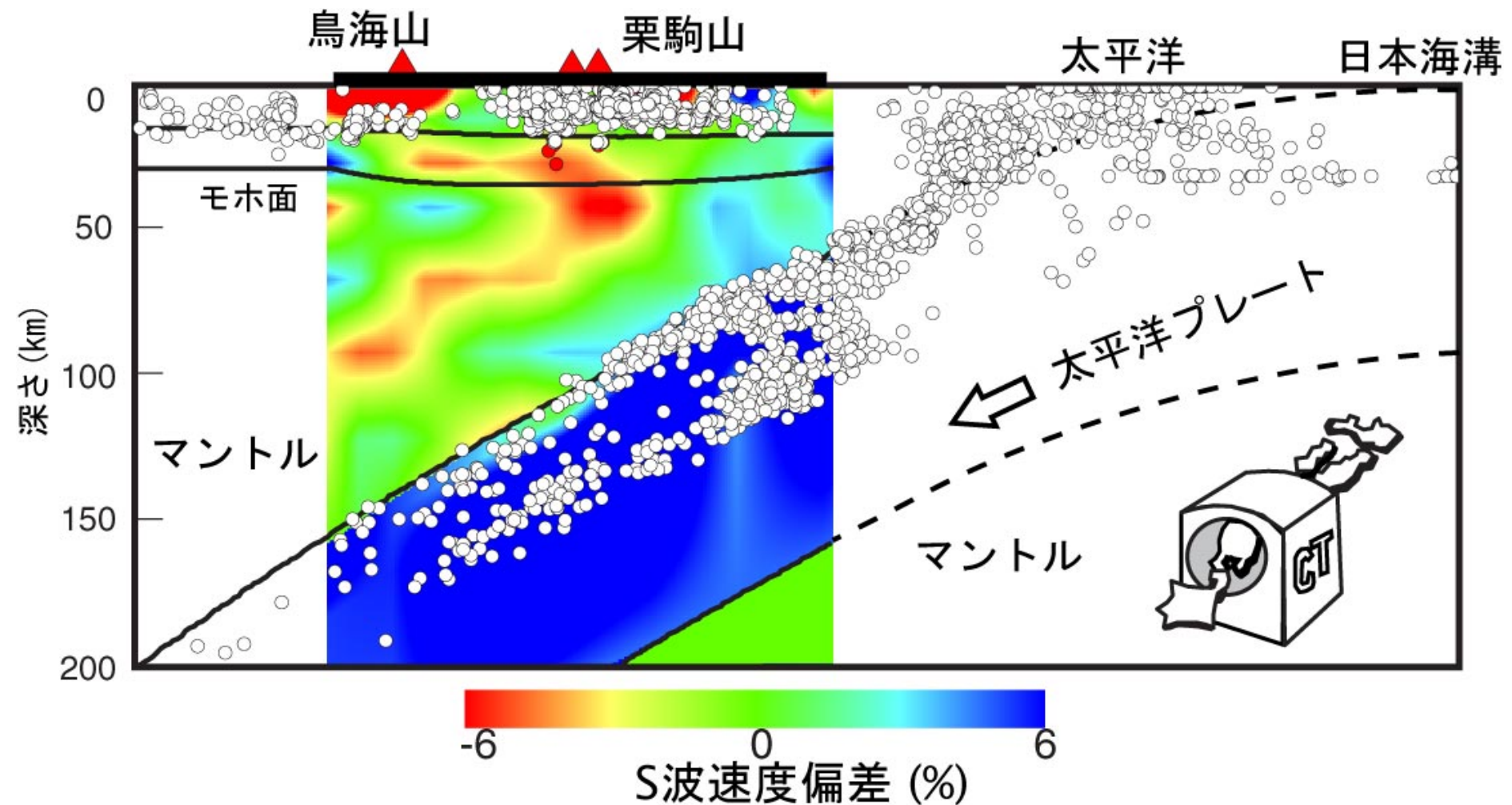


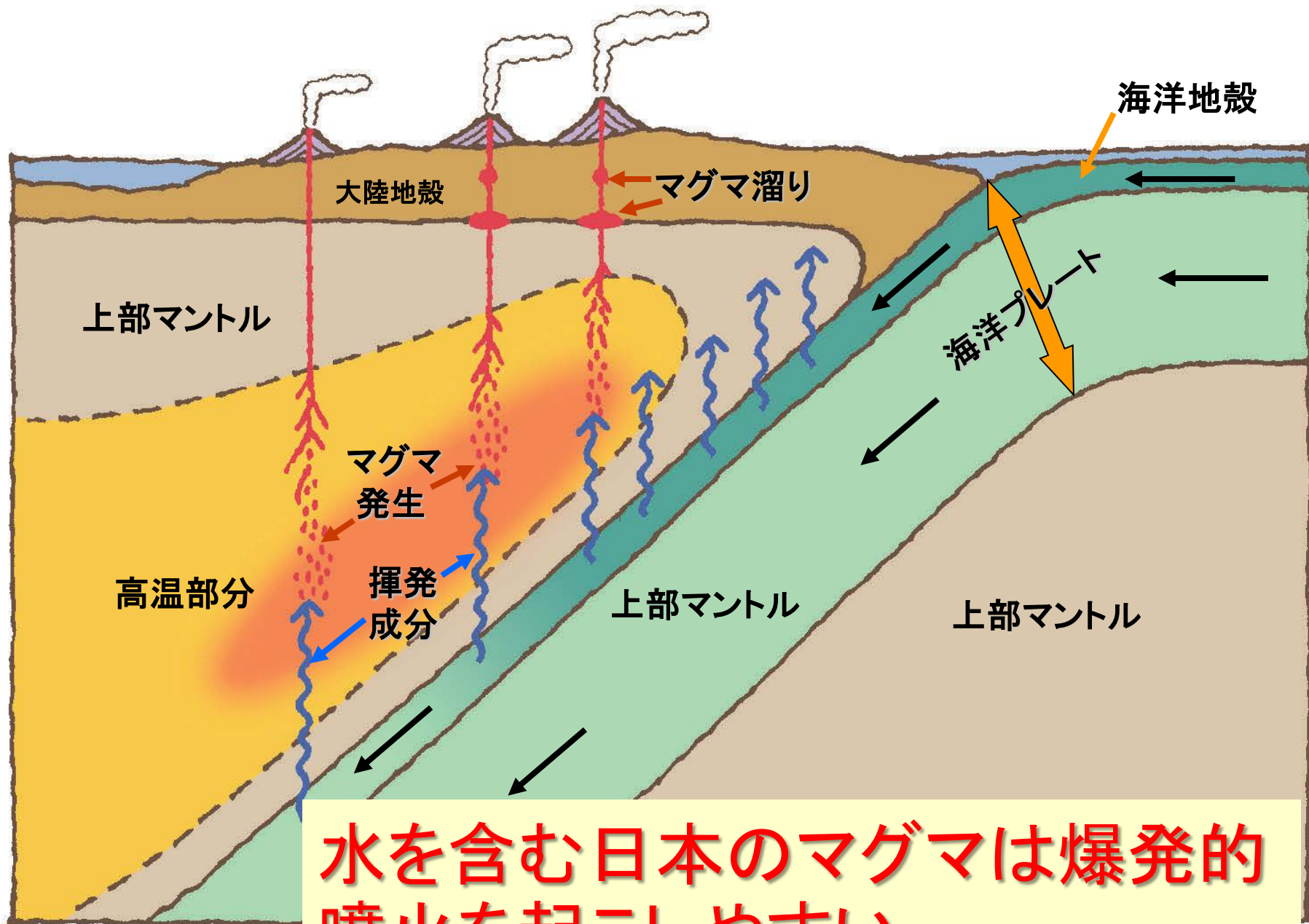
日本の火山活動の今後について



東京大学名誉教授
藤井 敏嗣

地震波トモグラフィで写し出された 東北日本下の構造

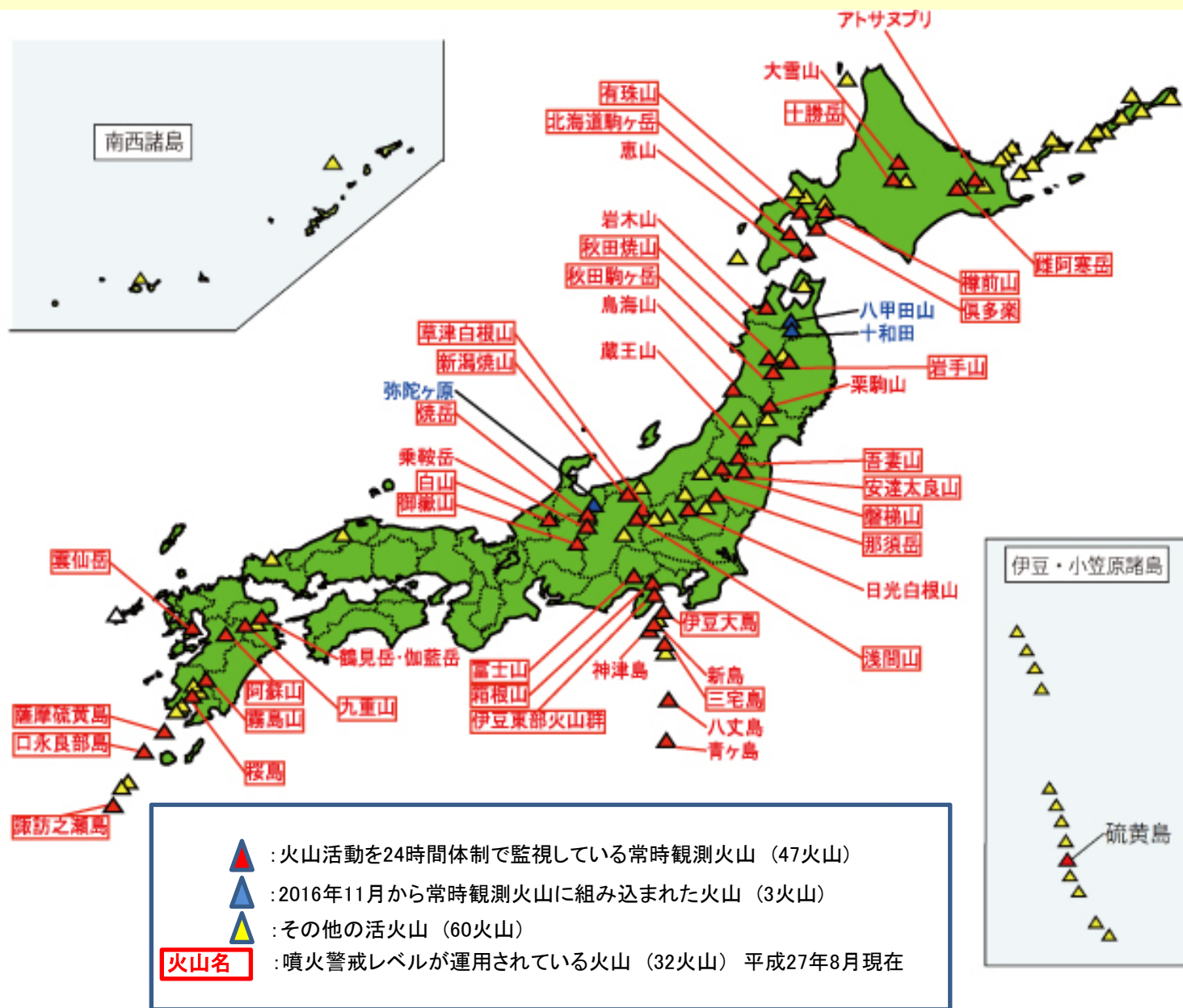




水を含む日本のマグマは爆発的
噴火を起こしやすい

我が国には、全世界の活火山数の7%にあたる110の活火山が分布

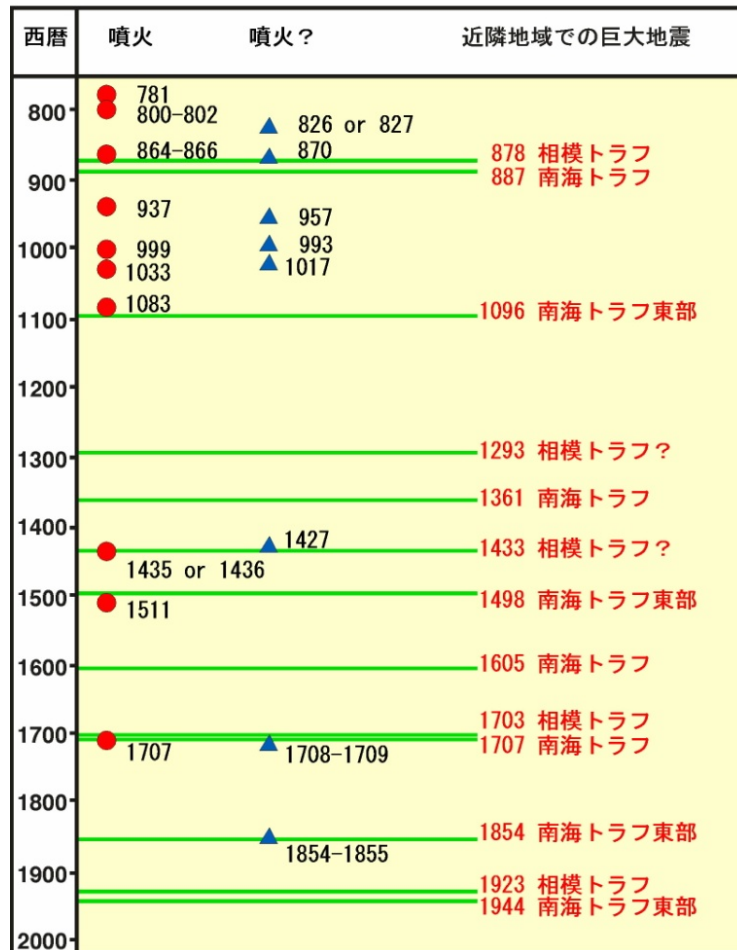
活火山: 最近1万年以内に噴火したか現在も活発な噴気活動



火山噴火の長期予測は困難！

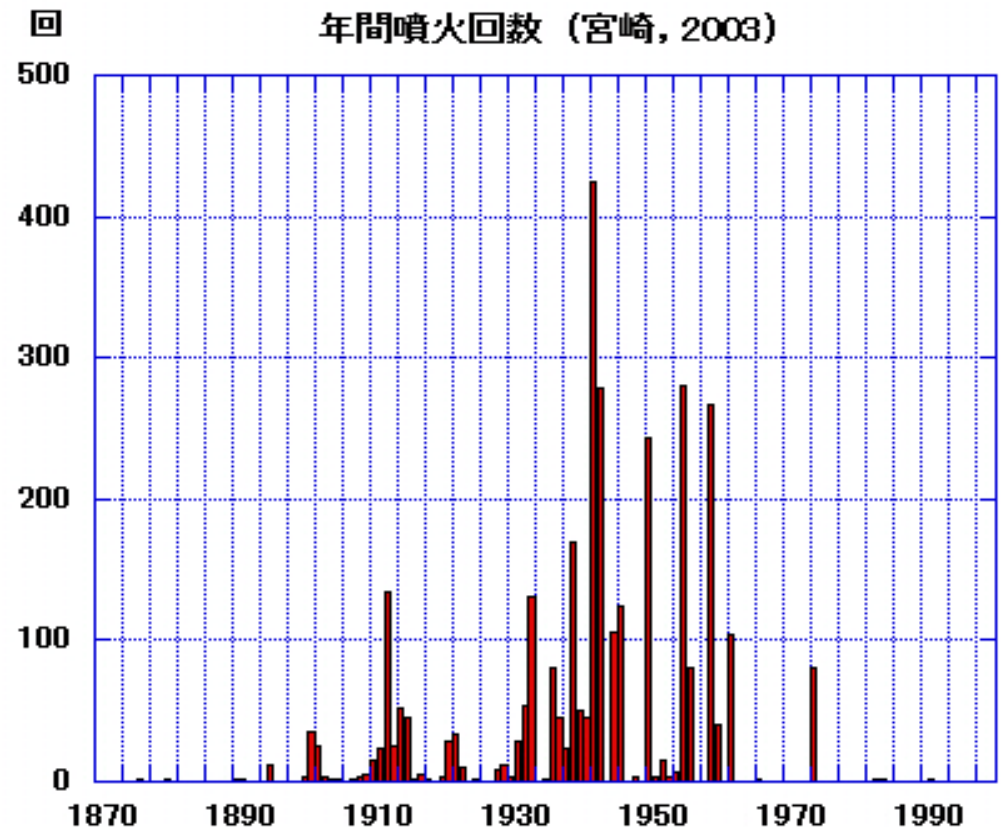
噴火は必ずしも規則的でない

富士火山の歴史噴火



小山真人(2002)による

浅間火山の噴火



最近の主な火山活動 (除く桜島, 諏訪之瀬島)

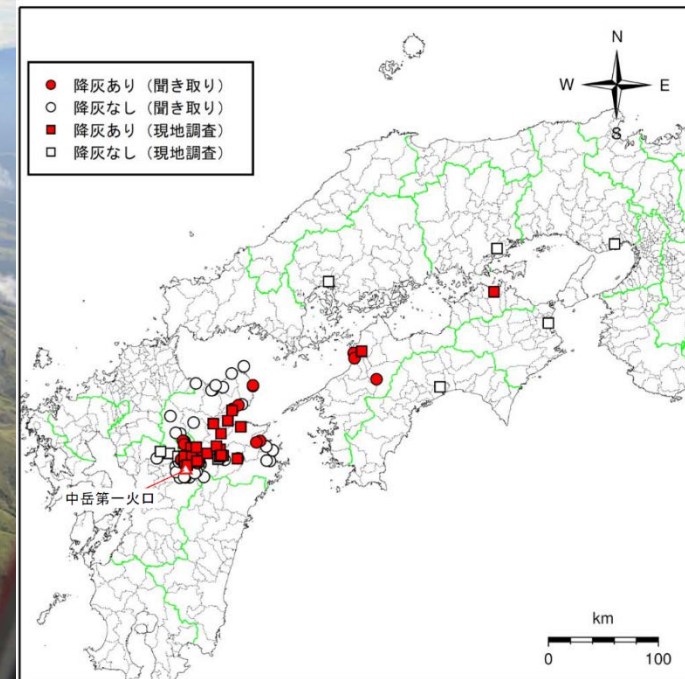
- 2000.3 有珠山 (マグマ水蒸気噴火) 100万トン
- 2000.6 三宅島 (マグマ水蒸気噴火) 2000万トン
- 2004.9 浅間山 (マグマ噴火) 40万トン
- 2008.8 新燃岳 (水蒸気噴火) ?
- 2009.2 浅間山 (マグマ噴火) 4万トン
- 2010.3-6 新燃岳 (水蒸気噴火)
- 2011.1 新燃岳 (マグマ噴火) ~5000万トン
- 2013.11~西ノ島 (マグマ噴火) ~4億トン
- 2014.8 口永良部 (水蒸気噴火) 10万トン
- 2014.8-2016.3 阿蘇山 (マグマ噴火) 500万トン?
- 2014.9 御嶽山 (水蒸気噴火) 50万トン
- 2015.5 口永良部 (マグマ水蒸気噴火) ?
- 2015.6 浅間山 (マグマ水蒸気噴火?) ?
- 2015.6 箱根山 (水蒸気噴火) ~100トン?
- 2016.10 阿蘇山 (マグマ水蒸気噴火?) ~100万トン?

西之島を除けば, やや大規模ないし中規模以下で,
100万トン以下の小規模噴火が大多数

阿蘇2016.10.08噴火

・香川県でも降灰確認

国土交通省災害対策ヘリコプターはるかぜから撮影



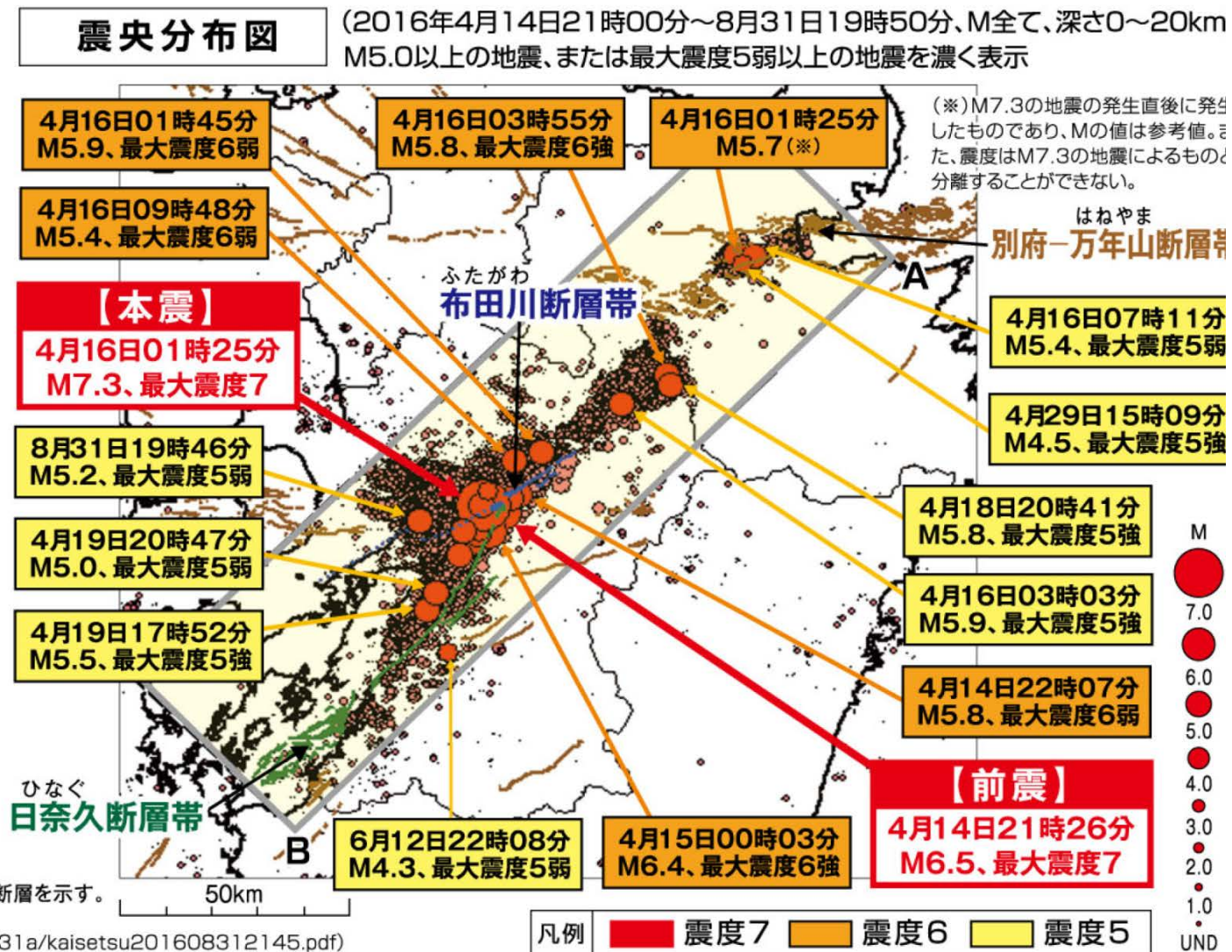
気象庁による聞き取り調査

- 平成28年4月14日、21時26分に熊本県益城町で最大震度7を観測する地震 **前震** が発生し、熊本県は災害対策本部を設置した。
- さらに4月16日1時25分には、益城町、西原村で最大震度7を観測する地震 **本震** が発生した。
- **震度7を28時間以内に2回観測したのは観測史上、初めて。**

熊本県から 大分県にかけての 地震活動の状況

(8月31日19時50分現在)

- **前震**は、日奈久断層帯、**本震**は、布田川断層帯の活動によると考えられる。
- 本震以降、北西方向(阿蘇・大分方面)でも地震が発生。
- 北東～南西約100kmにわたって震源域が分布。

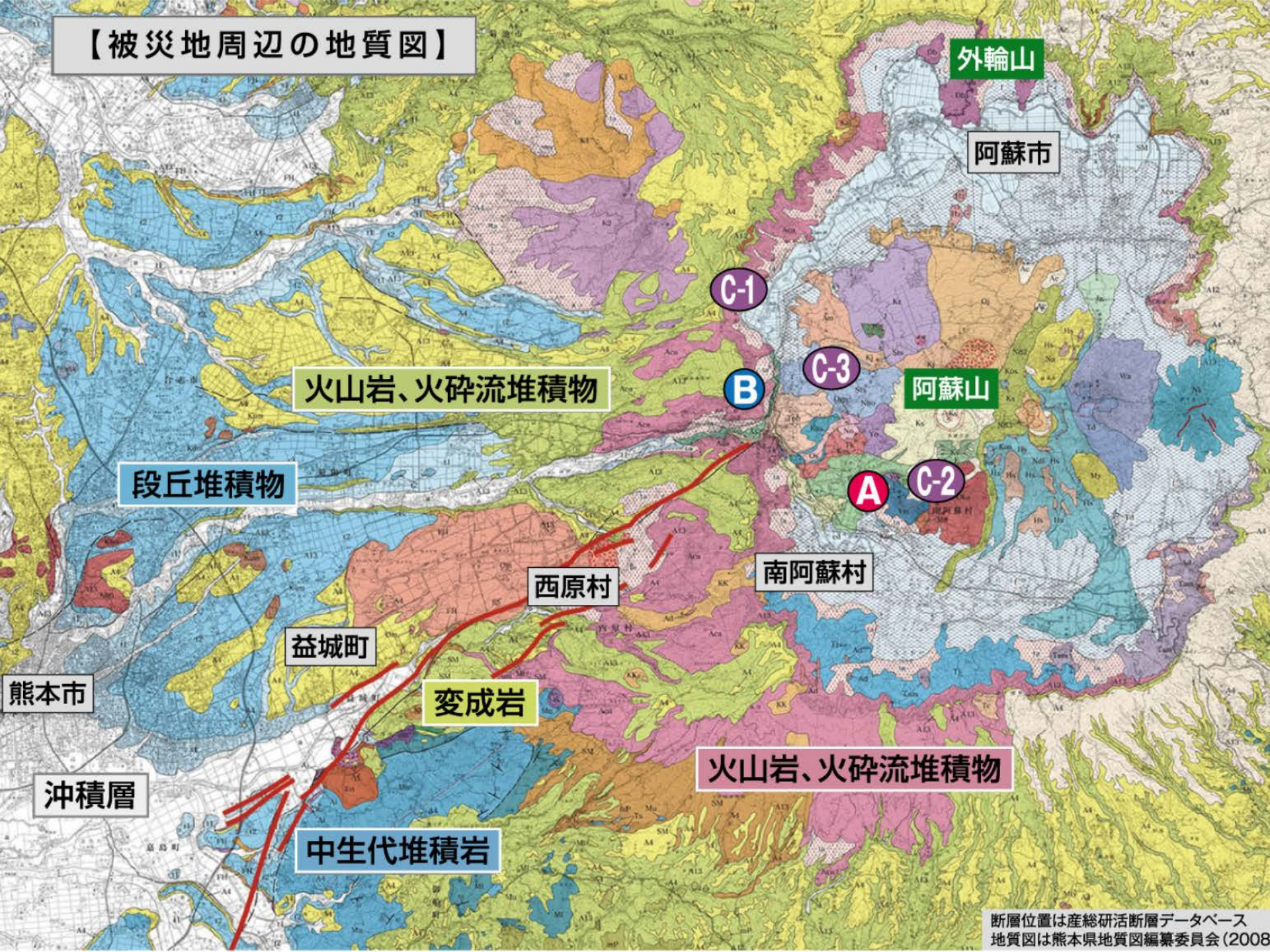


震央分布図中の青・緑・茶色の各線は、地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す。

出典：気象庁ホームページ

(<http://www.jma.go.jp/jma/press/1608/31a/kaisetsu201608312145.pdf>)

【被災地周辺の地質図】



外輪山

阿蘇市

C-1

B

C-3

阿蘇山

A

C-2

火山岩、火砕流堆積物

段丘堆積物

南阿蘇村

西原村

益城町

熊本市

変成岩

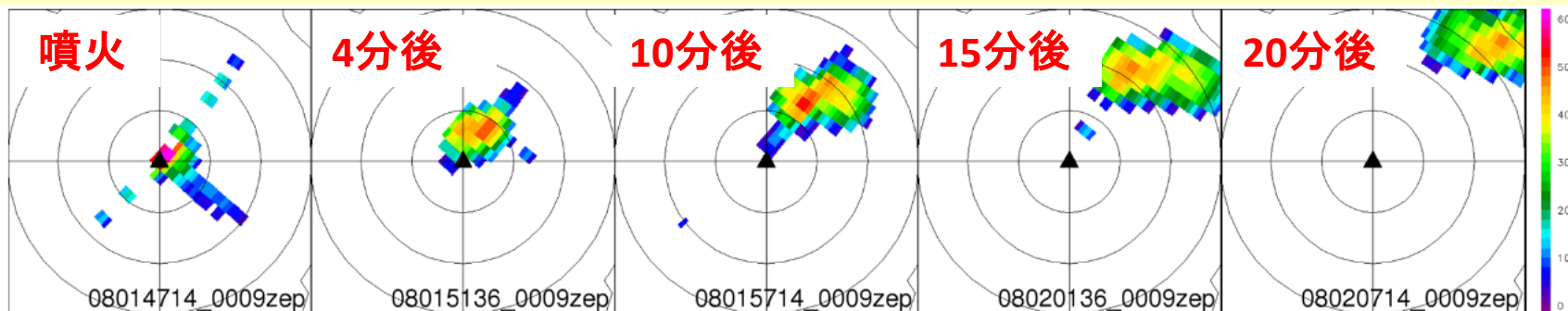
火山岩、火砕流堆積物

沖積層

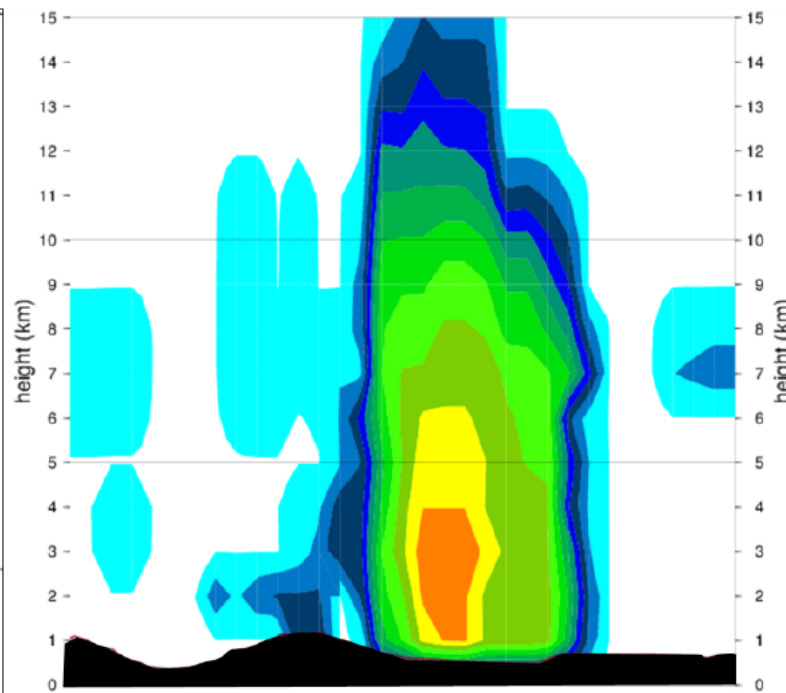
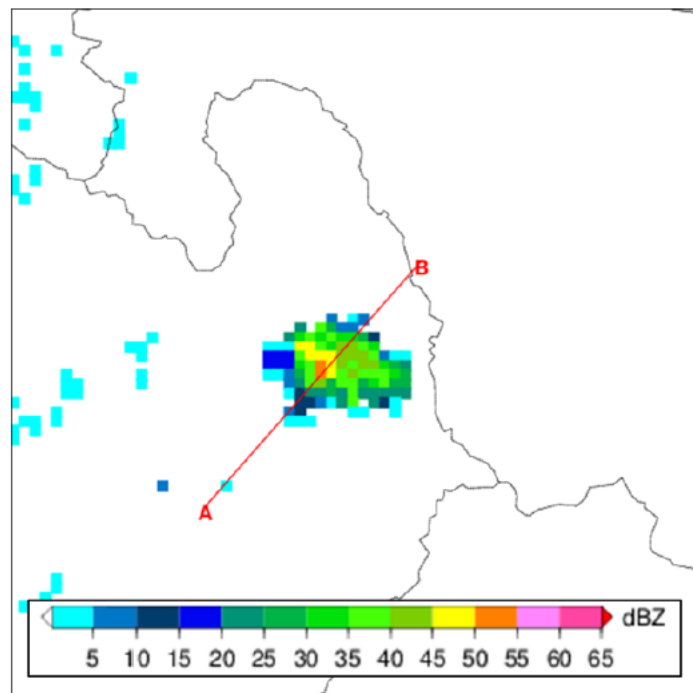
中生代堆積岩

レーダーで見た阿蘇噴火の噴煙

火口直上の噴煙は10分程度：**継続性なし**



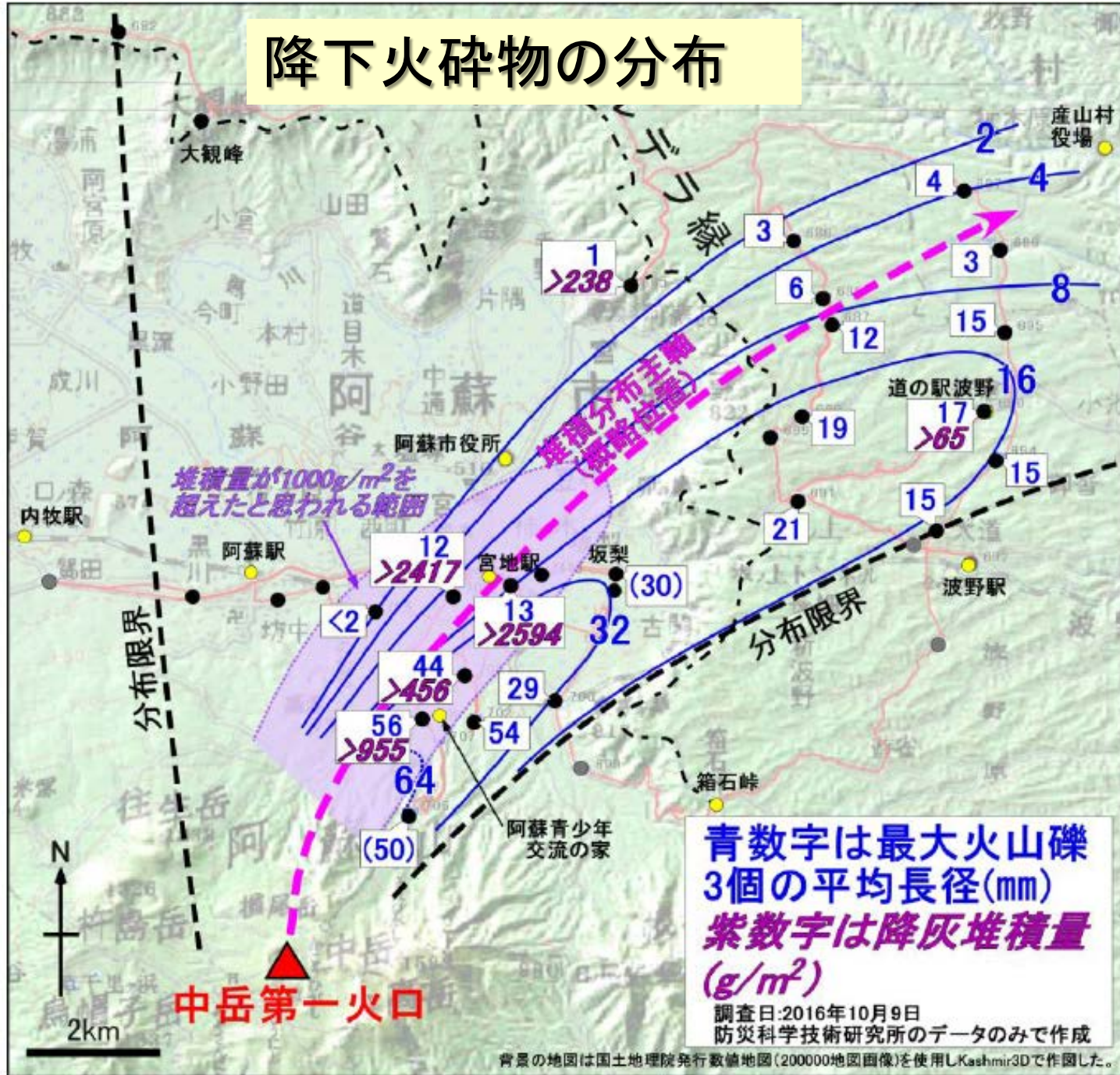
福岡レーダー 0.9° (91km) 同心円は5, 10, 15km



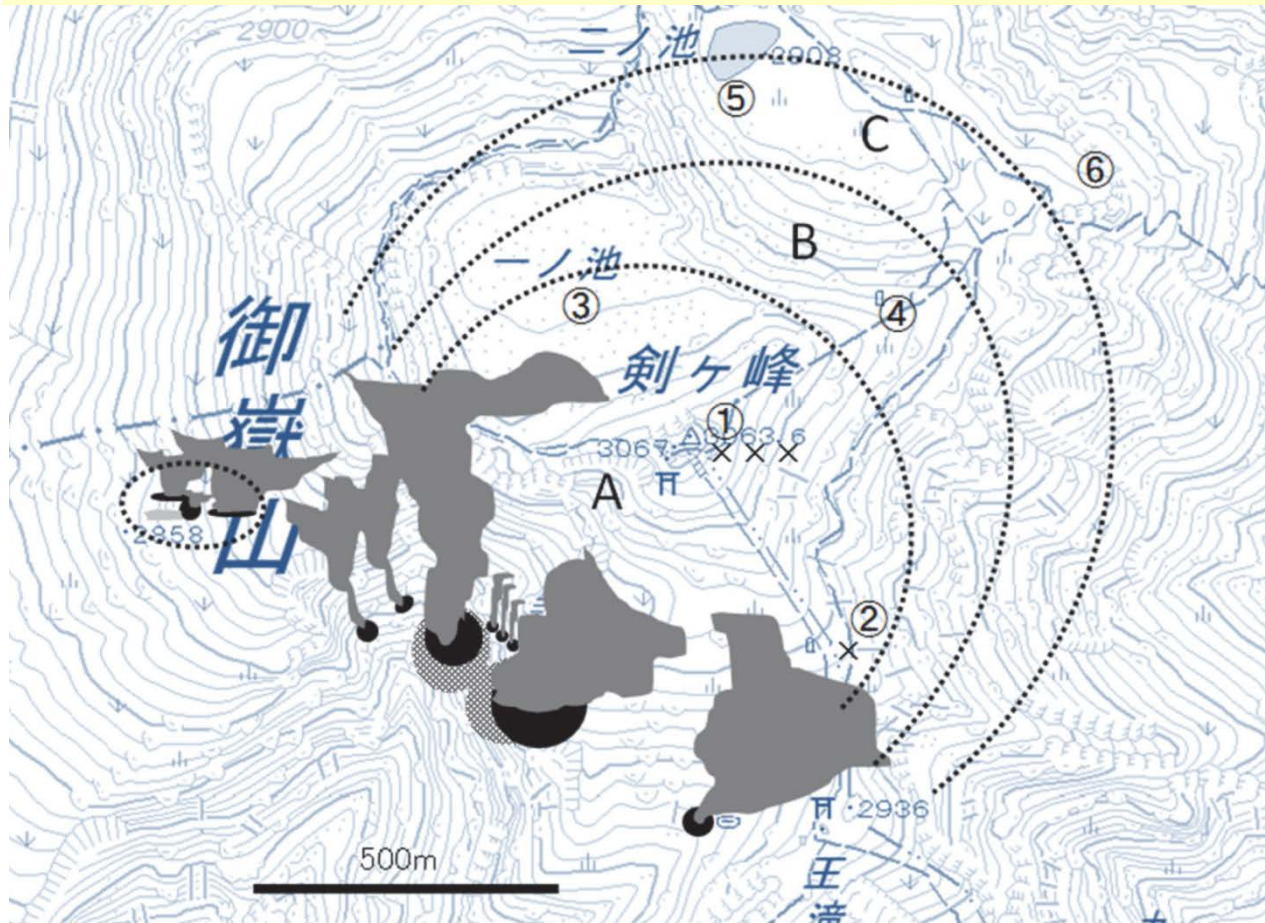
2016年10月8日2時00分における反射強度CAPPI(3km)と断面図

©気象研究所

降下火砕物の分布



御嶽山2014年噴火



直径数cm以上のインパクトクレーターの分布状況

Aゾーン: 非常に多い (~10個以上 / 4mx4m)

Bゾーン: 多い (~5個以上 / 4mx4m)

Cゾーン: 存在する (5個以下 / 4mx4m)

犠牲者多数の原因

- 好天の週末、紅葉の季節、昼食時
 - 多数の登山客が見晴らしのよい山頂付近に滞在
- 噴火の最初にクライマックス
 - 1979年噴火は早朝に発生、昼過ぎにクライマックス
- 山小屋に駆け込んだ登山客は無事
 - 噴火地点の近くでは降灰のため視界喪失
 - 逃げ遅れると、動くことすら不可能
- 噴火警戒レベルが1(平常)のまま
 - 地震急増の解説情報は登山客の注意を惹かず
 - 各役場は山小屋などに異常を問い合わせ

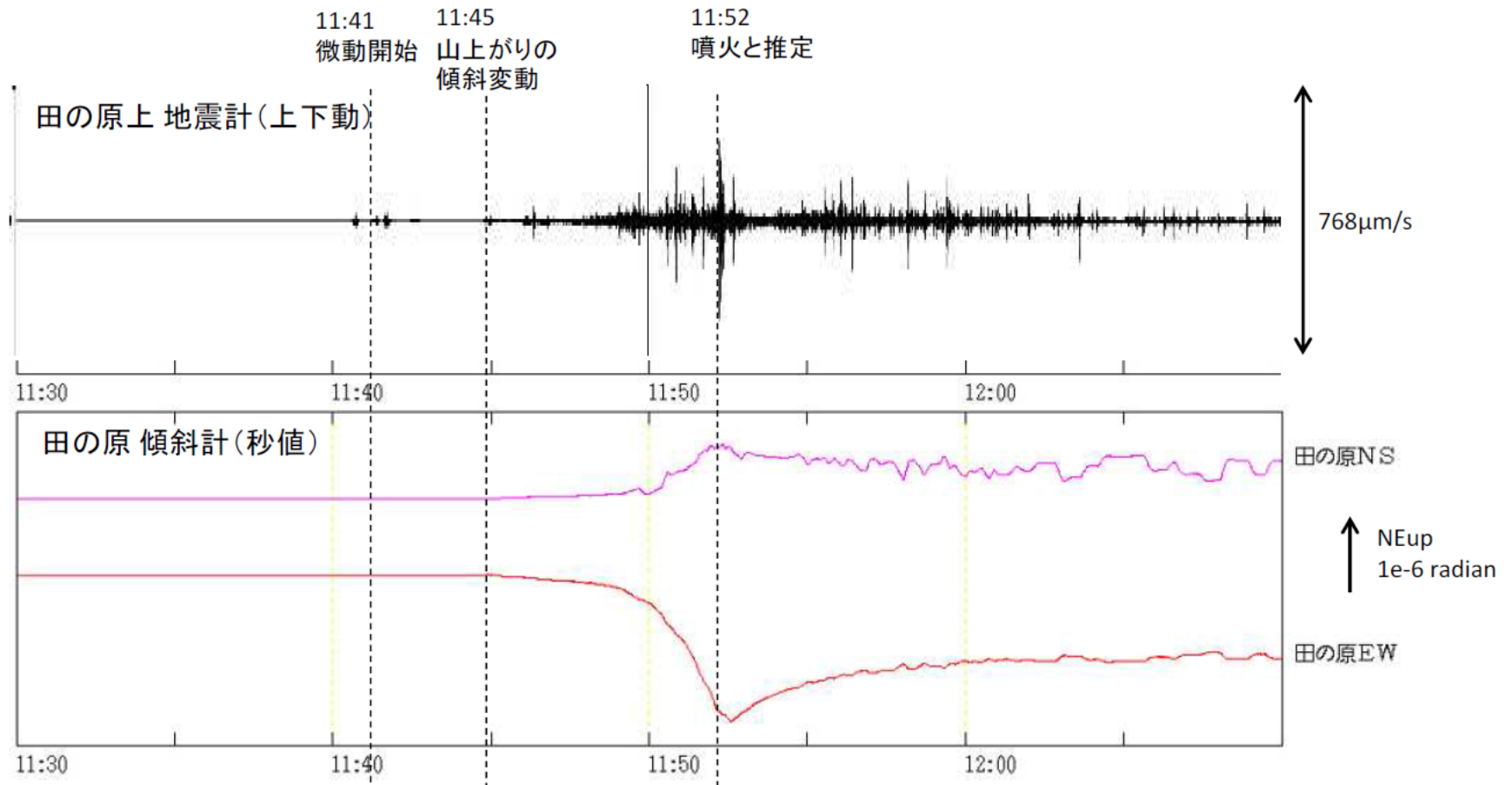
噴火警戒レベル

地元自治体や関係機関等との調整を図り、2016年11月現在、37火山で導入

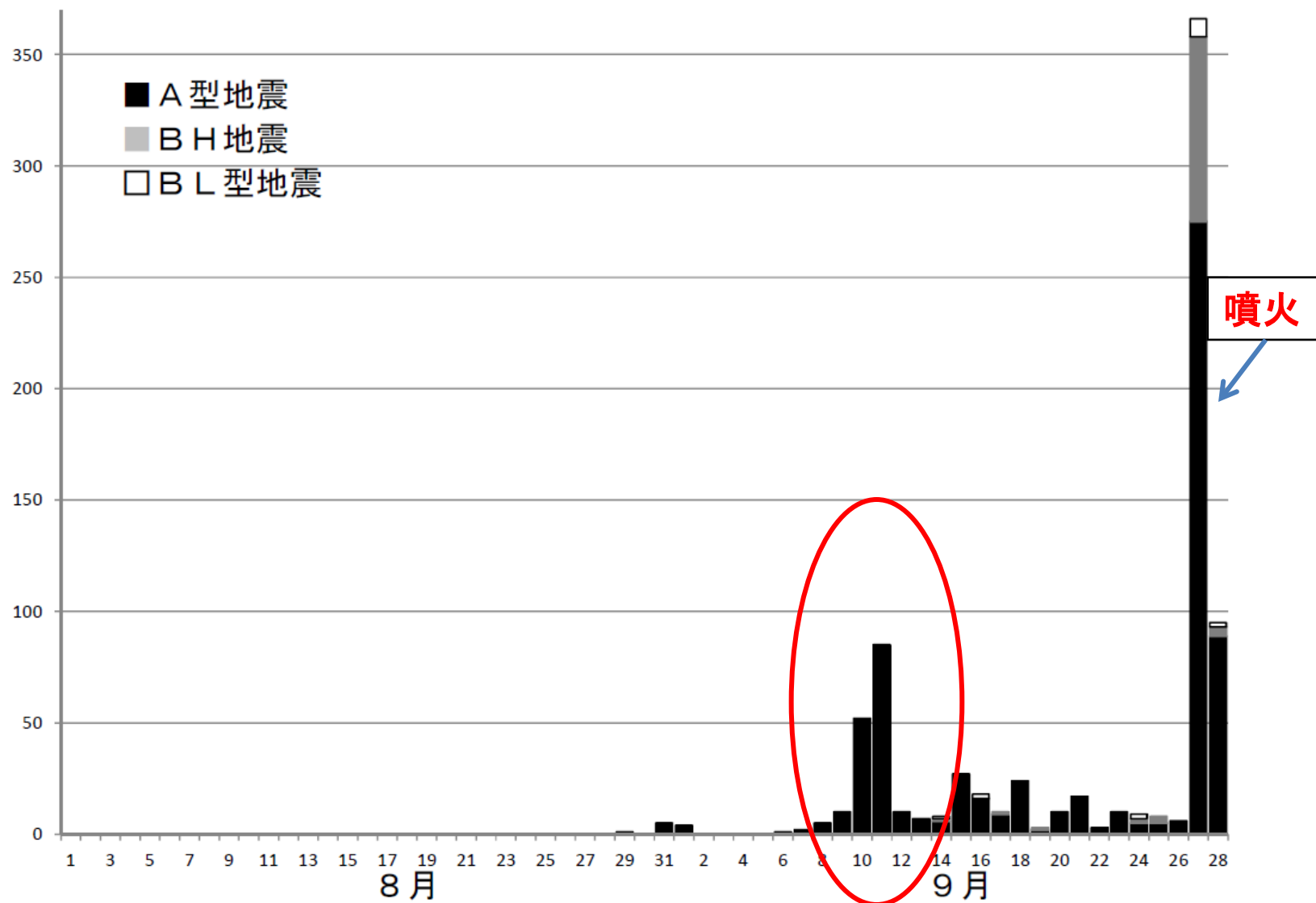
種別	名 称	対象範囲	レベルとキーワード	説明		
				火山活動の状況	住民等の行動	登山者・入山者への対応
特別 警報	噴火警報 (居住地域) 又は 噴火警報	居住地域 及び それより 火口側	レベル5 避難 	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生、あるいは切迫している状態にある。	危険な居住地域からの避難等が必要（状況に応じて対象地域や方法を判断）。	
			レベル4 避難準備 	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生すると予想される（可能性が高まってきている）。	警戒が必要な居住地域での避難の準備、災害時要援護者の避難等が必要（状況に応じて対象地域を判断）。	
警報	噴火警報 (火口周辺) 又は 火口周辺警報	火口から 居住地域 近くまで	レベル3 入山規制 	居住地域の影響を及ぼす噴火が発生する（この範囲に入った場合、噴火が発生する可能性がある）。	御嶽山噴火以前は「平常」というキーワード	山禁止・入山規制等、危険な地域の立入規制等（状況に応じて規制範囲を判断）。
		火口周辺	レベル2 火口周辺規制 	火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生する（この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ）。		
予報	噴火予報	火口内等	レベル1 活火山であることを留意 	火山活動は静穏。火山活動の状態によって、火口内で火山灰の噴出等が見られる（この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ）。	通常の生活。	特になし（状況に応じて火口内への立入規制等）。

御嶽山2014年噴火

明確な前兆は噴火11分前！



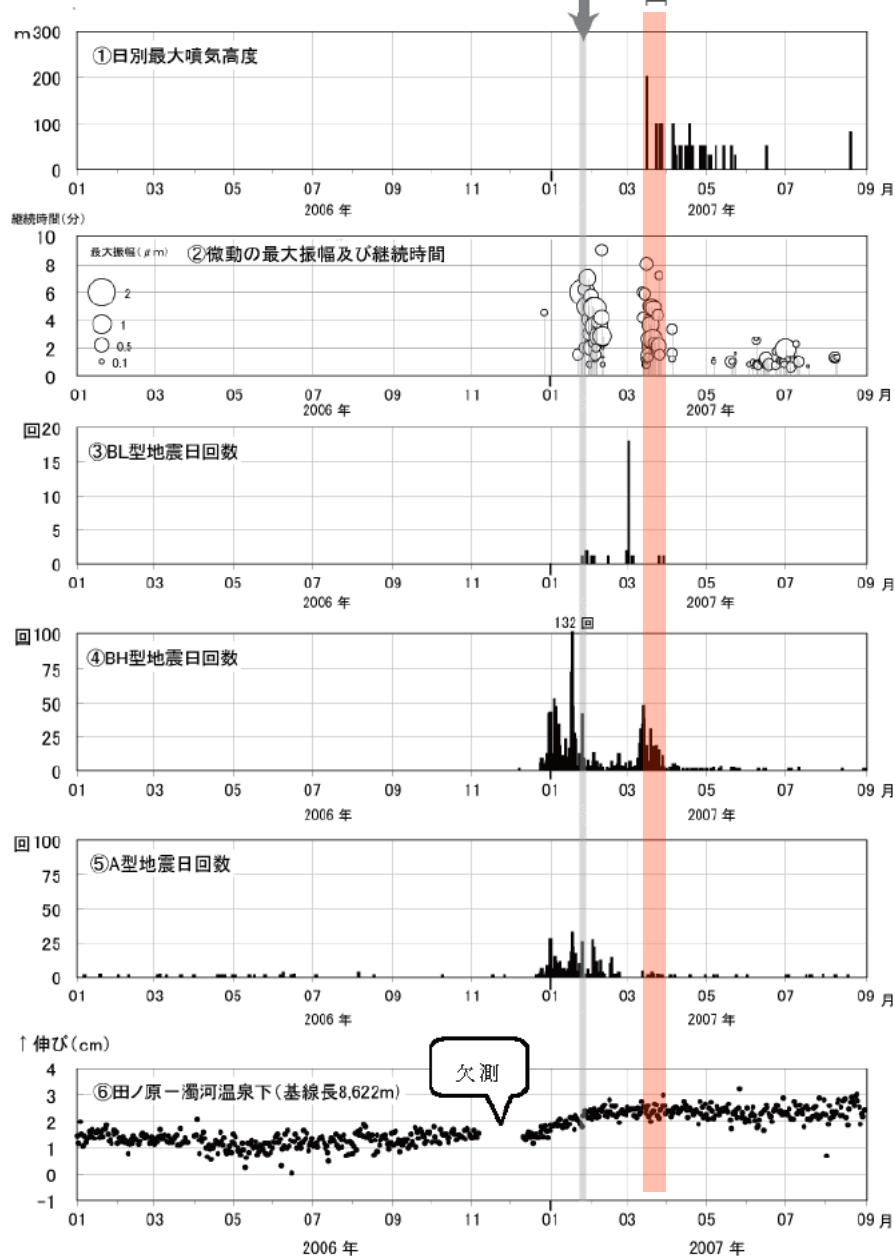
御嶽山2014, 地震活動



(超長周期地震)

VLF

ごく小規模な噴火



御嶽山2007年 噴火

- ・噴火数か月前から山体が膨らむ地殻変動継続
- ・約3か月前から地震回数増加、1時期は1日132回も！

M9の地震は火山噴火を誘発？

- **1952年カムチャツカ地震(M9)**
 - カルピンスキ(翌日)ほか2火山が3カ月以内
 - 3年後のベズイミアニは1000年の休止後
- **1957年アリューシャン地震(M9): アンドレアノフ地震**
 - ヴィゼヴェドフ(4日後)
- **1960年チリ地震(M9.5)**
 - コルドンカウジェ(2日後)ほかに3火山が1年以内
- **1964年アラスカ地震(M9.2)**
 - トライデント(2ヶ月後), リダウト(2年後)
- **2004年スマトラ地震(M9.2)**
 - タラン(4ヶ月後), メラピ(1年3カ月後), ケルート(3年後)
- **2010年チリ地震(M8.8)**
 - コルドンカウジェ(1年3ヶ月後)

2011年3月11日後の火山活動

- 北海道から九州に至る22火山の直下で地震活発化
- 箱根, 焼岳などでは有感地震も発生
- 桜島, 霧島山新燃岳で噴火: ただし, 地震前から噴火活動有(地震の影響は不明)
- 富士山直下地震(3.15, M6.4)は噴火につながらず
- 西之島の噴火活動(2013.11.20)は因果関係不明
- 明確な誘発噴火は未だ発生せず

スマトラ地震(2004)の6年後に約1000年ぶりに噴火したシナブン火山の例も?!

現在、噴火警報 や火山の状況に 関する解説情報 を発表している 火山(全国)

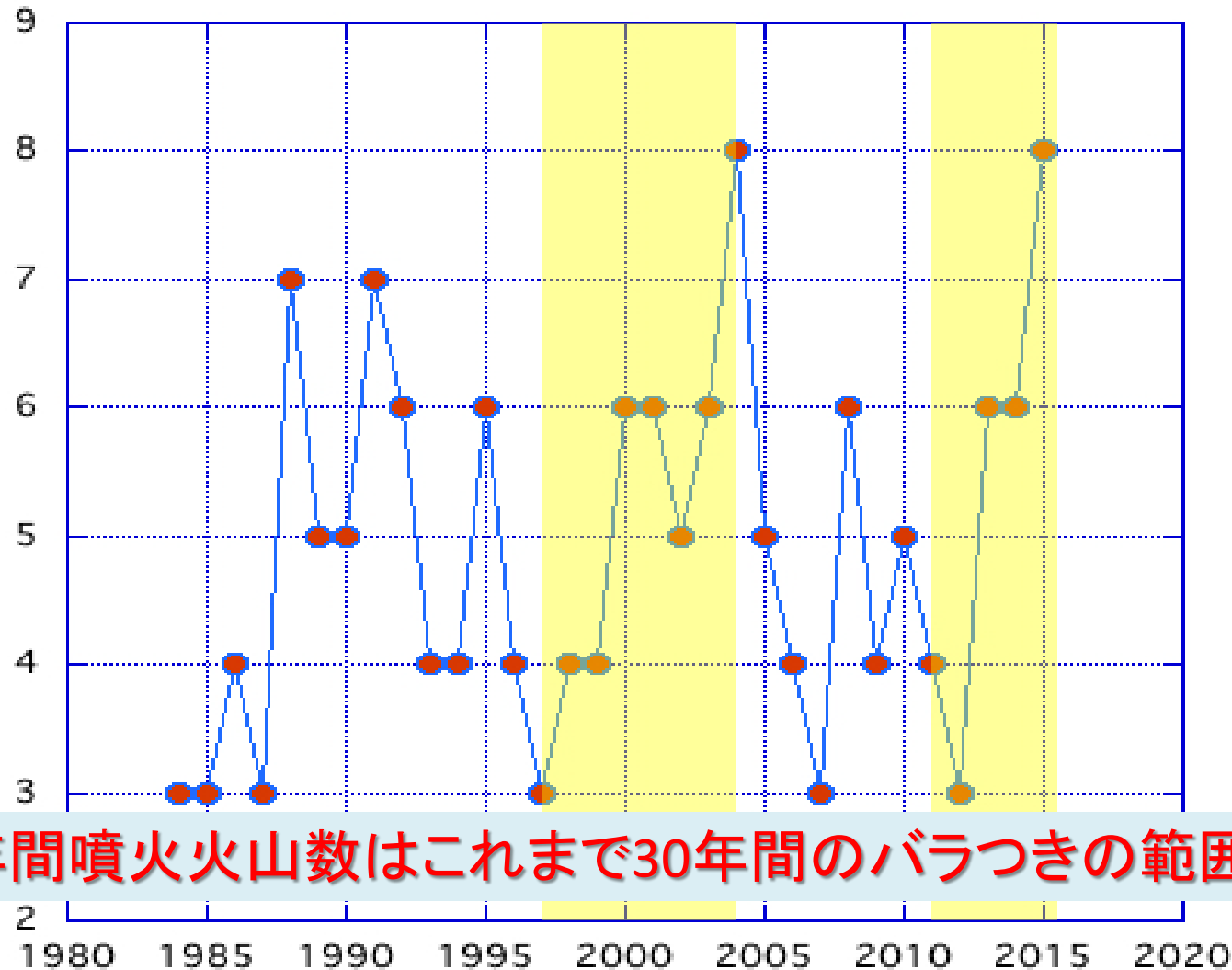


噴火警戒レベル対象火山	噴火警戒レベル対象外火山	海底火山
▲ レベル5(避難)^{※1} ▲ レベル4(避難準備)^{※1} ▲ レベル3(入山規制) ▲ レベル2(火口周辺規制) △ レベル1(活火山であることに留意)^{※2}	● 居住地域嚴重警戒^{※1} ● 入山危険 ● 火口周辺危険 ○ 活火山であることに留意^{※2}	◎ 周辺海域警戒 ◎ 活火山であることに留意^{※2}

気象庁HPから
2015.10.12 現在

噴火火山が増えている訳ではない

年間噴火火山数（除く北方領土）



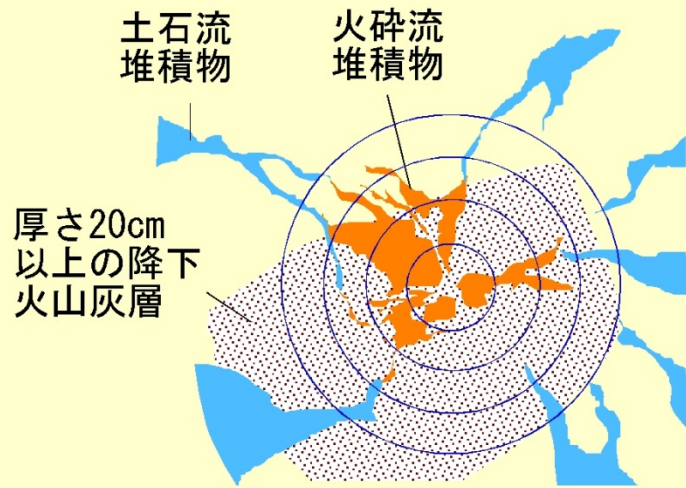
年間噴火火山数はこれまで30年間のバラつきの範囲内

御嶽山効果と火山活動活発化

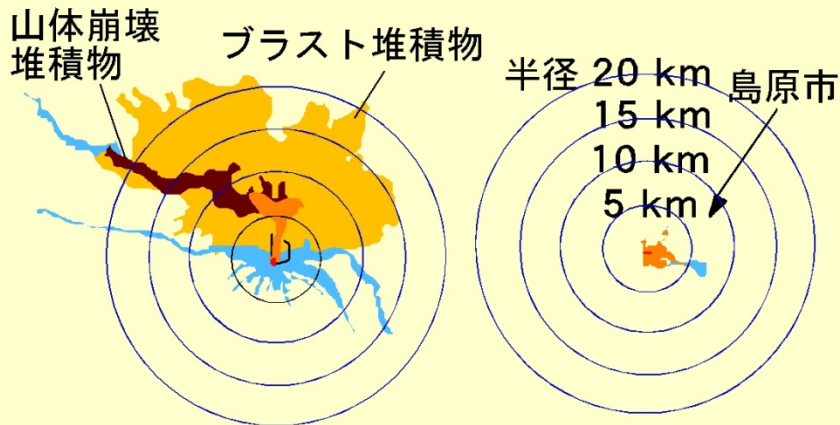
- メディアには議題（アジェンダ）設定機能というものがあり、「今どんなことが問題か」を指し示す役割がある。そしていったん、社会的なアジェンダになると、普段ならば優先順位が低いニュースでも、積極的に報じられるようになる。（神里達博、2016.12.16, 月刊安心新聞、朝日新聞）
- 御嶽山の事故以降、「火山噴火に関する情報は重要」というアジェンダ提示。本来、ローカル版に載るかどうかの火山に関する情報も、全国版に！ → 火山活動が活発化したように感じられる（御嶽山効果！）

火山活動はまだ活発化していない
活発化はこれから！

日本が最近経験した噴火はごく小規模



ピナツボ1991年噴火



セントヘレンズ
1980年噴火

雲仙普賢岳
1990-95年噴火

戦後最大規模の噴火である雲仙普賢岳噴火は5年間で5億トン、セントヘレンズ、ピナツボともにほぼ数日で数十～百億トン。

17世紀以降の火山噴火

	噴出物の量	
	25億トン以上	8～25 億トン
17 世紀	北海道駒ヶ岳（1640）	北海道駒ヶ岳（1694）
	有珠山（1663）	
	樽前山（1667）	
18 世紀	樽前山（1739）	富士山（1707）
	桜島（1779-82）	伊豆大島（1777-79）
		浅間山（1783）
		雲仙岳（1792）
19 世紀	磐梯山※（1888）	有珠山（1822）
		有珠山（1853）
		北海道駒ヶ岳（1856）
20 世紀	桜島（1914）	北海道駒ヶ岳（1929）
21 世紀	？	？

・最近の火山噴火はごく小規模だが、21世紀中には中～大規模の噴火が5～6回発生すると想定すべき

9世紀に酷似する最近の地震活動

- ・貞観地震(869)の直前に中越地震
- ・貞観地震(869)の約20年後に仁和地震(887)

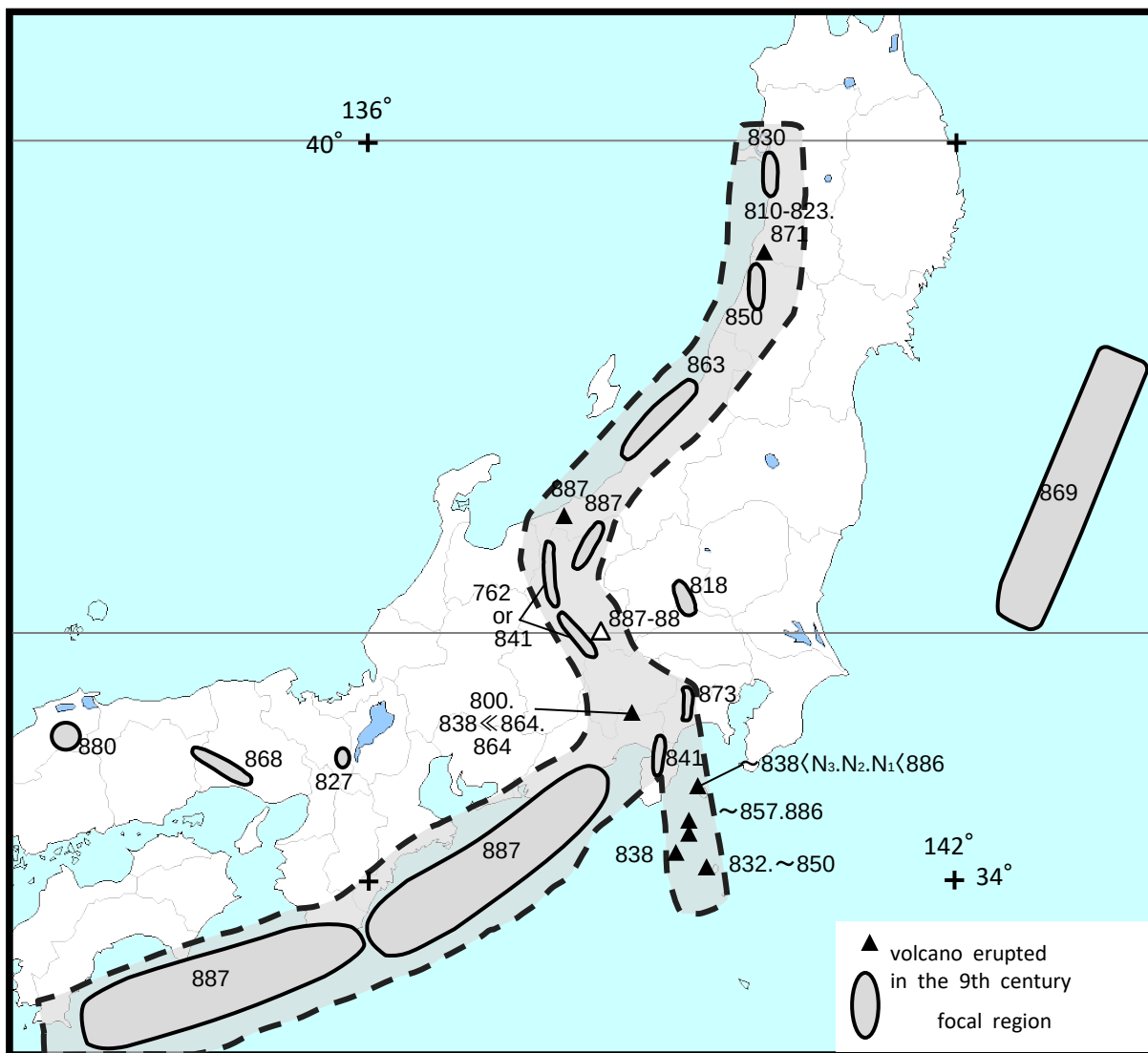
・羽越, 中越, 信越, 東海・
東南海・南海地震が貞観
地震の前後に発生

大地動乱の時代

・863年の中越地震 vs 2004
年中越地震 & 2007年中越沖
地震

・869年の貞観地震 vs 2011
年東北地方太平洋沖地震

・887年南海・東南海での地震
vs 想定南海トラフ三連動地震



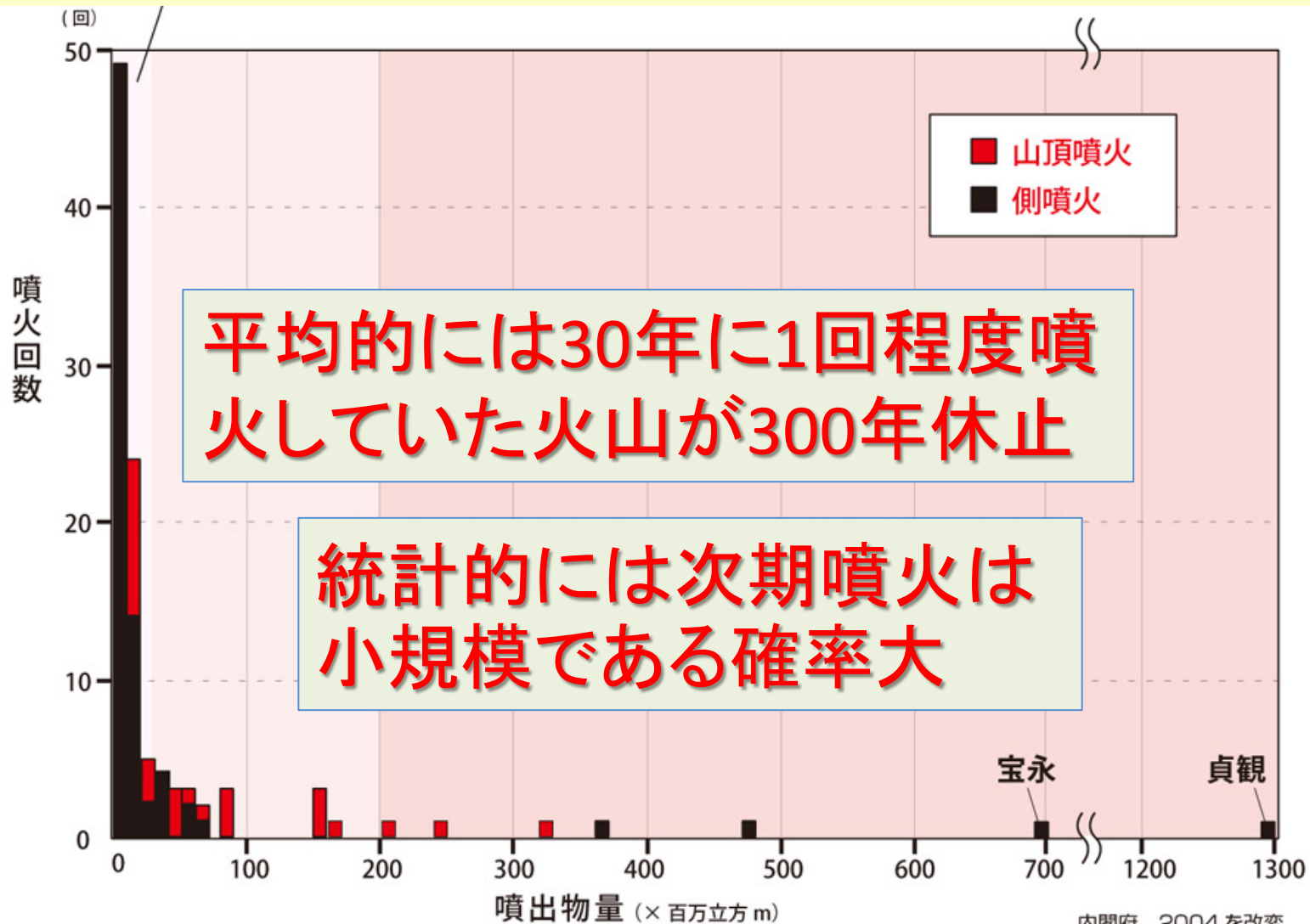
大地動乱の9世紀には火山活動も活発

• 9世紀中・後期の火山噴火多発

- 神津島噴火(838), 富士山噴火(864-866), 伊豆大島噴火(838, 886), 三宅島噴火(832-850), 新島噴火(856), 鳥海山噴火(871)
- 阿蘇(864,867), 鶴見・伽藍(867), 開聞岳(874,885)

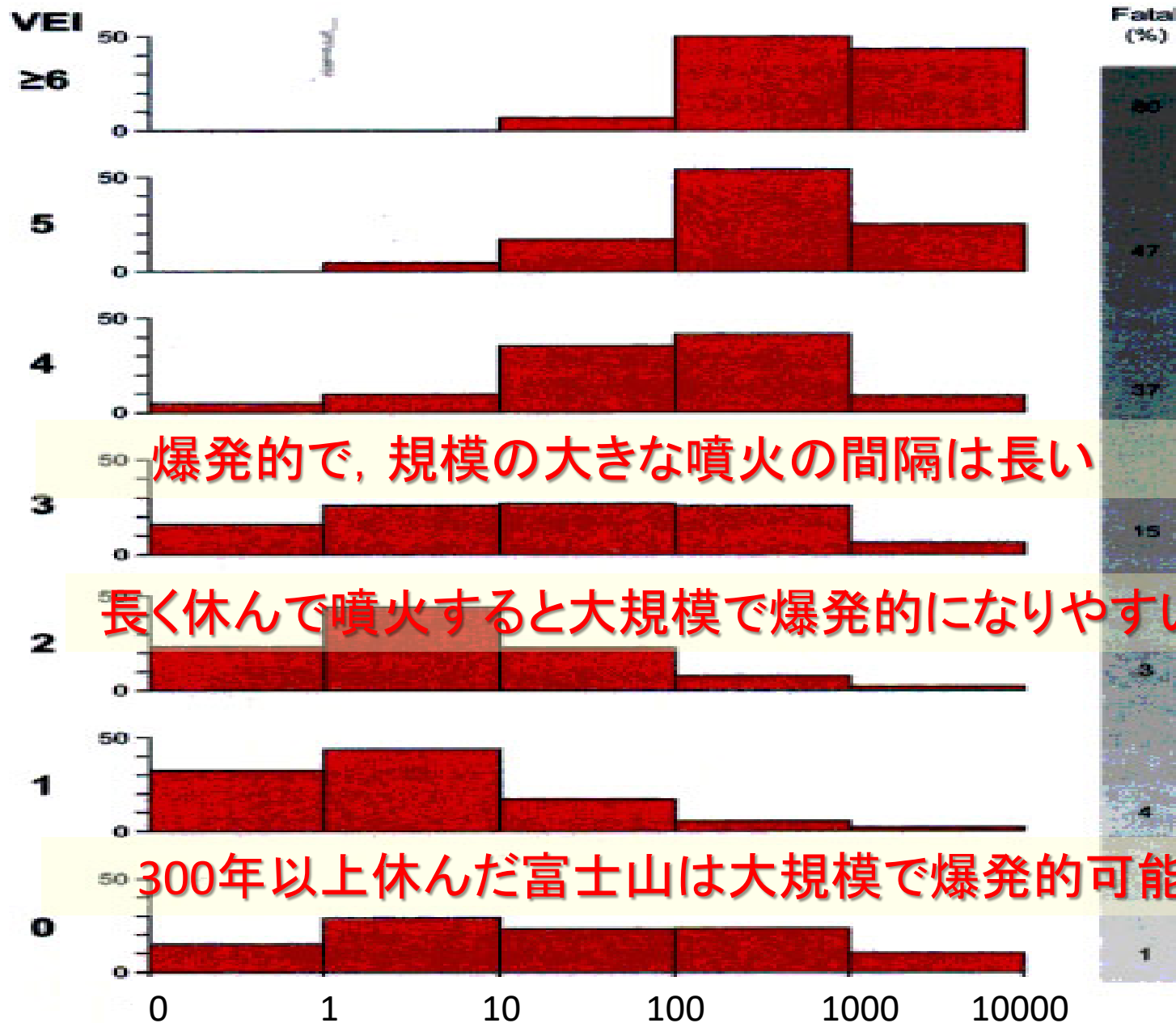
今後数十年は富士山を含む,
火山活動の活発化も

富士山の最近3200年間の噴火 規模(噴出物量)と回数



火山爆発指数

非常に爆発的



爆発的で、規模の大きな噴火の間隔は長い

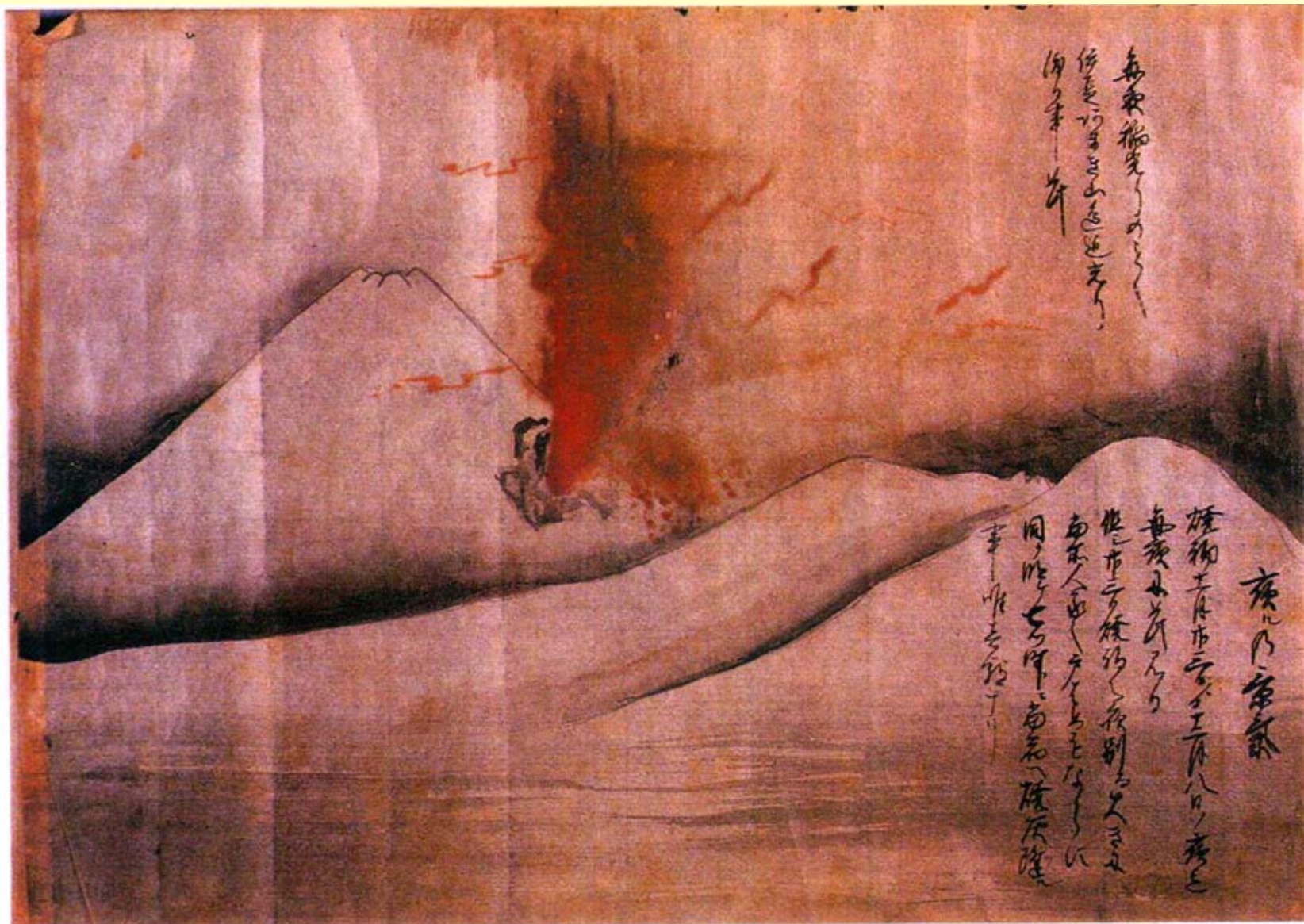
長く休んで噴火すると大規模で爆発的になりやすい

300年以上休んだ富士山は大規模で爆発的可能性？

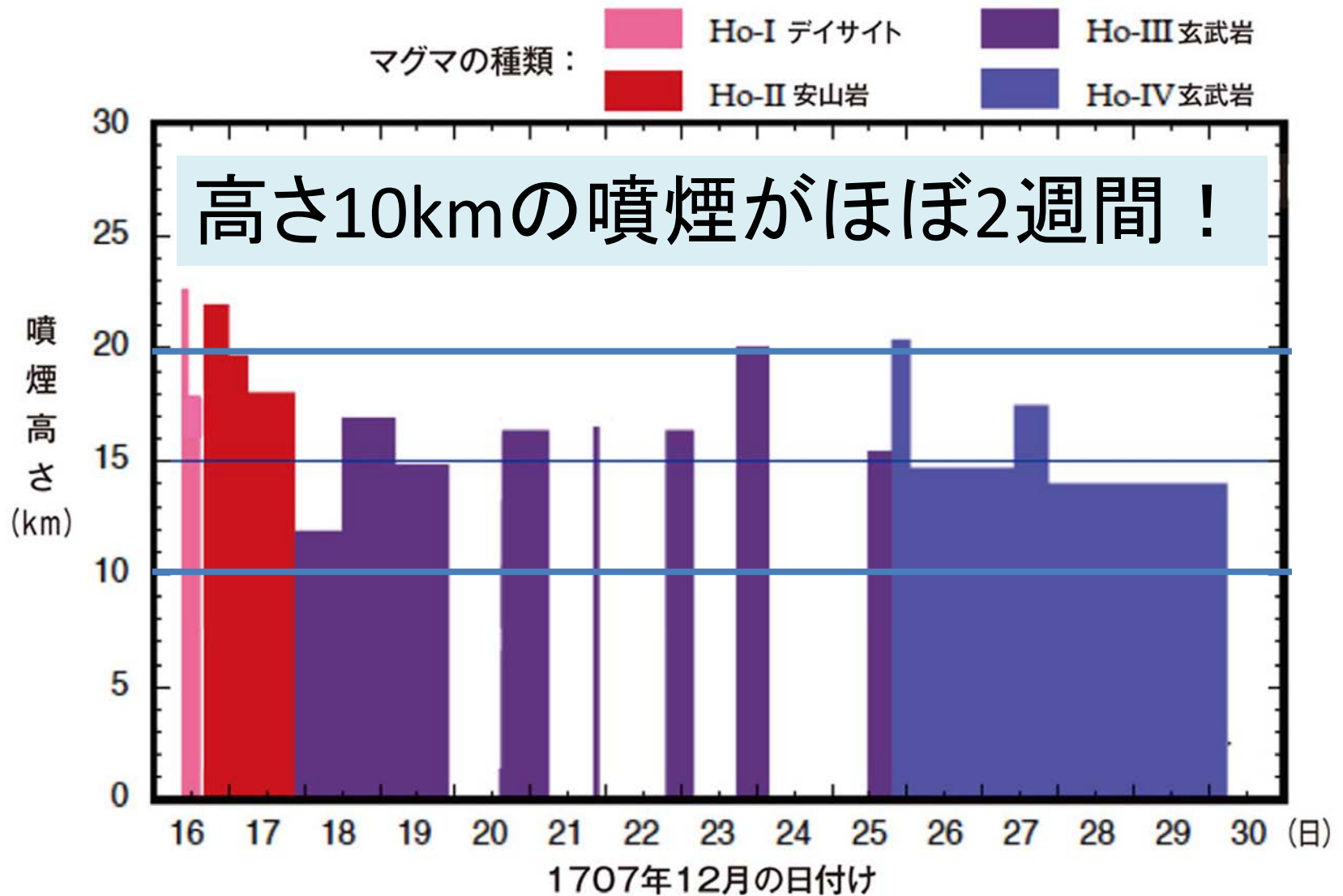
非爆発的

噴火間隔 (年)

富士山宝永噴火(1707 年)

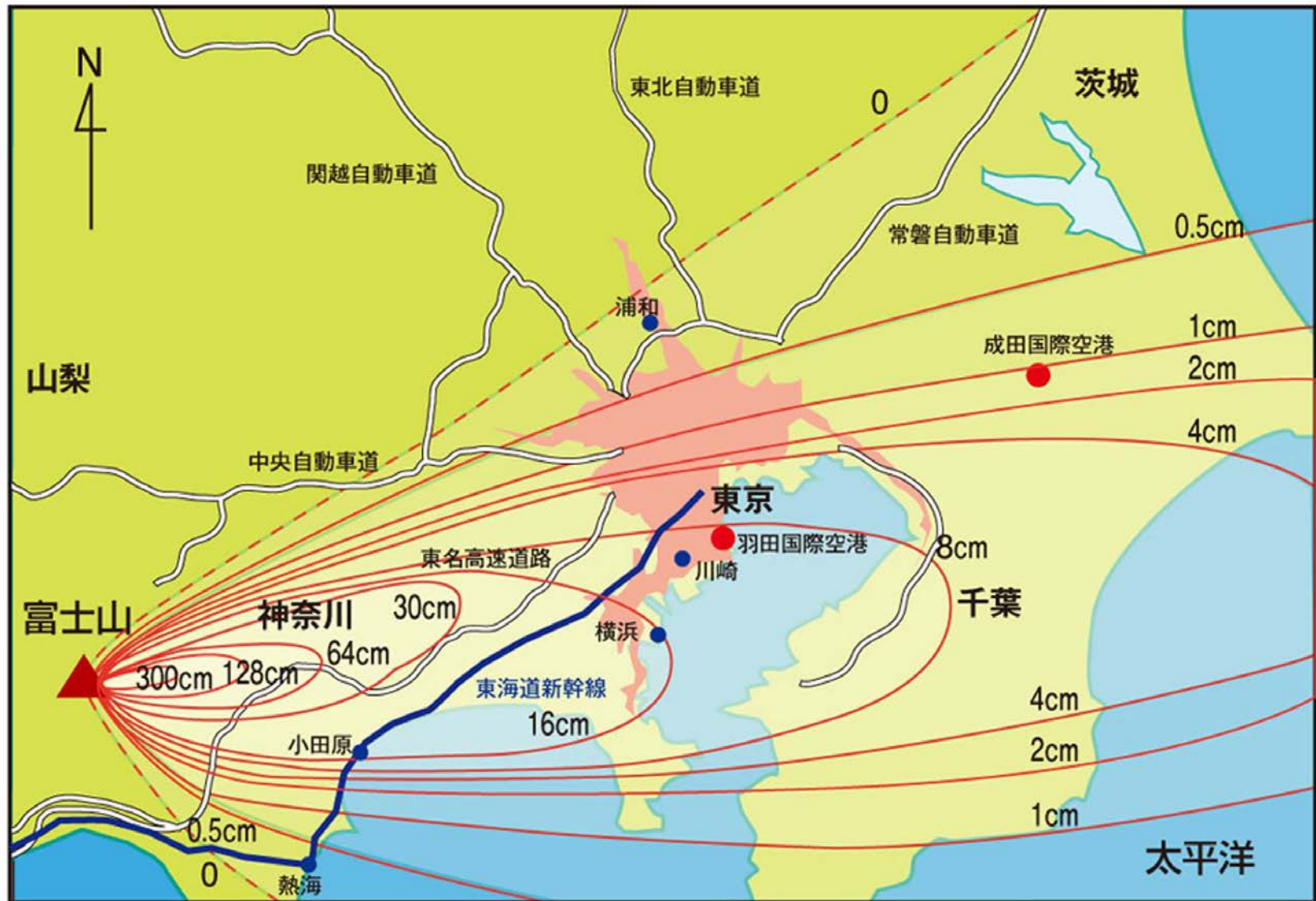


富士山宝永噴火の噴煙高さ



大噴火では噴煙は西風に流される

宝永噴火の降下火山灰・レキの厚さ分布



富士山噴火が首都圏に及ぼす影響

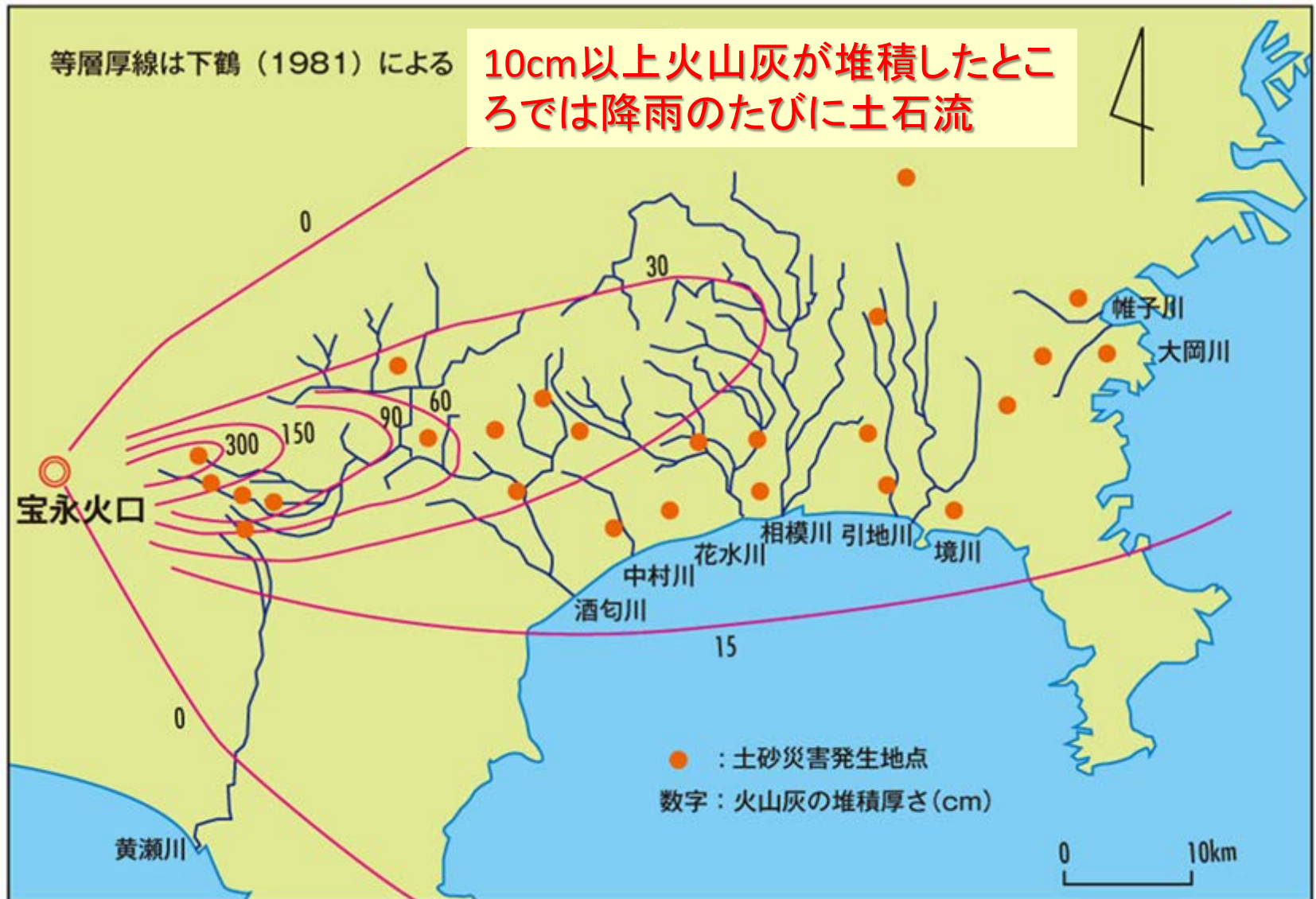
- 火山灰(ガラスの破片)の降下
 - 規模にもよるが都内23区で数千万立米
 - 交通困難(道路, 鉄道)
 - 火山灰の電線付着・断線による広域停電
 - 粒子サイズによっては電波障害, ショートによる停電, 電子機器の被害
- 東海道(新幹線, 東名)の不通
 - 噴出全量は数十億トン
 - 羽田, 成田の閉鎖(航空路の遮断)
 - 宝永噴火の場合は16日間連続噴煙

流通経済の破たん, 食糧不足

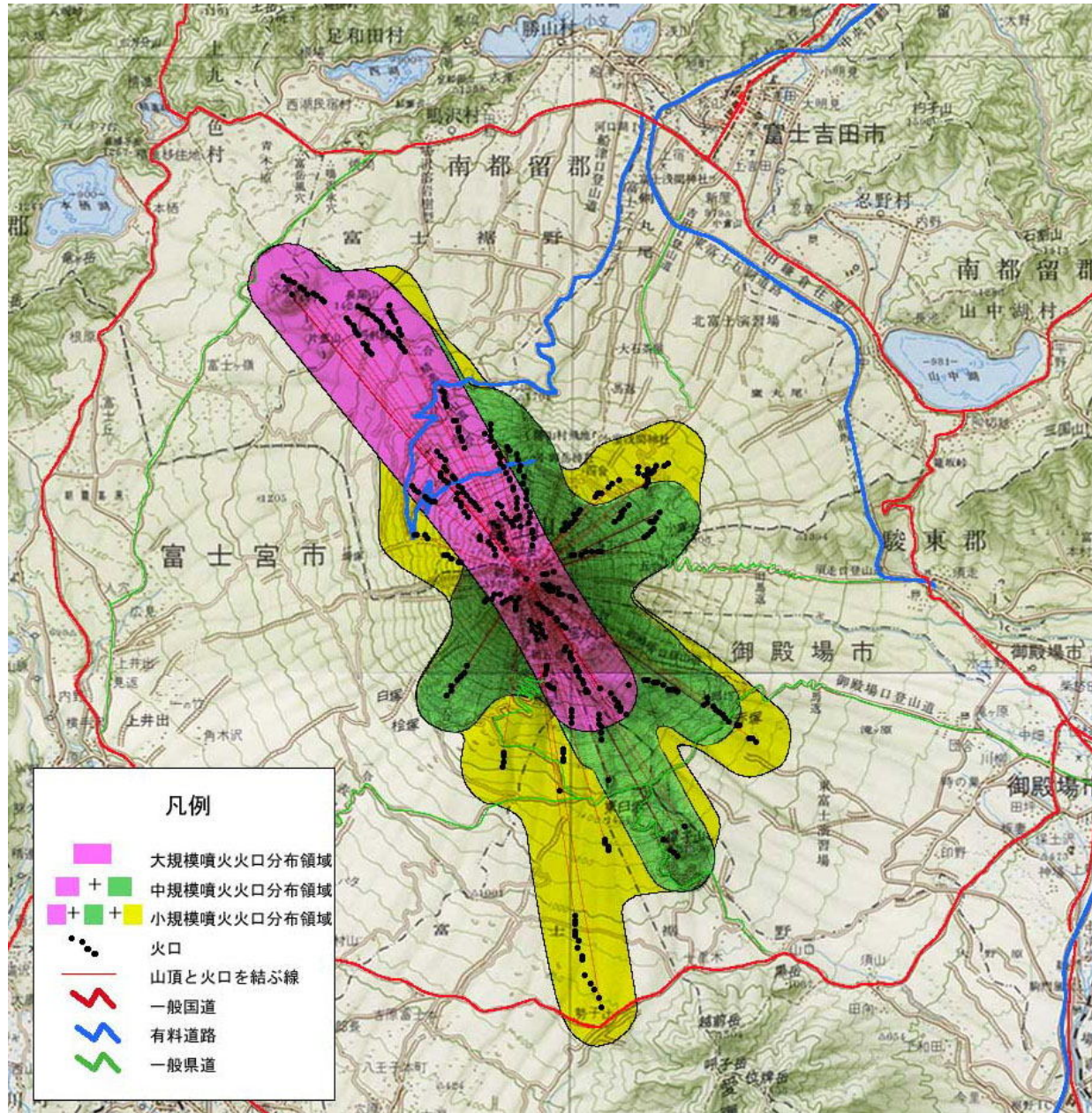
首都機能の破綻・日本経済への影響

火山災害は噴火の時だけでない！

噴火後も同時多発する土石流・洪水



次の噴火が始まる場所は？



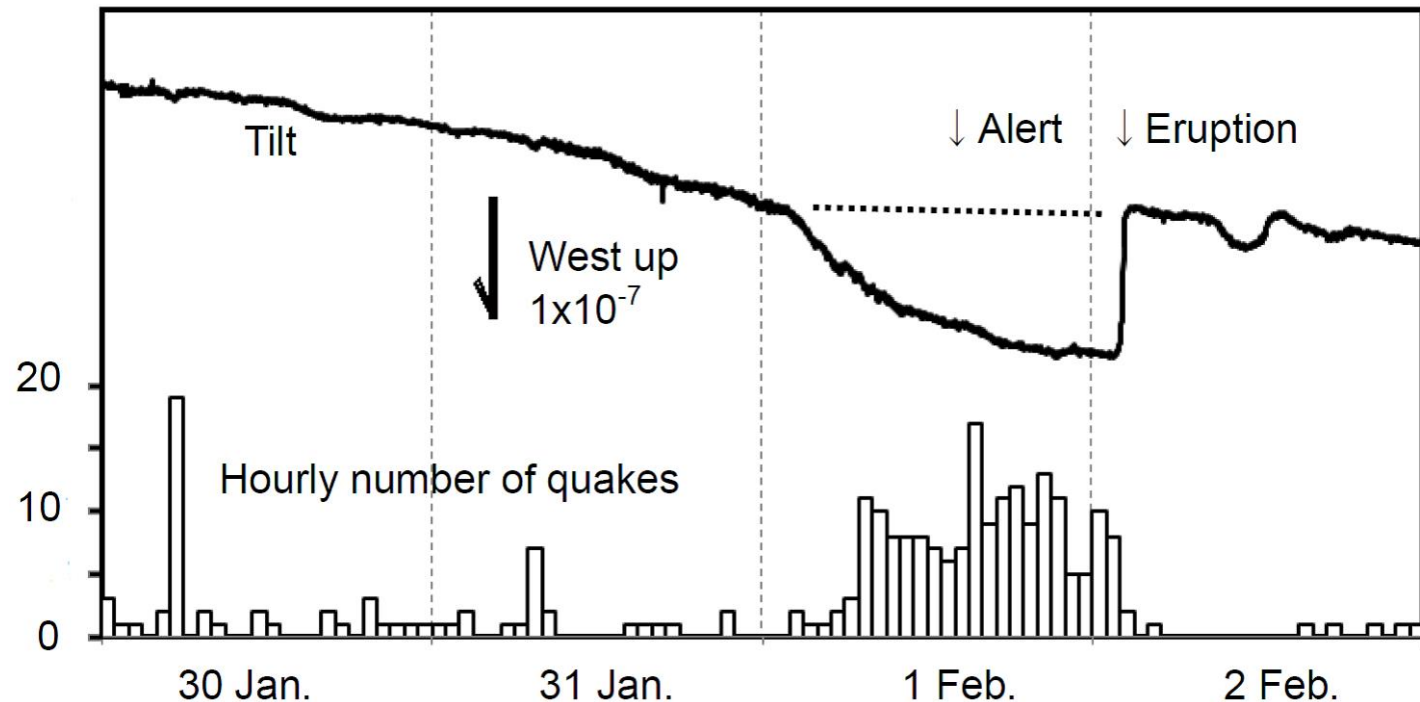
富士山の火口は、最近2200年間山頂以外の場所を点々と移動
—>
次の噴火地点の予測困難

大規模:0.2-0.7km³
中規模:0.02-0.2km³
小規模:0.02以下

噴火する可能性のある領域を噴火の規模ごとに示す。それぞれピンク色の領域は大規模噴火、ピンク色と緑色を合わせた領域は中規模噴火、ピンク色、緑色及び薄黄色を合わせた領域は小規模噴火の可能性のある領域である。

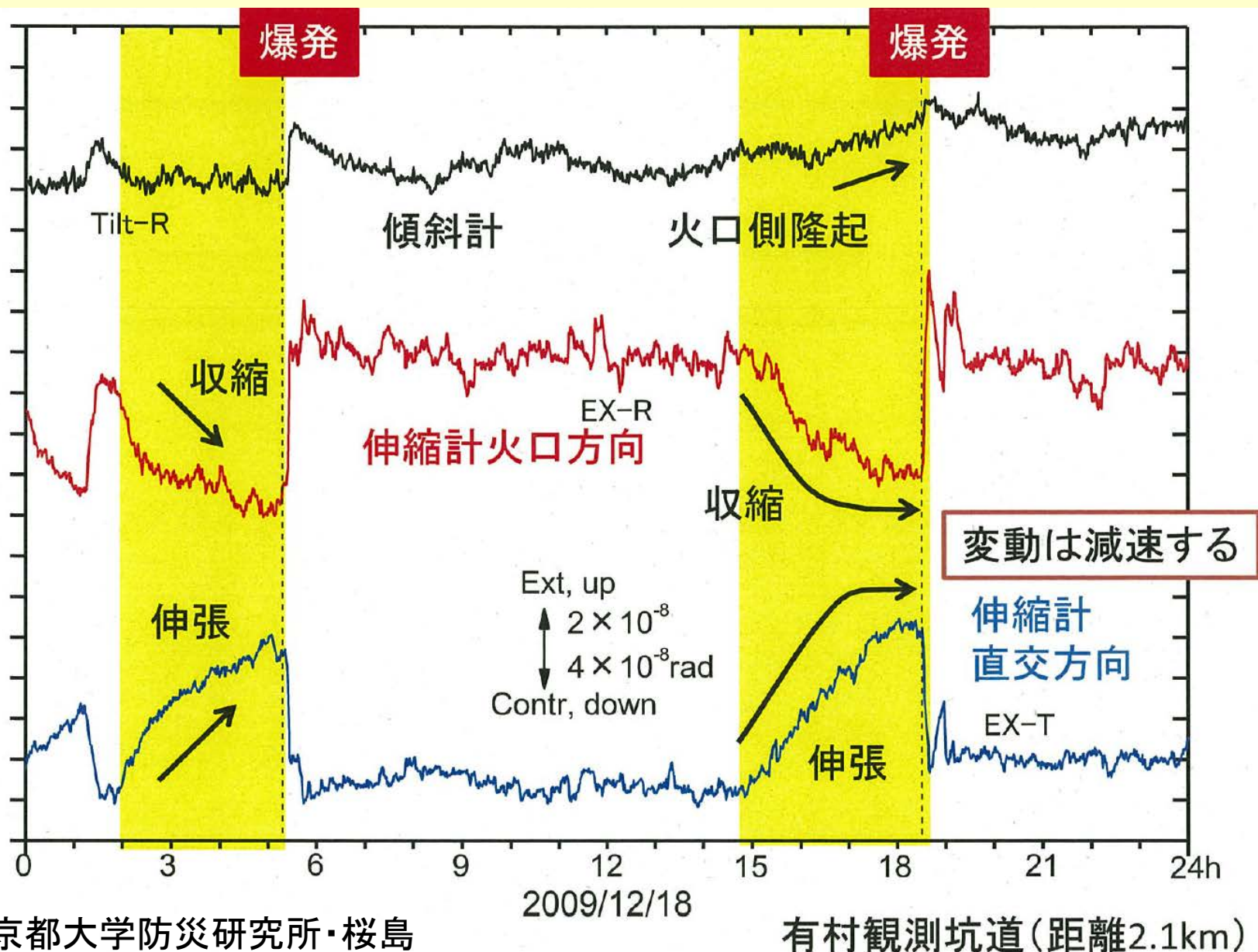
噴火予知の基本的手法

地殻変動&地震観測



浅間山2009年噴火の例 (Fujii Yamasato, 2015)

桜島の爆発の前兆は90%以上検知



大噴火でも、前兆は比較的直前

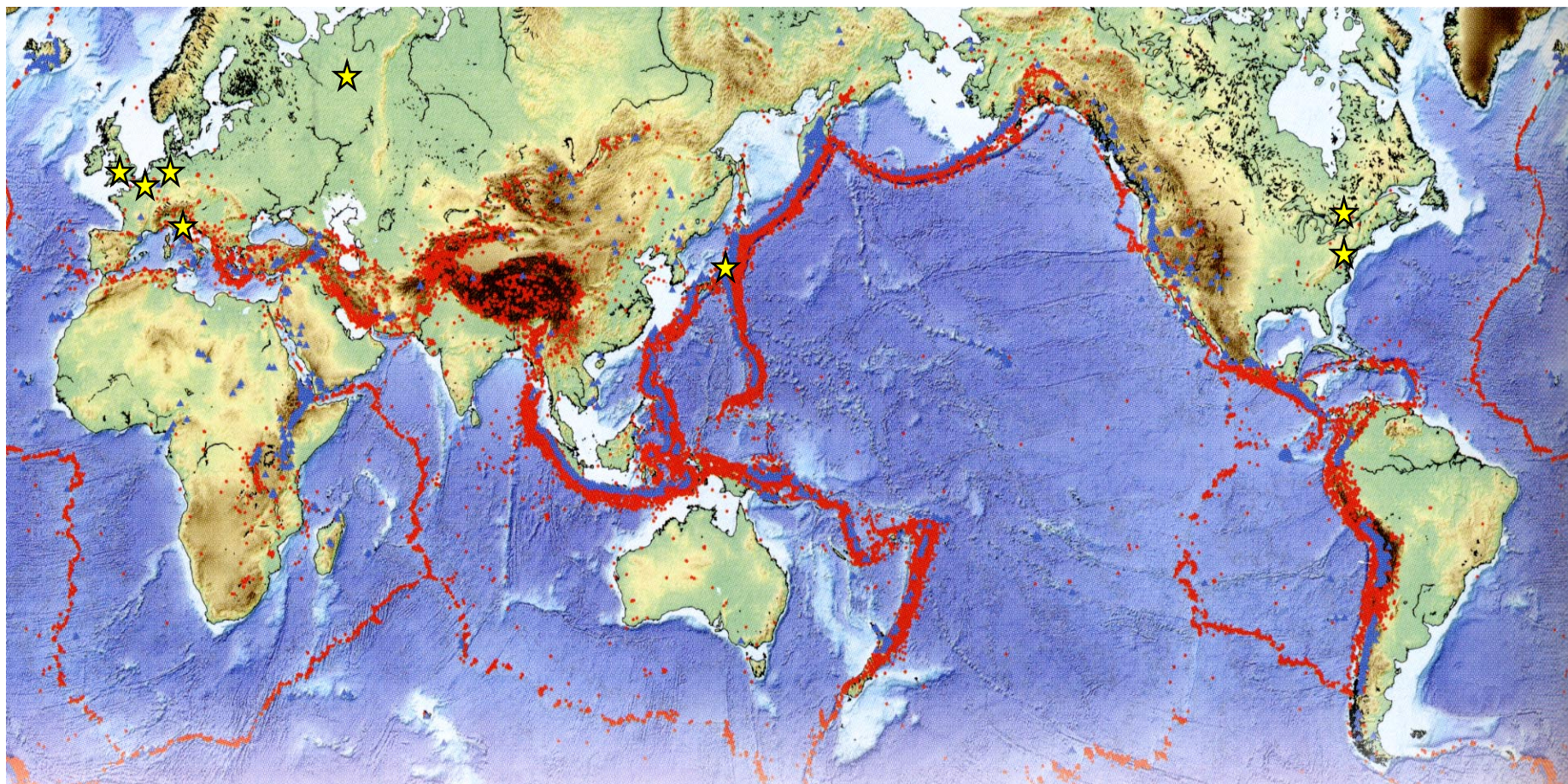
何か月も前から予兆が判断できるわけではない

噴火の経過	1779 年安永噴火	1914 年大正噴火
前駆地震と白煙噴出までの時間	約 17 時間	約 29 時間半
白煙噴出から噴火開始までの時間	約 3 時間	約 2 時間
両山腹での噴火開始の時差	約 2 時間	約 10 分間
噴火開始から溶岩流出までの時間	約 2 日と 1/4 日	約 1 日半
その他の現象	海底噴火が発生、 噴火開始 2 週間後 から新島出現	噴火開始約 8 時間 半後に M7.1 の地 震発生

桜島大噴火時の前駆現象

(大森房吉、1918)

G7+1国のうち国中が地震・火山の脅威にさらされるのは日本だけ



日本のような特殊な天然の敵を四面に控えた国では、陸軍
海軍のほかにもう一つ科学的国防の常備軍を設けるべき
(寺田寅彦 「天災と国防」)

特異な日本の火山観測・監視体制

多機関の協同, ただしHQ無し

- 気象庁:地震・地殻変動の監視観測(GPS,傾斜), 情報発信
- 火山噴火予知連絡会(気象庁長官の私的諮問機関):3回/年
 - 国立大学法人:地震・地殻変動観測(GPS,傾斜,水準),電磁気観測、地質調査、火山ガス観測
 - 国土地理院:地殻変動観測(GPS,水準測量)
 - 海上保安庁:海底火山, 島嶼火山監視
 - (独法)産総研(活断層・火山研究部):地質調査,火山ガス観測
 - (独法)防災科技研:地震・地殻変動観測(GPS,傾斜)

地震観測研究には地震調査研究推進本部体制があるが、
火山観測研究には推進本部体制もない

アメリカ、イタリア、インドネシア、フィリピンなどいずれの火山国も地震・地殻変動観測・電磁気観測、火山ガス観測、地質調査、マグマ研究の専門家が単一の国立機関に一元化

今後の火山噴火に備えて

- ハザードマップの整備と具体的な防災計画の策定
- 火山噴火予知研究の推進
- 火山監視観測の充実
 - 異常火山現象・噴火前兆をとらえる

- 気象庁の評価・判断能力の向上が当面の課題

将来的には専門家を擁する一元的な
火山監視・調査研究・防災体制が必要

- 国民の火山リテラシーの向上
 - 火山噴火は再来周期が長いので、噴火体験は容易に風化
 - 噴火で人的被害が出なかったのは、住民が火山のことをよく知っていた（有珠山2000）か、直前に避難訓練を行っていた（三宅島1983）
 - 御嶽山2014年噴火時の登山者の多くは御嶽山が活火山であることを知らず

・普段からの火山防災教育が重要

・小・中学生への教育・大人への防災訓練