEM2-ES、MIROC5、MRI-CGCM3、CISRO-Mk3-6-0、IPSL-CM5A-LRの6つであり、RCP8.5とRCP2.6の2つのシナリオが対象とされている。対象期間は1981年から2005年と2031年から2055年の二期間とした。これらについて全国50地点の各年の最大日降水量を抽出した。これをPWM(Probability Weight Moment)法を用いて一般化極値分布GEV (Generalized Extreme Value)分布の母数を推定し、再現期間100年の降水量を算出した。得られた二期間の降水量の比を将来の降水量増加率とし、これを前述した現在気候の確率洪水寄与降雨分布に掛けることにより、将来の確率洪水寄与降雨分布を作成した。そのうちMRI-CGCM3により作成された分布図を図-1に示した。この降雨分布を基に氾濫浸

キーワード：洪水 適応策 土地利用 将来気候

水環境システム学研究室 <http://kaigan.civil.tohoku.ac.jp/kaigan/index.html>

水深と被害額を計算した。

次に年期待被害額の算出方法を示す。Tezuka らの手法に従い、治水設備が再現期間 50 年の洪水に耐え、発生確率の低い再現期間 100 年以上の洪水は年期待被害額に大きな影響を及ぼさないと仮定した。この仮定により、再現期間 100 年と 50 年の間の区間平均被害額と区間確率を乗じることによって、年期待被害額が算出される。

4. 結果

全国における洪水による年期待被害額は、5 次メッシュ解像度の場合 1.39 兆円と推定された。

更に再現期間 100 年の浸水深に応じて土地利用規制を行った場合の結果を示す。浸水深が 3m 以上かつ住宅地及び商用地であるメッシュを土地利用規制により撤退させたと仮定し、そのメッシュの被害額を計上しない場合、全国の年期待被害額は 9473 億円と推定された。現在の年期待被害額から 31.8%の減少した。よって土地利用規制の効果は年期待額にして 4422 億円と推定される。

次に将来気候における被害額を示す。将来気候における全国の洪水による年期待被害額は、6GCM の平均値を求めると、RCP2.6 シナリオでは 1.43 兆円、RCP8.5 シナリオでは 1.45 兆円と推定された。それぞれ現在の年期待被害額から 2.7%、4.1%増加した。6GCM の平均値ではわずかに増加した一方で、CISRO-Mk3-6-0 と MIROC5 の RCP2.6、GFDL-CM23 と MIROC5 の RCP8.5 の 4 つの組合せでは減少した。

また、将来気候において前述した土地利用規制を行った場合、将来気候における全国の年期待被害額は 6GCM の平均値を求めると、RCP2.6 シナリオでは 9882 億円、RCP8.5 シナリオでは 1.01 兆円と推定された。それぞれ土地利用規制を行わない場合の将来年期待被害額から 30.7%、30.3%減少した。ゆえに土地利用規制を行う将来気候における効果は RCP2.6 と RCP8.5 シナリオにおいて、年期待額にしてどちらも 4384 億円と推定される。以上の結果を表-1 に示した。表-1 より、適応策の効果は 4400 億円、緩和策の効果は 200 億円程度と考えられることから適応策の効果は大きいことが伺える。

5. 結論

本研究から、以下の結論を得た。

- 1) 全国における現在の洪水災害の年期待被害額は 1.39 兆円である。
- 2) 全国における 2050 年期の洪水災害の年期待被害額は RCP2.6 シナリオにおいて 1.43 兆円、RCP8.5 シ

ナリオにおいて 1.45 兆円である。

- 3) 再現期間 100 年の洪水において 3m 以上浸水する住宅及び商用地に対し土地利用規制を行うと、年期待額にして 4400 億円程度の効果がある。

謝辞

本研究は、気候変動適応技術社会実装プログラム (SI-CAT) の支援により実施された。本研究の公表について澤本正樹研究発表奨励金の援助を受けた。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) 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) S. Tezuka, H. Takiguchi, S. Kazama, A. Sato, S. Kawagoe, R. Sarukkalgied, Estimation of the effects of climate change on flood-triggered economic losses in Japan, International Journal of Disaster Risk Reduction, Vol.9, pp.58-67, 2014.
- 3) 秋間将宏, 風間聡, 小森大輔: 再現確率にもとづく洪水氾濫・高潮複合災害潜在被害額推定, 水工学論文集 B1(水工学), Vol.72, No.4, pp.I_1267-I_1272, 2016.
- 4) 田中裕夏子, 風間聡, 小森大輔: 洪水・高潮複合災害リスク評価, 土木学会論文集 G(環境), Vol.74, No.5, pp. I_257-I_264, 2018.

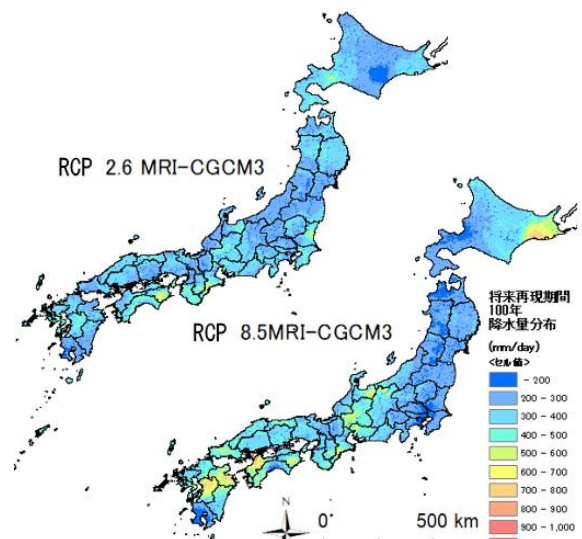


図-1 将来再現期間 100 年降水量分布

表-1 全国年期待被害額一覧

年期待被害額(兆円)	現在気候	RCP2.6将来気候	RCP8.5将来気候
土地利用規制なし	1.39	1.43	1.45
土地利用規制あり	0.95	0.99	1.01
土地利用規制効果	0.44	0.44	0.44