

6. 標高データの解像度が海面上昇による 浸水解析結果に及ぼす影響

神白 貴章¹・横木 裕宗^{2*}

¹茨城大学 大学院理工学研究科都市システム工学専攻 (〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1)

²正会員茨城大学教授 大学院理工学研究科都市システム工学領域 (同上)

* E-mail: hiromune.yokoki.hy@vc.ibaraki.ac.jp

本研究は、解像度の異なる標高データ（3次、4次、5次メッシュ）を用いて、関東地方沿岸域における海面上昇と潮汐による各都県の潜在的浸水面積を評価し、解像度と浸水面積の関係性を評価した。また、茨城県における海岸構造物を考慮した浸水影響を評価した。その結果、関東地方沿岸域の浸水面積は、標高データの解像度の変化に応じて一様な変化を示さなかった。それは、解像度の違いによる平均標高値の違いに加え、海岸線付近の陸・海の区別、県境の変化によつてのものであると確認できた。

Key Words : *climate change, sea level rise, resolution of DEM, inundation area,*

1. 序 論

IPCCの第5次報告書（IPCC, 2013）によると、世界平均海面は、21世紀末にかけて、1986～2005年の平均から0.26～0.82 mの範囲で上昇すると予想されている。

日本は、四方を海に囲まれている島国であり、低平地に産業拠点や資産、人口が集中しているという特徴がある。したがって、沿岸域には堤防や護岸などの海岸保全施設が整備されている。しかし、近年気候変動によって世界平均海面が上昇することが予測されており、沿岸域における海面上昇の影響評価を行うためには、沿岸域の浸水予測を精度良く行う必要がある。

本研究では、関東地方沿岸域を対象として、異なる解像度（3次メッシュ、4次メッシュ、5次メッシュ）の標高データを用いて浸水解析を行うことで、標高データの解像度の違いが浸水予測結果に及ぼす影響を評価することを主な目的とした。また、茨城県沿岸域においては既存の海岸構造物のデータを入手することができたので、海岸構造物を考慮した浸水予測結果と、海岸構造物を無視した潜在的浸水域の予測結果の比較を行った。

2. 研究方法

本研究では、以下に列挙するデータを用いて、関東地方沿岸域において、県別の浸水面積予測を行った。

- ① 行政区域コード（国土数値情報）
- ② 平均標高（国土数値情報）
- ③ 海岸構造物データ（茨城県から提供）
- ④ 潮汐データ（TPX09）
- ⑤ 海面上昇データ（MIROC-ESM-CHEM）

行政区域コードと平均標高は、それぞれ国土数値情報より得た。標高データは、3次メッシュ（約1km間隔）、4次メッシュ（約500m）、5次メッシュ（約250m）の3つの異なる解像度の標高データを準備した。海岸構造物のデータは、茨城県農林水産部・土木部から提供されたものであり、茨城県沿岸に整備されている海岸構造物の位置と高さの情報が含まれている。

潮汐データは、「TPX09」という全球の潮汐モデルを使用した。本研究では、主要四分潮である M2（主太陰半日周潮）、K1（主太陽半日周潮）、S2（日月合成周潮）、O1（主太陰日周潮）の各々の振幅を合計して求めた。海面上昇データは、気候モデル MIROC-ESM-CHEM の RCP8.5 と RCP2.6 での出力を使用した。本研究では、全球平均データを用いた補正を行って各年の海面水位分布データに変換して使用した。潮汐データおよび海面上昇データの詳細は大場ら(2021)を参照されたい。

使用データは、形式が様々であったが、陸域のデー

タは、QGISを用いて、ダウンロードしたベクトルデータを Esri ASCII grid フォーマットのラスターデータに変換し、海域のデータは、GMTを用いて補間処理を行い、日本周辺の海域グリッドに配置するようなラスターデータに変換した。ラスターデータに変換する際には、それぞれのデータの範囲と解像度を等しくし、プログラムで処理しやすくした。その際、行政区域コードを基準とした。

浸水解析では、陸域、海域データを重ね合わせ、標高と海面水位を比較しながら、海岸線から内陸方向へ浸水域を探索した。浸水面積は、行政区域コードを基準として集計し、県別に比較できるようにした。また、各メッシュの面積の計算では、理科年表を参照して緯度による補正を行った。

3. 解像度の違いが浸水面積に及ぼす影響

図-1に、3次メッシュと4次メッシュを用いてRCP8.5シナリオにおける、関東地方沿岸域での2020～2100年の浸水解析結果の10年ごとの変化を示す。海面が上昇していくに連れて徐々に浸水面積が増加する県と、期間の途中で浸水域が生じる県（東京都）があることがわかる。また、RCP2.6、RCP8.5シナリオにおいて関東地方沿岸域での2100年の浸水解析の結果を解像度のみが変化するようにまとめたものを図-2に示す。図-2を見ると、解像度を高く上げることで、茨城県のように浸水面積が増加している県もあれば、神奈川県のように、浸水面積が減少し

ている県もある。このことから、解像度の違いは浸水予測に様な変化を与えているわけではないことがわかる。

浸水解析に用いた標高データはメッシュ内の平均標高である。そのため、解像度の変化に伴って、1つのグリッド内に存在する標高値の数が変化すれば、平均標高の値も変化すると考えられる。つまり、図-2で浸水面積が増加しているのは、3次メッシュでは浸水しないと解析されたグリッドが、平均標高の低下により、4次メッシュや5次メッシュでは浸水すると判定されたからであると考えられる。逆に、浸水面積が減少しているのは、3次メッシュでは浸水すると解析されたグリッドが、平均標高の増加により、4次メッシュや5次メッシュでは浸水しないと判定されたからであると考えられる。

また、埼玉県で浸水面積が減少しているのは、高解像度にすることによって、埼玉県と東京都の県境がより鮮明に表れ、3次メッシュでは埼玉県の浸水域と解析されていたグリッドが、4次メッシュでは東京都の浸水域として解析されたことが要因の一つであることが確認できた。さらに、千葉県で浸水面積が減少しているのは、低解像度で浸水すると判断された陸域グリッドが、高解像度にするとう海域グリッドとなっており、浸水域としてカウントされなくなったのが要因の一つであるということも確認できた。このように、解像度の違いは、平均標高や県境、海域グリッドと陸域グリッドの分類を変化させ、それによって浸水面積が変化することになる。

標高データの解像度を上げていくと、浸水面積は変化するが、変化量はそれほど大きくない。一般に、解像度を高くすればするほど、実際のなめらかな地形を正確に

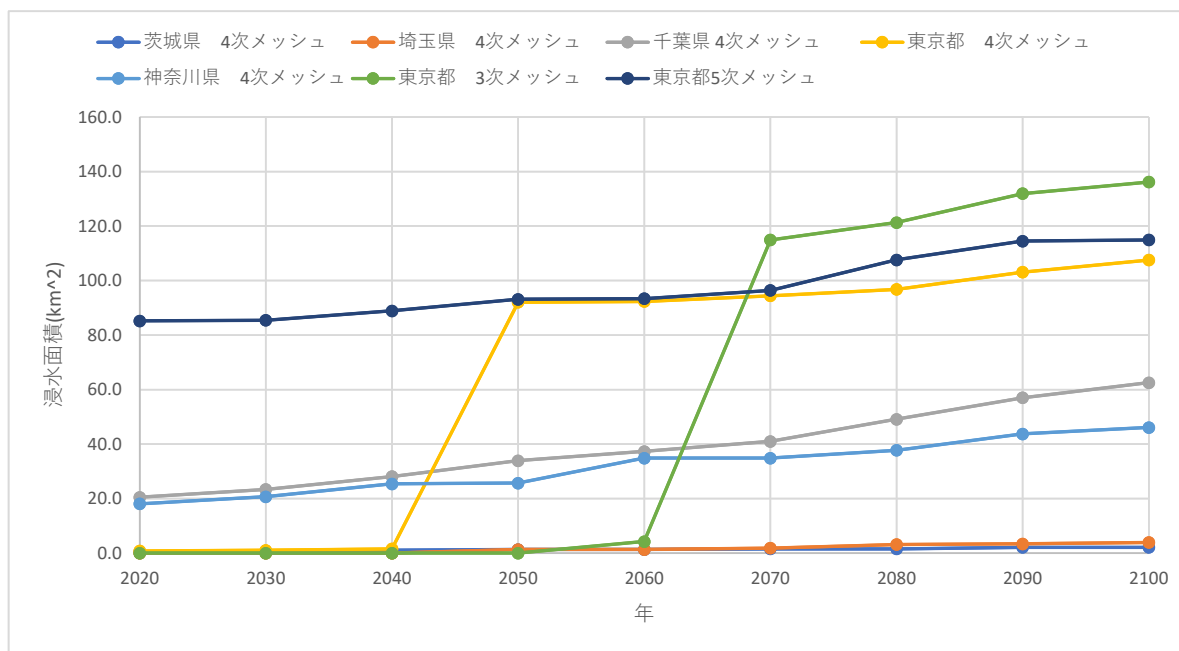


図-1 浸水予測の変化 (RCP8.5)

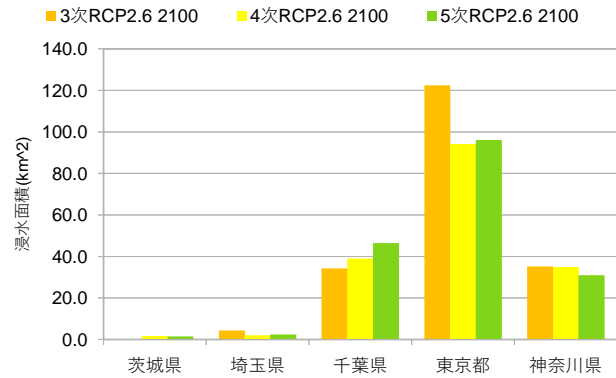
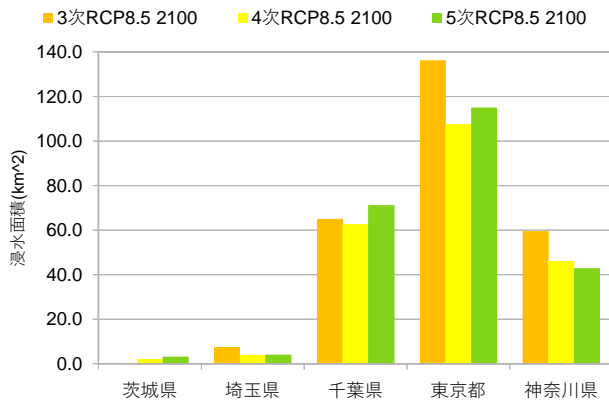


図-2 異なる解像度における浸水面積の変化 (左図: RCP8.5, 右図: RCP2.6)

表現するはずなので、浸水面積がある値に収束すると期待されたが、本研究の範囲では、そのような浸水面積の収束は見られなかった。

4. 海岸構造物が浸水予測に与える効果

次に、茨城県沿岸域を対象に、海岸構造物を考慮した場合としない場合の浸水予測結果の比較を行った。図-3に、4次メッシュ、5次メッシュにおいて、茨城県沿岸での2020~2100年の海岸構造物を考慮する場合としない場合でのRCP8.5における浸水解析結果の10年ごとの変化を示した。図-3より、各年代において海岸構造物の存在を考慮した場合とそうでない場合の浸水面積を比較すると、当然であるが、海岸構造物を考慮した場合の浸水面積のほうが小さい結果となった。また、構造物を考慮する場合でも、浸水面積が増加しているのは、解像度を高くすることで、海岸構造物間の隙間が明確になり、そこから水が侵入してきたからであると確認できた。解像度を上げることで、河口などの陸域の隙間が顕著となり、かえって浸水域が増加する結果となることがわかった。

5. 結 論

本研究で得られた主な結論を以下に示す。

- 解像度の変化に伴って浸水面積がどのように変化するかは、平均標高値の変化に加え、海岸線付近の陸・海の区別が大きく関わってくるということがわかった。また、埼玉県のように、海域に面していないが、浸水すると予測された都道府県の浸水面積は、解像度の違いがもたらす、県境のグリッドの変化によって、変化することが分かった。
- 解像度を上げていくほど、より鮮明に地形をとらえることができるため、浸水計算の精度は、上が

っていくと考えられる。本研究で用いた、4次メッシュと5次メッシュの浸水面積の差は小さいことから、5次メッシュの標高データを用いれば、十分精度の良いデータが得られ、それ以上の解像度の標高データを用いても浸水解析の結果は大きく変化しないと考えられる。

- 海岸構造物を考慮する場合の方が、考慮しない場合の浸水面積より小さくなった。しかし、解像度を上げると低解像度では表されていないが、構造物の隙間が明確になり、浸水面積が増加することが確認された。

今後は、浸水域を解析する対象領域を広げ、海岸構造物を考慮したより現実的な浸水解析を目指していきたい。

謝辞: 本研究で使用した茨城県沿岸の海岸構造物のデータは、茨城県農林水産部・土木部からご提供いただいた。ここに深甚なる謝意を表する。

参考文献

- 1) 茨城県: 茨城沿岸海岸保全基本計画 平成 28 年 3 月, 130pp, 2016.
- 2) 大場 真裕子・横木 裕宗・田村 誠: 日本沿岸域を対象とした海面上昇による浸水予測と最新の社会経済シナリオ(SSP)を用いた経済評価, 土木学会論文集 G (環境), 77 巻, 5 号, pp. I_243~I_249, 2021.
- 3) 国土交通省: 国土数値情報 (標高・傾斜度 3 次メッシュデータ), <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-G04-a.html> (参照 2020/11/13)
- 4) 国土交通省: 国土数値情報 (行政区域データ), https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N03-v2_4.html (参照 2020/11/13)
- 5) IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the

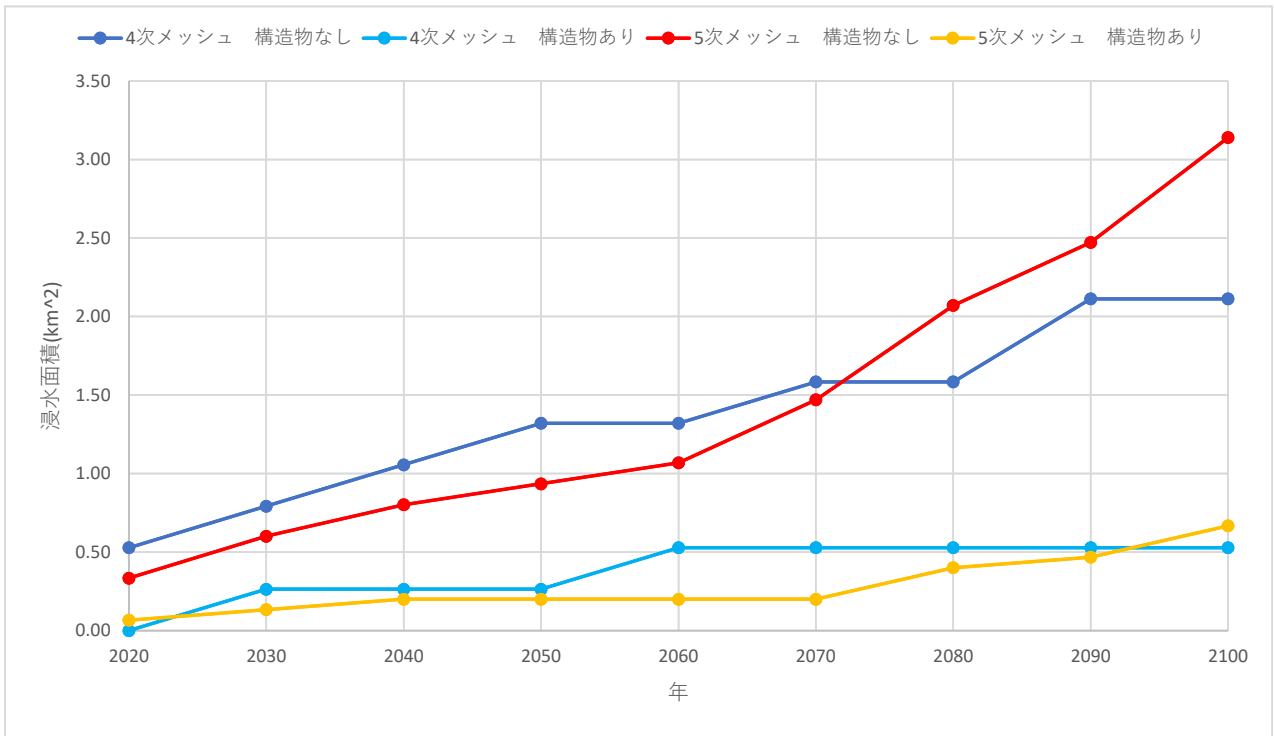


図-3 構造物の有無および異なる解像度における浸水面積の変化

Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, 1535 pp.