

関西大学大学院理工学研究科 学生員 ○山本 詩恩
 京都大学防災研究所 正会員 宮下 卓也
 関西大学環境都市工学部 正会員 安田 誠宏
 京都大学防災研究所 正会員 森 信人

1. 序論

近年、気候変動の影響による沿岸域の浸水リスクの増加が懸念されている。わが国では、南海トラフ地震に伴い発生する津波により甚大な被害が出る事が予測されている。南海トラフ地震は周期的に発生するため、前回地震からの経過時間により切迫性が高まる。本研究で対象とする徳島沿岸では、最大クラスの南海トラフ地震で発生する津波により浸水することが想定されているが、海面上昇の影響は考慮されていないため、過小評価の可能性がある。一方で、後背地の人口資産は将来的に減少することが予測されているため、暴露の影響も考慮したリスク評価が必要となる。本研究では、Brownian Passage Time 分布（以下、BPT 分布）による地震の発生確率、海面上昇、人口変動を考慮した徳島市および小松島市における津波の時間依存リスクを明らかにする。

2. 研究手法

(1) 使用データ

海面上昇量の予測値には、IPCC AR6 で用いられる海面上昇量のデータセットである IPCC AR6 Sea Level Projections [1]を用いる。図1に SSP シナリオごとの 2020 年から 2100 年の海面上昇量予測値の推移を示す。

人口推計データについては、国立環境研究所日本版 SSP 開発チームが作成した日本版 SSP メッシュ別人口シナリオ第2版 [2]を用いる。図2に徳島市と小松島市のシナリオごとの人口推移を示す。

(2) 津波シミュレーション

津波シミュレーションには、非線形長波方程式に基づく数値モデルである JAGURS を使用する。Goda ら [3]の手法で生成した確率的断層モデルを津波初期水位に換算することで計算する。計算は、2020 年、SSP1-2.6 の 2060 年と 2100 年、SSP5-8.5 の 2060 年と 2100 年の計 5

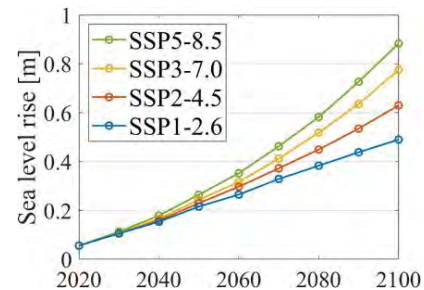
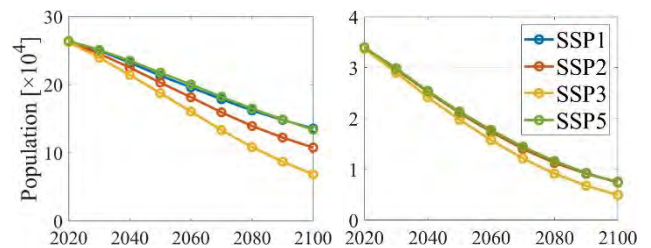


図1 シナリオごとの海面上昇量予測値



(a) 徳島市

(b) 小松島市

図2 徳島市と小松島市のシナリオごとの人口推移

つの条件で行う。各気候条件に対して、 M_w 8.0~9.1 の 12 段階で各 100 通りの津波シミュレーションを行う。津波の初期水位は H.W.L. (T.P.+0.905 m) に海面上昇量を加えた値とする。

(3) 地震発生確率と M_w 頻度の考慮

南海トラフ地震の年発生確率を考慮するために、BPT 分布を用いる。前回イベント終了時から評価時点まで地震が発生しなかった確率を考慮するため、確率密度分布を修正した修正 BPT 分布を用いる。修正方法については Goda [4]に従う。

M_w の発生頻度の考慮には Gutenberg-Richter 則（以下、GR 則）を用いる。 M_w を ± 0.05 の幅を持つ区間として扱うため、GR 則に基づき対象の区間の面積と全体の面積比を求め、その値を発生頻度とする。

3. 結果

図 3 に徳島市と小松島市の浸水面積のリスクカーブを示す。徳島市のリスクカーブをみると、各シナリオの同じ超過確率における浸水面積の差がほとんど一定で推移している。浸水面積は常に 2020 年が最も小さく SSP5-8.5 の 2100 年が最も大きい。小松島市のリスクカーブをみると、超過確率が高い部分では徳島市と同様に 2020 年が小さく SSP5-8.5 の 2100 年が大きい傾向を示すが、最終的にはすべてのシナリオが浸水面積約 30 km² に収束する。

発生確率の上昇と海面上昇の浸水面積に及ぼす影響を比較する。発生確率の上昇によるシナリオ間の差は微小であり、浸水面積に及ぼす影響は非常に小さい。一方で海面上昇の影響をみると、リスクカーブの開始地点で海面上昇による浸水面積の差が顕著に表れており、海面上昇量の大きいシナリオほど浸水面積が大きい。したがって、浸水面積の拡大に及ぼす影響は、発生確率の上昇よりも海面上昇が大きいといえる。

図 4 に徳島市と小松島市の津波浸水による影響人口のリスクカーブを示す。徳島市のリスクカーブは超過確率によって最も影響人口が多いシナリオが異なり、100 年確率では SSP5-8.5 の 2100 年が最も多いが、1000 年確率では 2020 年が最も多い。一方、小松島市のリスクカーブをみると、徳島市と異なり 100 年確率以下は常に 2020 年の影響人口が最も多い。

両市の影響人口のリスクカーブをみると、超過確率が小さくなるにつれて、海面上昇量が大きい 2100 年より人口が多い 2020 年の影響人口が多くなる。したがって、影響人口に及ぼす影響は、発生確率の上昇や海面上昇と比較し、人口減少が最も大きいといえる。

4. 結論

津波リスクの時間依存性を明らかにするため、徳島県徳島市と小松島市を対象にリスクカーブを作成した結果、浸水面積と影響人口のリスクカーブは両市で異なる傾向を示した。徳島市の影響人口は 100 年、500 年、1000 年確率で最も多いシナリオが異なり、小松島市は共通して 2020 年が多くなったことから、人口規模や人口推移の違いが、影響人口のリスクカーブ傾向に大きな影響を与えることを明らかにした。また、長期間大地震が発生しないことによる発生確率の上昇よりも、人口の変化および海面上昇の方が影響人口リスクに対して鋭敏な感

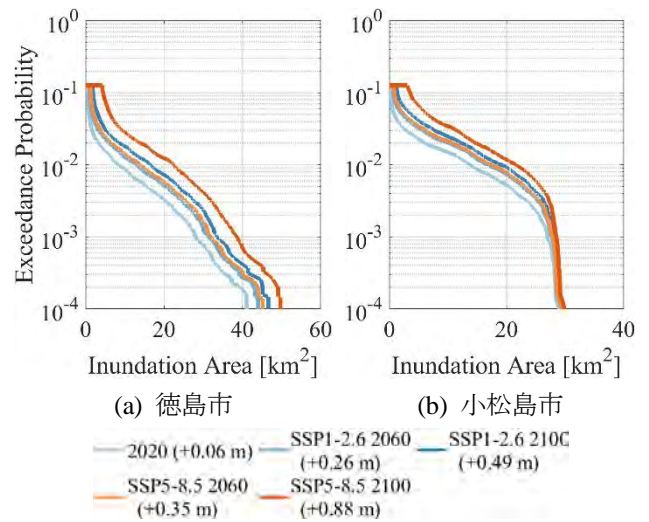


図 3 浸水面積のリスクカーブ (凡例のカッコ内の数字は海面上昇量を表す)

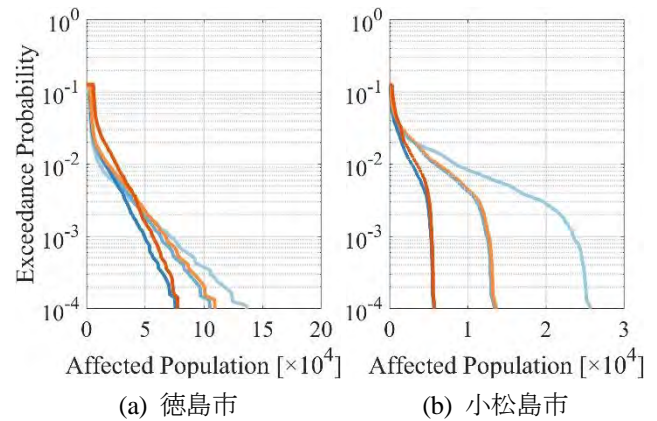


図 4 影響人口のリスクカーブ (凡例は図 3 と同じ)

度を示した。

参考文献

- [1] Garner, G. G., T. Hermans, R. E. Kopp, A. B. A. Slangen, T. L. Edwards, A. Levermann, S. Nowicki, M. D. Palmer, C. Smith, B. Fox-Kemper, H. T. Hewitt, C. Xiao, G. Aðalgeirsdóttir, S. S. Drijfhout, T. L. Edwards, N. R. Golledge, M. Hemer, G. Krinner, A. Mix, D. Notz, S. Nowicki, I. S. Nurhati, L. Ruiz, J-B. Sallée, Y. Yu, L. Hua, T. Palmer, B. Pearson.: IPCC AR6 Sea Level Projections. Version 20210809, doi: 10.5281/zenodo.5914709, 2021.
- [2] 国立環境研究所 気候変動適応情報プラットフォーム (A-PLAT) : 日本版 SSP メッシュ別人口シナリオ第 2 版, <https://adaptation-platform.nies.go.jp/socioeconomic/population.html>
- [3] Goda, K., Yasuda, T., Mori, N., and Maruyama, T.: New Scaling Relationships of Earthquake Source Parameters for Stochastic Tsunami Simulation, *Coastal Engineering Journal*, Vol. 58, No. 3, 1650010, 40 p., 2016.
- [4] Goda, K.: Time-dependent probabilistic tsunami hazard analysis using stochastic source models, *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, Vol. 33, pp. 341–358, 2019.