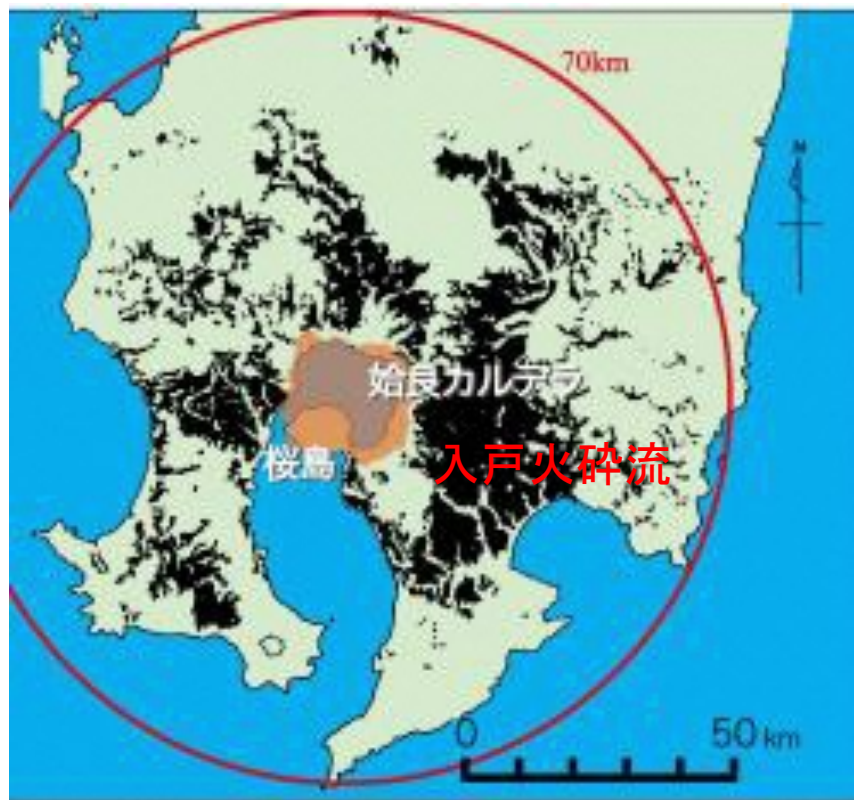


**火山活動と災害、噴火発生
予測、行政に求められる防
災対応
～桜島の知見を通じて～**

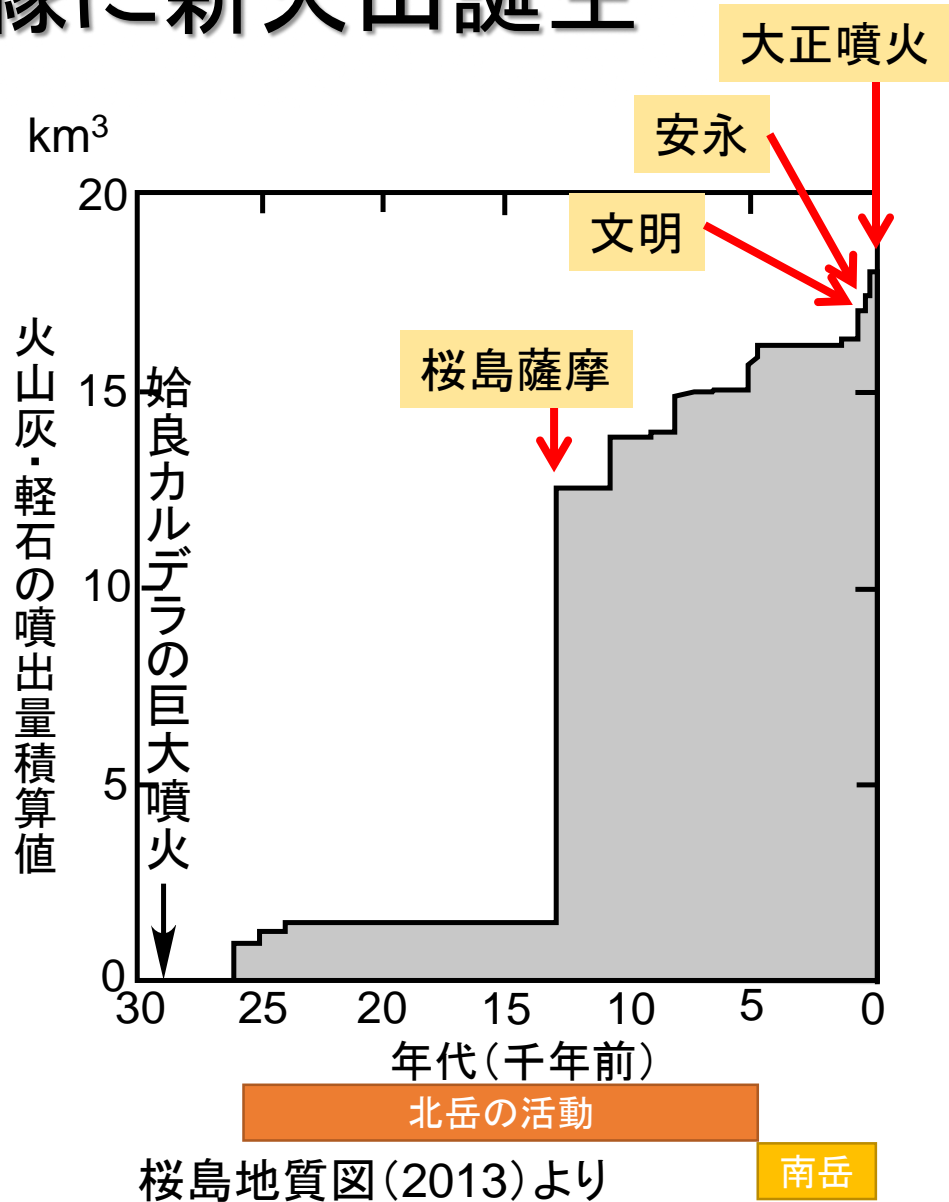
京都大学防災研究所火山活動研究センター

井口正人

桜島の生い立ち —始良カルデラの南縁に新火山誕生

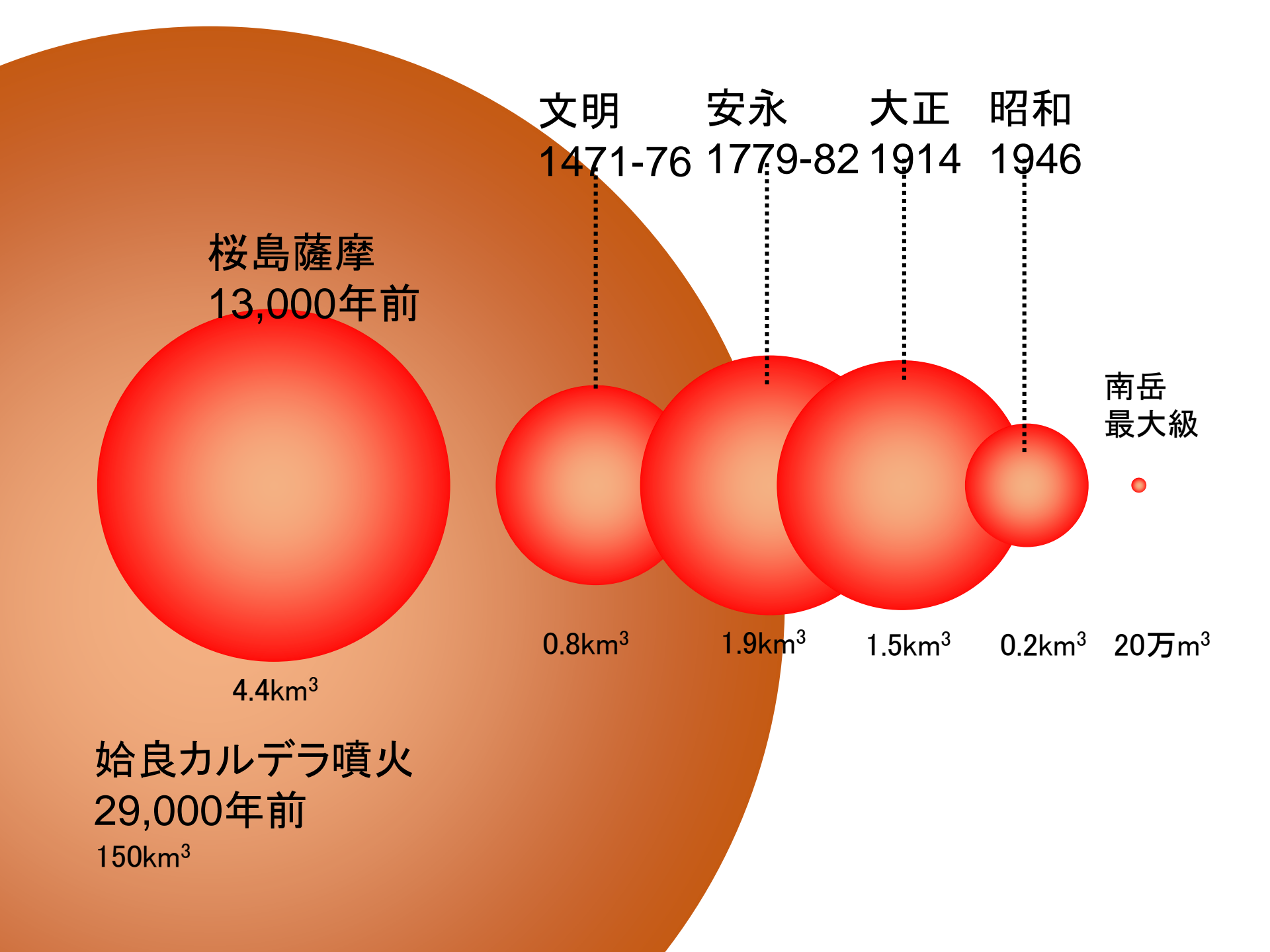


桜島の活動は26,000年前に始まる・・・北岳の活動
5,000年前から南岳の活動



桜島地質図(2013)より

南岳



文明 1471-76 安永 1779-82 大正 1914 昭和 1946

桜島薩摩
13,000年前

南岳
最大級

4.4km³

0.8km³

1.9km³

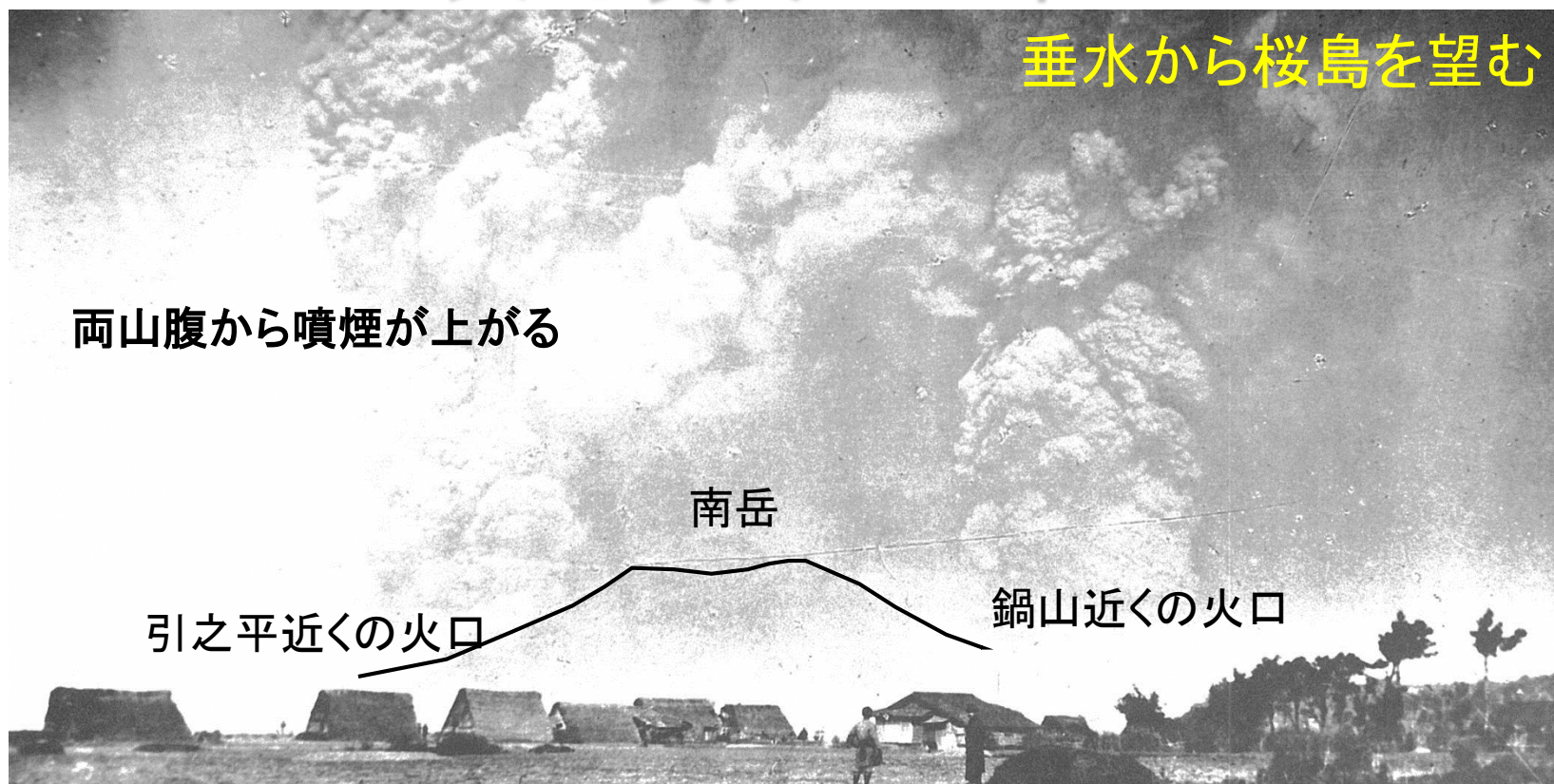
1.5km³

0.2km³

20万m³

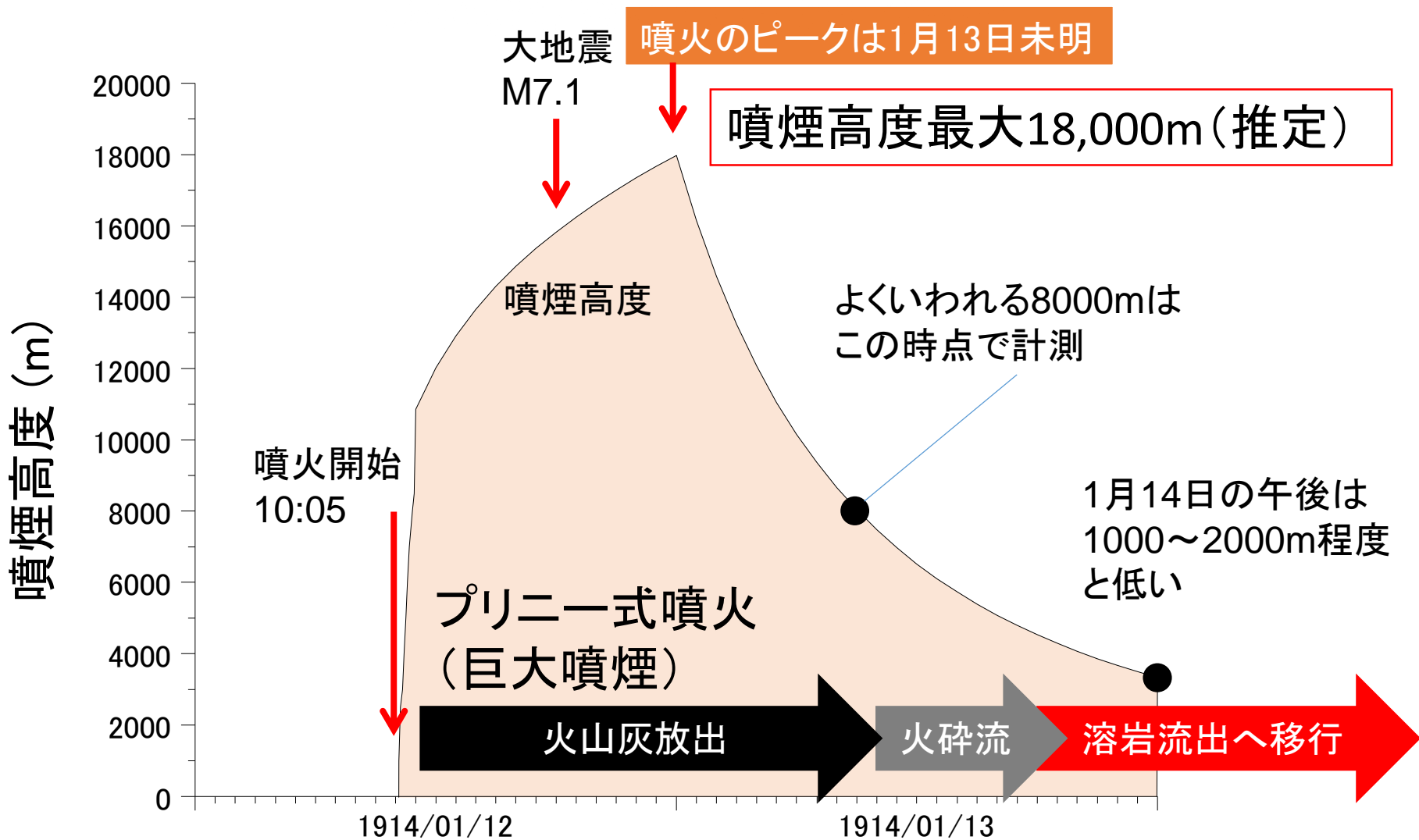
始良カルデラ噴火
29,000年前
150km³

大正噴火1914年

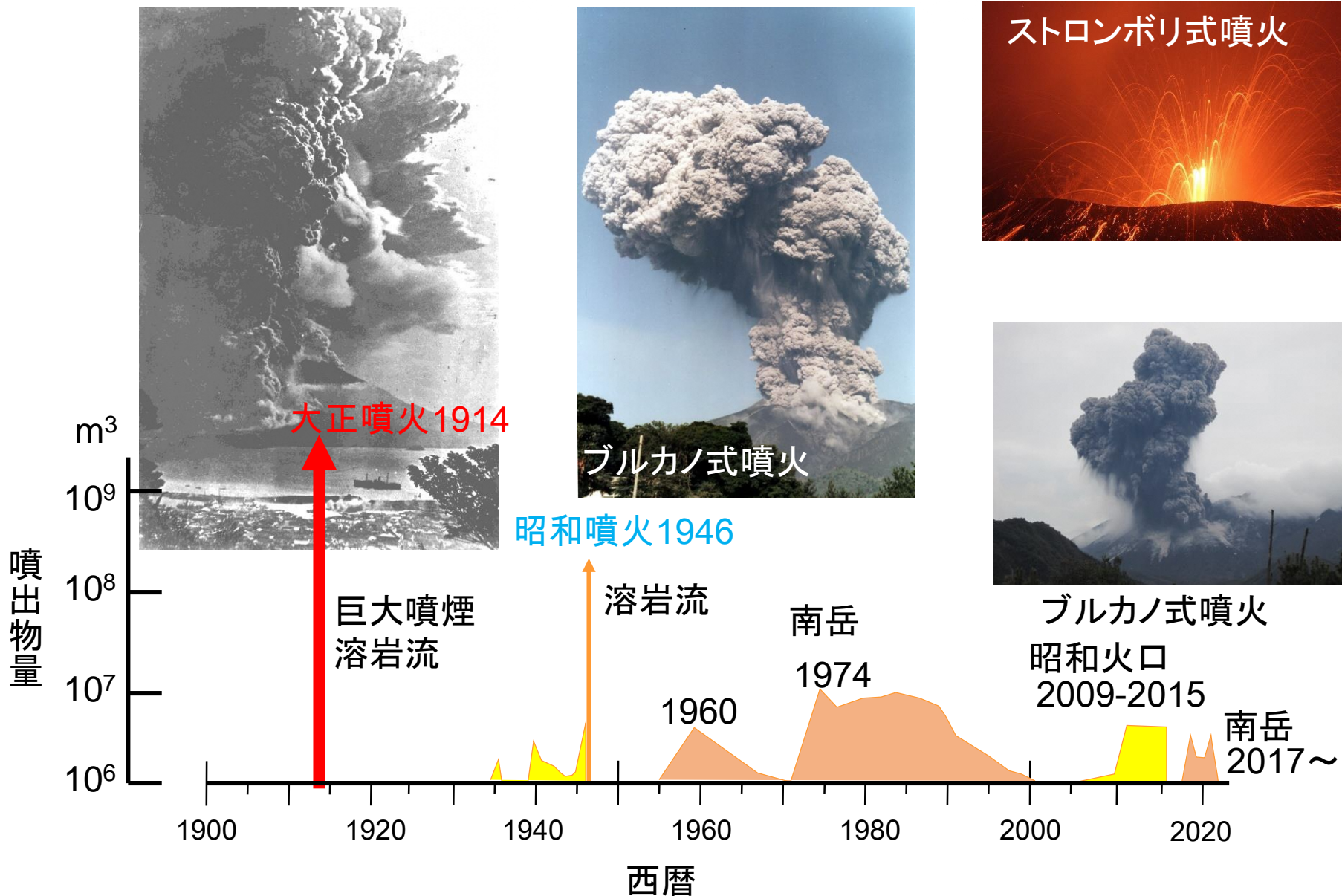


- 13億 m^3 の溶岩と5億 m^3 の火山灰を放出したわが国の20世紀最大の噴火(桜島は陸続きに)
- 噴火開始8時間後、鹿児島湾でマグニチュード7.1の地震発生
- 死者23名、行方不明者35名
- 2万2千人が島外へ避難(20世紀以降わが国最大)

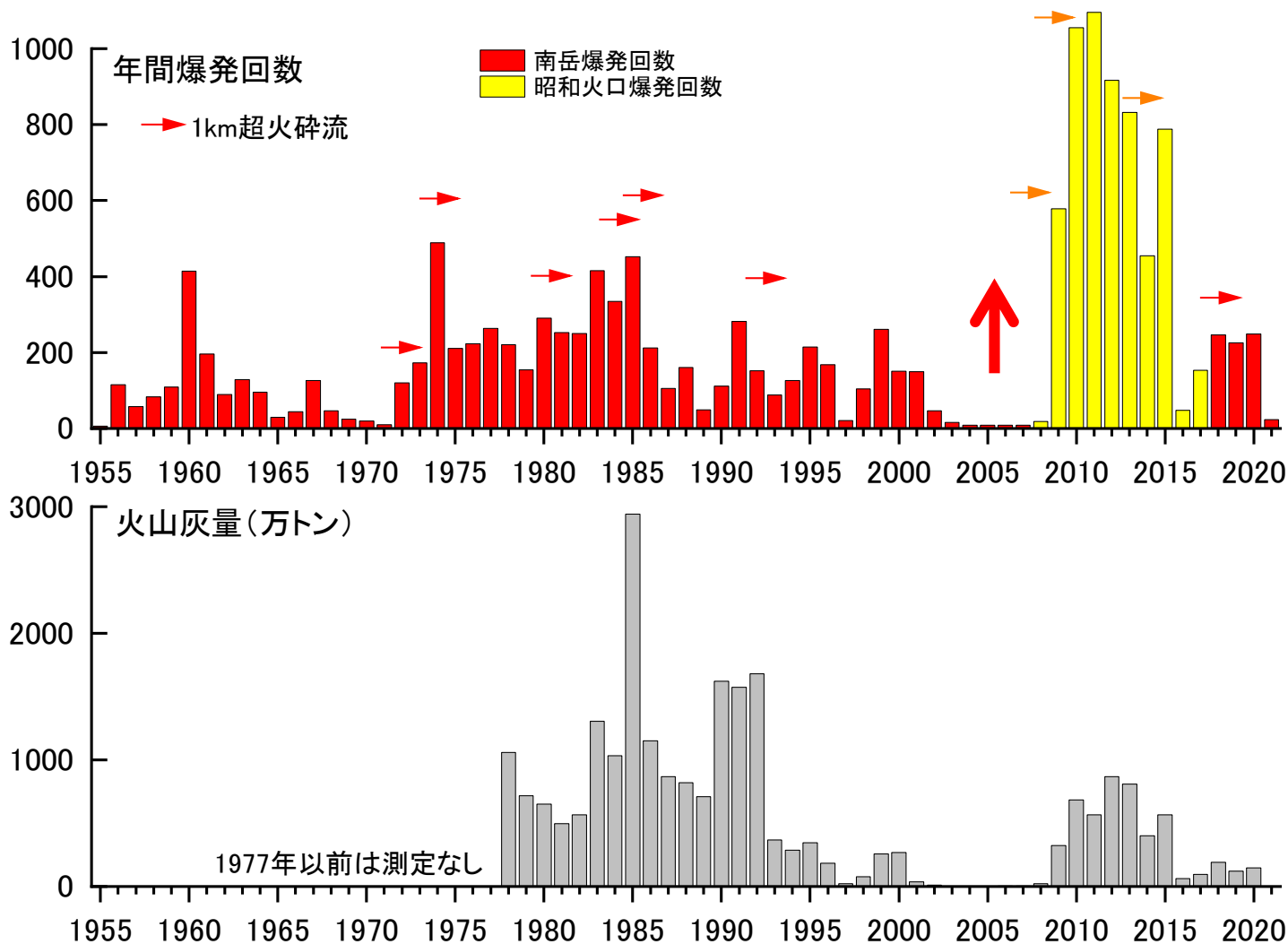
大正噴火の推移



20世紀以降の桜島の噴火活動



1955年以降の桜島の噴火活動の推移



マグマの地表への噴出に伴う災害

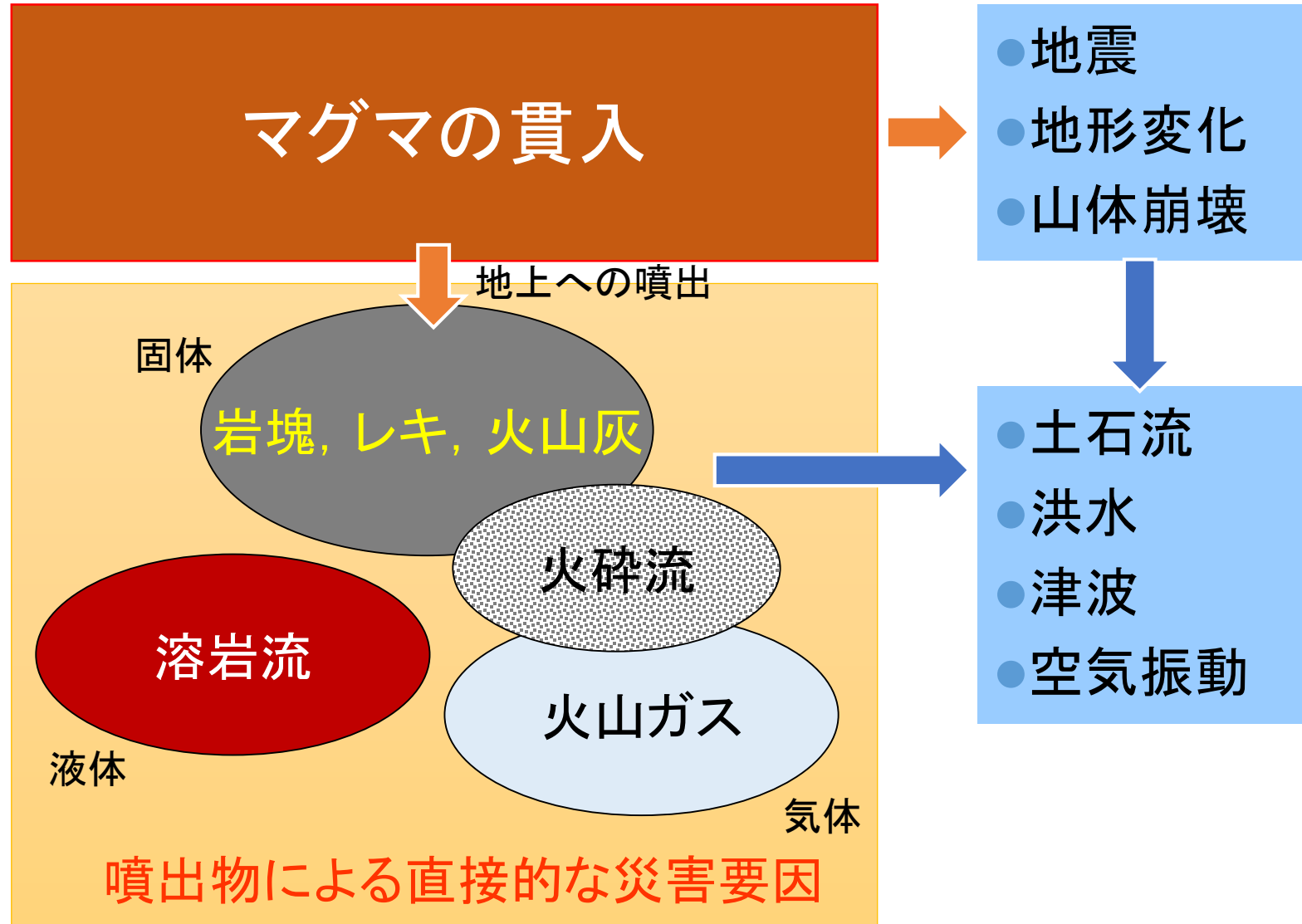
自らの体験の限界を踏まえ、
災害に対するイメージーションを養う

第2部 火山災害の特性

1. 複合性が極めて高い災害
2. 災害強度のレンジの広い災害
3. 長期化する災害
4. 発生頻度の低い災害

噴火ハザードの要因

噴火活動に伴う
現象によるもの



火山爆発の大きさ

(**VEI**: Volcanic Explosivity Index)

通常の桜島昭和火口噴火 →

2013/8/18爆発(5000m), 南岳 →

御嶽山噴火 →



大正噴火 →

薩摩テフラ →

始良カルデラ噴火 →

VEI	噴出物量
0	<1万m ³
1	>1万m ³
2	>100万m ³
3	>1000万m ³
4	>1億m ³
5	>10億m ³
6	>100億m ³
7	>1000億m ³
8	>1兆 m ³

大規模噴火

巨大噴火

地震のマグニチュードに相当
火山噴火規模を理解すべき

(Newhall and Self, 1982)

降下火山碎屑物の分類

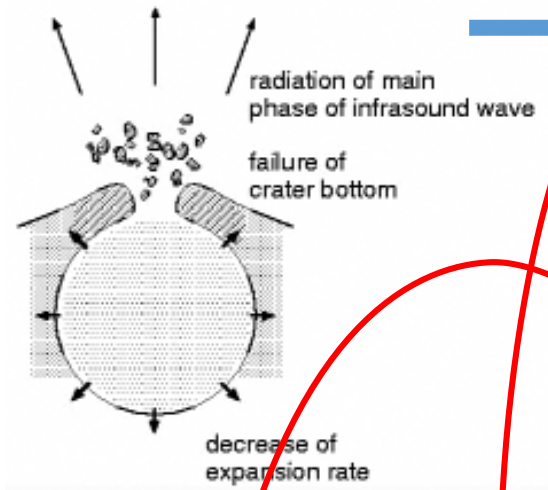
種類	大きさ	飛散距離	
火山岩塊	64mm以上 (1m以上)	~4km 	慣性力 初速度による 風の影響を受けにくい
火山レキ	2~64mm  	~20km	風の影響を受けやすい 風下側で注意
火山灰	2mm以下	噴煙高度と粒径 による 巨大噴火では地球全体が覆われる。	風による移流・拡散と 重力降下

最近, 桜島で急増

1980年代南岳爆発期には日常的に発生

岩塊, レキの飛散

火口底の爆発



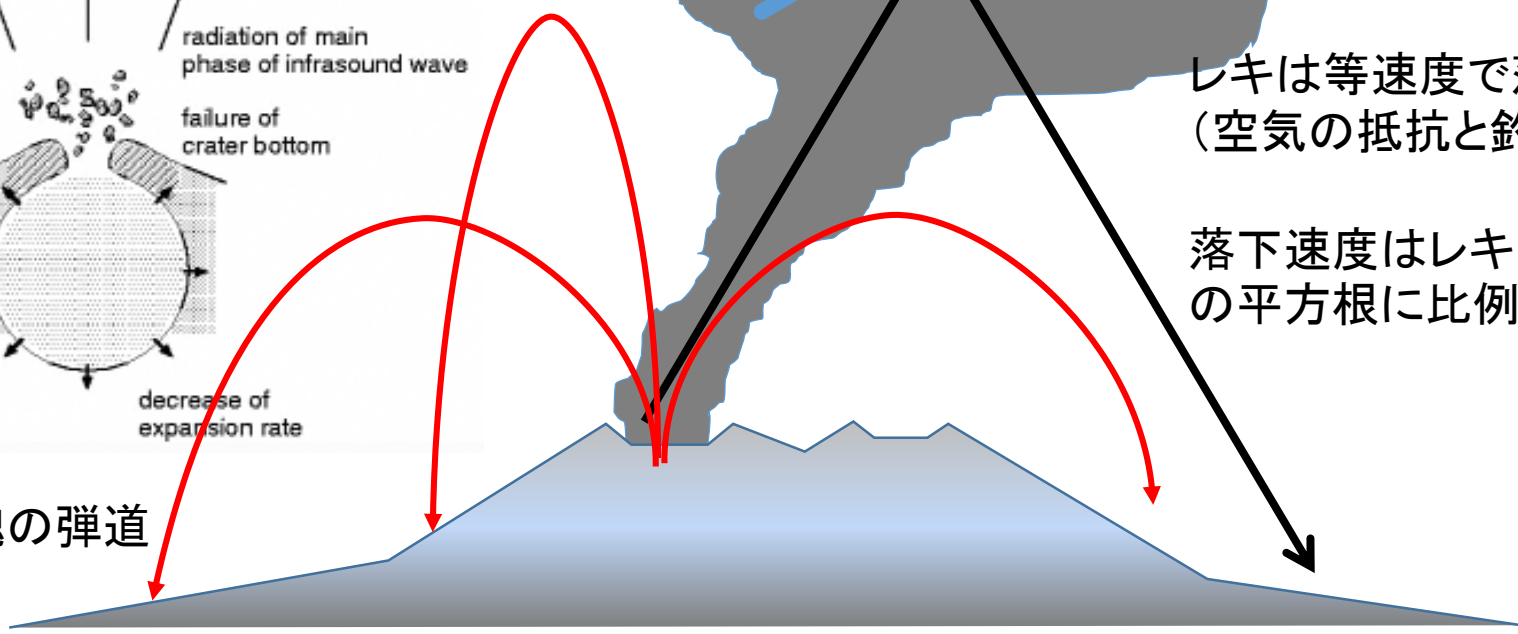
強い風

レキは噴煙上昇とともに上空へ運ばれる

レキは等速度で落下
(空気の抵抗と釣り合う)

落下速度はレキの大きさの平方根に比例する

岩塊の弾道



最も遠くまで飛ぶ岩塊は約60度で放出される

岩塊は30秒程度
レキは3分程度で山麓に到達

レキが落下しやすい条件
噴煙高度が高い(3000m以上)
風が強い
風下

南岳爆発期の火山岩塊の到達範囲



1983年8月2日ハルタ山



1984年7月21日有村

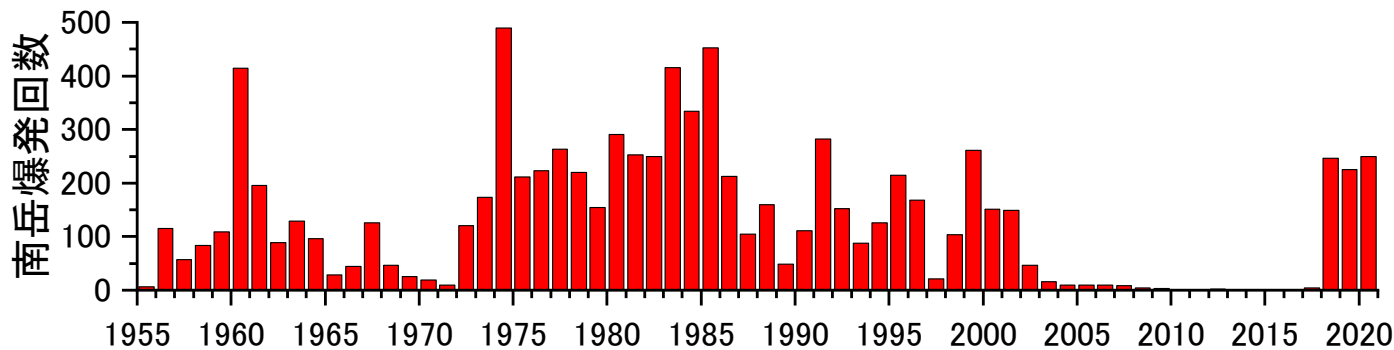
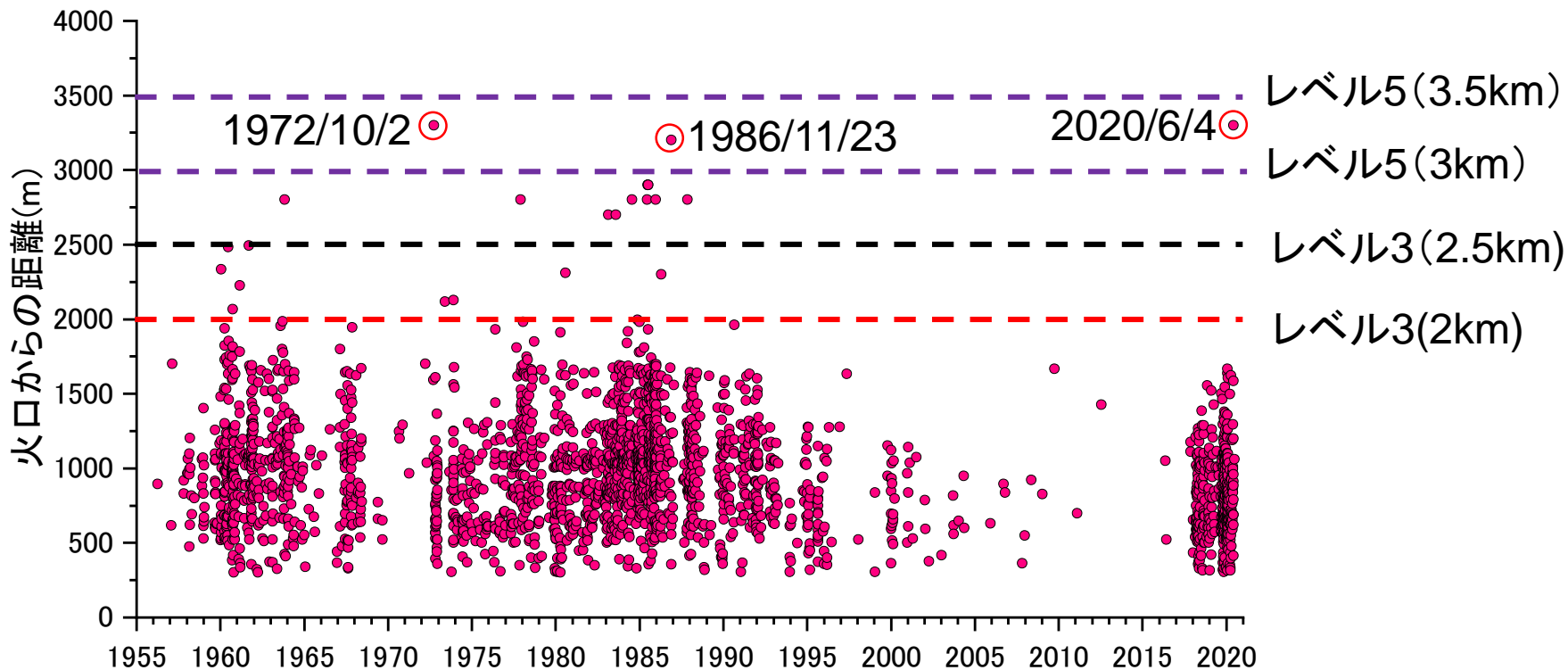


2020年6月4日東桜島



1986年11月23日古里温泉

火山岩塊の南岳火口からの到達距離の推移



火山岩塊・レキから身を守るためにー退避壕ー

○桜島の事例



有村溶岩展望所駐車場の退避壕



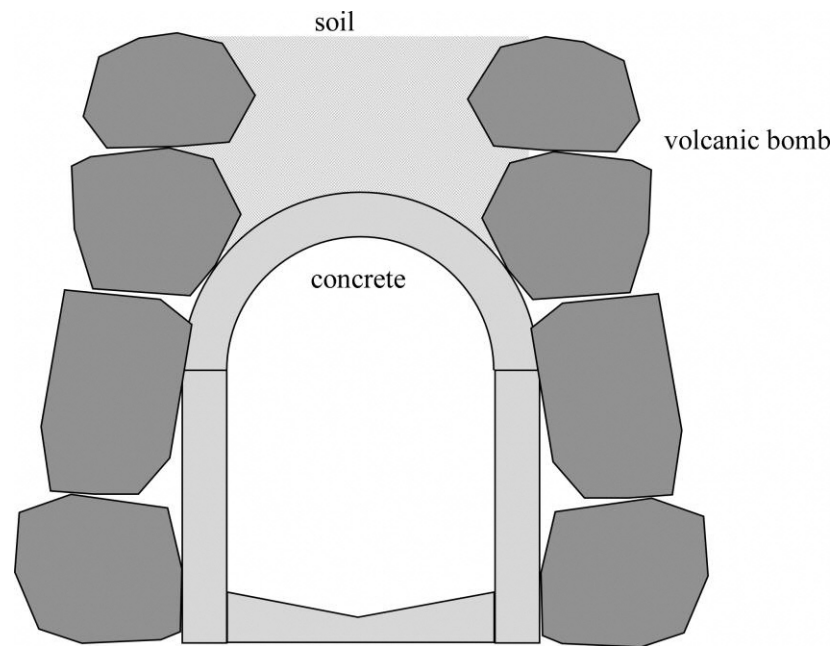
有村溶岩展望所の退避壕



バス停を兼ねる退避壕



道路沿いの仮設退避壕



強化された退避壕

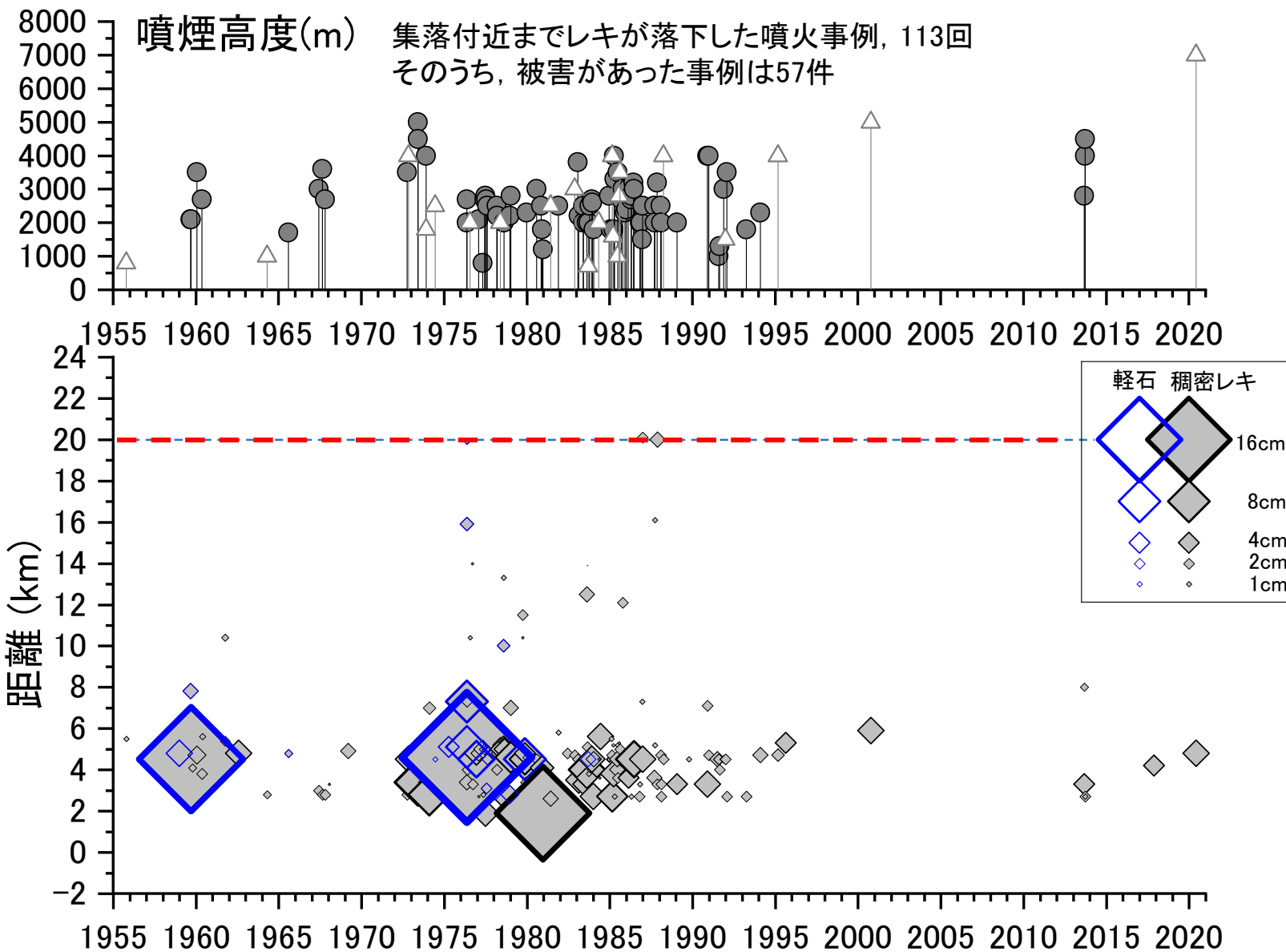
http://www.bousai.go.jp/kazan/shiryo/pdf/201512_hinan_tebiki4.pdf

火山岩塊は3.5km以上は飛んでこないと考えてよい。
爆発発生から着弾まで30秒ほどしかない。よほど近い場所にはない限り、退避することは難しいが、レキに対しては有効である。

レキの到達距離と噴煙高度の関係

車のフロントガラスやリアガラスが割れた事例が多い。

家屋の損傷(瓦, スレート, 太陽熱温水器など)



レキから身を守るために

- 活動的な火山の周辺では、風下を避ける（同時に、火山灰、火山ガスを避けることにもなる）。
- 車を駐車する場合は、フロントガラス、リアガラスを保護する。（最近の車のフロントガラスは合わせガラスであり、致命的な破損に至ることは少ないが、リアガラスは強化ガラスと言えども強度は低く、最近の被害事例はほぼリアガラスである。）
- 走行中であれば、停車した方がいい場合がある（レキの相対的な衝突速度が増加するため）
- 鹿児島市街地におけるレキの被害は少ないが、強風下では15km程度の距離までレキの到達がありうる。

火山灰による災害



旧鹿児島県庁前

- 農林水産業の被害
- 健康被害
- 交通等インフラの障害

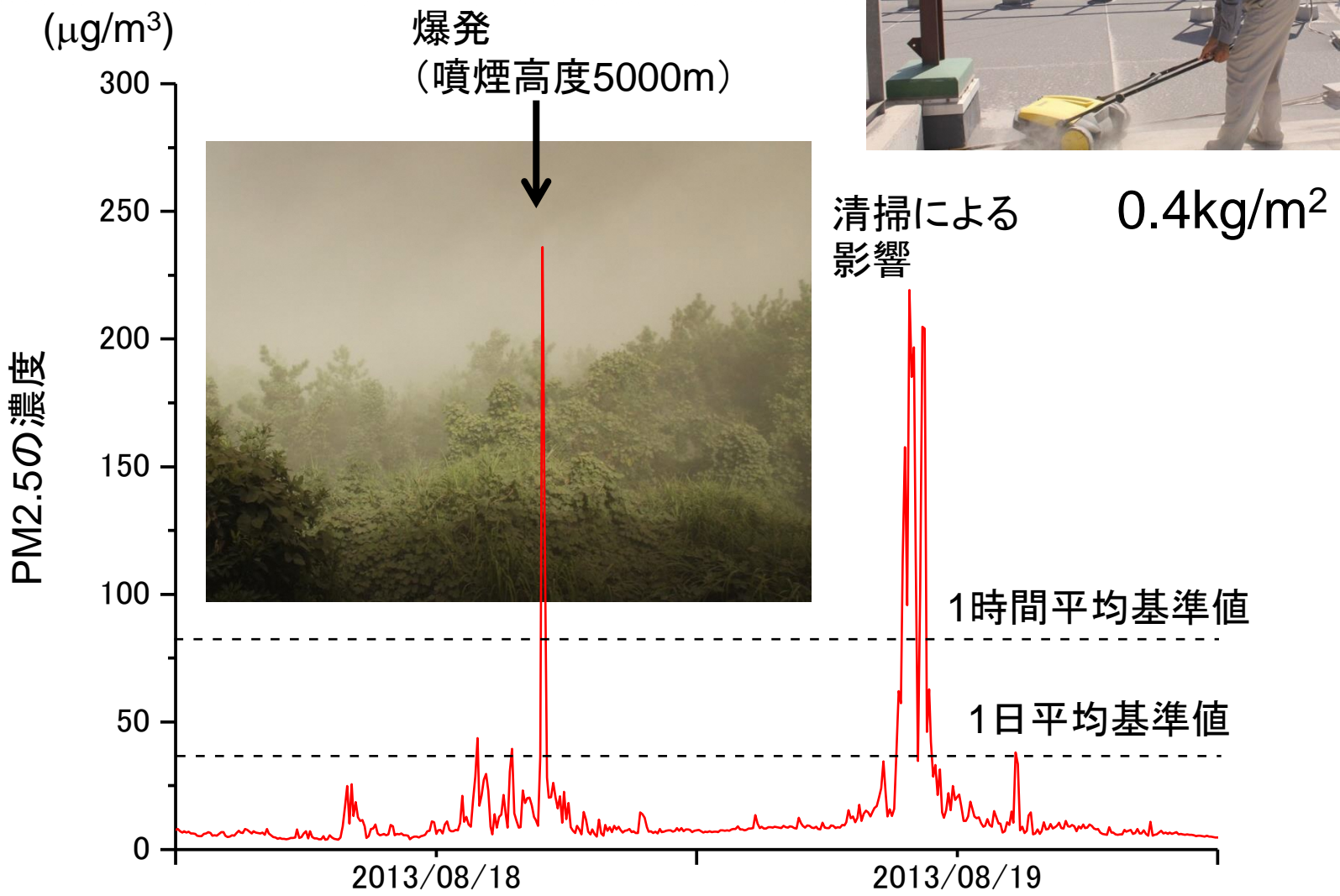


天文館



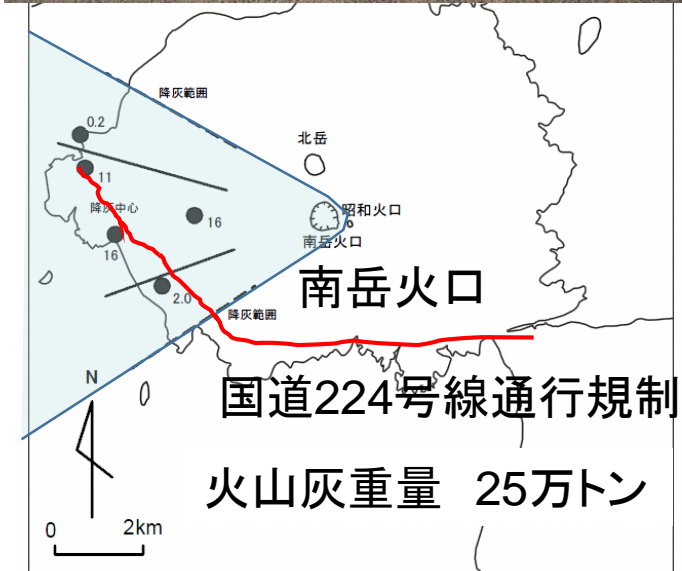
農業への被害が大きい
桜島では小ミカン、枇杷

健康への影響 微小粒子状物質PM2.5



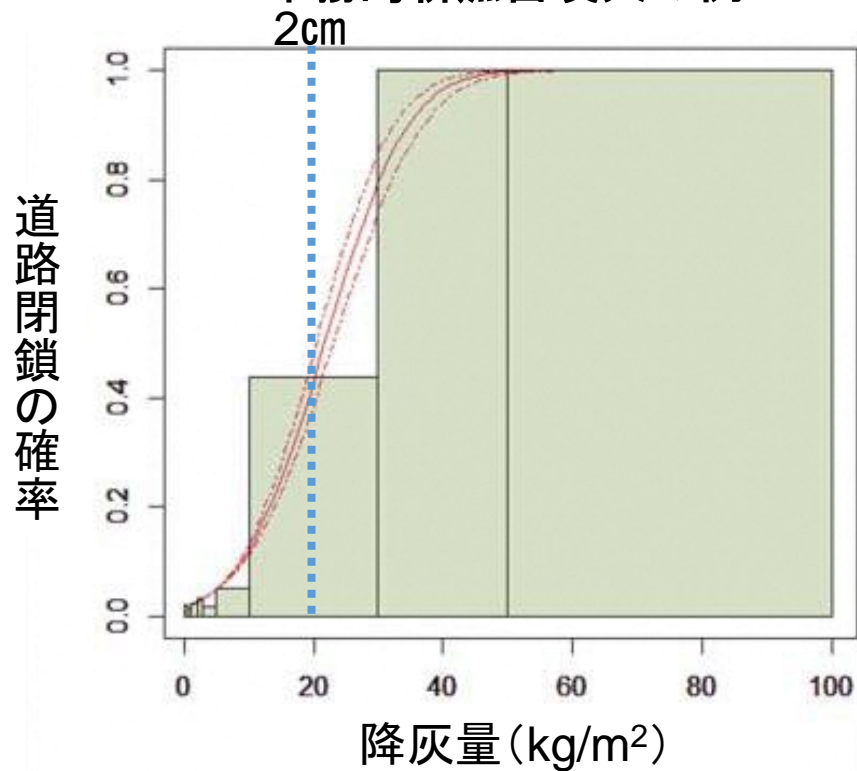
火山灰による道路交通網の障害

2012年7月24日桜島南岳爆発



厚さ1cm(10kg/m²)の火山灰で通行規制

2011年霧島新燃岳噴火の例

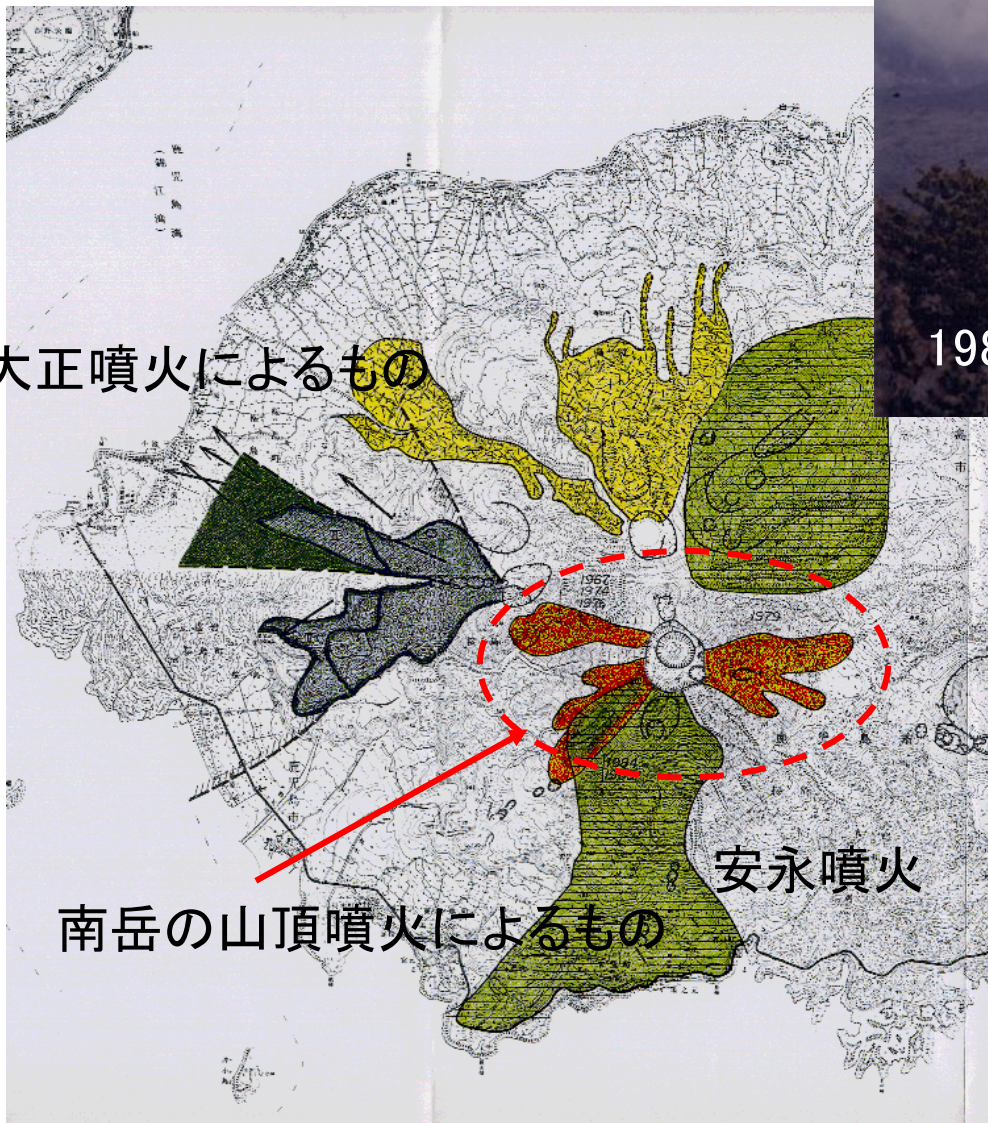


玉木・多々納(2014)

一般道は厚さ1~2cmで道路閉鎖

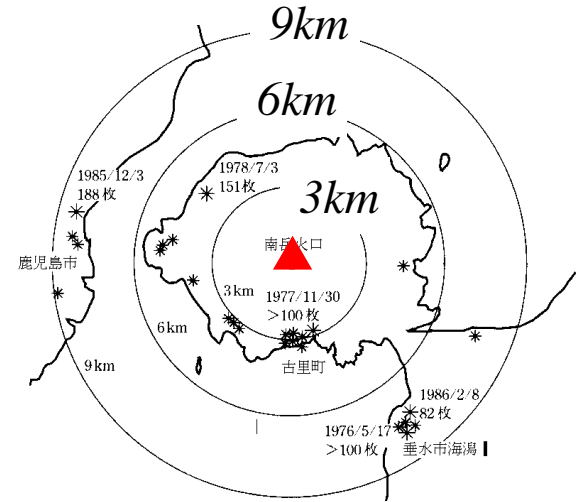
時速40kmで制動距離約2倍
降灰時はワイパー使用不可

桜島でも火砕流発生 昭和火口噴火期に多発

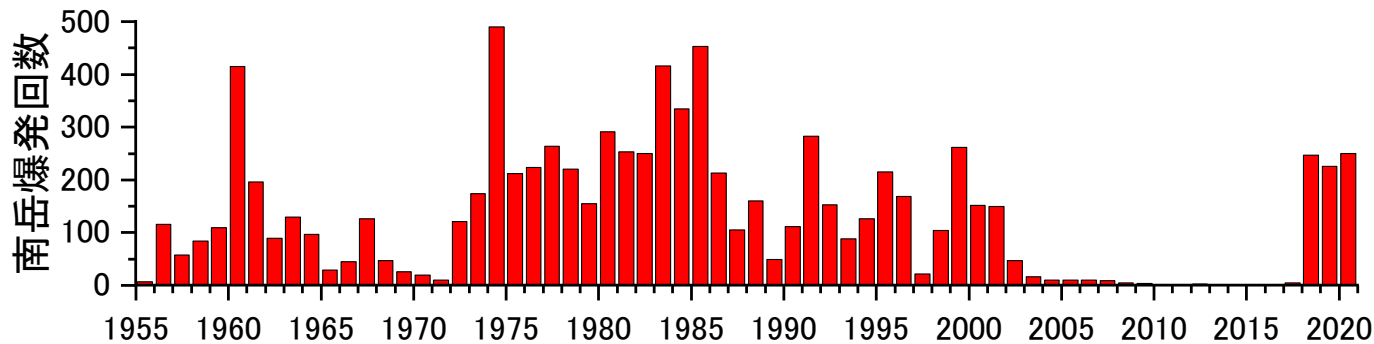
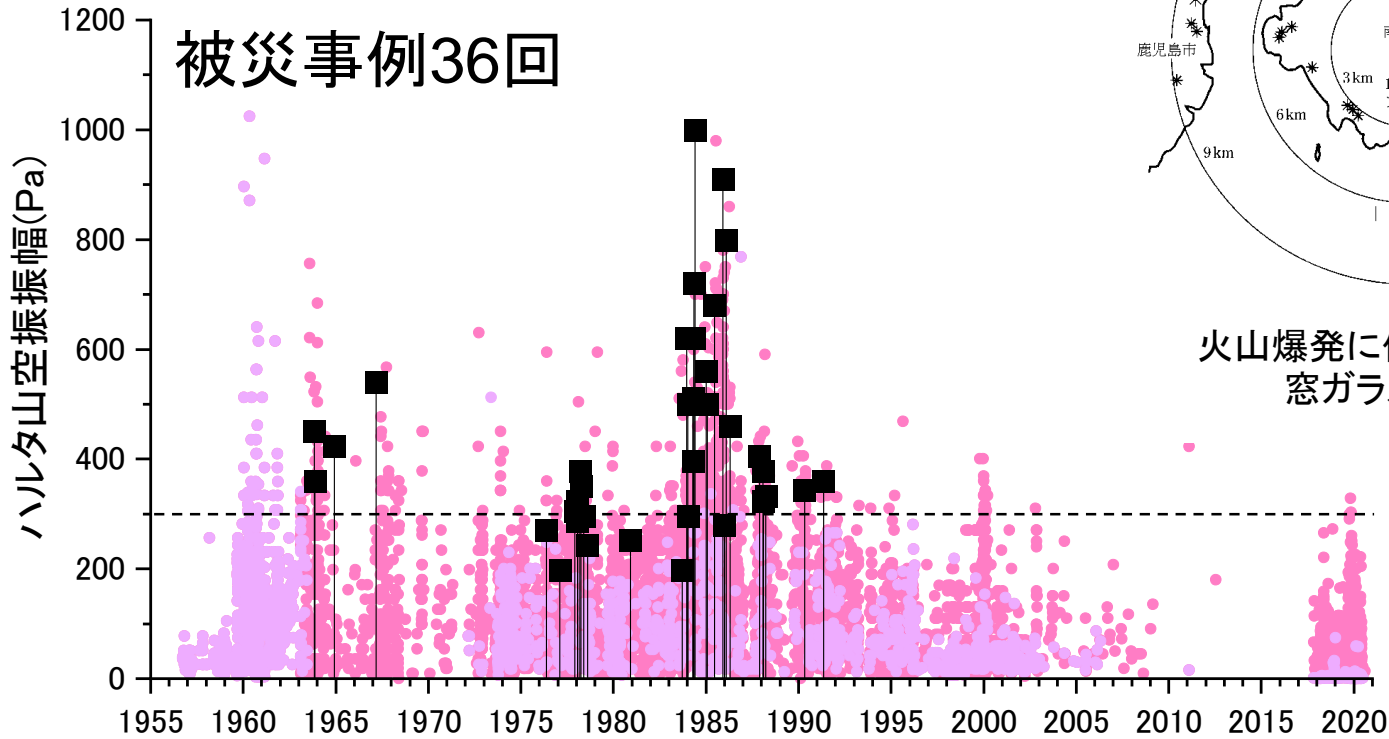


空気振動による窓ガラスの破損

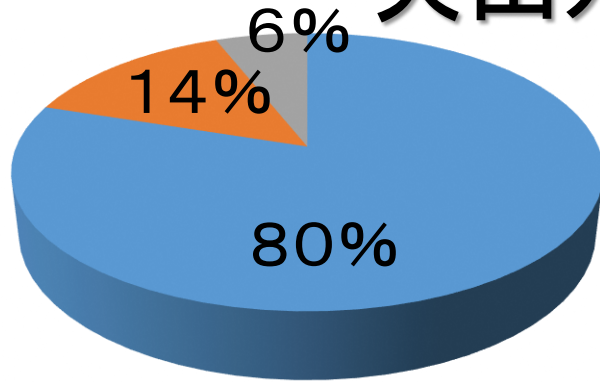
1984年, 1985年に集中



火山爆発に伴う空気振動による窓ガラスの破損状況



火山ガス災害の原因



- 硫化水素
- 二酸化硫黄
- 二酸化炭素

二酸化硫黄 (SO₂)

桜島・阿蘇山・三宅島など

硫化水素 (H₂S)

霧島・草津白根山など

二酸化炭素 (CO₂)

八甲田山など

	1ppm	10ppm	100ppm	1000ppm	
	許容濃度		致死濃度		
二酸化硫黄		5	400~500		
硫化水素		10	400~700		
二酸化炭素				5000	10%

避難の必要がある状況シナリオ

噴火警報が発令される場合（噴火警戒レベル4, 5）

□事後避難シナリオ

- 火山岩塊, 火砕流, 溶岩流が警戒範囲を超えた時

□事前避難（噴火警戒レベル4→レベル5）

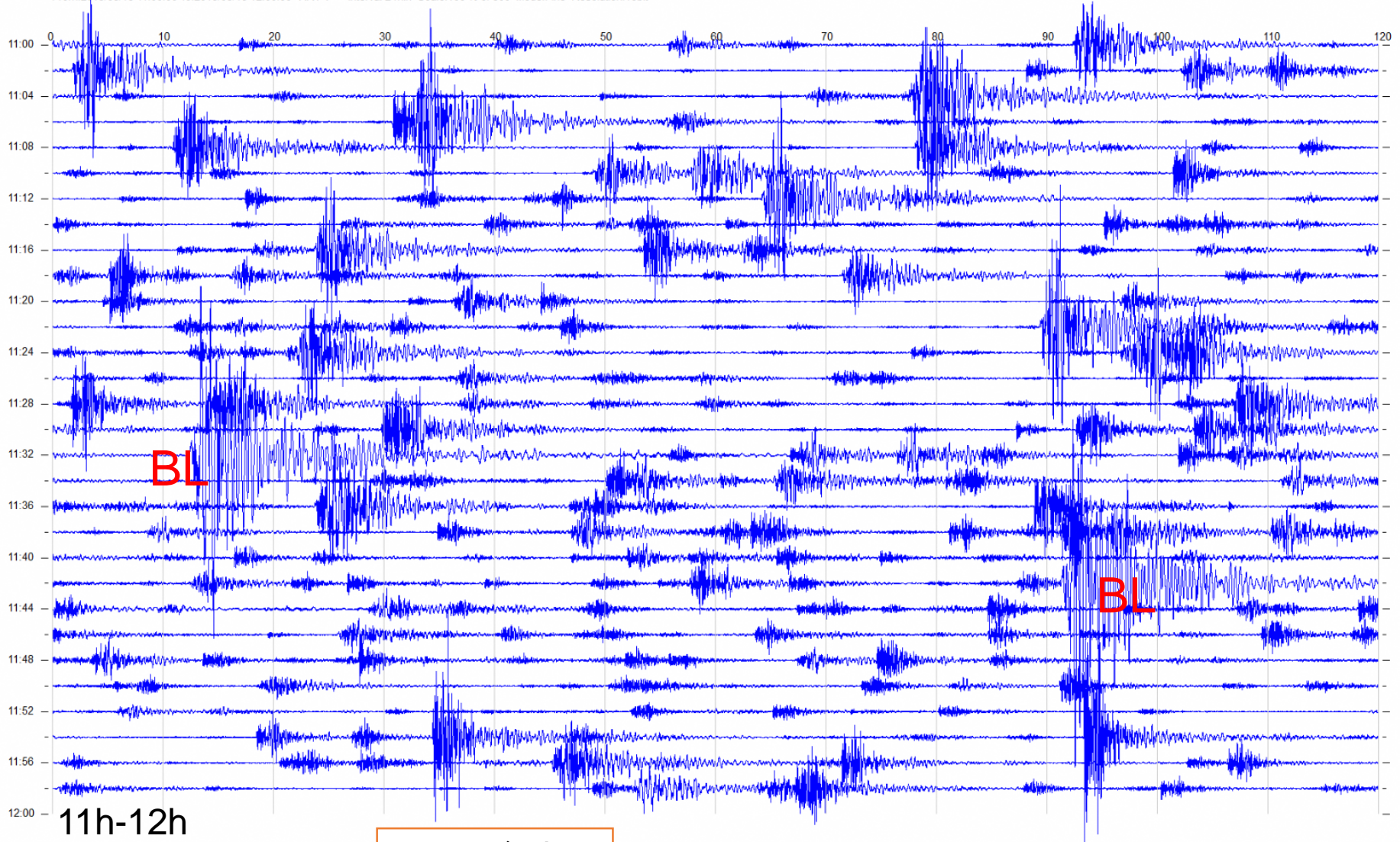
- 急激な地盤変動と地震活動
- 火砕流や溶岩流が居住区域に近づいたとき（達していない）

噴火警報が発令されない, 噴火警報の警戒範囲外の避難

- 大量降灰, 大量のレキの落下
- 大量火山ガスの放出
- 津波
- 洪水, 土石流（降雨がきっかけとなる）
- 地震
- 山体崩壊, 地盤変動

事前避難シナリオ：噴火警戒レベル4への引上げ 桜島で群発地震発生（2015年8月15日）

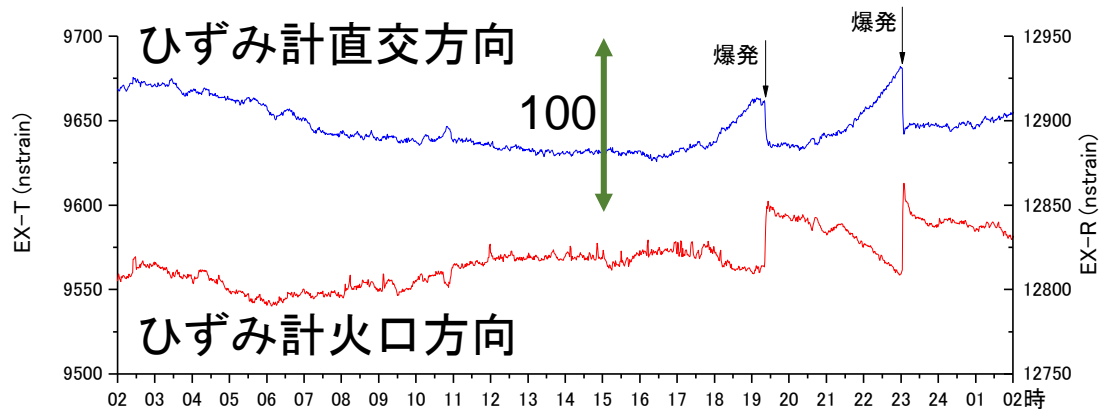
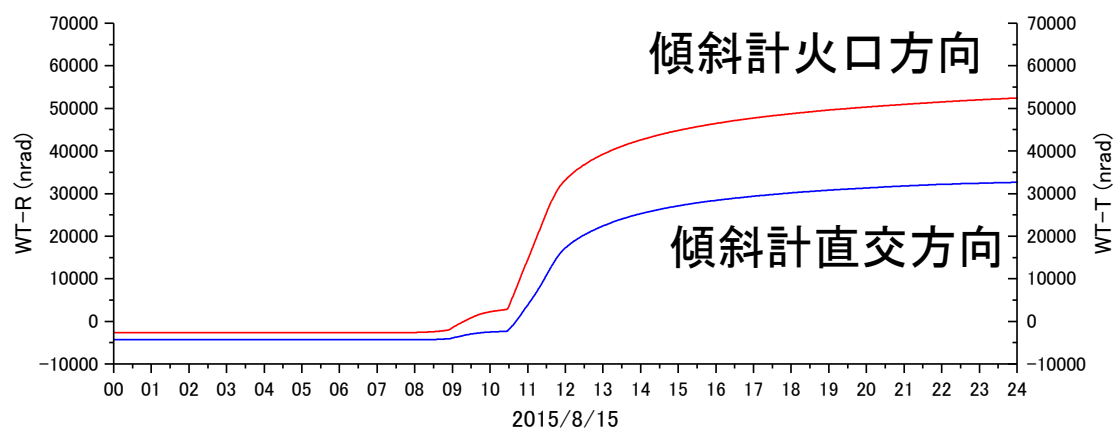
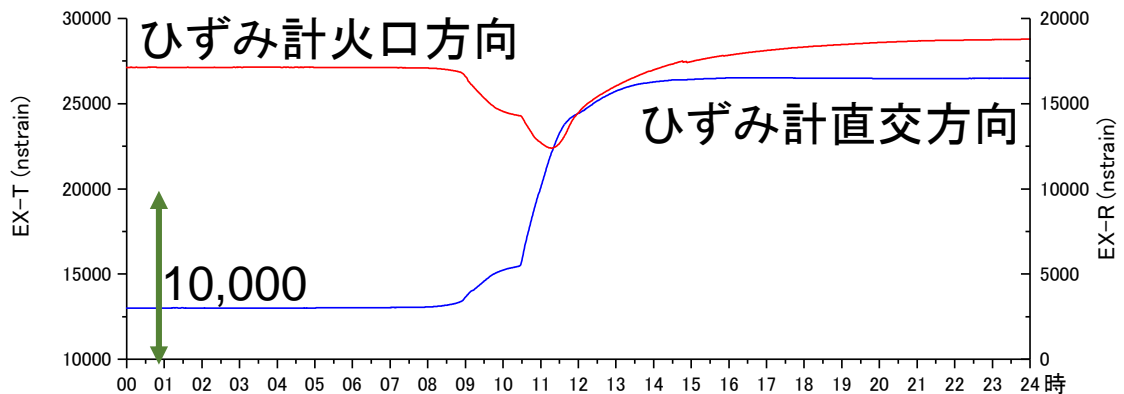
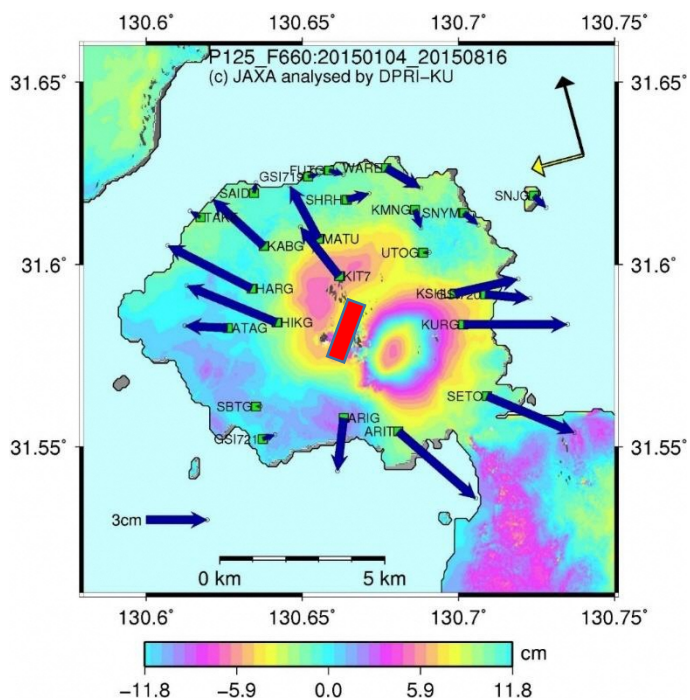
From:2015/08/15 11:00:00 To:2015/08/15 12:00:00 AR1-V Interval:2 min Scale:100 % of 500 Mode:Fine Resolution:16bit



11h-12h

77名が避難

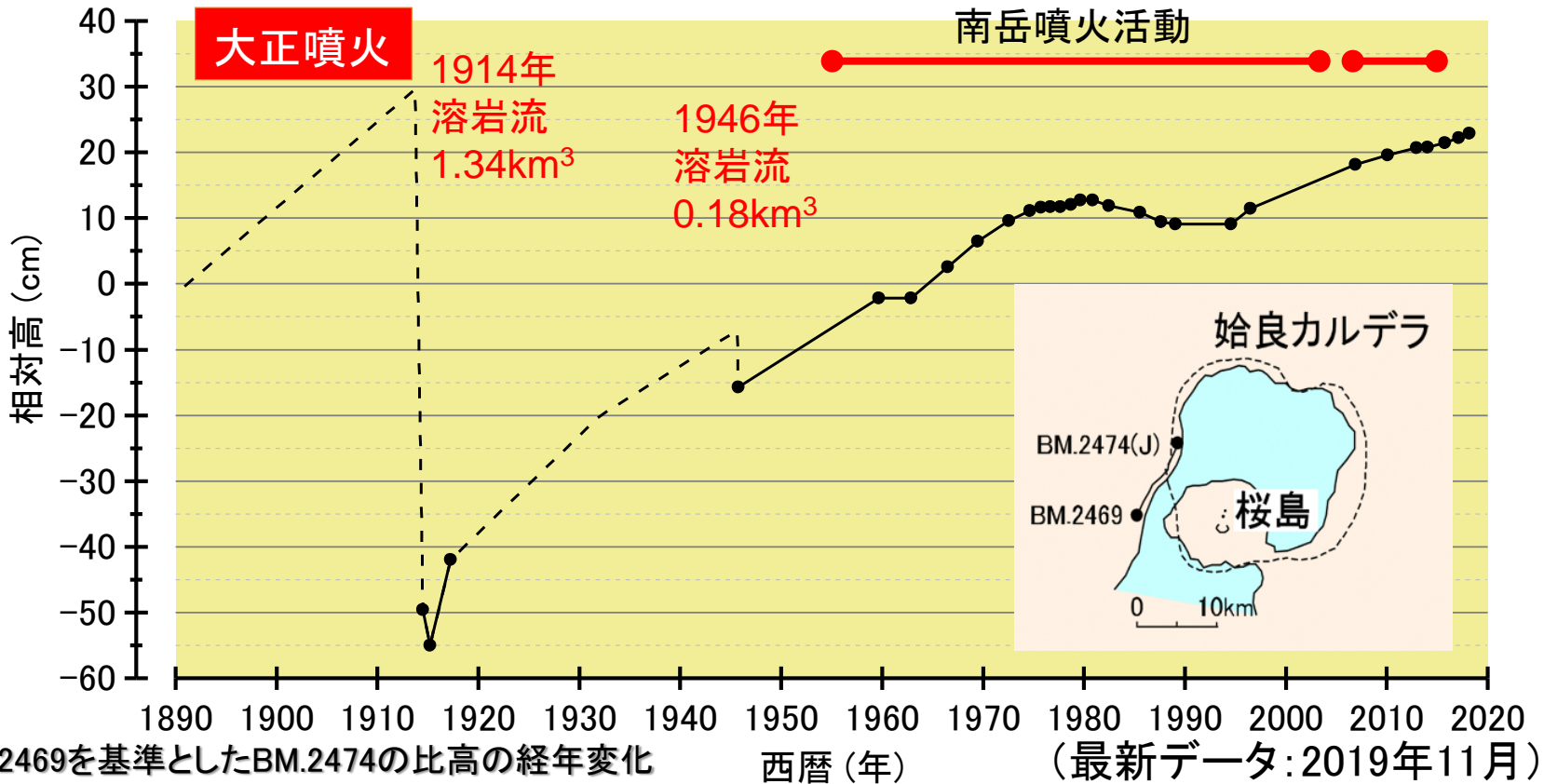
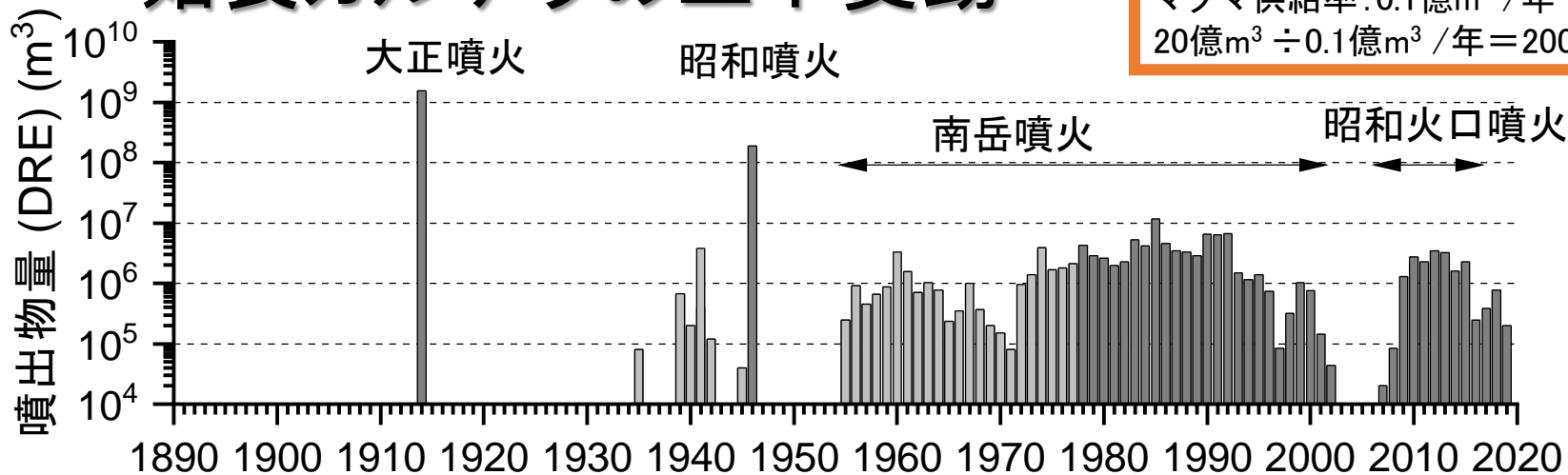
地盤変動 300倍大きい



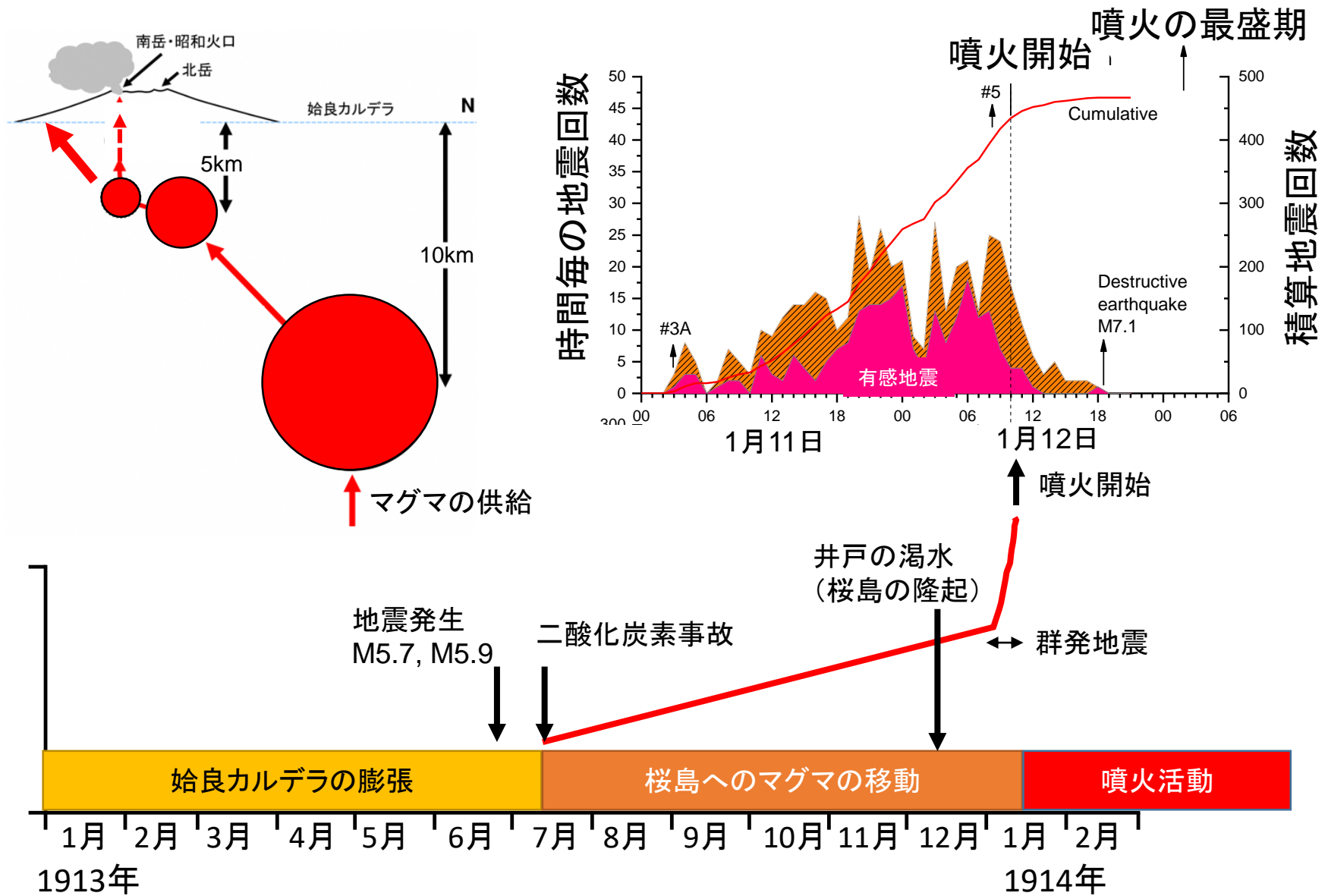
普通の爆発に先行する地盤変動

始良カルデラの上下変動

大正噴火噴出量: 20億 m^3
 マグマ供給率: 0.1億 m^3 / 年
 $20\text{億}m^3 \div 0.1\text{億}m^3 / \text{年} = 200\text{年}$



大規模噴火に至る火山活動の推移



行方不明者の捜索シナリオ —安全を確保した捜索の実現—

• 噴火発生前の事前避難

- 避難を確認できない
- 避難しない場合

• 噴火発生後の事後捜索, 救助, 救出

- 発災時の警戒巡視
- 災害時の防御対応

噴火警報にあるように, 極めて重大なことが起こりうる状況であることはわかりうるが, 噴火発生までどれだけの時間が残されているかは不明.

一時的な噴火活動の低下は, そのまま静穏化につながるがどうかわからない

火山活動の推移予測の難しさ
警戒範囲設定後の状況把握の難しさ

まとめ

- 火山噴火は地上にマグマ物質を噴出する現象であり、災害の起こり方は、他の自然災害に比べて多様である。
- 火山噴火の規模と様式の多様性。
- 火山噴火が災害を引き起こす頻度は少なく、地震・風水害に比べて対策が遅れている。
- 経験のないことについてはイメージーションのみが解決でき、そのための情報収集が重要となる。
- 噴火警報(レベル4, 5)は、住民の避難・誘導に有効であるが、万能ではない。
- 噴火警報の対象とならない災害要因も多いことに留意する必要がある。
- 危機対応時の火山活動の推移は、地震・気象現象よりも複雑で、状況把握とその予測は困難であることから、情報収集と万全の対策を講じる必要がある。