

高潮防災の意識向上に資するリアルな 3D 動画の制作

九州大学	学生会員	田中穂純
九州大学	正会員	井手喜彦
九州大学	正会員	山城 賢
九州大学	フェロー	橋本典明

1. はじめに

地球温暖化による気候変動の影響を受け、近年自然災害の発生頻度や規模に変化が表れている。高潮災害もそのうちの1つであり、インフラ整備や防災対策が進んでいるにもかかわらず世界中で高潮が発生し被害が生じている。日本の一部では将来的に小規模な高潮の数は減少するものの大規模な高潮の頻度が増加することや、最大潮位偏差が大きくなると予測されている地域がある。園田ら¹⁾は瀬戸内海に位置する周防灘を対象として将来の高潮について検討を行い、将来的に周防灘海域に接近する台風の数大幅に減る一方で勢力の強い台風は増加傾向にあることなどを明らかにした。井手ら²⁾も同じく周防灘を対象として高潮特性の長期予測についての研究を行い、周防灘に高潮を引き起こす台風の来襲頻度は低下するが、大きな高潮を引き起こす台風の来襲頻度は上昇すること、将来周防灘における高潮災害の危険性はさらに深刻化することを示した。過去の災害からは、被災経験や防災意識がある場合とない場合では生じる人的被害の大きさが異なることがわかっている³⁾。また、東日本大震災以降、GISを用いたハザードマップや、シミュレーション動画による情報提供に関する研究が始まっており、津波は3D動画による情報提供が進みつつあるが高潮はほとんどない。以上のことから、本研究では、今後ますます深刻化する高潮災害に対して、住民の防災意識の向上を目的に、3DCGを用いて周防灘における高潮災害の様子を可視化することに取り組んだ。

2. 使用したソフト

今回3DCG動画制作にあたってBlender(ver. 2.93.5)を使用した。Blenderとは、無料の統合3DCGソフトで、3DCG作成で必要となる機能を多く備えている。本研究で用いた機能はモデリング、シミュレーション、マテリアル制作、レンダリングである。なお、流体シミュレーションはSPH(Smoothed Particle Hydrodynamics)に従って計算される。SPHとは流体計算に用いられる微分方程式の数値解析手法の1つで、対象とする物体を有限個の粒子によって表現し、ラグランジュ的に粒子を移動させながら解析する粒子法に分類される。物体の大規模な変形を有するような問題に適しており多くの研究分野で使用されている。

3. 対象地域

対象地域は周防灘北西部に位置している山口県下関市長府のゆめタウン長府付近とする(図-1)。選定した理由としては、ゆめタウン長府が位置している下関市長府の高潮ハザードマップでは浸水深が最も深い(2.0m～5.0m未満)と予想される場所だったこと、さらにその中でも人々がよく利用する場所であり、動画を観た際に状況を理解しやすいことである。また、ほかの場所と比較して避難場所・施設等が近くになく、加えて特別養護老人ホームがあるため、安全な場所や建物の上の階などへ早めの避難行動を必要とすることから、高潮の危険性を知ることが重要な場所ということも理由の1つである。



図-1 対象地域⁴⁾

4. 初期条件

初期条件について、風速に関しては、気象庁のデータ⁵⁾から昭和の三大台風とされ周防灘においても大きな被害をもたらした枕崎台風の山口県下関市における最大風速 23.2m/s を用いた。波に関しては、対象地域のハザードマップ作成の計算条件である、朔望平均満潮位 T.P.+1.81m、高潮偏差 3.09m と、中島ら⁶⁾の研究から計算した

T.P.=C.D.L+2.02m を用いた。堤防高に関しては、園田ら¹⁾の研究にある長府における現行天端高 8.30m を用いた。

5. 動画制作

モデリングでは、表-1 に示すものを設定した。エフェクターとして設定した建物については、Blender にある GIS から建物形状を読み込むシステムを利用し、GIS のデータに反映されていない建物については後から 1 つずつ追加した。なお、シミュレーションするにあたっての主な各設定値は表-2 に示す。分解の解像度はリアルな動画を制作でき、計算負荷に問題がないと判断した 126 とした。図-2 に作成した動画のスナップショットを示す。堤防を乗り越えてから建物全体が浸水するまでの時間は 5 秒程度であり、図-2 の左側の建物から浸水した。なお、建物は左側から浸水したものの、遅れて右からも浸水が広がっている。また、人が図-2 にある建物の中心からこの高潮を見た場合の見え方を図-3 に示す。海水が堤防を越えた時点で人の視点に変化はなく、建物のすぐそばまで迫った時に初めて視認できた。同じ条件であっても、空からの視点に比べ人の視点では、視認できるまでに時間がかかり、その後迫ってくる速さも速く感じた。海水が堤防を越えてからの避難では遅く、ましてや人が浸水を視認してからの避難はほぼ不可能であることが分かった。

表-1 モデリングで設定したもの

名称	役割
ドメイン	シミュレーションを行う領域を定める箱
フロー	流体シミュレーションを行う際の流体 流入口や流出口などがある。
エフェクター	堤防や建物などの障害物となるもの

表-2 Blender での主な設定値

設定	役割	値
分解の解像度	空間をどのくらいに分割してシミュレーションを行うか。 値が大きいほどリアルな動画になる。	126
重力	3次元空間で各方向に重力を与える。	$x=y=0$, $z=-9.81\text{m/s}^2$
フレーム	シミュレーションを行う時間の長さを決める。	250

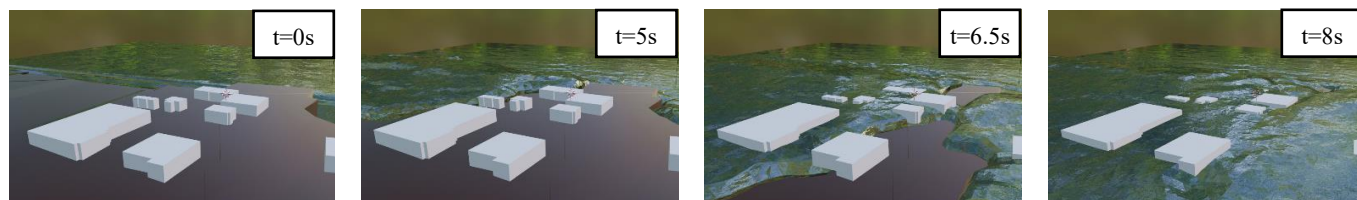


図-2 制作動画(空中からの視点)

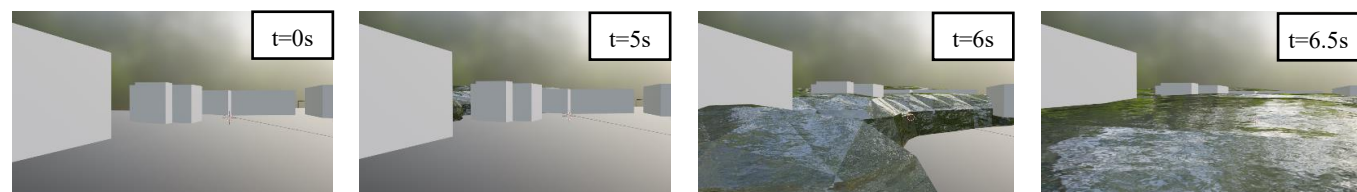


図-3 制作動画(人の視点)

6. おわりに

将来、より大きな規模の災害をもたらす可能性のある高潮について、その危険性が高い地域の 1 つである周防灘に面した下関市長府を対象とし、3DCG を用いてその様子を可視化することに取り組んだ。その結果、実際の災害をイメージすることが容易になり、住民の高潮防災に対する意識向上に資する 3D 動画が制作できた。しかし、計算負荷から解像度を現段階以上に上げることができなかったことや、Blender のシステム上、物を流す計算ができなかったことなどから、正確さには課題が残っている。

参考文献

- 1) 園田ら(2019):周防灘における将来の高潮に関する研究, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.71, No.2, I_1183-I_1188
- 2) 井手ら(2020):大規模アンサンブル気候予測データを用いた周防灘における高潮特性の長期予測, 土木学会論文集 B3(海岸工学), Vol.76, No.2, I_1091-I_1096
- 3) 内閣府ら(2005):高潮災害とその対応～高潮による災害を未然に防ぐために～
- 4) 下関市(2020):長府地区高潮避難地図(地図)
- 5) 最低海面気圧、最大風速、最大瞬間風速,
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/1945/19450917/19450917_b2.html, アクセス:2021 年 12 月 13 日時点
- 6) 中島ら(2015):下関港海岸の防護ラインと内水対策の検討, 土木学会論文集 B3(海岸工学), Vol.71, No.2, I_61-I_66.