

1703年 元禄関東地震における津波痕跡高さの地域的な違い に関する一考察

A Study on Regional Differences in Tsunami Height during the 1703 Genroku Earthquake

阿部郁男

ABE Ikuo

1. はじめに

1923年に発生した関東大震災から100年が経過し、関東大震災に関する様々な報道がなされている¹⁾。この関東大震災は、内閣府の災害教訓の継承に関する専門調査会報告書²⁾に記載されているように、1703年の元禄地震と同様の相模トラフでの沈み込みによるプレート境界型の地震とされ、関東大震災では熱海で12mの津波が来襲したことが明らかにされているところである。また、元禄地震における津波については都司³⁾による調査報告があり、宇佐美での浸水標高は9.7 m程度、熱海での浸水高は約30m、伊東では標高17mのところまで津波が遡上したと報告されている。しかし、これらの地域ごとの浸水高が、静岡県統合基盤地理情報システム⁴⁾に掲載された第4次地震被害想定から読み取れる数値（熱海では10m弱、宇佐美では17m程度、伊東では11m程度）と大幅に異なっており、特に、伊東と宇佐美は直線距離で4 km程度しか離れていない場所であるにもかかわらず、宇佐美では第4次地震被害想定から読み取れる数値のほうが都司³⁾による調査報告よりも大きく、一方で、伊東では第4次地震被害想定から読み取れる数値のほうが小さくなっている等、このような津波高の違いが生じた要因を理解しておくことが、今後の地域での防災活動に有益なものと思われる。

そこで、本研究では、静岡県の被害想定や中央防災会議における元禄関東地震の浸水予測データに着目して、津波伝播状況と地域での浸水高との関係に着目した検討を行い、その違いを生じさせた要因を考察することとした。

2. 被害想定で公表されているデータの確認

相模トラフで発生する巨大地震の津波浸水想定は、静岡県統合基盤地理情報システム⁴⁾または一般社団法人 社会基盤情報流通推進協議会により運営されているG空間情報センター⁵⁾によりデータが公開されている。この公開されているデータ群の中で「内閣府 首都直下地震モデル検討会による首都直下__津波公開データ09陸域における津波浸水深データ」としてCSVファイル形式でのデータ提供が行われているため、このCSVファイルをダウンロードした後、図1、2および3に示す測線上の浸水高を確認することとした。これに合わせて、同じ場所について静岡県統合基盤地理情報システムで公開され

ている最大浸水深のデータを読み取り、標高と共に纏めてみた。なお、これらの図では、静岡県統合基盤地理情報システムにより読み取った値を「静岡県4次想定」、内閣府の検討会による想定を「元禄関東」と表記している。熱海では、熱海親水公園から熱海銀座商店街を抜ける道に沿って、宇佐美では県道19号線、伊東では県道59号線に沿って浸水高を読み取っている。また「地盤」との表記については静岡県の被害想定に利用された標高データから地盤の高さを読み取ったものである。

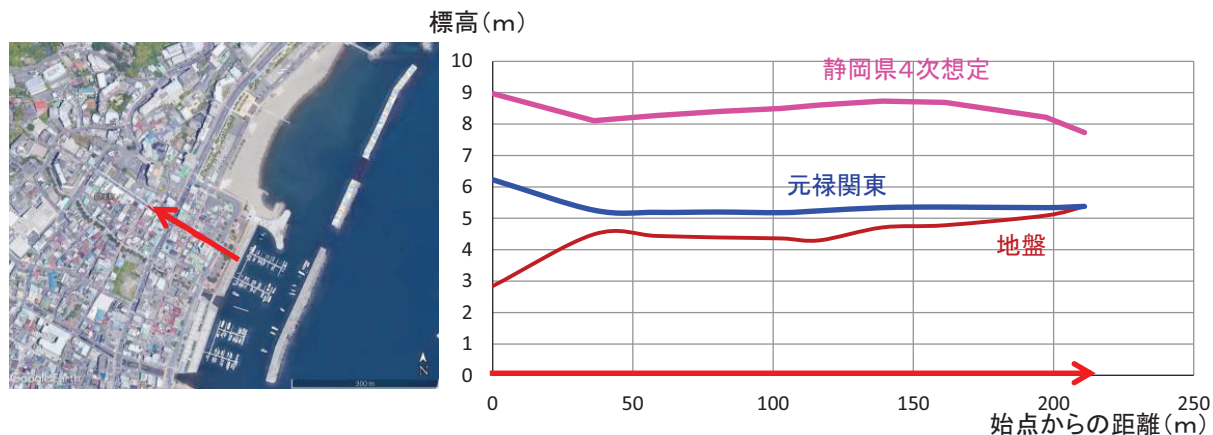


図1. 被害想定から読み取れる熱海での浸水高の変化

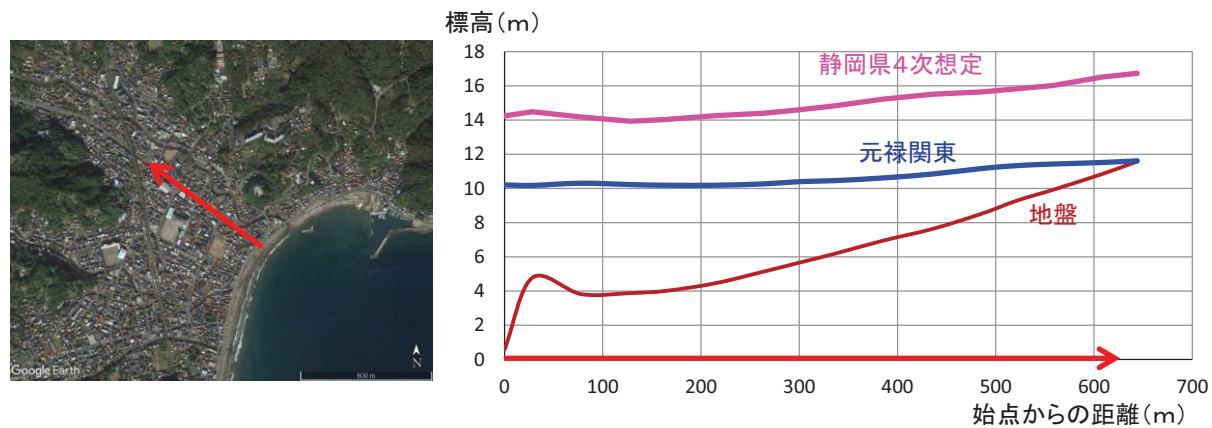


図2. 被害想定から読み取れる宇佐美での浸水高の変化

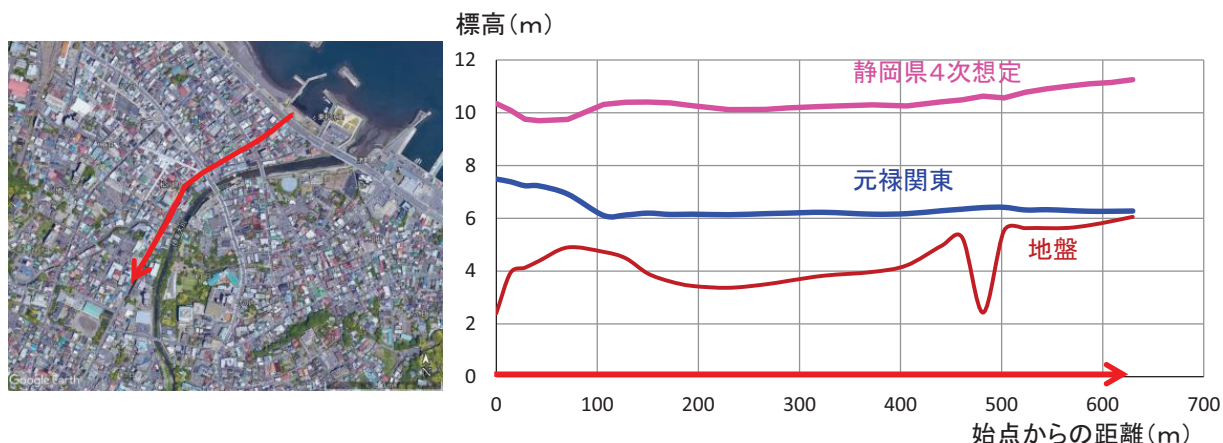


図3. 被害想定から読み取れる伊東での浸水高の変化

図1の熱海では、内閣府の元禄関東モデルの浸水高は5～6m程度であり、静岡県の被害想定では8～9m程度と内閣府モデルの約1.5倍程度になっている。図2の宇佐美では、内閣府のモデルの浸水高は10～12m、静岡県の被害想定では14～17m程度となっているので、こちらも同様に1.5倍弱となっている。図3の伊東では、内閣府のモデルの浸水高は6～8m、静岡県の被害想定では10～11m程度となっているので、同様に1.5倍程度となっている。このように、内閣府モデルと静岡県モデルを比較した場合には、熱海、宇佐美、伊東の何れの場所でも内閣府モデルの1.5倍程度の津波が静岡県の被害想定の結果となっている。念のため、各海岸線での津波高の平均値も算出してみたが、熱海では6.1m、宇佐美では9.9m、伊東では7.5mであり、宇佐美が最も津波が高い結果となっており、浸水高と同様の傾向を示しているが、都司³⁾により指摘された痕跡高の大小とは傾向が大きく異なることが明らかである。

3. 地形データの作成

前述の通り、内閣府および静岡県から公開されている現在の被害想定では、都司³⁾が示した津波痕跡高の地域ごとの違いを説明できていない。その要因の一つとして、元禄関東地震が発生した当時と現在の海岸地形の相違があり、被害想定の際に行われた津波シミュレーションが地形変化の影響を受けたことが一つの要因として考えられる。特に、伊東や熱海では海岸沿いに埋め立て地が造成され、さらに防波堤も整備されている。また、防波堤建造のために基礎部分に盛土がなされて、水深が浅くなっている状況である。そこで、今回の検討では、デジタル伊能図⁶⁾に掲載された400年前の海岸線を用いて地形を修正することとした。

この地形データの修正を行う際に、現在の被害想定で用いられている地形データが作成された範囲の確認を行ったところ、図4に示すように静岡県の地形データでは解像度の高い30mメッシュおよび90mメッシュの地形データが伊豆半島周辺に限定されていた。一方、相模湾北部の全域をカバーしている神奈川県地形データでは、今回、解析対象である伊東が90mメッシュの領域外に位置していることを確認することができた。詳細な解析を行う場合には、解像度の高い30mメッシュの地形データを利用する必要があるが、それよりも解像度が劣る90mメッシュの地形データが作成されている領域から伊東が外れている状態であった。つまり、伊東を解析対象とした場合には、静岡県の地形データでは相模湾北部

全体の津波の動きを正確に把握できない可能性があり、一方で相模湾北部全体の津波の動きを正確に把握するためには伊東を解析対象から外さざるを得ないという問題が生じた。そこで、相模湾全域をカバーしている神奈川県内の270mメッシュの地形データから線形補間により90mメッシュの地形データを作成し、その上に、座標系を合わせて静岡県内の90mメッシュおよび30mメッシュのデータを統合させたラスター形式地形データを作成した。その後、ラスター形式のデータを用いて2m間隔での等高線を描き、描かれた海岸線を400年前の海岸線に一致するように移動させるとともに、海岸線の移動に合わせて相違が生じる海岸近傍の平坦地、浅海域の等高線が平滑になるように修正を行った。このような手順で作成された等高線のデータから、線形補間により30mメッシュと90mメッシュの地形データを作成して、今回の検討で実施する津波シミュレーション用の地形データを作成した。

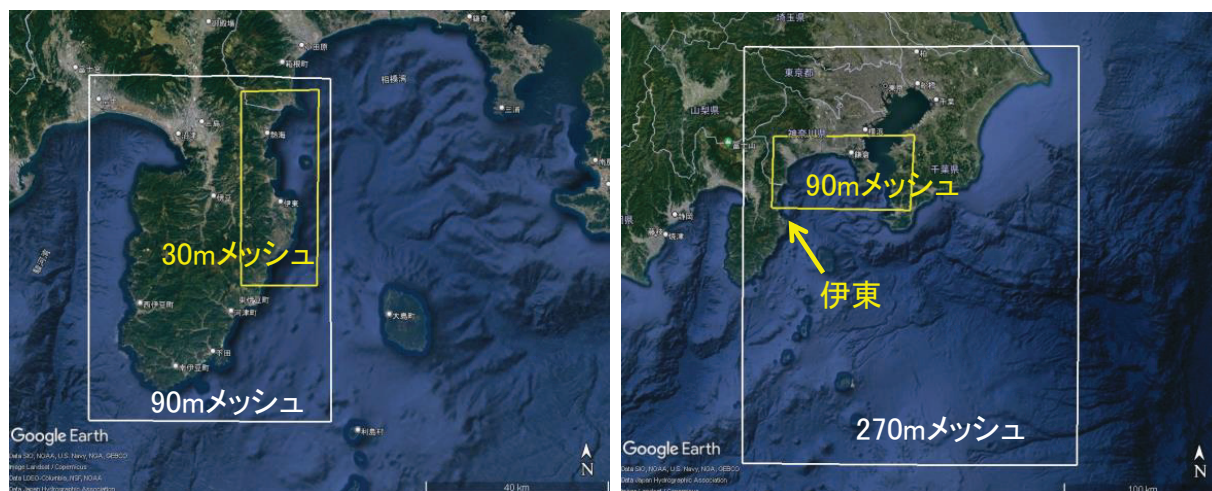


図4. 静岡県の地形データ（左）と神奈川県の地形データ（右）

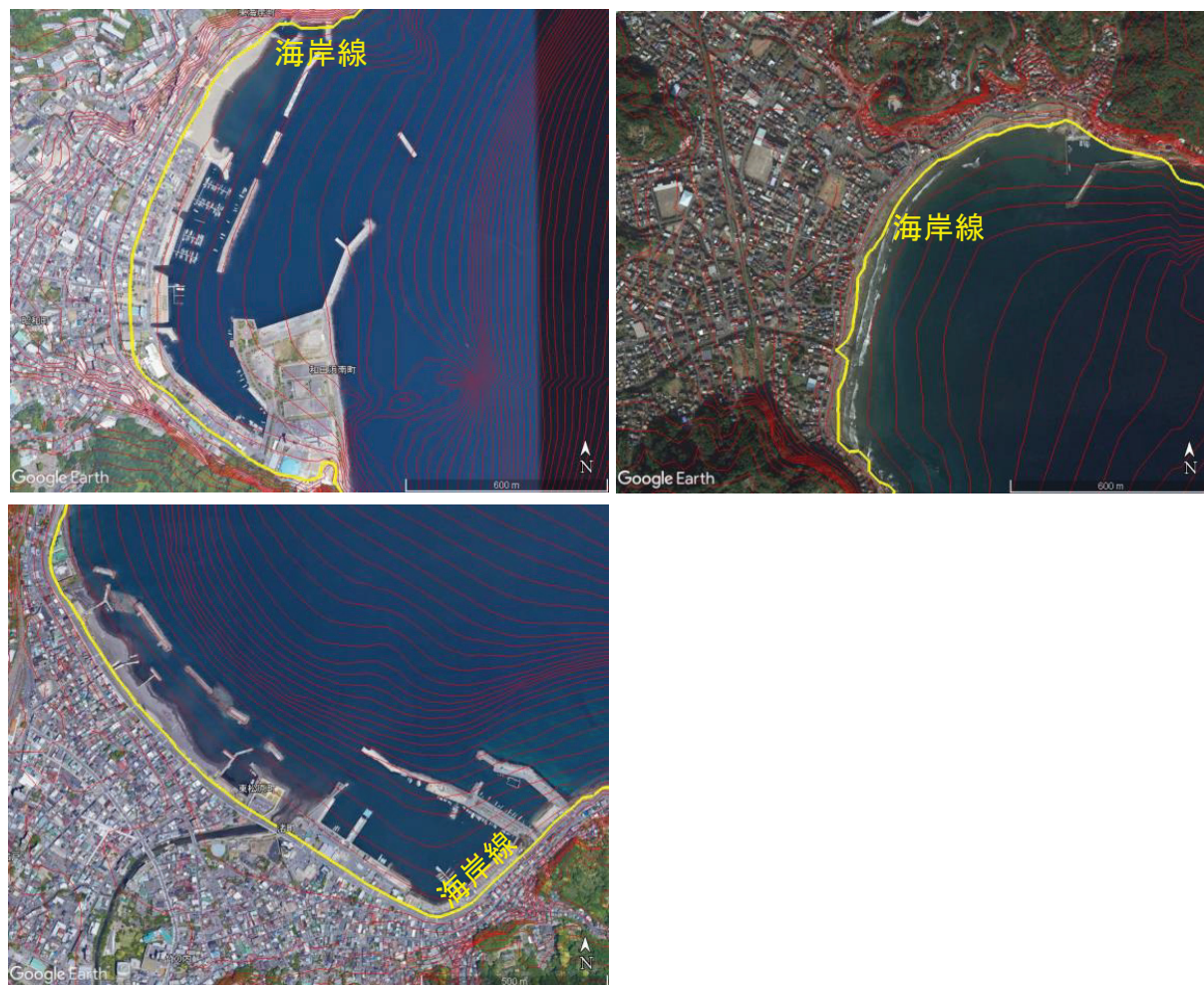


図5. 400年前の海岸線と等高線を修正した図
(左上：熱海、右上：宇佐美、左下：伊東)

4. 元禄地震による津波発生モデルにおける津波伝播状況

今回、作成した400年前の海岸線を考慮した地形データを用いて、元禄地震による津波発生および伝播状況の確認を行った。津波発生モデルについては、G空間情報センター⁵⁾から「首都直下_津波公開データ_06初期水位データ_第09系」のダウンロードを行った後、作成した地形データに合わせて初期水位分布の座標変換を行い津波シミュレーションの初期条件とした。地震発生60秒後の津波の水位分布を図6に示した。

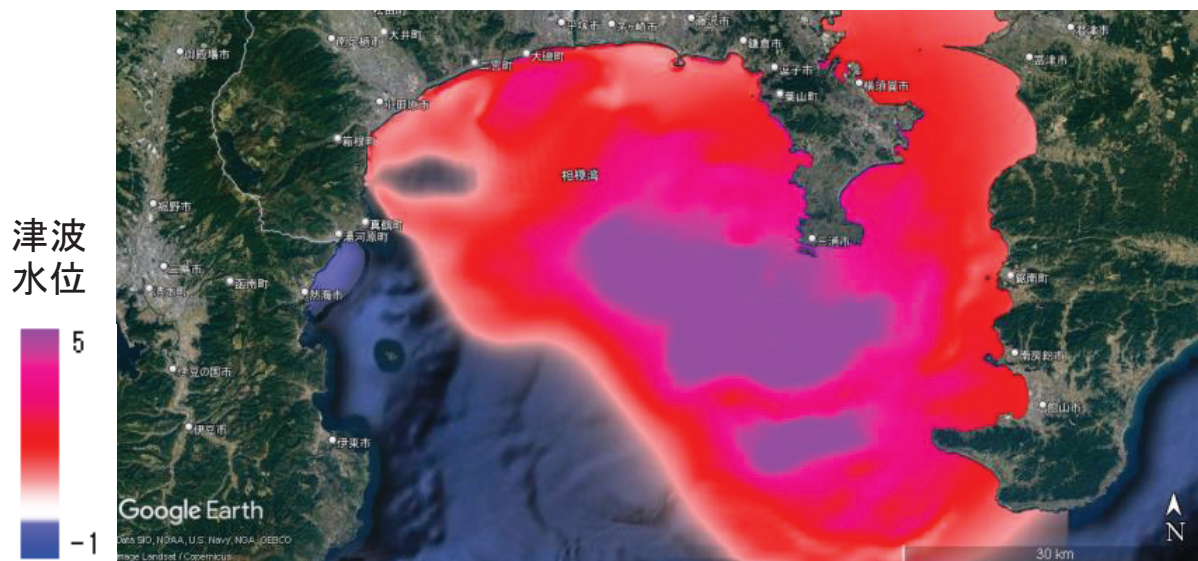


図6. 津波シミュレーションの初期条件とした元禄地震発生60秒後の水位分布

この水位分布を初期条件として津波伝播シミュレーションを行った結果を図7に示した。相模湾で発生した津波の来襲状況には初島の存在が大きく関係してくることが分かる。5分後までには津波が初島周辺を通過し、初島の背後で複雑な変化を示しているようであり、8分後には津波発生海域から見て初島の背後にあたる宇佐美のやや北側に津波が高くなる場所を出現させている。

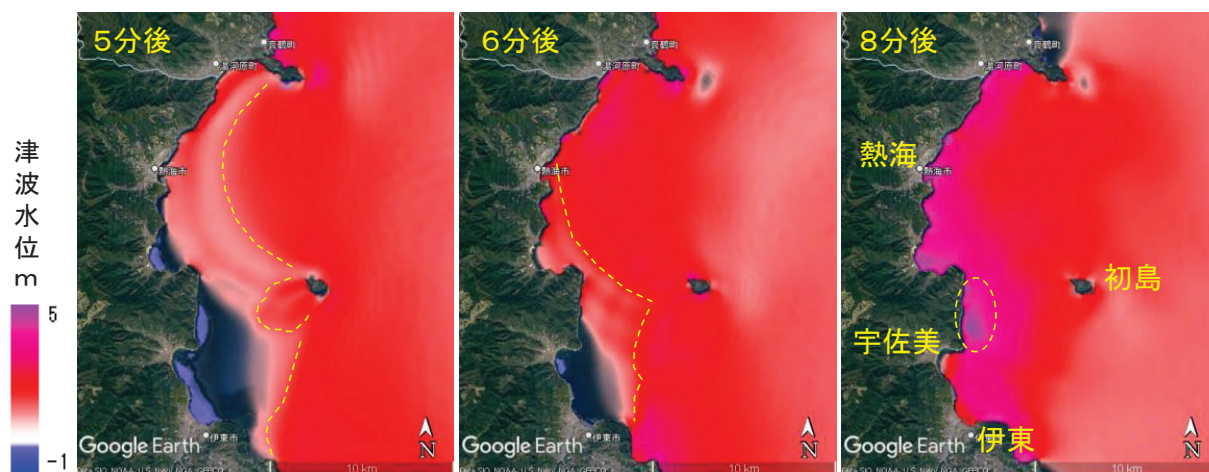


図7. 初島周辺の津波の伝播状況

5. 初島による津波伝播への影響分析

図7に示したように、熱海～伊東での津波来襲状況には初島が大きく影響しており、津波発生場所との関係が、地域ごとに異なる津波高の大小の決定要因となる可能性がある。そこで、初島周辺に様々な方向を向いた複数の小さな津波発生源を仮定し、熱海、宇佐美、伊東での津波高の相違を分析することを試みた。図8には、設定した津波の発生源の一部を掲載した。例えば、case001は初島の北側に津波

の発生源を設定したことにより、熱海、宇佐美、伊東へ到達する津波は初島の影響をほとんど受けないことを想定して設定している。このcase001からcase006にかけては、津波発生源の角度を15度間隔で変更するとともに、位置を沖合に移動させた。また、case021からcase031にかけては伊豆半島の海岸線から初島を挟んだ正面に発生源を設定し、初島からの距離を変更した。さらに、case034にかけては、伊東方面ではなく熱海方面に初島による影響が現れることを想定して設定した。このほかに、発生源の幅による影響も設定条件として変化させて、合計で40ケースの試算を行った。この40ケースについて、伊東、宇佐美、熱海での海岸線での平均津波高を算出し、伊東を基準とした宇佐美との津波高の比、熱海との津波高の比を図9に示した。

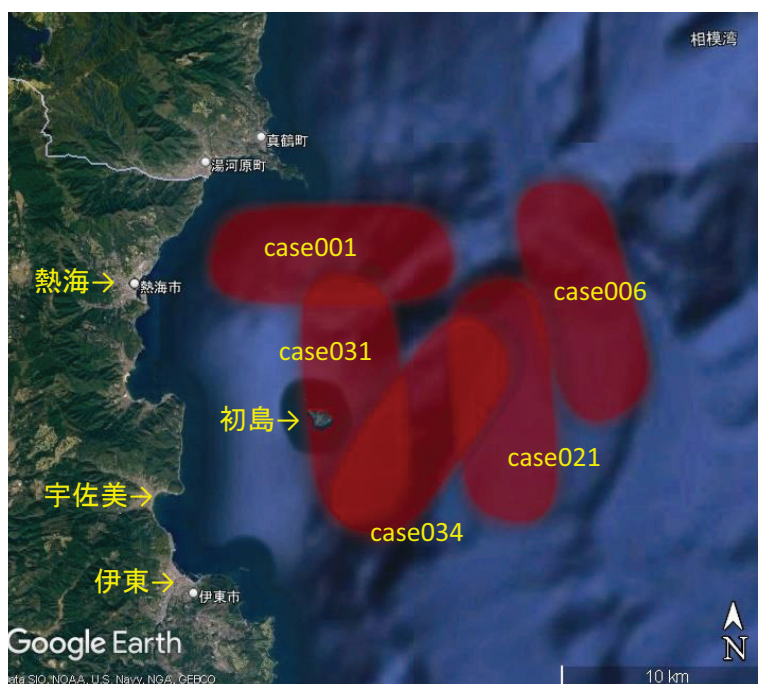


図8. 初島周辺に設定した津波の発生源（一部）

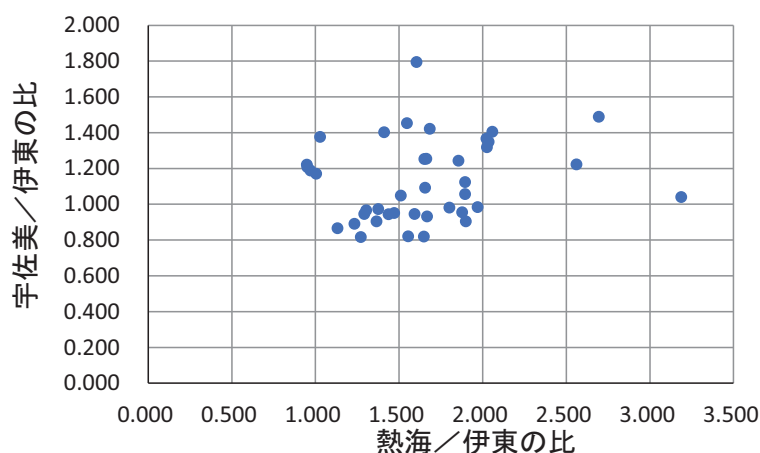


図9. 伊東を基準とした宇佐美と熱海での津波高の比

図9に示しように今回の検討では、津波の発生源の位置によっては、伊東と宇佐美というごく近傍であっても津波高が2倍近くになるケースがあることが確認できた。一方、都司³⁾により報告された浸水高について伊東を基準とした場合に、宇佐美は0.6程度、熱海は1.76となる。これは、浸水高であるため、今回の検討で試算した津波高との単純な比較はできないものの、大小関係に近いケースがあることも確認できた。例えば、図10には、宇佐美が0.82で熱海が1.65となったcase002の発生源、図11にはcase002での津波伝播状況を示している。図11に示すように、case002では、1分後に水位の高い部分が初島方面に向かっていることが分かる。また、3～5分後の伝播状況を確認したところ、熱海の周辺では水位が高くなるが、伊豆半島と初島の間を通過した津波のみが伊東、宇佐美方面に向かっているために熱海と比較して伊東と宇佐美での津波高が相対的に小さくなったのではないかと推察することができる。



図10. case002の津波発生源

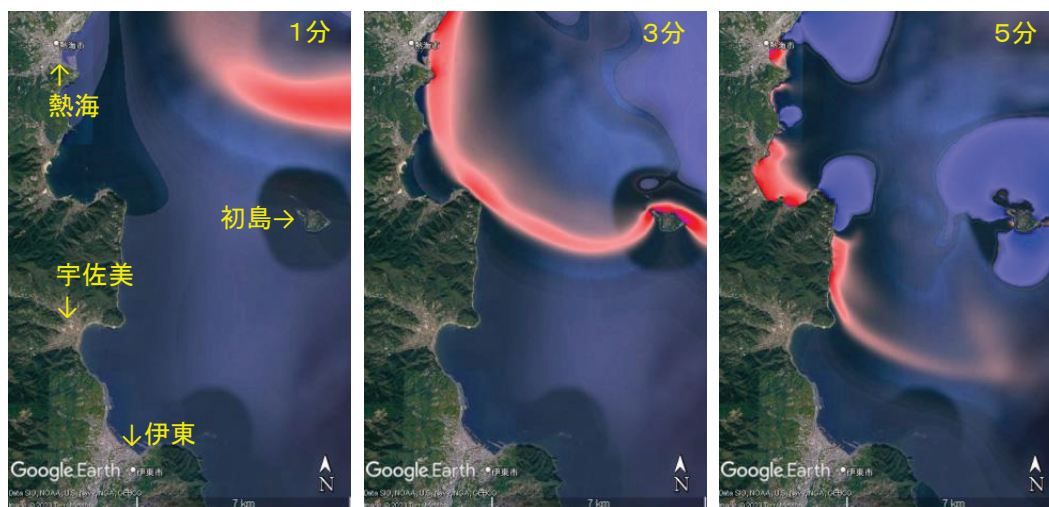


図11. case002での津波伝播状況

6. まとめ

今回の検討では、浸水高までを比較することができなかったが、津波発生源の位置関係によっては、都司³⁾により報告された浸水高の地域ごとの違いを説明できること可能性があることを確認できた。また、現在まで行われてきた海岸地形の改変による影響については検討を行っていないため、今後は、浸水高を含めて、より多くの発生源のケーススタディを行い、ごく限られた地域内でも津波高が大きく違っている元禄地震の津波再現モデルを明らかにしたいと考えている。

参考文献

- 1) NHK：災害列島，関東大震災とは？被害の特徴・メカニズム・教訓は？，https://www3.nhk.or.jp/news/special/saigai/natural-disaster/natural-disaster_27.html，参照2023-09-02.
- 2) 中央防災会議，災害教訓の継承に関する専門調査会：https://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/kyoukunnokeishou/rep/1923_kanto_daishinsai/index.html，参照2023-09-02.
- 3) 都司嘉宣：元禄関東地震津波（1703）の伊豆半島沿岸での浸水高，津波工学研究報告，Vol.30，pp. 69-86，2013.
- 4) 静岡県統合基盤地理情報システム：<https://www.gis.pref.shizuoka.jp/>，参照2023-09-04.
- 5) G空間情報センター：<https://front.geospatial.jp/>，参照2023-09-22.
- 6) ㈱河出書房新社：デジタル伊能図<スタンダード版>，2015.

