

スンダ海峡における地震性・非地震性津波の特性と避難対応

東北大学工学部 学生会員 ○千葉愛理
 東北大学災害科学国際研究所 正会員 Suppasri Anawat
 東北大学災害科学国際研究所 正会員 Pakoksung Kwanchai
 東北大学災害科学国際研究所 正会員 今村文彦

1. はじめに

インドネシアのジャワ島とスマトラ島の間位置するスンダ海峡は南西部に広がるジャワ海溝での地震による津波リスクが高まっていると言われている。Hanifa et al. (2014) ¹によるとジャワ島南西沖では少なくとも直近300年以内にメガスラスト地震が発生しておらず、ひずみが蓄積している可能性が高い。また、インドネシアでは2018年にスラウェシ島やスンダ海峡のアナク・クラカタウ島において非地震性津波が発生し注目を集めている。本研究ではスンダ海峡における地震性・非地震性津波の計算を行い、その特性や沿岸地域の避難可能性を調査する。

2. 方法・条件

2-1 代表地点・津波観測網

工業地帯や観光地を含む5地点を代表地点として設定する。現行の観測網のうち、最も早く津波が到達する観測点と代表地点の到達時間の差がリードタイムであり、避難行動に使える時間である。

2-2 地震性津波

波源としてはHanifa et al. (2014) ¹によるジャワ海溝における一年あたりの滑り量に再現期間と

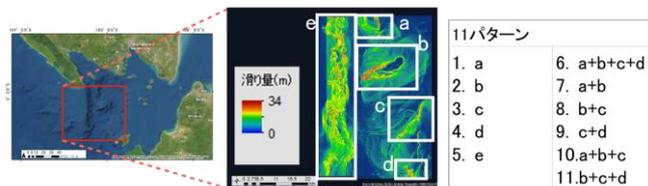


図2 海底地滑りの発生領域 11パターン

して400年を乗じる海溝型地震と、Windupranata et al. (2020) ²により示された5つの断層における地震を扱い、Okada (1985) ³の式により初期水位を得る。直交座標系においてTUNAMI-N2 ^{4,5}を用いて計算する。

2-3 非地震性津波

本研究で扱う波源は海底地滑りである。海底地滑りが発生する領域はPakoksung et al. (2019) ⁶による、周囲との標高の差分より滑り量を定める手法を用いて5か所定め、その組み合わせにより11パターンを得た(図2)。

津波計算モデルは長波理論によるTUNAMI-N2 ^{4,5}をもとに、津波生成(上層)と海底地滑り(下層)の関係をモデリングする二層流モデル⁷を用い、直交座標系で計算を行う。

3. 結果及び考察

3-1 地震性・非地震性津波の比較

地震性津波(図3)は到達時間が長く波高が最大21mと高い一方、非地震性津波(図4)は到達時間が短く波高は1~2mであった。

3-2 観測網の評価

いずれの津波においても、現行の観測網のうち最も早く津波を観測できるのは2018年アナク・クラカタウ島噴火津波を受けて設置されたKrakatau観測点であった。いずれも地震発生から10分前後に

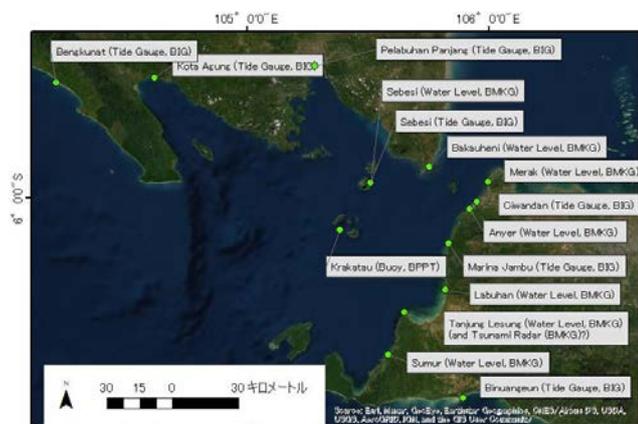


図1 現行の観測網

キーワード: スンダ海峡, 津波, 海底地滑り, 地震, 避難, 津波観測点

連絡先: 〒980-0845 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1 3F-E305

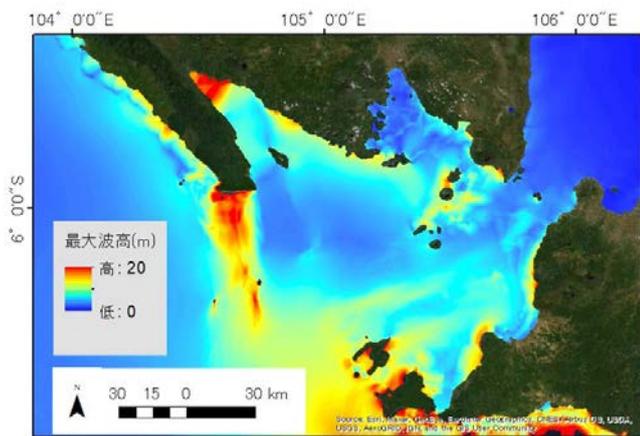


図 3 地震性津波（海溝型）の最大波高

津波を観測できる。これは、現行の観測網は沿岸付近が多く到達時間が遅くなる一方で、この観測点はスンダ海峡中心部の沖合に位置することが影響したと考えられる。

3-3 沿岸地域の避難可能性

東南アジア有数の工業地域である Ciwandan の避難可能性に着目すると、リードタイムは非地震性津波で 42~52 分、地震津波で 70 分程度であり、工場の停止及び従業員の避難に必要と想定された 120 分には及ばない。ここで、特にリードタイムが短い非地震性津波について新たな観測点を追加することによりリードタイムの延長を目指す。図 2 の領域 d において地滑りが発生すると Ciwandan に到達する波が高くなることから、この領域の西部(105.134741, -6.524050)に観測点を追加すると、リードタイムを 13~16 分延長できることが分かった。しかし、それでも避難完了にはリードタイムが不十分であることから垂直避難など避難時間を短縮する工夫が必要である。

4. おわりに

本研究ではスンダ海峡における地震性津波としてジャワ海溝での海溝型・逆断層型地震による津波、非地震性津波としてスンダ海峡内での海底地滑りによる津波を取り扱い、沿岸地域の観測点の評価や避難可能性を調査した。地震性津波はリードタイムが長く波高が高い一方で非地震性津波はリードタイムが短く波高は比較的小さいことが分かった。現行の観測網のうち Krakatau 観測点が一番早く津波を観測することができたことから、沿岸の観測点が多い

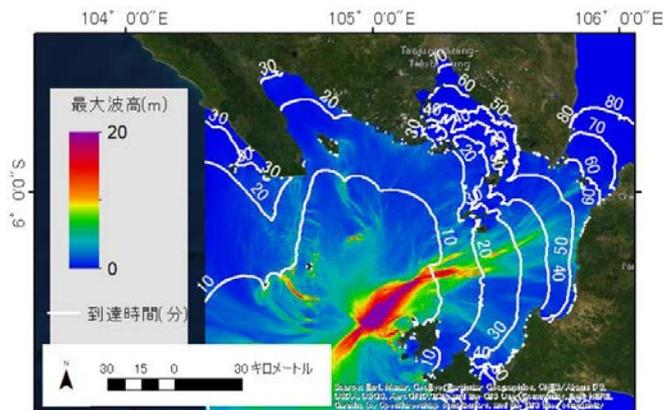


図 4 非地震性津波の最大波高と到達時間

スンダ海峡では沖合の観測点が有効に働くと考えられ、沖合に新しい観測点を追加することにより避難のためのリードタイムを延長することができる。

Ciwandan の工場従業員の避難には十分な時間ではないため垂直避難をとりいれる必要があるものの、一般住民の避難には有用であると考えられる。

参考文献

- ¹ N R Hanifa, T Sagiya, F Kimata, J Efendi, H Z Abidin, I Meilano : Interplate coupling model off the southwestern coast of Java, Indonesia, based continuous GPS data in 2008-2010 Earth and Planetary Science Letters 401(2014) 159-171, 2014.
- ² W Windupranata, N R Hanifa, S A D C Nasantara, G Aristawati, M R Ariflanto : Analysis of tsunami hazard in the Southern Coast of West Java Province - Indonesia IOP Conf. Ser. : Earth Environ. Sci. 618 012026, 2020.
- ³ Y Okada : Surface deformation due to shear and tensile faults in a half-space. Bull. Seismol. Soc. Am., Vol. 75, No. 4, pp. 1135-1154, 1985.
- ⁴ Imamura, F. : Review of tsunami simulation with a finite difference method, in Long - Wave Runup Models, edited by H. Yeh, P. Liu, and C. Synolakis, pp. 25-42, World Scientific Publishing, Hackensack, N. J., 1995.
- ⁵ Goto, C., Y. Ogawa, N. Shuto, and F. Imamura : Numerical method of tsunami simulation with the leap - frog scheme, in IUGG/IOC TIME Project, IOC Manual and Guides, vol. 35, pp. 1-126, UNESCO, Paris, 1997.
- ⁶ K Pakoksung, A Suppasri, F Imamura, C Athanasius, A O A Muhari : Simulation of the submarine landslide tsunami on 28 September 2018 in Palu Bay, Sulawesi Island, Indonesia, using a two-layer model. Pure Appl Geophys, 176(8) : 3323-3350, 2019.
- ⁷ F Imamura, M M A Imteaz : Long waves in two-layers : Governing equations and numerical model. J. Science Tsunami Hazards, 13, 1, 3-24, 1995.