

静岡県防災会議講演

「火山噴火の予知と防災—火山との間合いの取り方—」

講 師

京都大学名誉教授

いしはら かずひろ
石原 和弘 氏

【講師略歴】

1947年7月鳥取県生

1970年3月京都大学理学部地球物理学科卒業

1972年4月京都大学大学院理学研究科修士課程修了

1974年4月京都大学防災研究所助手（桜島火山観測所）

1990年4月京都大学防災研究所助教授

1994年11月京都大学防災研究所教授

1995年5月京都大学防災研究所附属桜島火山観測所長併任

2007年4月～2009年3月京都大学防災研究所長併任

2012年3月京都大学定年退職

2012年4月京都大学名誉教授

火山噴火予知連絡会副会長（2003年5月～）

特定非営利活動法人 火山防災推進機構 理事長（2012年～）

新潟焼山火山防災協議会委員（2013年1月～）

霧島山火山防災連絡会委員（2014年11月～）

日本火山学会原子力問題対応委員会 委員長（2014年4月～）

静岡県防災・原子力学術会議 地震・火山対策分科会委員（2012年5月～）

【以前の主な活動】

2001年2月～2009年1月 科学技術・学術審議会委員（測地学分科会火山部会長）

2008年7月～2010年6月 日本火山学会会長

【専門分野】

火山物理学。地震、地殻変動、空振、噴火映像など多項目観測に基づく研究。

【主な研究課題】

火山の噴火機構と噴火予知、マグマ供給系、島弧火山（日本・インドネシア）の噴火機構の比較研究

2015年6月17日静岡県防災会議

火山噴火の予知と防災

ー火山との間合いの取り方ー

1980年口永良部島



1980年桜島



石原和弘 京都大学名誉教授・火山防災推進機構

火山噴火の予知と防災ー火山との間合いの取り方ー

1. 火山噴火予知の基本的考え方

～火山災害の予防軽減の要素と行政の役割

2. 桜島の火山活動と鹿児島県の火山防災

～自己紹介を兼ねて

3. 日本の活火山と災害

～ほんとに怖い火山災害(1)(2)(3)

4. 火山の監視と噴火警報

～富士山は首都圏の活火山

5. 大地震と火山噴火の関係

1. 火山噴火予知の基本的考え方

「火山噴火予知の最大の目的は、その発生を予知し、危険区域外に避難することによって、人的被害を最小限に食い止めることです」

1987年10月京都大学防災研究所・国立大学火山研究者グループ

- 噴火予知は「前もって予想される危険範囲を知らせる(火山との間合の取りかたを知らせる)」**社会的行為である** > 地震予知の考え方と異なる
- **小さな噴火でも**火口のそばにいれば、噴石や火山ガスなどで重篤な傷害を受け、**命を失う** > 火山現象の特質
- **前兆検知が難しい小さな噴火の予知**まで社会から求められる。噴火警報は、発生後の緊急地震速報・津波情報や台風情報などとは全く性質の違う、困難な業務 > 100人に満たぬ職員による火山の監視

「噴火予知はできるはず」は迷信・神話の類

有珠山の噴火予知は例外。有珠山のマグマは粘り気が強いため、2000年のような小噴火でも、前兆として顕著な地震活動と地殻変動を伴う

火山災害の予防軽減の要素と行政の役割

“事前に、危険範囲と危機対策の準備・確認・周知(衆知)”

火山防災マップ
(ハザードマップ)

避難計画・訓練
(地域防災計画)

自治体／国の出先機関
専門家等

自治体を中心に関係機関



“火山の異変や噴火の兆候の認知・通報”

火山の監視と情報発表
／異変情報の収集・通報

気象庁等／自治体／住民



“噴火が切迫：危険な範囲を指定し、住民等の安全を確保する”

危険区域設定
避難勧告・避難指示

市町村長

火山防災・噴火予知の専門機関がない日本では、関係者の協議・連携の場が不可欠：「火山防災協議会」、「火山噴火予知連絡会」、など



1980年代の桜島南岳の爆発的噴火

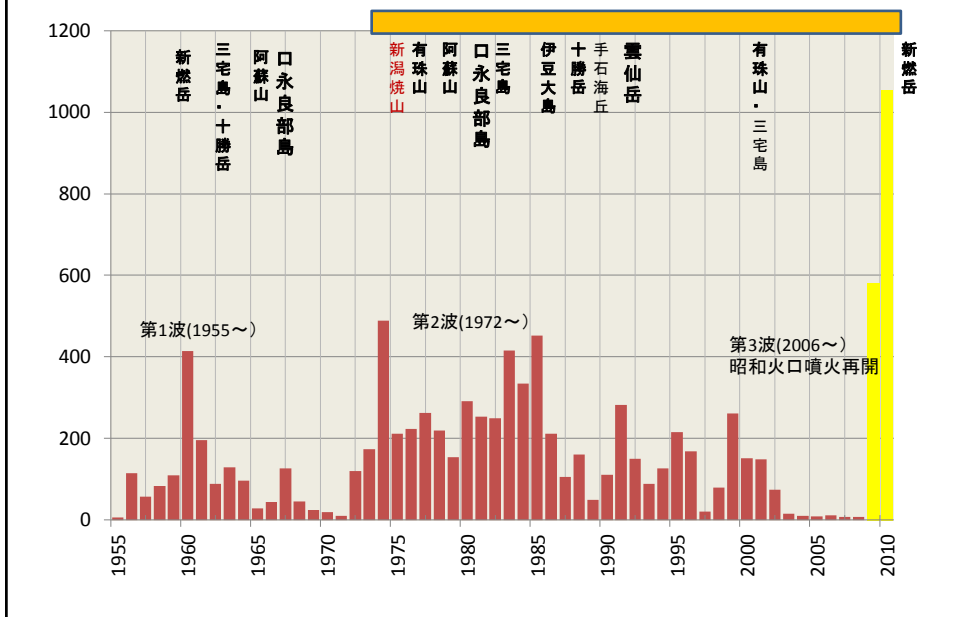


1984年5月8日



1988年2月17日

桜島の爆発回数の推移と主な火山噴火



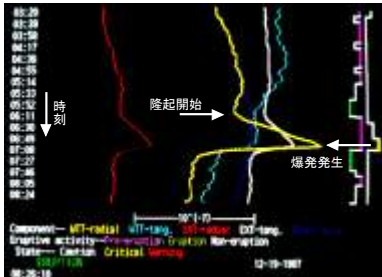
桜島周辺の約100万人の人々は、厄介物の降灰に悩まされながらも、桜島と適当な間合いを取って生活している



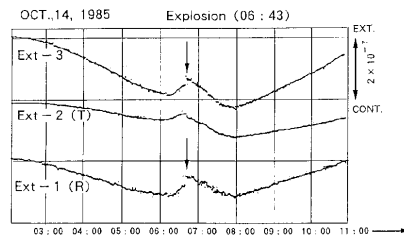
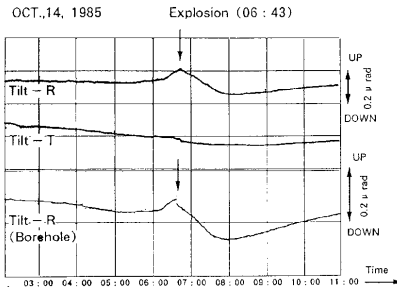
山頂爆発直前の地盤のごく微小な傾斜と伸び(10分~1時間前)



ハルタ山観測坑道の水管傾斜計・伸縮計



山頂爆発直前予測システム



○山頂の地盤の隆起・沈降量は0.01~1mm程度

県民の関心:1914年大正噴火級の噴火が起きるか?

(富士山の貞観や宝永噴火の約1.5倍の規模)

135年前の安永噴火の教訓が語り継がれ、住民の大半は噴火開始前に避難行動。鹿児島湾停泊の船舶、周辺住民、陸軍、医師会も救護活動を開始

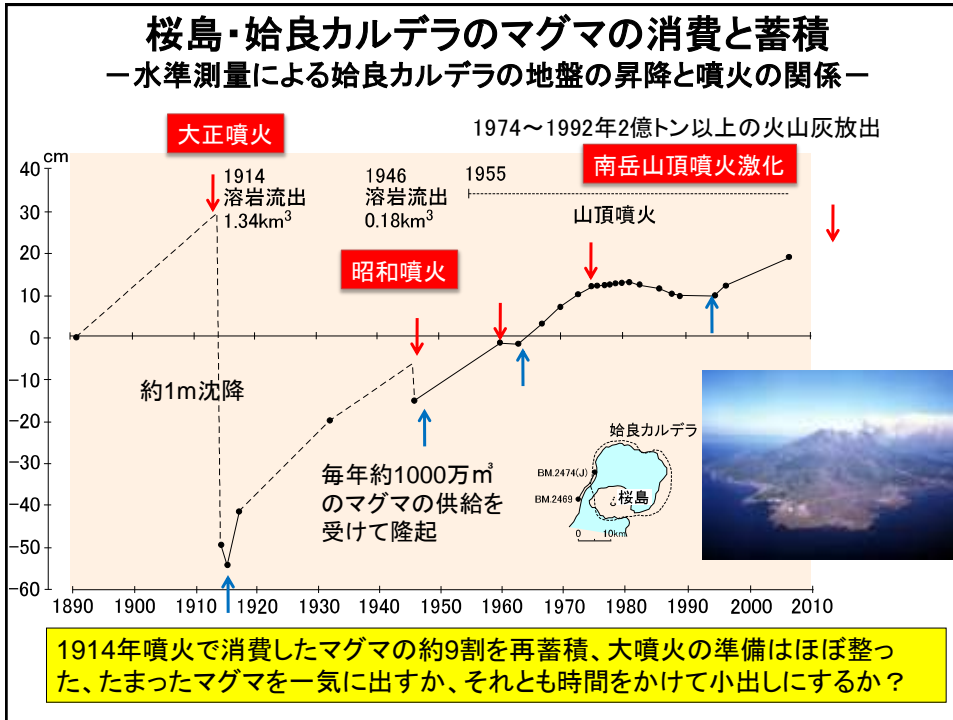


島民21,000人余のうち犠牲者25人

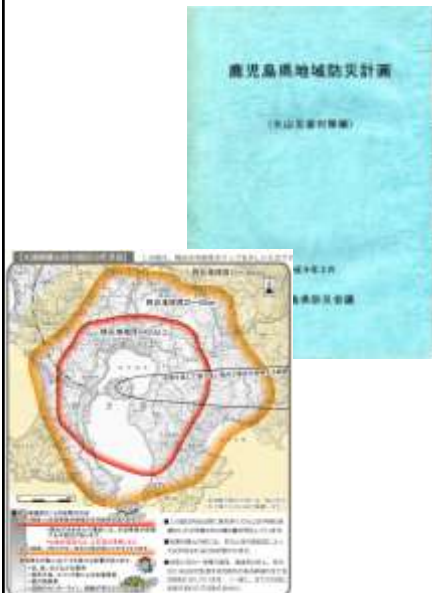
今起されば、全国及び極東の航空路が運航停止の事態となる



南は小笠原諸島を含む全国に降灰
“三島の海岸にも軽石が漂着”



火山防災マップを盛り込んだ地域防災計画火山対策編 (1997年3月鹿児島県防災会議制定)



- 対象：桜島、霧島山、薩摩硫黄島、口永良部島、中之島、諏訪之瀬島
- 住民等からの異変の通報、気象台からの火山情報の伝達ルート of 明確化
- 火山情報・活動度に応じた5段階の首長による規制
「登山注意」、「登山禁止」、
「避難準備」、「避難勧告」、
「避難指示」
- 市町村長に規制等について助言する「火山噴火対策連絡会議」の設置
(県、市町村、気象台、大学、警察、消防、海上保安庁、自衛隊、日赤等で構成)
- 避難訓練：桜島では5千人規模で毎年1月に実施。離島火山でも毎年数火山で実施。

火山災害対策編策定の背景



- 桜島では1990年代半ばから噴火活動の低下に対応してマグマ蓄積が再開し、10～20年後に活動の激化が予想されること
- 当面の10年(1996～2006年)、薩摩硫黄島、諏訪之瀬島、最も危険な火山である口永良部島の火山活動が活発化する可能性が高いが、気象庁はこれら火山の常時監視は行っていない。人的被害が出る可能性がある。

鹿児島県消防防災課：離島火山災害対策計画策定検討委員会(委員7人)

⇒ 関係3町村の助役に、「離島火山の噴火予知は99%不可能、しかしハザードマップと避難計画を策定、履行すれば住民が命を失う事はない」と説明、了承を得て作業に着手。鹿児島県は、桜島、霧島等を含む7火山を対象とする火山災害対策編を編纂し、1997年3月26日鹿児島県防災会議で承認。

桜島爆発災害対策連絡会議

鹿児島県、鹿児島県警察本部、鹿児島市、垂水市、鹿児島地方気象台、京都大学火山活動研究センター、鹿児島大学、第十管区海上保安本部、陸上自衛隊第12普通科連隊、海上自衛隊第一航空群、日本赤十字社鹿児島県支部、鹿児島海運支局、大隅河川国道事務所、鹿児島食糧事務所、NTT西日本鹿児島支店、九州電力鹿児島支店、霧島市、始良市、加治木町、鹿児島市消防局、垂水市消防本部、国分地区消防組合、始良郡西部消防組合

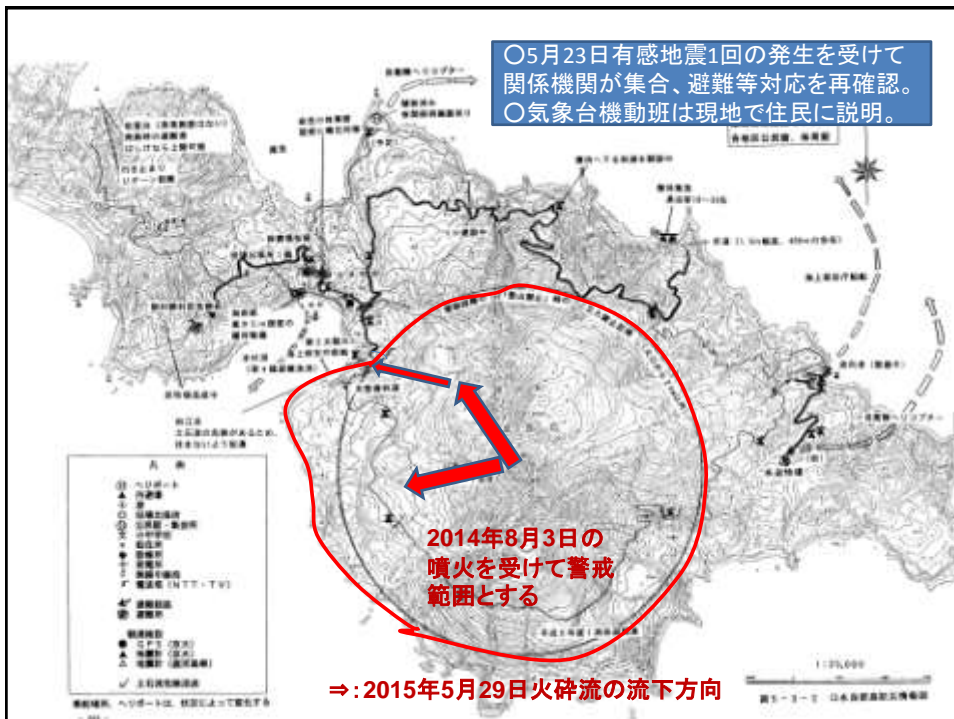
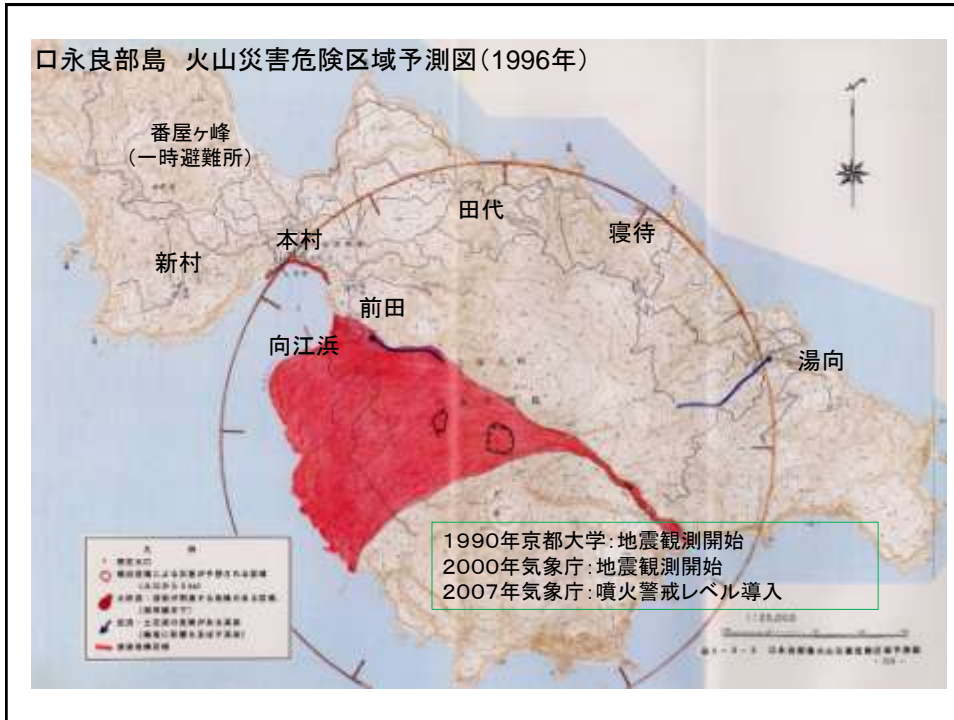
赤字の5者(コアグループ)が定期的に「桜島火山防災連絡会」を開催

気象台職員に加え、京都大学と鹿児島大学の研究者—複数の機関の火山専門家が桜島を間近から観ていることが、特長

口永良部島火山災害対策連絡会議

鹿児島県、鹿児島県警察本部、屋久島町、鹿児島地方気象台、京都大学火山活動研究センター、鹿児島大学、第十管区海上保安本部、陸上自衛隊第12普通科連隊、海上自衛隊第一航空群、日本赤十字社鹿児島県支部、鹿児島海運支局、九州農政局鹿児島農政事務所、NTT西日本鹿児島支店、九州電力鹿児島支店、熊本地区消防組合

* 赤字の関係者が2015年5月29日の爆発的噴火の6日前23日有感地震発生を受け、噴火警戒レベル4(避難準備)、5(島外避難)の避難等対応を確認。



口永良部島2015年5月29日9時59分噴火



最近40年の火山噴火による住民避難

火山名	避難開始	期間	備考(避難規模など)
有珠山 VEI:3	1977年8月8日	約3ヶ月	最大52,634人
三宅島 VEI:3	1983年10月3日		島内避難、2集落が溶岩流に埋没
伊豆大島 VEI:3	1986年11月21日	約1ヶ月	全島避難
十勝岳 VEI:1	1988年12月24日	約4ヶ月	融雪泥流の恐れ、760人余
雲仙岳 VEI:3	1991年5月15日	4年5ヶ月	最大約11000人、1991年6月3日の火砕流により報道関係者ら43人が犠牲
有珠山 VEI:1	2000年3月29日	約1年	最大約16000人、大半は3ヶ月後までに帰宅
三宅島 VEI:3	2000年9月初め	約4年半	高濃度の大量の火山ガス噴出により全島避難
口永良部島 VEI:1	2014年8月上旬	約1週間	約70人自主避難
口永良部島 VEI:1	2015年5月29日	?	約130名避難指示による全島避難

島外避難は、留守宅の見回りやライフラインの維持、住民の一時的な帰宅も困難。

口永良部島では、これから火山防災と噴火予知の実力が試される

3. 日本の活火山と怖い噴火災害

「概ね過去1万年以内に噴火した火山及び現在活発な噴気活動のある火山」
2015年6月現在の活火山数 110(内北方領土10火山)

過去100年間をみると、1年間に2~10火山が噴火(平均4~5火山)



2015年に噴火したのは西之島、阿蘇山、桜島、口永良部島、諏訪之瀬島の5火山+?

何千年も噴火しなかった山が噴火するのか？

火山名	休止期間	活動再開	その後の噴火
樽前山	約2500年間	1667年VEI:5	1955年まで噴火繰り返す
有珠山	約7000年間	1663年VEI:5	2000年まで噴火繰り返す
北海道駒ヶ岳	約5000年間	1640年VEI:5	1929年まで大噴火繰り返す
御嶽山	約2000年間	1979年VEI:1	2014年噴火VEI1
伊豆東部火山群	約2700年間	1989年VEI:1	群発地震・地殻変動繰り返す
雲仙岳	約3500年間	1663年VEI:2	1792年、1991年(VEI:3)に噴火

有史時代に大噴火して、長く噴火していない火山

火山名	最新の噴火	最近の活動
摩周	約1000年前 VEI:5	間欠的に微小地震発生
十和田	約1100年前(915年) VEI:5	間欠的な微小地震発生
富士山	約300年前(1707年) VEI:5	深部低周波地震が断続的に発生
開聞岳	約1200年間(815年) VEI:4	周辺で時々小規模な群発地震

火山爆発指数(VEI)1:小規模、2:中規模、3:やや大規模、4~5:大規模、6~8:巨大

怖い火山災害(1): 山体崩壊

雲仙岳眉山の**山体崩壊と津波**: “島原大変肥後迷惑”



○1792年2月に雲仙普賢岳で噴火開始、3月から約2ヵ月間溶岩流出(新焼溶岩)。

○5月21日に強い地震と共に、眉山(前山)が崩壊、土砂が有明海に突入して津波を発生。対岸の熊本県沿岸にも津波が押し寄せ、併せて約15,000名が死亡。

○1640年北海道駒ヶ岳噴火、1741年渡島大島(おしまおしま)噴火でも、山体崩壊と津波により、それぞれ、700名余、1,467名が犠牲(主に溺死)

○最新の大規模山体崩壊は1888年磐梯山で発生、461(477)名

参考1: 1883年クラカタウ(インドネシア)の巨大噴火では36,380名死亡

参考2: 多くの火山は噴火や地震による山体崩壊を経験(例、1984年御嶽山)

怖い火山災害(2): 火砕流

ほんとに怖いのは**沸き立つ熱雲!**

インドネシアでは**“アワン(雲)・パナス(熱い)”**として恐れられている



山頂から15km下流のなぎ倒され黒焦げになった樹木



メラピ山の2010年10月26日の熱雲に襲われた村



熱雲が襲来した18時35分で針が停止した掛時計

怖い火山災害(3): 山津波/泥流/土石流/洪水



降雨時に土石流発生。数年間続くこともある



噴火と同時に湖水と噴出物が混合 (1919年ケルト火山で5,110人死亡)



火砕流や崩壊土砂が河川に突入、100km以上流下、洪水発生する



高温の噴出物が氷河や雪を溶かし、泥流発生 (1985年ルイス火山で約25,000人死亡)

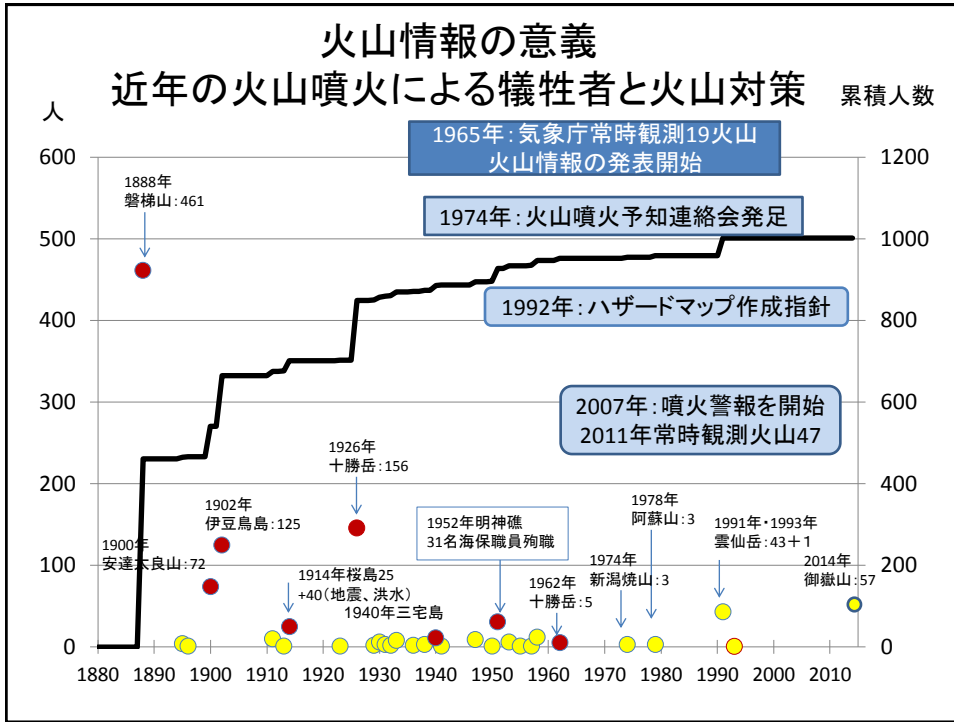
ハザードマップで危険区域を周知し、火山と気象の監視を行えば防げる災害

1926年5月24日十勝岳噴火による融雪泥流

- 1926年2月頃から小噴火を繰り返す。
- 5月24日、12時頃の爆発に続き、16時過ぎの噴火(VEI 1)により、中央火口丘の一部が破壊され、熱い岩屑なだれが積雪を溶かし大規模な泥流発生
- ふたつの川沿いに流木と共に泥流が20数km流下、死者・行方不明144名。



ネパド・デル・ルイス火山(南米コロンビア)では
1984年11月13日火砕流が氷河を溶かして泥流発生、24,740名が犠牲
泥流に襲われる危険性を示したハザードマップが配布される前の惨事



噴火警報：2007年12月開始

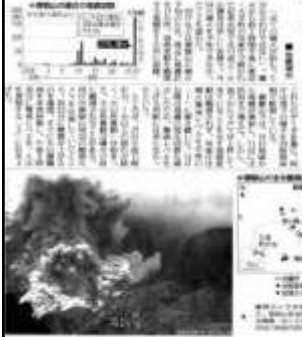
種別	名称	対象範囲	レベルとキーワード	火山活動の状況	住民等の行動	登山者・入山者への対応
特別 警報	噴火警報 (居住地域)	居住地域 及び それより 火口側	避難	居住地域に重大な被害 を及ぼす噴火が発生。あ るいは経過している状態 にある。	危険な居住地域から の避難等が必要(状 況に応じて対象地域 や方法を判断)。	
	又は 噴火警報		避難準備	居住地域に重大な被害 を及ぼす噴火が発生する と予想される(可能性が 高まっている)。	警戒が必要な居住地 域での避難の準備、安 否料業者等の避難 等が必要(状況に 応じて対象地域を判断)。	
警報	噴火警報 (火口周辺)	火口から 居住地域 近くまで	入山規制	居住地域の近くまで重大な 被害を及ぼす(この範囲に 入った場合には生命に危険 がある)噴火が発生。ある いは発生すると予想される。	通常の生活(今後の 火山活動の推移に注 意。入山規制)。事 況に応じて災害時要 援隊等の避難準備等。	登山禁止・入山限 制等。危険な地域 への立入規制等 (状況に応じて規制 範囲を判断)。
	又は 火口周辺警報	火口周辺	火口周辺 規制	火口周辺に被害を及ぼす (この範囲に入った場合は 生命に危険が及ぶ) 噴火が発生。あるいは発 生すると予想される。		火口周辺への立入 規制等(状況に 応じて火口周辺の 規制範囲を判断)。
平報	噴火予報	火口内等	活火山である ことに留意	火山活動は継続。 火山活動の状況によって、 火口内での火山活動の発生 が予想される(この範囲に 入った場合には生命に危険 がある)。	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)。

○ 気象庁以外の者による火山現象の警報の禁止
○ 住民避難等は市町村長の責務・権限

2014年9月27日御嶽山噴火(VEI:1)

噴火 予知できず

噴石・熱風「逃げろ」



気象庁
過去のデータ乏しく



御嶽山噴火
登山客命がけ下山

9月10日に山頂直下で地震が頻発したが、火山性微動や地殻変動が観測されていないことから噴火警報とせず「火山の状況に関する解説情報」を発表、以後噴火前日まで地震活動が低下傾向にあるという情報を公表

1926年の十勝岳噴火泥流以来最大の犠牲者

1979年の噴火 (信濃毎日新聞社)



火口の縁に御嶽神社や山小屋！

御嶽山の噴火警戒レベル(気象庁)

2 (火口周辺規制)	火口周辺に影響を及ぼす(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	住民は通常の生活。火口周辺への立入規制等。	<ul style="list-style-type: none"> ●地震活動の高まりや地殻変動等により、小規模噴火の発生が予想される。 注意事項 2007年3月後半：787火口でごく小規模な噴火が発生し、北東麓200m範囲に降灰 2006年12月～2007年2月：山頂直下でわずかな山体膨張及び大規模地震・余震の増加 1989年5月中旬：787火口でごく小規模な噴火が発生し、直轄200m範囲に降灰 1989年4月～7月：火山性地震・微動の増加 ●小規模噴火が発生し、火口から約1km以内には大きな噴石が飛散する。 注意事項 有休以降の事例なし。
1 (平常)	火山活動は静穏。火山活動の状況によって、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)。	状況に応じて火口内への立入規制等(2008年3月現在、八丁たるみ内規制中)。	<ul style="list-style-type: none"> ●火山活動は静穏。状況により山頂火口内及び近傍に影響する程度の噴出の可能性あり。

火口から約500mにある山小屋などに噴石が達する噴火が起きるかどうか、現地を見ずして、東京で観測データから適切な判断ができるか【以前であれば現地調査実施】

～47火山の観測体制の整備、噴火警報発令基準のマニュアル化が生んだ過信？

他方、地元の方々や登山者は、小さな噴火でも神社や山小屋に噴石が飛来する怖れがあること、1979年に噴火したことを知っていたか【活火山であることの認識があったか】

世界の常識：火山専門機関が、火山のそばで監視

“火山国、日本では？”

インドネシア共和国地質庁 火山学・地質災害軽減センター（拠点：バンドン）

早期警報：火山警戒レベル



- **レベル1：「平常」Normal**
火山活動が平常状態、噴火の兆候なし
- **レベル2：「注意」Waspada**
火山活動が平常レベルを超えて活発化
（本庁から課長級専門家を現地へ派遣）
- **レベル3：「警戒」Siaga**
火山活動に噴火前の兆候が認められる
（部長級専門家と機動観測班を現地へ派遣）
- **レベル4：「避難」Awat**
火山灰の放出が始まった、主噴火に向かっている
（センター長/センター長代理が現地駐在）



約70の「火山観測所」で
観測員が24時間体制で監視
（約200人が現地勤務）



70余火山に「ハザードマップ」
3種類の危険地域指定

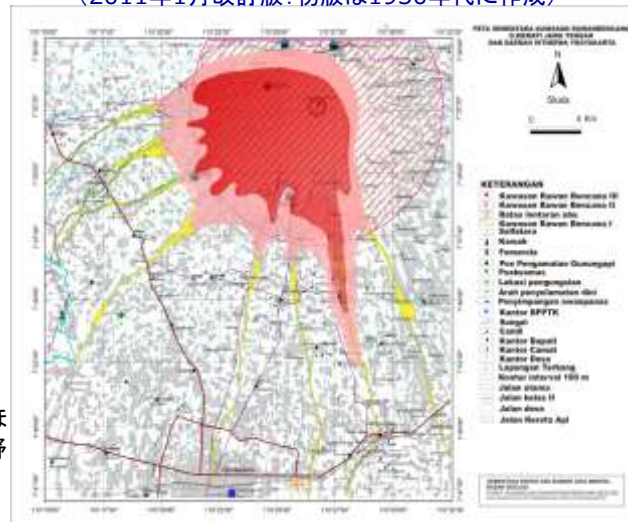
95年の歴史、約450人のスタッフを有する火山専門家集団。
火山危機時には現地観測所を観測・活動評価の拠点とする
「レベル4の段階では大統領が出向く」

メラピ火山ハザードマップ

（2011年1月改訂版：初版は1930年代に作成）



標高2980m、富士山とほ
ぼ同じ体格、西側の裾野
にポロドール遺跡



1930年代からメラピ山の中腹に5観測所を設置、24時間監視。ジョクジャカルタ市に拠
点（総勢約60人）、ハザードマップ作成、泥流の監視、危険エリアの設定も行っている。
2010年10～11月の噴火では30万人余が避難（噴火前日に避難警報発令）

富士山は首都圏の火山 国に任せればよい？

○1992年度からの国土庁の補助事業で、各地で火山ハザードマップ作成が行われたが、富士山は実施されず、10数年前まで、「富士山には触れるな」といった声が聞かれた。

○ 2000年秋の深部低周波地震多発を契機に、観測体制の強化とハザードマップ作成など防災対策が国主導で急速に進展

火山活動の監視、噴火警報の発表は気象庁の責務、権限であるが、**住民避難等の権限と責務は地方公共団体にある**



富士山については、気象庁の情報や政府の支援により、緊急時の対応は十分できるので、箱根山の温泉地学研究所や測候所のような施設の誘致・設置は不要？

富士山が火山国日本の象徴であるなら、積極的に活火山富士山に取り組む姿勢を期待したい。

5. 大地震と火山噴火の関係

「巨大地震は噴火を誘発する」等の学説が受ける理由

1. 不可解な現象に直面すると、何らかとの因果関係を見出し、道理付けすることによって心の安定を求める人間共通の心理。研究者も興味をそそられる古くからのテーマ。
2. 大地震が噴火を誘発することはあっても、噴火が大地震を引き起こすことはないという思い込み。

大地震により地殻応力が変化してマグマ溜まりを絞る、あるいは震動がマグマ溜まりを揺らして噴火が起きるといった一元的な解釈は、道理としてわかりやすい。

3. 高名な地震学者、火山学者が主張する学説。

【2000年以降のM7以上の地震と主な噴火】
2011年の東日本大震災前後を振り返る

2000年3月31日 有珠山:住民避難

2000年6月27日 三宅島(VEI 3):全島民避難

2000年10月6日 鳥取県西部地震(M7.3) ⇒約5年ぶりのM7級の地震

2003年9月26日 十勝沖地震(M8.0)

有珠山や三宅島の噴火が数ヵ月後に鳥取県西部地震を起こした?

2005年8月16日宮城県沖(M7.2)

2006年6月～桜島昭和火口(VEI 2)

新燃岳の噴火が40数日後の東日本大震災を起こした?

2007年2月～5月 浅間山(VEI 1)

2008年5月8日 茨城県沖(M7.0) / 6月14日 岩手・宮城内陸地震(M7.2)

2008年8月22日、2009年3月～7月 霧島山

2011年1月26日新燃岳(VEI 3)⇒約300年ぶりの霧島山本格的噴火

2011年3月11日東日本大震災(M9.0)

2012年12月7日 三陸沖(M7.3)/2013年10月20日 福島県沖(M7.1)

2013年11月～ 西之島(VEI 3)

いやいや、東日本大震災が次々火山を噴火させ、火山活動を活発化させた!

2014年8月3日 口永良部島/ 8月末～阿蘇山

2014年9月28日 御嶽山:死者57名

2015年5月29日 口永良部島:全島民避難⇒15年ぶりの避難

巨大地震と大噴火が続発した貞観年間(859～884年:26年間)

860年4月開聞岳小活動

863年7月10日 越中・越後

864年6月富士山(VEI 5):「貞観噴火」青木ヶ原溶岩流出

864年11月阿蘇山噴火

富士山の貞観大噴火が5年後の貞観大地震を起こした?

866年5月開聞岳小活動

867年3月鶴見岳噴火

867年6月阿蘇山噴火

868年8月3日播磨・山城(M7.0以上)

869年7月13日三陸沿岸(M8.3) 「貞観地震」

870年富士山噴火

いやいや、貞観大地震が2年後に鳥海山、5年後に開聞岳の噴火を引き起こした!

871年5月鳥海山(VEI 2)

874年3月開聞岳(VEI 4)

「大地震が噴火を引き起こす」という主張は、「東海地震が起きないうちは富士山は噴火しない」といった類の安全神話を生みかねず、注意すべき

周りに惑わされず、それぞれの火山をじっくりと観測・監視すべし