



国際津波防災学会津波シミュレーション分科会第一回会合

火山噴火に伴う津波の発生について

鹿児島大学 地域防災教育研究センター 特任准教授

石峯康浩

ishimine@gm.kagoshima-u.ac.jp

平成30年3月12日 @日本大学工学部駿河台キャンパス

本日の内容

1. 簡単な自己紹介
2. 噴火による人的被害の概要
3. 主な火山性津波の国内事例
 - 雲仙火山の1792年噴火
 - 北海道駒ヶ岳の1640年噴火
 - 鬼界カルデラの破局噴火(7300年前)
 - 桜島火山の1779年-1781年噴火
 - 渡島大島の1741年津波災害
 - 西ノ島火山東部の海底地滑り

本日の内容

1. 簡単な自己紹介
2. 噴火による人的被害の概要
3. 主な火山性津波の国内事例
 - 雲仙火山の1792年噴火
 - 北海道駒ヶ岳の1640年噴火
 - 鬼界カルデラの破局噴火(7300年前)
 - 桜島火山の1779年-1781年噴火
 - 渡島大島の1741年津波災害
 - 西ノ島火山東部の海底地滑り

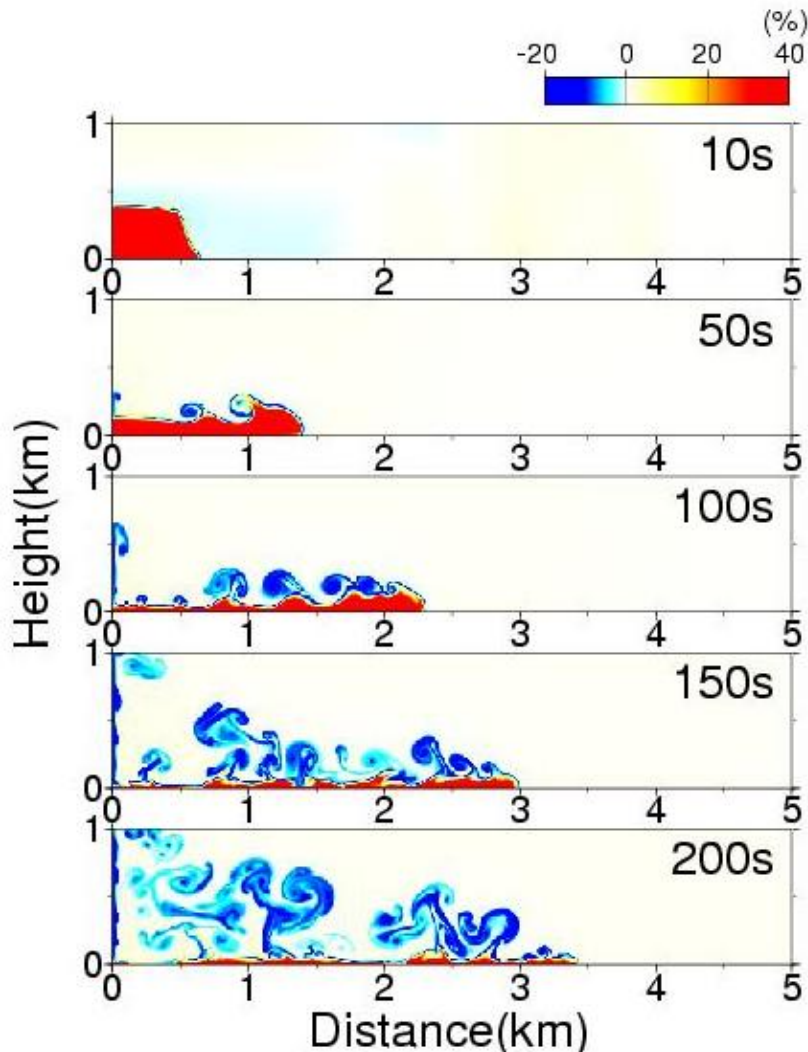
発表者の略歴

- 1970年 8月鹿児島県生まれ
- 1993年 東京工業大学応用物理学科卒業
- 2000年 東京大学地球物理学専攻博士課程修了
- 2000年から2年間、理化学研究所で基礎科学特別研究員
- 2002年から7年間、防災科学技術研究所で研究員
- 2009年から3年間、理化学研究所で研究員
- 2012年から5年間、国立保健医療科学院で研究官
- 2017年4月から鹿児島大学地域防災教育研究センター

専門は火山物理学、災害情報、災害時の公衆衛生等

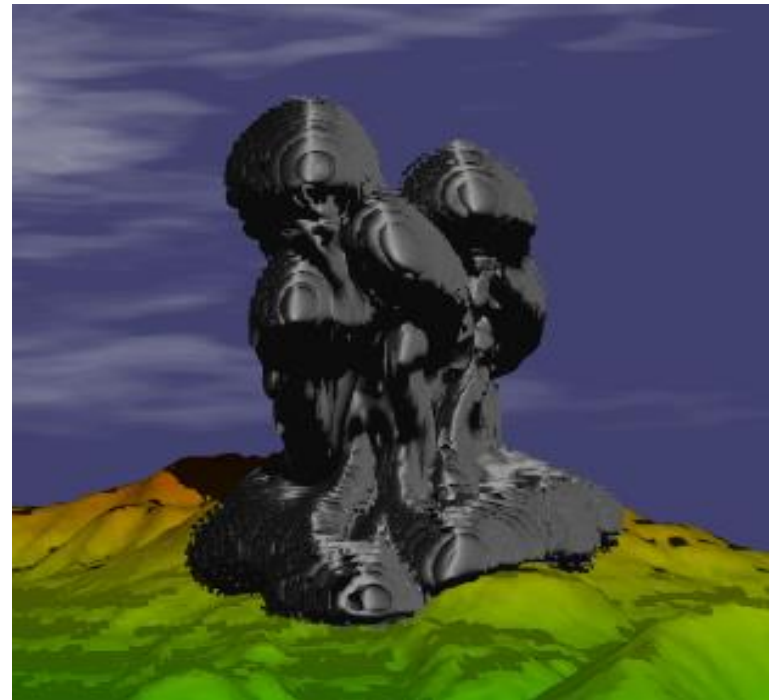
主な研究テーマ(1)

火砕流・噴煙のコンピュータ・シミュレーション



Ishimine (JVGR 2005)

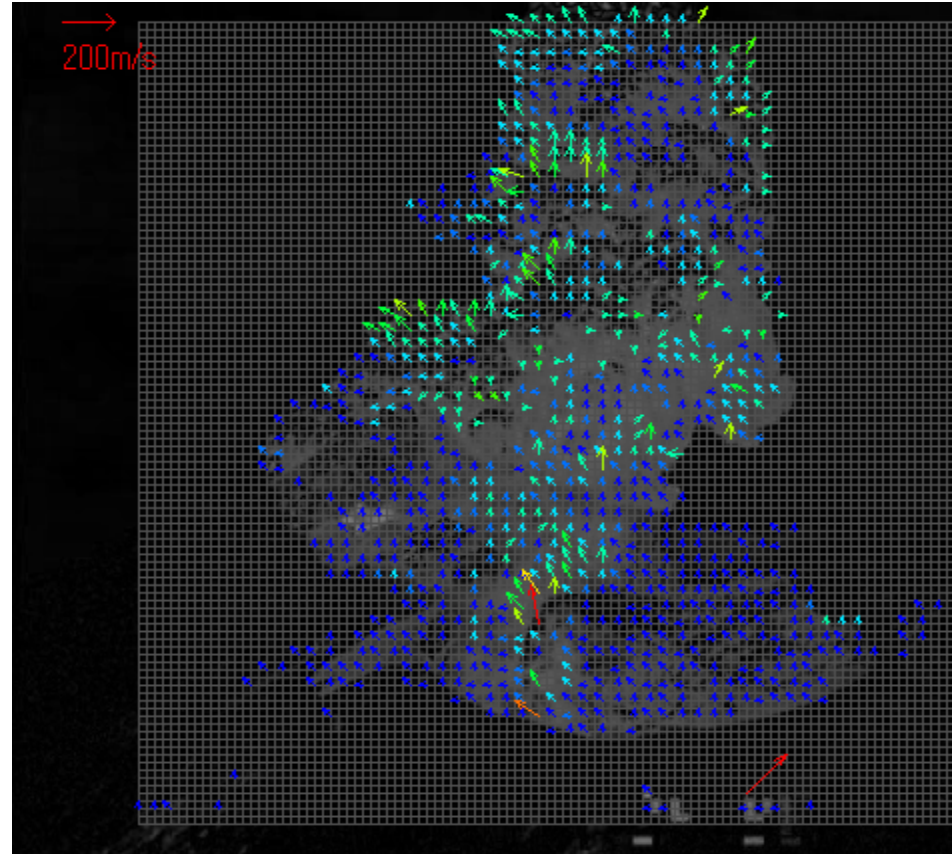
左図: 初期温度1000Kの火砕流と周囲大気の密度差の分布 (赤: 周りより重い, 青: 軽い)。下は地形を考慮した3次元計算。



主な研究テーマ(2) 火山噴煙の画像解析

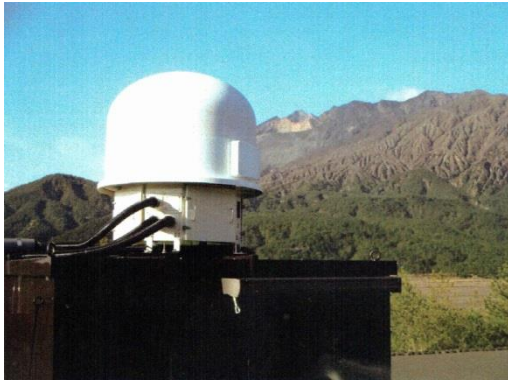


桜島火山・昭和火口における2007年5月24日の噴火の画像(京都大学防災研究所提供)



左図を含む連続画像にPIV法という画像解析手法を適用して噴煙の上昇速度を推定(石峯・他、2007)

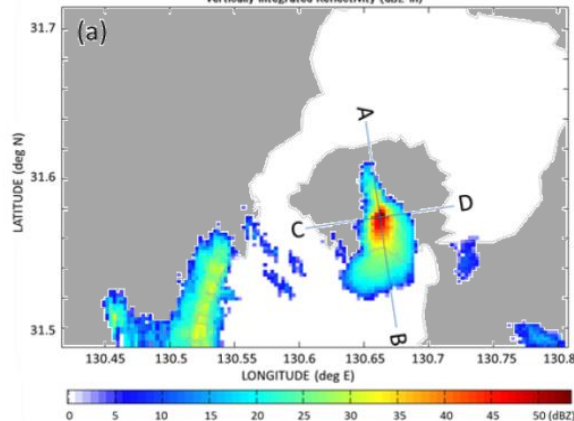
主な研究テーマ(3) 噴煙のレーダ観測



本年3月に鹿児島大学が桜島・黒神川左岸に設置したKuバンド・レーダ

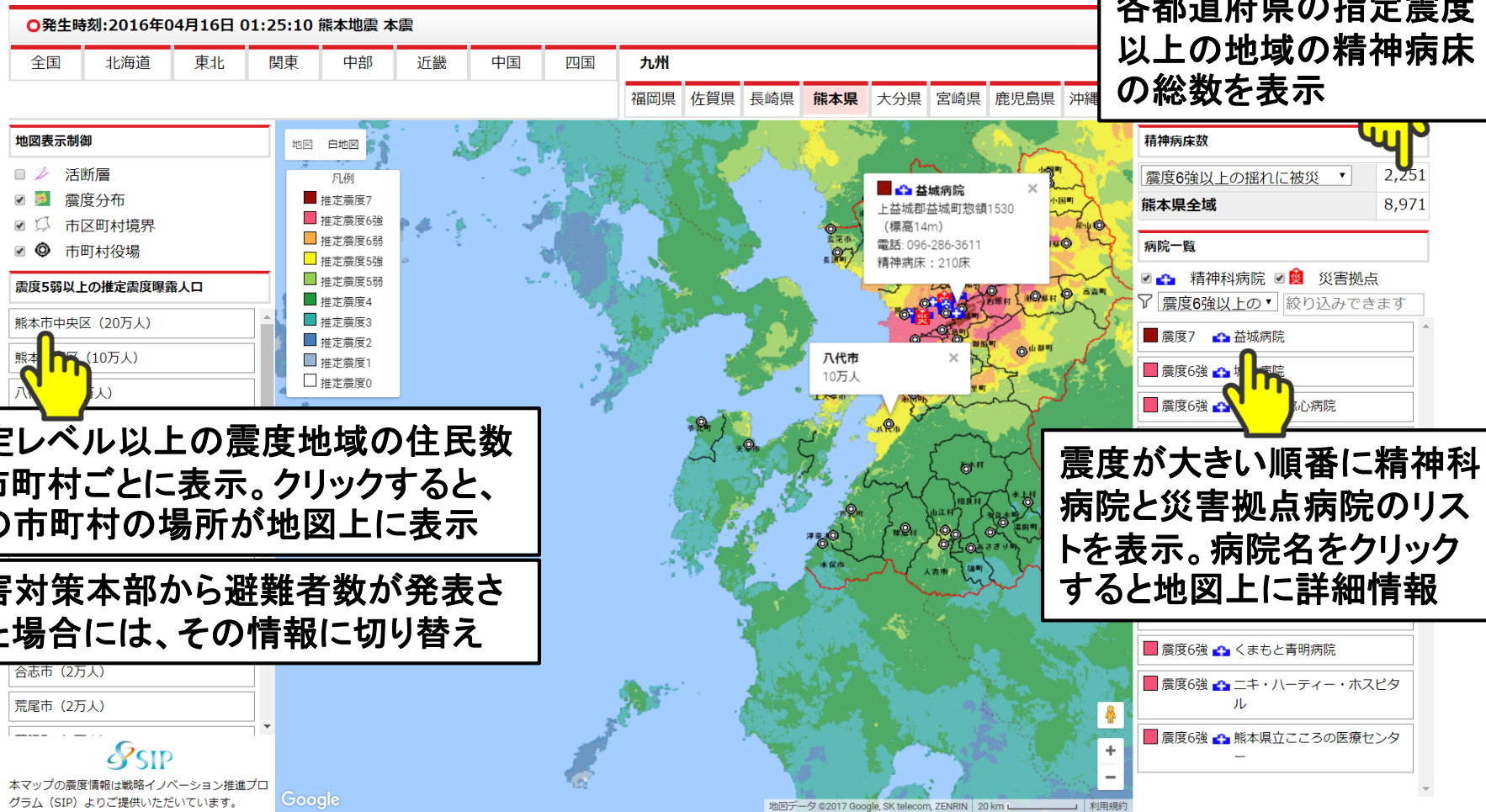
- 鹿児島大学地域防災教育研究センターでは2016年度より「大規模火山噴火にレジリエントな地域社会の実現に向けた取組」という6年プロジェクト研究を開始。
- 同プロジェクトの一環として、火山観測用Kuバンド高速スキャンレーダを整備。
- 最高2mの空間分解能で噴煙内部を観測可能。
- 自家発電装置と一体となった小型ユニットで離島等にも移動可能 ⇒ 諏訪瀬島火山や霧島火山等、鹿児島県内をはじめ九州各地の火山で大規模噴火が発生した際には機動的な観測を実施予定。

2014-05-10 04:12:00utc ~ 2014-05-10 04:55:00utc
Vertically integrated Reflectivity (dBZ-m)



レーダで観測された2014年5月1日の桜島火山噴火に伴う噴煙の水平分布(眞木・他、2015)

主な研究テーマ(5) 医療機関向け震度マップの開発



SIP防災と連携してDPAT事務局が公開している精神科病院ごとの準リアルタイム震度マップ表示システムの開発を担当。

本日の内容

1. 簡単な自己紹介
2. 噴火による人的被害の概要
3. 主な火山性津波の国内事例
 - 雲仙火山の1792年噴火
 - 北海道駒ヶ岳の1640年噴火
 - 鬼界カルデラの破局噴火(7300年前)
 - 桜島火山の1779年-1781年噴火
 - 渡島大島の1741年津波災害
 - 西ノ島火山東部の海底地滑り

火山噴火に伴う様々な災害要因

人的被害が起きやすい噴火現象は爆発的噴火、火砕流、土石流。
溶岩流で犠牲者が出た事例は意外と少ない。



写真: 永友武治氏

爆発的噴火に伴う火山岩塊の噴出
(2011年3月霧島・新燃岳噴火)



写真: ナガサキフォトサービス

高温・高速で地面を流れ広がる火砕流
(1991年雲仙普賢岳噴火)



写真: 大隅河川国道事務所

長期にわたり被害を出す土石流
(1985年桜島火山)

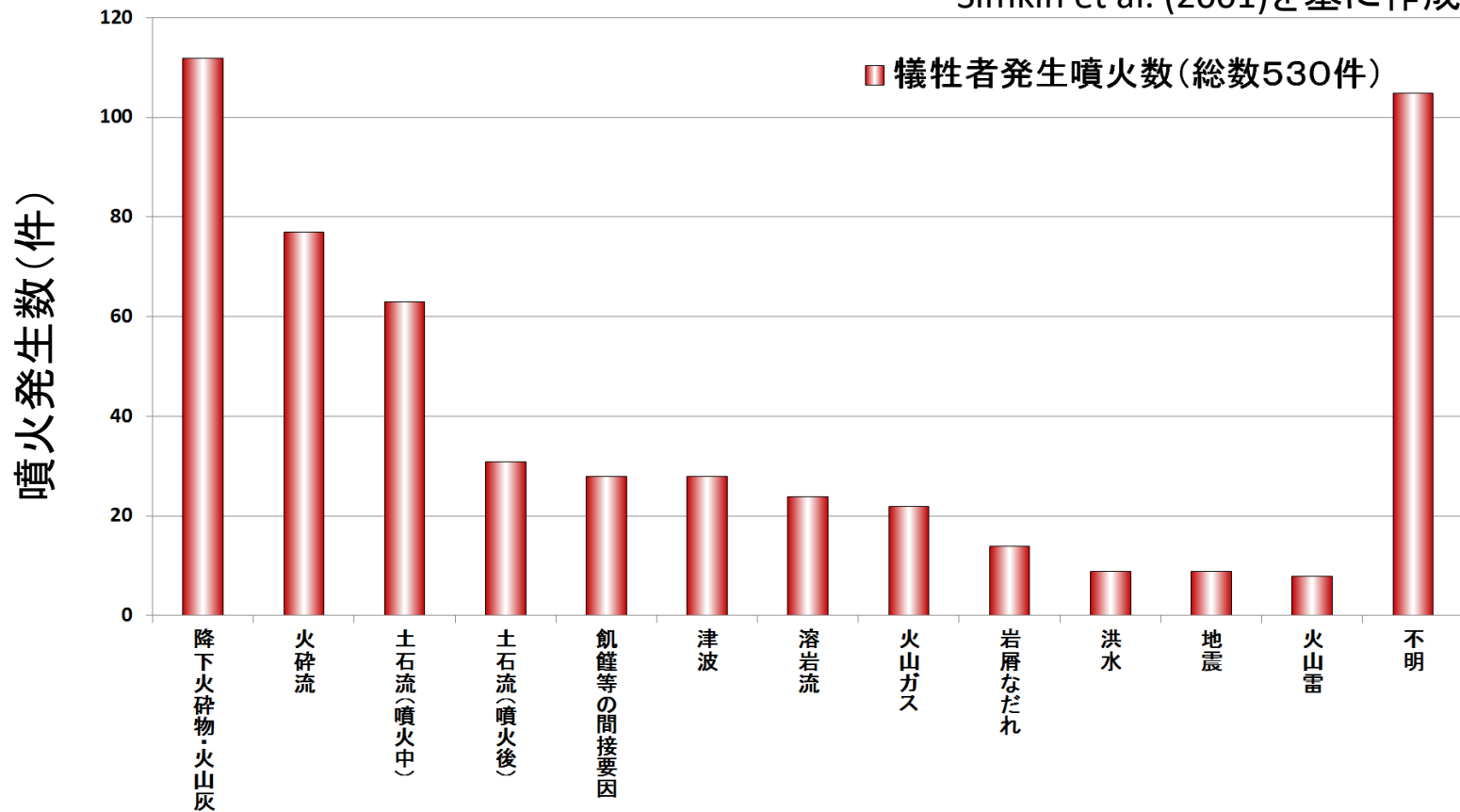


写真: 東京都

赤熱しながら山腹を流れる溶岩流
(1986年伊豆大島火山)

火山噴火の現象別犠牲者発生災害数 (1世紀から20世紀の累計)

Simkin et al. (2001)を基に作成



火山噴火で直接的な犠牲者を**ひんばんに**発生させる主な要因は
降下火砕物、火砕流、土石流

人的被害が顕著な火山災害(海外)

| | 犠牲者数 |
|-------------------------------------|---------|
| 1991年 ピナツボ火山(フィリピン) 降灰・土石流 | 700人 |
| 1986年 ニオス湖(カメルーン) 火山ガス | 1700人 |
| 1985年 ネバデルルイス火山(コロンビア) 土石流(融雪泥流) | 2万5000人 |
| 1902年 モンプレー火山(西インド諸島) 火砕流 | 2万9000人 |
| 1883年 クラカタウ火山(インドネシア) 噴火による津波 | 3万6000人 |
| 1815年 タンボラ火山(インドネシア) 火砕流・餓死 | 9万2000人 |
| 79年 ベスビオ火山(イタリア) 火砕流 | 2000人 |

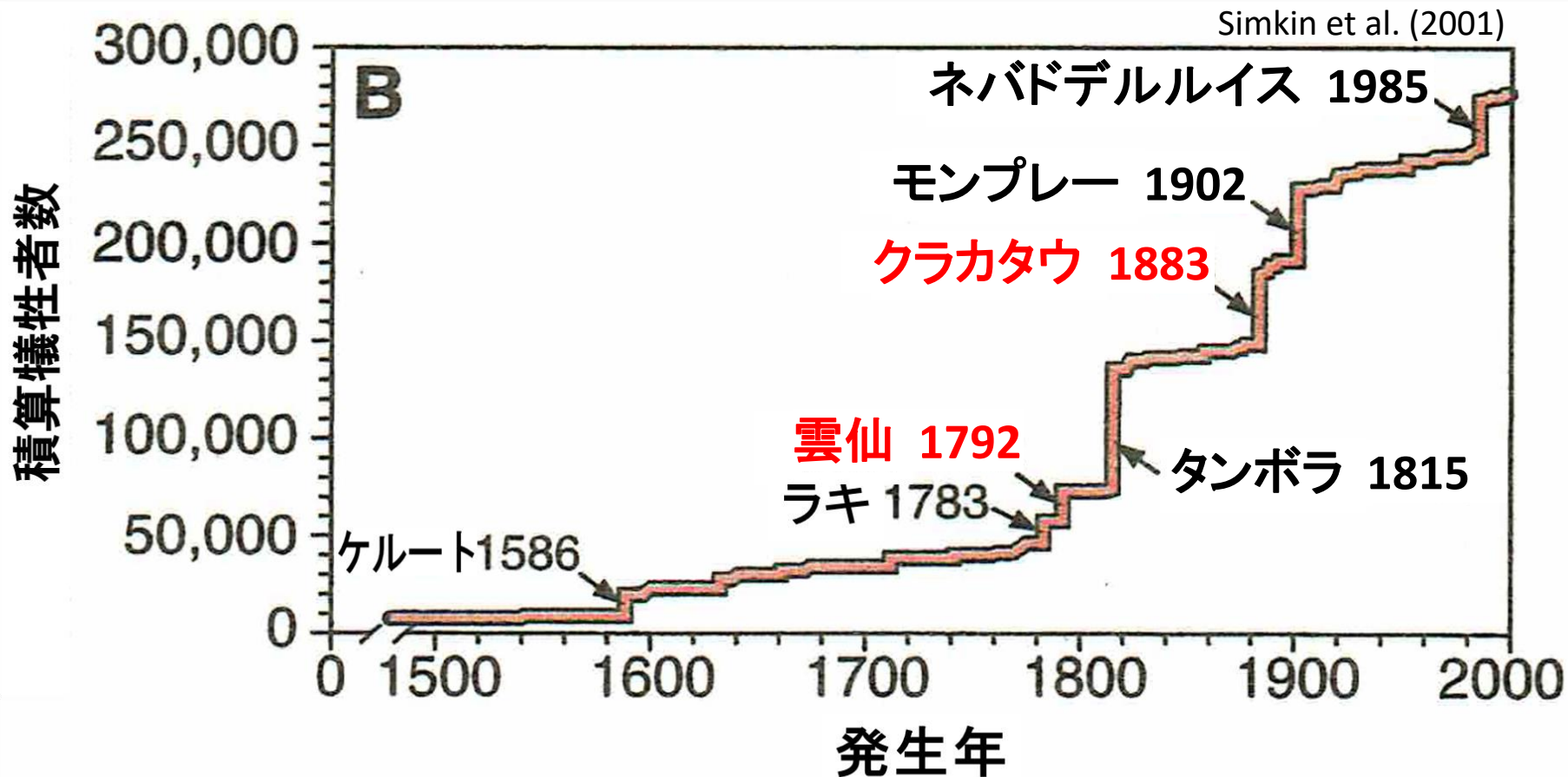
赤字は主な死亡要因となった火山現象

人的被害が顕著な火山災害(国内)

| | 犠牲者数 |
|--------------------------------------|---------|
| 2015年 御嶽山(長野県・岐阜県) 降下火山れき・火山岩塊の直撃 | 63人 |
| 1991年 雲仙岳(長崎県) 火砕流 | 43人 |
| 1926年 十勝岳(北海道) 土石流(融雪泥流) | 144人 |
| 1888年 磐梯山(福島県) 岩屑なだれ(山体崩壊) | 477人 |
| 1792年 雲仙岳(長崎県) 津波 | 1万5000人 |
| 1783年 浅間山(長野県・群馬県) 火砕流・火山泥流 | 1200人 |
| 1707年 富士山(山梨県・静岡県) 直接的な犠牲者なし | 0人 |
| 1741年 渡島大島(北海道) 津波 | 1500人 |

火山噴火における積算犠牲者数

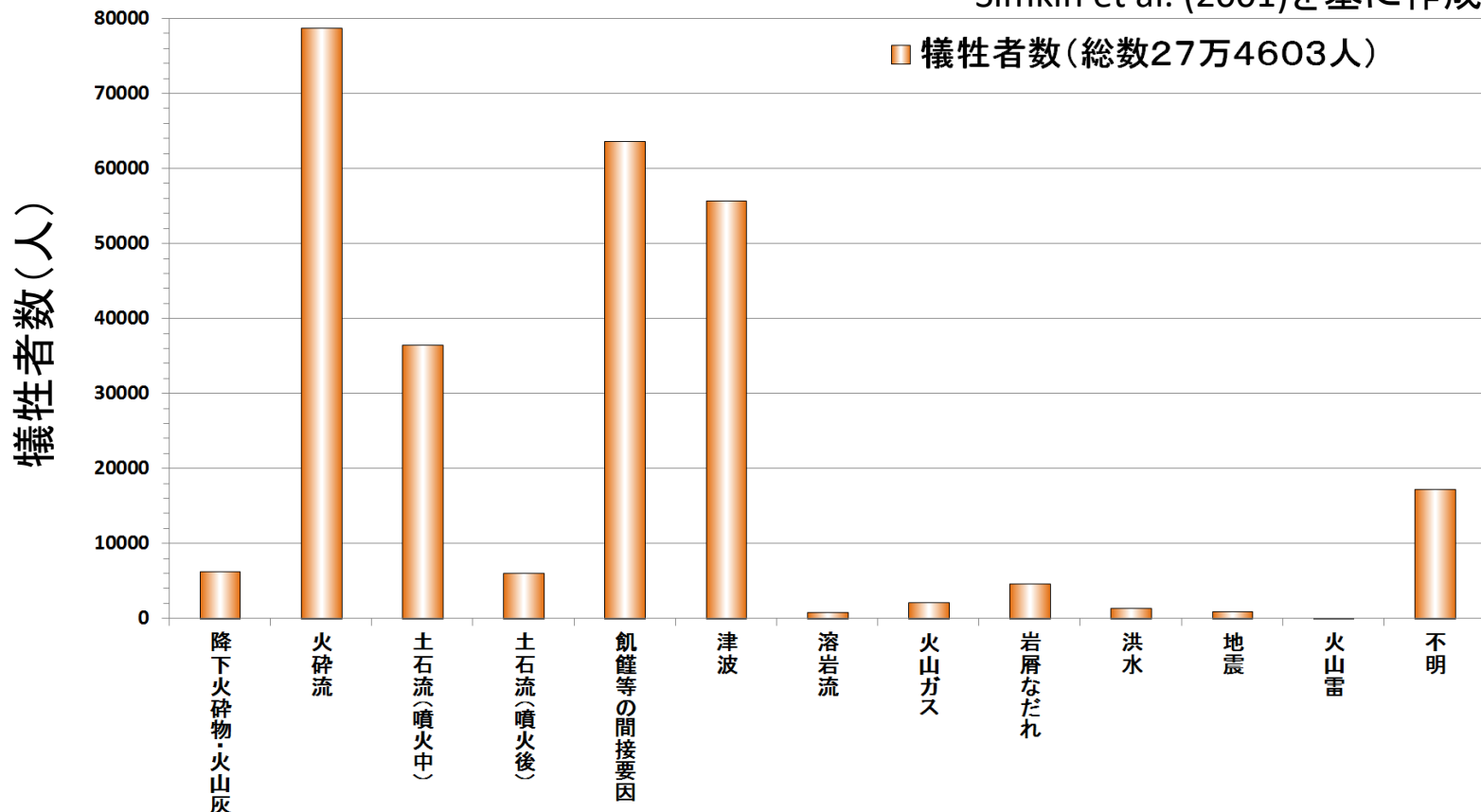
(16世紀から20世紀の累計)



犠牲者数で見ると、少数の大規模噴火の影響が甚大。そのうち2例は噴火に伴う津波の発生が主な災害要因である。15

火山噴火における現象別犠牲者数 (1世紀から20世紀の累計)

Simkin et al. (2001)を基に作成

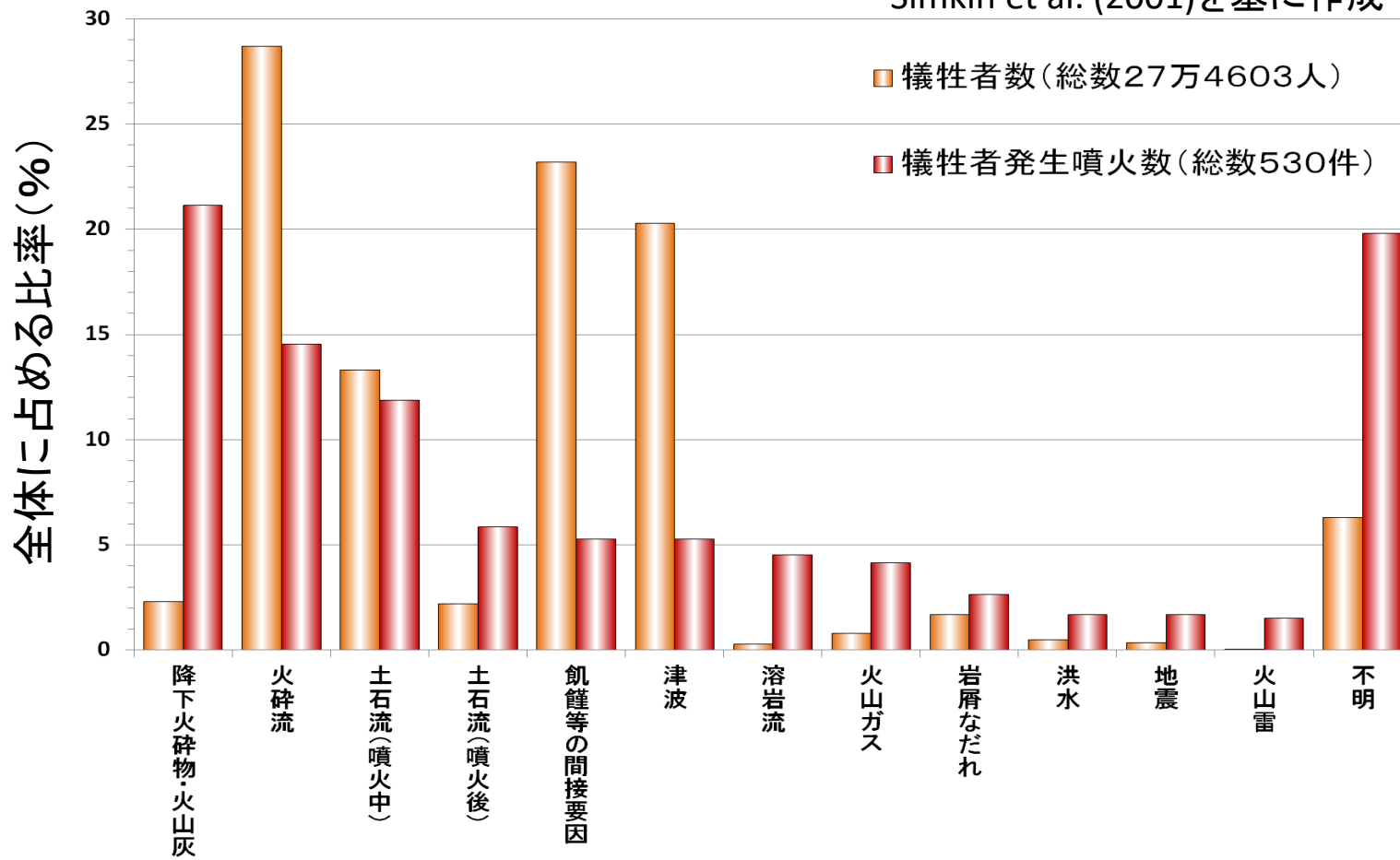


火山噴火で直接的な犠牲者を**大量**に発生させる主な要因は
火砕流、津波、土石流

※火山灰等による大気汚染の長期影響は上図のデータに含まれていない。

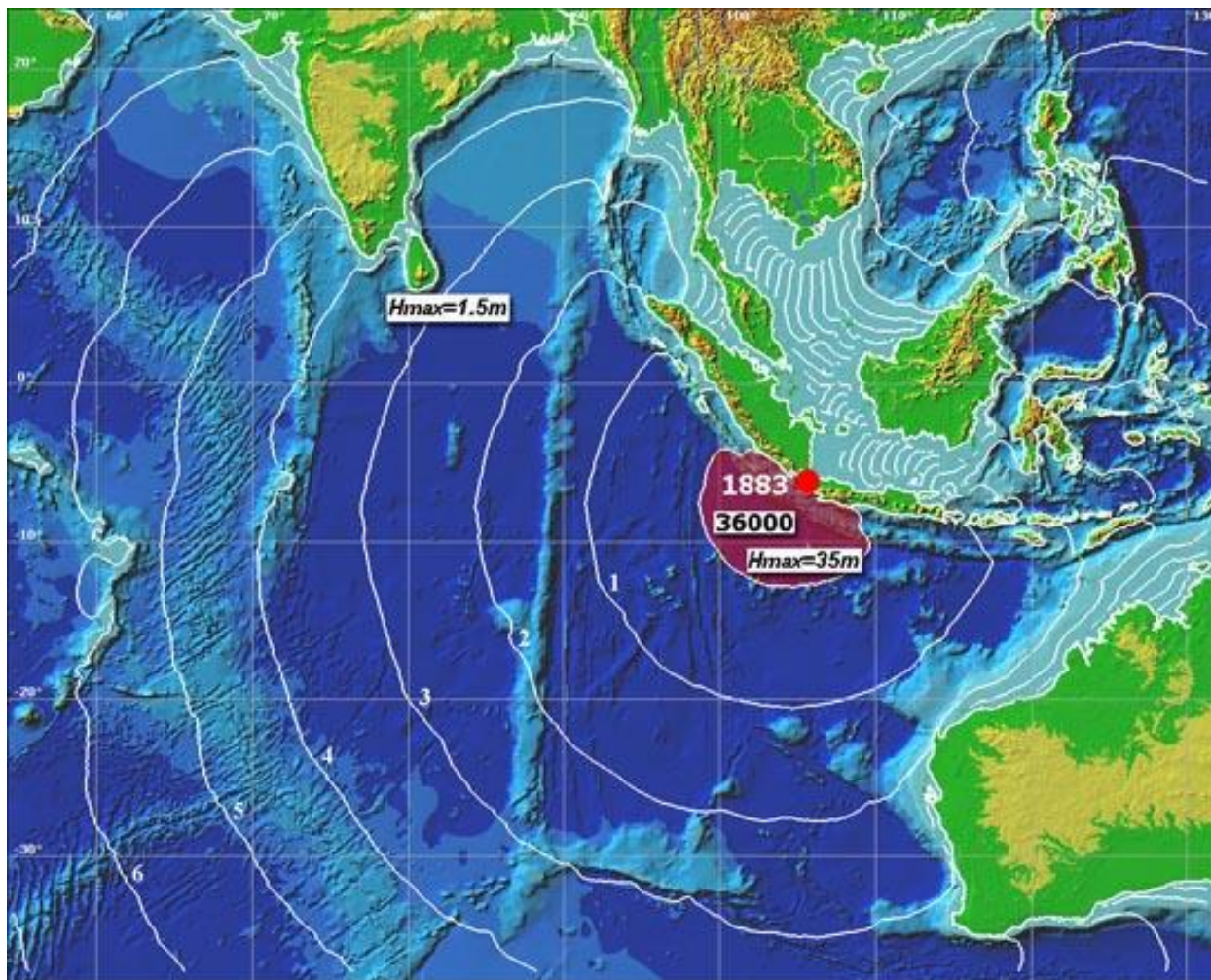
火山噴火の現象別犠牲者発生災害数 (1世紀から20世紀の累計)

Simkin et al. (2001)を基に作成



火山噴火では津波のような大規模災害を引き起こす事象に十分、留意しつつ頻度の高い降下火砕物等による被害に確実に対応できる体制を整えることが重要

記録に残る史上最大の火山性津波 クラカタウ火山1883年噴火



1883年のインドネシア・クラカタウ火山の噴火では、高さ30m以上の津波が発生して約36000人が犠牲になった。

本日の内容

1. 簡単な自己紹介
2. 噴火による人的被害の概要
3. **主な火山性津波の国内事例**
 - 雲仙火山の1792年噴火
 - 北海道駒ヶ岳の1640年噴火
 - 鬼界カルデラの破局噴火(7300年前)
 - 桜島火山の1779年-1781年噴火
 - 渡島大島の1741年津波災害
 - 西ノ島火山東部の海底地滑り

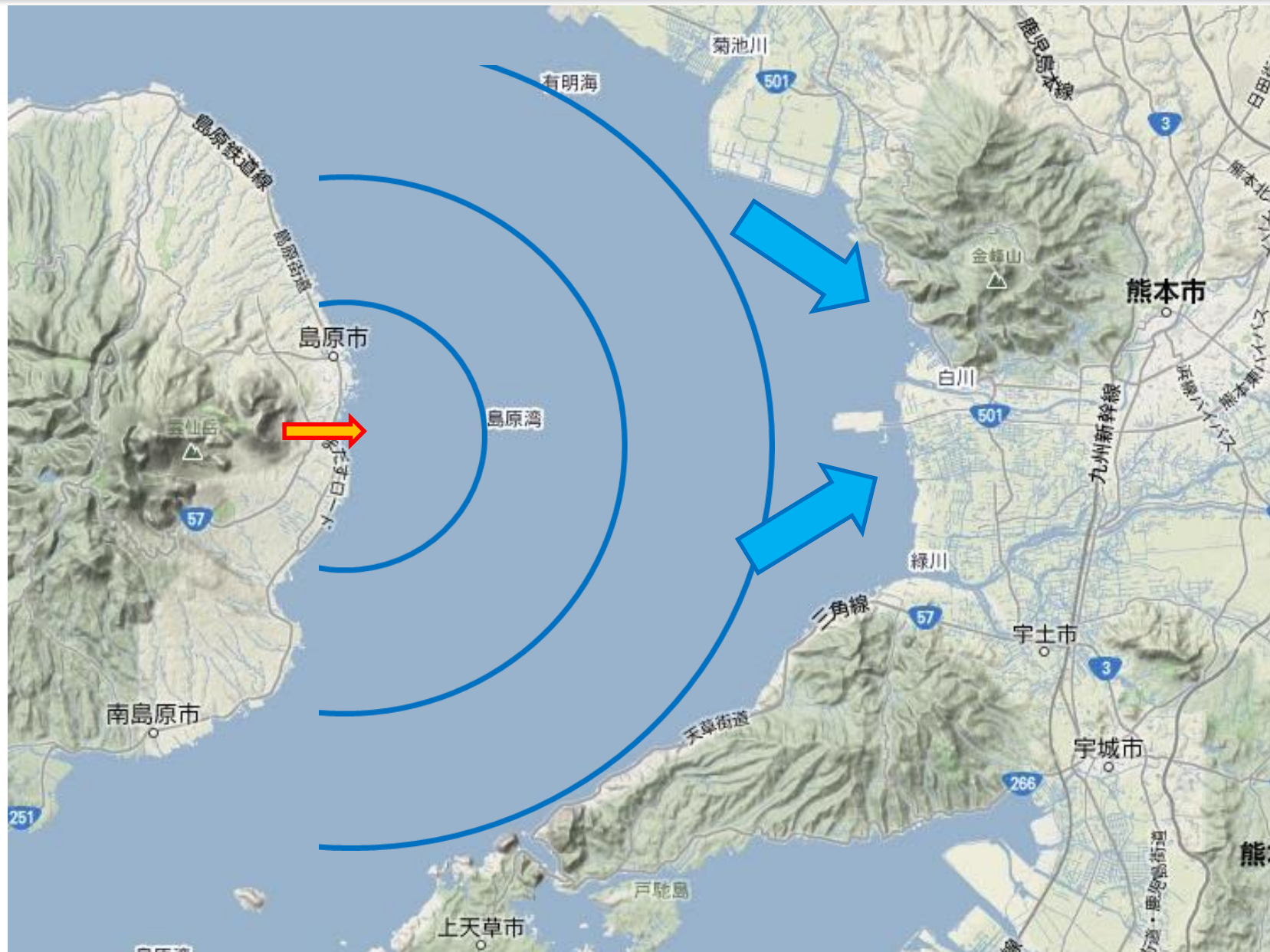
雲仙火山の1792年噴火

写真:伊藤和明

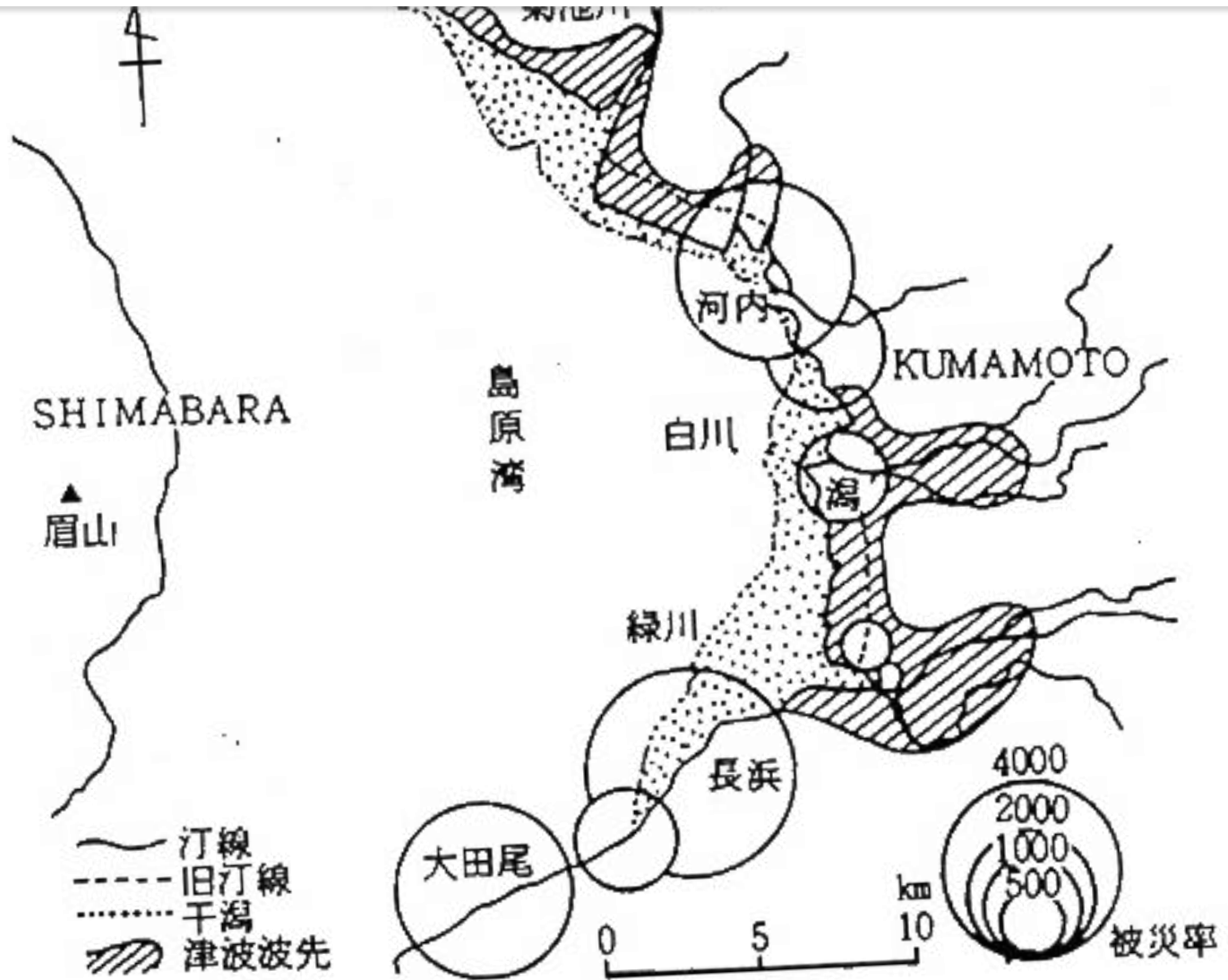


- 1792年に長崎県の雲仙火山で噴火が発生した際、同火山の一部である眉山が崩壊。大量の土砂が島原湾に突入し、大規模な津波が発生（津波は地震によって発生したもので、噴火は津波の直接的原因ではないとの説も）。
- 津波による死者が島原半島で約1万人、対岸の熊本方面で約5000人に達し、**島原大変肥後迷惑**と呼ばれる。
- 日本で史上最悪の火山災害。

眉山崩壊による津波

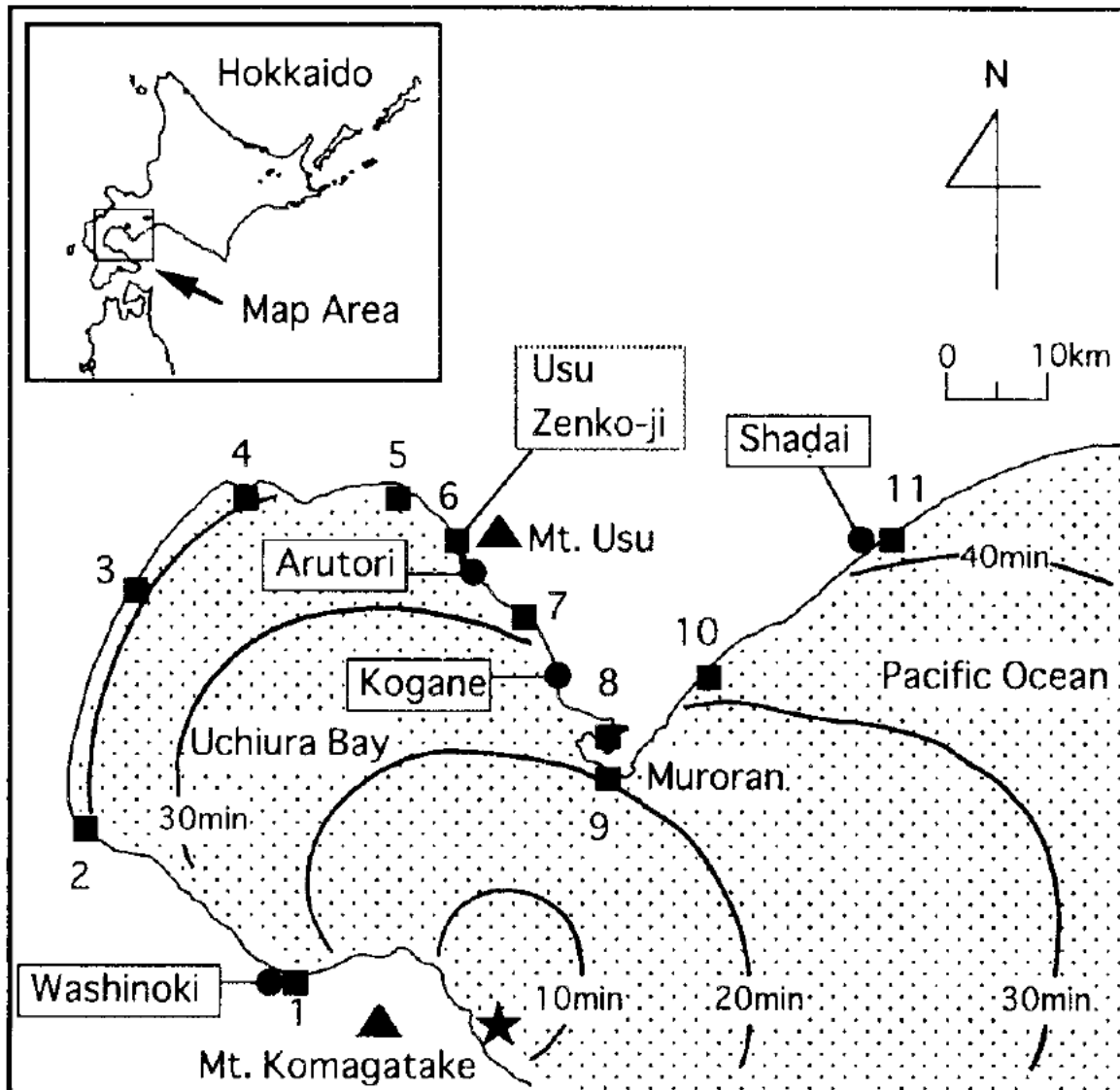


眉山崩壊による津波



1792年の「島原大變」における津波分布(消防防災博物館HPより引用)

北海道駒ヶ岳の1640年噴火

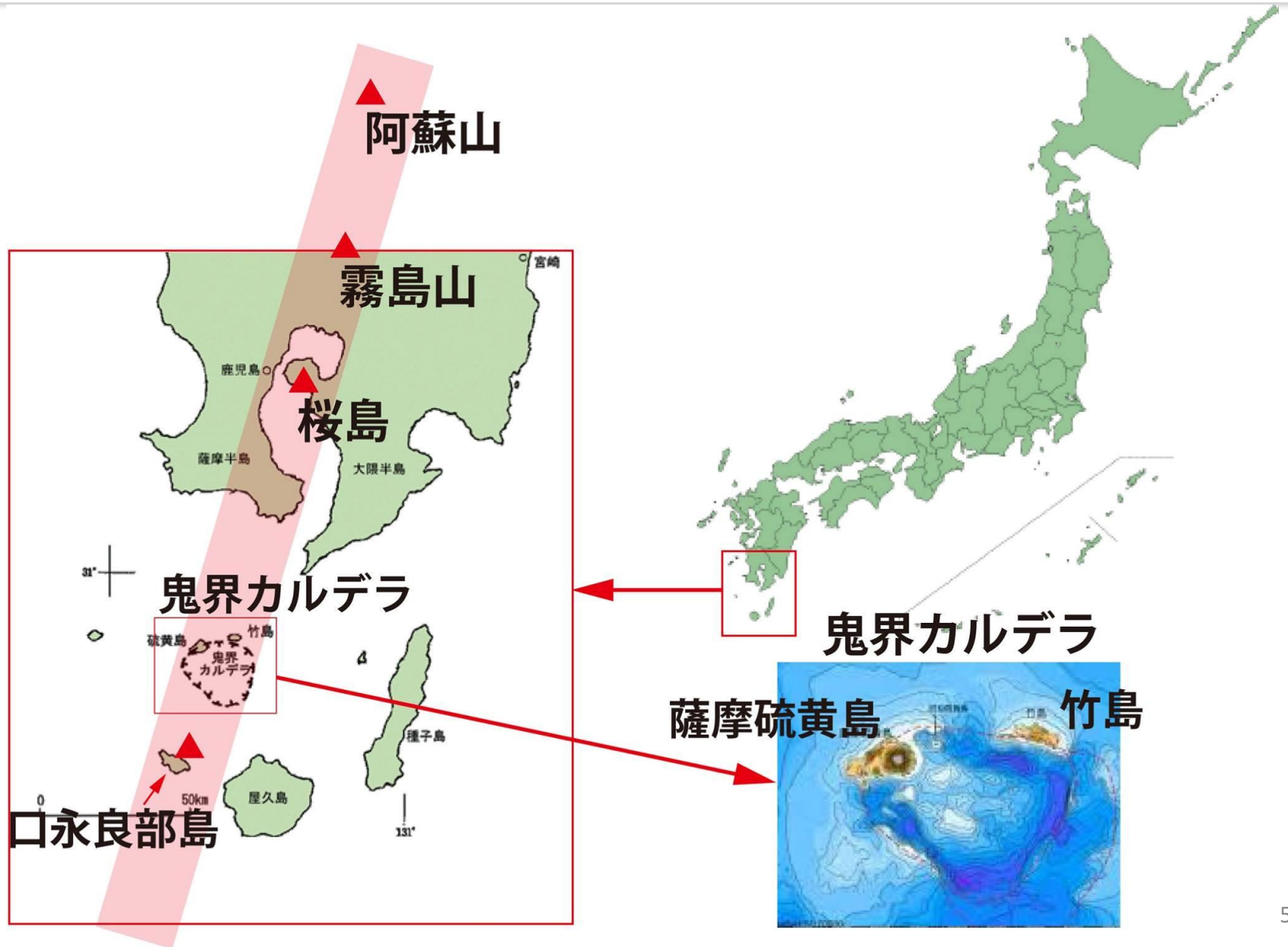


- 1640年に北海道の駒ヶ岳でも噴火に伴う山体崩壊で土砂が海洋に突入し津波が発生、約700人が死亡したとの記録あり。
- つじ(1989)は古文書記録と現地調査により、約50km離れた対岸の有珠善光寺における津波の最大遡上高を8.5mと推測。
- 西村・宮地(1998)は数値計算で同程度の値を再現。

北海道駒ヶ岳の1640年噴火



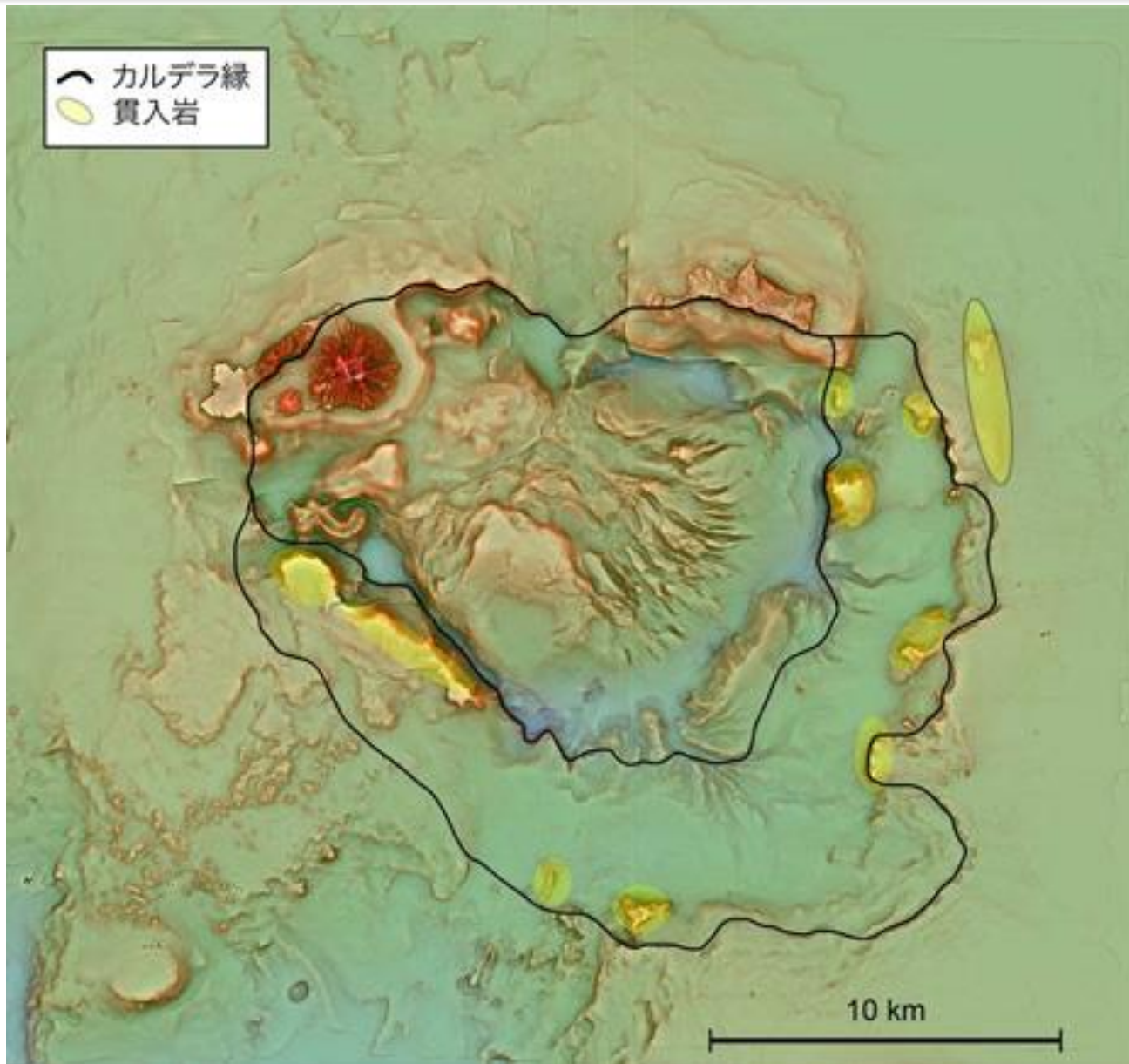
鬼界カルデラの破局噴火(7300年前)



鬼界噴火による降灰と火砕流の分布



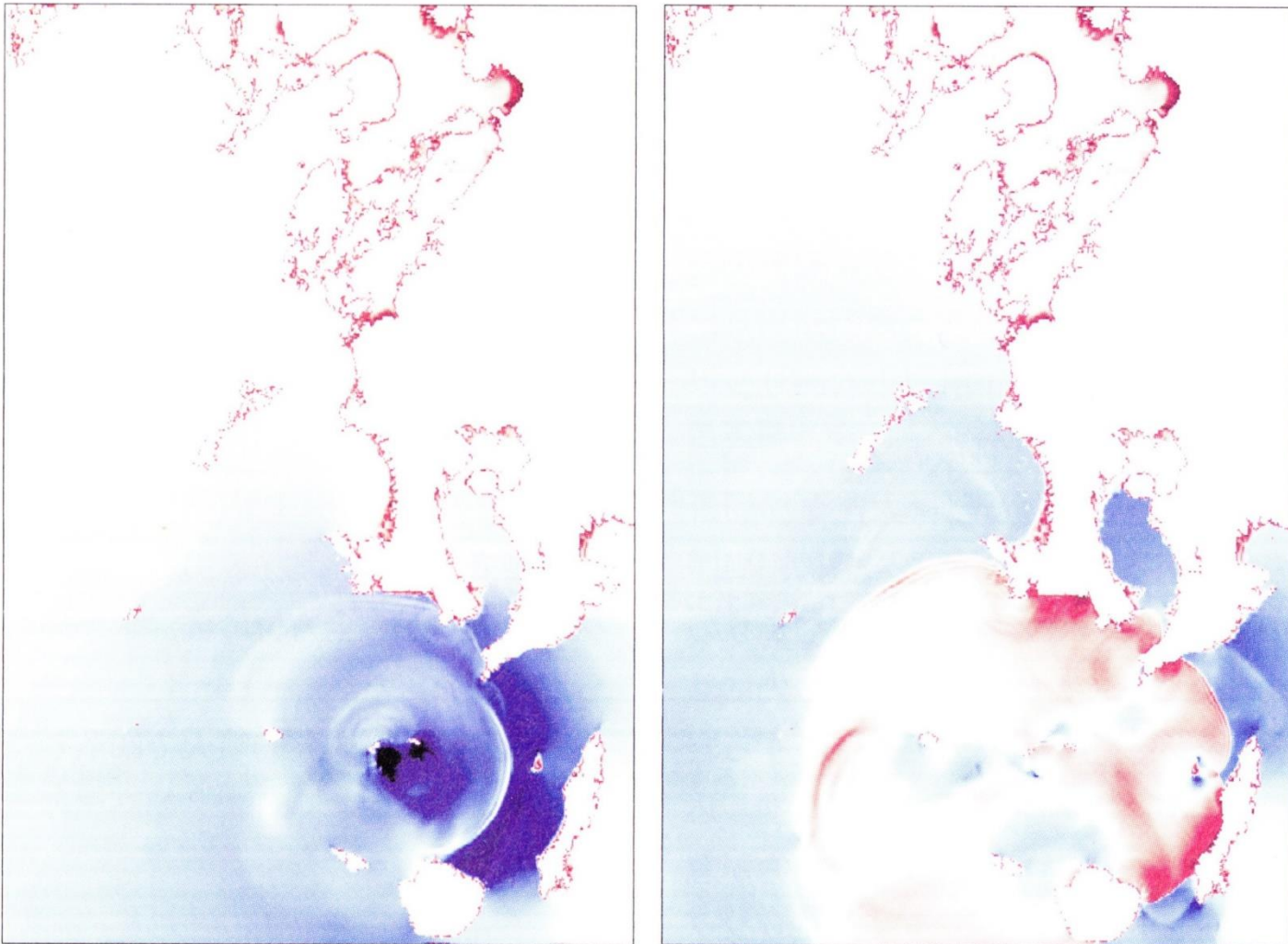
鬼界カルデラの破局噴火（7300年前）



鬼界カルデラの噴火に伴う津波

約7300年前の鬼界カルデラの巨大噴火に伴って発生したと考えられる津波の再現計算

-20m  20m



東京大学地震研究所・前野深

(前野による計算を日経サイエンス2015より引用)

桜島火山の1779年-1781年噴火

| 西暦 | 主な現象 |
|-------------|---|
| 1779年11月7日 | 夕方以降、地震頻発。21時ごろ、やや大きな地震 |
| 同 年11月8日 | 11時ごろ井戸が沸騰、あふれだす。海水が紫色に変色 12時ごろ山頂から白煙。 14時ごろ南斜面で大規模噴火開始。まもなく北斜面でも大噴火。 17時ごろ火砕流が発生。 |
| 同 年11月9日 | 朝以降、溶岩流出 |
| 同 年11月10日 | 14時ごろ噴煙の放出停止。溶岩流が北東側海岸に到達。 夜から翌朝にかけて南側海岸にも溶岩流が到達。 |
| 同 年11月12日 | 溶岩が海底を拡大して北東側沖合に最初の島が出現 (約1年間かけて9つの島を形成。現存するのは4島のみ) |
| 1780年8月6日 | 海底噴火による津波 が初めて発生 (以降、8月15日、9月9日、10月31日、11月9日にも 津波が発生) |
| 1780年4月11日 | 海底噴火に伴う最大規模の津波 が発生 |
| 1782年1月18日 | 一連の噴火における最後の海底噴火が発生 |
| 1785年～1799年 | 時折、桜島山頂で爆発的噴火 |

1780年9月9日の津波の分布

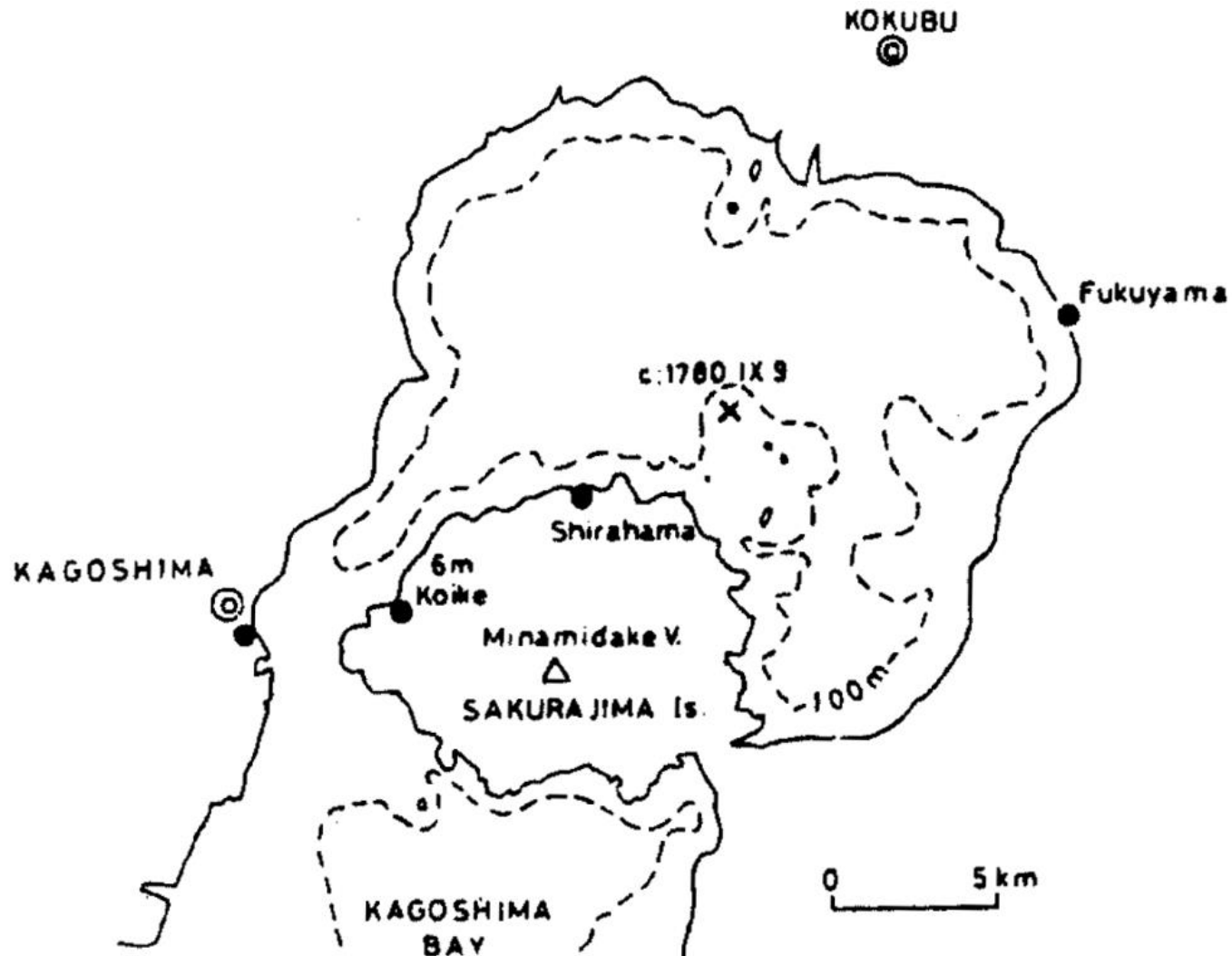


図3. 波高最大津波(c. 安永9年8月11日, 1780 IX 9)

桜島の海底噴火に伴う想定津波

「鹿児島県地震等災害被害予測調査」(平成26年2月鹿児島県発表)による被害想定

地域における被害想定結果 (最大ケース)

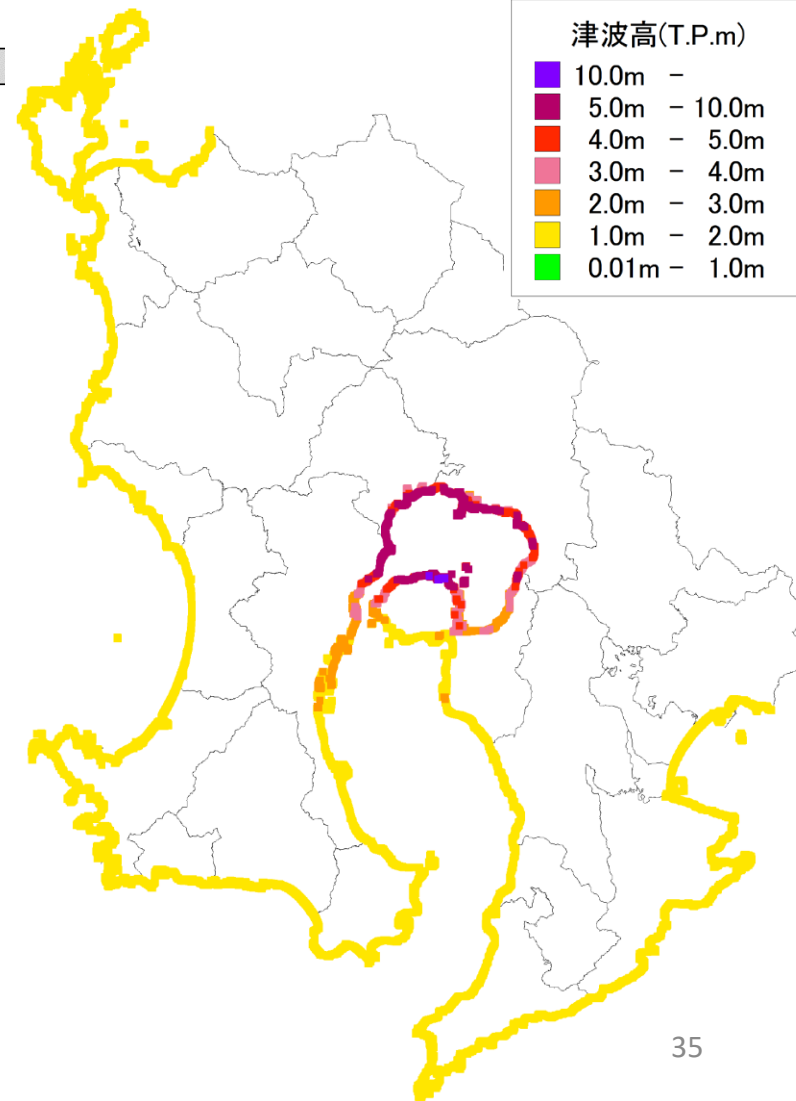
人的被害が最大となる
地震動・津波ケース

⑫桜島海底噴火

地震・津波等災害の概要

表-1 各市町村における津波到達時間・最大津波高

| 地域区分 | 市町村名 | 津波到達時間 | | 最大津波高 (T.P.+m) |
|----------|-------------------|---------------------|-------------|-------------------|
| | | 津波の高さ +1m (分) | 最大津波 (分) | |
| 鹿児島湾沿岸地域 | 鹿児島市【桜島港(塩屋ヶ元地区)】 | 2 | 6 | 5.9 |
| | 鹿児島市【桜島港(宇土地区)】 | 2 | 2 | 7.8 |
| | 鹿児島市【大燃崎(黒神町)】 | 1 | 2 | 12.7 |
| | 鹿児島市【桜島港(新島地区)】 | 3 | 3 | 7.0 |
| | 鹿児島市【桜島港(高免地区)】 | 1 | 2 | 12.8 |
| | 鹿児島市【桜島港(白浜地区)】 | 2 | 2 | 7.9 |
| | 鹿児島市【桜島港(西道地区)】 | 3 | 3 | 6.0 |
| | 鹿児島市【桜島港(赤生原地区)】 | 5 | 6 | 3.6 |
| | 鹿児島市【桜島港】 | 6 | 11 | 3.6 |
| | 鹿児島市【桜島港(湯之持木地区)】 | - | 40 | 1.8 |
| | 鹿児島市【鹿児島港】 | 6 | 8 | 3.3 |
| | 鹿児島市【竜ヶ水】 | 3 | 4 | 6.6 |
| | 鹿屋市 | - | 46 | 1.8 |
| | 指宿市 | - | 57 | 1.7 |
| | 垂水市【牛根境】 | 2 | 2 | 9.7 |
| | 垂水市【二川】 | 2 | 2 | 7.7 |
| | 垂水市【牛根麓】 | 2 | 2 | 7.6 |
| | 垂水市【垂水港】 | - | 43 | 1.9 |
| | 霧島市【神造島】 | 3 | 3 | 8.7 |
| | 霧島市【天降川河口】 | 4 | 4 | 7.4 |
| | 霧島市【敷根】 | 5 | 6 | 3.9 |
| | 霧島市【福山】 | 5 | 5 | 9.0 |
| | 始良市【脇元】 | 4 | 4 | 7.8 |
| | 始良市【重富】 | 4 | 4 | 5.6 |
| | 始良市【松原下】 | 4 | 4 | 6.3 |
| | 始良市【別府川河口】 | 4 | 6 | 7.1 |
| | 始良市【加治木】 | 4 | 4 | 6.5 |
| | 錦江町 | - | 82 | 1.7 |

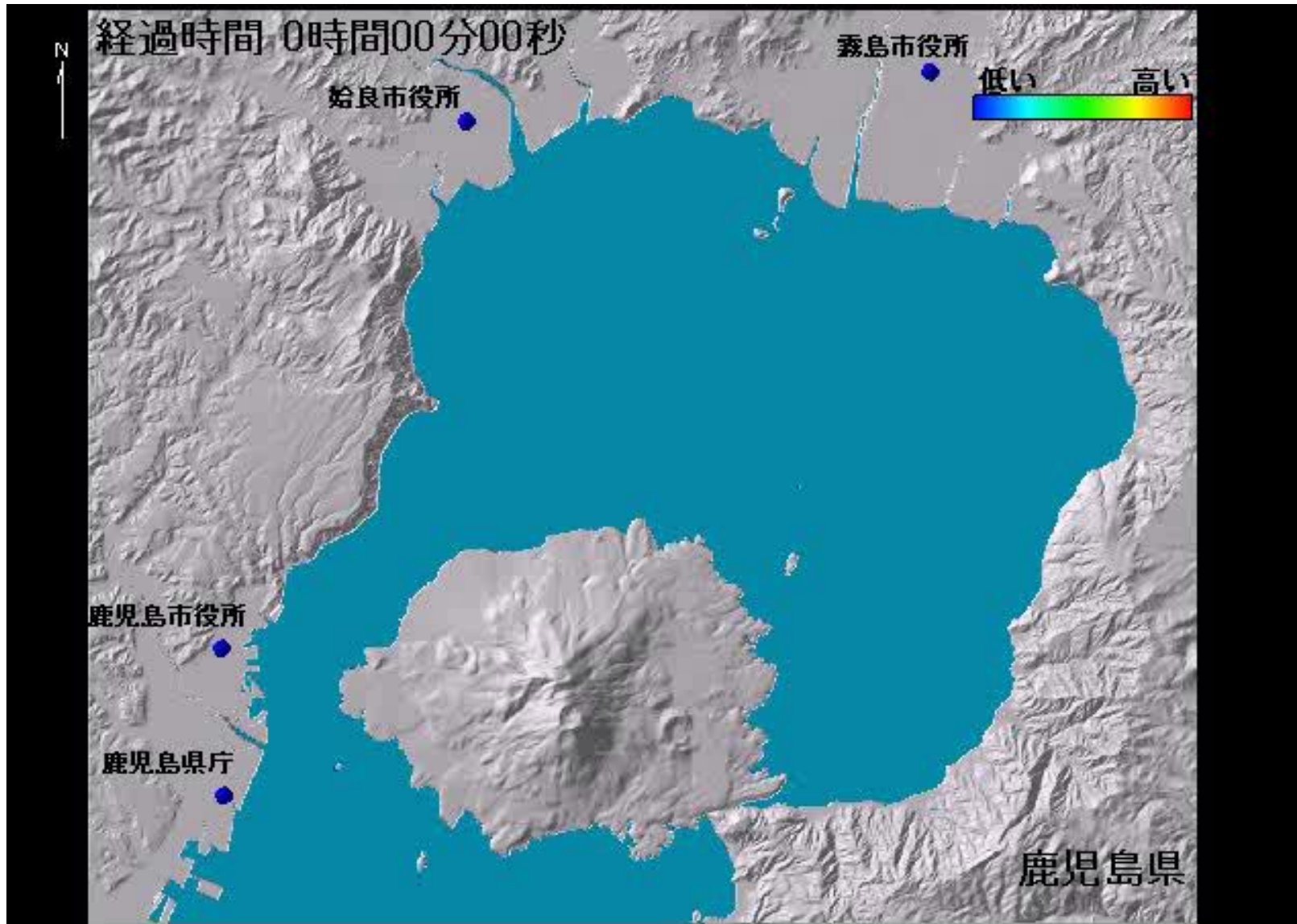


(注1) -: 発生しない

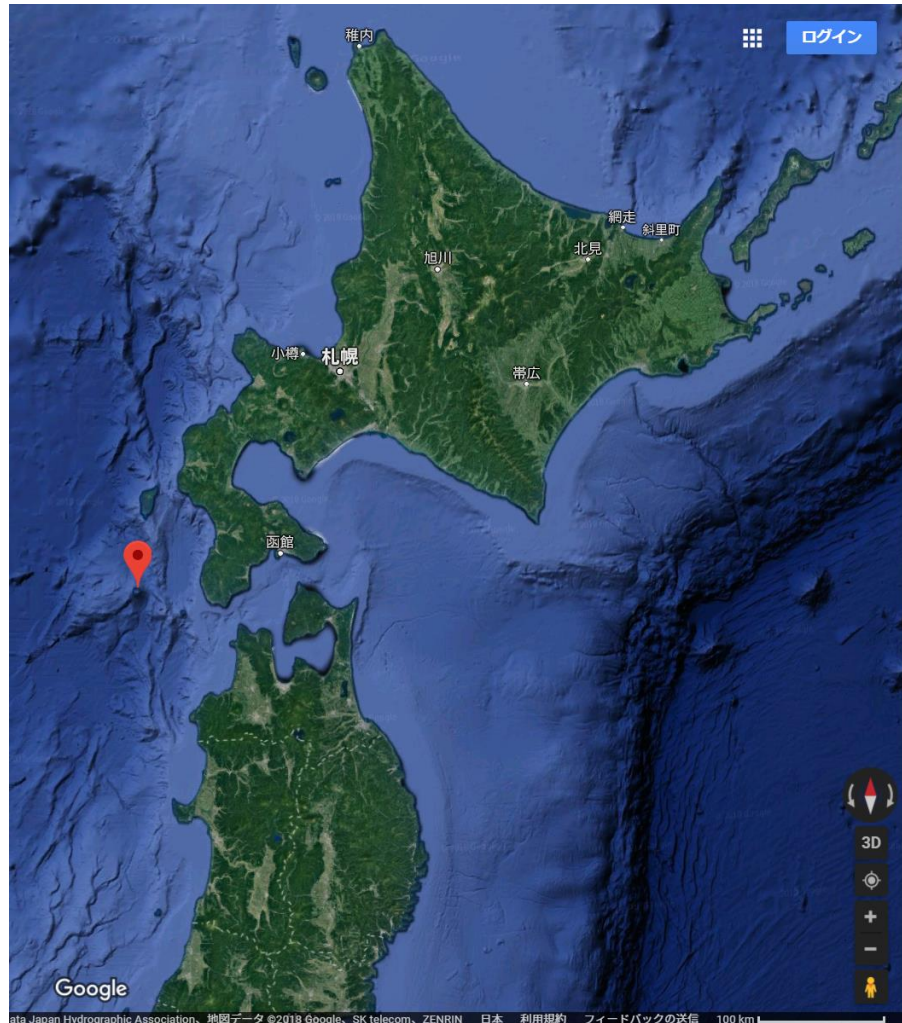
(注2) 海底噴火A、Bのうち最大津波高が最も高いものをとりまとめた。

桜島の海底噴火に伴う想定津波

「鹿児島県地震等災害被害予測調査」が想定する津波のシミュレーション

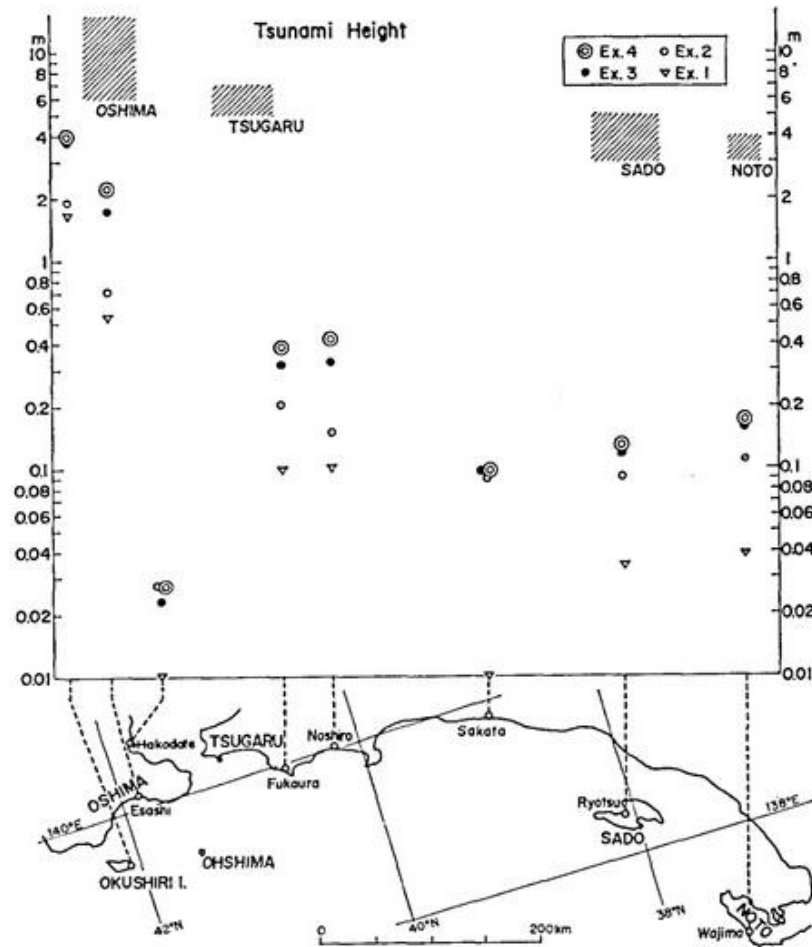


渡島大島の1741年津波災害



- 北海道の南西沖にある渡島大島(おしまおしま)の1741年の噴火の際にも大規模な津波が発生した記録あり。
- 北海道で最大浸水高さ34mで、1467人が死亡。

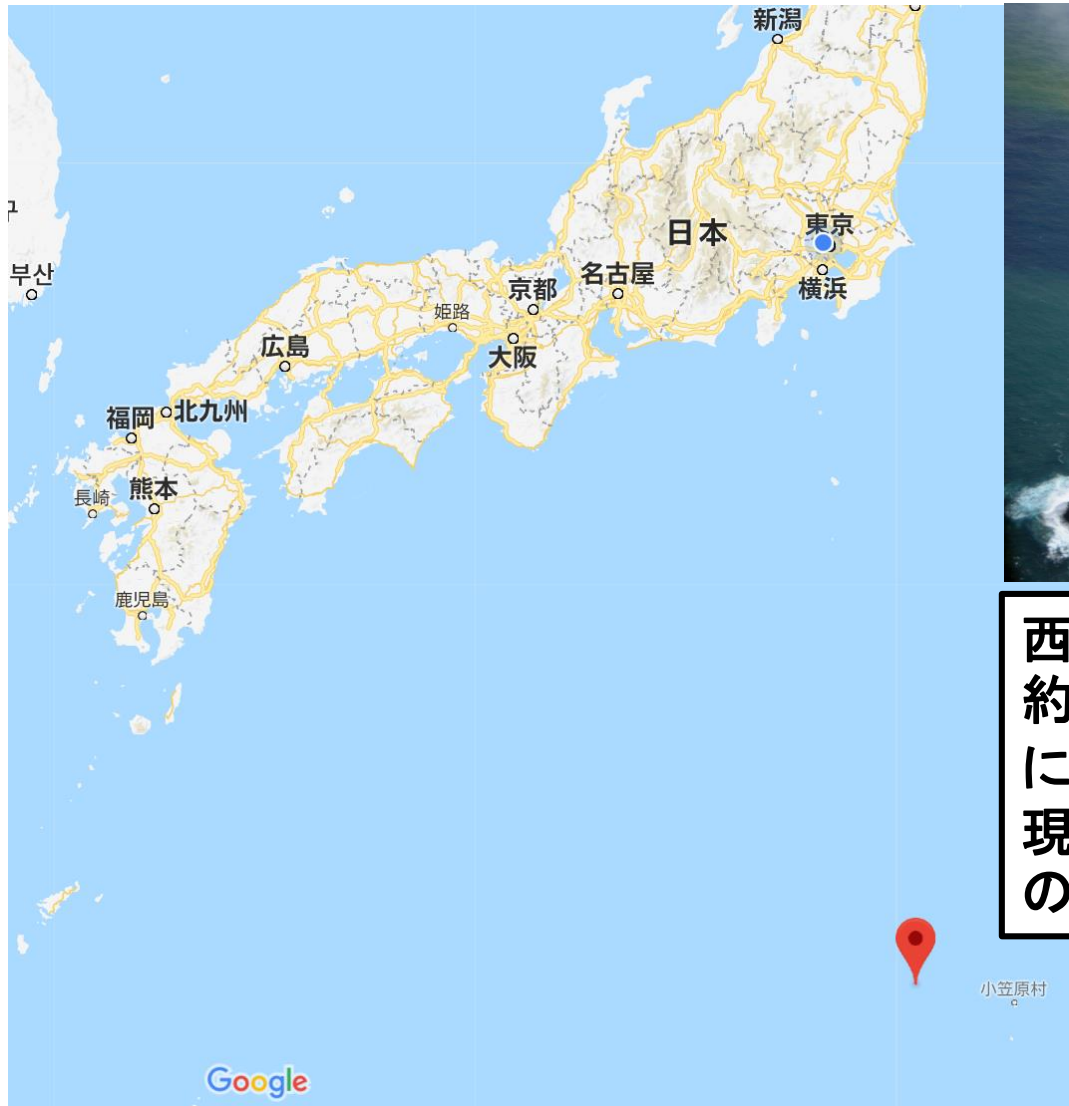
渡島大島の1741年津波災害



- 古文書の記録より、北海道の熊石から松前では波高6-15m、津軽で4-7m、佐渡で3-5m、能登で3-4mの津波と推定(羽鳥、1984)。韓国でも被害の記録あり(都司、1984)
- 噴火最盛期の津波であり、山体の崩壊跡もあるが、崩壊量に比べて津波が甚大。
- 一方で、同程度の津波を引き起こす地震の記録なし。
- 津波の発生メカニズムは不明。

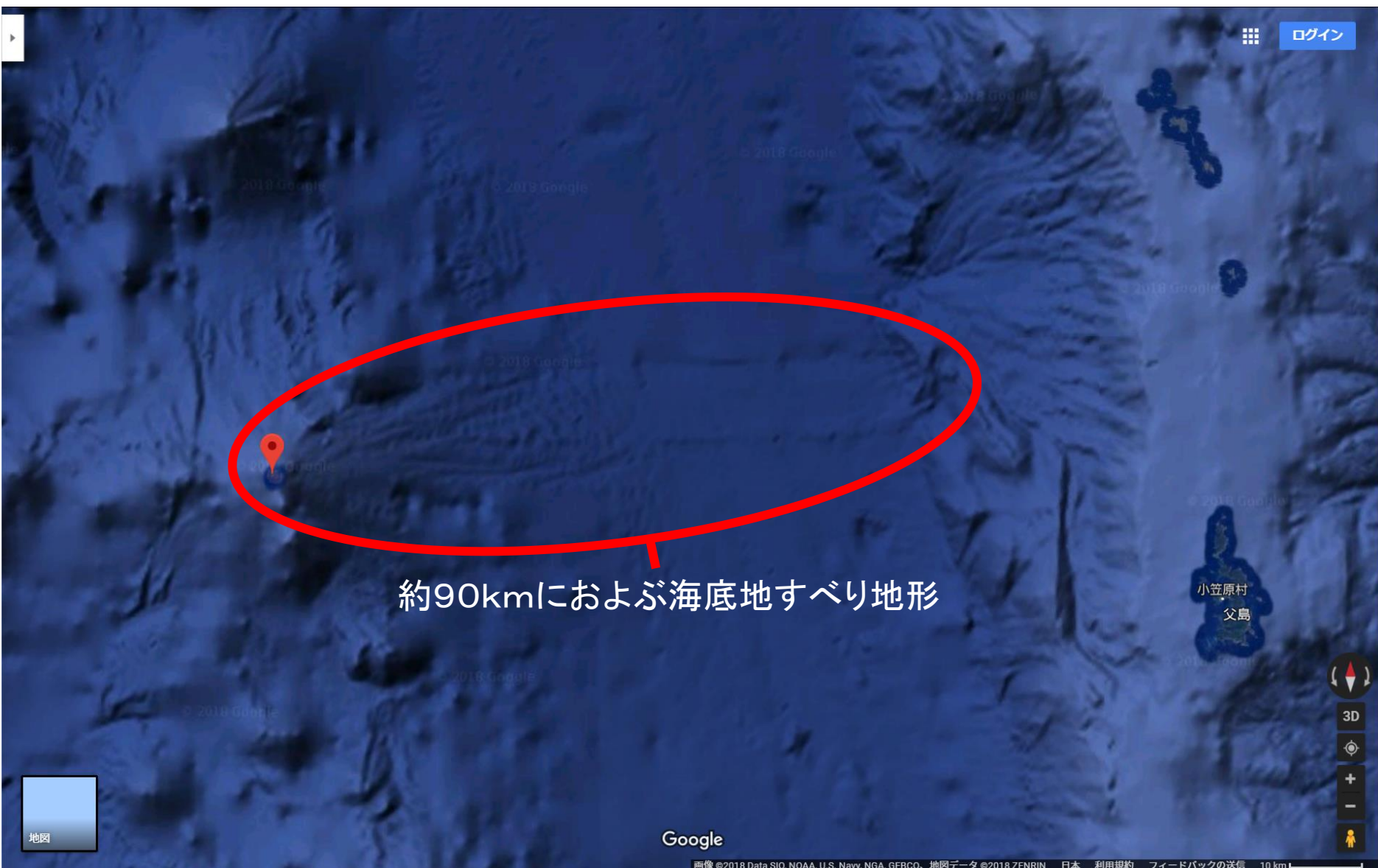
F 渡島大島の噴火に伴う津波による東北地方における津波による浸水高分布(羽鳥1984)。
●や▽は山体崩壊を仮定した計算推定値。

小笠原諸島の西之島



西之島は小笠原諸島・父島西方の約130kmにある火山島。2013年11月に新たな火山活動によって新島が出現したことが確認され、その後、既存の島と合体した。

西ノ島火山東部の海底地形



まとめ

- 津波は火山噴火に伴って大量の犠牲者を発生させる主要な災害要因の一つである。
- 火山噴火は地震同様に大規模な津波を発生させるが、その発生プロセスは多様であり、なおかつ未解明な部分が多い。
- 約1万5000人が犠牲になった1792年の“島原大変肥後迷惑”や1640年の北海道駒ヶ岳噴火では、噴火に伴う陸上部分での山体崩壊が津波の原因であるとほぼ特定されているが、それ以外の国内の火山性津波事例は発生プロセスの詳細が不明である。
- 西ノ島火山の東方海底には大規模な津波を伴って形成されたと予想される巨大な地すべり地形が確認されているが、科学的には手つかずの状態である。