

気候変動による洪水に対する土地利用規制事業の検討

東北大学大学院 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
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、日本において洪水リスクの増加が懸念されている。星野らはd4PDFを用いて国内全一級水系の年最大流域平均降水量の分析を行い、全国的な大雨の激甚化や高頻度化を踏まえた治水対策の重要性を示唆した¹⁾。こうした示唆を踏まえ、その影響と適応策を考察していく必要がある。これに関する既往研究として、Tezuka *et al.*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⁾。この研究における適応策の評価は、堤防などのハード対策を評価したものであり、ソフト対策による適応策の効果の評価はなされていない。ソフト対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行われていない。ハード対策とソフト対策の両方を織り交ぜた総合治水対策を講じるにあたりソフト対策の定量的評価は不可欠であるといえる。

したがって本研究は、土地利用規制による洪水への適応効果を評価し、更に費用便益比を考察することにより事業としての実現可能性を示すことを目的とする。

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²⁾。

この氾濫計算には、国土数値情報の標高及び土地利用データを用いた。標高データについては田中らにより、全国の治水レベルを河道掘削により反映させたものを使用した³⁾。また、日降水量データについてはTezuka *et al.*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²⁾。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。

年期待被害額の算出には再現期間 30 年, 50 年, 100

年, 200 年の各洪水被害額に生起確率を乗じて求めた規模別年平均被害額を累計し、年平均被害額を算定した。

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。これには農研機構地域気候シナリオ 2017-v2.7r によって 1km 分解能までダウンスケーリングされた日降水量を用いた⁴⁾。使用されている GCM は 5 つであり、RCP8.5 と RCP2.6 の 2 つのシナリオが対象である。対象期間は 1981 年から 2000 年(現在気候)と 2031 年から 2050 年(近未来)、2081 年から 2100 年(世紀末)の三期間とした。これらについて全国 1259 地点の各年の最大日降水量から GEV 分布により再現期間 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、空間内挿により全メッシュに増加率を分布させた。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。この降雨分布を基に氾濫浸水深と被害額を計算した。

4. 土地利用規制手法

本研究においては治水レベルが反映されていない原始標高を用いた時、現在気候における再現期間 200 年の洪水時に 3m 以上浸水する建物用地を被害額計上しない森林の土地利用に変えた。すなわち破堤時などに潜在的に深く浸水する可能性があるエリアを撤退させた。この規制後の土地利用分布を入力値として再度洪水氾濫解析と被害額計算を実施した。なお今回の規制面積は 46 都道府県で 361km²であった。

また、土地利用規制の費用を推定するために国土交通省の用地取得に伴う損失補償基準⁵⁾を参考にして費用推定式を立てた。補償内容は 3 つに限定した。(ア)土地代(イ)建物の再築費(ウ)取り壊し費である。

(ア)土地代については、国土数値情報の都道府県地価調査データの平成 16 年度版を使用した。各メッシュに

キーワード：適応策 二次元不定流モデル 費用便益分析

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

において最近点の調査地価を参照させた。なお林地や農地の地価は除外した。

(イ) 建物の再築費については、平成 16 年度の建築着工統計から総床面積と総工事予定額を取得し、事業所用建築単価を 136 千円/m²、住居建築単価を 160 千円/m²とした。また再築補償率は居住用建物の場合 0.93、非居住用建物の場合 0.94 と設定した。これらから規制メッシュ面積に建築費と再築補償率、建ぺい率を乗じて再築費とした。

(ウ) 取り壊し費は、武田ら⁹⁾を参考に建物のライフサイクルコストから(イ)に 11/148 を乗じた値とした。

5. 費用便益分析手法

費用便益比は式 (1) により算出した。

$$\frac{\sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^d \frac{C_t}{(1+r)^t}} \tag{1}$$

ここで、 T は事業評価年数であり、100 年としたが、土地利用規制の場合 100 年から整備期間 d を減じた値とした。整備期間 d は 20 年とした。 B_t 、 C_t は基準年(2000 年)から t 年後における便益と費用である。土地利用規制の B_t は軽減年期待被害額とした。

6. 結果・考察

全国における洪水による年期待被害額及び土地利用規制後の年期待被害額を図-1 に示した。この被害額はいずれも 5 モデルの平均値である。

土地利用規制の効果は現在気候において 2625 億円/年と推定された。この効果は規制なしの年期待被害額の約 26% に当たり、軽減効果の大きいことが示された。また、RCP8.5 における世紀末の軽減効果は 3073 億円/年まで増加し、温暖化の進行に伴い土地利用規制の効果が増加することも確認できた。また、緩和が進まない将来を考えると、世紀末には現在よりも 5327 億円/年被害額が増加するが、この土地利用規制を行うことにより被害額増加を 2253 億円/年に抑えることができる。更に、緩和が進んだ世紀末においては土地利用規制も併せて実施することにより被害額を現在気候と同程度にまで抑え込むことができると推定される。

次に、費用便益分析の結果を示す。土地利用規制の費用便益比はどちらのシナリオとも 0.019 と推定された。洪水被害額にはモデル間のばらつきが大きく出たが、費用便益比にはあまりばらつきが見られなかった。都道府県別に見ても、最大 0.050 と実施には厳しい値となり、全国で一律に実施するには大変厳しいと言える。土地利用規制の効果は大きいものの費用過多になる傾向があり、この費用をいかに削減できるか、あるいは負担

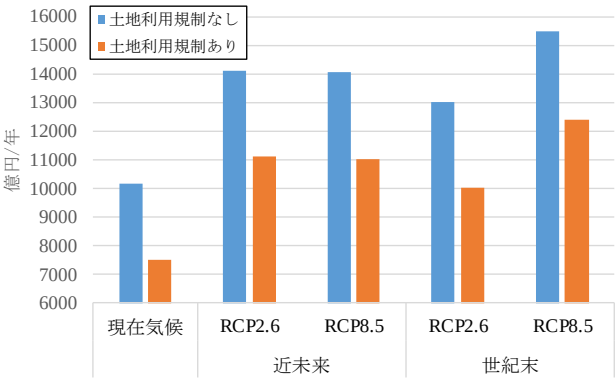


図-1 規制有無、年代別の年期待被害額

できるかが事業化の鍵となりうると考える。

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) 星野剛, 山田朋人: 大量アンサンブル気候予測データを用いた日本国内全一級水系を対象とした年最大流域平均降水量の分析, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.74, No.4, I_187-I_192, 2018.

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) 田中裕夏子, 風間聡, 多田毅, 山下毅, 小森大輔: 治水安全度を考慮した洪水・高潮リスク評価, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.75, No.2, I_109-I_114, 2019.11.

4) 西森基貴, 石郷岡康史, 桑形恒男, 滝本貴弘, 遠藤伸彦: 農業利用のための SI-CAT 日本全国 1km 地域気候予測シナリオデータセット (農研機構シナリオ 2017) について, 日本シミュレーション学会誌, 38, 150-154, 2019.

5) 国土交通省, 国土交通省の公共用地の取得に伴う損失補償基準, http://www.mlit.go.jp/totikensangyo/totikensangyo_tk1_000023.html (2019/12/2 アクセス)

6) 武田裕之, 津田泰介: 南海トラフ地震による津波被害地域における震災前都市移転の可能性の検討, 都市計画論文集, Vol.50, No.3, pp.594-601, 2015.