

2020 年 7 月 7 日

西之島の噴火に伴う津波の試算

小笠原諸島西之島では、2019 年 12 月の噴火再開以降、溶岩流出により島の拡大が続いている。今回の噴火活動は、2013-2015 年噴火を上回る勢いであり、溶岩流出率も 2013 年以降最大となっている¹⁾。2020 年 6 月末には、溶岩流が山体南側で再び急峻な海底斜面に流出する状況になっている。このような噴火活動がさらに継続・活発化した場合、山体が部分的に崩壊し、津波が発生する可能性が考えられる。東京大学地震研究所では、2013-2015 年噴火の際にも山体崩壊と津波について検討したが²⁾、2019-2020 年噴火においては山体がさらに大きく成長し、噴火活動も活発であるため、現状の活動状況を踏まえて、改めて西之島の崩壊と津波について検討を行うことにした。

[西之島の崩壊・津波シミュレーション]

数値計算は、これまでの事例で用いられた手法^{2,3)}と同様である。重力流（岩屑なだれや火砕流など）が海に流入することにより発生する津波を対象として開発されてきた、非線形長波理論にもとづく二層流モデルの有限差分法による解析手法^{4,5)}を用いた。海底地形データには海洋情報研究センターによる M7023 ver. 2.0（小笠原海域）を用いた（図 1, 2）。計算領域は、広域では 200 m、波源近傍ではその 1/3 のグリッドを用いて接続している。初期崩壊条件は表 1 の通りである。このうち Case 1A, 1B と 2A, 2B はすでに検討しており²⁾、今回新たに崩壊量が 5-10 倍大きい場合について調べた。Case 2C は、インドネシア・アナクラカタウ島で 2018 年 12 月に発生した山体崩壊と同規模を想定した場合である。

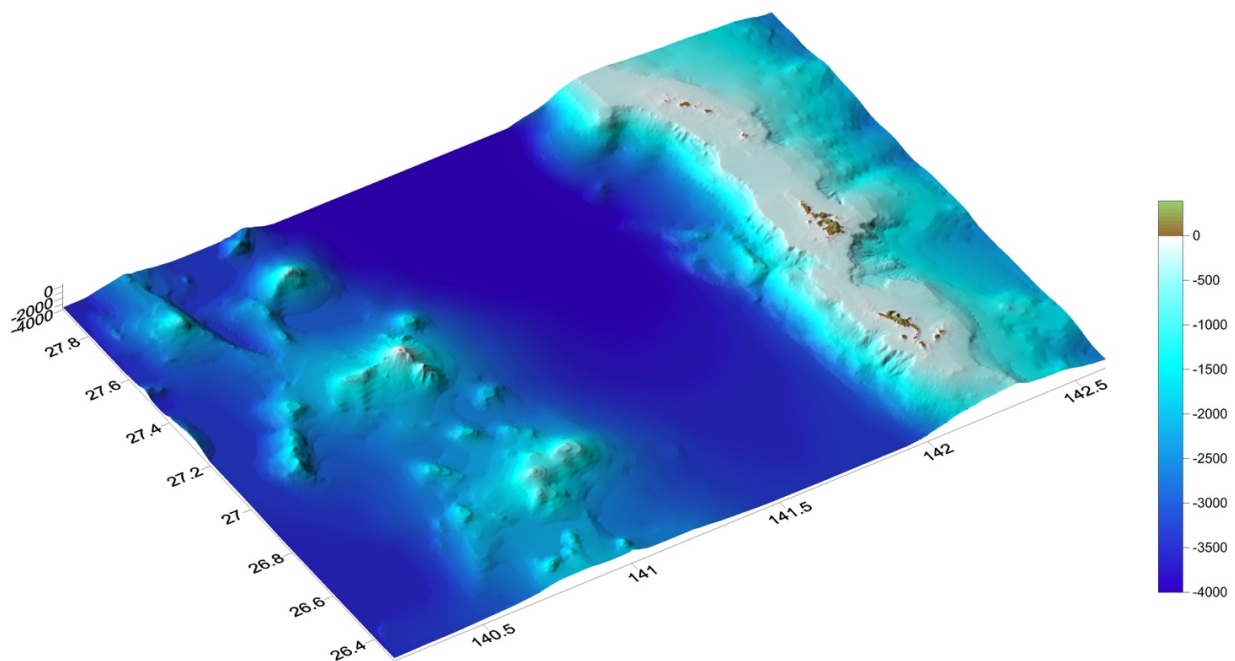


図 1 西之島および小笠原諸島周辺の地形。xy 軸は緯度経度，z 軸の単位は m。

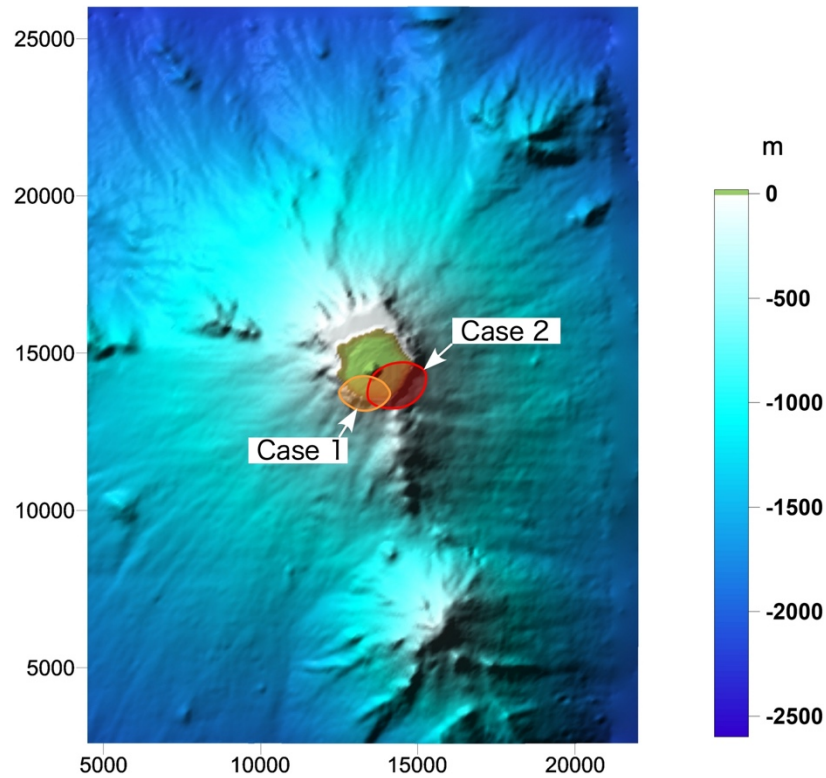


図 2 西之島周辺の海底地形および想定崩壊位置。xyz 軸の単位は m。

表 1 検討した初期条件

	Location	Volume ($\times 10^6 \text{ m}^3$)
Case 1A	SW	13
Case 1B	SW	6
Case 1C	SW	52
Case 2A	SE	12
Case 2B	SE	8
Case 2C	SE	123
Case 2D	SE	51

Case 1 と Case 2 は、それぞれ島の南西側と南東側が崩壊し、崩壊物が海底山体の斜面上へ流出するというシナリオである。全ての場合において、海面上の新しい島の一部と水中の既存山体を合わせた部分が崩壊する状況を想定している。陸上部分は崩壊量全体の 2～3 割程度である。Case 2C では、島中央の火砕丘の一部も含まれる。なお、モデル内の重力流の底面摩擦係数については、従来の研究にもとづき陸上域、水域ともに 0.1、重力流—海水二層の界面抵抗係数は 0.2 とした。

[津波シミュレーション結果の例]

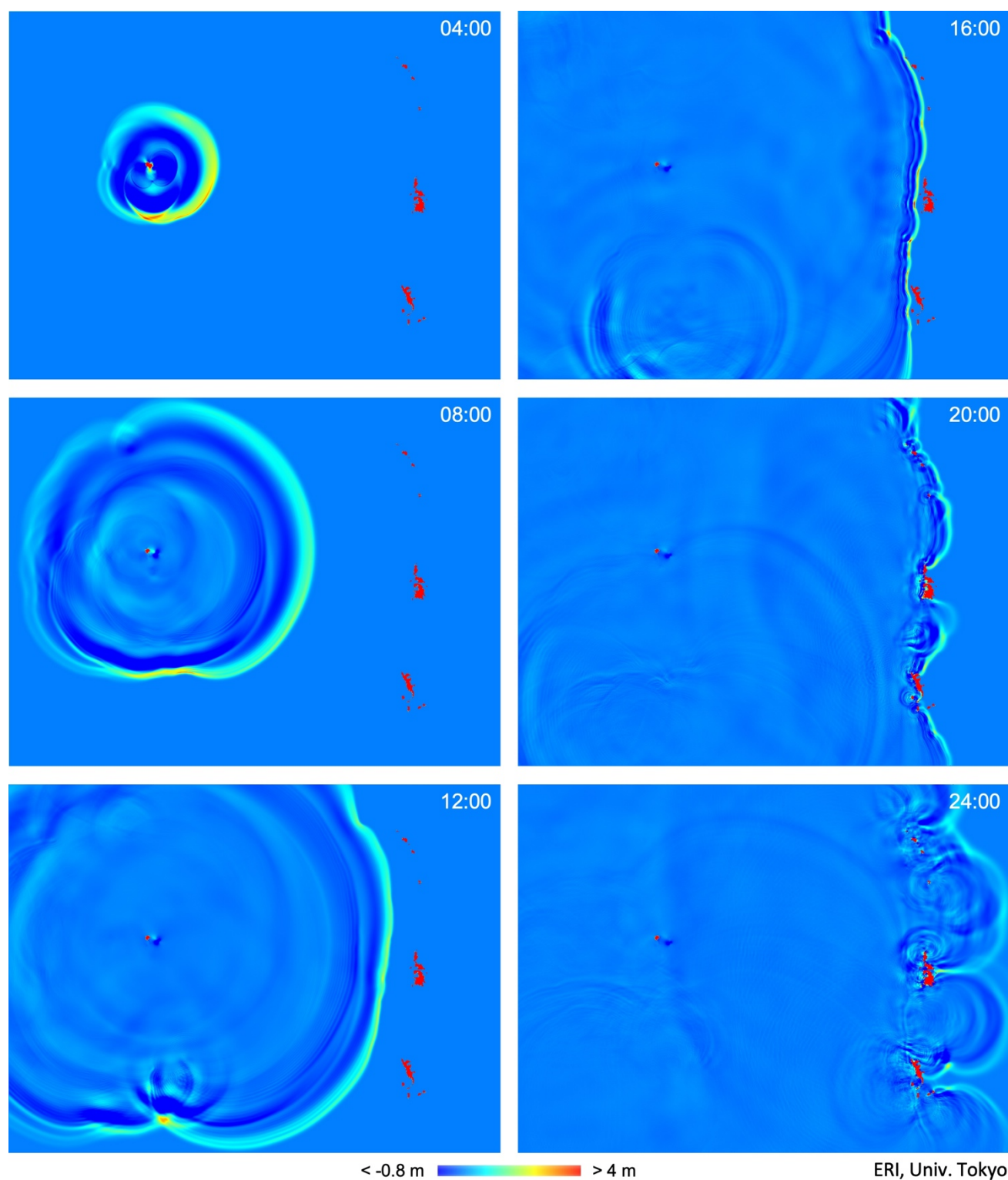


図 3 Case 2C の計算結果。4 分毎、24 分まで。

[最大波高分布]

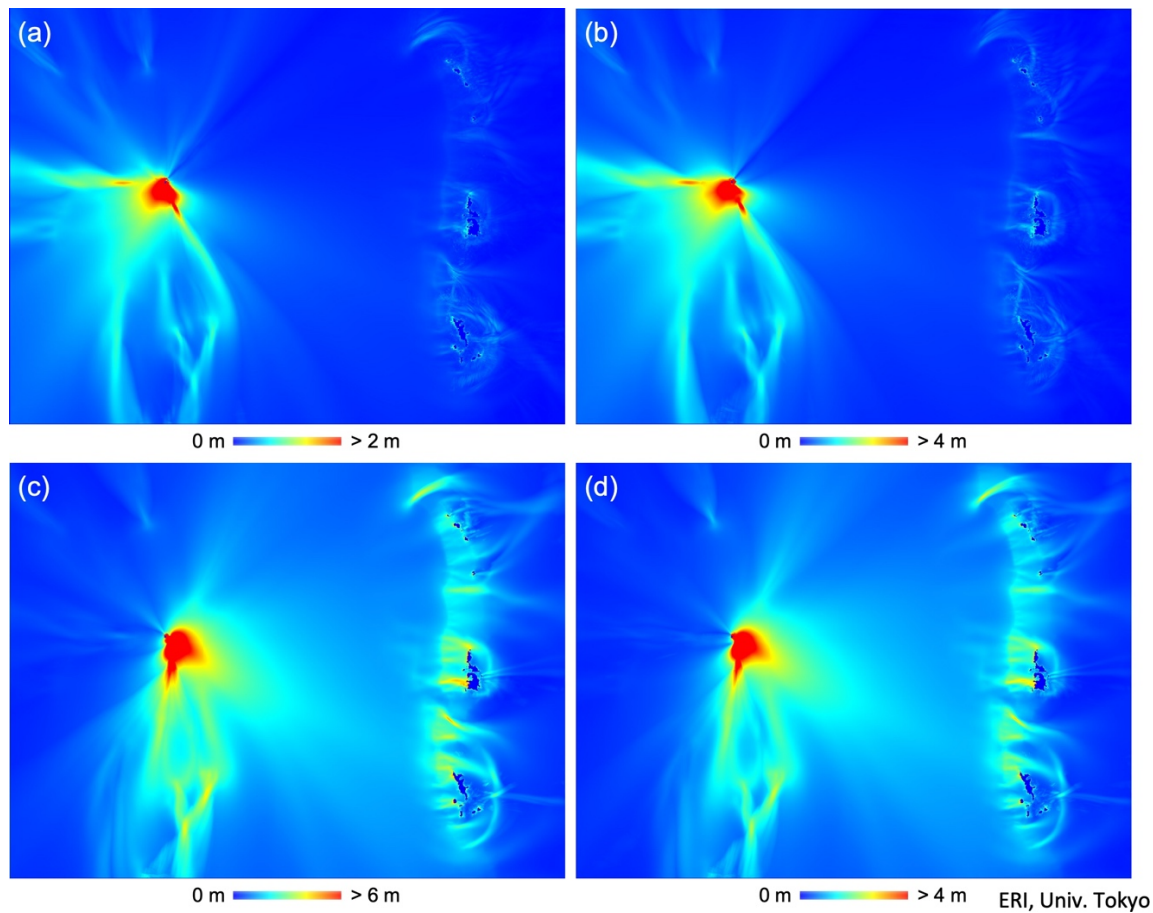


図 4 (a) Case 1A, (b) Case 1C, (c) Case 2C, (d) Case 2D。それぞれ波高のスケールが異なることに注意。(b)-(d) では、波源近傍では波高 20-30 m に達するが、西之島から離れると急速に減衰する。しかし、海底地形の影響により小笠原諸島付近で再び波高が高まる。

[父島南西岸における津波の特徴]

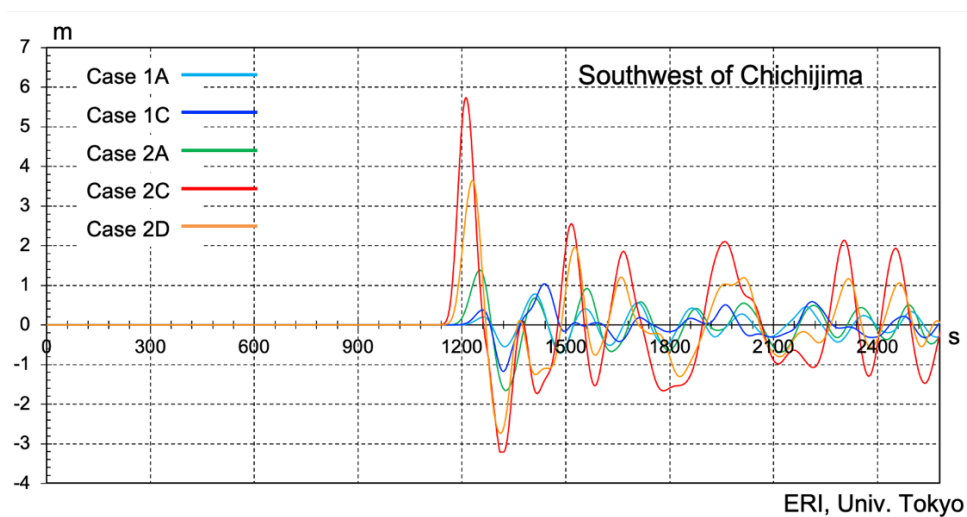


図 5 父島南西岸における津波波形（発生から 40 分後まで）。東側では崩壊量が最大の場合、5 m 程度の津波になる可能性がある。また、いずれの場合も、2 分 30 秒から 3 分程度の周期の波が次第に減衰していくという特徴を示す。

[崩壊体積と最大波高との関係]

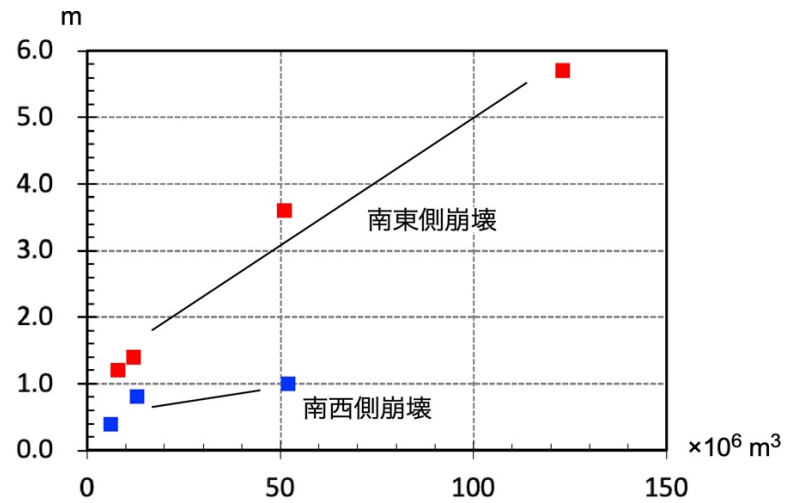


図 6 西之島の崩壊体積（横軸）と津波の最大波高（父島南西岸）（縦軸）との関係。南西側の崩壊（Case 1）では，津波の主な伝搬方向が小笠原諸島と反対側になるため，波高は全体的に低くなる。

[津波到達時間分布]

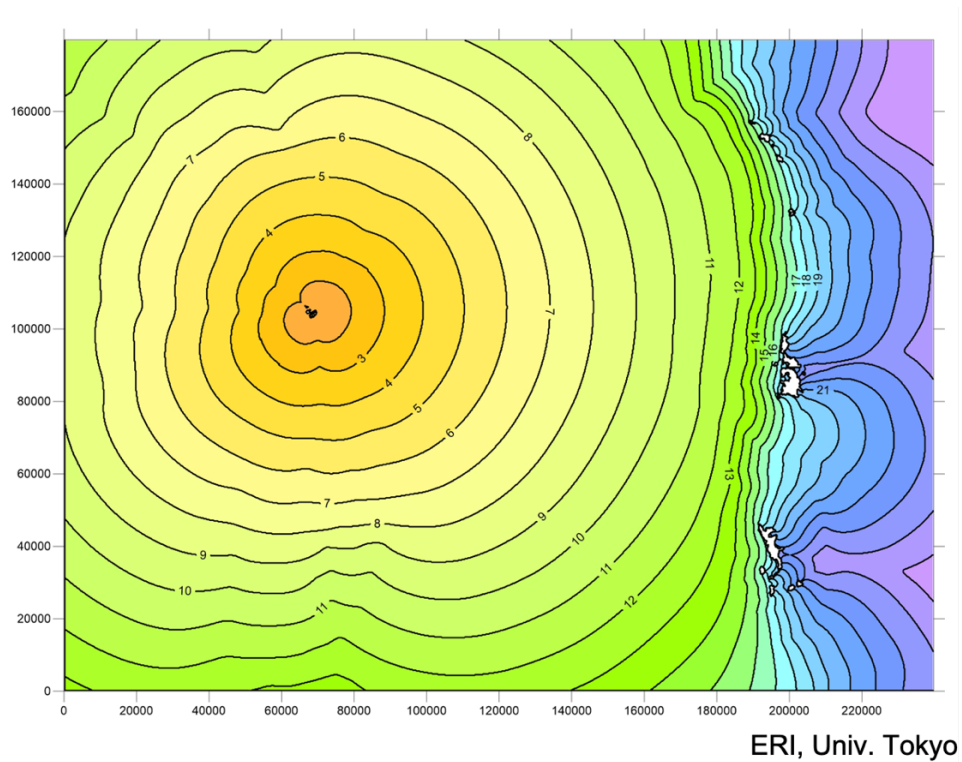


図 7 津波到達時間の分布（Case 2C の例）。単位は分。父島へは 20 分弱で到達する。津波の波速はほとんど水深に依存するため，初期条件が変わっても津波到達時間の分布に大きな変化はないが，最大波高に達するまでの時間は，崩壊量が大きいほど早くなる。

[参考文献]

- 1) 東京大学地震研究所「ひまわり 8 号による西之島 2019-20 年噴火の観測」第 146 回火山噴火予知連絡会資料.
- 2) 東京大学地震研究所「西之島噴火に伴い発生する可能性がある津波について」, 2014 年 7 月, http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/VRC/nishinoshima/nishinoshima_tsunami/
- 3) 東京大学地震研究所「2018 年インドネシア・クラカタウ火山噴火・津波」, 2019 年 1 月 15 日, <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/VRC/krakatau/>
- 4) Kawamata, K. et al. (2005) Model of tsunami generation by collapse of volcanic eruption: the 1741 Oshima-Oshima tsunami. *In Tsunamis: cases studies and recent development* (Satake, K., ed.), p79-96.
- 5) Maeno, F. and Imaumra, F. (2011) Tsunami generation by a rapid entrance of a pyroclastic flow into the sea during the 1883 Krakatau eruption, Indonesia. *JGR*, 116, B09205.