

岡山沿岸の海岸保全における気候変動の影響評価

高知工科大学 システム工学群

建築・都市デザイン専攻 海岸工学研究室

1250131 花房雄太

指導教員：佐藤慎司

1. 研究背景と目的

地球温暖化に伴う気候変動は、世界的な規模で深刻な影響を及ぼしつつある。すでに極端な気象現象の増加や海面上昇が観測されており、これにより水災害の頻発化・激甚化が懸念されている。日本においても、台風や集中豪雨などによる洪水や高潮被害が増加し始めており、特に沿岸地域ではその影響が顕著である。岡山沿岸地域も例外ではなく、これらの気候変動の影響を受けるリスクが高まっている。これまでの海岸保全計画では、気候変動の影響を顕わには考慮していないため、将来の災害リスクや環境変化に対応するためには、現行の計画を見直し、より持続可能で適応力の高い保全策を検討する必要がある。このような背景のもとで本研究では、岡山沿岸地域の海岸保全計画を検討するうえで、気候変動の影響を分析することを目的とする。

2. 岡山沿岸の特徴

岡山沿岸は瀬戸内海に面しており、閉鎖海域であるため外洋からのうねりを受けにくいという特性がある。このため、海域全体が比較的穏やかな環境となる。さらに、沿岸部には多数の島や岩礁が点在しており、図1のように地形的にも遠浅の海岸が多いことから、波が非常に穏やかである。その結果として、岡山沿岸では波の影響が少なく、安定した沿岸環境が特徴的である。これらより、将来世界的に危険度が増すとされる波浪・海岸侵食については岡山沿岸では比較的大きな影響はないと考えられる。そのため高潮に注目して研究を進めていく。

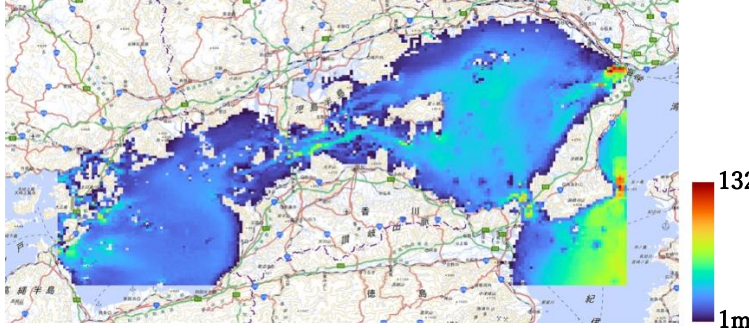


図1 岡山沿岸の水深

3. 高潮のメカニズム

高潮が発生するメカニズムとして二つ挙げられる。一つは、図2のような吸い上げ効果と呼ばれるものであり、台風の目のような低気圧である場所で海面が吸い上げられる現象である。大気圧 1hPa 低下につき海面 1cm 上昇を伴う。もう一つは、図3のような吹き寄せ効果と呼ばれるものであり、強い風により海面が上昇し、高潮が発生する現象である。

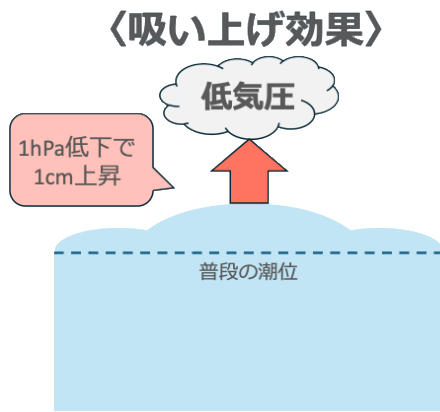


図2
吸い上げ効果

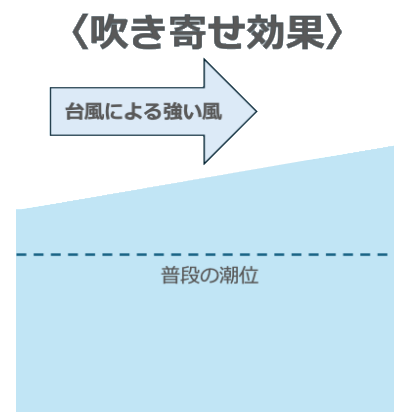


図3
吹き寄せ効果

図4のように強風によって増加した右側の水圧 $\rho gh\Delta h$ は、風の応力 τ が水域の長さ l に作用する力と釣り合っており下の式になる。

$$\tau l = \rho gh\Delta h$$

このように、式を立てることができる。この式を Δh について整理すると下の式となる。

$$\Delta h = \frac{\tau l}{\rho gh}$$

Δh は h に反比例しているため、発生する海面の水深が浅いほど吹き寄せ効果による高潮が大きくなることがわかる。すなわち、沿岸域の水深が浅い岡山沿岸では、吹き寄せの影響が大きくなりやすいことが確認できる。また Δh は τ に比例し風の応力 τ は $\tau = \rho c_d \times u^2$ と風速の二乗 u^2 に比例する(c_d は抵抗係数)ため、将来の風速 u を予測できれば Δh も評価できることになる。

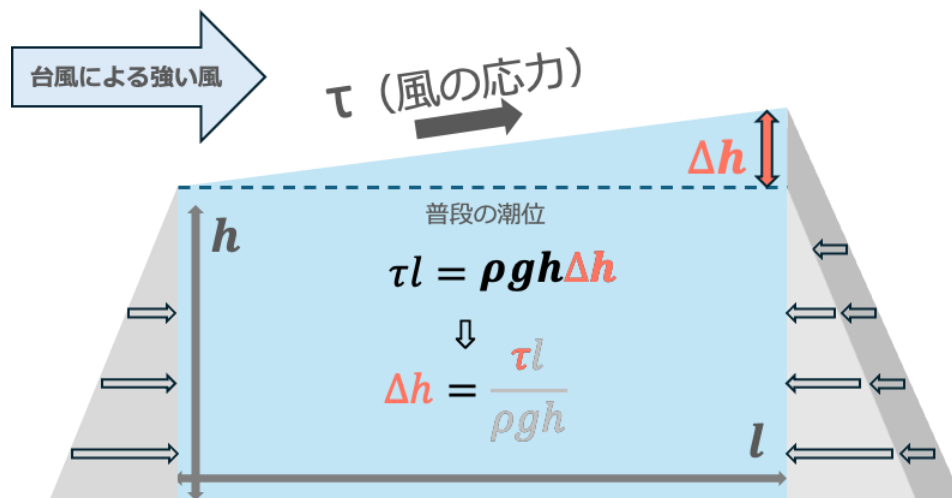


図4 浅海域で高潮が大きくなるメカニズム

4. d4PDF について

現在、世界全体の CO2 排出量を 2030 年には半分とし、2050 年には実質 0 にすることを目指しているものの、地球の平均温度は 2030 年前後に産業革命前に比べて 1.5 度上昇するとされている。気温が上昇した状態での未来の風速は d4PDF として公開されている。

d4PDF とは、IPCC 第 5 次報告書に提出された各機関の大気海洋結合モデル実験(CMIP5)の結果を用いて将来を分析したデータセットである。本研究では、4°C 上昇実験について過去実験と比較し検討した。分析に用いた海上風は、岡山沿岸における 6 時間ごとの風速瞬間値の時系列データである。

5. 分析結果

5-1.過去との比較

本研究では、図5（黒が過去実験と橙が4℃上昇実験を重ねたヒストグラム）のように過去実験と4℃上昇実験の6つのシナリオをそれぞれ比較した。全体的な増加や、非常に大きい風速が生じるなど、6つのうち5つのシナリオで風速の増加が見込まれた。これらより将来において風速は増加傾向にあり、それに深く関係のある高潮の対策の有用性があると言える。

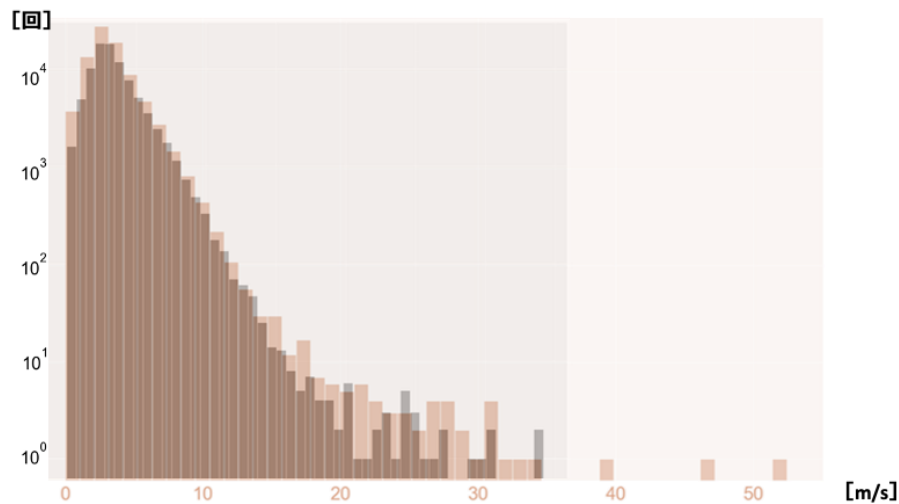


図5 過去実験と4℃上昇実験を比較したヒストグラム

5-2.将来の風速の増加

過去実験・6つのシナリオの将来実験において、各々の2番目に大きい風速を導き出した。それぞれ60年分のデータであり、2番目に大きい風速は30年に1回起こると言える。また、コンクリートの寿命などの観点からコンクリート構造物は、30～50年程度に起こりうる災害に対応して造られるため、2番目に大きい風速を用いた。そこから、過去実験の2番目の風速データと6つの将来実験の2番目の風速データ6個の平均をとって比較した。すると、それぞれ過去→34m/s、将来平均→約35.71m/sとなりおよそ1.05倍、つまり5%増加といった値となった。中道ら（2023）[1]では、高知沿岸の風速が4℃上昇時には5%の上昇する結果となっていることから、本研究の分析の信頼性を確認した。

6. 考察

風速は将来的に5%の増加が見込まれることがわかった。ここで**3.高潮のメカニズム**であったように、風の応力 τ は $\tau = \rho c_d \times u^2$ と風速の二乗 u^2 に比例する。例えば u が1%上昇した時、 $\tau =$

$$\rho c_d \times 1.01^2 \rightarrow \tau = 1.02\rho \text{ となり、} \tau \text{ は 2\% の 上 昇 と なる。 また、} \tau \text{ が 2\% 上 昇 と な れ ば } \Delta h = \frac{\tau l}{\rho g h} \text{ より } \Delta h$$

も2%上昇する。つまり風速 u が $a\%$ 上昇すると Δh は $2a\%$ 上昇する。よって、風速 u が5%上昇すると考えられるため Δh は10%上昇するといえる。また、岡山沿岸のみに関わらず世界的に問題視されている海面上昇についても100cm上昇する。よって堤防高の検討などの海岸保全をするにあたっては、高潮

の将来変動・世界的な海面上昇の二つの要素を抑える必要があると考察する。

7. 結論

本研究では、d4PDF を用いて過去と将来の風速の比較・分析し、以下の結論を得た。

1. 岡山沿岸は瀬戸内海の閉鎖性海域であるため、波の影響が穏やかである。
2. 岡山沿岸は遠浅の海岸であるため高潮偏差が大きくなりやすい。
3. 将来気候における岡山沿岸の高潮偏差は現在気候より約 10%増加すると考えられる。
4. 地球温暖化による海面上昇はおよそ 100cm とされているため、海岸保全計画においては海面上昇量を見込むとともに、現在よりも約 10%増加する高潮偏差を見込む必要がある。

8. 参考文献

[1]中道誠、佐藤慎司、小林賢也、高山靖史、亀田知沙：d4PDF を活用した土佐湾沿岸の高潮・波浪に対する気候変動の影響検討(2023)

[2]国土交通省

https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/hozen/index.html

<https://www.mlit.go.jp/river/kaigan/main/coastplan/index.html>

<https://www.mlit.go.jp/river/kaigan/main/kaigandukuri/takashibousai/01/index.html>

[3]気象庁 広島地方気象台

https://www.data.jma.go.jp/hiroshima/siryo/jirei_200408_T16.pdf

[4]d4PDF とは

<https://climate.mri-jma.go.jp/d4PDF/about.html>

[5]GREEN NOTE（グリーンノート） | SDGs がすぐわかるニュースメディア

<https://green-note.life/267/>