

地すべり危険度予測手法の研究

佐々恭二*1

1. 研究の目的

地すべり・斜面崩壊・土石流など各種地すべり現象による災害の軽減を目的として、地すべりの発生場所、発生時間、発生危険度および発生した場合の災害範囲予測手法の研究を推進する。
—特に地すべり津波シミュレーションモデルの開発について—

2. 研究の方法

地すべり災害範囲予測手法の研究を推進の一環として、地すべり土塊が海に突入した場合に生じる津波とその伝搬、およびそれによる津波浸水範囲を予測する手法を開発した。図1にモデルの概念を示し、図2に基本式を挙げる。基本的考え方は、地すべりによる地盤の上昇分のみ海水が持ち上げられ津波を引き起こすと考えるものである。この考え方は、Baba, Satake 他の研究者によって用いられて来た。地すべり土塊と海水にかかる水平方向の力は無視し、地すべり土塊の運動式は、地すべり土塊が、それにかかる力（自重+地震力+水平応力+底面せん断抵抗力）の合力により加速すると考えるものである。また、津波は、IOC(ユネスコ政府間海洋学委員会)出版の津波シミュレーションのマニュアルにも用いられている水塊が、水平応力+底面のマニング抵抗力の合計で加速すると考えるものである(図2)。図3に島原大変肥後迷惑で知られる1792年に発生した地すべり津波である。15,000人の死者がでた日本最大の地すべり災害で、最大の火山災害、また日本有数の津波災害でもある。雲仙眉山地すべりの地すべり斜面とその運動土塊が島となって残る有明海の状況とサンプル採取地点(発生域のサンプル S1, 運動域の運動土塊のかぶっていない地盤のサンプル S2)を示す。

3. 得られた成果

ここで開発した地すべり—津波シミュレーションモデルを島原大変肥後迷惑で知られる日本最大の地すべり津波災害に適用した結果である。地すべりは、地震によって生じたことから、荒砥沢地すべりを発生させた2008年岩手宮城内陸地震の波形を用い、加速度は地震による家屋被害から想定したものを与えた。図4が、サンプルのリングせん断試験の結果得られた地すべりダイナミクス定数を用いた地すべり運動シミュレーションの結果を用いて、計算した津波伝搬のシミュレーション結果である。20秒、35秒で地すべり土塊が海岸に達し、1分25秒後には津波が発生している。5分55秒後には、発生した津波が、南島原の布津に達していること、10分45秒後には対岸の熊本県の海岸に達している。さらに21分20秒後には跳ね返った波が島原半島との南部の海岸を襲っている様子が分かる。図5が、京泊、梅戸、太田尾、布津、三会の五カ所での津波高さのシミュレーション結果と津波留め石と呼ばれる当時の人々が津波の到達点に石等を置いて後世に残したものととの比較である。布津は相当異なるが、他の地点は、ほぼ同程度の値を示している。

*特定非営利活動法人国際斜面災害研究機構・学術代表

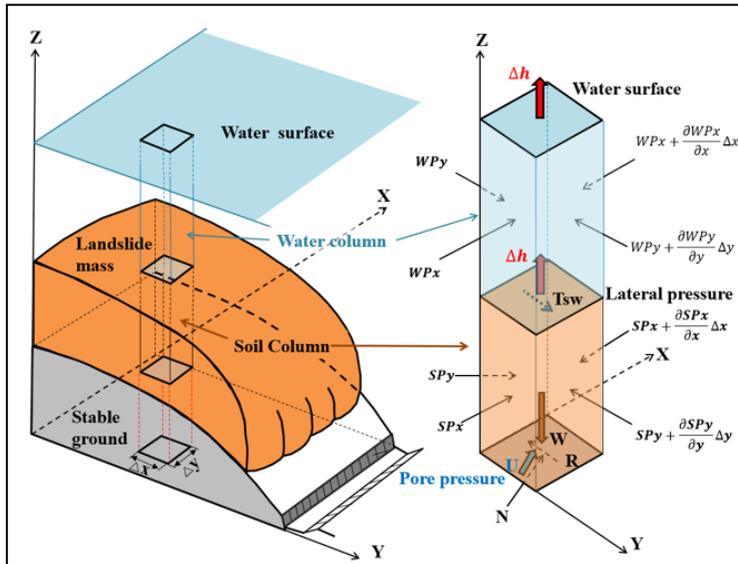


図 1 地すべり津波発生モデル (Sassa 他 2016)

Basic equations for motion of landslide (LS-RAPID)

$$am_s = (W + F_v + F_x + F_y) + \left(\frac{\partial P_x}{\partial x} \Delta x + \frac{\partial P_y}{\partial y} \Delta y \right) + R$$

Basic Equations for Motion of Water (LS-Tsunami)

$$am_w = \frac{\partial P_x}{\partial x} \Delta x + \frac{\partial P_y}{\partial y} \Delta y + R(\text{Manning})$$

図 2 地すべり運動基礎式と津波運動基礎式

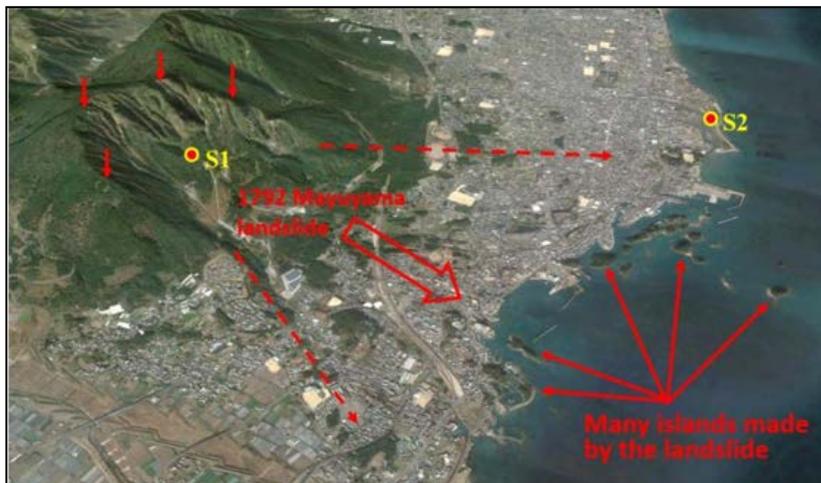


図 3 1792 雲仙眉山地すべりと有明海の島

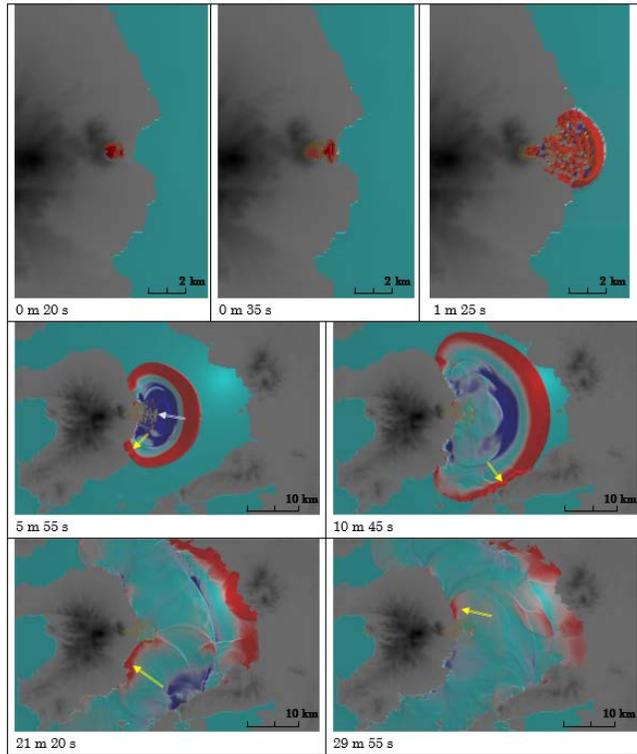


図4 地すべり津波統合シミュレーション

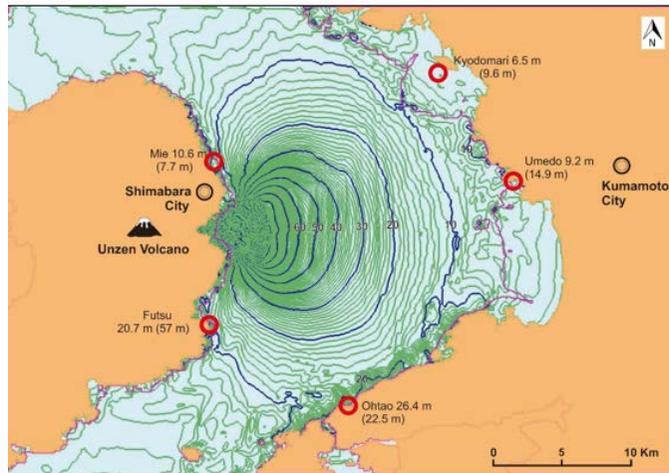


図5 津波高さ等高線と4カ所での比較

括弧内の数字は津波留め石などの記録による津波高さ、
括弧外の数字はシミュレーション結果の津波高さ

4. 謝 辞

本研究の遂行にあたって協力をいただいた国際斜面災害研究機構の DANG Quang Khang 氏および東北学院大学の柳澤英明准教授に感謝いたします。