

火山観測体制等に関する検討会資料

目次

第 10 回検討会（平成 26 年 10 月 24 日開催）	1
第 11 回検討会（平成 26 年 11 月 12 日開催）	61
第 12 回検討会（平成 26 年 11 月 28 日開催）	135
第 13 回検討会（平成 27 年 2 月 3 日開催）	218
第 14 回検討会（平成 27 年 3 月 10 日開催）	237
第 15 回検討会（平成 27 年 3 月 19 日開催）	249

第 1 回から第 9 回は平成 20 年 2 月から平成 22 年 7 月にかけて開催。

火山観測体制等に関する検討会

(第10回)

議 事 次 第

日 時 : 平成26年10月24日(金)

17:30 ~ 19:30

場 所 : 気象庁本庁講堂

1. 開 会

2. 議題

- (1)平成26年9月27日の御嶽山噴火を踏まえた今後の観測体制のあり方
- (2)その他

3. 閉会

(配布資料)

資料1: 議論のポイント

資料2: 御嶽山の9月27日噴火の概要と気象庁の対応

資料3: 水蒸気噴火と前兆現象

資料4: 御嶽山で今後予想される活動の推移と観測体制

資料5: 常時観測火山について

参考資料1: 中長期的な噴火の可能性の評価について - 監視・観測体制の充実等の必要な火山の選定 - (平成21年6月 火山活動評価検討会)

参考資料2: 火山観測体制等に関する検討会報告 (平成22年2月21日 火山観測体制等に関する検討会)

火山噴火予知連絡会 火山観測体制等に関する検討会 委員名簿

座長：清水 洋	九州大学 大学院理学研究院 教授
井口正人	京都大学 防災研究所 教授
石原和弘	京都大学 名誉教授
大島弘光	北海道大学 大学院理学研究院 准教授
岡本 敦	国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部 砂防計画課 地震・火山砂防室長
北川貞之	気象庁 地震火山部 火山課長
篠原宏志	独立行政法人産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門 首席研究員
棚田俊收	独立行政法人防災科学技術研究所 地震・火山防災研究ユニット 副ユニット長
飛田幹男	国土地理院 地理地殻活動研究センター 地理地殻活動総括研究官
中田節也	東京大学 地震研究所 教授
名波義昭	内閣府政策統括官（防災担当）付参事官（調査・企画担当）
藤井敏嗣	東京大学 名誉教授
三浦 哲	東北大学 大学院理学研究科 教授
三上直也	気象庁 地磁気観測所長
森澤敏哉	文部科学省 研究開発局 地震・防災研究課長
森田裕一	東京大学 地震研究所 教授
山岡耕春	名古屋大学 大学院環境学研究科 教授
横山博文	気象庁 気象研究所 火山研究部長
野上健治	東京工業大学 火山流体研究センター 教授
橋本武志	北海道大学 大学院理学研究院 准教授
藤光康宏	九州大学 大学院工学研究院 教授

新規委員

（五十音順）

平成26年9月27日の御嶽山噴火を踏まえた 今後の観測体制のあり方

議論のポイント

- 水蒸気噴火の前兆をどう評価したらよいか
- 観測点の配置、観測種目で改善すべき点はないか
- 御嶽山の今後の活動の推移を把握するためには何が
必要か
- 常時監視を行う火山の見直しが必要ではないか

御嶽山の9月27日噴火の概要 と気象庁の対応

2014年9月27日御嶽山噴火に係る発表情報等一覧

2014年9月11日～9月27日17時

年	月	日	時	分	情報種類	情報内容等					
2014	9	11	10	20	火山の状況に関する解説情報	第1号。10日昼頃から地震増加。10日は51回で、50回超えたのは2007年1月25日以来。振幅小。微動なし。噴煙不明。地殻変動変化なし。					
					週間火山概況	地震増加。					
					16	16	0	火山の状況に関する解説情報	第2号。地震増加続報。11日は85回で、80回超えたのは2007年1月17日以来。振幅小。微動なし。噴煙及び地殻変動変化なし。		
								火山の状況に関する解説情報	第3号。地震増加続報。地震回数が10日、11日は多い状態、12日以降はやや多い状態。振幅小。微動なし。噴煙及び地殻変動変化なし。		
					19	14	0	週間火山概況	地震増加続報。		
					26	14	0	週間火山概況	地震増加続報。		
					27	11	52	噴火			
								12	0	噴火に関する火山観測報	噴火。
								2	航空路火山灰情報	発表番号2014/1。	
									36	噴火警報	火口周辺警報(噴火警戒レベル3、入山規制)。
								13	35	降灰予報	岐阜県、長野県、山梨県。
									56	航空路火山灰情報	発表番号2014/2。
								14	17	航空路火山灰情報	発表番号2014/3。
									30	報道発表	噴火について。会見。
								15	0	航空路火山灰情報	発表番号2014/4。
									24	噴火に関する火山観測報	噴火継続。
									50	降灰予報	岐阜県、長野県、山梨県。
								16	8	火山の状況に関する解説情報	第4号。11時53分頃噴火。噴煙高度不明。3kmを超えて噴煙が流れ下るのを確認。11時41分頃から連続した微動発生。現在も噴火継続と推測。火山性地震の多い状態が続いている(～15時)。
					30	火山の状況に関する解説情報	第5号。噴火後の状況。現在も噴火継続と推測。火山性地震の多い状態が続いている(～16時)。				

御嶽山の火山活動に関する火山噴火予知連絡会拡大幹事会見解

御嶽山では、9月27日11時52分頃に火砕流を伴う噴火が発生しました。その後も火山活動が高まった状態となっており、今後も噴火が発生する可能性があります。

御嶽山では、9月27日11時52分頃に噴火が発生しました。今回の噴火の規模は1979年の噴火と同程度と考えられます。火砕流が南西方向に3キロメートル以上流下し、気象レーダーの観測によると噴煙は東に流れ、その高度は火口上約7,000メートルと推定されます。その後の上空からの調査によると、噴火は剣ヶ峰山頂の南西側で北西から南東にのびる火口列から発生したとみられ、大きな噴石が火口列から1キロメートルの範囲に飛散しているのが確認されました。火砕流は発生しましたが、地獄谷付近で樹木等が焦げたような痕跡は認められませんでした。また、噴出した火山灰には新鮮なマグマに由来する物質は確認されておらず、今回の噴火は水蒸気噴火であったと考えられます。御嶽山で噴火が発生したのは2007年以来です。

この噴火の11分前から発生し始めた火山性微動は、噴火発生以降、振幅の大きい状態が約30分間続きました。また、傾斜計により、噴火の7分前から山側が隆起、噴火後からは山側が沈降するような変化が観測されました。

御嶽山では、1979年に有史後初めての噴火が発生し、1991年、2007年にもごく小規模な噴火が発生しました。それ以降、火山活動は概ね静穏に経過してきましたが、今年9月10日から11日にかけて剣ヶ峰山頂付近を震源とする火山性地震が一時的に増加し、14日以降は低周波地震が時折発生しました。火山性地震は次第に減少していました。地殻変動や山頂部の噴気活動には、特段の変化はみられていませんでした。今回の噴火前の変化は、ごく小規模な噴火が発生した2007年の状況に比べても小さいものでした。

9月27日の噴火以降、山頂火口からの噴煙活動が活発な状態で、火山性微動が振幅は小さくなりつつも9月28日15時時点で継続しており、また、火山性地震が多い状態となっているなど、御嶽山の火山活動は高まった状態で推移しています。このことから、今後も同程度の噴火が発生し、火砕流を伴う可能性があります。

一方、GNSSによる地殻変動観測では特段の変化は観測されておらず、現時点で大規模な噴火につながる兆候は認められません。

噴火に伴う弾道を描いて飛散する大きな噴石や火砕流に警戒してください。風下側では降灰及び風の影響を受ける小さな噴石に注意してください。爆発的噴火に伴う大きな空振に注意してください。また、降雨時には土石流の可能性がありますので注意してください。

【本件に関する問合せ先】気象庁地震火山部火山課
電話：03-3284-1749

第130回火山噴火予知連絡会 御嶽山の火山活動に関する検討結果

御嶽山の火山活動には低下傾向がみられるものの、今後噴気活動や地震活動等が活発化する場合には、火口周辺に大きな噴石を飛散させ、火砕流を伴うような噴火が発生する可能性があります。

御嶽山では、9月27日に水蒸気噴火が発生しました。噴火は剣ヶ峰山頂の南西側に新たに形成された北西から南東に伸びる火口列で発生し、大きな噴石が火口列から約1キロメートルの範囲に飛散しました。また、火砕流が発生し、火口列から、南西方向に約2.5キロメートル及び北西方向に約1.5キロメートル流下しました。火砕流は発生しましたが、地獄谷付近では樹木が焦げたような痕跡は認められませんでした。

9月27日以降、活発な噴煙活動と連続的な火山灰の放出が続きましたが、10月11日以降は火山灰を含む有色の噴煙は観測されず、噴煙活動も徐々に低下してきています。

二酸化硫黄の放出量は、噴火発生直後から10月3日までは1日あたりおよそ500トンから1500トンと多い状態で推移しましたが、その後は1日あたりおよそ100トンから500トンとやや少ない状態となっています。

火山性微動は振幅の増減を繰り返していましたが、10月7日以降は検知できない程度の大きさになっています。火山性地震は噴火発生直後には多発しましたが、その後は次第に減少してきています。

御嶽山東麓の水準測量では、2006年から2013年にかけて隆起が観測されていましたが、噴火後の測量で沈降が観測されました。なお、傾斜計でも、噴火直前に山側上がりの変化がみられ、噴火とともに山側下がりとなりました。

以上のことから、火山活動には低下傾向がみられるものの、火口列からの噴煙活動や地震活動が続いており、今後も小規模な噴火が発生する可能性があります。

また、噴気活動や地震活動等が活発化する場合には、火口周辺に大きな噴石を飛散させ、火砕流を伴うような噴火となる可能性があります。積雪期に火砕流が発生したり、熱水が流出したりした場合には、火山泥流が発生する可能性があります。

今後も噴気活動や地震活動、地殻変動等のデータを注意深く見守る必要があります。

引き続き、噴火に伴う弾道を描いて飛散する大きな噴石や火砕流に警戒してください。風下側では降灰及び風の影響を受ける小さな噴石に注意してください。爆発的噴火に伴う大きな空振に注意してください。また、降雨時には土石流の可能性がありますので注意してください。

【本件に関する問合せ先】気象庁地震火山部火山課
電話 03-3284-1749



第 2 図 御嶽山 噴煙の状況
(中部地方整備局の滝越カメラによる。2014 年 9 月 27 日 11 時 56 分)
・山の南西方向に火砕流が 3 km 程度流下した。



第 3 図 御嶽山 噴火発生前後の状況 (2014 年 9 月 27 日 11 時 50 分と 12 時 40 分の比較)
(中部地方整備局設置の滝越カメラによる)
・山の南西側斜面を火砕流が 3 km を超えて流下した。右図四角枠内に火砕流が堆積している。

3. 投出岩塊(噴石)の分布状況

投出岩塊の分布状況を今回撮影した写真から大まかに推定し、A~Cの3ゾーンに区分した(図3)。基本的には火口からの距離によって分布密度が低下する。火口に近いAゾーンでは、極めて高い密度で投出岩塊が分布している(~10個以上/4mx4m)。写真で識別できない小さいものを含めると、この領域ではきわめて大量の放出岩塊が降下したことが推定される。Cゾーンより外側には写真で識別できるようなサイズのもの存在しない。

インパクトクレーターの大きさは直径10cm~1m程度である。このようなインパクトクレーターをつくっている投出岩塊の大きさはクレーター外に転がり出た岩塊等も参考にすると拳大から人頭大と思われる(最高で50~60cm?)。

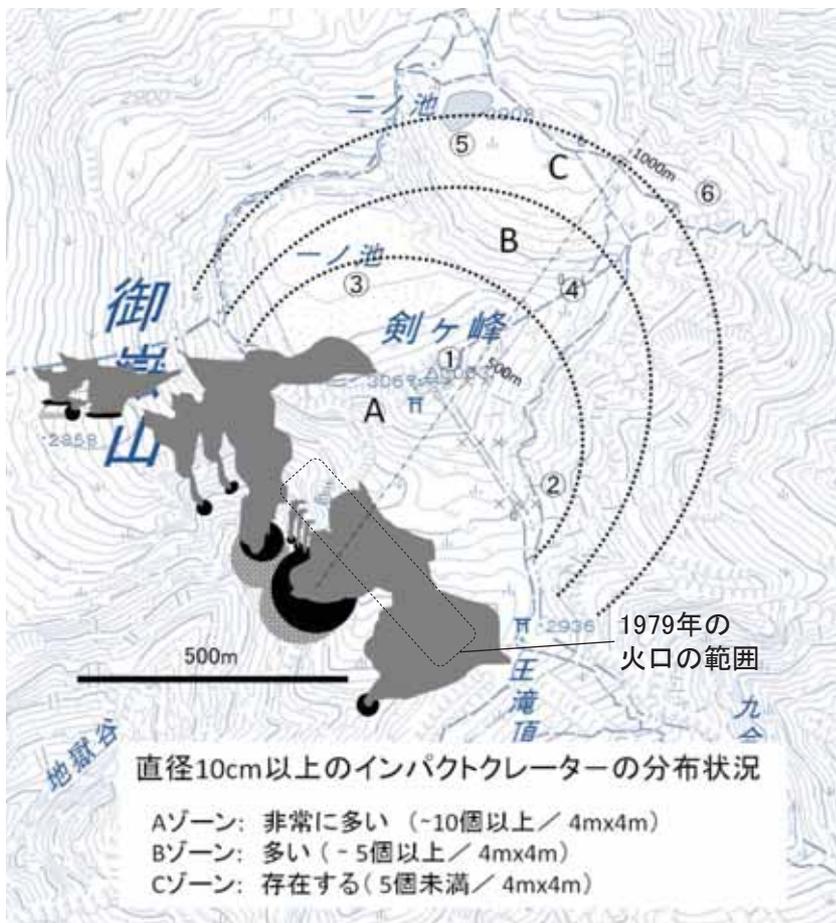


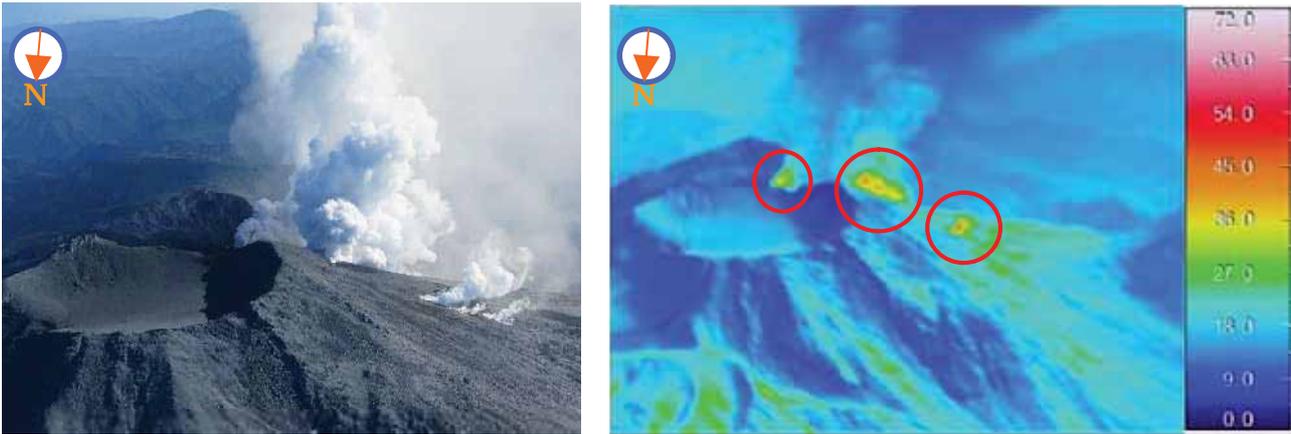
写真7. ① Aゾーン/御嶽山頂山荘.

図3 投出岩塊の分布状況. 番号は写真の場所を示す. ×は確認された被災者の位置. ※ 十分な写真データがなく誤差は大きい. この図の作成には地理院地図(電子国土Web)を使用した.

最大到達距離を1000m(図3)として、空気抵抗なし、打出し各45度として弾道計算をすると、初速度は約100m/S程度と見積もられる。



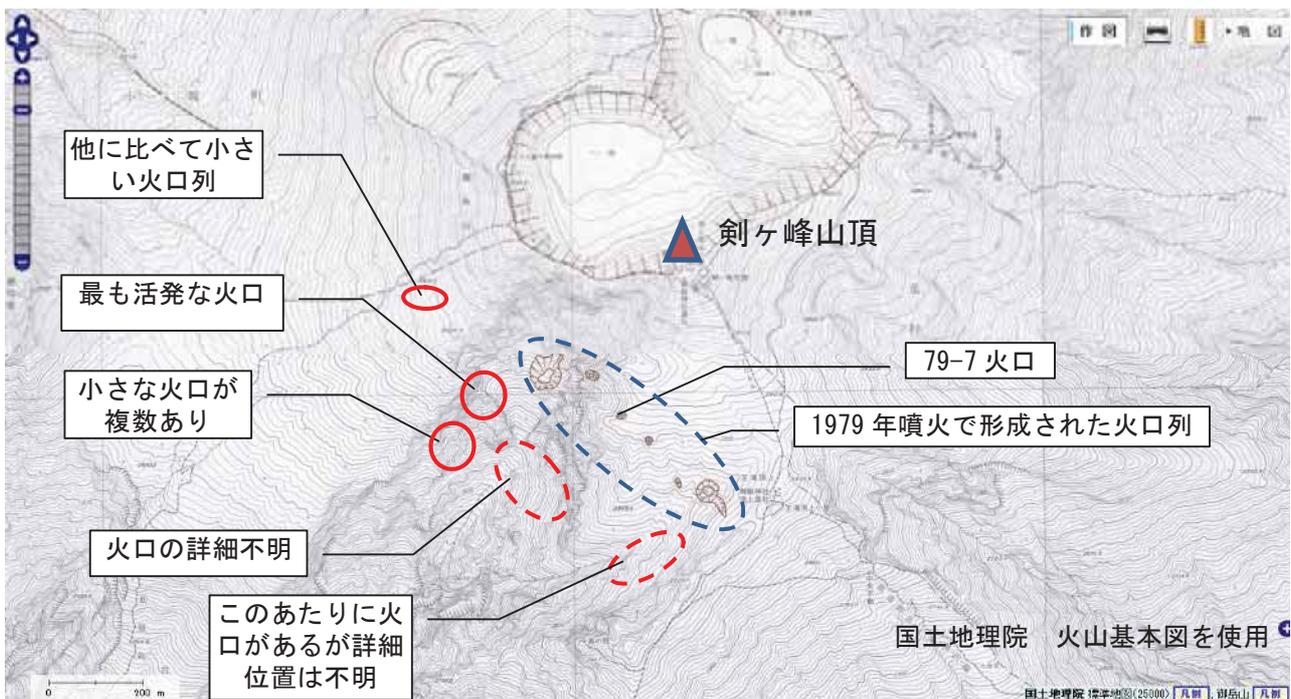
第1図 御嶽山 火口の位置と火砕流の先端が到達したと思われるおおよその位置
(2014年9月28日 陸上自衛隊の協力による上空からの観測により気象庁で解析)
・火口列から南西側約2.5 km、北西側約1.5 kmまで流下したとみられる。



第 9 図 御嶽山 赤外熱映像装置による山頂付近の観測

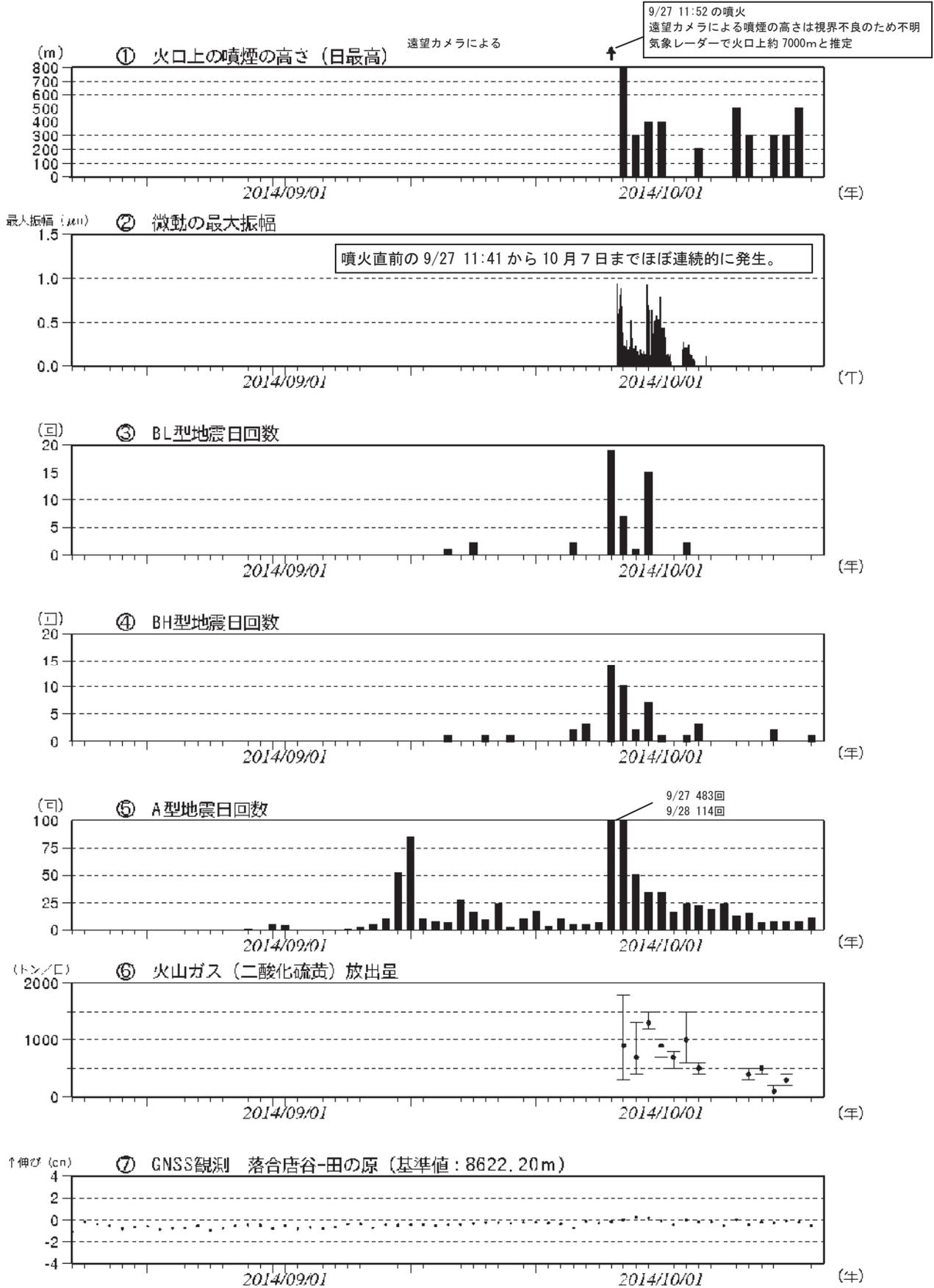
(2014 年 9 月 28 日 15 時 30 分、陸上自衛隊の協力により山頂北側の上空海拔約 3,600m から撮影)

- ・ 剣ヶ峰の南西側で、活発な噴煙が上がっている主に 3ヶ所（右図円内）の高温域を観測した。
- ・ 噴火口周辺を除いては、日射の影響があるものの地熱域は特に認められなかった。

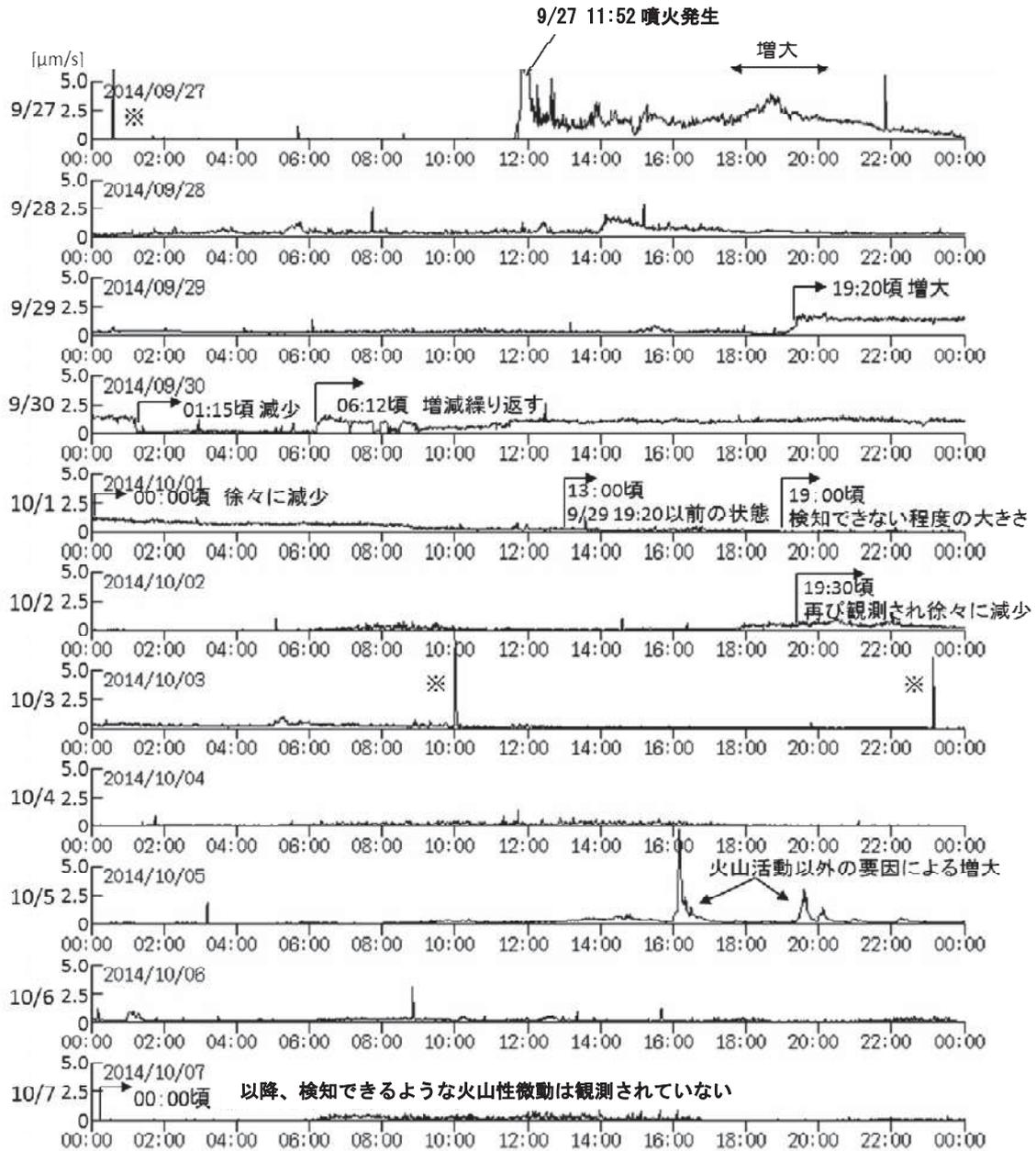


第 10 図 御嶽山 火口位置

- ・ 剣ヶ峰山頂の南西側に北西から南東に伸びる火口列が形成されていた。



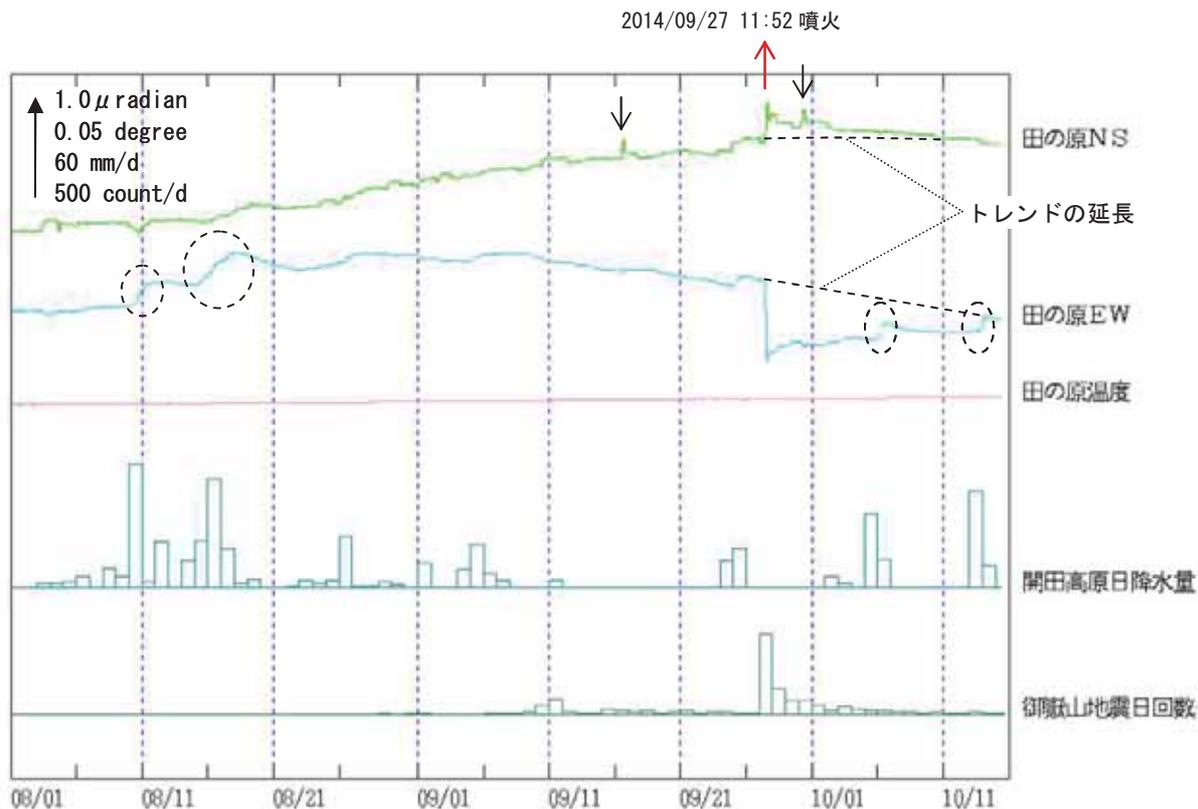
第 20 図 御嶽山 日別地震回数 (2014年8月15日~10月13日 (速報値含む))



第 21 図 御嶽山 田の原上観測点（剣ヶ峰の南東約 2 km）の
上下動地震波形の 1 分間振幅平均値の推移
(2014 年 9 月 27 日 00 時～10 月 7 日 24 時 00 分)

- ・ 噴火発生の 11 分前の 9 月 27 日 11 時 41 分頃から火山性微動が発生し、振幅の増減を繰り返しながら続いた。10 月 1 日 19 時頃からは検知できない程度の大きさになったが、10 月 2 日 19 時 30 分頃から再び観測され始めた。その後振幅は小さいながらも継続していた。10 月 7 日以降は、検知できるような火山性微動は観測されていない。

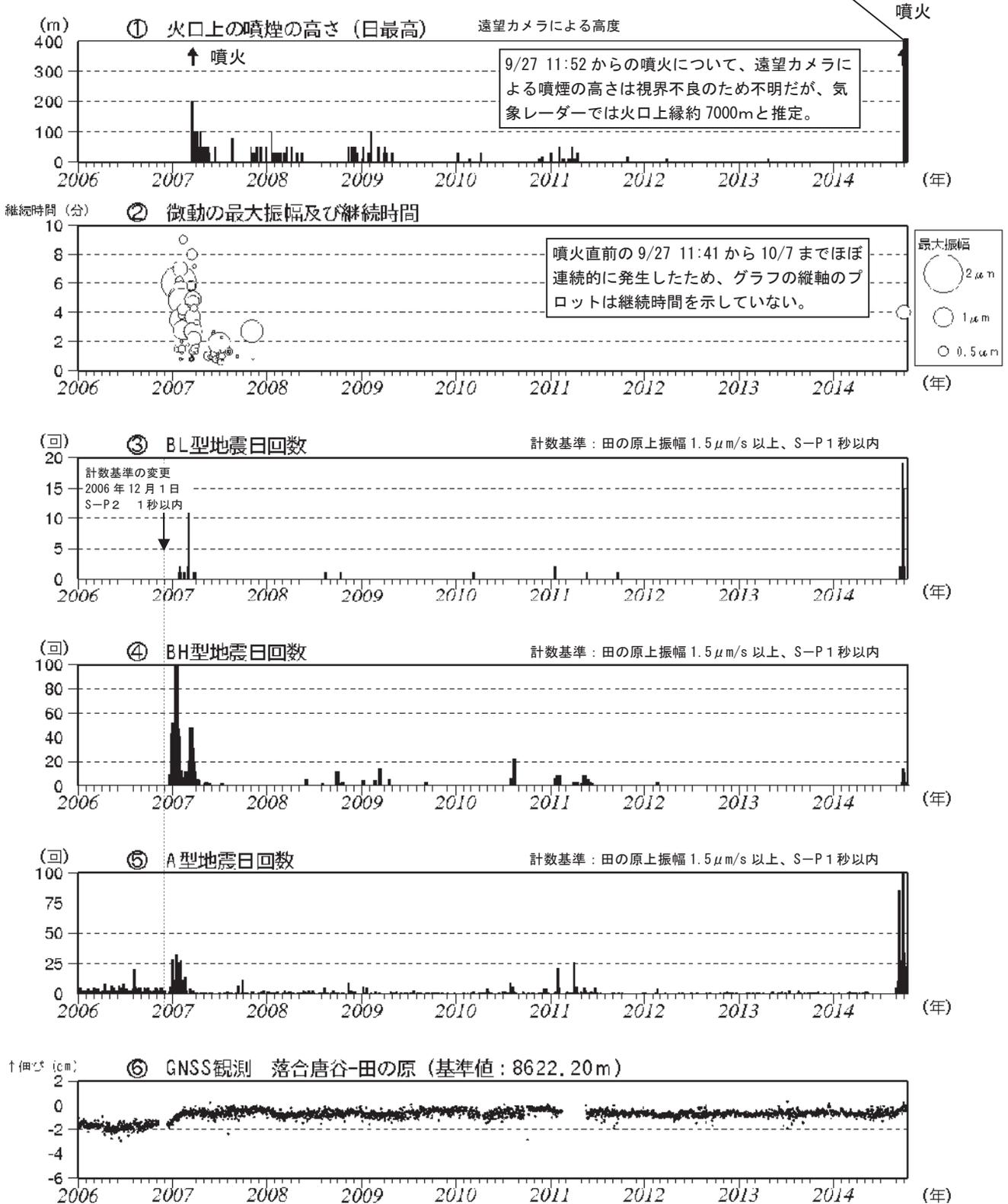
※ 火山活動以外の地震による。



第 27 図 御嶽山 田の原観測点（剣ヶ峰南東約 3 km）の傾斜変動
 (2014 年 8 月 1 日 00 時～10 月 16 日 00 時、時間値、潮汐補正済み)

- ・ 剣ヶ峰山頂の南東 3 km の田の原観測点で、北西上がり（山側上がり）の変化を、その約 7 分後の 11 時 52 分頃に南東上がり（山側下がり）の変化を観測している。その後変位は戻りつつあるが、噴火前の状態までは戻っていない。
- ・ 田の原観測点では、しばしば原因不明のステップがみられる（図中下向き矢印）。
- ・ 主に東西成分に降水によるとみられる変動が現れている（図中点線丸印）。

カメラのよる最高高度
は火口縁上 800m (9/28)



第 33 図 御嶽山 最近の火山活動経過図 (2006 年 1 月 1 日~2014 年 10 月 13 日)

2010 年 10 月以降の GNSS データについては解析方法を改良し、対流圏補正と電離層補正を行っている。なお、解析には、IGS (International GNSS Service: 国際 GNSS 事業) から提供される超速報暦を用いている。

図中⑥は第 36 図の GNSS 基線②に対応し、空白期間は欠測を示す。

- ・ 2007 年 3 月後半の噴火前に山体膨張の地殻変動がみられ、火山性地震が増加し、微動が観測された。
- ・ ②の基線において、2014 年 10 月中旬までのデータの解析により、2014 年 9 月上旬頃以降ごくわずかな変化があることがわかった。このような基線変化は地殻変動の他、気象擾乱等でも生じることがある。

精密水準測量による御嶽山における上下変動(2006年4月-2014年10月)

日本大学文理学部・名古屋大学・京都大学・九州大学・北海道大学・東濃地震研究所

名大・他では1990年代後半から御嶽山東麓における路線で水準測量を実施している。2014年噴火後の10月15日~17日に再測量と路線の拡張をおこなった。既存の全路線の最後の測量は2007年4月であり、2007年4月—2014年10月の上下変動を求めた。上松(BM34)を不動点として、木曾温泉の北西端(BM317)で約14mmの沈降(山頂方向が沈降)が検出された(図1・2)。路線の一部だけの測量(図3)も加え、上下変動の時間的変化を検討すると、2006年以降山頂方向が隆起する変動パターンになっていることが明らかとなった(図4)。また短い区間の測量ではあるが2013年の測量結果から、山頂隆起が2013年まで継続していたことがと示唆された(図5(b))。今回の測量で、BM25を不動点とした場合、2006—2009年に山頂方向が隆起した量に相当する量の山頂方向の沈降が検出された(図4・図5(a))。

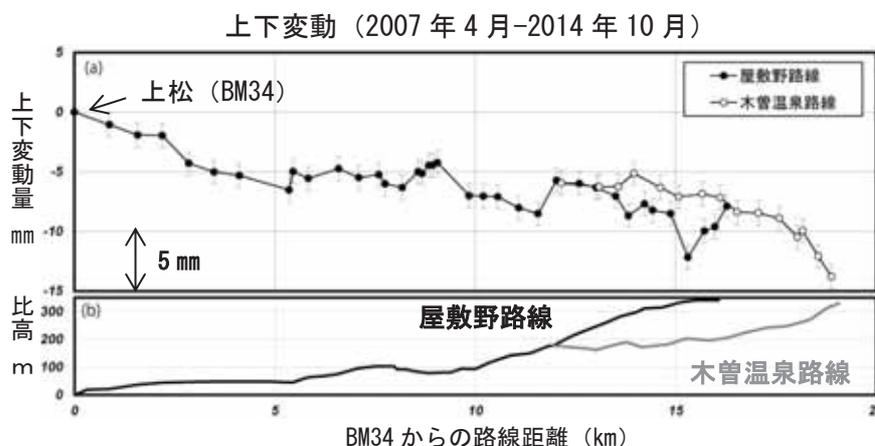


図1. 御嶽山における2007年4月から2014年10月の上下変動(a)と路線の比高(b)。変動はBM34(上松)を不動点とした。路線のほぼ全体でなだらかな沈降を示し、木曾温泉路線の北西端で14mm、屋敷野路線の北西端で8mmに達する。木曾温泉路線北西端までの往復差の積算量は±1.7mmである。

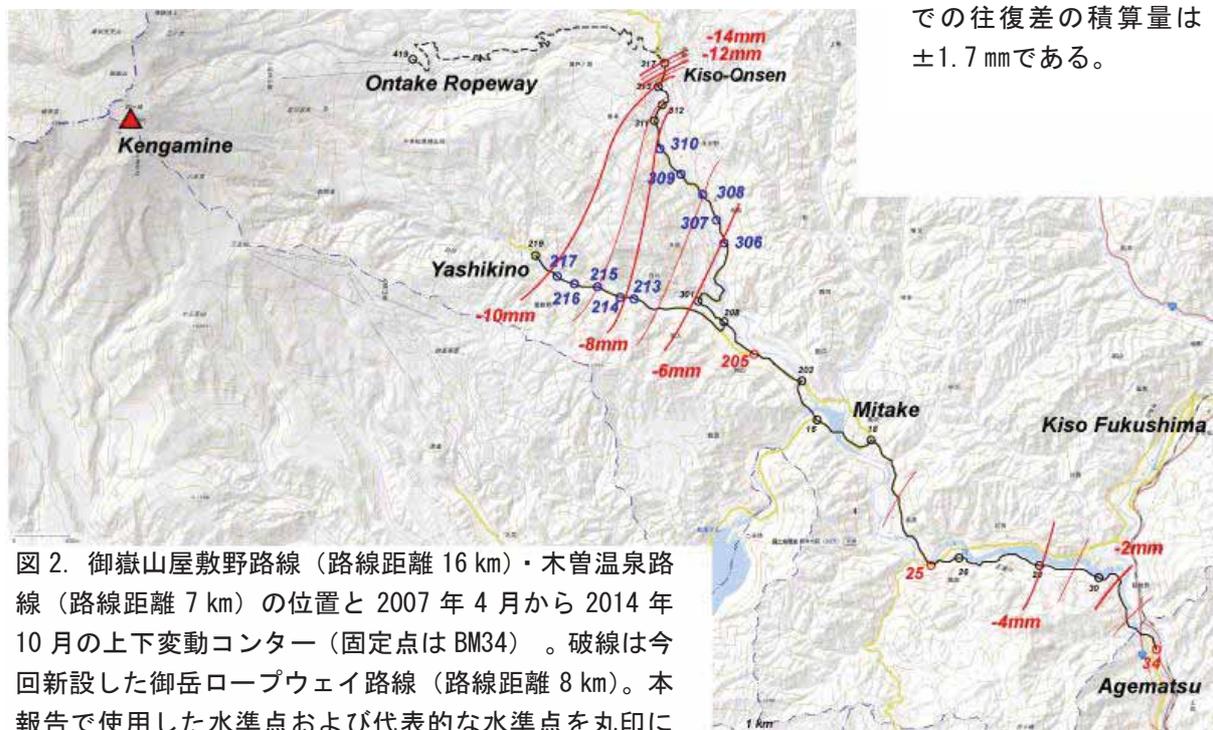


図2. 御嶽山屋敷野路線(路線距離16km)・木曾温泉路線(路線距離7km)の位置と2007年4月から2014年10月の上下変動コンター(固定点はBM34)。破線は今回新設した御岳ロープウェイ路線(路線距離8km)。本報告で使用した水準点および代表的な水準点を丸印にて示す。赤丸は図1~5にて不動点として使用した水準点、青丸は図5で時間変化を示した水準点である。(地図は電子国土ポータルによる)

測量担当者 (2014年10月)

村瀬雅之(日大)、山中佳子、堀川信一郎、松廣健二郎(名大)、大倉敬宏、吉川慎、井上寛之、三島壮智、園田忠臣(京大)、松島健、内田和也(九大)、森濟(北大)、木股文昭、宮島力雄(東濃)

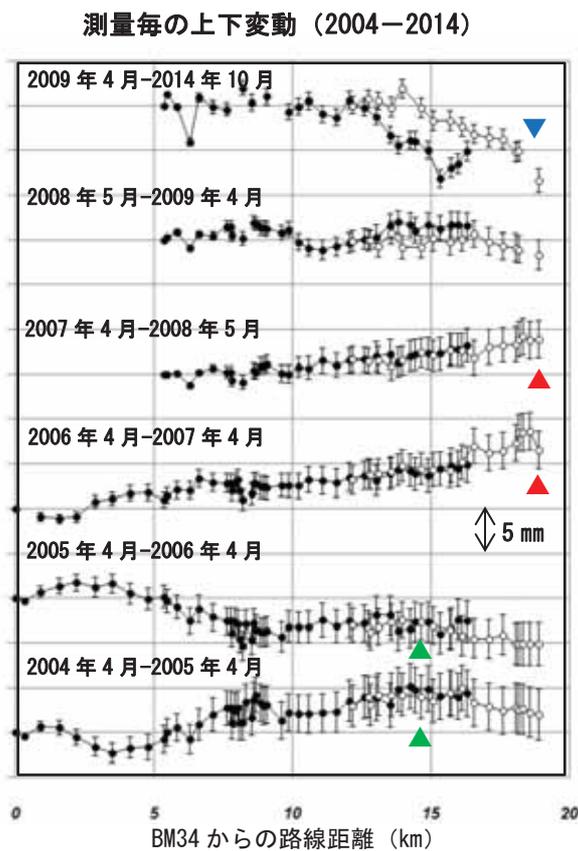


図 3. 2004 年からの測量毎の上下変動。2004 年～2006 年の変動は BM34 を 2006～2014 年の変動は BM25 を不動点とした。2006 年以前は群発地震域を中心とする隆起(▲)が検出されていたが、2006-2008 年では山頂方向が隆起する傾向(▲)に変化している。2014 年噴火をはさむ 2009-2014 年は山頂方向が沈降(▼)した。

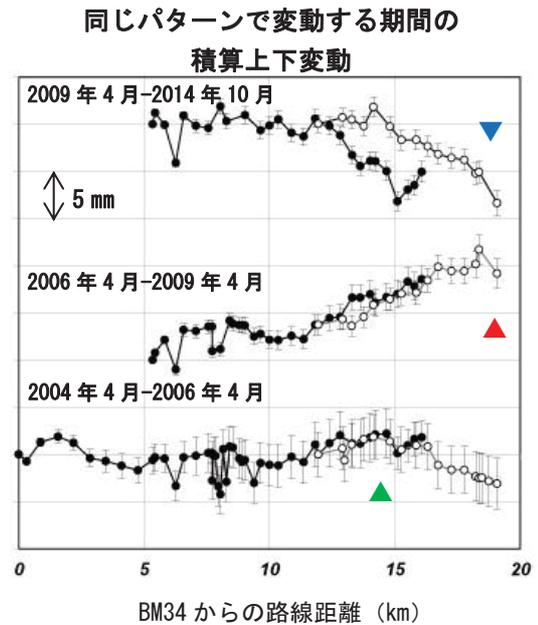


図 4. 同じパターンで変動する期間で積算した上下変動。2004 年～2006 年の変動は BM34 を 2006～2014 年の変動は BM25 を不動点とした。2004-2006 は群発地震域を中心とした約 3 mm の隆起(▲)が見られ、2006-2009 年は山頂方向が約 1 cm 隆起(▲)、2009-2014 年は山頂方向が約 1 cm 沈降(▼)している。

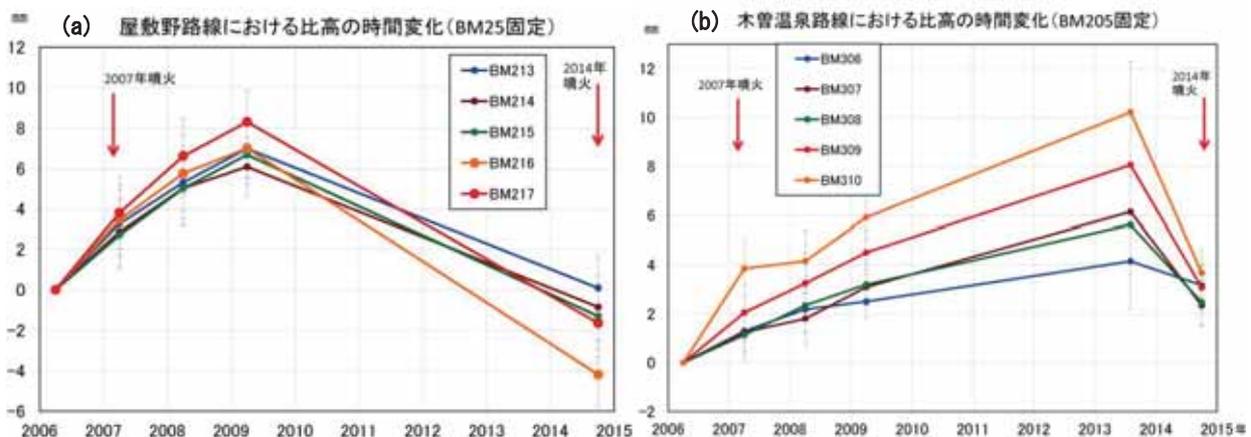
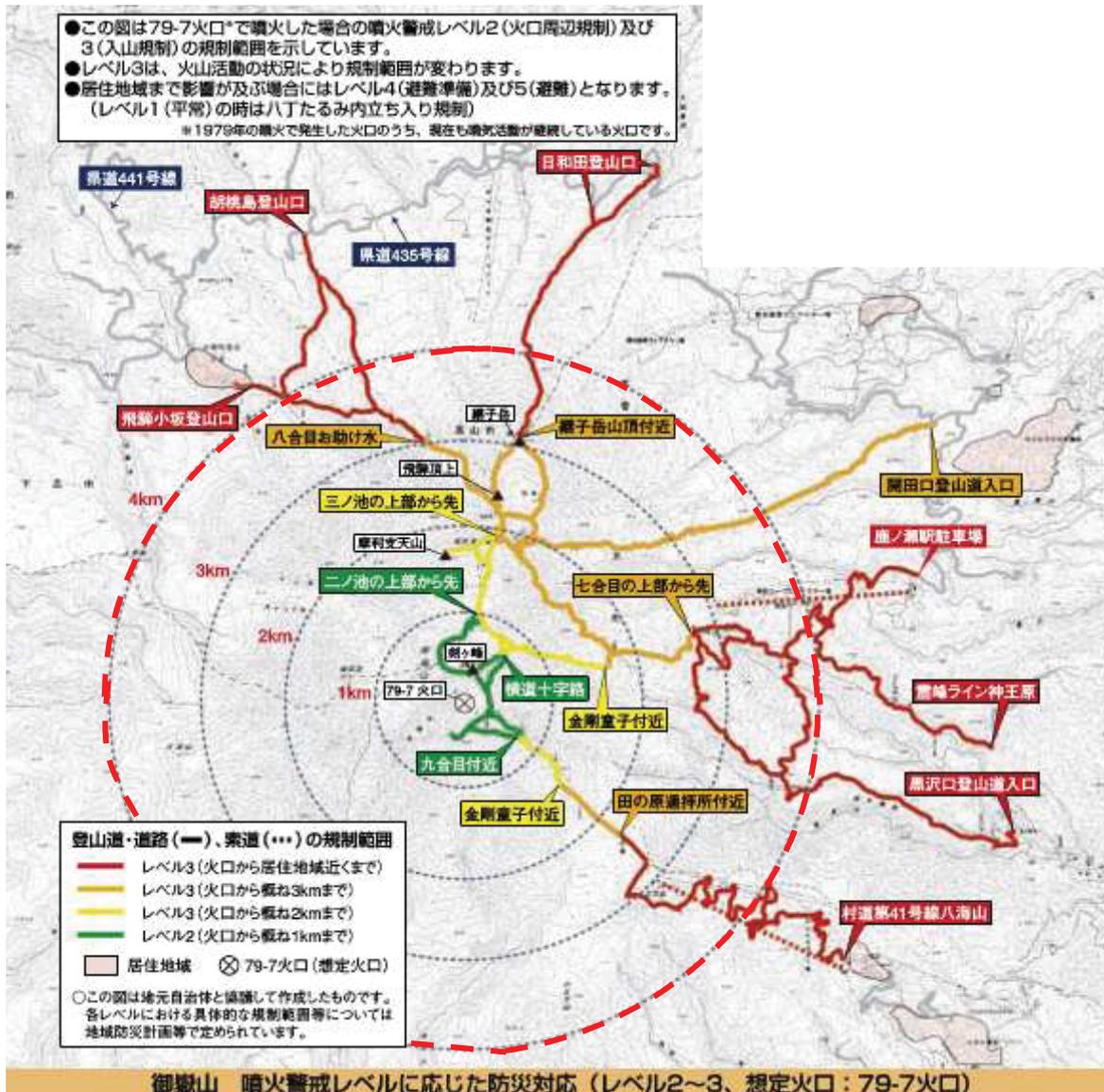
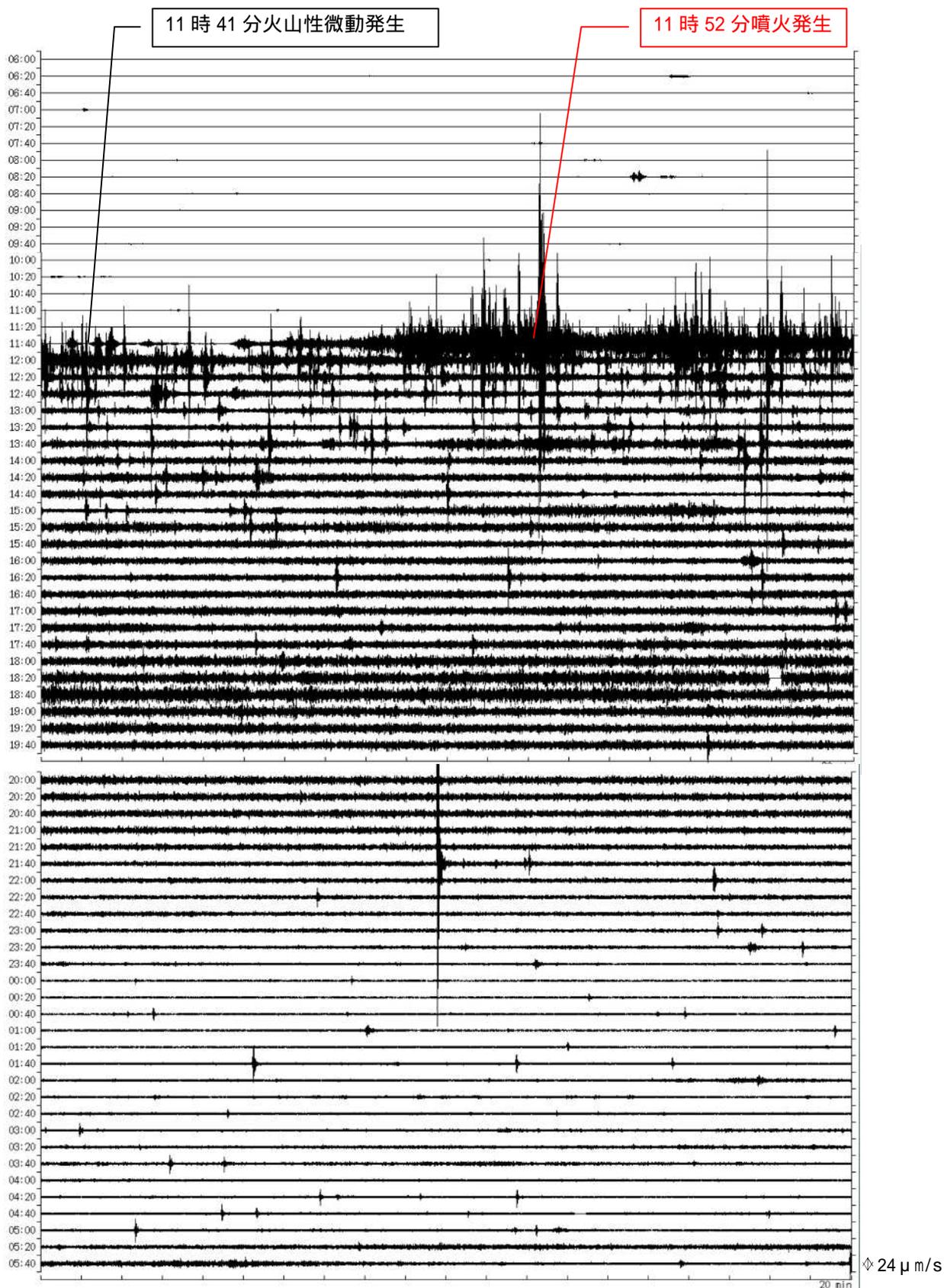


図 5. 屋敷野路線 (a) および木曾温泉路線 (b) における 2006 年以降の時間変化。屋敷野路線の時間変化は BM25 を不動点とした。2006—2009 年に山頂方向が隆起した量に相当する量の山頂方向の沈降が 2009-2014 年に検出された。木曾温泉路線は 2013 年 8 月にも BM205～BM310 の短い区間のみではあるが測量がおこなわれているため、木曾温泉路線は BM205 を不動点とし、2013 年 8 月の変動を加えた図を示す。2006 年から始まった山頂方向の隆起が 2013 年 8 月まで継続していた可能性がある。

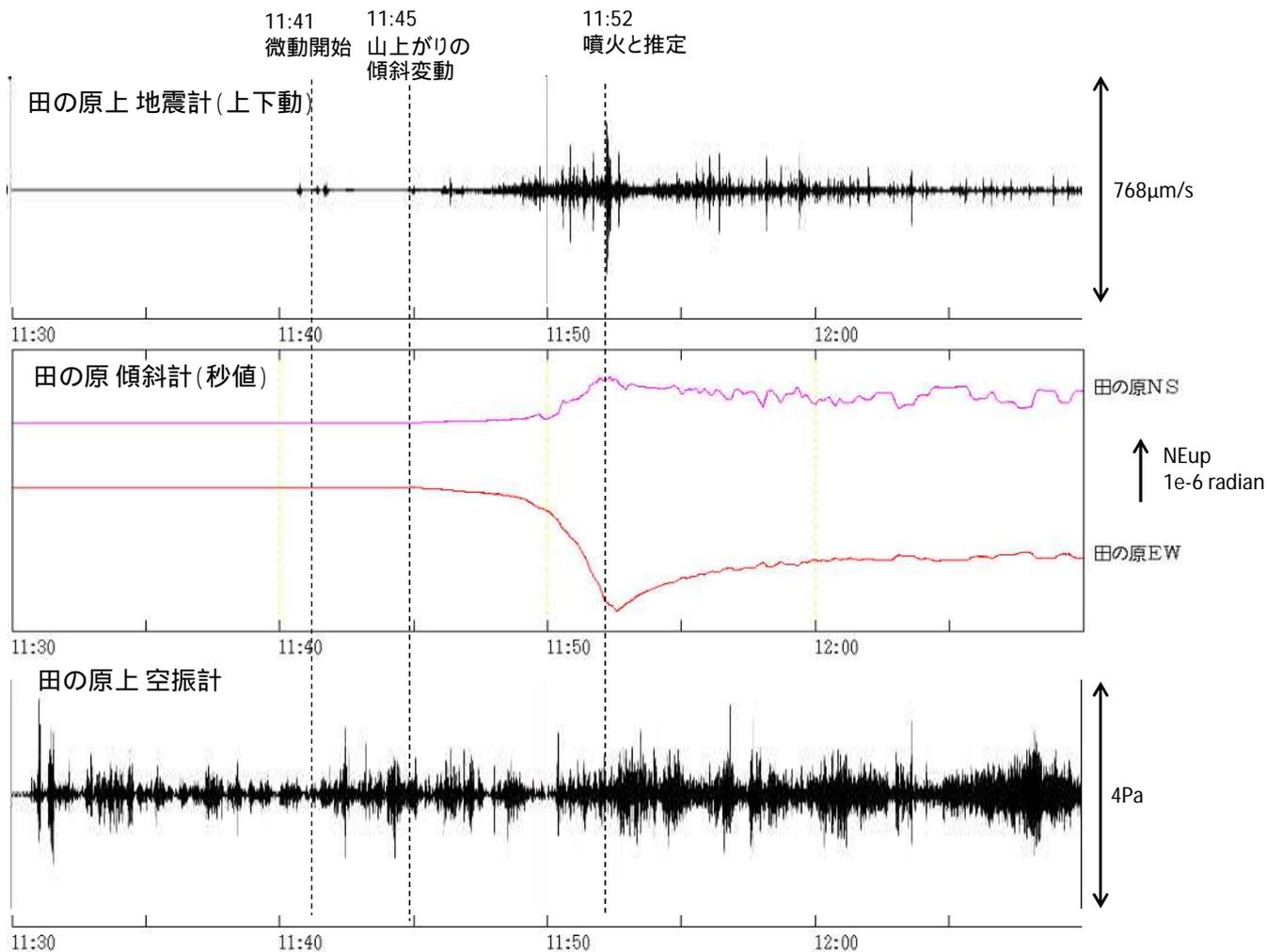


第1図 御嶽山 規制範囲図
 ・赤点線が山頂火口から4kmの範囲



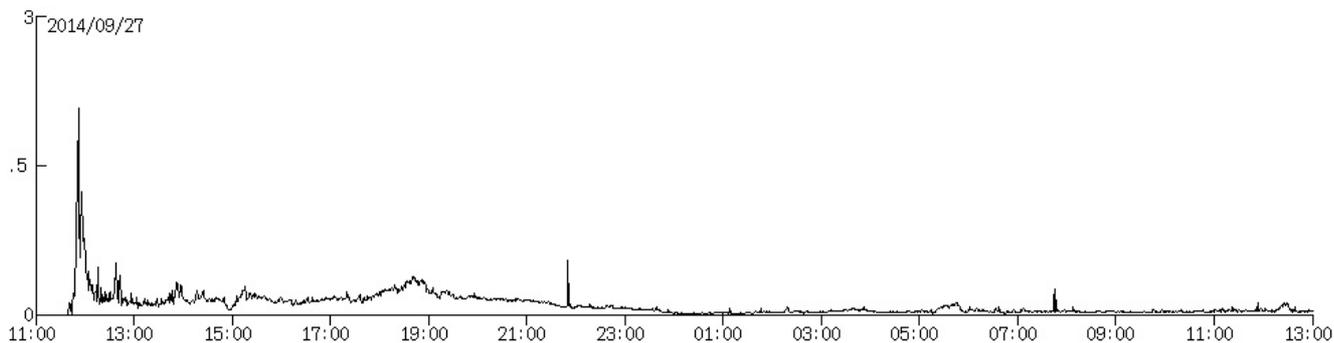
第 5 図 御嶽山 地震及び微動の発生状況
(2014 年 9 月 27 日 06 時 00 分 ~ 9 月 28 日 06 時 00 分)

・火山性微動が 11 時 41 分に発生し、振幅が徐々に小さくなりながら継続している。



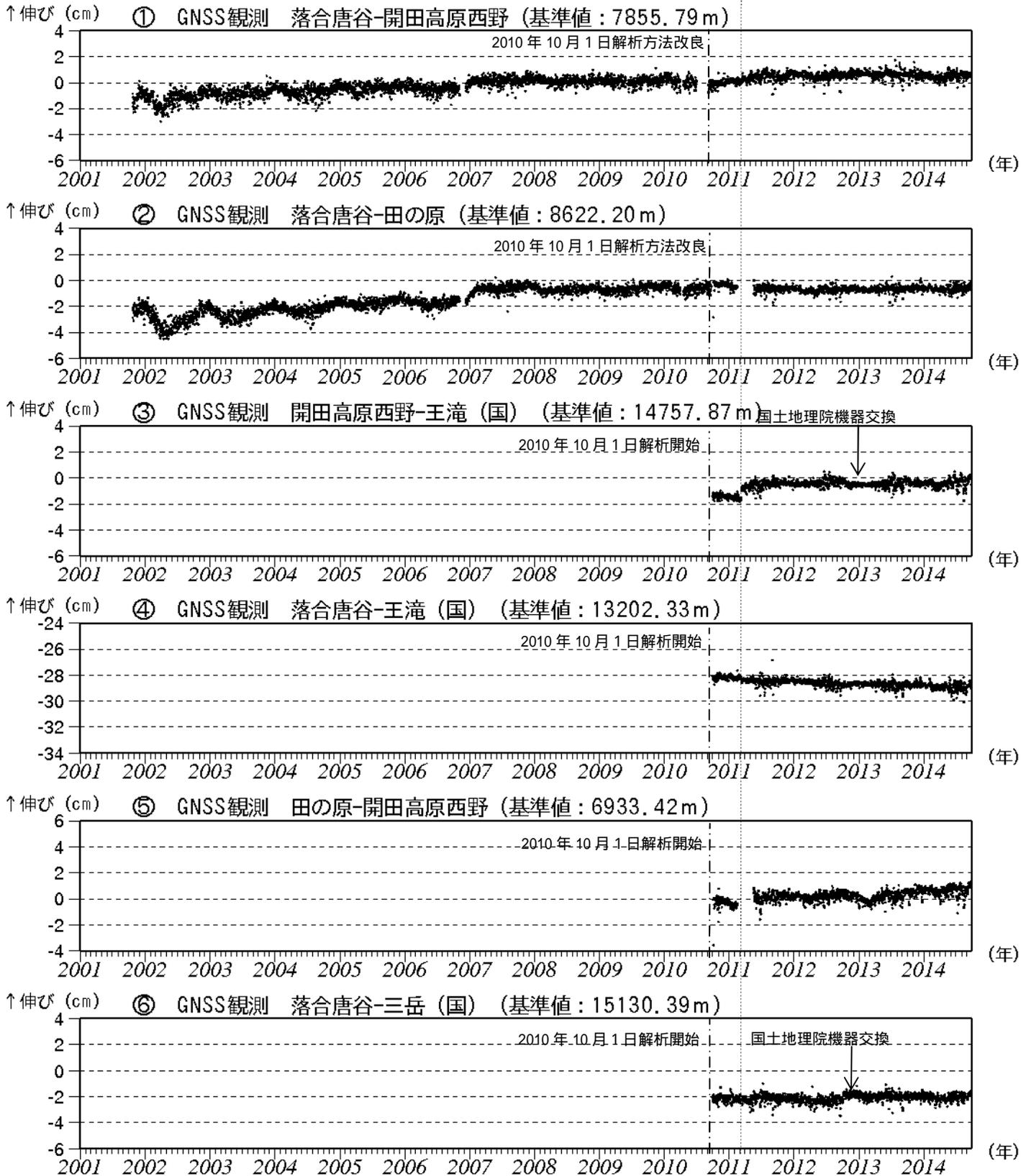
第 6 図 御嶽山 噴火発生時の震動データ及び傾斜データの状況

- 火山性微動の発生に伴い、山頂の南東 3 km の田の原観測点で北西上がり（山上がり）の変化を、その約 7 分後の 11 時 52 分頃に南東上がり（山下がり）の変化を観測した。なお、南東上がりの変化には火山性微動等による変動も含まれている。



第 7 図 御嶽山 田の原上観測点の地震計上下動の 1 分平均振幅の時系列
（2014 年 9 月 27 日 11 時 00 分 ~ 28 日 13 時 00 分）

東北地方太平洋沖地震



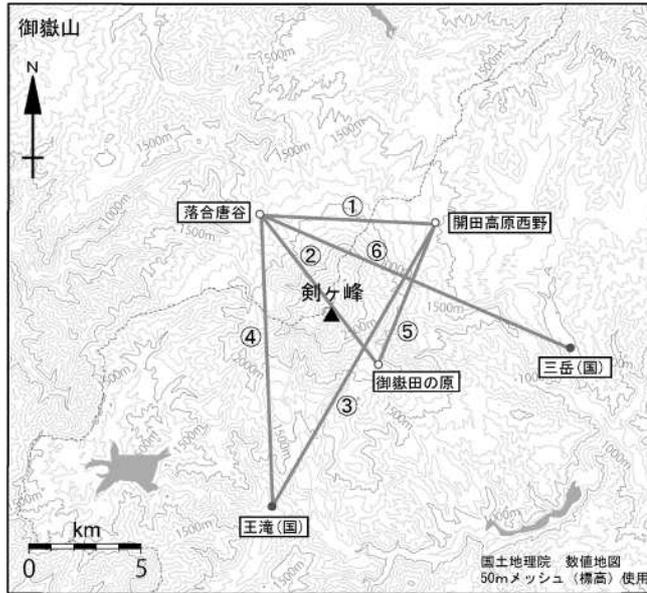
第 13 図 御嶽山 GNSS 連続観測による基線長変化 (2001 年 1 月 1 日 ~ 2014 年 9 月 27 日)

(国): 国土地理院

2010 年 10 月以降のデータについては解析方法を改良し、対流圏補正と電離層補正を行っている。また、掲載する基線を一部変更した。

図中 ~ は第14図のGNSS基線 ~ に対応し、空白期間は欠測を示す。

・火山活動によるとみられる変動は認められなかった。



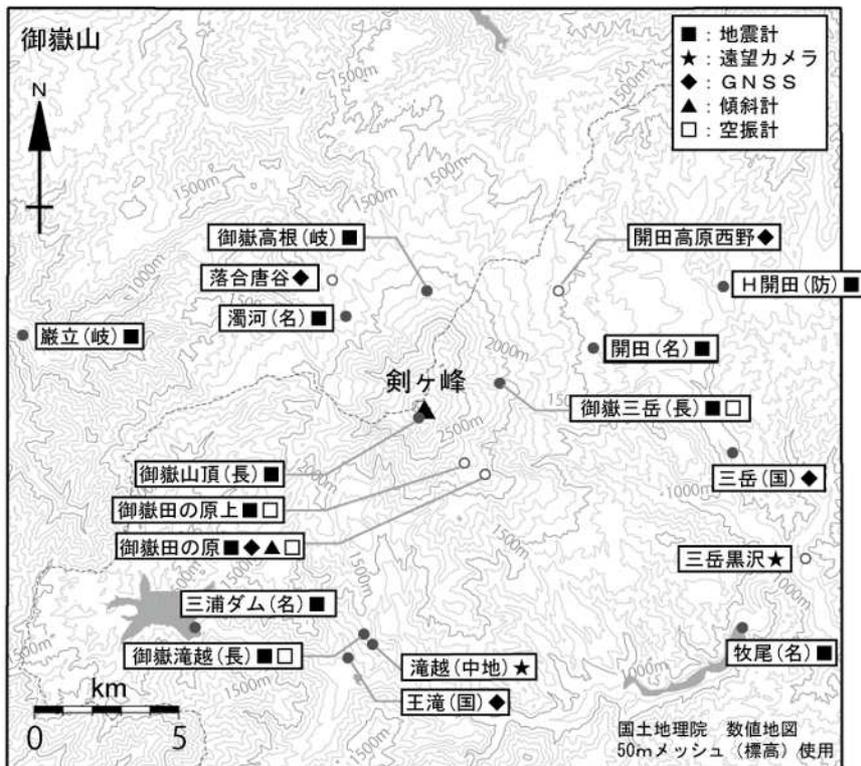
第 14 図 御嶽山 GNSS 連続観測点配置図

小さな白丸 (○) は気象庁、小さな黒丸 (●) は気象庁以外の機関の観測点位置を示す。

(国): 国土地理院

図中の GNSS 基線 ~ は第 13 図の ~ に対応する。

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 25000 (行政界・海岸線)』および『数値地図 50mメッシュ (標高)』を使用した。



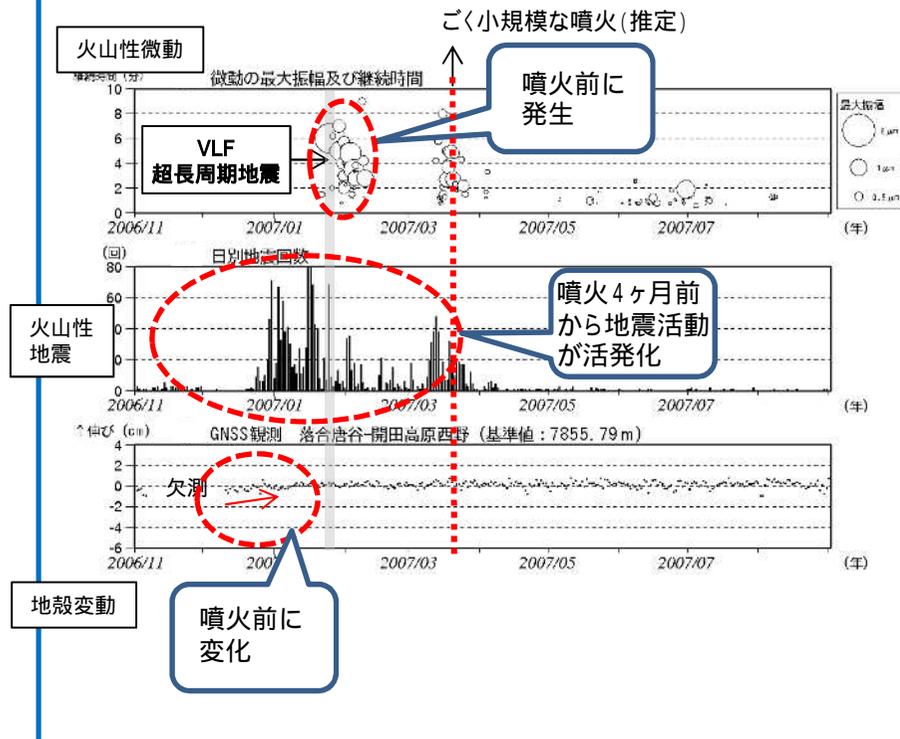
小さな白丸 (○) は気象庁、小さな黒丸 (●) は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。

(国): 国土地理院、(中地): 中部地方整備局、(防): 防災科学技術研究所、(名): 名古屋大学、(長): 長野県、(岐): 岐阜県

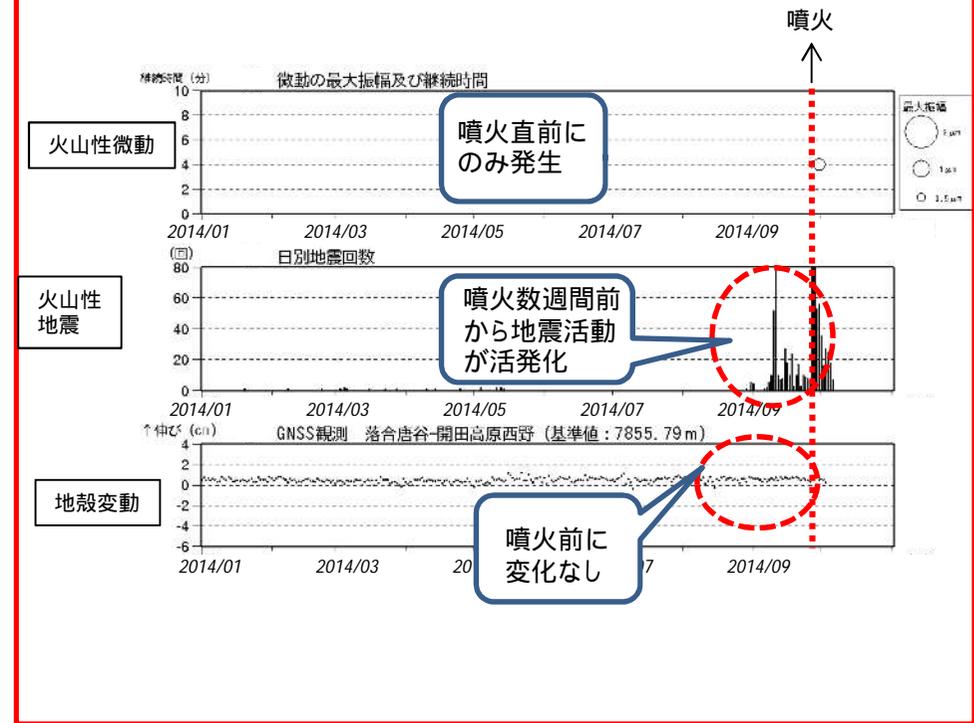
第 15 図 御嶽山 観測点配置図

2007年の噴火時と今回の噴火の相違

2007年の噴火時の各種データ

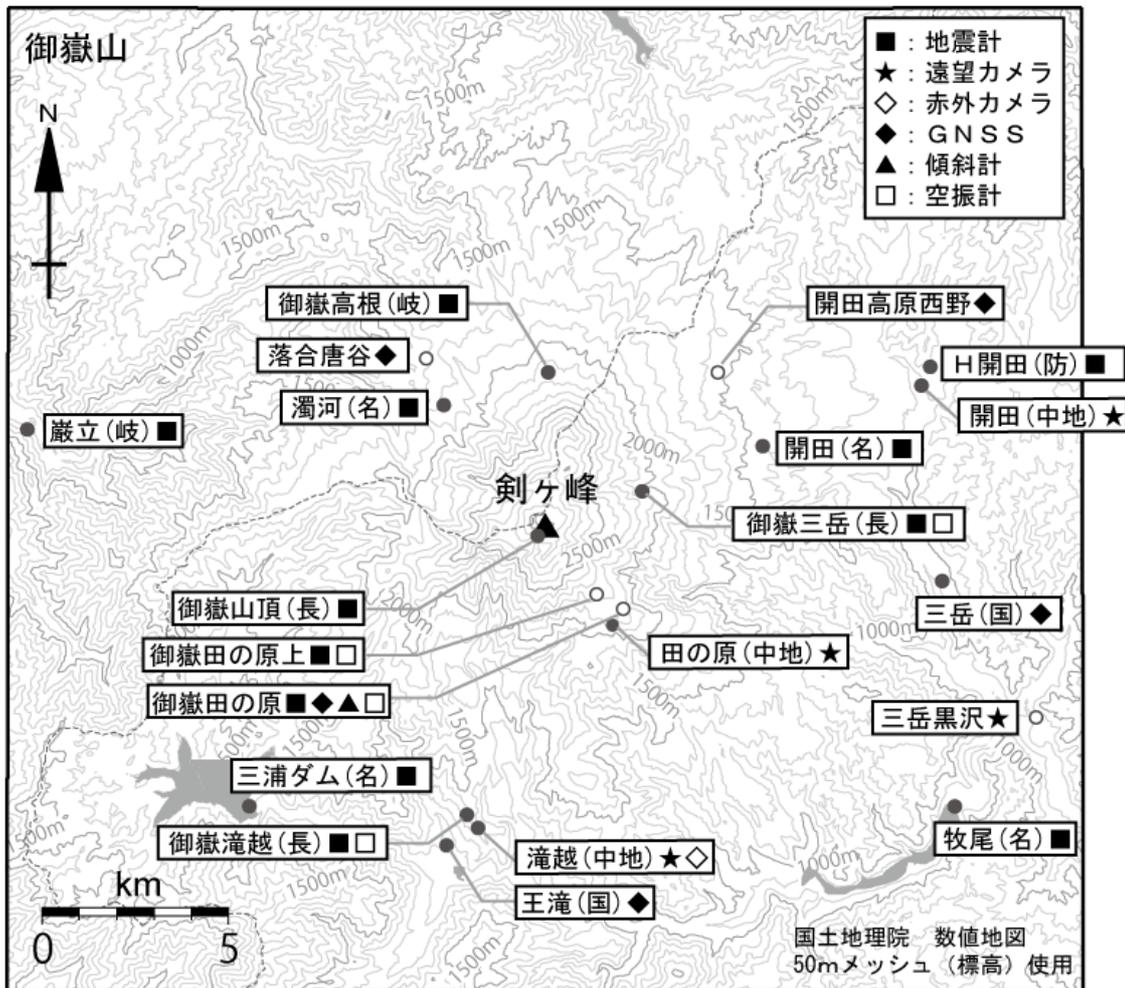


今回の噴火時の各種データ



- ・2007年の噴火の際には約2ヶ月前から火山性微動が断続的に発生。今回は噴火の11分前から微動が発生。
- ・2007年の噴火の際には約3ヶ月前からGNSSによる変化が見られた。
- ・今回の噴火前の地震活動は2007年に比べ小規模であった。

御嶽山の観測点配置図



小さな白丸(○)は気象庁、小さな黒丸(●)は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。
 (国)：国土地理院、(中地)：中部地方整備局、(防)：防災科学技術研究所、(名)：名古屋大学、
 (長)：長野県、(岐)：岐阜県

機関	地震計	カメラ	GPS	傾斜計	空振計
気象庁	2	1	3	1	2
名古屋大学	5	0	0	0	0
国土地理院	0	0	5	0	0
防災科学技術研究所	1	0	0	0	0
長野県	3	0	0	0	1
岐阜県	2	0	0	0	0
中部地方整備局	0	3	0	0	0
計	13	4	8	1	3

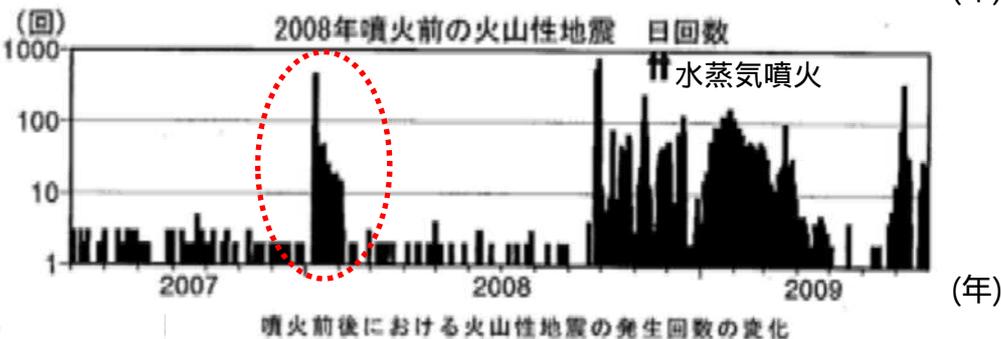
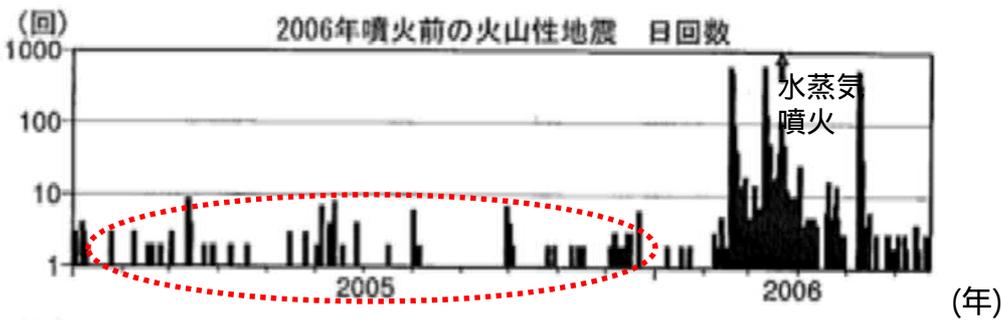
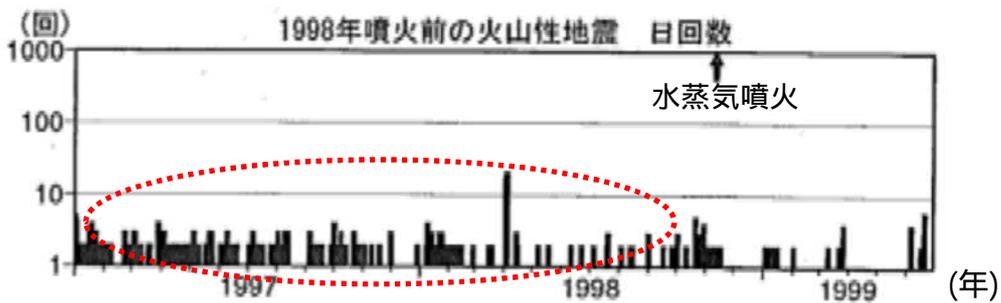
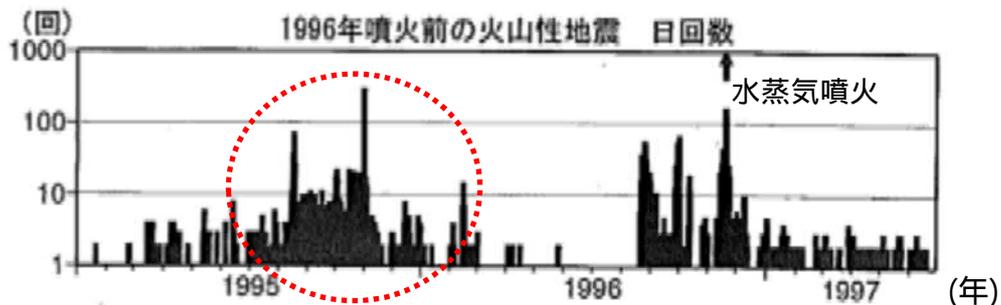
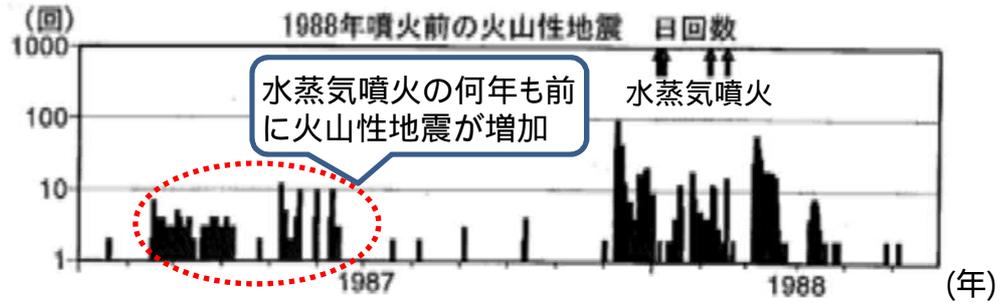
水蒸気噴火と前兆現象

火山性地震が増加し時間が経過してから噴火に至った例

雌阿寒岳の例

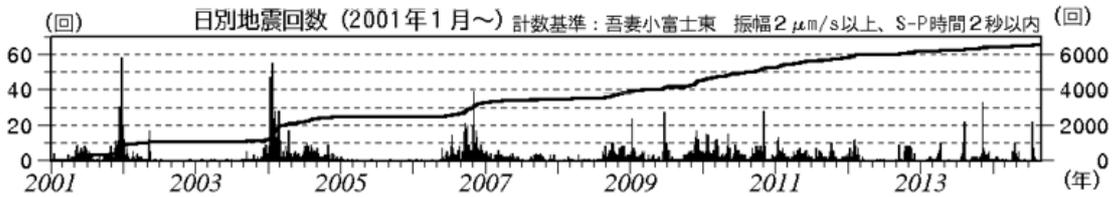
過去の噴火における先駆現象等

近年の水蒸気噴火においては、噴火発生の1～数ヶ月前の地震増加、火山性微動、火口の高温化や浅部の熱消磁がみられたことがある。

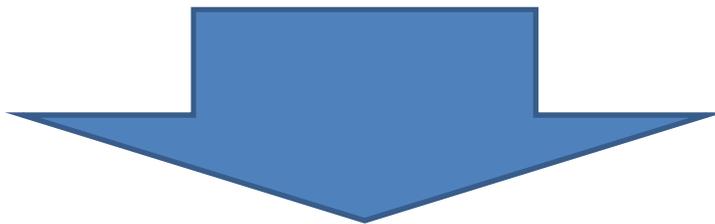
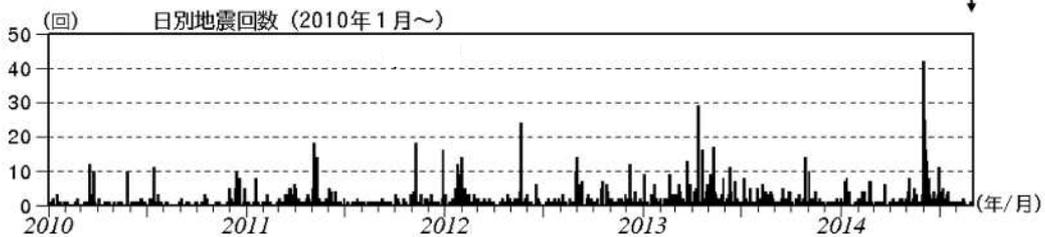
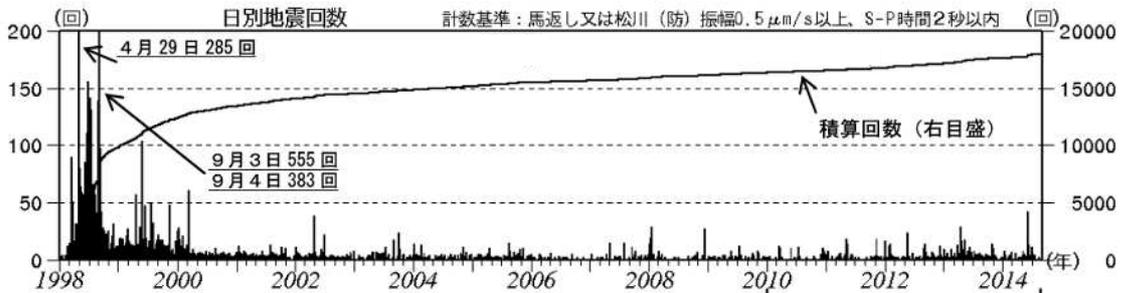


火山性地震が増加したが噴火に至らなかった例

吾妻山



岩手山



吾妻山は60回程度、岩手山は500回以上の火山性地震を観測した日があるが、この期間噴火していない。

水蒸気噴火発生前に捉えられた現象

○水蒸気噴火発生や熱水活動の活発化前に、以下の変化が捉えられたことがある。

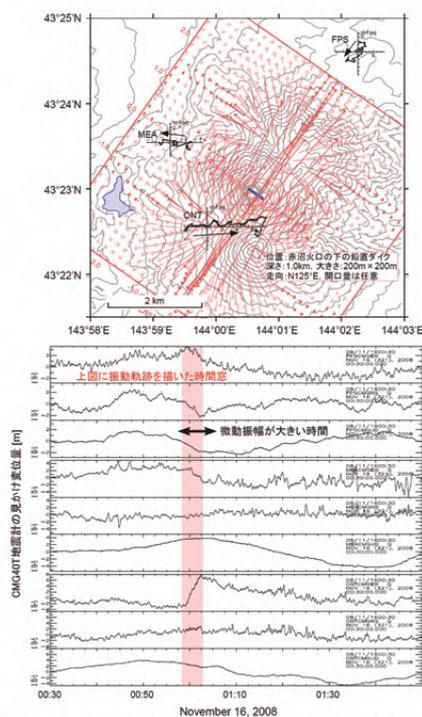
- ・地震活動(雌阿寒岳、吾妻山、口永良部島など)
- ・地殻変動(吾妻山、御嶽山、口永良部島など)
- ・全磁力変化(雌阿寒岳、口永良部島など)
- ・温度上昇(雌阿寒岳など)
- ・火山ガス濃度の上昇(草津白根山、九重山など)

○これらの変化は、火口付近の観測で捉えることが多い

○ただし、これらの変化がみられても(特に地震活動や地殻変動)、噴火した場合もあれば噴火しなかった場合もある

水蒸気噴火発生前に捉えられた現象(雌阿寒岳)

火山性微動、火口の高温化や浅部の熱消磁がみられたこともある



2008年噴火前に広帯域地震計で観測された火山性微動と傾斜変動(北海道大学、2009)

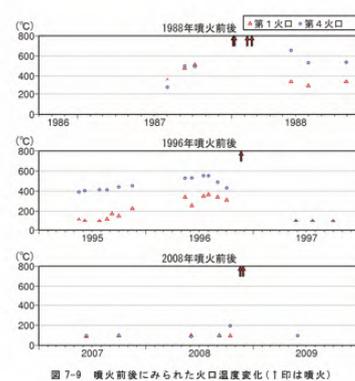


図7-9 噴火前後にみられた火口温度変化(1印は噴火)

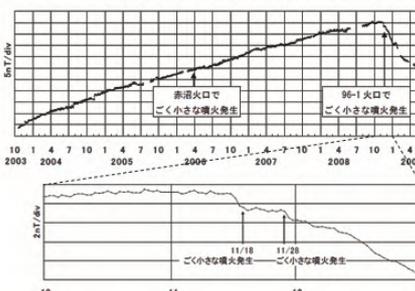
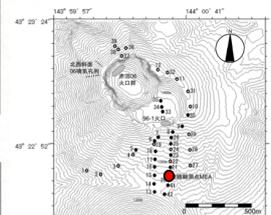
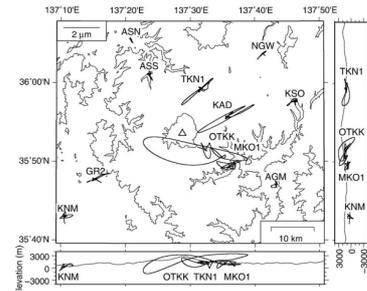
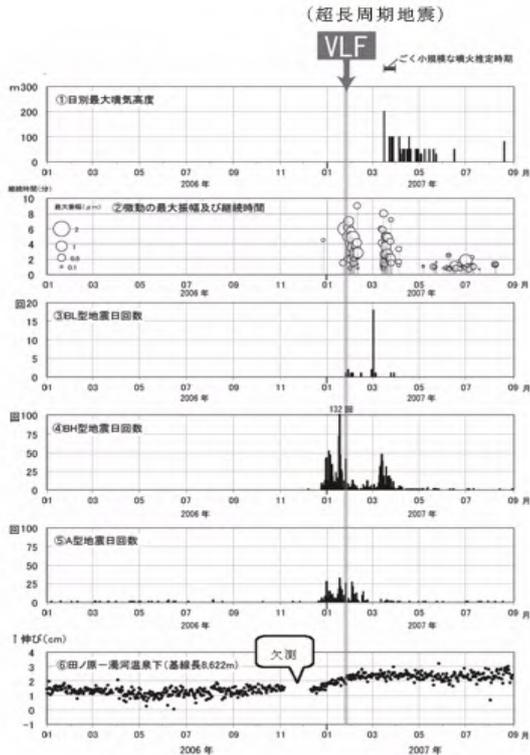


図7-10 2008年噴火直前に噴火前後にみられた火口温度変化(上段)と2008年噴火直前に96-1火口南側で捉えられた全磁力変化(気象庁地磁気観測所、2009に加筆)(下段)

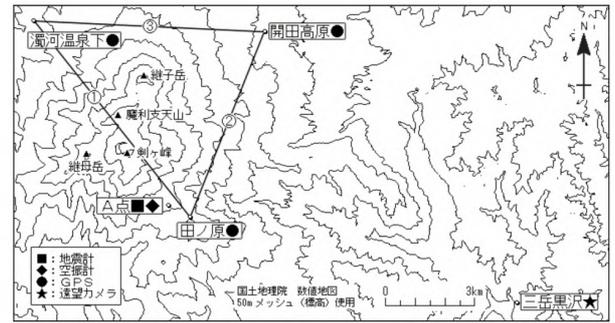


水蒸気噴火発生前に捉えられた現象(御嶽山)

2007年噴火前には地震増加、地殻変動、超長周期地震が観測された



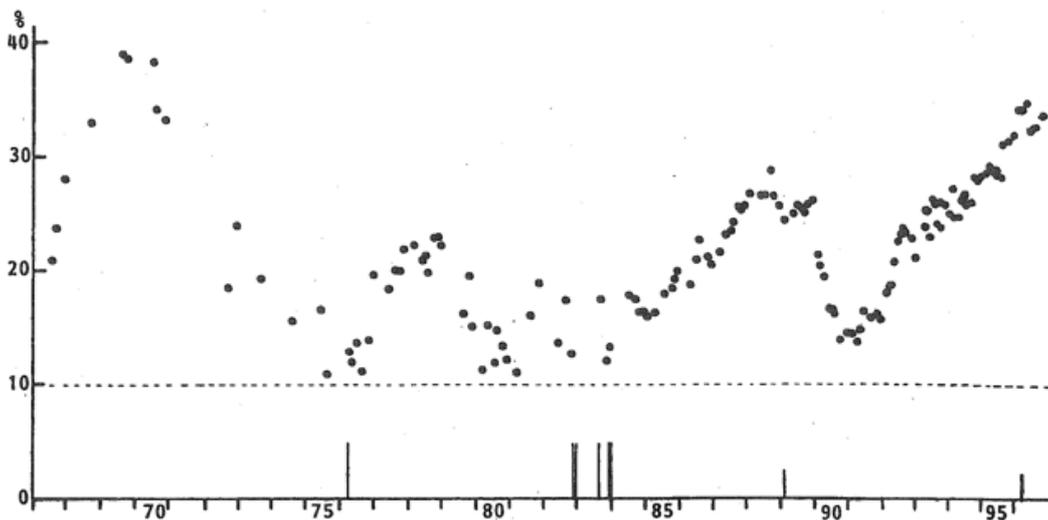
超長周期地震が観測された観測点とその震動軌跡(Nakamichi et al.,2009)



2007年3月のごく小規模噴火前後の活動経過

水蒸気噴火発生前に捉えられた現象(草津白根山)

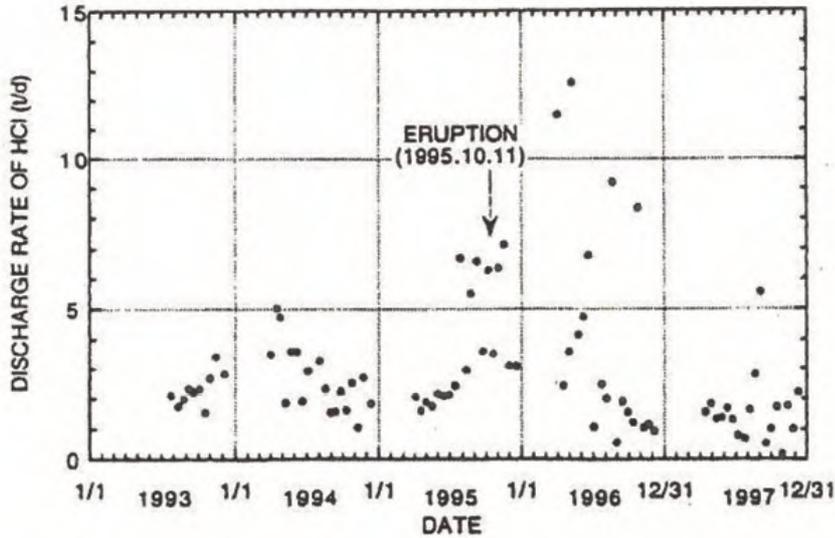
草津白根山では、噴気ガス中のH₂S濃度が減少すると噴火することが経験的に知られている



草津白根山北側噴気ガス中のH₂S濃度変化. 図中の | 印は噴火を示す.(平林, 1997)

水蒸気噴火発生前に捉えられた現象(九重山)

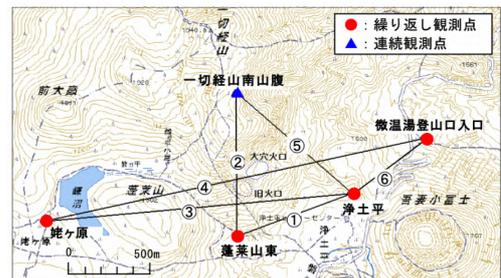
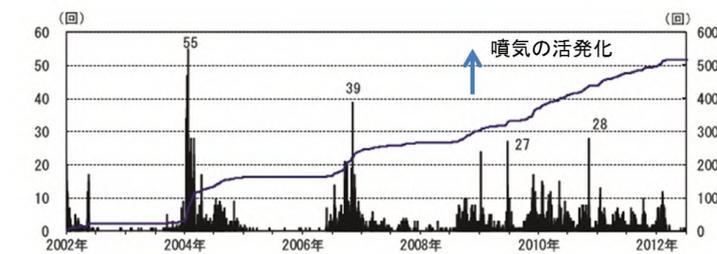
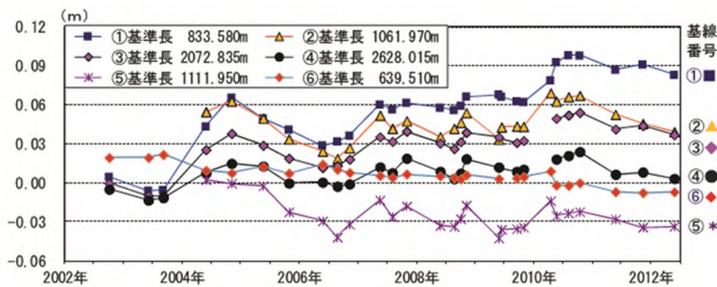
噴火発生前の1995年4月から8月にかけてマグマ性ガスと考えられる塩化水素が増加した



九重硫黄山における塩化水素放出量の変化(糸井ほか、2002)

熱水活動の高まり前に捉えられた現象(吾妻山)

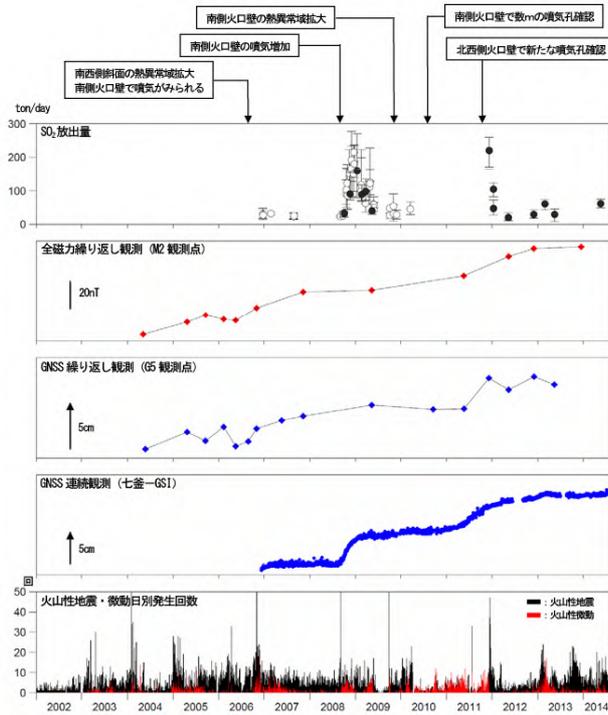
地震の増減と浅部の膨張を繰り返しているなかで、2008年11月噴気の活発化が起きた



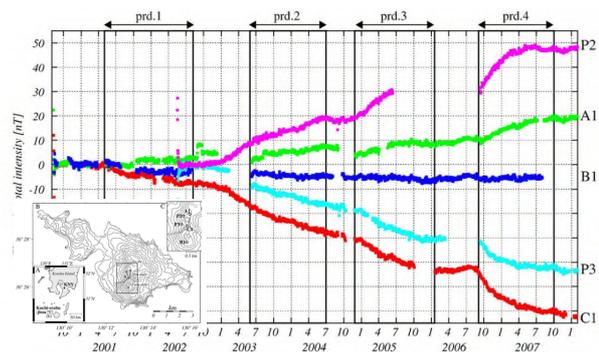
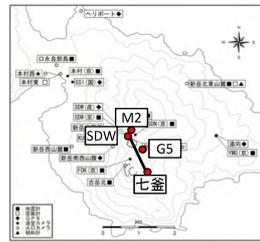
火口付近のGPS繰り返し観測による基線長変化(上段)と日別地震回数(下段)

熱水活動の高まり前に捉えられた現象(口永良部島)

地震の増減と浅部の膨張、熱消磁を繰り返しているなかで、徐々に活動が高まっていった



口永良部島2002年～2014年8月までの活動経過

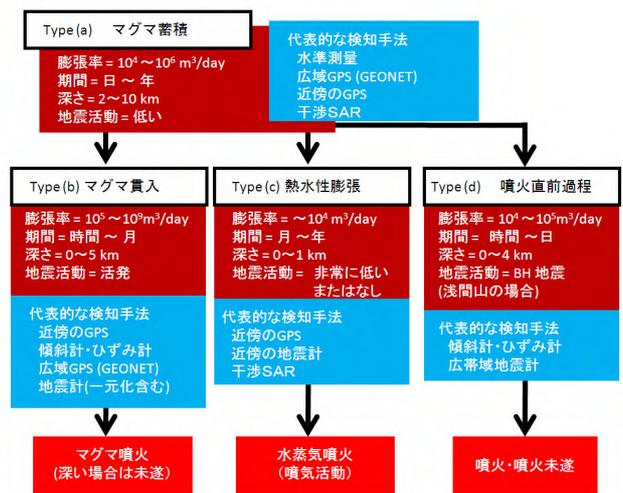


口永良部島全磁力変化 (Kanda et al., 2010)

水蒸気噴火に関連すると思われる地殻変動

最近観測された浅部のゆっくりとした地殻変動
○: 噴火を伴ったもの、△: 噴気活動等の活発化(山里、2013)

Volcano	Year	Depth (km)	Volume (m ³ /year)	Deep inflation	Seismic activity	Visual phenomena	References
Tokachidake	2007-	0.4	4.4E+04	-	-	△?	JMA et al. (2008)
Tarumasan	1999-2000	0.3	1.9E+04	-	-	△	Fukui (2008)
Azumayama	2003-2004	0.2	1.5E+05	-	○	△	Yoshida et al. (2012)
Adatarayama	1998-1999	0.2	4.8E+03	-	-	△	Yamamoto et al. (2008)
Asamayama	2008-2009	0.2-0.6	4.6E+04	-	-	○	Takagi et al. (2010b)
Ontakesan	2006-2007	1.8	1.0E+06	○	○	○	Takagi et al. (2007)
Hakoneyama	2001	0.6	6.0E+06	○	○	△	GSI (2002b)
Shimodake	2005-2007	0.7	2.0E+04	-	-	○	Fukui et al. (2008)
Kuchinoerabujima	2005	0.15	2.5E+04	-	○	△	Saito and Iguchi (2006)



地殻変動の特徴の整理(山里、2013)

火口近傍のGPS観測点で浅部のゆっくりとした膨張が観測され、この種の膨張は、小規模な水蒸気噴火や熱活動の活発化を伴うことが多い(山里、2013)

御嶽山で今後予想される活動の推移と現状の観測体制

今後予想される活動の推移

- マグマ噴火またはマグマ水蒸気噴火への移行
- 静穏化

現状の観測体制

マグマ噴火またはマグマ水蒸気噴火へ移行するなど活動のより活発化が捉えられるか

マグマ貫入による地殻変動

- 2007年噴火では、現在のGNSS観測網で観測された。
- 傾斜計での検知が期待されるが、1点の観測だけではその変動源や体積変化量の推定は難しい。

マグマ貫入による火山ガス(二酸化硫黄:SO₂)放出量の増加

- 火山活動の推移を押し量るために、SO₂の放出量のモニタリングを機動観測でほぼ毎日実施。(気象庁、東大、産総研等)

マグマ貫入に伴う地震活動の活発化

- 現在の観測網でも活動活発化の把握は可能。

噴出物の分析

- 気象庁の機動観測班が、採取した降灰のデータ(拡大鏡で撮影した画像等)を現地から直接研究機関に送り、より早い分析が行える体制を組んでいる。
- 大学等研究機関では、降灰のデータを速やかに分析。

静穏化がとらえられるか

地震・微動活動の衰退

- 静穏化確認のための小さな規模の地震の把握が困難。

火山ガス(SO₂)放出量の減少

- 火山活動の推移を押し量るために、SO₂の放出量のモニタリングを機動観測でほぼ毎日実施。(気象庁、東大、産総研等)

噴煙活動や火口内の熱活動の把握

- 山麓の遠望カメラ及び熱映像カメラである程度は可能であるが、火口カメラがないため、噴煙の規模が小規模になると、状況の把握が難しい。
- 現状は、上空からの熱映像観測に限られている。

常時観測火山について

現在の常時観測火山と選定の経緯、観測体制

現在の常時観測火山の選定の経緯と現状(参考資料1)

- 火山噴火予知連絡会で中長期的噴火の可能性がある、また小噴火でも社会的影響のある47火山を選定。
- 主としてマグマの動きに着目して火山の活動度を評価。
- 噴火による社会的影響は、居住地域への影響とともに、火口付近にいる登山者や観光客への影響についても考慮した。そのため、噴気活動が活発な火山も対象とした。
- 平成21年までの状況・知見で選定。その後の活動状況等の見直し、追加された火山(天頂山、雄阿寒岳)の評価は行っていない。

常時観測火山の観測体制(参考資料2)

- 気象庁は、47火山に個々の火山の活動の特徴に応じて、地震計、空振計、GNSS、傾斜計、遠望カメラなどを設置し連続監視を実施。また、連続観測を補うために現地調査を実施。
- 十勝岳、伊豆大島、桜島については、火山学的知見があり、かつ近い将来、居住地域に影響する噴火の可能性のある火山と火山噴火予知連絡会で評価されているので、より重点的に観測点を整備。

常時観測火山以外の監視体制

- 広域地震観測網で地震活動を監視。
- 定期的に基礎調査観測を実施。
- 活動に異常があった場合は、緊急的に観測を実施。

「中長期的な噴火の可能性の評価について
 - 監視・観測体制の充実等に必要な火山の選定 -」
 (平成21年6月 火山活動評価検討会)の資料について
 常時観測火山以外の火山の以後の状況を追加記載

監視・観測体制の充実等が必要な火山の選定理由取りまとめ資料

気象庁観測体制 : 連続観測(地震・地殻変動・空振・カメラ) : 連続観測(地震・地殻変動・空振) : 連続観測(地震・空振・カメラ) : 連続観測(地震) x : 連続観測無し
 緊急減災開始年度 H : 開始年度 x : 対象外
 整備必要性理由 a.最近数十年間噴火頻発 b.マグマ噴火再来間隔100年以内 b.噴火履歴(活動期) 最近観測成果(c.地震 d.地殻変動 e.熱) x : その他火山

火山番号	火山名	気象庁観測体制	緊急減災着手年度	アンケート順位		整備必要性理由	過去1万年間の噴火履歴(VEI) (VEIは産総研1万年噴火イベントデータ集による)		噴火間隔 : マグマ噴火 : 水蒸気爆発				最新噴火開始からの経過年数 : マグマ噴火 : 水蒸気爆発	VEI2以上マグマ噴火活動履歴による今後100年間程度の長期評価 : 活動期 x : 休止期	山体浅部地震活動 : 過去約100年間を対象 : 火山性地震多発 : 微動発生	火山性地殻変動 : 過去約10年間を対象 D : 深部ダイク貫入 S : 山体浅部膨張	噴気活動・熱活動 : 過去約100年間を対象 : 沸点以上の高温噴気 : 熱泥噴出(数m以上) : 噴気高度100m以上	[参考事項] : 山体付近(10km以内)の深部低周波地震	[参考事項] : 山体周辺の地震活動	社会的影響 : 活動火口から500m以内の居住人口 : 10人以上 : 活動火口から1km以内 : 観光施設、観光道路あり
				マグマ	水蒸気		マグマ噴火()	水蒸気噴火()	噴火種類	平均間隔	標準偏差	データ数								
1	知床硫黄山	x	x	31	29	x	不明	1857-1958年 1876年 1889-1890年 1935-36年		26	14	3	:72年	不明	不明	不明	(北西山腹火口に弱い噴気)	わずかにあり	顕著な活動なし	
2	羅臼岳	x	x	37	48	x	約2200年前 約1400年前(4) 約500-700年前(3)	不明		850年	50年	2	:約500-700年	x	不明	不明	なし	わずかにあり	1964年南東側数kmで地震多発(最大M4.6)	
3	摩周	x	x	26	40	x	約10000年前(4) 約8000年前(6) 約7000年前にカルデラ形成 約1500-3500年前の間に3回 約1000年前(5)	不明	(1000年程度かもしれない)				:約1000年	不明 (過去5000年間でマグマ噴火4以上あり、活動期の可能性有り)	少ない	不明	(湖底で温泉湧出)	あり	2003年カルデラ内で地震多発(最大M3.6) 屈斜路湖周辺では時々顕著な地震活動あり	
4	アトサヌプリ	x	x	33	42	c	約5500年前 約1500-5500年前 約1500年前以降	約1500年前 数百年前					:数百年	不明	1980-88年に時々有感地震 1994年しばしば地震多発(最大M3.2)	D : 1993-1995年リシドーム付近中心に最大25cm隆起(藤原ほか、2005)	溶岩ドーム付近で噴気活動(沸点以上)	あり	屈斜路湖周辺では時々顕著な地震活動あり	
5	雌阿寒岳		H20以降	14	3	a	最新は1000-2500年前の阿寒富士の活動	700年前(ボンマチネシリ旧火口) 400年前(ボンマチネシリ赤沼火口) 1856-1955年間に10回 1955-1966年 1988年、1996年、1998年、2006年、2008年					:0年	不明	時々地震多発、微動発生	(D:最近10年間でダイク貫入を繰り返している可能性あり、地理院)	ボンマチネシリで噴気活動(高温) 中マチネシリで噴気・熱水活動(沸点以上)	あり	南側数km撤別岳付近で時々地震多発(1985年、2000年など)	
6	丸山	x	x	54	56	x	不明	1694年以前 1898年(2)					:110年	不明	不明	不明	(第3火口に弱い噴気)	あり	1989年以降北西側または南東側でしばしば地震多発	
7	大雪山	x	x	48	33	c	約3000年前まで	約2000年以上前 約1000年前から頻発 約250年前以降に1回あり					:約250年以内	不明	時々あり(一元化または機動観測による) 1990年機動観測でT型地震数個を確認	不明	旭岳爆裂火口で噴気活動(沸点以上)	あり	顕著な活動なし	(西側山麓約600mにロープウェイ山頂駅)
8	十勝岳		H19	8	9	b	約3000年前 約1000年前 約500年前 1926年(0) 1962年(3) 1988-89年(1)	1952-59年昭和火口 1985年 2004年		31年	5年	2	:20年	不明	時々地震多発、微動発生	2007年62-2火口付近でわずかな膨張(機動観測によるGPS繰り返し観測及びInSAR)	62-2火口、大正火口で噴気活動(沸点以上)	あり	時々あり	
9	利尻山	x	x	59	68	x	2000-8000年以前	不明					:2000-8000年	x	不明	不明	なし	わずかにあり	顕著な活動なし	
10	樽前山		H19	13	15	a	約9000年前(5) 約3000年前に2回(4と5) 1667年(5) 1739年(5) 1804-17年(3) 1867年 1874年(3) 1909年	1917-55年に時々1978-79年(1)、1981年		47年	25年	5	:99年	不明 (活動期終了か?)	時々地震多発、微動発生	1999-2000年山頂部でわずかな膨張	A火口・B噴気孔群で高温継続 2003年B噴気孔で硫黄燃焼と小噴出	なし	南西側にあり	
11	恵庭岳	x	x	59	57	x	約2000年前	17世紀はじめその後150年間に2回					:約250-400年	不明	不明	不明	(山頂東側爆裂火口内に弱い噴気)	あり	1981年に地震多発(有感地震含む)	
12	倶多楽		x	48	38	e	不明	約1900年前 約200年前(1)					:約200年	x	少ない	不明	噴気・熱水活動あり 時々泥水噴出、地熱拡	なし	北西側にあり	

火山番号	火山名	気象庁観測体制	緊急減災着手年度	アンケート順位		整備必要性理由	過去1万年間の噴火履歴(VEI) (VEIは産総研1万年噴火イベントデータ集による)		噴火間隔				最新噴火開始からの経過年数	VEI2以上マグマ噴火活動履歴による今後100年間程度の長期評価 ・活動期 ×:休止期	山体浅部地震活動 ・過去約100年間を対象 ・火山性地震多発 ・微動発生	火山性地殻変動 ・過去約10年間を対象 D:深部ダイク貫入 S:山体浅部膨張	噴気活動・熱活動 ・過去約100年間を対象 ・沸点以上の高温噴気 ・熱泥噴出(数m以上) ・噴気高度100m以上	[参考事項] ・山体付近(10km以内)の深部低周波地震	[参考事項] ・山体周辺の地震活動	社会的影響 ・活動火口から500m以内の居住人口 ・10人以上 ・活動火口から1km以内 ・観光施設、観光道路あり	
				マグマ	水蒸気		マグマ噴火()	水蒸気噴火()	噴火種類	平均間隔	標準偏差	データ数									
13	有珠山		H20以降	6	2	b	約7000~8000年前 1663年(5) 17世紀末(2) 1769年(4) 1822年(4) 1853年(4) 1910年(2) 1943-45年(1) 1977-78年(4)				35年 (1769年以降)	9年	6	:8年							
14	羊蹄山	x	x	54	66	x	約1万年前	不明						:約1万年	x	不明	不明	なし	あり	顕著な活動なし	
15	ニセコ	x	x	59	60	x	約6000年前	不明						:約6000年	x	不明	不明	(イワオヌプリに弱い噴気)	わずかにあり	顕著な活動なし	
16	北海道駒ヶ岳		H20以降	9	12	b	約6000年前 約5500年前 1640年(5) 1694年(4) 1856年(4) 1929年(4) 1942年(2)	1888年 1905年 1919-1924年 1937年 1996年(1) 1998年(1) 2000年に6回(1)			76年	54年	4	:65年 :8年		わずかな山体膨張が継続	(山頂火口原で弱い噴気活動)	あり	山麓に時々あり		
17	恵山		x	54	35	c	約8000年前(3) 約5000年前 約3000年前 約2500年前 約600年前	1846年 1874年(1)						:133年	不明	微小地震時々多発(機動観測による)	不明	溶岩ドーム西側爆裂火口で噴気活動(沸点以上)	なし	顕著な活動なし	
19	恐山	x	x	72	63	x	不明	不明						不明	x	不明	不明	カルデラ内に噴気、温	北側約20kmにあり	西-南西側10-20kmで	
20	岩木山	x	H20以降	45	42	?	不明	1600年、1783年、 1845年、1863年		88年	70年	3	:145年	x	不明	不明	不明	1978年赤倉沢で噴気	なし	1970-77年、1985年に 北東側で時々地震多発	:想定火口付近に観光道路
21	八甲田山	x	x	51	55	x	不明	13~14世紀 15~17世紀に2回						:300年以上	x	2013年2月から7月中旬にかけて大岳山頂直下付近で火山火山地震増加	八甲田山を囲む一部の基線で、2013年2月から11月にかけてわずかな膨張を示す地殻変動	弱い噴気あり、温泉あり	なし	1986年地震多発	
22	十和田	x	x	45	51	x	約8500年前(4) 約5400年前(5) 915年(5)	不明		3750年	650年	2	:1093年	x	2014年1月27日に中湖付近の深さ4~7kmを震源とする地震が増加	不明	不明	なし	わずかにあり	カルデラ内に時々地震活動あり	
23	秋田焼山	x	H20以降	53	29	a	不明	1948-1949年 1951年 1957年 1997年						:11年	x	不明	不明	噴気あり	あり	北東側約5km(澁川付近)にあり	
24	八幡平	x	x	72	68	x	不明	約7000-9000年前						:約6000年	x	不明	不明	噴気あり	なし	南側でごく小規模なものが時々あり	:600mに観光道路
25	岩手山		H20以降	16	21	c	7000年前 1686年(3) 1732年(2)	1919年						:89年	x	1995年微動発生後次第に活発化、1998年がピーク	1998年マグマ貫入による南北開口	西岩手で1999-2004年噴気増加 東岩手にも弱い噴気あり	あり	1998年南西約10kmでM6.2	
26	秋田駒ヶ岳		H19	18	18	a	1970-71年	1890年、1932年						:38年	x	少ない	不明	山頂部に地熱あり	わずかにあり	時々あり	
27	鳥海山	x	H20以降	38	40	?	871年(3) 1801-04年(2)	939年、1659-63年 1740-47年 1821年、1834年						:33年	?	少ない	不明	なし	わずかにあり	時々あり (1804年象潟地震)	
28	栗駒山	x	x	35	25	d	不明	1744年 1944年						:64年	x	少ない	2004-05年山頂部でわずかな膨張の可能性(地理院、2006)	1992-93年地獄沢で噴気温度上昇(土井、2007)	あり	周辺の地震活動は活発	
29	鳴子	x	x	72	58	x	不明	5400年前以降 2000-3000年前 837年?						:1170年?	x	不明	不明	噴気あり	あり	周辺の地震活動は活発	
30	肘折	x	x	72	76	x	約1万年前	不明						:約1万年	x	不明	不明	地熱・温泉あり	わずかにあり	顕著な活動なし	
31	蔵王山	x	H20以降	42	31	c	不明	1623-1694年に時々あり 1794-1895年に時々あり 1940年						:68年	x	不明	不明	弱い噴気あり 1962年、1966年に噴気活発化	あり	周辺で時々地震多発	
32	吾妻山		H20以降	26	16	a	5000年~6000年前 1331年頃	1893-95年 1950年 1952年 1977年						:31年	x	時々地震多発、微動発生	1979-83年に大穴火口付近収縮 2003年以降大穴火口付近膨張を繰り返す	大穴火口から噴気多量	あり	顕著な活動なし	:ビジターセンター700m

火山番号	火山名	気象庁観測体制	緊急減災着手年度	アンゲート順位		整備必要性理由	噴火間隔						最新噴火開始からの経過年数	VEI2以上マグマ噴火活動履歴による今後100年間程度の長期評価 活動期 ×:休止期	山体浅部地震活動 ・過去約100年間を対象 ・火山性地震多発 ・微動発生	火山性地殻変動 ・過去約10年間を対象 D:深部ダイク貫入 S:山体浅部膨張	噴気活動・熱活動 ・過去約100年間を対象 ・沸点以上の高温噴気 ・熱泥噴出(数m以上) ・噴気高度100m以上	[参考事項] ・山体付近(10km以内)の深部低周波地震	[参考事項] ・山体周辺の地震活動	社会的影響 ・活動火口から500m以内の居住人口 :100人以上 :10人以上 ・活動火口から1km以内 :観光施設、観光道
				マグマ	水蒸気		マグマ噴火()	水蒸気噴火()	噴火種類	平均間隔	標準偏差	データ数								
33	安達太良山		H20以降	33	27	c	約2400年前	1899-90年					:108年	×	1995-97年微動発生	1998-2001年沼ノ平火口でわずかな膨張	沼ノ平火口で1996年泥水噴出、1996-04年噴気活発化	あり	顕著な活動なし	
34	磐梯山		H20以降	35	37	c	不明	1888年					:119年	×	1988年に地震多発、2000-01年にも地震多発と微動発生	なし	カルデラ壁及び沼ノ平火口に弱い噴気あり	南西側約10kmにあり	時々地震多発	
35	沼沢	×	×	80	76	×	約5000年前	不明					:約5000年	×	不明	不明	なし	あり	南側で活発	
36	燧ヶ岳	×	×	72	63	×	約8000年前 約500年前	不明					:約500年	×	不明	不明	なし	なし	北側で活発	
37	那須岳		H20以降	26	21	a	約11000-6000年前の間に3回 約2600年前(4) 1408-10年(4)	1846年 1881年(1) 1953年 1960年微噴火 1963年小爆発	54年 (微噴火・小爆発除く)	19年	2		:55年 (1953年以來)	不明	時々地震多発	正確には不明(観測網南側に偏在)	茶臼岳西斜面で噴気活動(沸点以上)	南側約10kmにあり	活発	
38	高原山	×	×	72	76	×	約6500年前(4)	不明					:約6500年	不明	1979年微小地震活動	不明	(北側山麓富士山に弱い噴気)	南側約10kmにあり	活発	
39	日光白根山	×	×	42	46	c	5300年前以降に4回可能性あり	1649年(2) 1872-73年 1889-90年		120年	104年	2	:119年	不明	1993-95年に地震多発、微動発生	不明	なし	南側約20kmにわずかにあり	活発	
40	赤城山	×	×	59	68	×	なし	1251年?					:757年?	不明	不明	不明	なし	北東側約20kmにわずかにあり	北側にあり	
41	榛名山	×	×	48	60	×	5世紀 6世紀初頭(4) 6世紀中頃(5)	不明					:千数百年	不明	不明	不明	なし	南東側にわずかにあり	2005年~2006年北東側にあり	:400mに観光道路
42	草津白根山		H20以降	21	13	a	約7000年前 約3000年前(4)	1882年(2) 1897年 1902年(1) 1928年 1932年(1) 1937-42年(2) 1958-59年 1976年(1) 1982-83年(1)	(最近の活動期間間は26-34年、1958-59年を除外)				:25年	不明	時々地震多発、微動発生	湯釜付近でわずかな収縮(2004、総合集中観測報告)	北側噴気地帯で活発な噴気活動(沸点以上)	わずかにあり	2004年5月北西側約7kmで一時的地震多発あり	:700mにレストハウス
43	浅間山		H19	4	7	b	1108年(5) 1783年(4) 1961年まで頻繁に繰り返す 1973年(2) 2004年(1)	(近年のみ) 1965年 1982-83年(1) 1990年(0) 2003年(0)	(最近約30年間は10-20年程度)				:5年	時々地震多発、微動発生	深部へのマグマ貫入に伴う山体膨張時々あり	山頂火口で噴煙活動、火口内高温	わずかにあり	顕著な活動なし		
44	横岳	×	×	59	68	×	約800年前	不明					:約800年	不明	不明	なし	なし	顕著な活動なし		
45	新潟焼山		H20以降	20	24	a	1361年?(3) 1773年(3)	1852-54年 1949年 1962-63年 1974年(1) 1983年					:25年	×	不明	不明	山頂部に弱い噴気あり 1987-1995年には時々噴気が活発化、灰色の噴煙や雪面変色があった	南東側約15kmわずかにあり	周辺10km程度に複数力所あり	
46	妙高山	×	×	59	68	×	約5300年前(3) 約4200年前	約3000年前(カルデラ内の小爆裂火口はより最新の可能性あり)					:約3000年	×	不明	不明	南側火口原(地獄谷)に弱い噴気あり	東側数kmわずかにあり	周辺10km程度に複数力所あり	
47	弥陀ヶ原	×	×	59	60	×	数万年前にマグマ活動終了	6300-約10000年前、2950-5000年前、2450-2950年前に噴出あり 1836年(1)					:172年		不明	不明	地獄谷で活発な噴気活動、2012年6月以降、噴気の拡大、温度の上昇	東北地方太平洋沖地震以降活発化したのが、徐々に低下	時々地震多発 1990年南南東約10kmで地震地震多発	
48	焼岳	×	H20以降	32	27	a	約1.5万年前開始 最新は約2000年前(4)	1907-13年は毎年噴火 1915年(2) 1916-39年の間に時々噴火 1962-63年(2) 1995年(噴出事故?)					:46年	×	不明	1977-2002年山頂部隆起を繰り返す(名大ドライトイルト)	山頂部で噴気活動継続 山頂南西側(岩坪谷上部)で時々噴気増大	北西側数kmにあり	時々地震多発 1998年北東側5-10km(上高地付近)で顕著な地震活動	:焼岳小屋300m

火山番号	火山名	気象庁観測体制	緊急減災着手年度	アンゲート順位		整備必要性理由	噴火間隔					最新噴火開始からの経過年数	VEI2以上マグマ噴火活動履歴による今後100年間程度の長期評価 ・活動期 ×:休止期	山体浅部地震活動 ・過去約100年間を対象 ・火山性地震多発 ・微動発生	火山性地殻変動 ・過去約10年間を対象 D:深部ダイク貫入 S:山体浅部膨張	噴気活動・熱活動 ・過去約100年間を対象 ・沸点以上の高温噴気 ・熱泥噴出(数m以上) ・噴気高度100m以上	[参考事項] ・山体付近(10km以内)の深部低周波地震	[参考事項] ・山体周辺の地震活動	社会的影響 ・活動火口から500m以内の居住人口 :10人以上 ・活動火口から1km以内 :観光施設、観光道	
				マグマ	水蒸気		マグマ噴火()	水蒸気噴火()	噴火種類	平均間隔	標準偏差									データ数
49	アカンダナ山	x	x	59	63	x	約1万年前	不明					:約1万年	x	不明	不明	なし	なし	時々地震多発 1998年北東側10km(上高地付近)で顕著な地震活動	
50	乗鞍岳	x	x	59	68	c	約9200年前(3) 約2000年前(3)	不明					約2000年	x	山体浅部に地震	不明	なし	北側約10kmにあり	南側で時々地震多発 1990-91年に南南西約10kmで地震地震多発	
51	御嶽山		H20以降	38	31	a	約2万年前	約6000年前以降 1979年以前までに4回 1979年(2) 1991年、2007年					:29年(ごく小規模を除く)	x	時々地震多発、微動発生 2006-07年にも地震多発と微動発生	2006-07年にダイク貫入	剣ヶ峰南西側(地獄谷から王滝頂上)に噴気あり	南東側約10数kmわずかにあり	1976年以降南東麓(王滝村付近)で顕著な地震活動が継続 1984年長野県西部地震	:火口付近に宿泊施設
52	白山		x	42	42	c	約8000年前 約2000年前 1239年(3) 1554-56年	706年、853年、859年、900年、1042年、1177年、1547-48年(何れも不確実) 1579年				429年	x	山体浅部に地震 2005年にはM4.5を含む活動(構造性と評価)	不明	地獄谷・白川谷などに弱い噴気あり	わずかにあり	時々地震多発		
53	富士山		H19	12	26	b'	約11000年前から頻繁に繰り返す 800-02年(延暦) 864-66年(貞観) 1707年(宝永)	不明					:301年		少ない 1987年山頂有感4回	なし	1897-1982年の間に山頂で噴気	北東側数kmにあり、 2000-01年に地震多発	時々地震多発	
54	箱根山	x	x	23	17	c	約7000年前(3) 約5000年前(1) 約3000年前(2)	約2800年前 約2000年前 9-12世紀の間 12世紀後半-13世紀前半 13世紀前半以降				:約750-800年	x	時々地震多発	2001年、2006年にダイク貫入	大涌谷などで活発な噴気活動を継続	北側約10kmにあり	あり		
55	伊豆東部火山群		x	15	20	c	約5000年前 約3200年前(4) 約2700年前(3) 1989年(1)	不明					:19年	x	1978-98年に顕著な活動を繰り返す 2002年以降も時々地震多発	地震活動に伴い顕著な地殻変動あり	なし	伊東市南側わずかにあり	伊豆半島内陸から伊豆大島近海にかけて時々地震多発	
56	伊豆大島		H20以降	1	4	b	5、7世紀のカルデラ形成後1777-79年までに10回大規模噴火 1912-14年(2) 1950-51年(2) 1986年(3)	マグマ後退期に頻発 最新は1990年		37年	1年	2	:22年		島内及びその周辺で時々地震多発	マグマ注入によると見られる島全体の膨張が継続	三原山中央火孔内および三原山周辺に弱い噴気あり	南東側わずかにあり	伊豆半島との間で時々地震多発	
57	利島	x	x	81	82	x	4000-8000年前	不明					:4000-8000年		不明	不明	なし	なし	時々地震多発	孤島住:800m
58	新島	x	x	29	36	d	3000年前 それ以降1回 886年	不明					:1122年	x	不明	新島-式根島間でマグマ蓄積によると見られる膨張あり	なし	東側数kmにわずかにあり	時々地震多発 1999年にも新島・神津島との間で顕著な活動	孤島住:2km
59	神津島	x	x	25	34	d	838年	不明					:1170年	x	不明	1996年以降、北東部中心でマグマ蓄積による隆起	なし	なし	時々地震多発 2000年にも新島・神津島との間で顕著な活動	孤島住:1.6km
60	三宅島		H20以降	3	5	b	1940年 1962年 1983年 2000年	2001年以降時々あり		20年	2年	3	:8年		あり	深部の膨張と火口直下浅部の収縮が継続	山頂火口で噴煙活動継続、多量の火山ガス放出	わずかにあり	噴火活動前後に周辺で地震多発あり 2000年にも新島・神津島との間で顕著な活動	孤島住:2km
61	御蔵島	x	x	81	76	x	約5400年前	不明					:約5400年	x	不明	不明	なし	なし	なし	孤島住:4km
62	八丈島		x	19	23	d	東山 約1万年前-約3700年前5回噴火 西山 約1万年前-約4000年前25回噴火 以降現在まで少な	1487年 1518年 1522年 1605-06年					:403年	x	2002年顕著な活動あり	2002年にダイク貫入	なし	なし	北西側にあり	孤島住:東山から2.2km 西山から3km

火山番号	火山名	気象庁観測体制	緊急減災着手年度	アンゲート順位		整備必要性理由	噴火間隔						最新噴火開始からの経過年数	VEI2以上マグマ噴火活動履歴による今後100年間程度の長期評価 ・活動期 ×:休止期	山体浅部地震活動 ・過去約100年間を対象 ・火山性地震多発 ・微動発生	火山性地殻変動 ・過去約10年間を対象 D:深部ダイク貫入 S:山体浅部膨張	噴気活動・熱活動 ・過去約100年間を対象 ・沸点以上の高温噴気 ・熱泥噴出(数m以上) ・噴気高度100m以上	[参考事項] ・山体付近(10km以内)の深部低周波地震	[参考事項] ・山体周辺の地震活動	社会的影響 ・活動火口から500m以内の居住人口 :100人以上 :10人以上 ・活動火口から1km以内 :観光施設、観光道
				マグマ	水蒸気		マグマ噴火()	水蒸気噴火()	噴火種類	平均間隔	標準偏差	データ数								
63	青ヶ島	x	x	24	42	e	約3000 約2400年-約2000 年前 1785年 不明	1670年 1780-83年					222年	x	不明	不明	池の沢火口内に噴気地帯あり(1984年機動観測で沸点程度) 2007年12月阿蘇台陥没孔で熱泥噴出	不明	顕著な活動なし	孤島住:1.2km :600mに港 孤島住(自衛隊):1km
97	硫黄島	x	x	-	-	a		最近の主な噴火 1978年 1980年 1982年 1999年 2001年 2004年		5年	5年	6	3年	x	時々地震多発	顕著な隆起を繰返す		不明	不明	
77	三瓶山	x	x	59	68	x	約4500年前 約3600年前以降1回	不明					約3600年	x	不明	不明	なし	南西約10kmにわずかにあり	周辺の地震活動活発	:火口付近にスキー場
78	阿武火山群	x	x	72	76	x	約8800年前? 約3000年前?	不明					約3000年	x	不明	不明	なし	なし	顕著な活動なし	
79	鶴見岳・伽藍岳	x	H20以降	59	46	c	鶴見岳 7300年以前溶岩流出 1800年前ブルカノ式噴火	伽藍岳 千数百年前2~3回 867年					:1141年	不明	時々地震多発	不明	鶴見岳:山頂北側に噴気、1949年と1974年に一時活発化 伽藍岳:山頂部に噴気、1995年泥火山生成	あり	別府地溝帯内は地震活動活発、時々多発あり	
80	由布岳	x	x	59	51	x	約2200年前	不明					:約2200年	不明	不明	不明	なし	あり	別府地溝帯内は地震活動活発、時々多発あり	
81	九重山		H20以降	22	19	c	約5000-1700年前は主に大船山系火山が頻発 約1700年前 最新は1993年	約4000年前以降度々 1995年					:13年	不明	あり	1995年噴火後、星生山付近で収縮	星生山北東側山腹に活発な噴気(沸点以上)	東側数kmわずかにあり	北西側数kmで活発	
82	阿蘇山		H20以降	2	1	a	最新は1993年	最近100年はほぼ毎年噴火を頻発					:2年	不明	地震微動活発	中岳直下の変動は特にならない 韋千里南部に収縮源	噴気活動(高温) 周辺にも噴気地帯あり(吉岡など)	あり	カルデラ内で時々地震多発	:200mにロープウェイ
83	雲仙岳		H20以降	29	39	b'	1663年 1792年 1990-95年(最初は水蒸気噴火)		164年	35年	2	:17年		少ない	少ない	現在には特にならない	山頂ドームに噴気(高温)	わずかにあり	橋湾で時々地震多発	
84	福江火山群	x	x	72	76	x	2300-2400年前(マグマ噴火?)	不明					2000-3000年	不明	不明	不明	なし	なし	顕著な活動なし	
85	霧島山		H19	16	13	a	御鉢 788年 945年? 1235年 1771-72年 韓国岳 1768年 新燃岳 1716-17年	御鉢 1880-1923年に繰り返す(一部はマグマ噴火) 新燃岳 1959年 1991年 2008年					:0年	不明	時々地震多発、微動発生	2006年以降新燃岳でわずかな山体膨張継続	新燃岳、御鉢で時々噴気増加	御鉢付近にあり	1968年えびの地震をはじめ、時々地震多発	
86	米丸・住吉池	x	x	59	68	x	8100年前	不明					:8100年	不明	不明	不明	なし	わずかにあり	顕著な活動なし	
88	桜島		H19	5	10	a	大噴火 764年 1471-76年 1779-82年 1914年 1946年 1955年以降南岳山頂火口で噴火継続						:0年	不明	時々地震多発、微動発生	始良カルデラ地下深部へのマグマ注入による長期的膨張傾向継続	南岳山頂火口及び昭和火口周辺で噴気、熱活動(高温)	あり	顕著な活動なし	
89	池田・山川	x	x	51	51	x	約6400年前に噴火、4800年前に鍋島岳で噴火	不明					:約4800年	不明	不明	不明	噴気あり	南西側(開闢岳方面)にあり	指宿地域で時々地震多発	
90	開闢岳	x	x	45	51	x	約4400年前に活動開始 最新は885年	不明					:1123年	不明	少ない	不明	2000年山頂部に気象条件により弱い噴気(火山活動活発化の徴候ではない)	南西側にあり	指宿地域で時々地震多発	

火山番号	火山名	気象庁観測体制	緊急減災着手年度	アンゲート順位		整備必要性理由	噴火間隔						最新噴火開始からの経過年数	VEI2以上マグマ噴火活動履歴による今後100年間程度の長期評価 ×:休止期	山体浅部地震活動 ・過去約100年間を対象 ・火山性地震多発 ・微動発生	火山性地殻変動 ・過去約10年間を対象 D:深部ダイク貫入 S:山体浅部膨張	噴気活動・熱活動 ・過去約100年間を対象 ・沸点以上の高温噴気 ・熱泥噴出(数m以上) ・噴気高度100m以上	[参考事項] ・山体付近(10km以内)の深部低周波地震	[参考事項] ・山体周辺の地震活動	社会的影響 ・活動火口から500m以内の居住人口 :10人以上 ・活動火口から1km以内 :観光施設、観光道
				マグマ	水蒸気		マグマ噴火()	水蒸気噴火()	噴火種類	平均間隔	標準偏差	データ数								
91	薩摩硫黄島		×	10	8	a	硫黄岳と稲倉岳は7300年前以降に誕生。最新は1934年	1998年以降小噴火が頻発。最新は2004年					:4年	不明	時々地震多発、微動発生	不明	山頂火口で噴煙活発、高温	わずかにあり	顕著な活動なし	孤島住:2.8km
92	口永良部島		×	11	6	b	3300年前以降、頻繁にマグマ噴火古岳:数百年前新岳:9~11世紀1841、1933、1966年マグマ噴火	最近の主な噴火は1914年、1931年、1933~34年、1945年、1980年	23年(最近の主な噴火で算出)	23年	6	:28年	不明	最近地震増加傾向、微動発生	時々新岳付近が膨張	新岳付近で噴気活動、最近温度上昇傾向	わずかにあり	1999-2000年に東側約10km沖合で顕著な活動あり	孤島住:2km	
93	口之島	×	×	54	66	×	数千年前以降	不明				不明	不明	不明	不明	(弱い噴気あり)	なし	東~南東沖合にあり	孤島住:3km	
94	中之島	×	×	38	49	×	数千年前以降	1914年				:94年	不明	少ない	不明	山頂火口及び南東山腹に硫気あり(沸点以上)	なし	南~南東沖合にあり	孤島住:2.1km	
95	諏訪之瀬島		×	7	10	a	1813年、1884年に大噴火1956年以降毎年噴火を頻発	不明				:0年	不明	あり	不明	御岳火口で噴煙活発	なし	周辺海域にあり	孤島住:3.5km	

中長期的な噴火の可能性の評価について

－監視・観測体制の充実等の必要な火山の選定－

平成 21 年 6 月

火山噴火予知連絡会 火山活動評価検討会

中長期的な噴火の可能性に備えた

監視・観測体制の充実等の必要性の評価について

1. 目的

気象庁は全国の活火山について、火山防災を目的として監視を行なっている。それらのうち、活発な火山活動を繰り返しているなど、必要と考えられる火山に対して、近傍に地震計等を設置し連続監視を行ってきた。また、近年は多項目観測の実施や、機動観測により連続監視火山を増やすなど火山監視の強化を進めた。

今後、さらに火山防災対策の充実を図るために、中長期的な噴火の可能性を評価して、監視・観測体制の充実等が必要な火山を選定することとした。中長期的な期間については、概ね100年程度とし、噴火の可能性を検討することとする。噴火の時期や規模を定量的に求めることは現在の火山学の知見では困難であるが、過去の噴火履歴と現在観測されている火山活動の状況から、噴火の可能性を検討する。その上で、噴火による周辺の社会的な影響についても考慮することとする。

また、選定された火山については、具体的な監視・観測体制を検討に資するため、噴火準備過程や、噴火プロセス等に関する知見に基づいた整理を行うこととする。

2. 評価方針

評価にあたっては、過去の活動履歴（有史以降の噴火履歴）や現在の活動状況（過去約100年間の火山活動の状況、火山活動としての兆候）を参照する。これに加え、予測困難な突発的な小噴火の発生時に、火口付近で被害が生じる可能性が考えられる火山についても、監視・観測体制の充実等が必要な火山として選定する。

具体的には以下のような内容で評価を進める。

(1) 近年、噴火活動を繰り返している火山

以下の噴火活動について確認する。

- a. 過去数十年程度の間、頻繁に噴火している。（桜島、諏訪之瀬島など）
- b. 100年以内の間隔で噴火を繰り返している。（有珠山、伊豆大島など）

上記のような噴火活動がみられる火山については、周期的、あるいは定常的にマグマ等が地下深部から供給されていると考えられる。今後も噴火を繰り返す可能性が大きく、早い場合は数年で次の噴火が発生することも考えられる。このことを踏まえて監視・観測体制の充実等が必要と考えられる。

(2) 過去 100 年程度以内に火山活動の高まりが認められている火山

以下のような火山活動状況についてそれぞれ確認する。

c. 地震活動

過去 100 年程度の山体浅部の地震活動（マグマの動きに関連したものなど）

d. 地殻変動

過去 10 年程度のマグマ貫入等に伴う地殻変動

e. 噴気活動・地熱活動

過去 100 年程度の活発な噴気活動、地熱活動

近年は噴火が発生していないものの、上記のような火山活動がみられる火山については、それぞれ以下のように判断する。

① 地震活動

活発な火山性地震の活動あるいは火山性微動（以下「山体浅部地震活動」）の発生については、地下のマグマの動きや圧力の増減、あるいはそれに伴う熱水の動きや圧力の増減等に伴うものと考えられる。このような活動がみられる火山については、今後噴火が発生する可能性があるものと考えられ、火山活動の監視・観測の充実等を実施することが必要と考えられる。

また、周辺部の地震活動や、やや深部で発生する低周波地震（以下「深部低周波地震」）の活動については、中長期的な噴火の可能性との直接的な関連性は良く分からないため、判断には用いないこととするが、火山活動の参考となるものとして取り扱う。

② 地殻変動

地殻変動について、特に山体の膨張を示す変動がみられる場合、地下におけるマグマの蓄積や上昇を示す、若しくは、熱水の圧力が増大していることを示す可能性が高い。このことから今後噴火が発生する可能性が高く、これらの活動を十分監視・観測できる体制を継続する必要があるものと考えられる。

③ 噴気活動・地熱活動

噴気活動や地熱活動については、その活発化が地下のマグマの上昇や熱水の圧力増加を反映していることがある。噴気活動・地熱活動の活発化に加えて、地震活動や地殻変動等に変化がみられる場合には、噴火の可能性を視野に入れた監視・観測体制を十分整える必要がある。

(3) 現在異常は見られないが、過去の噴火履歴等からみて噴火の可能性が考えられる火山

現在は、火山活動に特に異常は見られていないが、過去に規模の大きな噴火を繰り返し発生させており、その噴火間隔等から判断すると、中長期的にみて噴火の可能性があると考えられる火山については、監視・観測体制などの充実が必要な火山と評価する。

(4) 予測困難な突発的な小噴火の発生時に火口付近で被害が生じる可能性が考えられる火山

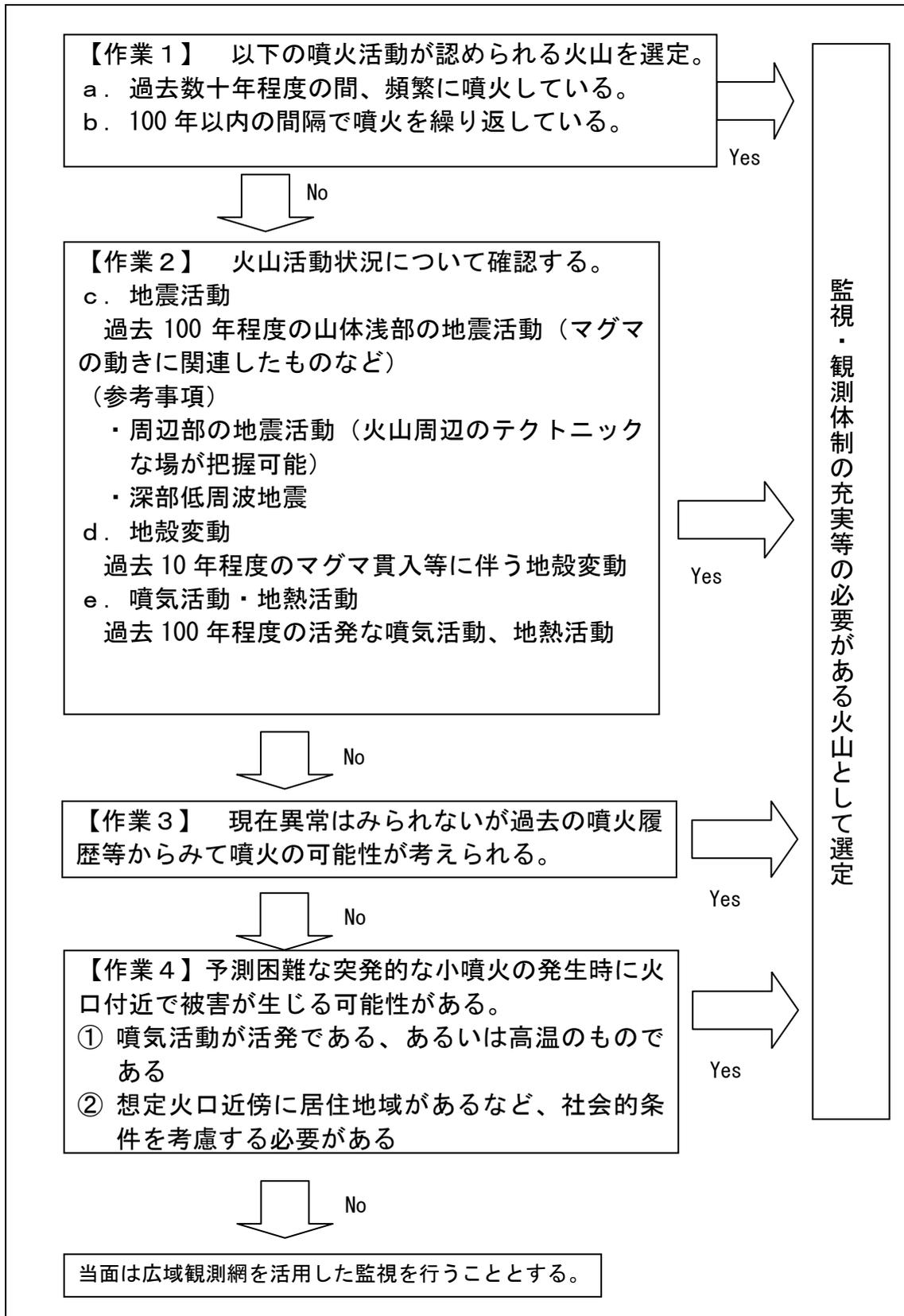
ある程度以上の規模の噴火が発生する場合には、噴火に結びつく前兆現象と思われる地震活動や地殻変動の異常が、ある程度広範囲で観測されることが期待できることから、広域観測網による監視・観測体制により、異常を把握することができると考えられる。しかし、火口付近まで居住地域が迫っている、あるいは多くの観光客が訪れる火山については、

小規模な噴火でも、被害に結びつく場合があります、監視・観測体制の充実等が必要であると
考えられる。今回は、噴気活動が活発であるか、噴気が高温のものであり、かつ、活動し
ている火口で社会的条件を考慮する必要のある場合に、監視・観測の充実等が必要である
火山と選定した。

以上（１）から（４）までの作業の流れを図１に図示した。

上記評価方針に基づいて選定された火山については、今後、監視・観測体制を充実させる必要があるが、監視・観測体制を検討する際に、これまでの調査研究成果を活用することにより、より効果的な監視・観測体制を構築することができることから、選定された火山については、推定されるマグマ溜りの位置や、地震発生のメカニズムなどの、噴火発生の予測の手掛かりとなるような、火山学的知見に基づいて整理を行うこととする。

監視・観測体制の充実等の必要な火山の選定手順（図 1）



3. 評価対象とする火山

全国の活火山を対象とするが、原則として無人島、海底火山を除くものとする。また、北方四島の火山については、資料不足のためここでは噴火の可能性を判断しない。

評価の対象としない火山は以下の 27 火山とする。

渡島大島、ベヨネース列岩、須美寿島、伊豆鳥島、嬬婦岩、西之島、海形海山、海徳海山、噴火浅根、北福德堆、福德岡ノ場、南日吉海山、日光海山、若尊、硫黄鳥島、西表島北北東海底火山、茂世路岳、散布山、指臼岳、小田萌山、択捉焼山、択捉阿登佐岳、ベルタルベ山、ルルイ岳、爺爺岳、羅臼山、泊山

4. 各火山について監視・観測体制の充実等の必要性の評価

ここでは、2章における評価方針に、3章に掲げた検討対象の各火山の状況を照らし合わせて評価した結果、監視・観測体制の充実等が必要であると選定された火山とその選定理由を記載する。なお、それぞれの評価のための具体的な状況については別添資料に記載した。

(1) 近年、噴火活動を繰り返している火山

過去数十年程度の間、頻繁に噴火している、あるいは、100年以内の間隔で噴火を繰り返しており、選定された火山は以下の 23 山である。

○雌阿寒岳

最近数十年間噴火頻発

1955-1966年、1988年、1996年、1998年、2006年、2008年に水蒸気噴火を繰り返している

○十勝岳

噴火間隔 100 年以内

1926年、1962年、1988-89年とマグマ噴火を繰り返している

○樽前山

最近数十年間噴火頻発

1804-17年、1867-74年、1909年に噴火が発生し溶岩ドームができる。1917-55年に時々と、1978-79年、1981年に水蒸気噴火を繰り返している

○有珠山

噴火間隔 100 年以内

1822年、1853年、1910年、1943-45年、1977-78年、2000年とマグマ噴火を繰り返している

○北海道駒ヶ岳

噴火間隔 100 年以内

1640年、1694年、1856年、1929年、1942年とマグマ噴火を、1996年1998年、2000年と水蒸気噴火を繰り返している

○秋田焼山

最近数十年間噴火頻発

1948-1949年、1951年、1957年、1997年に水蒸気噴火を繰り返している

○秋田駒ヶ岳

最近数十年間噴火頻発

1932年（水蒸気噴火）、1970-1971年（マグマ噴火）に噴火を繰り返している

○吾妻山

最近数十年間噴火頻発：1950年、1952年、1977年に水蒸気噴火を繰り返している

○那須岳

最近数十年間噴火頻発：1953年、1960年、1963年に水蒸気噴火を繰り返している

○草津白根山

最近数十年間噴火頻発

1882年、1897年、1902年、1928年、1932年、1937-42年、1958-59年、1976年、1982-83年に水蒸気噴火を繰り返している

○浅間山

噴火間隔 100 年以内

1961年まで頻繁に繰り返す。1973年、2004年にマグマ噴火を繰り返している

○新潟焼山

最近数十年間噴火頻発

1949年、1962-63年、1974年、1983年に水蒸気噴火を繰り返している

○焼岳

最近数十年間噴火頻発

1907-13年、1915年、1916-39年の間に時々噴火、1962-63年、1995年に水蒸気噴火を繰り返している

○御嶽山

最近数十年間噴火頻発

1979年、1991年、2007年に水蒸気噴火を繰り返している

○伊豆大島

噴火間隔 100 年以内

1912-14年、1950-51年、1986年にマグマ噴火を繰り返している

○三宅島

噴火間隔 100 年以内

1940年、1962年、1983年、2000年にマグマ噴火を繰り返している

○硫黄島

最近数十年間噴火頻発

1978年、1980年、1982年、1999年、2001年、2004年に水蒸気噴火を繰り返している

○阿蘇山

最近数十年間噴火頻発

最近100年はほぼ毎年噴火を頻発しており、最新は2005年に噴火している

○霧島山

最近数十年間噴火頻発：1959年、1991年、2008年に水蒸気噴火を繰り返している

○桜島

噴火間隔100年以内

1914年、1946年、1955年以降、マグマ噴火を繰り返している

○薩摩硫黄島

最近数十年間噴火頻発：1998年以降小噴火が頻発している。最新の噴火は2004年

○口永良部島

噴火間隔100年以内：1841、1933、1966年にマグマ噴火を繰り返している

○諏訪之瀬島

最近数十年間噴火頻発：1956年以降毎年マグマ噴火を頻発している

(2) 過去100年程度以内に火山活動の高まりのある火山

過去100年程度に山体浅部の地震活動（マグマの動きに関連したものなど）が観測された火山、過去10年程度にマグマ貫入等に伴う地殻変動が観測された火山、過去100年程度に活発な噴気活動、地熱活動が見られ、選定された火山は以下の18山である。

○アトサヌプリ

火山性地殻変動

1993-1995年リシリドーム付近中心に最大25cm隆起がみられた（藤原ほか、2005）

噴気活動・熱活動

溶岩ドーム付近で沸点以上の噴気活動がみられる

○大雪山

山体浅部地震活動

広域地震観測網や機動観測により、発生が確認されている。1990年にはBT型地震を数個観測した

噴気活動・熱活動：旭岳爆裂火口で沸点以上の噴気活動がみられる

○恵山

山体浅部地震活動：微少な地震が時々多発

噴気活動・熱活動：溶岩ドーム西側爆裂火口で沸点以上の噴気活動がみられる

○岩手山

山体浅部地震活動

1995年に火山性微動が発生し、その後1998年をピークに地震活動が活発化した

火山性地殻変動：1998年にマグマ貫入による地殻変動が観測された

噴気活動・熱活動：1998年から数年間にわたり地熱・噴気活動が活発化した

○栗駒山

火山性地殻変動：2004-05年に山頂部でわずかな膨張の可能性（地理院、2006）

○蔵王山

山体浅部地震活動：刈田岳付近で時々多発

○安達太良山

山体浅部地震活動：1995-97年に火山性微動が発生

火山性地殻変動：1998-2001年沼ノ平火口でわずかな膨張がみられた

噴気活動・熱活動：沼ノ平火口で1996年泥水噴出、1996-2004年噴気活動が活発化

○磐梯山

山体浅部地震活動

1988年に地震多発、2000-01年にも地震多発と火山性微動の発生がみられた

○日光白根山

山体浅部地震活動：1993-95年に多発し、火山性微動も発生

○乗鞍岳

山体浅部地震活動：山体浅部に地震活動が認められる

○白山

山体浅部地震活動：山体浅部に地震活動が認められる

○箱根山

山体浅部地震活動：時々多発

火山性地殻変動：2001年、2006年にダイク貫入と考えられる地殻変動が観測される

噴気活動・熱活動：大涌谷などで活発な噴気活動が継続している

○伊豆東部火山群

山体浅部地震活動

1978-98年に顕著な活動を繰り返し、2002年以降も時々多発を繰り返している
火山性地殻変動

地震活動に伴い、東伊豆の歪計に顕著な地殻変動が時々みられる

○新島

火山性地殻変動：新島一式根島間でマグマ蓄積によると見られる膨張がみられる

○神津島

火山性地殻変動：1996年以降、北東部中心にマグマ蓄積による隆起がみられる

○八丈島

山体浅部地震活動：2002年に顕著な活動がみられた

火山性地殻変動：2002年にダイク貫入と考えられる地殻変動が観測された

○鶴見岳・伽藍岳

山体浅部地震活動：時々多発

噴気活動・熱活動

鶴見岳の山頂北側に噴気のみられ、1949年と1974年には一時活発化した。伽藍岳の山頂部に噴気のみられ、1995年に泥火山を生成した

○九重山

山体浅部地震活動

山体浅部に地震活動が認められる

噴気活動・熱活動

星生山北東側山腹に沸点以上の活発な噴気のみられる。1995-96年には噴火が発生した。

(3) 現在異常は見られないが過去の噴火履歴等からみて噴火の可能性が考えられる火山

現在異常は見られないが過去の噴火履歴等からみて噴火の可能性が考えられることから選定された火山は以下の4山である。

○岩木山

噴火履歴

1600年、1783年、1845年、1863年に水蒸気噴火をしており、約20~200年間隔で噴火している。最後の噴火から145年が経過しているものの再び噴火の可能性はある

○鳥海山

噴火履歴

9~10世紀、17~19世紀に噴火発生。最新の1974年の噴火からは35年経過したものの活動期は継続していると考えられる

○富士山

噴火履歴

約 11,000 年前から頻繁に噴火を繰り返している。9 世紀以降、数十年～約 300 年間隔で噴火発生。1707 年の最新の噴火から 300 年余経過しているものの、噴火履歴、地震活動等からみて、噴火の可能性はある

○雲仙岳

噴火履歴

1663 年、1792 年、1990-95 年にマグマ噴火をしており、活動期が続いていると考えられる

- (4) 予測困難な突発的な小噴火の発生時に火口付近で被害が生じる可能性が考えられる火山
噴気活動が活発であるか、噴気が高温のものであり、かつ、火口近傍に居住地域があるなど、社会的条件を考慮して、選定された火山は以下の 2 火山である。

○倶多楽

噴気活動・熱活動

噴気・熱水活動がみられ、時々泥水を噴出し、地熱域も拡大している。

社会的影響

活動火口から 500m 以内に 1000 人以上の人が居住している。冬季に噴火した際、融雪泥流が居住地域まで短時間に到達する可能性が高い

○青ヶ島

噴気活動・熱活動

3000 年～2400 年前に顕著な噴火活動があり、また、17～18 世紀には噴火が頻発し、1785 年の噴火では島民の死者多数。1984 年機動観測によると、池の沢火口内に沸点程度の噴気地帯がある

社会的影響

活動火口から 1.2km 程度に居住地域がある。孤島であり、噴火した場合には早急に避難する必要がある

以上、選定の結果を表 1 に取りまとめた。

表1 監視・観測体制の充実等の必要がある火山とその選定理由

選定理由	火山名
①近年、噴火活動を繰り返している火山 ・過去数十年程度の間、頻繁に噴火している ・100年以内の間隔でマグマ噴火を繰り返している	雌阿寒岳、十勝岳、樽前山、有珠山、北海道駒ヶ岳、秋田焼山、秋田駒ヶ岳、吾妻山、那須岳、草津白根山、浅間山、新潟焼山、焼岳、御嶽山、伊豆大島、三宅島、硫黄島、阿蘇山、霧島山、桜島、薩摩硫黄島、口永良部島、諏訪之瀬島（23火山）
②過去100年程度以内に火山活動の高まりが認められている火山 ・地震活動 過去100年程度の山体浅部の地震活動 （マグマの動きに関連したものなど） ・地殻変動 過去10年程度のマグマ貫入等に伴う地殻変動 ・噴気活動・地熱活動 過去100年程度の活発な噴気活動、地熱活動	アトサヌプリ、大雪山、恵山、岩手山、栗駒山、蔵王山、安達太良山、磐梯山、日光白根山、乗鞍岳、白山、箱根山、伊豆東部火山群、新島、神津島、八丈島、鶴見岳・伽藍岳、九重山 （18火山）
③現在異常はみられないが過去の噴火履歴等からみて噴火の可能性が考えられる	岩木山、鳥海山、富士山、雲仙岳 （4火山）
④予測困難な突発的な小噴火の発生時に火口付近で被害が生じる可能性が考えられる	倶多楽、青ヶ島 （2火山）

5. 監視・観測体制の充実等が必要な火山についての、火山学的知見に基づいた整理

ここでは、4章において監視・観測体制の充実等が必要であると選定された火山について、具体的な監視・観測体制を検討に資するために、火山学的知見の有無に基づいた整理した結果を記載する。なお、それぞれの整理のための具体的な状況については別添資料に記載した。

(1) 十勝岳

考えられている前兆現象は以下の通り

- ・数年前から熱的異常（地温上昇や溶融硫黄の生成など）
- ・噴火発生の数年前、特に1年～半年前から、噴気・地震活動
- ・噴火が近づくと益々活発化し、火口付近に亀裂・新しい噴気孔の形成、その他の異常現象

(2) 有珠山

最近約100年間のマグマ噴火は概ね30年間隔で繰り返されており、それらの噴火活動に関する調査研究により、短期予測が可能であると考えられている。

- ・大森房吉（1911）は地殻変動が最も著しい所に地震や火口が位置し、僅かな変動は広く火山体の周辺部迄及んでいることを明らかにし、「有珠山等では山腹に於いて微動計観測を不断に施行し、依りて以て爆発を予知し得らるべきなり」と結論した（岡田、1986）
- ・噴火の短期予測として、高粘性マグマ特有の有感群発地震発生、M4～6級の地震群、A

型から B 型地震への移行が考えられる（北海道防災会議、1973）

- ・噴火の数十時間～数日前（例えば 1977 年の噴火では約 30 時間前、2000 年の噴火では約 4 日前）から群発地震発生
- ・1977 年噴火前に山頂部の顕著な地殻変動（火口原での目撃情報、ロープウエーケーブル長の縮み）があった（門村・他、1988）
- ・2000 年噴火前に 3 月 28 日 GPS 観測開始から 31 日 12 時噴火直前までの 60 時間に変位量が 1 m を超える非常に大きな地殻変動が進行していた（高橋・他、2002）
- ・多くの場合、噴火開始の数日前まで何らの顕著な兆候も現れないことにも注意する必要がある

（3）岩手山

1998 年に地震活動の活発化と明瞭な地盤変動が観測された。地震活動は山頂西側で始まり、西方へ約 10km にわたり伸展した。これに同期して、地盤変動源の西方移動も観測された。このことから、1998 年の活動は深部から山頂西側へ上昇したマグマが浅部で停止し、西方へ貫入したことによると解釈された。以上の観測成果は、1998 年当時と同程度の観測を継続すれば、浅部へのマグマ貫入は捕捉可能であることを示している。しかし、深部から浅部へのマグマ上昇過程を明瞭に捉えるには至っていない。また、浅部に達したマグマが地表へ達し噴火するか、浅部で横に貫入し噴火未遂に終わるかの予測は現状では困難。

- ・深部からのマグマ上昇過程など未解明な部分は残っているが、様々な観測データを統合的に説明できるモデルが提案されるなど、活動特性の理解はある程度進んでおり、今後も同様な活動があれば、噴火発生をある程度予測することが可能であると考えられる（結果として噴火に至らないこともある）。
- ・1998 年の異変や過去の噴火から、噴火開始地点に幅があり噴火様式も多様であることを考慮する必要がある。

（4）浅間山

20 世紀前半から 1973 年噴火までの爆発的噴火が頻発した時期には火口底までマグマが上昇したため、爆発前に明瞭な地震増加や火映などの熱活動の高まりが捉えられた。1982 年～1983 年頃の噴火は、マグマが火口底まで上昇しなかったため、噴火規模が小さく従来のように明瞭な前兆は捉えられなかったが、火道内の物理的状態を示す地震活動様式の変化を観測した。

2004 年噴火を含む最近の観測事実からマグマ供給系の解明がある程度進んだ。現在認識されている火山活動概要は以下の通り

- ・西側山麓で深部からマグマがダイク状に貫入、関連して山体周辺に A 型地震が発生
- ・マグマから分離した高温ガスが火道を上昇して山体浅部に熱を供給し、山頂火口では噴煙活動や B L 型地震活動が活発化し、場合によっては小規模噴火が発生
- ・マグマの火道上昇あるいは高温ガスの増加に伴い、火口底で地下水等との熱交換による特異な長周期地震が多発、火口底の高温化が進行して特異な長周期地震活動が無くなった後、さらにマグマが上昇すると山体浅部の膨張及び BH 型地震の急増が始まり、その数時間～1 日後に爆発的噴火が発生

(5) 富士山

近代的観測の開始以降、噴火は経験していないが、火山噴火予知連絡会富士山ワーキンググループにおいて、古文書等歴史資料、地質資料等をもとに、噴火発生域及びダイク貫入モデルによる1707年宝永噴火シナリオを想定して地震活動及び地殻変動量を推定したほか、それらに基づき観測網の検知力についても調査を行った。それらの結果を踏まえ、噴火観測事例はないものの、火山学的知見に基づき噴火発生予測がある程度可能と判断される火山と位置づける。

- ・噴火発生の可能性のある地域は広大であることを考慮した観測網の維持・整備が必要

(6) 伊豆東部火山群

1989年に発生した手石海丘からの噴火やその前後に発生した地震の多発時とそれに伴う地殻変動の観測から、以下のことが知見として得られた。

- ・東伊豆の歪変化量と、ダイクの貫入によると思われる体積増加量には、高い相関が認められ、歪変化量からおおよそのマグマ貫入量を推定することが可能である
- ・震源位置（特に深さ）を正確に推定することが、噴火の可能性を評価するために重要。貫入マグマの密度中立点（深さ数 km）の深部活動で止まる場合は、噴火の可能性は低く、震源が密度中立点を越えて浅部への移動が始まる場合は噴火に至る可能性が高いと考えられる。

(7) 伊豆大島

最近約250年間は30～40年程度の間隔でマグマ噴火を繰り返している。火山噴火予知連絡会伊豆部会で噴火シナリオを検討するなど、過去の観測事実から噴火準備から噴火に至る過程の理解がある程度進んだと考えられる。1986年噴火時の観測から次の知見が得られている。

- ・噴火準備期には深部へのマグマ注入による膨張が長期的に継続し、噴火数年前になると鈍化がみられる
- ・噴火の数ヶ月前からマグマ上昇により火山性微動発生、地磁気・比抵抗変化の加速、熱異常等がみられる可能性がある（山頂周辺の顕著な地殻変動はみられない可能性がある）
- ・噴火直前にはさらなるマグマ上昇により火口内の噴気活動の活発化、微動振幅増大があり、山頂噴火に至る可能性が高い

割れ目噴火は、山頂噴火が前駆する可能性が高い。1986年噴火では割れ目噴火の2時間前から急速な地殻変動と地震活動の顕著な増大がみられた

(8) 三宅島

最近約100年間は20年程度の間隔でマグマ噴火を繰り返しており、2000年噴火を含む観測事実からマグマ供給系の理解がある程度進んだと考えられる。

- ・長期的な深部へのマグマ蓄積による膨張傾向がみられる
- ・地震を伴って深部から浅部に急速にマグマが貫入して噴火に至ると考えられ、地殻変動源や震源から噴火地点が予測できる可能性がある
- ・顕著な異変が現れてから数時間で噴火に至る場合を想定した監視体制が必要

(9) 阿蘇山

火山活動に関する主な知見は以下の通りであり、最近と同様な活動であれば噴火直前の前兆現象を捉えられる可能性がある

- ・ 「湯だまり」→土砂噴出→「赤熱現象」→火山灰噴出→鳴動→「ストロンボリ式噴火」→「湯だまり」の三角ダイアグラムが提示されている（須藤、他）
- ・ 火山性地震の震源分布には火山活動に伴う変化は見られないが、火山性微動は活動に対応して大きく変化する
- ・ 広帯域にわたる多種類の火山性微動が常に観測されており、さらに短周期微動には連続的の微動から孤立型微動までである。連続型微動は噴火活動前期から振幅増大し、卓越周波数が徐々に低くなり、活動最盛期には2Hzまで低下する。高周波から低周波への周波数変化は火道拡大を示すと考えられている（須藤、他）
- ・ 火山活動に伴う地盤変動が極めて小さい火山である（須藤、他）
- ・ 火口近傍の全磁力観測により、火口直下（深さ200m程度）での温度上昇が検知されている（田中他）
- ・ 20世紀初頭の噴火は最近の噴火よりも大規模であり、噴火地点も第1火口に限らず第4火口まで噴火していることに留意すべきである。
- ・

(10) 雲仙岳

1990～1995年の活動では震源移動や傾斜計の観測により、溶岩流出の予測に成功している。今後も同様な活動であれば噴火発生予測はある程度可能と考えられる。予想される活動推移は以下の通り。

- ・ 約4ヶ月前から橘湾から橘湾東部、島原半島内へと震源移動が捉えられた。さらに2ヶ月前には島原半島西部の地震が増加
- ・ 溶岩ドーム出現直前には、地殻変動に山体膨張を示す急激な変化、全磁力観測でマグマの上昇による急激な熱消磁、数日前に火口付近での地割れを確認
- ・ 傾斜計の長周期振動振幅からマグマ供給量が推計された

以上の経過から、次のような活動サイクルが想定されている。橘湾で群発地震→マグマが島原半島方向へ移動→島原半島内で地震が発生→普賢岳山頂付近で群発地震→噴火→溶岩ドームの形成・成長→火砕流の発生→溶岩ドームの成長停止→火山活動の低下または溶岩ドームを形成せず溶岩流が発生

(11) 桜島

ブルカノ式噴火の予測は研究が進んでいる。他方、大正噴火（1914年）規模の山腹噴火では、噴火発生の前日から有感地震多発などの前兆現象が確認されており、適切な観測と迅速な評価がなされれば、噴火予測ができる可能性が高い。得られている知見は以下のとおり。

- ・ 主マグマ溜りは桜島北方、始良カルデラの地下深さ10kmに存在し、副マグマ溜りは桜島の直下の約4kmに存在すると推定されている。地下深部から主マグマ溜りへのマグマ供給率は、年間約1000万立方メートル、1914年噴火以降のマグマ貯蓄量は10億立方メートル以上と見積もられ、現在でもマグマ蓄積が継続している

- ・ A型地震の多くは南岳山頂直下の発生(0~4km)及び沖小島付近で発生(6~10km)、始良カルデラ内の東部でも発生することがある。桜島南西沖の地震活動は、始良カルデラから桜島を横切るマグマの貫入イベントに関連するという解釈もある。
- ・ BH型、BL型地震や爆発地震は南岳山頂直下の浅い所で発生(0~3km)
- ・ 噴出物の多い山頂噴火については、発生の10分~数時間前から微小な前兆地盤変動(火口方向隆起・膨張 0.01~0.2 μ rad.)が観測されることが多い
- ・ B型地震の群発中に特定周波数が卓越するなど、波形単純化が進行すると、群発地震終了後に爆発的噴火が多発する例が多い
- ・ 2006年6月からの昭和火口噴火に先立っては、数年前から桜島周辺部のA型地震の発生増加や昭和火口の噴気・地熱の異常以外顕著な兆候は認められなかった。昭和火口からの噴火繰り返しにより火口が拡大し、噴火の規模が漸次大きくなっている。
- ・ 山頂噴火の激化、昭和火口からの溶岩や火砕流の流下、また現時点では可能性が低い、山頂噴火や始良カルデラ内の海底噴火なども想定した監視・観測の整備と維持が必要。

以上11の火山のうち、十勝岳、伊豆大島、桜島については、以下に記載する理由により、近い将来に、避難等の防災対策が必要となる噴火(噴火警戒レベル4以上)の発生が予想されることから、具体的な監視・観測体制を検討する際には考慮する必要がある。

○十勝岳

最近約100年間のマグマ噴火発生間隔及び現在の活動状況を考えると、近い将来に避難等の防災対策が必要となる規模の噴火(たとえば1962年噴火、積雪期では1988~89年噴火)の発生が予想される。

○伊豆大島

1986年の噴火以降、消長を繰り返しながら、山体の膨張が継続しており、地下のマグマ溜りにマグマが蓄積されていると考えられる。最近約250年間は30~40年程度の間隔でマグマ噴火を繰り返していることから、近い将来、マグマ噴火が発生すると考えられる。

○桜島

始良カルデラの主マグマ溜りでは、昭和火口での噴火が始まった2006年以降も、マグマ蓄積が着実に継続している。すでに1914年の噴火(大正噴火)時のマグマ噴出量(約15億立方メートル)の8割程度を再蓄積していると考えられ、近い将来の山頂火口や昭和火口での噴火活動の激化、あるいは山腹等での大噴火発生の可能性が高いと考えられる。

6. 選定に当たったの残された課題

上記の選定、及び整理については、現在の火山学の知見に基づいて選定、整理を行ったものである。しかし、噴火の可能性については、時期や規模を定量的に求めることは現在の火山学の知見では困難である。また、過去の噴火履歴については、過去の噴火による堆積物等が詳し

く調査されている火山や有史以降繰り返し噴火をしている火山など、地質調査結果・文献記録が豊富な火山がある一方で、このような調査がほとんどなされていないか、噴火の可能性を判断できる噴火実績がほとんどない火山など、評価を行うのに十分な過去の噴火履歴が判明していない火山がある。今回の選定においても、評価が必ずしも十分に行なわれていない火山があり、選定すべきかどうか意見が分かれた火山もある（例えば、羅臼岳、摩周、十和田、由布岳、中之島など）。

今回は無人島、海底火山について評価を行わなかったが、過去の噴火で津波が発生するなど居住地域に影響を及ぼした事例もあることから、これらの火山も含めて、今後の調査・研究の成果により、新たに知見が得られ、選定結果等に変更が必要であると認められた場合には、火山噴火予知連絡会において検討を行い、適宜変更を行うものとする。

参考資料：各火山の選定理由の取りまとめ資料
各火山の火山学的知見に基づいた整理資料
中長期的な火山活動評価に関する検討経緯

火山観測体制等に関する検討会報告

1. はじめに

我が国には全国に 108 の活火山があり、過去多くの噴火災害に見舞われてきた。火山災害軽減のため、これまで各機関がそれぞれの役割に応じて火山観測を行い、互いに連携して火山防災に貢献してきた。

より効果的な火山防災体制を構築することを目的として、「火山情報等に対応した火山防災対策検討会」は平成 20 年 3 月に「噴火時等の避難に係る火山防災体制の指針」を取りまとめた。この指針を受け、関係機関はこれまで以上に連携を強化し、火山観測体制の充実を図る必要がある。

気象庁は全国の活火山について、火山防災を目的に監視を行っており、平成 19 年 12 月 1 日からは全国の活火山に噴火警報の発表を開始した。これらのうち、特に活動が活発等、連続監視が必要な火山においては、火山近傍に地震計等を設置して連続監視を行っており、近年は多項目観測を実現させるなど監視・観測体制の強化を進めてきた。平成 21 年 2 月に火山噴火予知連絡会火山活動評価検討会は、今後監視・観測体制の充実等の必要がある 47 火山を選定した。平成 21 年度補正予算により、これらの火山において、多項目観測を実施するための観測施設の整備を行っているところであるが、今後も火山活動が活発化した場合などには、的確な火山活動状況の把握のため必要に応じて監視・観測体制の強化に取り組む必要がある。

大学及び研究機関は火山噴火予知計画に基づき、観測研究に基づく火山噴火予知手法の開発を進め、適切な観測体制が取られた火山では噴火時期をある程度予測できるまでになった。しかし、噴火の様式や規模等の噴火推移予測については、経験則に基づく予測が成立する場合以外は依然として困難な状況にある。今後は、噴火推移予測をめざした噴火予知の高度化のため、観測研究の一層の推進が重要である。また、第 7 次火山噴火予知計画のレビュー等で指摘されているように、国立大学の法人化等に伴い、従来の観測研究体制を変更せざるを得ない状況が生じており、今後の観測体制のあり方について具体的検討が必要となっている。

以上を踏まえ、調査研究の一層の推進及びその成果を活用した観測体制の強化等を進めるため、火山噴火予知連絡会の任務の一つである「火山噴火予知に関する研究及び観測体制の整備のための施策について総合的に検討すること」に則り、かつ、科学技術・学術審議会の建議により平成 21 年度から始まった「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」にも関連して、今後の観測体制やデータ流通体制及び研究体制のあり方について検討を行う必要がある。

本検討会では、調査研究の一層の推進及びその成果を活用した観測体制の強化等を進めるため、以下の各項目について検討を行い、最終的に国として必要な観測体制の取りまとめを行った。

- ①調査研究の推進及びその成果を踏まえた監視体制のあり方
- ②国として必要となる観測網、観測データの流通及び共有化体制のあり方
- ③関係各機関の役割分担と観測網整備の優先度を踏まえた火山ごとに必要な具体的な観測網のあり方

なお、火山観測データの流通・共有にあたっての技術的な事項については、作業部会を設置して検討した。

2. 火山観測体制の充実についての基本的な考え方

(1) 検討の方向性

火山防災体制をさらに充実させるため、気象庁は監視・観測体制の充実等の必要がある。47 火山を対象に引き続き必要に応じた監視・観測体制の強化を進める。大学及び研究機関は平成 20 年度の科学技術・学術審議会測地学分科会火山部会（以下「測地学分科会火山部会」という）の検討結果に則って、研究観測体制を強化する。観測点の整備に当たっては、各機関がそれぞれの役割を踏まえながら連携し、限られた資源の有効利用の方策を検討する。

(2) 火山監視・観測体制の充実

火山噴火予知連絡会の検討において、監視・観測体制の充実等が必要な火山として位置づけられた火山については、気象庁による観測施設整備が進められているところであるが、関係機関と連携してさらに監視・観測体制の強化を図り、よりの確な噴火警報の発表に努める。

監視・観測体制の強化を効率的に行うため、観測データの流通及びその共有を推進することにより、各機関の観測資源をより有効に活用する。気象庁は、大学等研究機関の観測施設の保守・維持等の効率化に協力することを含め、大学等研究機関と連携して、監視体制の強化を図る。

監視・観測体制の充実等が必要な火山以外の火山については、当面は広域観測網を活用した監視を行うこととする。ただし、活動に高まりがみられた場合には、機動観測点の増設等により必要な観測体制を緊急に整備する。

(3) 調査研究の推進のための研究観測体制の充実

大学は、測地学分科会火山部会の検討結果を受け、活動度が高い火山や、現時点では活動度が低いものの潜在的爆発活力が高い等、研究的価値の大きい火山を重点的な研究対象とし、それらの火山に観測機器等の研究資源を集中する等し、観測研究体制を強化する。

防災科学技術研究所等は測地学分科会火山部会で検討された観測の重点化を受け、大学の観測研究の支援も視野に入れた観測体制を整備する。

(4) 今後の課題

火山防災のため、調査研究のみならず監視にも必要となる高精度で高品位なデータを安定的に供給する観測網（基盤的な観測網）については、国が責任を持って整備する必要がある。今般の気象庁による整備も踏まえ、適切な維持・管理、運用を行うとともに、火山監視に係る研究の進展等も踏まえて必要な場合には適切な改善策を講じることが必要である。

3. 観測データの流通及び共有についての基本的な考え方

(1) 基本的な考え方

観測データの共有はこれまでも関係機関の間で必要に応じ行われ、一定の成果を上げてきた。

火山防災体制の充実に向けて、監視・観測体制の強化及び調査研究の推進を効率的、効果的に実現するためには、関係機関の連携をさらに強化して、観測データの流通及びその共有をこれまで以上に推進することが不可欠である。

(2) 火山監視・観測体制の強化のためのデータ流通・共有

火山防災を目的とした火山活動の監視に有効な観測データは、関係機関の協力に基づき、気象庁が火山監視に活用する。関係機関からデータ提供を受けるに当たり、気象庁はその観測点の維持・管理にできる限り協力する。

(3) 調査研究の推進のためのデータ流通・共有

調査研究の推進に必要な観測データについては、火山調査研究のさらなる発展のため、その流通を促進する。測地学分科会火山部会の「今後の大学等における火山観測研究の当面の進め方について」の趣旨を踏まえ、研究を阻害することのないように配慮しながら、観測データの共有と活用の方策を検討する。

(4) 観測成果の活用

監視・観測で得られた成果は、噴火警報や火山情報等により迅速に一般公表し、火山防災に活用する。調査研究で得られた成果は、論文や学術的な発表の場を通じて幅広く公表するとともに、火山噴火予知連絡会における情報交換等により、火山防災対策や監視・観測にも活用する。

(5) 観測データの流通・共有の具体的な進め方

観測データの流通・共有については、効率的かつ速やかな実現を図るため、地震調査研究推進のための地震観測データの流通・共有に利用しているシステムを利用する。なお、現在の各機関の通信インフラ等の違いから、全く同じ条件で流通・共有を行えない大学等があるが、当面は、気象庁とのデータ交換に利用している回線等を利用して可能な範囲で流通・共有を進めるとともに、今後、速やかに同等の条件で観測データの利用が可能となるよう、関係機関が連携して改善を図っていく。

これらを前提とした観測データの流通・共有を実現するため、火山観測データの流通や利用等に関する関係機関間の取り決めについての検討を火山噴火予知連絡会のメンバーを中心として速やかに進める。

(6) 今後の課題

観測データの流通・共有に当たって、地震調査研究に利用しているシステムと同じものを用いることを計画していることから、地震調査研究関係機関との間において調整を行うことが必要である。

また、観測データの一括処理を行うデータ処理センター機能及びデータアーカイブについては、データ量が膨大でかつ多岐にわたることから、その必要性や役割分担等も含めて今後の検討課題とする。

なお、今回の火山観測データの流通・共有に当たっては、地震計、空振計、傾斜計等の WIN フォーマットでの伝送を想定したデータについて検討を行い、今後そのシステム等の具体化を図っていく計画であるが、GPS、映像データ等の流通・共有化についても、その必要性を含めて今後の検討課題とする。

火山観測体制等に関する検討会

(第11回)

議事次第

日時：平成26年11月12日(水)

10:00～12:00

場所：気象庁大会議室

1. 開 会

2. 議題

(1)平成26年9月27日の御嶽山噴火を踏まえた今後の観測体制のあり方

(2)その他

3. 閉会

(配布資料)

資料1：水蒸気噴火と前兆現象の事例

資料2：御嶽山の火山観測体制に関する報告

参考資料1：第10回火山観測体制等に関する検討会議事概要

参考資料2：第10回火山観測体制等に関する検討会資料

火山噴火予知連絡会 火山観測体制等に関する検討会 委員名簿

座長：清水 洋	九州大学 大学院理学研究院 教授
井口正人	京都大学 防災研究所 教授
石原和弘	京都大学 名誉教授
大島弘光	北海道大学 大学院理学研究院 准教授
岡本 敦	国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部 砂防計画課 地震・火山砂防室長
北川貞之	気象庁 地震火山部 火山課長
篠原宏志	独立行政法人産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門 首席研究員
棚田俊收	独立行政法人防災科学技術研究所 地震・火山防災研究ユニット 副ユニット長
飛田幹男	国土地理院 地理地殻活動研究センター 地理地殻活動総括研究官
中田節也	東京大学 地震研究所 教授
名波義昭	内閣府政策統括官（防災担当）付参事官（調査・企画担当）
野上健治	東京工業大学 火山流体研究センター 教授
橋本武志	北海道大学 大学院理学研究院 准教授
藤井敏嗣	東京大学 名誉教授
藤光康宏	九州大学 大学院工学研究院 教授
三浦 哲	東北大学 大学院理学研究科 教授
三上直也	気象庁 地磁気観測所長
森澤敏哉	文部科学省 研究開発局 地震・防災研究課長
森田裕一	東京大学 地震研究所 教授
山岡耕春	名古屋大学 大学院環境学研究科 教授
横山博文	気象庁 気象研究所 火山研究部長

（五十音順）

水蒸気噴火と前兆現象 の事例

雌阿寒岳の水蒸気噴火前に見られた前兆現象について

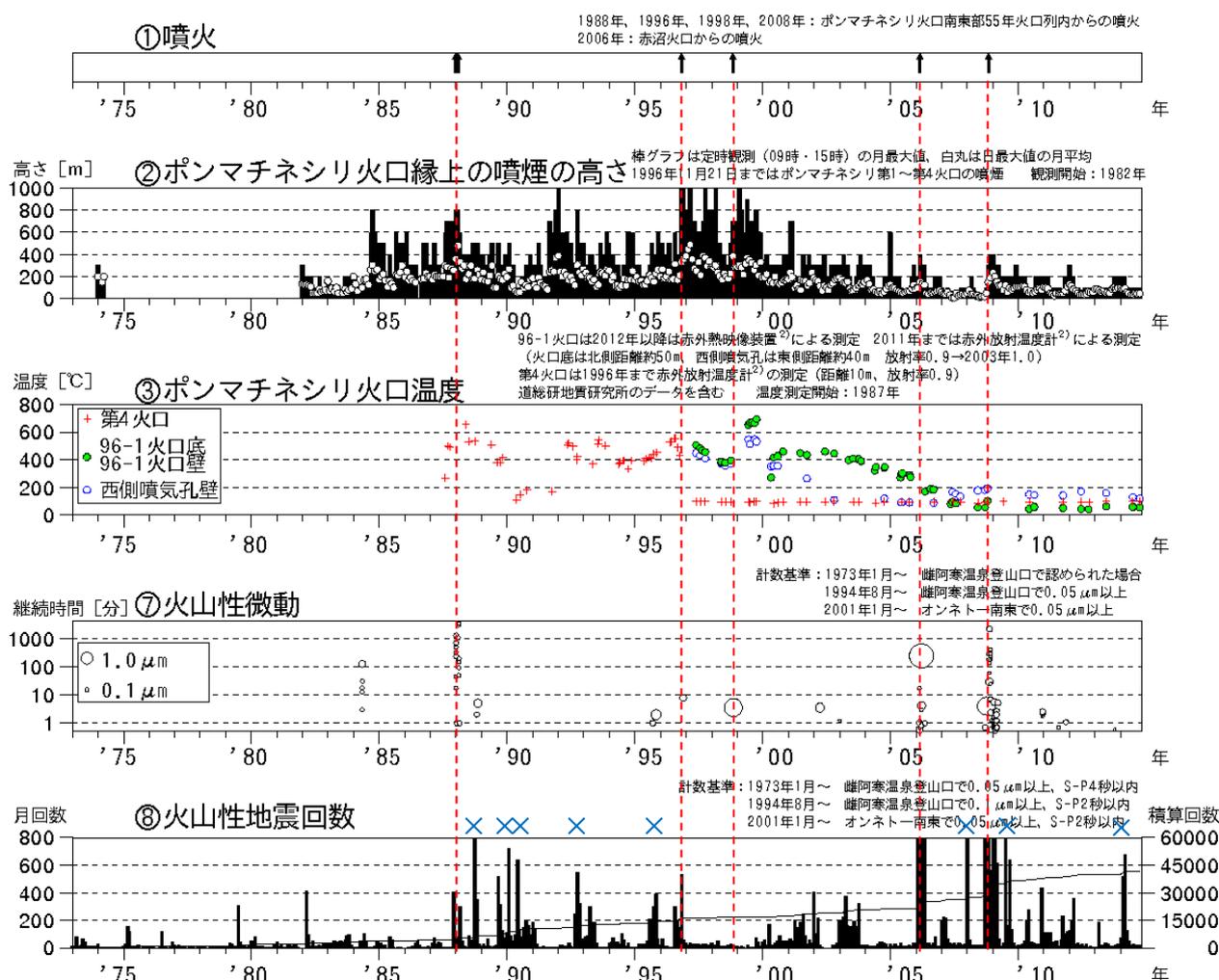
札幌火山監視・情報センター

○長期的な活動の推移

有史以降では、1955年～1966年にポンマチネシリ火口および中マチネシリ火口で水蒸気噴火が見られた。約20年の休止期間の後、1988年～2008年にポンマチネシリ火口で5回の水蒸気噴火が発生した。現在も各火口では、熱活動や地震活動が継続している。

○熱活動・地震活動と水蒸気噴火発生に関連

1988年噴火に向けては82年から噴煙の高さが徐々に高まった。また、その他の噴火でも噴気温度が高温の状態での噴火が発生するなど、熱活動と水蒸気噴火との対応は比較的良くみられる。一方、地震活動については、水蒸気噴火前に地震回数が増加する場合もみられるが、地震の増加が必ずしも噴火発生に至るとは限らない。また、顕著な地震活動がみられないまま噴火が発生する場合もある。

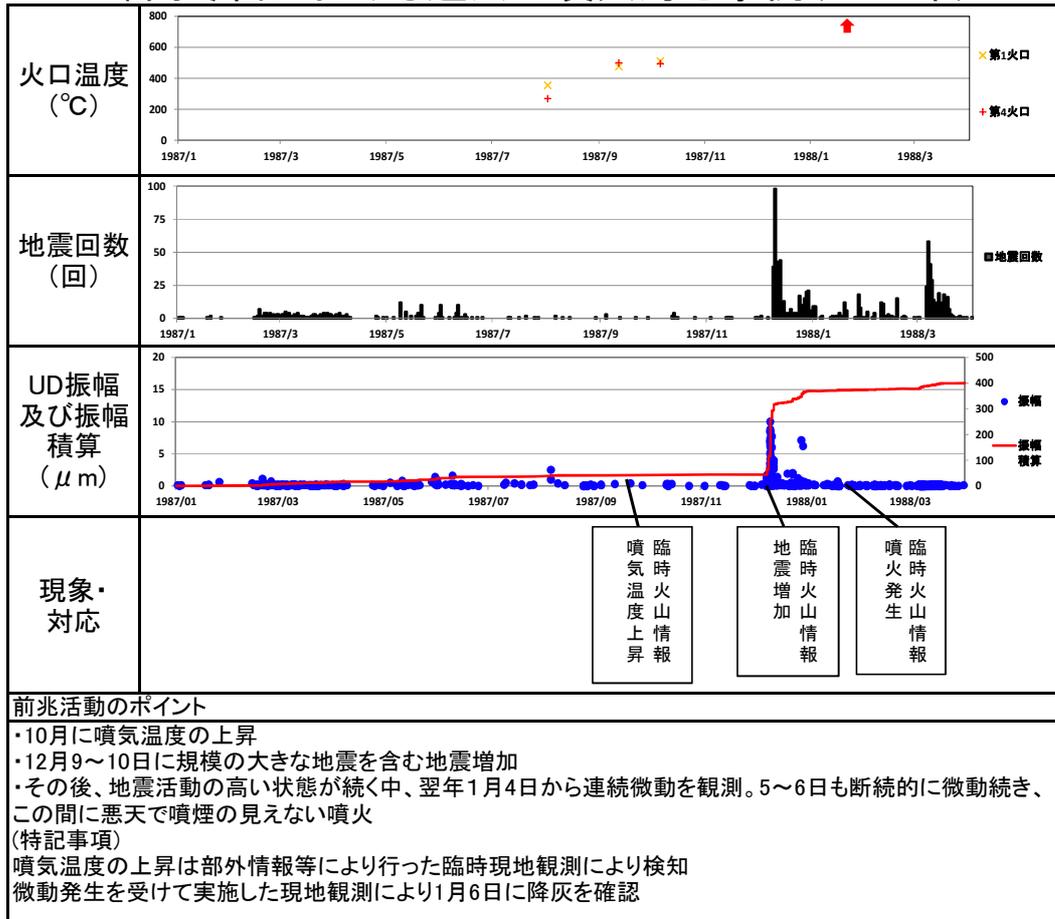


雌阿寒岳の活動経過図

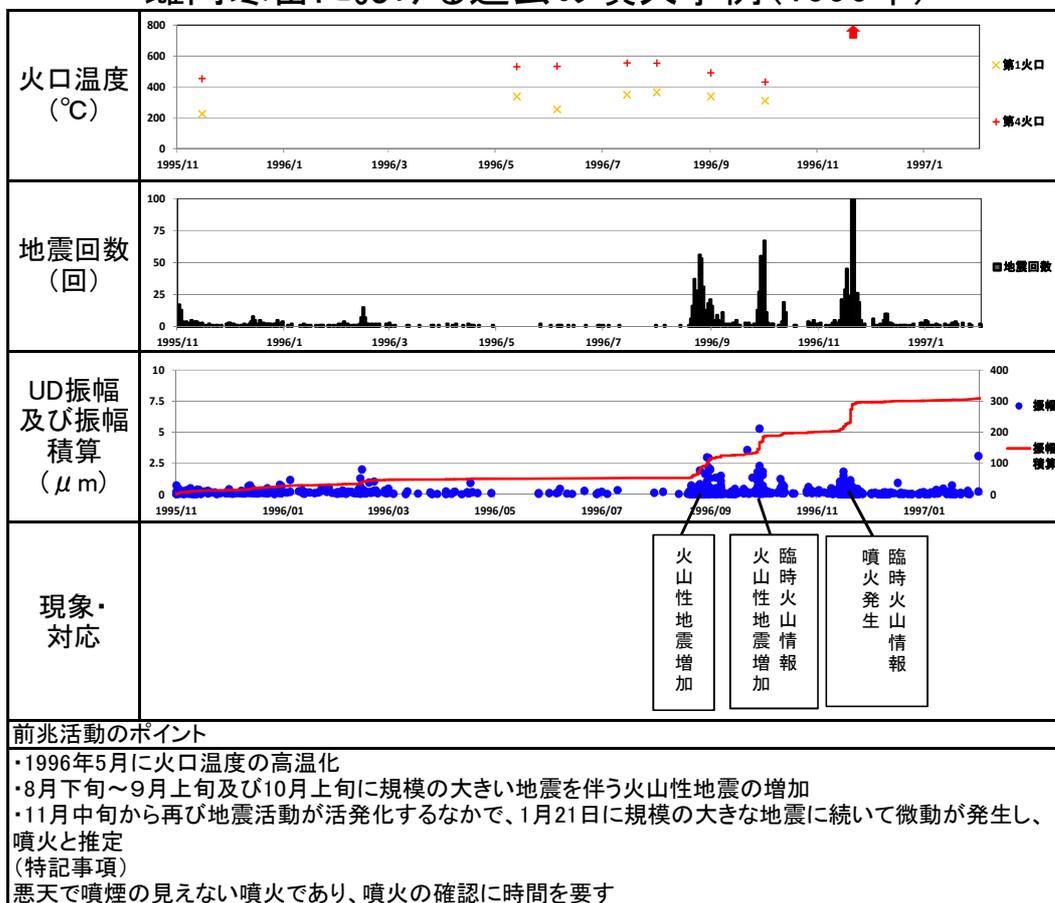
赤点線：水蒸気噴火の発生

×：地震増加（500回/月）はみられるが噴火は発生していない事例

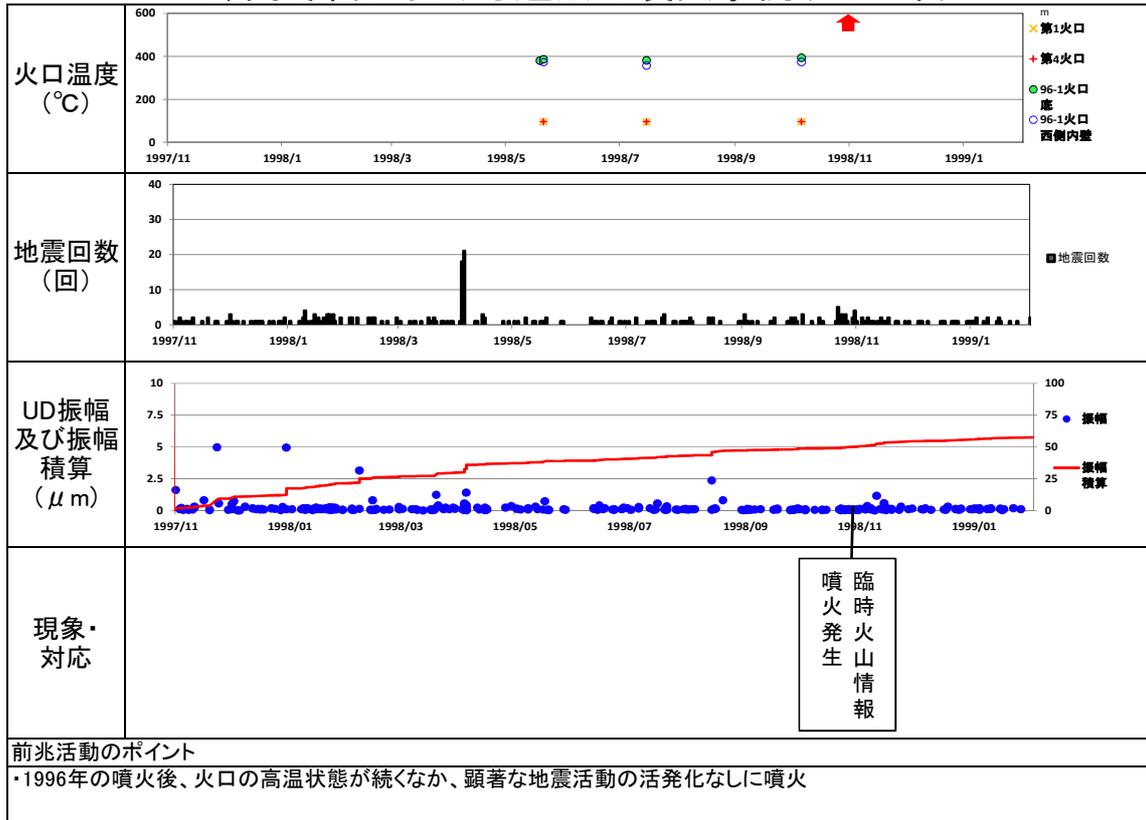
雌阿寒岳における過去の噴火対応事例(1988年)



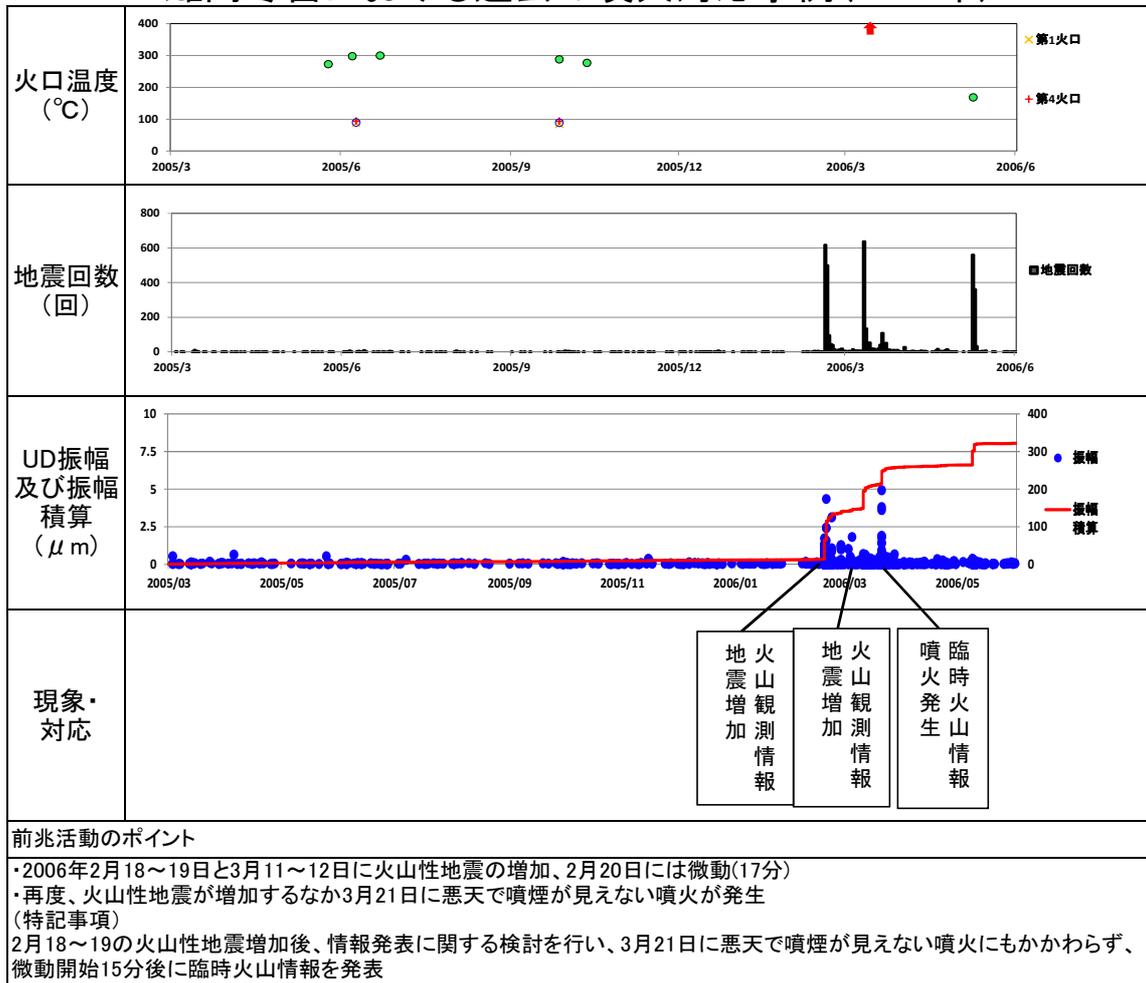
雌阿寒岳における過去の噴火事例(1996年)



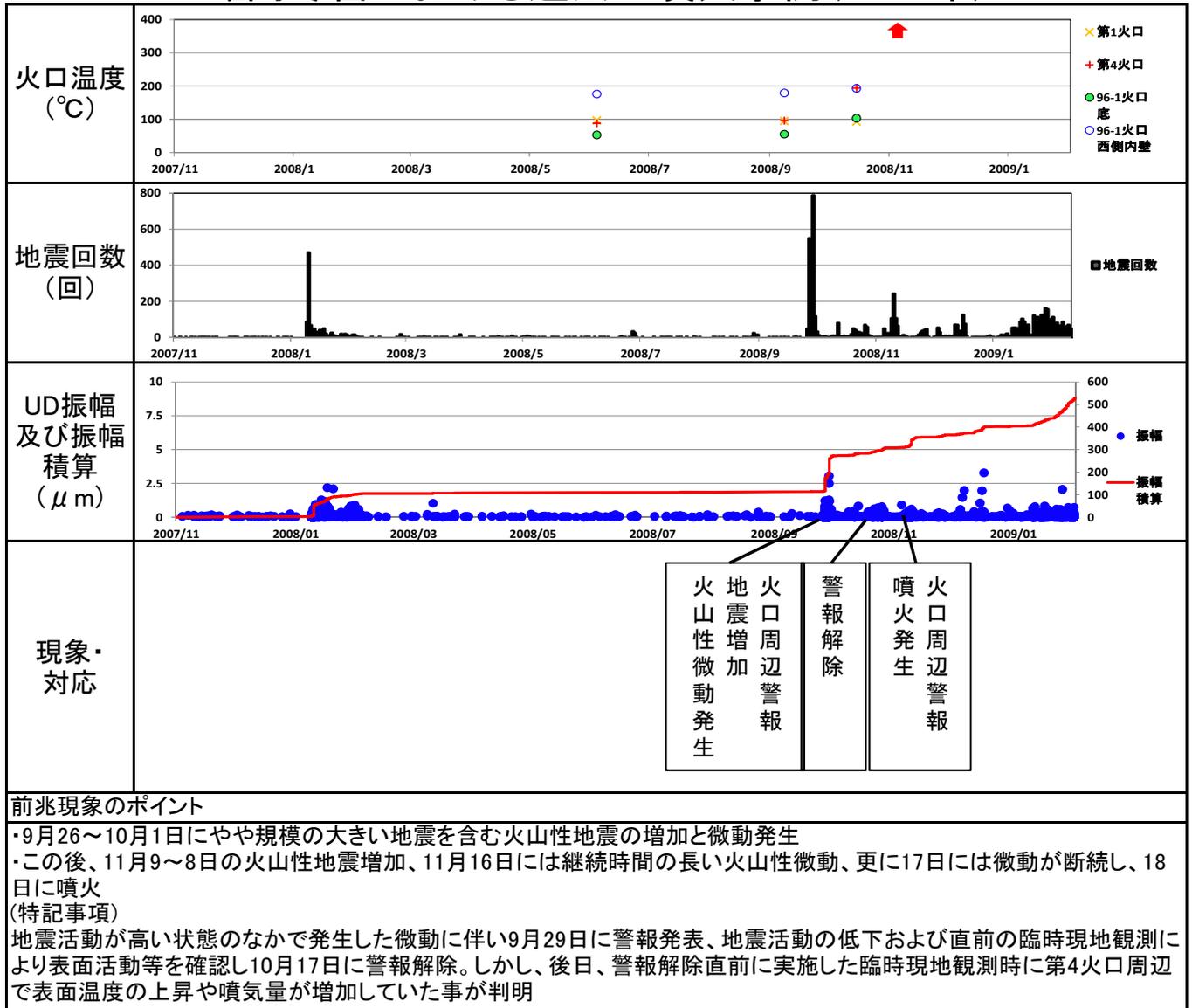
雌阿寒岳における過去の噴火事例(1998年)



雌阿寒岳における過去の噴火対応事例(2006年)



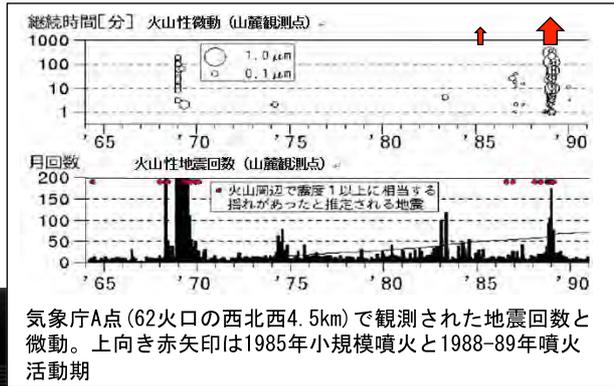
雌阿寒岳における過去の噴火事例(2008年)



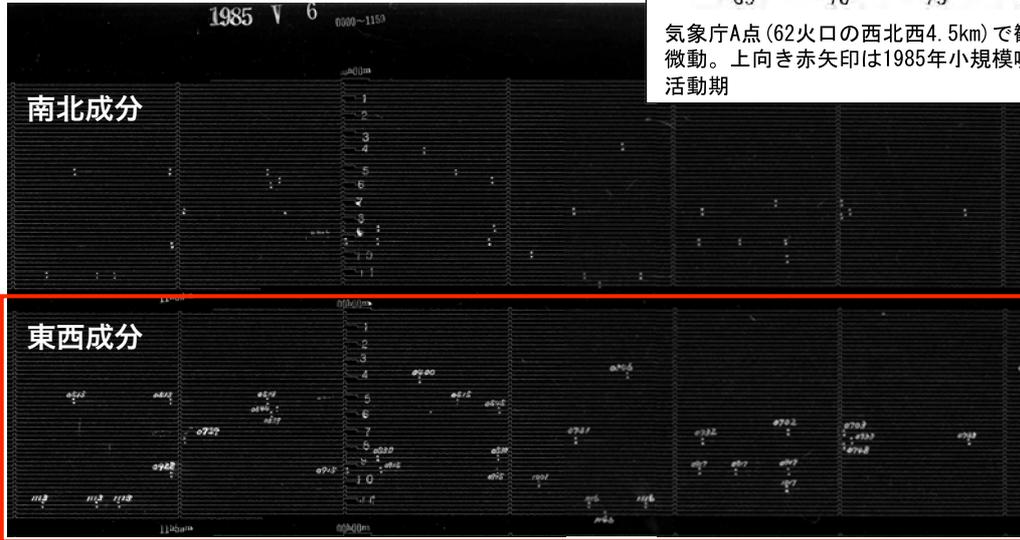
十勝岳の1985年小規模な水蒸気噴火

○1988-89年噴火活動先行して、1985年に活動火口に隣接する62-1火口でごく小規模な水蒸気噴火が発生

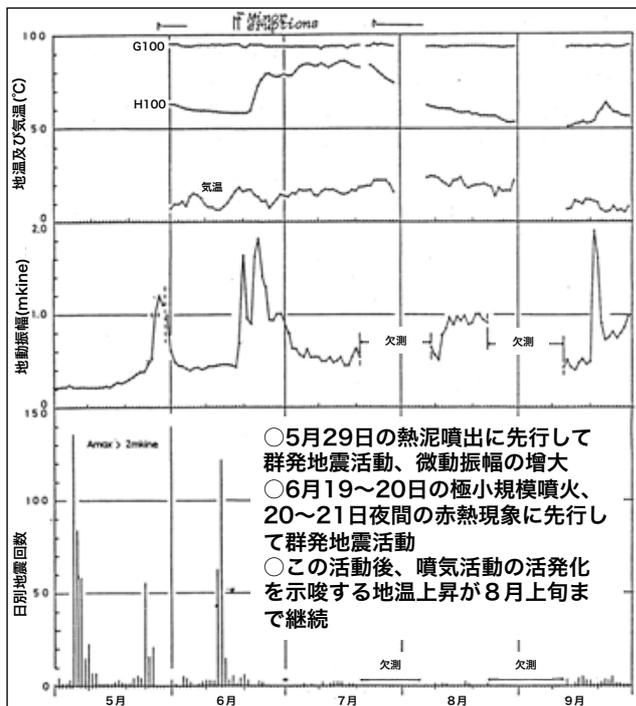
○この噴火に先行して、1983年の地震増加や微動発生を契機に62-1火口の地熱活動が活発化



気象庁A点(62火口の西北西4.5km)で観測された地震回数と微動。上向き赤矢印は1985年小規模噴火と1988-89年噴火活動期



1985年5月29日の熱泥噴出に先行して気象庁A点(62火口の西北西4.5km)で観測された群発地震。点付されているのは報告義務のない地震



○5月29日の熱泥噴出に先行して群発地震活動、微動振幅の増大
 ○6月19~20日の極小規模噴火、20~21日夜間の赤熱現象に先行して群発地震活動
 ○この活動後、噴気活動の活発化を示唆する地温上昇が8月上旬まで継続

62-1火口壁で観測された日別地震回数、地動振幅、1m深地温の時間変化。地震観測地点は右写真のH100、1m深地温はG100及びH100。



62-1火口壁の熱活動の推移。赤丸G100は1m深度地温観測点、H100は地震、1m深地温、気温観測点



62-1火口壁に開いた小火口からの火山灰噴出(岡田弘撮影)

御嶽山の火山観測体制 に関する報告

御嶽山総合観測班

御嶽山で今後必要な観測体制

御嶽山総合観測班

御嶽山で今後必要な観測体制について、マグマ噴火またはマグマ水蒸気噴火へ移行、静穏化の判断、次の水蒸気噴火の早期の把握を視点に、各幹事に意見照会し、次のようにとりまとめた。（意見の集計は別紙のとおり）

1. 緊急に着手すべき観測項目（緊急観測）

- 地震計（短周期）を増設し、震源の移動や波形変化を把握する。
- 広帯域地震計を設置し、マグマ貫入に伴う長周期の震動を捉える。
- 傾斜計を設置し、また繰り返しGNSS観測やInSAR解析を実施し、山体浅部の変形を把握する。
- 監視カメラを設置し、噴煙活動を監視する。
- SO₂放出量観測を実施し、火山ガスの放出量を把握する。
- ハイブリッド重力観測や超伝導重力計（iGrav）等による重力連続観測を行い、マグマ噴火への移行の可能性を調べる。
- 噴出物・火山ガスの採取、分析を実施し、噴出物の構成、組成などから噴火のメカニズムを把握する。

2. 継続的に実施すべき観測項目（常時監視）

- 総合観測点（ボアホール型傾斜計・地震計、空振計、GNSS）を増設し、地震の震源や地震発生メカニズムの変化、地殻変動の圧力源を把握する。
- 地震計（短周期）を山頂部など観測点密度が薄い場所に増設し、震源の移動や波形変化を把握する。
- 広帯域地震計の設置し、マグマ貫入や水蒸気噴火に伴う長周期の震動を捉える。
- 傾斜計やGNSS観測点を設置し、山体浅部の変形を把握する。
- 熱映像監視カメラを設置し、火口の熱状態を監視する。
- 監視カメラ及び空振計を設置し、火口の噴気状態を監視する。
- 地磁気観測（全磁力等）を実施し、山体浅部の熱状態を把握する。
- 火山ガス（噴気）の採取・分析を実施し、火山ガス成分の変化を把握する。

3. 継続的に実施すべき観測項目（現地調査など）

- 繰り返しGNSS観測や光波測距観測、InSAR解析を実施し、山体浅部の変形を把握する。
- 水準測量を実施し、山体の変形を把握する。
- SO₂放出量観測を実施し、火山ガスの放出量を把握する。
- 火山ガス（噴気）の採取・分析を実施し、火山ガス成分の変化を把握する。
- 火山周囲の温泉ガスの採取・分析を実施し、山体浅部の物質循環を監視する。
- 温泉分析（熱、成分分析）を実施し、熱水の変化を把握する。電磁波探査（比抵抗探査）を実施し、熱水の移動を把握する。
- ハイブリッド重力観測や超伝導重力計（iGrav）等による重力連続観測を行い、マグマ噴火への移行の可能性を調べる。
- 山頂付近を含む現地調査を継続的に行い、詳細な噴火活動の推移を把握する。

4 . その他

以上のほか、次のような意見もあった。

- ・ 人工地震（もしくはアクロス）の実施し、浅部構造の地震波速度変化を把握する。
- ・ 地震波干渉法（監視ソフト）を導入し、浅部構造の地震波速度変化を把握する。
- ・ 火山性微動発生源を常時監視し、振動源移動を特定する。
- ・ 山頂部に多項目観測基地を設置し、そこを基点として各種観測を行う。
（短周期地震計、空振計、カメラ、ガスセンサー、UM簡易テレメーターを使ったプレハブ局舎を
拠点に3点あるいは4点の短周期地震山頂観測網の構築）

御嶽山で今後必要な観測体制について

御嶽山総合観測班

マグマ噴火またはマグマ水蒸気噴火へ移行、静穏化の判断、次の水蒸気噴火の早期の把握を視点で作成した、御嶽山総合観測班事務局案

観測種目	趣旨	対象現象			エリア		実施時期・期間			備考
		マグマ貫入の検知	水蒸気噴火の早期把握	静穏化の判断	山腹から山麓	山頂部	緊急に観測着手	複数年継続的に実施	随時、機動的に実施	
(1) 総合観測点の増設(総合観測点=ボアホール型傾斜計・地震計、空振計、GNSS)	地震の震源、波形変化の把握。 地殻変動の圧力源の把握。									重機横付けが原則
(2) 地震計(短周期)を増設	マグマ貫入に伴う震源の移動、波形変化の把握									観測点密度が薄い場所に設置
	水蒸気噴火に伴う震源の移動、波形変化の把握									
(3) 広帯域地震計の設置	マグマ貫入に伴う長周期の震動を捉える									
	水蒸気噴火に伴う長周期の震動を捉える									
(4) 傾斜計の設置、GNSS観測点を設置	山体の変形を把握									
(5) 繰り返しGNSS観測	山体浅部の変形を把握									
(6) 水準測量	山体の変形を把握									
(7) 熱映像監視カメラの設置	火口の熱状態を監視									
(8) 監視カメラや空振計の設置	火口の噴気状態を監視									
(9) SO ₂ 放出量観測の実施	火山ガス放出量の把握									
(10) 火山ガス(噴気)の採取・分析	火山ガス成分の変化の把握									へり観測を含む
(11) 全磁力観測の実施	山体浅部の熱状態を監視									連続観測化もあり
(12) 噴出物の採取、分析	噴出物の構成、組成分析									
(13) 光波測距	山体浅部の変形を把握									

(14) 火山周囲の温泉ガスの採取・分析	山体浅部の物質循環を監視										
(15) 温泉分析（熱、成分分析）	熱水の変化を把握										井戸の厳選が必要
(16) 地震波干渉法（監視ソフトの追加）	浅部構造の地震波速度変化を把握										
(17) 人工地震（もしくはアクロス）	浅部構造の地震波速度変化を把握										
(18) 電磁波探査（比抵抗探査）	熱水の移動を把握										
(19) 火山性微動の特定（監視ソフトの追加）	振動源の自動特定										気象研で実績あり
(20) ハイブリッド重力観測及び超伝導重力計（iGrav）等による重力連続観測	マグマ噴火への移行の可能性を判断する										マグマ噴火への移行の可能性を判断するために重要なデータが得られる可能性が高い
(21) (PS-) InSAR 解析											
(22) 山頂部に多項目観測局舎の設置 （短周期地震計、空振計、カメラ、ガスセンサー、UM 簡易テレメーターを使ったプレハブ局舎を拠点に3点あるいは4点の短周期地震山頂観測網の構築）											岩手山で東北大が行った実績あり

火山観測体制等に関する検討会（第10回）議事概要

1. 検討会の概要

日時：平成26年10月24日（金）17:30～19:40

場所：気象庁講堂（気象庁庁舎2階）

検討会委員出席者：清水座長、井口、石原、大島、岡本（代理：山越）、北川、篠原、棚田、飛田、中田、名波（代理：中込）、藤井、三浦、三上、森澤、森田、山岡、横山（代理：山本）、野上、橋本、藤光委員

気象庁出席者：西出、関田、松森、齋藤、菅野

2. 議事概要

<平成26年9月27日の御嶽山噴火を踏まえた今後の観測体制のあり方>

事務局から、資料1～5に基づいて説明、各委員にご議論をいただいた。委員からの主な意見等は以下のとおり。

水蒸気噴火の予測のために必要な観測手法について

- ・水蒸気噴火を捉えるためには、地震計や傾斜計などの物理観測だけではなく、火山ガスなどの化学観測や比抵抗、全磁力などの電磁気観測の導入が必要。
- ・化学観測や電磁気観測のデータは専門家でも解釈が難しいことがあるので、一つの観測だけで火山活動を評価するものではなく、多種の観測項目を複合して火山活動を解釈することが重要。
- ・化学観測や電磁気観測において、リアルタイムでの観測には技術的な課題もあり、技術開発も含め行っていくことが必要。
- ・観測機器からのテレメータによる観測だけでなく、丁寧な現地観測が重要。
- ・地方自治体や山小屋の管理者といった常に山を見ている方々からの情報を集めること、そのための地元との顔の見えるネットワークの構築が重要。

観測施設のあり方について

- ・火口付近の観測を行うためには、観測機器への電力やデータの伝送に用いるインフラの確保が重要な課題。
- ・既存の観測施設の傾斜計等の観測データについても、品質の検証と向上は必要。

その他

- ・観測点の整備だけではなく、観測結果を的確に評価し情報の発表を行う人材も重要。
- ・化学観測や電磁気観測は、得られるデータの解釈に熟練・専門的な知識が要するため、解釈できる人材が必要。
- ・過去の噴火についての予測ができなかった事例の検証を行うことが必要。

3. 今後の予定

- ・次回の検討会は11月中に開催予定。
- ・次回の検討会では、今回行った議論をもとに事務局が作成した、緊急提言に向けた骨子案を議論の予定。
- ・御嶽山の今後の観測体制については、火山噴火予知連絡会の御嶽山総合観測班で検討し、次回の検討会で議論の予定。
- ・常時観測火山の見直しについては、次回の検討会で議論の予定。

(参考資料 2)

前回資料

第 10 回火山観測体制等に関する 検討会資料

資料1： 議論のポイント

資料2： 御嶽山の 9 月 27 日噴火の概要と気象庁の対応

資料3： 水蒸気噴火と前兆現象

資料4： 御嶽山で今後予想される活動の推移と観測体制

資料5： 常時観測火山について

参考資料1： 中長期的な噴火の可能性の評価について - 監視・観測体制の充実等の必要な火山の選定 - (平成 21 年 6 月 火山活動評価検討会)

参考資料2： 火山観測体制等に関する検討会報告 (平成 22 年 2 月 21 日 火山観測体制等に関する検討会)

平成26年9月27日の御嶽山噴火を踏まえた 今後の観測体制のあり方

議論のポイント

- 水蒸気噴火の前兆をどう評価したらよいか
- 観測点の配置、観測種目で改善すべき点はないか
- 御嶽山の今後の活動の推移を把握するためには何が
必要か
- 常時監視を行う火山の見直しが必要ではないか

御嶽山の9月27日噴火の概要 と気象庁の対応

2014年9月27日御嶽山噴火に係る発表情報等一覧

2014年9月11日～9月27日17時

年	月	日	時	分	情報種類	情報内容等
2014	9	11	10	20	火山の状況に関する解説情報	第1号。10日昼頃から地震増加。10日は51回で、50回超えたのは2007年1月25日以来。振幅小。微動なし。噴煙不明。地殻変動変化なし。
					週間火山概況	地震増加。
					火山の状況に関する解説情報	第2号。地震増加続報。11日は85回で、80回超えたのは2007年1月17日以来。振幅小。微動なし。噴煙及び地殻変動変化なし。
					火山の状況に関する解説情報	第3号。地震増加続報。地震回数が10日、11日は多い状態、12日以降はやや多い状態。振幅小。微動なし。噴煙及び地殻変動変化なし。
					週間火山概況	地震増加続報。
					週間火山概況	地震増加続報。
					噴火	
					噴火に関する火山観測報	噴火。
					航空路火山灰情報	発表番号2014/1。
					噴火警報	火口周辺警報(噴火警戒レベル3、入山規制)。
					降灰予報	岐阜県、長野県、山梨県。
					航空路火山灰情報	発表番号2014/2。
					航空路火山灰情報	発表番号2014/3。
					報道発表	噴火について。会見。
					航空路火山灰情報	発表番号2014/4。
					噴火に関する火山観測報	噴火継続。
					降灰予報	岐阜県、長野県、山梨県。
火山の状況に関する解説情報	第4号。11時53分頃噴火。噴煙高度不明。3kmを超えて噴煙が流れ下るのを確認。11時41分頃から連続した微動発生。現在も噴火継続と推測。火山性地震の多い状態が続いている(～15時)。					
火山の状況に関する解説情報	第5号。噴火後の状況。現在も噴火継続と推測。火山性地震の多い状態が続いている(～16時)。					

御嶽山の火山活動に関する火山噴火予知連絡会拡大幹事会見解

御嶽山では、9月27日11時52分頃に火砕流を伴う噴火が発生しました。その後も火山活動が高まった状態となっており、今後も噴火が発生する可能性があります。

御嶽山では、9月27日11時52分頃に噴火が発生しました。今回の噴火の規模は1979年の噴火と同程度と考えられます。火砕流が南西方向に3キロメートル以上流下し、気象レーダーの観測によると噴煙は東に流れ、その高度は火口上約7,000メートルと推定されます。その後の上空からの調査によると、噴火は剣ヶ峰山頂の南西側で北西から南東にのびる火口列から発生したとみられ、大きな噴石が火口列から1キロメートルの範囲に飛散しているのが確認されました。火砕流は発生しましたが、地獄谷付近で樹木等が焦げたような痕跡は認められませんでした。また、噴出した火山灰には新鮮なマグマに由来する物質は確認されておらず、今回の噴火は水蒸気噴火であったと考えられます。御嶽山で噴火が発生したのは2007年以来です。

この噴火の11分前から発生し始めた火山性微動は、噴火発生以降、振幅の大きい状態が約30分間続きました。また、傾斜計により、噴火の7分前から山側が隆起、噴火後からは山側が沈降するような変化が観測されました。

御嶽山では、1979年に有史後初めての噴火が発生し、1991年、2007年にもごく小規模な噴火が発生しました。それ以降、火山活動は概ね静穏に経過してきましたが、今年9月10日から11日にかけて剣ヶ峰山頂付近を震源とする火山性地震が一時的に増加し、14日以降は低周波地震が時折発生しました。火山性地震は次第に減少していました。地殻変動や山頂部の噴気活動には、特段の変化はみられていませんでした。今回の噴火前の変化は、ごく小規模な噴火が発生した2007年の状況に比べても小さいものでした。

9月27日の噴火以降、山頂火口からの噴煙活動が活発な状態で、火山性微動が振幅は小さくなりつつも9月28日15時時点で継続しており、また、火山性地震が多い状態となっているなど、御嶽山の火山活動は高まった状態で推移しています。このことから、今後も同程度の噴火が発生し、火砕流を伴う可能性があります。

一方、GNSSによる地殻変動観測では特段の変化は観測されておらず、現時点で大規模な噴火につながる兆候は認められません。

噴火に伴う弾道を描いて飛散する大きな噴石や火砕流に警戒してください。風下側では降灰及び風の影響を受ける小さな噴石に注意してください。爆発的噴火に伴う大きな空振に注意してください。また、降雨時には土石流の可能性がありますので注意してください。

【本件に関する問合せ先】気象庁地震火山部火山課
電話：03-3284-1749

第130回火山噴火予知連絡会 御嶽山の火山活動に関する検討結果

御嶽山の火山活動には低下傾向がみられるものの、今後噴気活動や地震活動等が活発化する場合には、火口周辺に大きな噴石を飛散させ、火砕流を伴うような噴火が発生する可能性があります。

御嶽山では、9月27日に水蒸気噴火が発生しました。噴火は剣ヶ峰山頂の南西側に新たに形成された北西から南東に伸びる火口列で発生し、大きな噴石が火口列から約1キロメートルの範囲に飛散しました。また、火砕流が発生し、火口列から、南西方向に約2.5キロメートル及び北西方向に約1.5キロメートル流下しました。火砕流は発生しましたが、地獄谷付近では樹木が焦げたような痕跡は認められませんでした。

9月27日以降、活発な噴煙活動と連続的な火山灰の放出が続きましたが、10月11日以降は火山灰を含む有色の噴煙は観測されず、噴煙活動も徐々に低下してきています。

二酸化硫黄の放出量は、噴火発生直後から10月3日までは1日あたりおよそ500トンから1500トンと多い状態で推移しましたが、その後は1日あたりおよそ100トンから500トンとやや少ない状態となっています。

火山性微動は振幅の増減を繰り返していましたが、10月7日以降は検知できない程度の大きさになっています。火山性地震は噴火発生直後には多発しましたが、その後は次第に減少してきています。

御嶽山東麓の水準測量では、2006年から2013年にかけて隆起が観測されていましたが、噴火後の測量で沈降が観測されました。なお、傾斜計でも、噴火直前に山側上がりの変化がみられ、噴火とともに山側下がりとなりました。

以上のことから、火山活動には低下傾向がみられるものの、火口列からの噴煙活動や地震活動が続いており、今後も小規模な噴火が発生する可能性があります。

また、噴気活動や地震活動等が活発化する場合には、火口周辺に大きな噴石を飛散させ、火砕流を伴うような噴火となる可能性があります。積雪期に火砕流が発生したり、熱水が流出したりした場合には、火山泥流が発生する可能性があります。

今後も噴気活動や地震活動、地殻変動等のデータを注意深く見守る必要があります。

引き続き、噴火に伴う弾道を描いて飛散する大きな噴石や火砕流に警戒してください。風下側では降灰及び風の影響を受ける小さな噴石に注意してください。爆発的噴火に伴う大きな空振に注意してください。また、降雨時には土石流の可能性がありますので注意してください。

【本件に関する問合せ先】気象庁地震火山部火山課
電話 03-3284-1749



第 2 図 御嶽山 噴煙の状況
(中部地方整備局の滝越カメラによる。2014 年 9 月 27 日 11 時 56 分)
・山の南西方向に火砕流が 3 km 程度流下した。



第 3 図 御嶽山 噴火発生前後の状況 (2014 年 9 月 27 日 11 時 50 分と 12 時 40 分の比較)
(中部地方整備局設置の滝越カメラによる)
・山の南西側斜面を火砕流が 3 km を超えて流下した。右図四角枠内に火砕流が堆積している。

3. 投出岩塊(噴石)の分布状況

投出岩塊の分布状況を今回撮影した写真から大まかに推定し、A~Cの3ゾーンに区分した(図3)。基本的には火口からの距離によって分布密度が低下する。火口に近いAゾーンでは、極めて高い密度で投出岩塊が分布している(~10個以上/4mx4m)。写真で識別できない小さいものを含めると、この領域ではきわめて大量の放出岩塊が降下したことが推定される。Cゾーンより外側には写真で識別できるようなサイズのもの存在しない。

インパクトクレーターの大きさは直径10cm~1m程度である。このようなインパクトクレーターをつくっている投出岩塊の大きさはクレーター外に転がり出た岩塊等も参考にすると拳大から人頭大と思われる(最高で50~60cm?)。

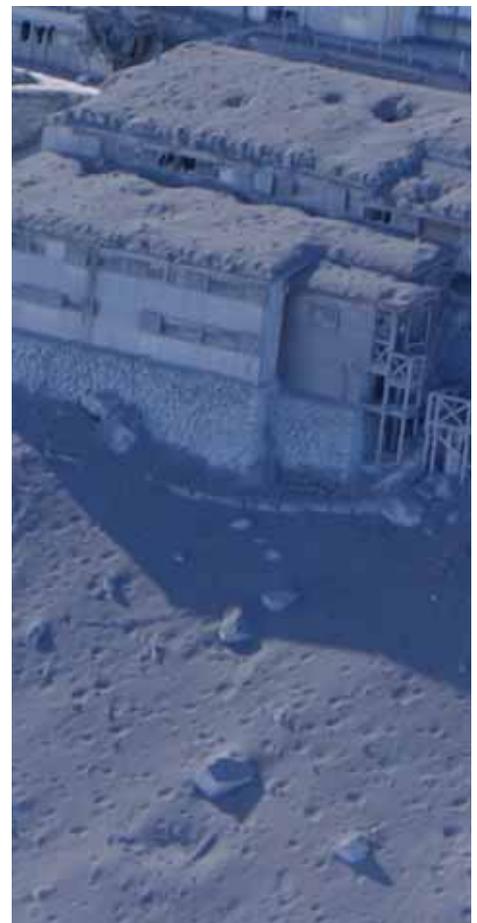
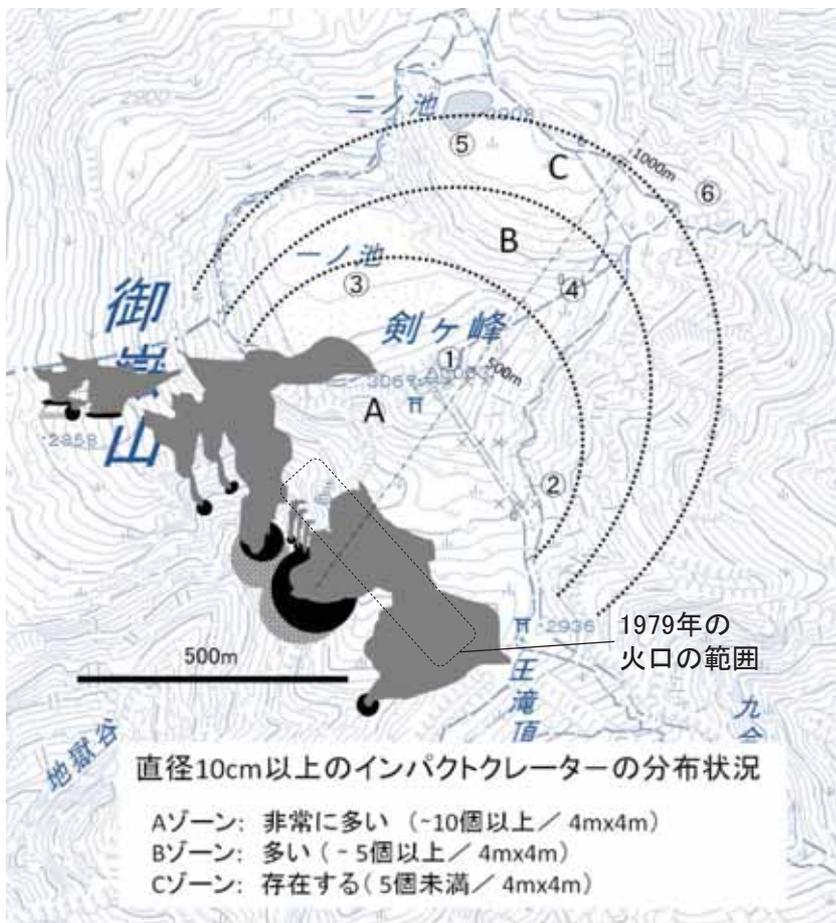


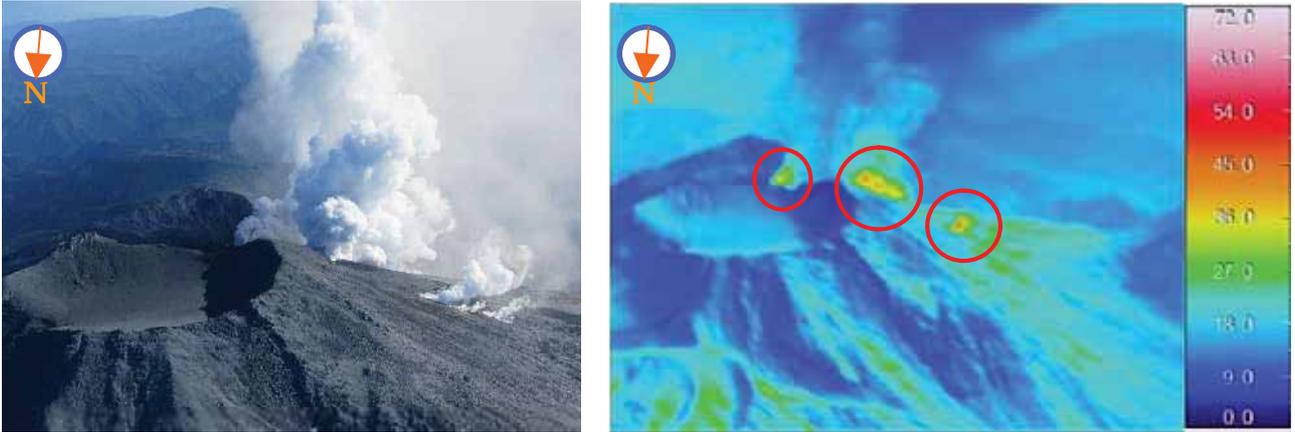
写真7. ① Aゾーン/御嶽山頂山荘.

図3 投出岩塊の分布状況. 番号は写真の場所を示す. ×は確認された被災者の位置. ※ 十分な写真データがなく誤差は大きい. この図の作成には地理院地図(電子国土Web)を使用した.

最大到達距離を1000m(図3)として、空気抵抗なし、打出し各45度として弾道計算をすると、初速度は約100m/S程度と見積もられる。



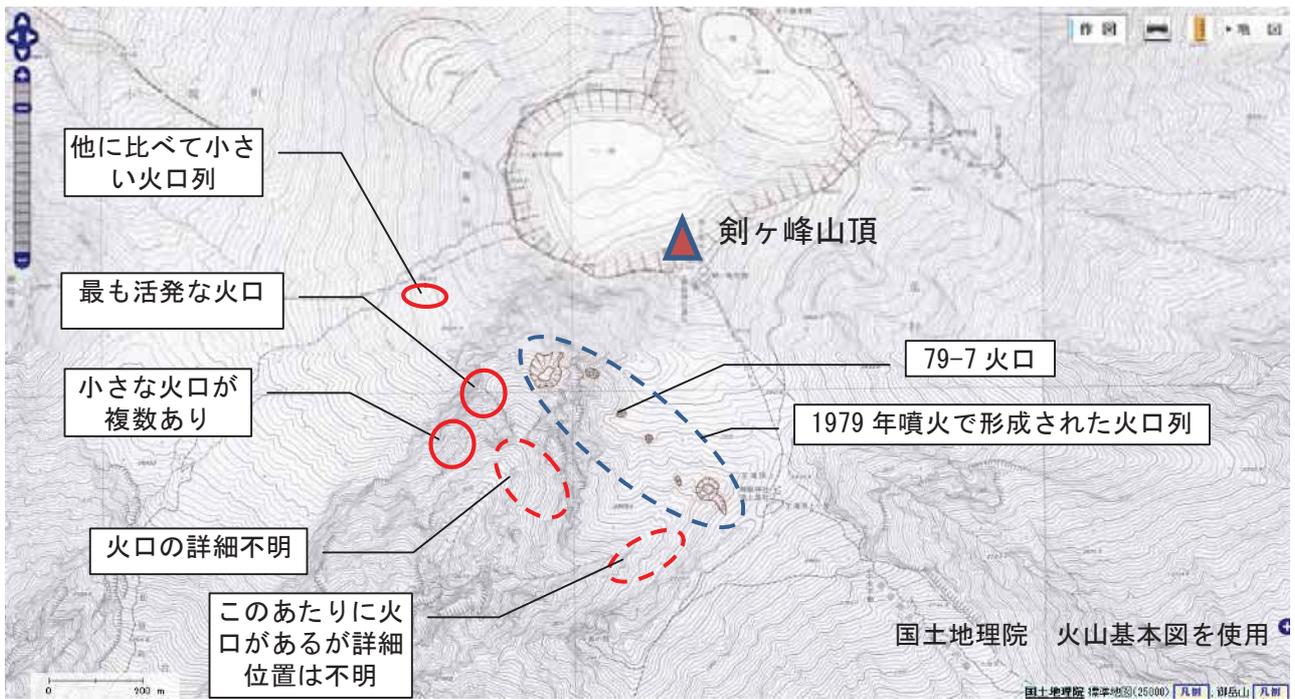
第1図 御嶽山 火口の位置と火砕流の先端が到達したと思われるおおよその位置
(2014年9月28日 陸上自衛隊の協力による上空からの観測により気象庁で解析)
・火口列から南西側約2.5 km、北西側約1.5 kmまで流下したとみられる。



第 9 図 御嶽山 赤外熱映像装置による山頂付近の観測

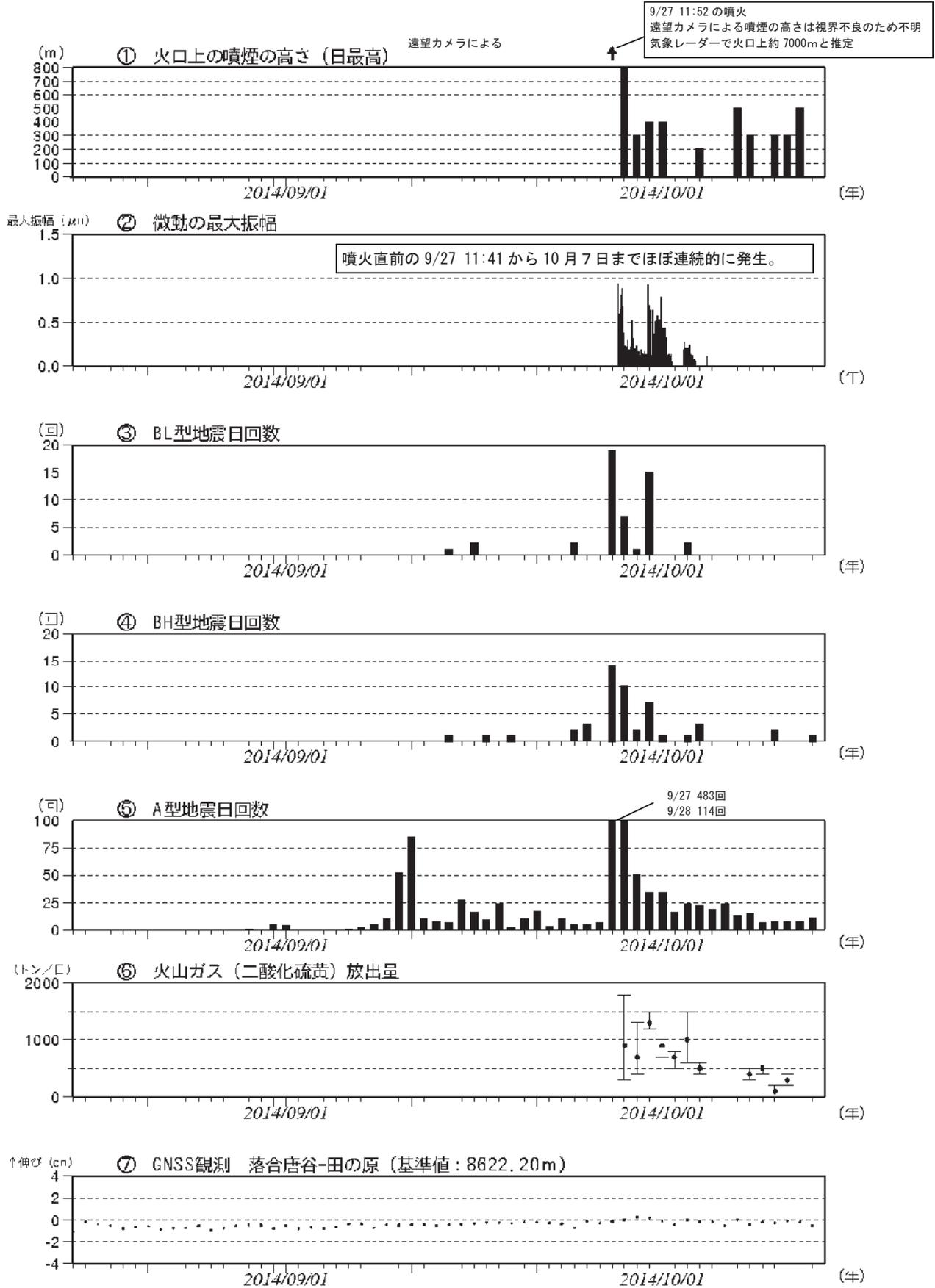
(2014 年 9 月 28 日 15 時 30 分、陸上自衛隊の協力により山頂北側の上空海拔約 3,600m から撮影)

- ・ 剣ヶ峰の南西側で、活発な噴煙が上がっている主に 3ヶ所 (右図円内) の高温域を観測した。
- ・ 噴火口周辺を除いては、日射の影響があるものの地熱域は特に認められなかった。

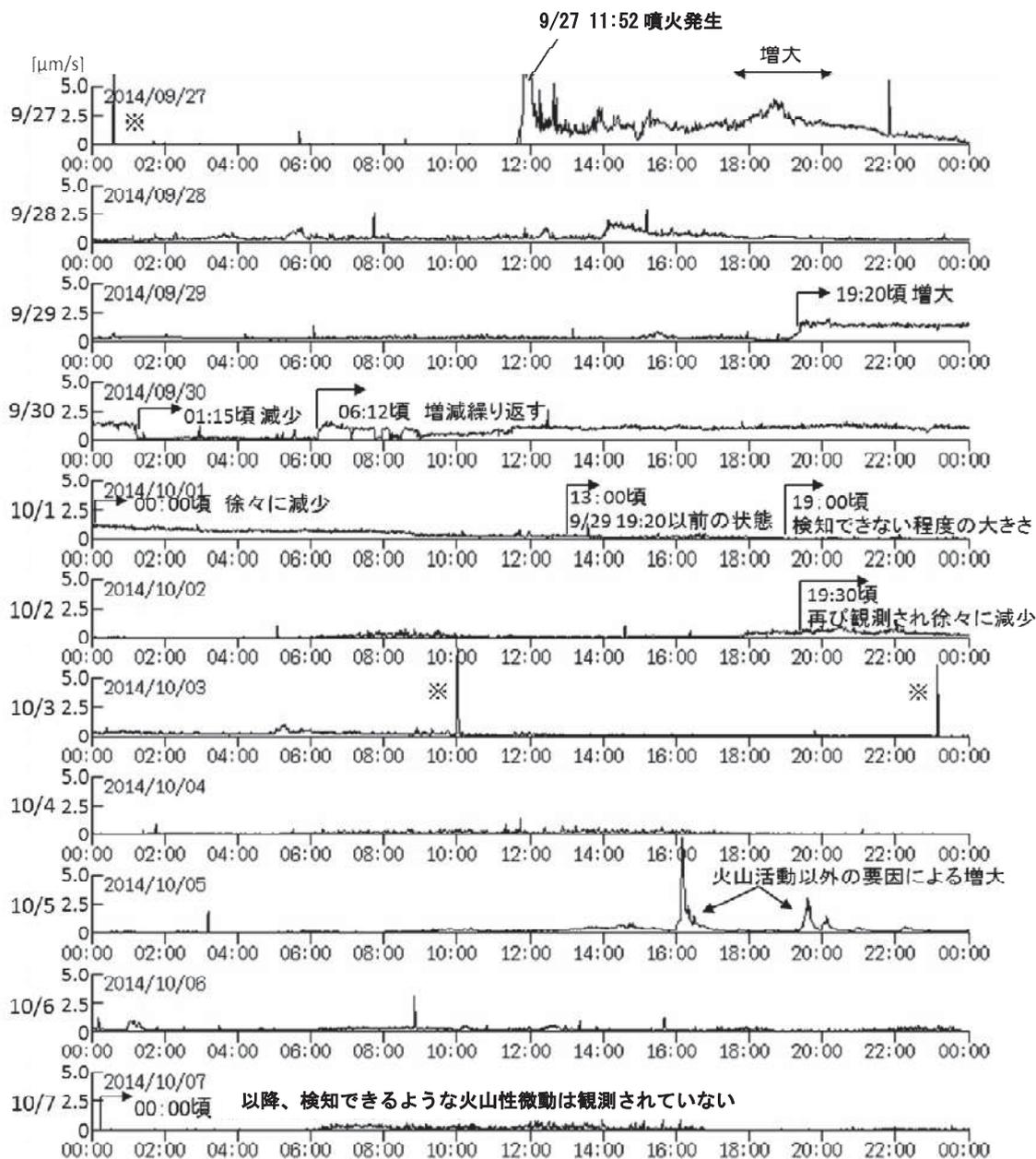


第 10 図 御嶽山 火口位置

- ・ 剣ヶ峰山頂の南西側に北西から南東に伸びる火口列が形成されていた。



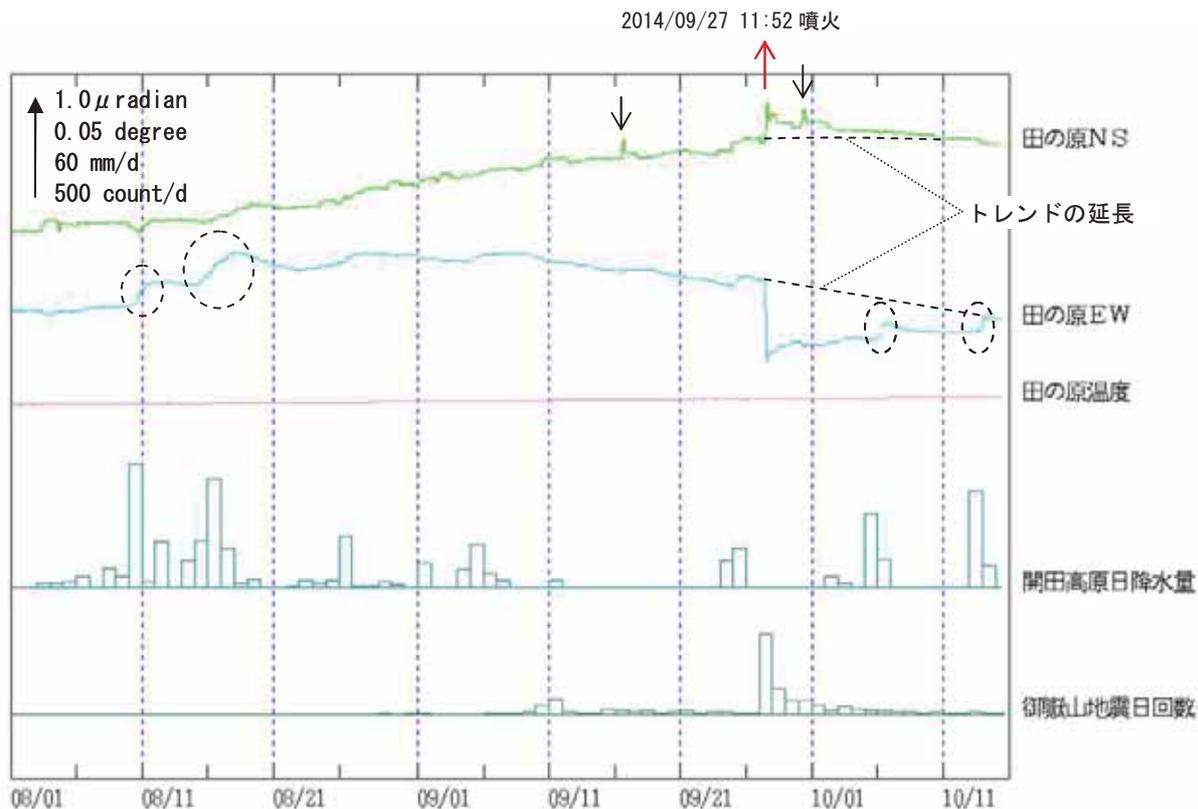
第 20 図 御嶽山 日別地震回数 (2014 年 8 月 15 日～10 月 13 日 (速報値含む))



第 21 図 御嶽山 田の原上観測点（剣ヶ峰の南東約 2 km）の
上下動地震波形の 1 分間振幅平均値の推移
(2014 年 9 月 27 日 00 時～10 月 7 日 24 時 00 分)

- ・ 噴火発生の 11 分前の 9 月 27 日 11 時 41 分頃から火山性微動が発生し、振幅の増減を繰り返しながら続いた。10 月 1 日 19 時頃からは検知できない程度の大きさになったが、10 月 2 日 19 時 30 分頃から再び観測され始めた。その後振幅は小さいながらも継続していた。10 月 7 日以降は、検知できるような火山性微動は観測されていない。

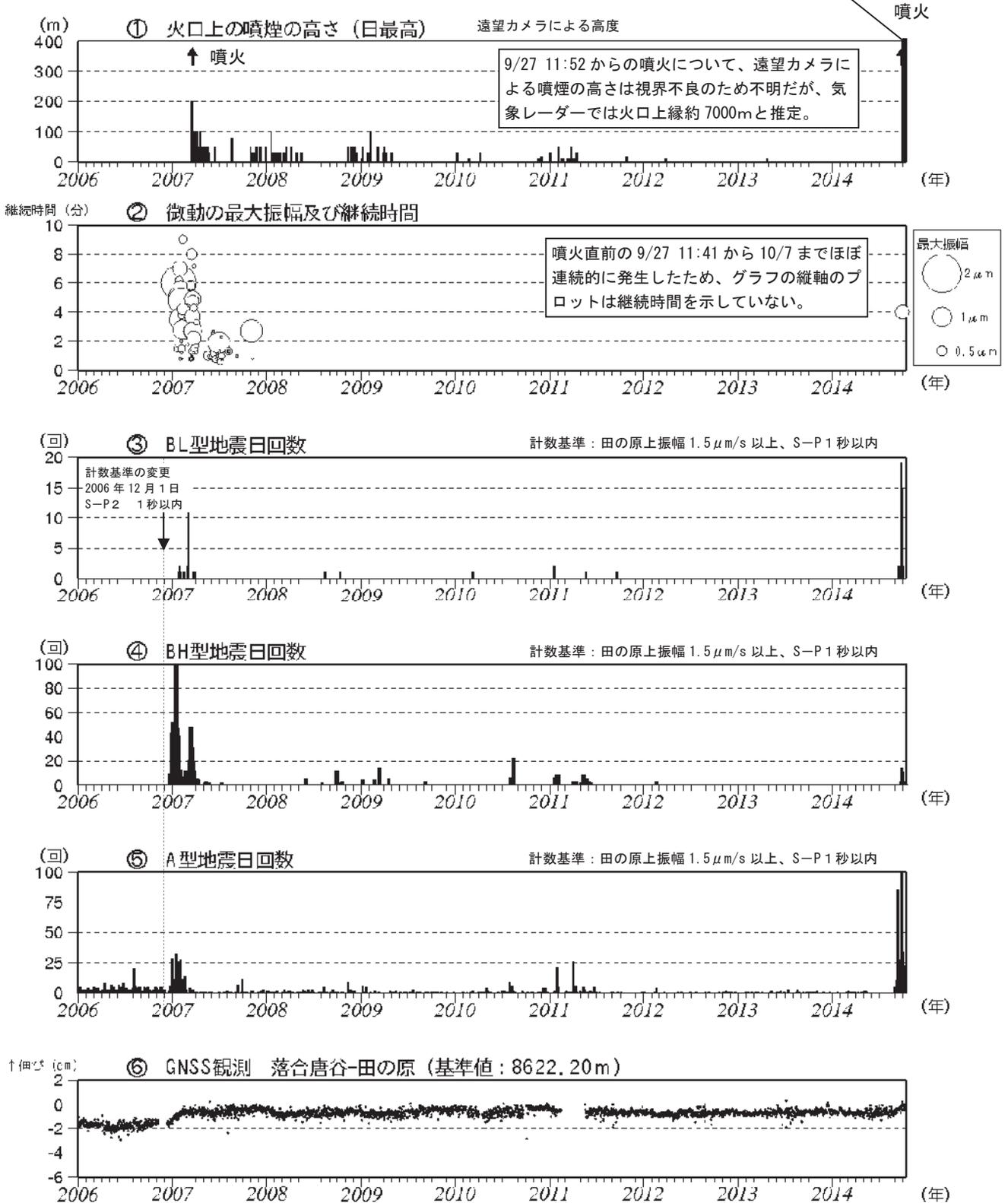
※ 火山活動以外の地震による。



第 27 図 御嶽山 田の原観測点（剣ヶ峰南東約 3 km）の傾斜変動
 （2014 年 8 月 1 日 00 時～10 月 16 日 00 時、時間値、潮汐補正済み）

- ・ 剣ヶ峰山頂の南東 3 km の田の原観測点で、北西上がり（山側上がり）の変化を、その約 7 分後の 11 時 52 分頃に南東上がり（山側下がり）の変化を観測している。その後変位は戻りつつあるが、噴火前の状態までは戻っていない。
- ・ 田の原観測点では、しばしば原因不明のステップがみられる（図中下向き矢印）。
- ・ 主に東西成分に降水によるとみられる変動が現れている（図中点線丸印）。

カメラのよる最高高度
は火口縁上 800m (9/28)



第 33 図 御嶽山 最近の火山活動経過図 (2006 年 1 月 1 日~2014 年 10 月 13 日)

2010 年 10 月以降の GNSS データについては解析方法を改良し、対流圏補正と電離層補正を行っている。なお、解析には、IGS (International GNSS Service: 国際 GNSS 事業) から提供される超速報暦を用いている。

図中⑥は第 36 図の GNSS 基線②に対応し、空白期間は欠測を示す。

- ・ 2007 年 3 月後半の噴火前に山体膨張の地殻変動がみられ、火山性地震が増加し、微動が観測された。
- ・ ②の基線において、2014 年 10 月中旬までのデータの解析により、2014 年 9 月上旬頃以降ごくわずかな変化があることがわかった。このような基線変化は地殻変動の他、気象擾乱等でも生じることがある。

精密水準測量による御嶽山における上下変動(2006年4月-2014年10月)

日本大学文理学部・名古屋大学・京都大学・九州大学・北海道大学・東濃地震研究所

名大・他では1990年代後半から御嶽山東麓における路線で水準測量を実施している。2014年噴火後の10月15日~17日に再測量と路線の拡張をおこなった。既存の全路線の最後の測量は2007年4月であり、2007年4月—2014年10月の上下変動を求めた。上松(BM34)を不動点として、木曾温泉の北西端(BM317)で約14mmの沈降(山頂方向が沈降)が検出された(図1・2)。路線の一部だけの測量(図3)も加え、上下変動の時間的変化を検討すると、2006年以降山頂方向が隆起する変動パターンになっていることが明らかとなった(図4)。また短い区間の測量ではあるが2013年の測量結果から、山頂隆起が2013年まで継続していたことがと示唆された(図5(b))。今回の測量で、BM25を不動点とした場合、2006—2009年に山頂方向が隆起した量に相当する量の山頂方向の沈降が検出された(図4・図5(a))。

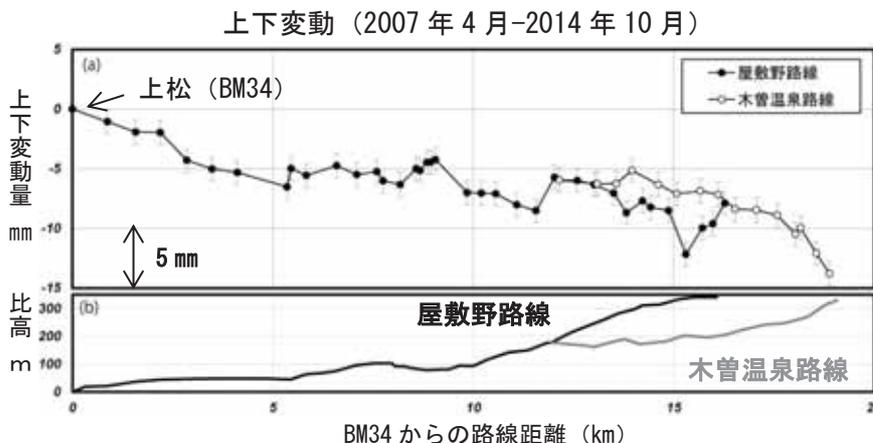


図1. 御嶽山における2007年4月から2014年10月の上下変動(a)と路線の比高(b)。変動はBM34(上松)を不動点とした。路線のほぼ全体でなだらかな沈降を示し、木曾温泉路線の北西端で14mm、屋敷野路線の北西端で8mmに達する。木曾温泉路線北西端までの往復差の積算量は±1.7mmである。

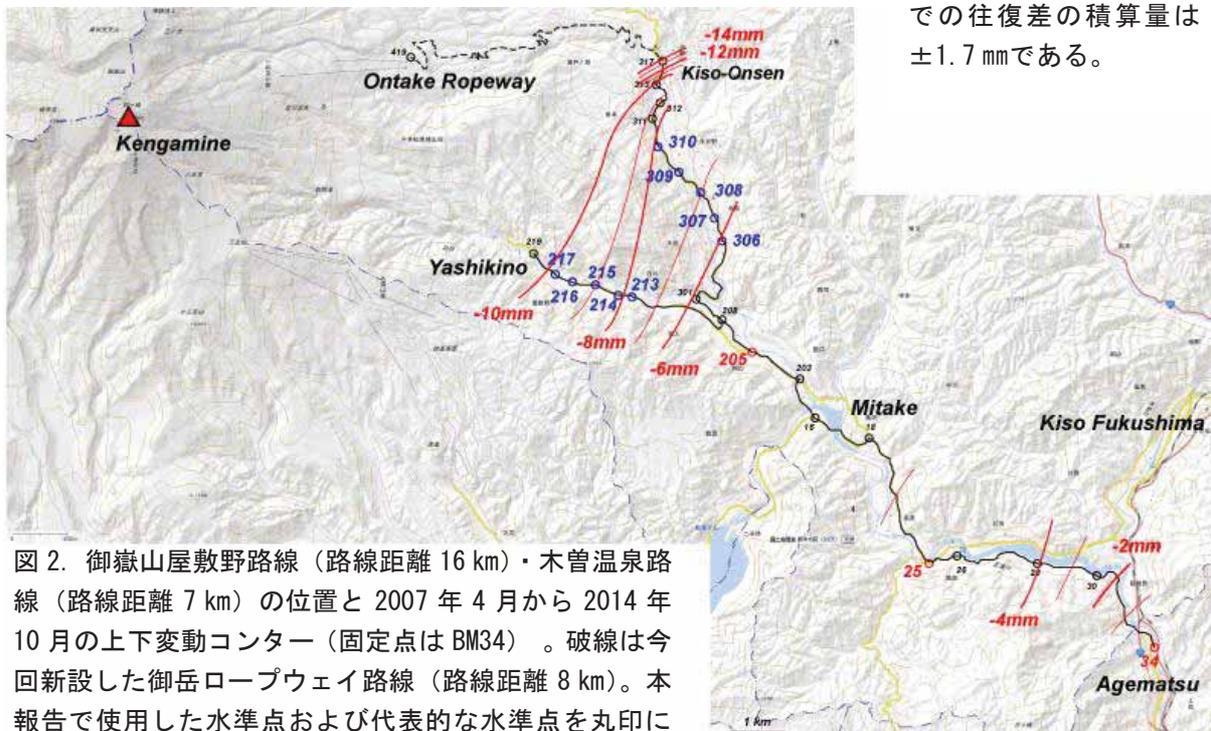


図2. 御嶽山屋敷野路線(路線距離16km)・木曾温泉路線(路線距離7km)の位置と2007年4月から2014年10月の上下変動コンター(固定点はBM34)。破線は今回新設した御岳ロープウェイ路線(路線距離8km)。本報告で使用した水準点および代表的な水準点を丸印にて示す。赤丸は図1~5にて不動点として使用した水準点、青丸は図5で時間変化を示した水準点である。(地図は電子国土ポータルによる)

測量担当者 (2014年10月)

村瀬雅之(日大)、山中佳子、堀川信一郎、松廣健二郎(名大)、大倉敬宏、吉川慎、井上寛之、三島壮智、園田忠臣(京大)、松島健、内田和也(九大)、森濟(北大)、木股文昭、宮島力雄(東濃)

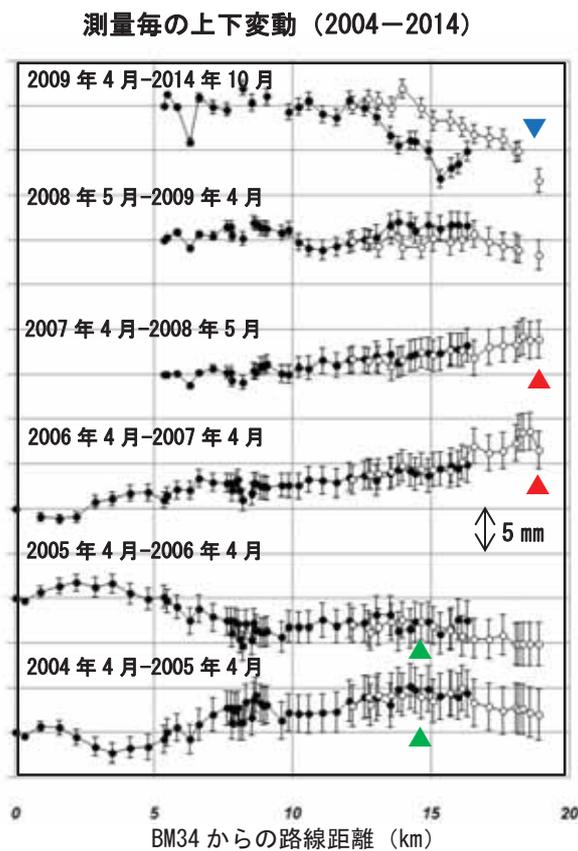


図 3. 2004 年からの測量毎の上下変動。2004 年～2006 年の変動は BM34 を 2006～2014 年の変動は BM25 を不動点とした。2006 年以前は群発地震域を中心とする隆起 (▲) が検出されていたが、2006-2008 年では山頂方向が隆起する傾向 (▲) に変化している。2014 年噴火をはさむ 2009-2014 年は山頂方向が沈降 (▼) した。

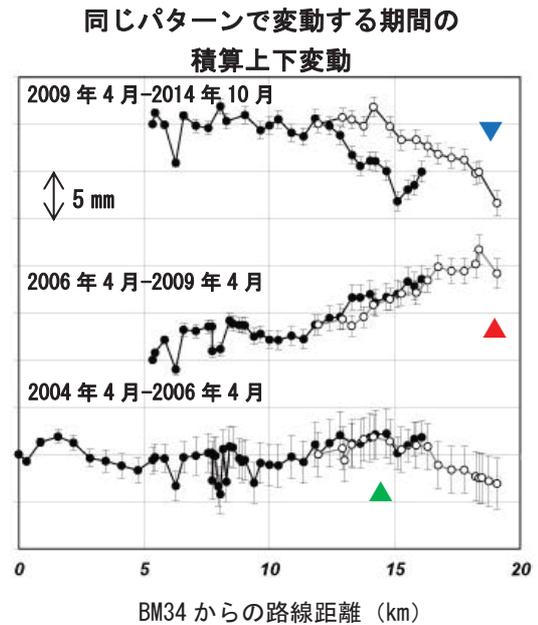


図 4. 同じパターンで変動する期間で積算した上下変動。2004 年～2006 年の変動は BM34 を 2006～2014 年の変動は BM25 を不動点とした。2004-2006 は群発地震域を中心とした約 3 mm の隆起 (▲) が見られ、2006-2009 年は山頂方向が約 1 cm 隆起 (▲)、2009-2014 年は山頂方向が約 1 cm 沈降 (▼) している。

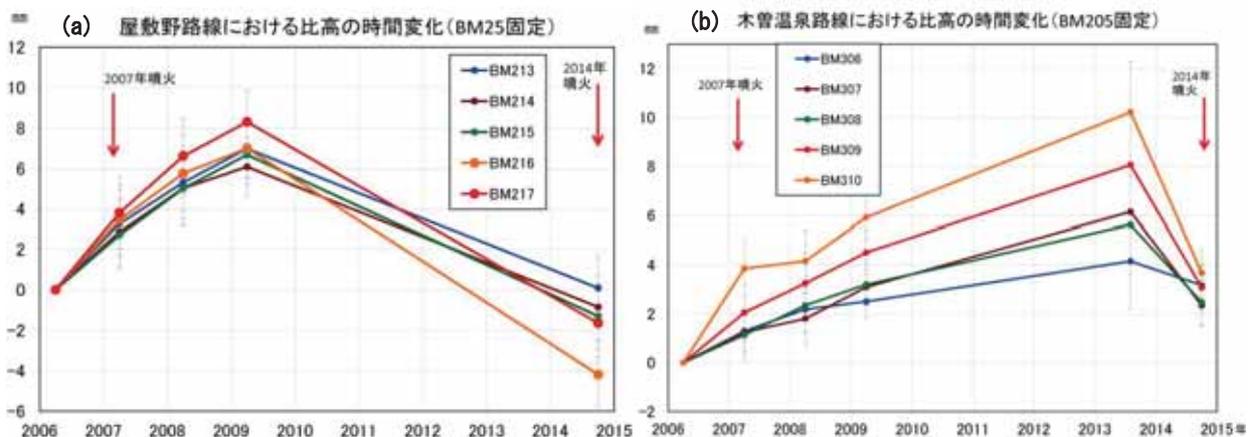
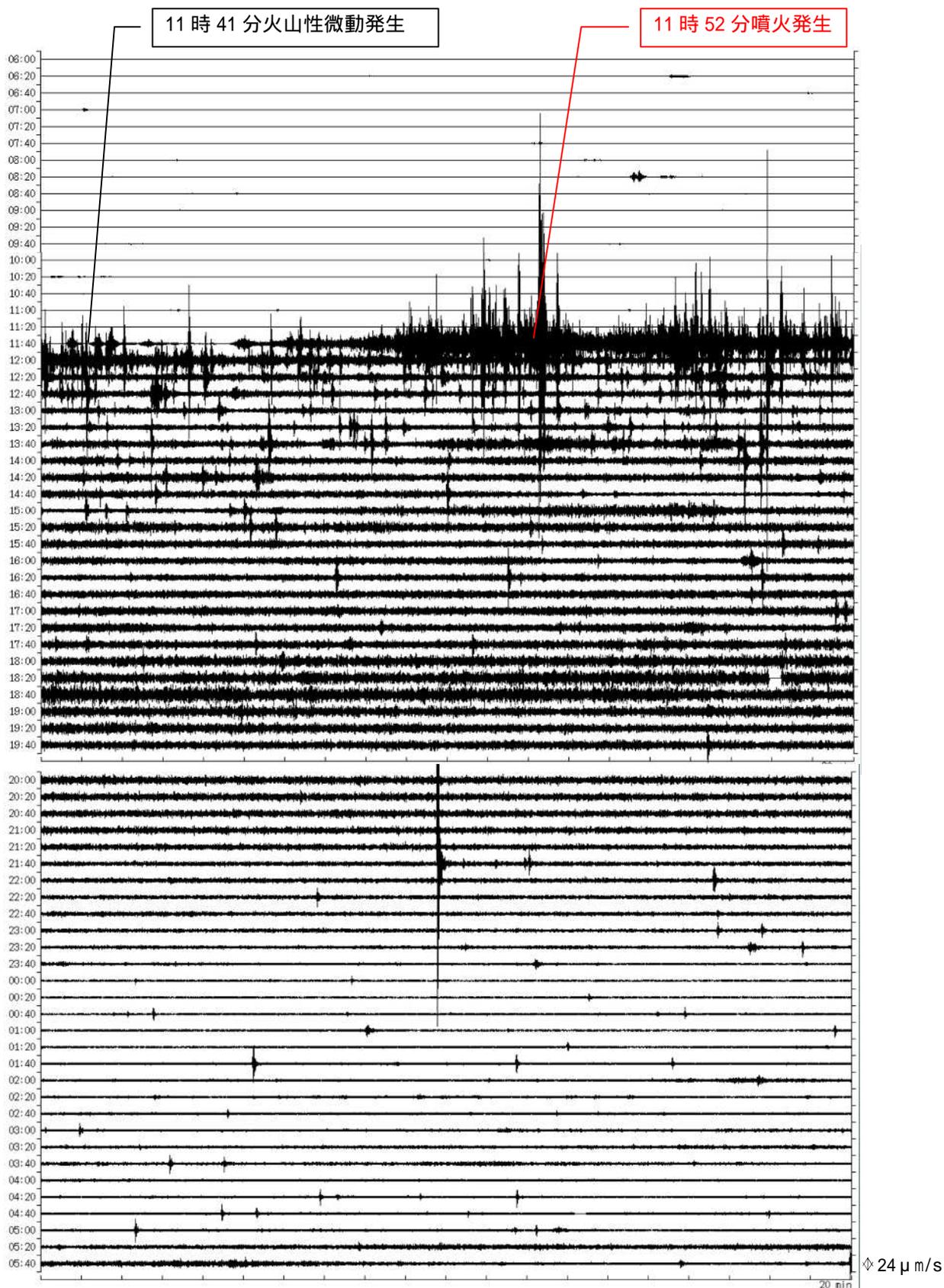


図 5. 屋敷野路線 (a) および木曾温泉路線 (b) における 2006 年以降の時間変化。屋敷野路線の時間変化は BM25 を不動点とした。2006—2009 年に山頂方向が隆起した量に相当する量の山頂方向の沈降が 2009-2014 年に検出された。木曾温泉路線は 2013 年 8 月にも BM205～BM310 の短い区間のみではあるが測量がおこなわれているため、木曾温泉路線は BM205 を不動点とし、2013 年 8 月の変動を加えた図を示す。2006 年から始まった山頂方向の隆起が 2013 年 8 月まで継続していた可能性がある。

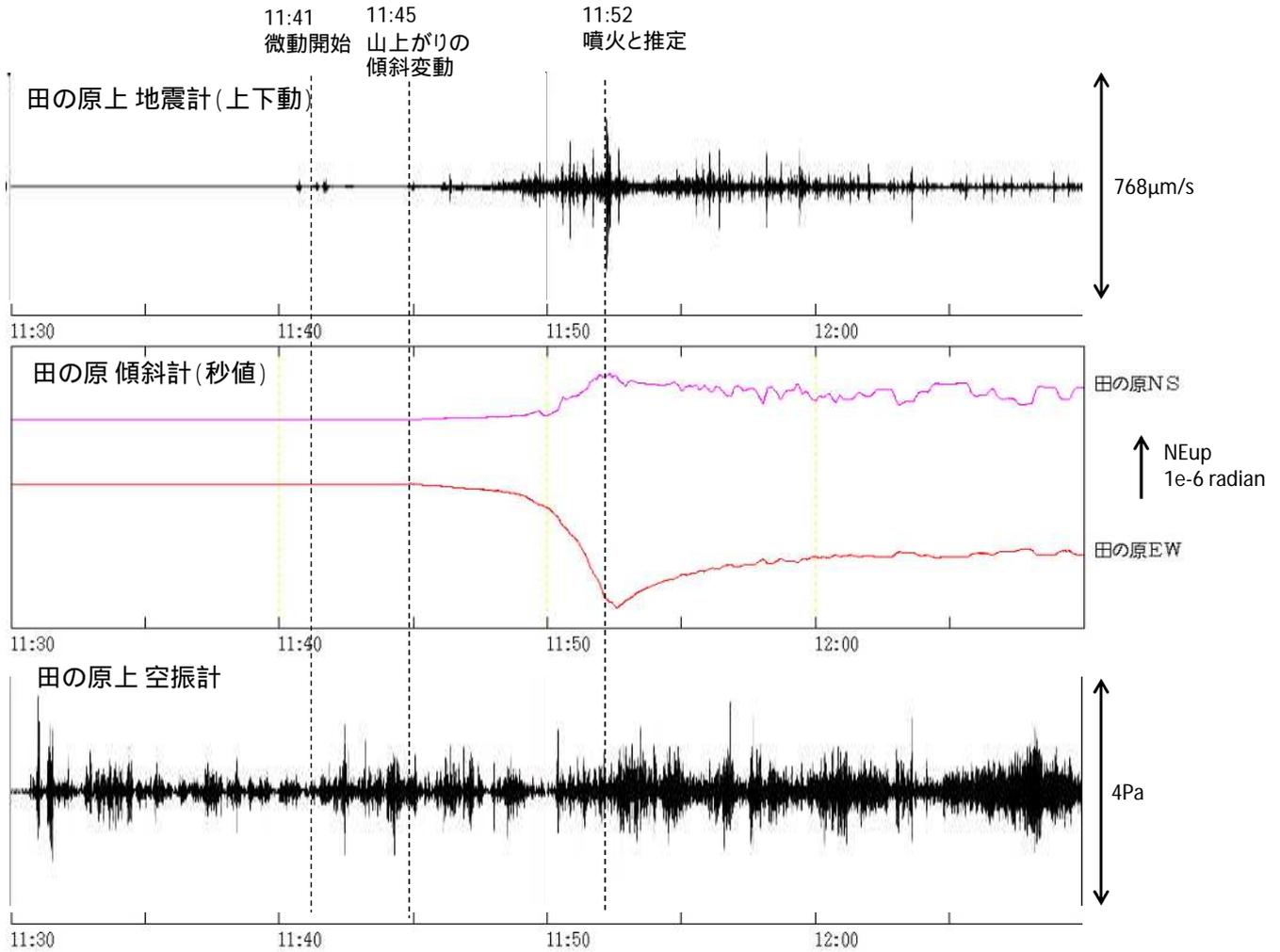


第 1 図 御嶽山 規制範囲図
 ・赤点線が山頂火口から 4 km の範囲



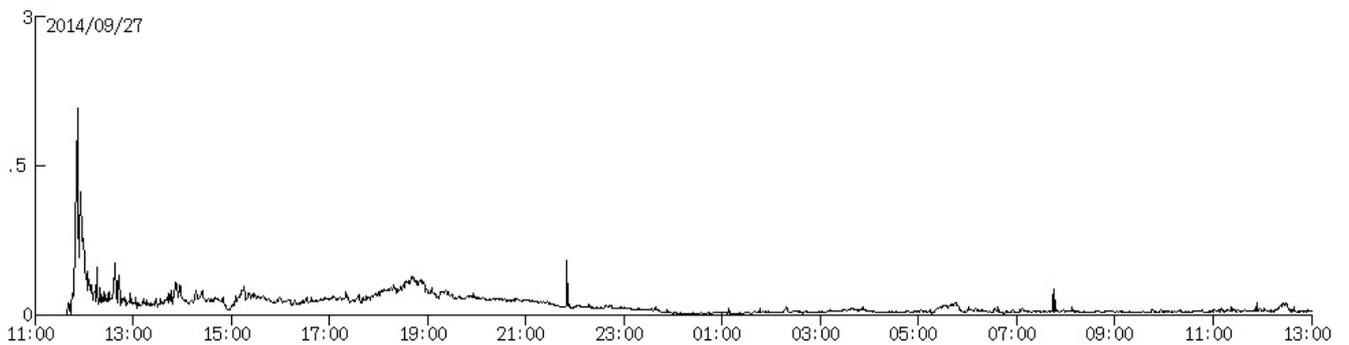
第 5 図 御嶽山 地震及び微動の発生状況
(2014 年 9 月 27 日 06 時 00 分 ~ 9 月 28 日 06 時 00 分)

・火山性微動が 11 時 41 分に発生し、振幅が徐々に小さくなりながら継続している。



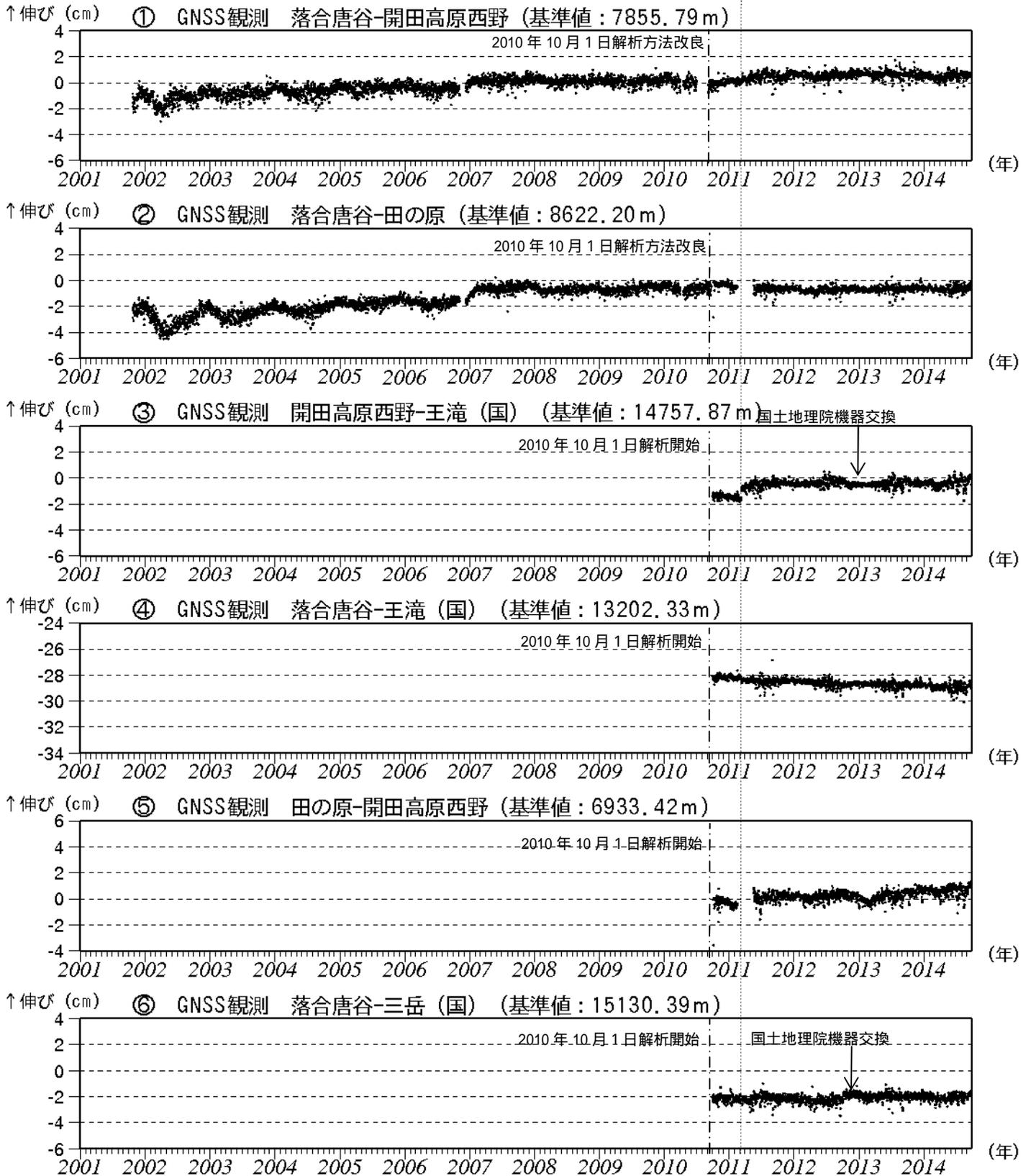
第 6 図 御嶽山 噴火発生時の震動データ及び傾斜データの状況

- ・火山性微動の発生に伴い、山頂の南東 3 km の田の原観測点で北西上がり（山上がり）の変化を、その約 7 分後の 11 時 52 分頃に南東上がり（山下がり）の変化を観測した。なお、南東上がりの変化には火山性微動等による変動も含まれている。



第 7 図 御嶽山 田の原上観測点の地震計上下動の 1 分平均振幅の時系列
（2014 年 9 月 27 日 11 時 00 分～28 日 13 時 00 分）

東北地方太平洋沖地震



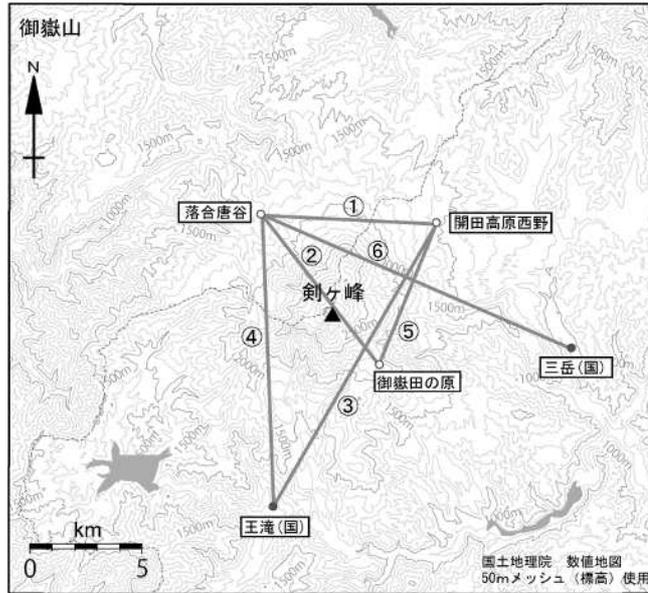
第 13 図 御嶽山 GNSS 連続観測による基線長変化（2001 年 1 月 1 日～2014 年 9 月 27 日）

（国）：国土地理院

2010 年 10 月以降のデータについては解析方法を改良し、対流圏補正と電離層補正を行っている。また、掲載する基線を一部変更した。

図中 ~ は第14図のGNSS基線 ~ に対応し、空白期間は欠測を示す。

・火山活動によるとみられる変動は認められなかった。



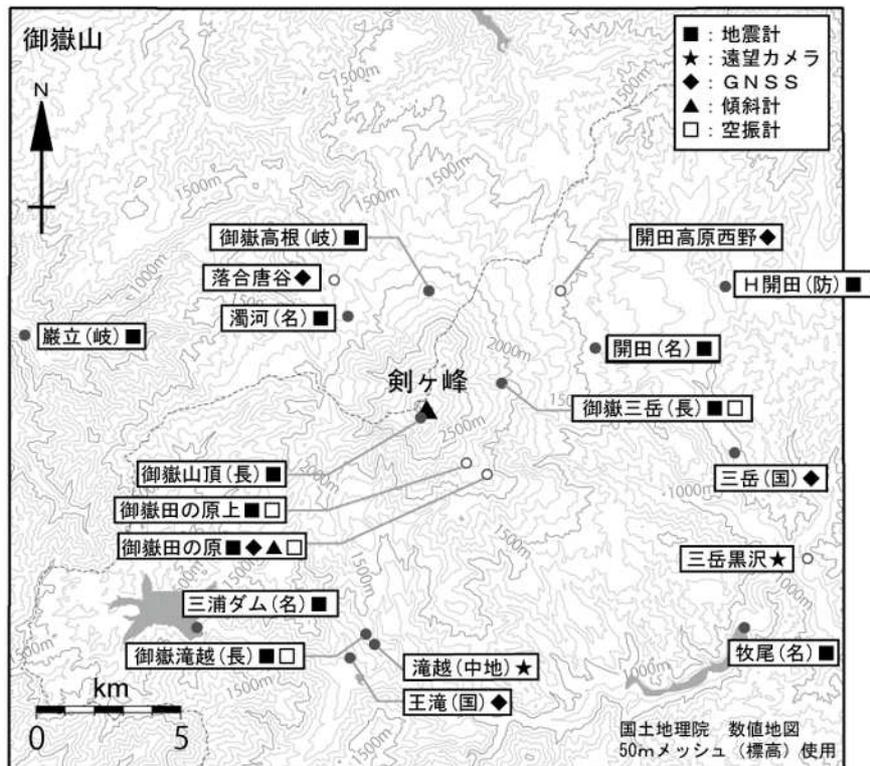
第 14 図 御嶽山 GNSS 連続観測点配置図

小さな白丸 (○) は気象庁、小さな黒丸 (●) は気象庁以外の機関の観測点位置を示す。

(国): 国土地理院

図中の GNSS 基線 ~ は第 13 図の ~ に対応する。

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 25000 (行政界・海岸線)』および『数値地図 50mメッシュ (標高)』を使用した。



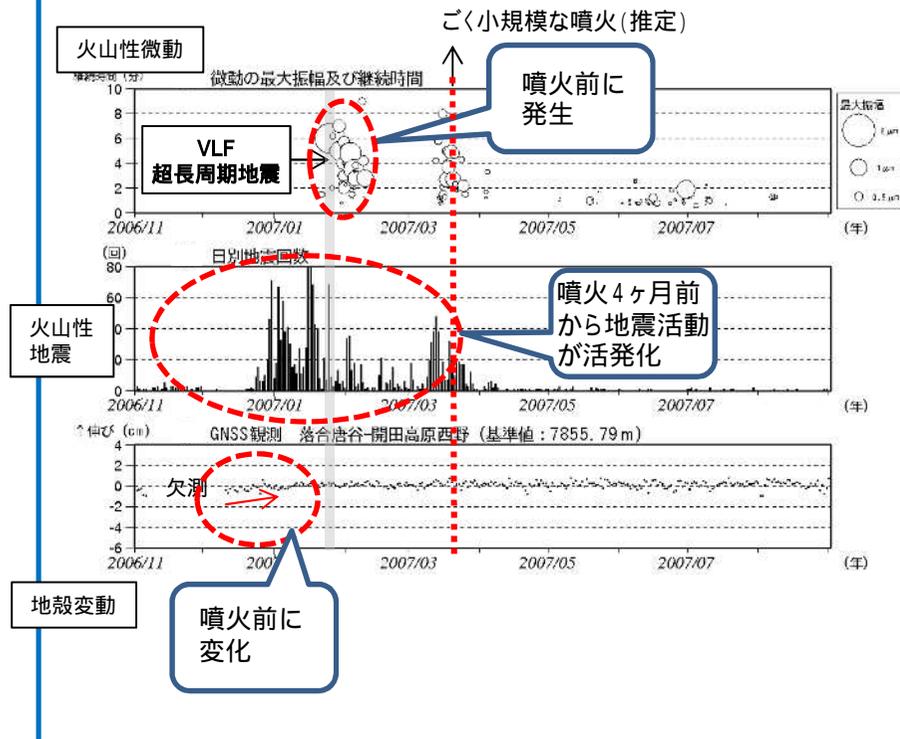
小さな白丸 (○) は気象庁、小さな黒丸 (●) は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。

(国): 国土地理院、(中地): 中部地方整備局、(防): 防災科学技術研究所、(名): 名古屋大学、(長): 長野県、(岐): 岐阜県

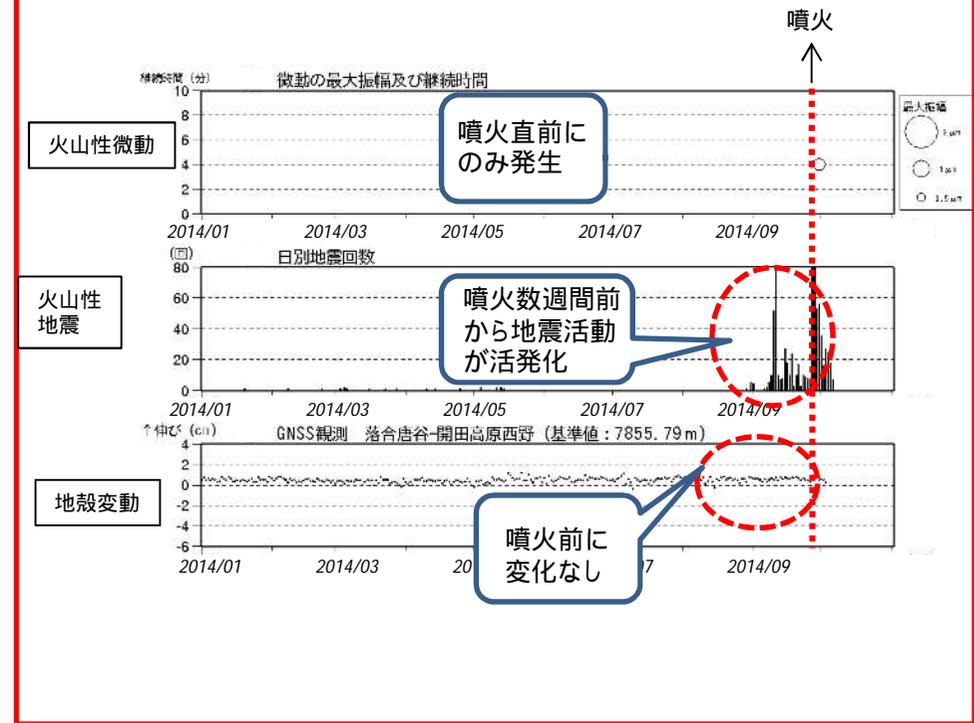
第 15 図 御嶽山 観測点配置図

2007年の噴火時と今回の噴火の相違

2007年の噴火時の各種データ

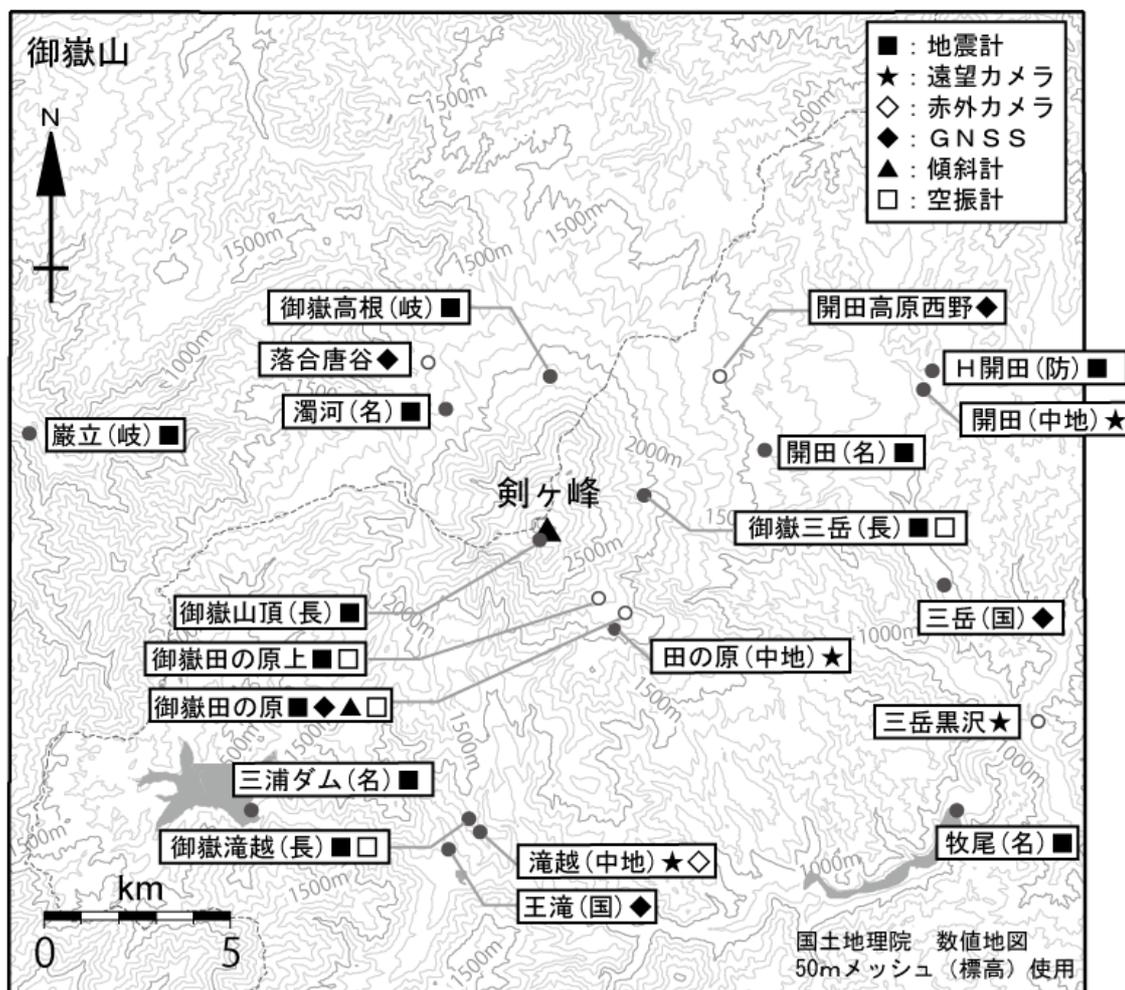


今回の噴火時の各種データ



- ・2007年の噴火の際には約2ヶ月前から火山性微動が断続的に発生。今回は噴火の11分前から微動が発生。
- ・2007年の噴火の際には約3ヶ月前からGNSSによる変化が見られた。
- ・今回の噴火前の地震活動は2007年に比べ小規模であった。

御嶽山の観測点配置図



小さな白丸(○)は気象庁、小さな黒丸(●)は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。
 (国) : 国土地理院、(中地) : 中部地方整備局、(防) : 防災科学技術研究所、(名) : 名古屋大学、
 (長) : 長野県、(岐) : 岐阜県

機関	地震計	カメラ	GPS	傾斜計	空振計
気象庁	2	1	3	1	2
名古屋大学	5	0	0	0	0
国土地理院	0	0	5	0	0
防災科学技術研究所	1	0	0	0	0
長野県	3	0	0	0	1
岐阜県	2	0	0	0	0
中部地方整備局	0	3	0	0	0
計	13	4	8	1	3

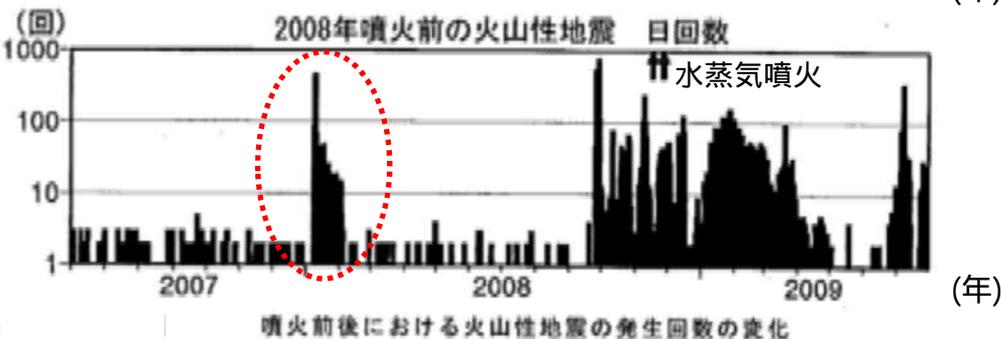
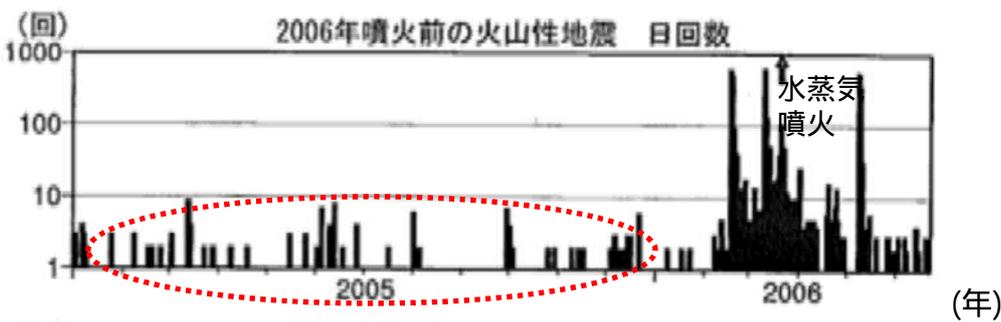
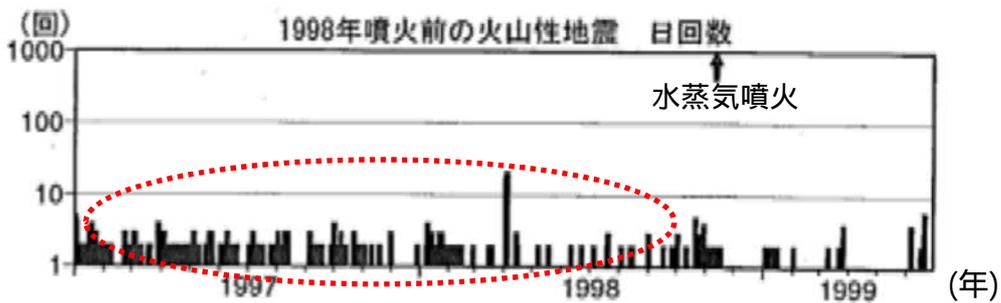
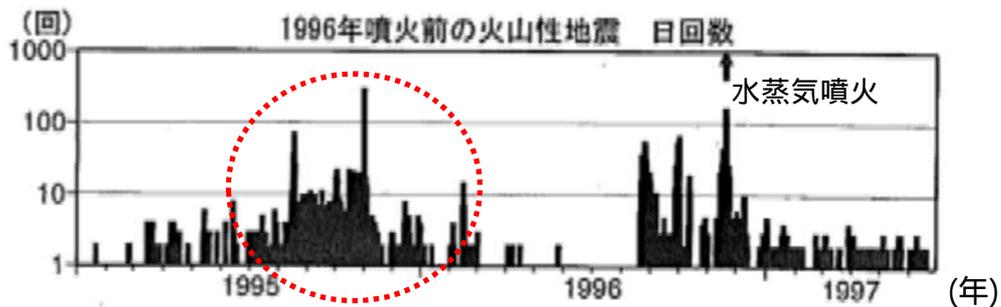
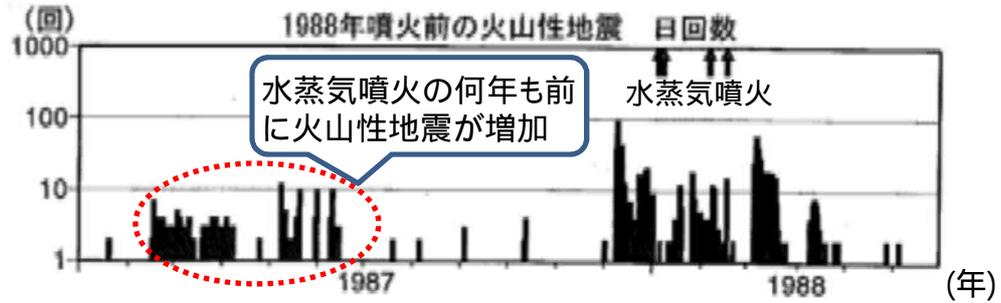
水蒸気噴火と前兆現象

火山性地震が増加し時間が経過してから噴火に至った例

雌阿寒岳の例

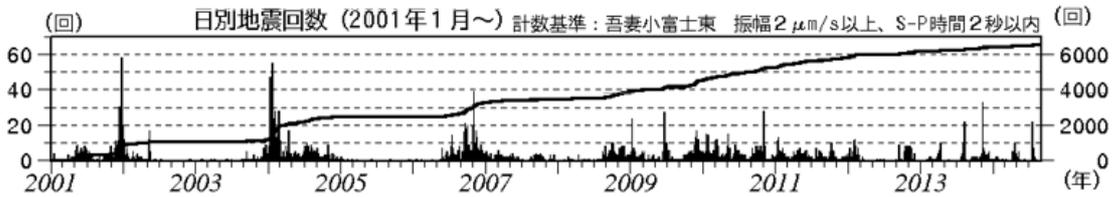
過去の噴火における先駆現象等

近年の水蒸気噴火においては、噴火発生の1～数ヶ月前の地震増加、火山性微動、火口の高温化や浅部の熱消磁がみられたことがある。

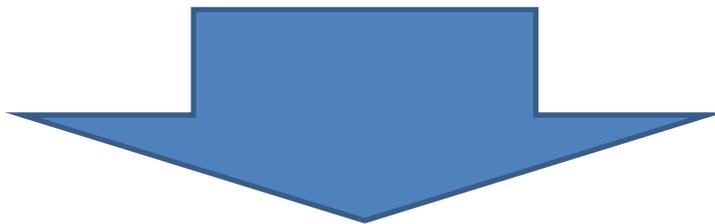
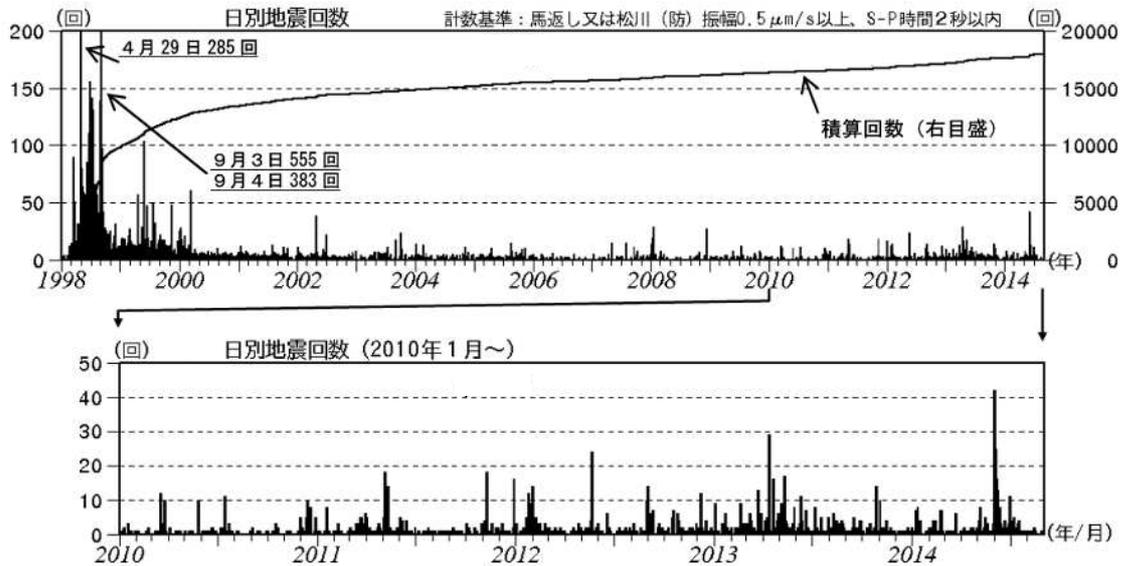


火山性地震が増加したが噴火に至らなかった例

吾妻山



岩手山



吾妻山は60回程度、岩手山は500回以上の火山性地震を観測した日があるが、この期間噴火していない。

水蒸気噴火発生前に捉えられた現象

○水蒸気噴火発生や熱水活動の活発化前に、以下の変化が捉えられたことがある。

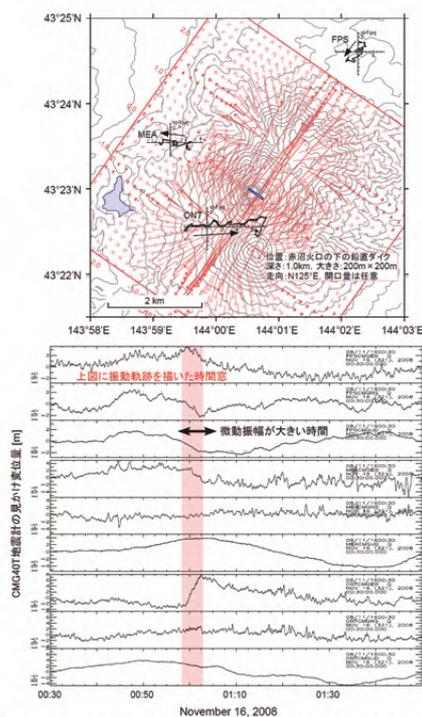
- ・地震活動(雌阿寒岳、吾妻山、口永良部島など)
- ・地殻変動(吾妻山、御嶽山、口永良部島など)
- ・全磁力変化(雌阿寒岳、口永良部島など)
- ・温度上昇(雌阿寒岳など)
- ・火山ガス濃度の上昇(草津白根山、九重山など)

○これらの変化は、火口付近の観測で捉えることが多い

○ただし、これらの変化がみられても(特に地震活動や地殻変動)、噴火した場合もあれば噴火しなかった場合もある

水蒸気噴火発生前に捉えられた現象(雌阿寒岳)

火山性微動、火口の高温化や浅部の熱消磁がみられたこともある



2008年噴火前に広帯域地震計で観測された火山性微動と傾斜変動(北海道大学、2009)

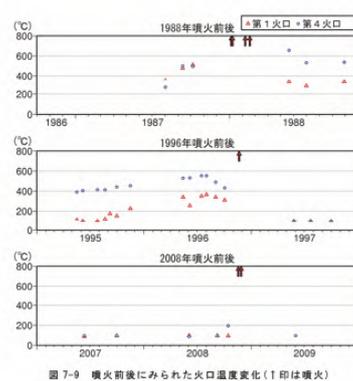


図7-9 噴火前後にみられた火口温度変化(1印は噴火)

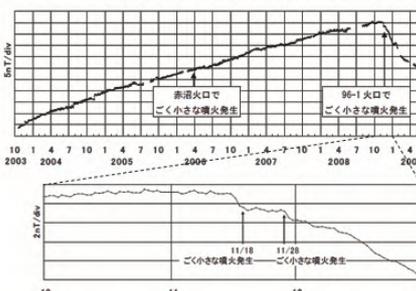
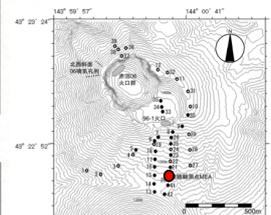
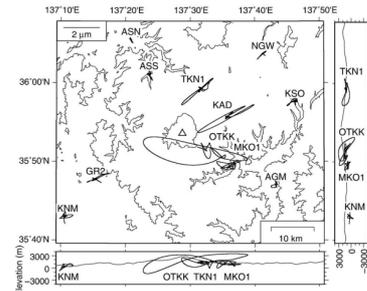
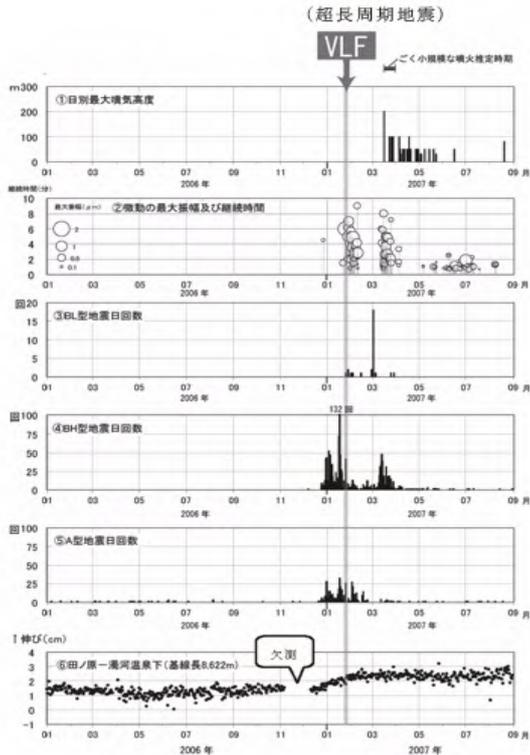


図7-10 2008年噴火直前に噴火前後にみられた火口温度変化(上段)と2008年噴火直前に96-1火口南側で捉えられた全磁力変化(気象庁地磁気観測所、2009に加筆)(下段)

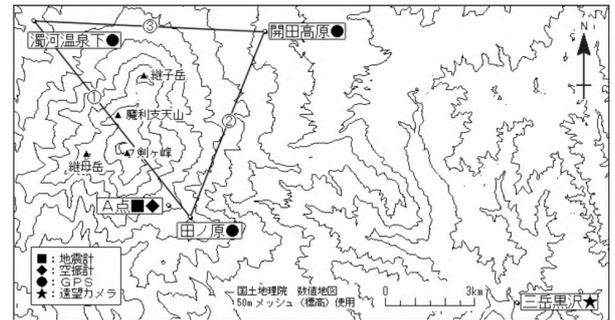


水蒸気噴火発生前に捉えられた現象(御嶽山)

2007年噴火前には地震増加、地殻変動、超長周期地震が観測された



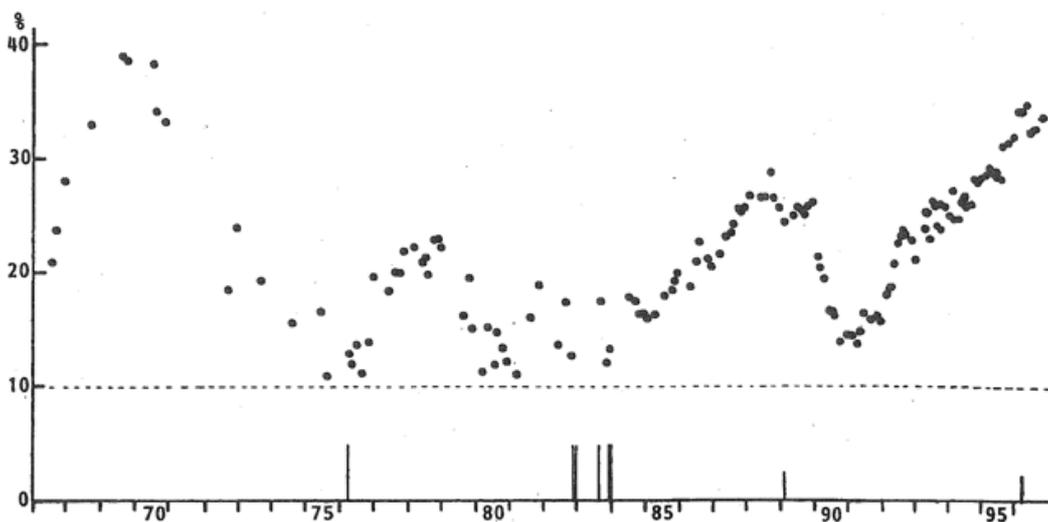
超長周期地震が観測された観測点とその震動軌跡(Nakamichi et al.,2009)



2007年3月のごく小規模噴火前後の活動経過

水蒸気噴火発生前に捉えられた現象(草津白根山)

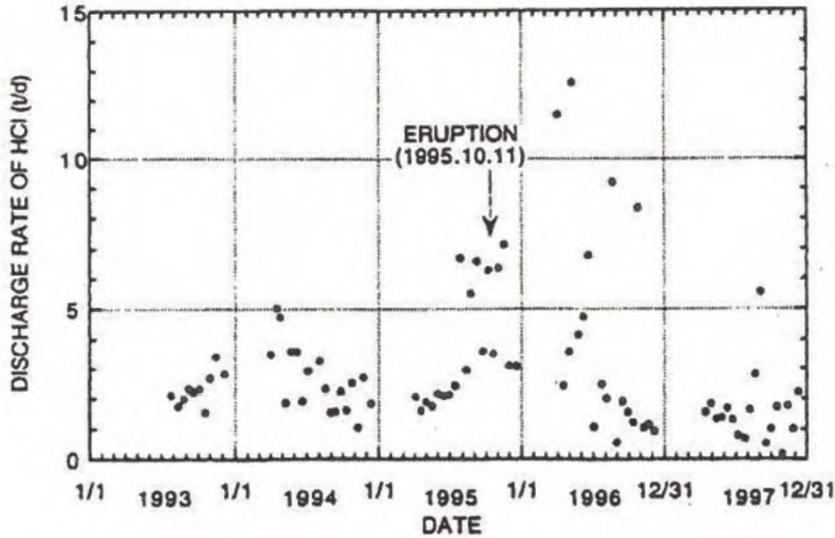
草津白根山では、噴気ガス中のH₂S濃度が減少すると噴火することが経験的に知られている



草津白根山北側噴気ガス中のH₂S濃度変化. 図中の | 印は噴火を示す.(平林, 1997)

水蒸気噴火発生前に捉えられた現象(九重山)

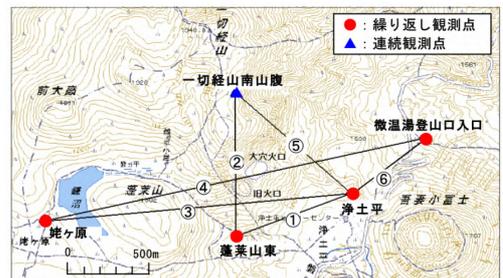
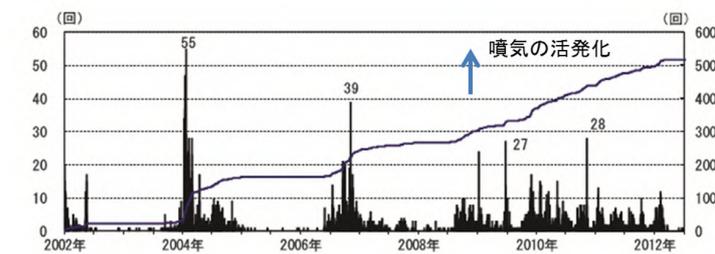
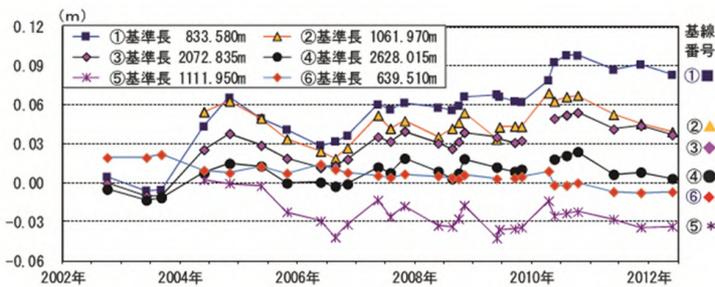
噴火発生前の1995年4月から8月にかけてマグマ性ガスと考えられる塩化水素が増加した



九重硫黄山における塩化水素放出量の変化(糸井ほか、2002)

熱水活動の高まり前に捉えられた現象(吾妻山)

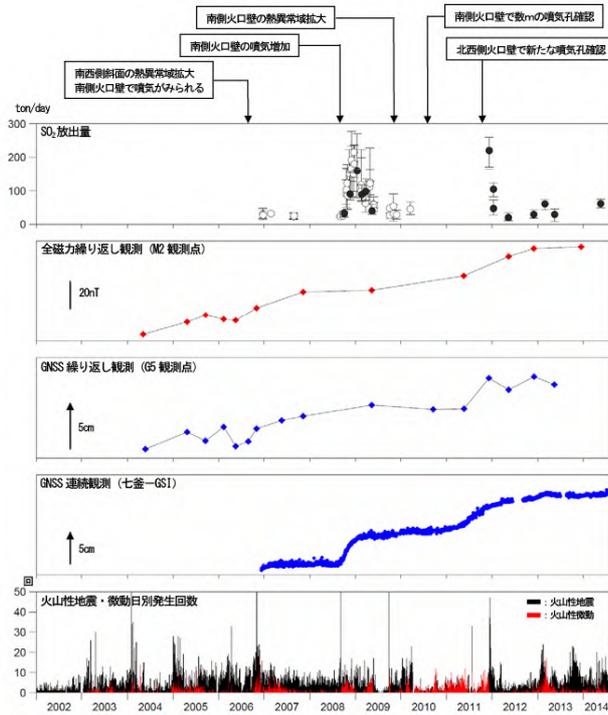
地震の増減と浅部の膨張を繰り返しているなかで、2008年11月噴気の活発化が起きた



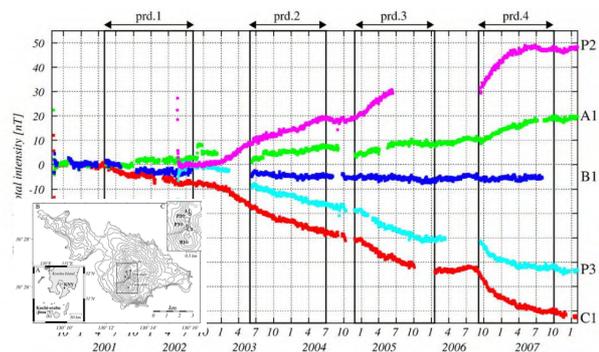
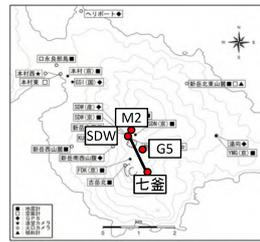
火口付近のGPS繰り返し観測による基線長変化(上段)と日別地震回数(下段)

熱水活動の高まり前に捉えられた現象(口永良部島)

地震の増減と浅部の膨張、熱消磁を繰り返しているなかで、徐々に活動が高まっていった



口永良部島2002年～2014年8月までの活動経過

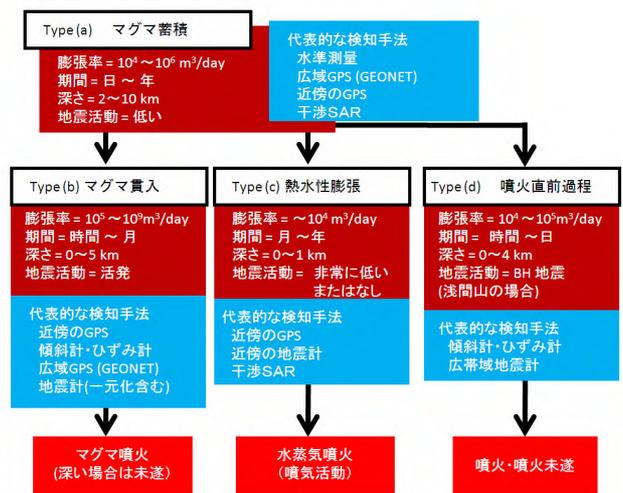


口永良部島全磁力変化 (Kanda et al., 2010)

水蒸気噴火に関連すると思われる地殻変動

最近観測された浅部のゆっくりとした地殻変動
○: 噴火を伴ったもの、△: 噴気活動等の活発化(山里、2013)

Volcano	Year	Depth (km)	Volume (m ³ /year)	Deep inflation	Seismic activity	Visual phenomena	References
Tokachidake	2007-	0.4	4.4E+04	-	-	△?	JMA et al. (2008)
Tarumasan	1999-2000	0.3	1.9E+04	-	-	△	Fukui (2008)
Azumayama	2003-2004	0.2	1.5E+05	-	○	△	Yoshida et al. (2012)
Adatarayama	1998-1999	0.2	4.8E+03	-	-	△	Yamamoto et al. (2008)
Asamayama	2008-2009	0.2-0.6	4.6E+04	-	-	○	Takagi et al. (2010b)
Ontakesan	2006-2007	1.8	1.0E+06	○	○	○	Takagi et al. (2007)
Hakoneyama	2001	0.6	6.0E+06	○	○	△	GSI (2002b)
Shimodake	2005-2007	0.7	2.0E+04	-	-	○	Fukui et al. (2008)
Kuchinoerabujima	2005	0.15	2.5E+04	-	○	△	Saito and Iguchi (2006)



地殻変動の特徴の整理(山里、2013)

火口近傍のGPS観測点で浅部のゆっくりとした膨張が観測され、この種の膨張は、小規模な水蒸気噴火や熱活動の活発化を伴うことが多い(山里、2013)

御嶽山で今後予想される活動の推移と現状の観測体制

今後予想される活動の推移

- マグマ噴火またはマグマ水蒸気噴火への移行
- 静穏化

現状の観測体制

マグマ噴火またはマグマ水蒸気噴火へ移行するなど活動のより活発化が捉えられるか

マグマ貫入による地殻変動

- 2007年噴火では、現在のGNSS観測網で観測された。
- 傾斜計での検知が期待されるが、1点の観測だけではその変動源や体積変化量の推定は難しい。

マグマ貫入による火山ガス(二酸化硫黄:SO₂)放出量の増加

- 火山活動の推移を押し量るために、SO₂の放出量のモニタリングを機動観測でほぼ毎日実施。(気象庁、東大、産総研等)

マグマ貫入に伴う地震活動の活発化

- 現在の観測網でも活動活発化の把握は可能。

噴出物の分析

- 気象庁の機動観測班が、採取した降灰のデータ(拡大鏡で撮影した画像等)を現地から直接研究機関に送り、より早い分析が行える体制を組んでいる。
- 大学等研究機関では、降灰のデータを速やかに分析。

静穏化がとらえられるか

地震・微動活動の衰退

- 静穏化確認のための小さな規模の地震の把握が困難。

火山ガス(SO₂)放出量の減少

- 火山活動の推移を押し量るために、SO₂の放出量のモニタリングを機動観測でほぼ毎日実施。(気象庁、東大、産総研等)

噴煙活動や火口内の熱活動の把握

- 山麓の遠望カメラ及び熱映像カメラである程度は可能であるが、火口カメラがないため、噴煙の規模が小規模になると、状況の把握が難しい。
- 現状は、上空からの熱映像観測に限られている。

常時観測火山について

現在の常時観測火山と選定の経緯、観測体制

現在の常時観測火山の選定の経緯と現状(参考資料1)

- 火山噴火予知連絡会で中長期的噴火の可能性がある、また小噴火でも社会的影響のある47火山を選定。
- 主としてマグマの動きに着目して火山の活動度を評価。
- 噴火による社会的影響は、居住地域への影響とともに、火口付近にいる登山者や観光客への影響についても考慮した。そのため、噴気活動が活発な火山も対象とした。
- 平成21年までの状況・知見で選定。その後の活動状況等の見直し、追加された火山(天頂山、雄阿寒岳)の評価は行っていない。

常時観測火山の観測体制(参考資料2)

- 気象庁は、47火山に個々の火山の活動の特徴に応じて、地震計、空振計、GNSS、傾斜計、遠望カメラなどを設置し連続監視を実施。また、連続観測を補うために現地調査を実施。
- 十勝岳、伊豆大島、桜島については、火山学的知見があり、かつ近い将来、居住地域に影響する噴火の可能性のある火山と火山噴火予知連絡会で評価されているので、より重点的に観測点を整備。

常時観測火山以外の監視体制

- 広域地震観測網で地震活動を監視。
- 定期的に基礎調査観測を実施。
- 活動に異常があった場合は、緊急的に観測を実施。

「中長期的な噴火の可能性の評価について
 - 監視・観測体制の充実等に必要な火山の選定 - 」
 (平成21年6月 火山活動評価検討会)の資料について
 常時観測火山以外の火山の以後の状況を追加記載

監視・観測体制の充実等が必要な火山の選定理由取りまとめ資料

気象庁観測体制 : 連続観測(地震・地殻変動・空振・カメラ) : 連続観測(地震・地殻変動・空振) : 連続観測(地震・空振・カメラ) : 連続観測(地震) x : 連続観測無し
 緊急減災開始年度 H : 開始年度 x : 対象外
 整備必要性理由 a. 最近数十年間噴火頻発 b. マグマ噴火再来間隔100年以内 b. 噴火履歴(活動期) 最近観測成果(c. 地震 d. 地殻変動 e. 熱) x : その他火山

火山番号	火山名	気象庁観測体制	緊急減災着手年度	アンケート順位		整備必要性理由	過去1万年間の噴火履歴(VEI) (VEIは産総研1万年噴火イベントデータ集による)		噴火間隔 : マグマ噴火 : 水蒸気爆発				最新噴火開始からの経過年数 : マグマ噴火 : 水蒸気爆発	VEI2以上マグマ噴火活動履歴による今後100年間程度の長期評価 : 活動期 x : 休止期	山体浅部地震活動 : 過去約100年間を対象 : 火山性地震多発 : 微動発生	火山性地殻変動 : 過去約10年間を対象 D : 深部ダイク貫入 S : 山体浅部膨張	噴気活動・熱活動 : 過去約100年間を対象 : 沸点以上の高温噴気 : 熱泥噴出(数m以上) : 噴気高度100m以上	[参考事項] : 山体付近(10km以内)の深部低周波地震	[参考事項] : 山体周辺の地震活動	社会的影響 : 活動火口から500m以内の居住人口 : 10人以上 : 活動火口から1km以内 : 観光施設、観光道路あり
				マグマ	水蒸気		マグマ噴火()	水蒸気噴火()	噴火種類	平均間隔	標準偏差	データ数								
1	知床硫黄山	x	x	31	29	x	不明	1857-1958年 1876年 1889-1890年 1935-36年		26	14	3	:72年	不明	不明	不明	(北西山腹火口に弱い噴気)	わずかにあり	顕著な活動なし	
2	羅臼岳	x	x	37	48	x	約2200年前 約1400年前(4) 約500-700年前(3)	不明		850年	50年	2	:約500-700年	x	不明	不明	なし	わずかにあり	1964年南東側数kmで地震多発(最大M4.6)	
3	摩周	x	x	26	40	x	約10000年前(4) 約8000年前(6) 約7000年前にカルデラ形成 約1500-3500年前の間に3回 約1000年前(5)	不明	(1000年程度かもしれない)				:約1000年	不明 (過去5000年間でマグマ噴火4以上あり、活動期の可能性有り)	少ない	不明	(湖底で温泉湧出)	あり	2003年カルデラ内で地震多発(最大M3.6) 屈斜路湖周辺では時々顕著な地震活動あり	
4	アトサヌプリ	x	x	33	42	c	約5500年前 約1500-5500年前 約1500年前以降	約1500年前 数百年前					:数百年	不明	1980-88年に時々有感地震 1994年しばしば地震多発(最大M3.2)	D : 1993-1995年リシドーム付近中心に最大25cm隆起(藤原ほか、2005)	溶岩ドーム付近で噴気活動(沸点以上)	あり	屈斜路湖周辺では時々顕著な地震活動あり	
5	雌阿寒岳		H20以降	14	3	a	最新は1000-2500年前の阿寒富士の活動	700年前(ボンマチネシリ旧火口) 400年前(ボンマチネシリ赤沼火口) 1856-1955年間に10回 1955-1966年 1988年、1996年、1998年、2006年、2008年					:0年	不明	時々地震多発、微動発生	(D : 最近10年間でダイク貫入を繰り返している可能性あり、地理院)	ボンマチネシリで噴気活動(高温) 中マチネシリで噴気・熱水活動(沸点以上)	あり	南側数km撤別岳付近で時々地震多発(1985年、2000年など)	
6	丸山	x	x	54	56	x	不明	1694年以前 1898年(2)					:110年	不明	不明	不明	(第3火口に弱い噴気)	あり	1989年以降北西側または南東側でしばしば地震多発	
7	大雪山	x	x	48	33	c	約3000年前まで	約2000年以上前 約1000年前から頻発 約250年前以降に1回あり					:約250年以内	不明	時々あり(一元化または機動観測による) 1990年機動観測でT型地震数個を確認	不明	旭岳爆発火口で噴気活動(沸点以上)	あり	顕著な活動なし	(西側山麓約600mにロープウェイ山頂駅)
8	十勝岳		H19	8	9	b	約3000年前 約1000年前 約500年前 1926年(0) 1962年(3) 1988-89年(1)	1952-59年昭和火口 1985年 2004年		31年	5年	2	:20年	不明	時々地震多発、微動発生	2007年62-2火口付近でわずかな膨張(機動観測によるGPS繰り返し観測及びInSAR)	62-2火口、大正火口で噴気活動(沸点以上)	あり	時々あり	
9	利尻山	x	x	59	68	x	2000-8000年以前	不明					:2000-8000年	x	不明	不明	なし	わずかにあり	顕著な活動なし	
10	樽前山		H19	13	15	a	約9000年前(5) 約3000年前に2回(4と5) 1667年(5) 1739年(5) 1804-17年(3) 1867年 1874年(3) 1909年	1917-55年に時々1978-79年(1)、1981年		47年	25年	5	:99年	不明 (活動期終了か?)	時々地震多発、微動発生	1999-2000年山頂部でわずかな膨張	A火口・B噴気孔群で高温継続 2003年B噴気孔で硫黄燃焼と小噴出	なし	南西側にあり	
11	恵庭岳	x	x	59	57	x	約2000年前	17世紀はじめその後150年間に2回					:約250-400年	不明	不明	不明	(山頂東側爆発火口内に弱い噴気)	あり	1981年に地震多発(有感地震含む)	
12	倶多楽		x	48	38	e	不明	約1900年前 約200年前(1)					:約200年	x	少ない	不明	噴気・熱水活動あり 時々泥水噴出、地熱拡	なし	北西側にあり	

火山番号	火山名	気象庁観測体制	緊急減災着手年度	アンケート順位		整備必要性理由	過去1万年間の噴火履歴(VEI) (VEIは産総研1万年噴火イベントデータ集による)		噴火間隔				最新噴火開始からの経過年数	VEI2以上マグマ噴火活動履歴による今後100年間程度の長期評価 ・活動期 ×:休止期	山体浅部地震活動 ・過去約100年間を対象 ・火山性地震多発 ・微動発生	火山性地殻変動 ・過去約10年間を対象 D:深部ダイク貫入 S:山体浅部膨張	噴気活動・熱活動 ・過去約100年間を対象 ・沸点以上の高温噴気 ・熱泥噴出(数m以上) ・噴気高度100m以上	[参考事項] ・山体付近(10km以内)の深部低周波地震	[参考事項] ・山体周辺の地震活動	社会的影響 ・活動火口から500m以内の居住人口 ・10人以上 ・活動火口から1km以内 ・観光施設、観光道路あり	
				マグマ	水蒸気		マグマ噴火()	水蒸気噴火()	噴火種類	平均間隔	標準偏差	データ数									
13	有珠山		H20以降	6	2	b	約7000~8000年前 1663年(5) 17世紀末(2) 1769年(4) 1822年(4) 1853年(4) 1910年(2) 1943-45年(1) 1977-78年(4)				35年 (1769年以降)	9年	6	:8年							
14	羊蹄山	x	x	54	66	x	約1万年前	不明						:約1万年	x	不明	不明	なし	あり	顕著な活動なし	
15	ニセコ	x	x	59	60	x	約6000年前	不明						:約6000年	x	不明	不明	(イワオヌプリに弱い噴気)	わずかにあり	顕著な活動なし	
16	北海道駒ヶ岳		H20以降	9	12	b	約6000年前 約5500年前 1640年(5) 1694年(4) 1856年(4) 1929年(4) 1942年(2)	1888年 1905年 1919-1924年 1937年 1996年(1) 1998年(1) 2000年に6回(1)			76年	54年	4	:65年 :8年		わずかな山体膨張が継続	(山頂火口原で弱い噴気活動)	あり	山麓に時々あり		
17	恵山		x	54	35	c	約8000年前(3) 約5000年前 約3000年前 約2500年前 約600年前	1846年 1874年(1)						:133年	不明	微小地震時々多発(機動観測による)	不明	溶岩ドーム西側爆裂火口で噴気活動(沸点以上)	なし	顕著な活動なし	
19	恐山	x	x	72	63	x	不明	不明						不明	x	不明	不明	カルデラ内に噴気、温	北側約20kmにあり	西-南西側10-20kmで	
20	岩木山	x	H20以降	45	42	?	不明	1600年、1783年、 1845年、1863年		88年	70年	3	:145年	x	不明	不明	不明	1978年赤倉沢で噴気	なし	1970-77年、1985年に 北東側で時々地震多発	:想定火口付近に観光道路
21	八甲田山	x	x	51	55	x	不明	13~14世紀 15~17世紀に2回						:300年以上	x	2013年2月から7月中旬にかけて大岳山頂直下付近で火山火山地震増加	八甲田山を囲む一部の基線で、2013年2月から11月にかけてわずかな膨張を示す地殻変動	弱い噴気あり、温泉あり	なし	1986年地震多発	
22	十和田	x	x	45	51	x	約8500年前(4) 約5400年前(5) 915年(5)	不明		3750年	650年	2	:1093年	x	2014年1月27日に中湖付近の深さ4~7kmを震源とする地震が増加	不明	不明	なし	わずかにあり	カルデラ内に時々地震活動あり	
23	秋田焼山	x	H20以降	53	29	a	不明	1948-1949年 1951年 1957年 1997年						:11年	x	不明	不明	噴気あり	あり	北東側約5km(澁川付近)にあり	
24	八幡平	x	x	72	68	x	不明	約7000-9000年前						:約6000年	x	不明	不明	噴気あり	なし	南側でごく小規模なものが時々あり	:600mに観光道路
25	岩手山		H20以降	16	21	c	7000年前 1686年(3) 1732年(2)	1919年						:89年	x	1995年微動発生後次第に活発化、1998年がピーク	1998年マグマ貫入による南北開口	西岩手で1999-2004年噴気増加 東岩手にも弱い噴気あり	あり	1998年南西約10kmでM6.2	
26	秋田駒ヶ岳		H19	18	18	a	1970-71年	1890年、1932年						:38年	x	少ない	不明	山頂部に地熱あり	わずかにあり	時々あり	
27	鳥海山	x	H20以降	38	40	?	871年(3) 1801-04年(2)	939年、1659-63年 1740-47年 1821年、1834年						:33年	?	少ない	不明	なし	わずかにあり	時々あり (1804年象潟地震)	
28	栗駒山	x	x	35	25	d	不明	1744年 1944年						:64年	x	少ない	2004-05年山頂部でわずかな膨張の可能性(地理院、2006)	1992-93年地獄沢で噴気温度上昇(土井、2007)	あり	周辺の地震活動は活発	
29	鳴子	x	x	72	58	x	不明	5400年前以降 2000-3000年前 837年?						:1170年?	x	不明	不明	噴気あり	あり	周辺の地震活動は活発	
30	肘折	x	x	72	76	x	約1万年前	不明						:約1万年	x	不明	不明	地熱・温泉あり	わずかにあり	顕著な活動なし	
31	蔵王山	x	H20以降	42	31	c	不明	1623-1694年に時々あり 1794-1895年に時々あり 1940年						:68年	x	不明	不明	弱い噴気あり 1962年、1966年に噴気活発化	あり	周辺で時々地震多発	
32	吾妻山		H20以降	26	16	a	5000年~6000年前 1331年頃	1893-95年 1950年 1952年 1977年						:31年	x	時々地震多発、微動発生	1979-83年に大穴火口付近収縮 2003年以降大穴火口付近膨張を繰り返す	大穴火口から噴気多量	あり	顕著な活動なし	:ビジターセンター700m

火山番号	火山名	気象庁観測体制	緊急減災着手年度	アンゲート順位		整備必要性理由	噴火間隔						最新噴火開始からの経過年数	VEI2以上マグマ噴火活動履歴による今後100年間程度の長期評価 ・活動期 ×：休止期	山体浅部地震活動 ・過去約100年間を対象 ・火山性地震多発 ・微動発生	火山性地殻変動 ・過去約10年間を対象 D：深部ダイク貫入 S：山体浅部膨張	噴気活動・熱活動 ・過去約100年間を対象 ・沸点以上の高温噴気 ・熱泥噴出(数m以上) ・噴気高度100m以上	[参考事項] ・山体付近(10km以内)の深部低周波地震	[参考事項] ・山体周辺の地震活動	社会的影響 ・活動火口から500m以内の居住人口 ・100人以上 ・10人以上 ・活動火口から1km以内 ・観光施設、観光道
				マグマ	水蒸気		マグマ噴火()	水蒸気噴火()	噴火種類	平均間隔	標準偏差	データ数								
33	安達太良山		H20以降	33	27	c	約2400年前	1899-90年					:108年	×	1995-97年微動発生	1998-2001年沼ノ平火口でわずかな膨張	沼ノ平火口で1996年泥水噴出、1996-04年噴気活発化	あり	顕著な活動なし	
34	磐梯山		H20以降	35	37	c	不明	1888年					:119年	×	1988年に地震多発、2000-01年にも地震多発と微動発生	なし	カルデラ壁及び沼ノ平火口に弱い噴気あり	南西側約10kmにあり	時々地震多発	
35	沼沢	×	×	80	76	×	約5000年前	不明					:約5000年	×	不明	不明	なし	あり	南側で活発	
36	燧ヶ岳	×	×	72	63	×	約8000年前 約500年前	不明					:約500年	×	不明	不明	なし	なし	北側で活発	
37	那須岳		H20以降	26	21	a	約11000-6000年前の間に3回 約2600年前(4) 1408-10年(4)	1846年 1881年(1) 1953年 1960年微噴火 1963年小爆発	54年 (微噴火・小爆発除く)	19年	2		:55年 (1953年以來)	不明	時々地震多発	正確には不明(観測網南側に偏在)	茶臼岳西斜面で噴気活動(沸点以上)	南側約10kmにあり	活発	
38	高原山	×	×	72	76	×	約6500年前(4)	不明					:約6500年	不明	1979年微小地震活動	不明	(北側山麓富士山に弱い噴気)	南側約10kmにあり	活発	
39	日光白根山	×	×	42	46	c	5300年前以降に4回可能性あり	1649年(2) 1872-73年 1889-90年		120年	104年	2	:119年	不明	1993-95年に地震多発、微動発生	不明	なし	南側約20kmにわずかにあり	活発	
40	赤城山	×	×	59	68	×	なし	1251年?					:757年?	不明	不明	不明	なし	北東側約20kmにわずかにあり	北側にあり	
41	榛名山	×	×	48	60	×	5世紀 6世紀初頭(4) 6世紀中頃(5)	不明					:千数百年	不明	不明	不明	なし	南東側にわずかにあり	2005年～2006年北東側にあり	:400mに観光道路
42	草津白根山		H20以降	21	13	a	約7000年前 約3000年前(4)	1882年(2) 1897年 1902年(1) 1928年 1932年(1) 1937-42年(2) 1958-59年 1976年(1) 1982-83年(1)	(最近の活動期間間は26-34年、1958-59年を除外)				:25年	不明	時々地震多発、微動発生	湯釜付近でわずかな収縮(2004、総合集中観測報告)	北側噴気地帯で活発な噴気活動(沸点以上)	わずかにあり	2004年5月北西側約7kmで一時的地震多発あり	:700mにレストハウス
43	浅間山		H19	4	7	b	1108年(5) 1783年(4) 1961年まで頻繁に繰り返す 1973年(2) 2004年(1)	(近年のみ) 1965年 1982-83年(1) 1990年(0) 2003年(0)	(最近約30年間は10-20年程度)				:5年		時々地震多発、微動発生	深部へのマグマ貫入に伴う山体膨張時々あり	山頂火口で噴煙活動、火口内高温	わずかにあり	顕著な活動なし	
44	横岳	×	×	59	68	×	約800年前	不明					:約800年		不明	不明	なし	なし	顕著な活動なし	
45	新潟焼山		H20以降	20	24	a	1361年?(3) 1773年(3)	1852-54年 1949年 1962-63年 1974年(1) 1983年					:25年	×	不明	不明	山頂部に弱い噴気あり 1987-1995年には時々噴気が活発化、灰色の噴煙や雪面変色があった	南東側約15kmわずかにあり	周辺10km程度に複数力所あり	
46	妙高山	×	×	59	68	×	約5300年前(3) 約4200年前	約3000年前(カルデラ内の小爆裂火口はより最新の可能性あり)					:約3000年	×	不明	不明	南側火口原(地獄谷)に弱い噴気あり	東側数kmわずかにあり	周辺10km程度に複数力所あり	
47	弥陀ヶ原	×	×	59	60	×	数万年前にマグマ活動終了	6300-約10000年前、2950-5000年前、2450-2950年前に噴出あり 1836年(1)					:172年		不明	不明	地獄谷で活発な噴気活動、2012年6月以降、噴気の拡大、温度の上昇	東北地方太平洋沖地震以降活発化したのが、徐々に低下	時々地震多発 1990年南南東約10kmで地震地震多発	
48	焼岳	×	H20以降	32	27	a	約1.5万年前開始 最新は約2000年前(4)	1907-13年は毎年噴火 1915年(2) 1916-39年の間に時々噴火 1962-63年(2) 1995年(噴出事故?)					:46年	×	不明	1977-2002年山頂部隆起を繰り返す(名大ドライトイルト)	山頂部で噴気活動継続 山頂南西側(岩坪谷上部)で時々噴気増大	北西側数kmにあり	時々地震多発 1998年北東側5-10km(上高地付近)で顕著な地震活動	:焼岳小屋300m

火山番号	火山名	気象庁観測体制	緊急減災着手年度	アンゲート順位		整備必要性理由	噴火間隔					最新噴火開始からの経過年数	VEI2以上マグマ噴火活動履歴による今後100年間程度の長期評価 ・活動期 ×:休止期	山体浅部地震活動 ・過去約100年間を対象 ・火山性地震多発 ・微動発生	火山性地殻変動 ・過去約10年間を対象 D:深部ダイク貫入 S:山体浅部膨張	噴気活動・熱活動 ・過去約100年間を対象 ・沸点以上の高温噴気 ・熱泥噴出(数m以上) ・噴気高度100m以上	[参考事項] ・山体付近(10km以内)の深部低周波地震	[参考事項] ・山体周辺の地震活動	社会的影響 ・活動火口から500m以内の居住人口 :10人以上 ・活動火口から1km以内 :観光施設、観光道	
				マグマ	水蒸気		マグマ噴火()	水蒸気噴火()	噴火種類	平均間隔	標準偏差									データ数
49	アカンダナ山	x	x	59	63	x	約1万年前	不明					:約1万年	x	不明	不明	なし	なし	時々地震多発 1998年北東側10km(上高地付近)で顕著な地震活動	
50	乗鞍岳	x	x	59	68	c	約9200年前(3) 約2000年前(3)	不明					約2000年	x	山体浅部に地震	不明	なし	北側約10kmにあり	南側で時々地震多発 1990-91年に南南西約10kmで地震多発	
51	御嶽山		H20以降	38	31	a	約2万年前	約6000年前以降 1979年以前までに4回 1979年(2) 1991年、2007年					:29年(ごく小規模を除く)	x	時々地震多発、微動発生 2006-07年にも地震多発と微動発生	2006-07年にダイク貫入	剣ヶ峰南西側(地獄谷から王滝頂上)に噴気あり	南東側約10数kmわずかにあり	1976年以降南東麓(王滝村付近)で顕著な地震活動が継続 1984年長野県西部地震	:火口付近に宿泊施設
52	白山		x	42	42	c	約8000年前 約2000年前 1239年(3) 1554-56年	706年、853年、859年、900年、1042年、1177年、1547-48年(何れも不確実) 1579年				429年	x	山体浅部に地震 2005年にはM4.5を含む活動(構造性と評価)	不明	地獄谷・白川谷などに弱い噴気あり	わずかにあり	時々地震多発		
53	富士山		H19	12	26	b'	約11000年前から頻繁に繰り返す 800-02年(延暦) 864-66年(貞観) 1707年(宝永)	不明					:301年		少ない 1987年山頂有感4回	なし	1897-1982年の間に山頂で噴気	北東側数kmにあり、 2000-01年に地震多発	時々地震多発	
54	箱根山	x	x	23	17	c	約7000年前(3) 約5000年前(1) 約3000年前(2)	約2800年前 約2000年前 9-12世紀の間 12世紀後半-13世紀前半 13世紀前半以降				:約750-800年	x	時々地震多発	2001年、2006年にダイク貫入	大涌谷などで活発な噴気活動を継続	北側約10kmにあり	あり		
55	伊豆東部火山群		x	15	20	c	約5000年前 約3200年前(4) 約2700年前(3) 1989年(1)	不明					:19年	x	1978-98年に顕著な活動を繰り返す 2002年以降も時々地震多発	地震活動に伴い顕著な地殻変動あり	なし	伊東市南側わずかにあり	伊豆半島内陸から伊豆大島近海にかけて時々地震多発	
56	伊豆大島		H20以降	1	4	b	5、7世紀のカルデラ形成後1777-79年までに10回大規模噴火 1912-14年(2) 1950-51年(2) 1986年(3)	マグマ後退期に頻発 最新は1990年		37年	1年	2	:22年		島内及びその周辺で時々地震多発	マグマ注入によると見られる島全体の膨張が継続	三原山中央火孔内および三原山周辺に弱い噴気あり	南東側わずかにあり	伊豆半島との間で時々地震多発	
57	利島	x	x	81	82	x	4000-8000年前	不明					:4000-8000年		不明	不明	なし	なし	時々地震多発	孤島住:800m
58	新島	x	x	29	36	d	3000年前 それ以降1回 886年	不明					:1122年	x	不明	新島-式根島間でマグマ蓄積によると見られる膨張あり	なし	東側数kmにわずかにあり	時々地震多発 1999年にも新島・神津島との間で顕著な活動	孤島住:2km
59	神津島	x	x	25	34	d	838年	不明					:1170年	x	不明	1996年以降、北東部中心でマグマ蓄積による隆起	なし	なし	時々地震多発 2000年にも新島・神津島との間で顕著な活動	孤島住:1.6km
60	三宅島		H20以降	3	5	b	1940年 1962年 1983年 2000年	2001年以降時々あり		20年	2年	3	:8年		あり	深部の膨張と火口直下浅部の収縮が継続	山頂火口で噴煙活動継続、多量の火山ガス放出	わずかにあり	噴火活動前後に周辺で地震多発あり 2000年にも新島・神津島との間で顕著な活動	孤島住:2km
61	御蔵島	x	x	81	76	x	約5400年前	不明					:約5400年	x	不明	不明	なし	なし	なし	孤島住:4km
62	八丈島		x	19	23	d	東山 約1万年前-約3700年前5回噴火 西山 約1万年前-約4000年前25回噴火 以降現在まで少な	1487年 1518年 1522年 1605-06年					:403年	x	2002年顕著な活動あり	2002年にダイク貫入	なし	なし	北西側にあり	孤島住:東山から2.2km 西山から3km

火山番号	火山名	気象庁観測体制	緊急減災着手年度	アンゲート順位		整備必要性理由	噴火間隔					最新噴火開始からの経過年数	VEI2以上マグマ噴火活動履歴による今後100年間程度の長期評価 ・活動期 ×:休止期	山体浅部地震活動 ・過去約100年間を対象 ・火山性地震多発 ・微動発生	火山性地殻変動 ・過去約10年間を対象 D:深部ダイク貫入 S:山体浅部膨張	噴気活動・熱活動 ・過去約100年間を対象 ・沸点以上の高温噴気 ・熱泥噴出(数m以上) ・噴気高度100m以上	[参考事項] ・山体付近(10km以内)の深部低周波地震	[参考事項] ・山体周辺の地震活動	社会的影響 ・活動火口から500m以内の居住人口 :10人以上 ・活動火口から1km以内 :観光施設、観光道
				マグマ	水蒸気		マグマ噴火()	水蒸気噴火()	噴火種類	平均間隔	標準偏差								
63	青ヶ島	x	x	24	42	e	約3000 約2400年-約2000 年前 1785年 不明	1670年 1780-83年				222年	x	不明	不明	池の沢火口内に噴気地帯あり(1984年機動観測で沸点程度) 2007年12月阿蘇台陥没孔で熱泥噴出	不明	不明	孤島住:1.2km :600mに港 孤島住(自衛隊):1km
97	硫黄島	x	x	-	-	a		最近の主な噴火 1978年 1980年 1982年 1999年 2001年 2004年		5年	5年	6	3年	x					
77	三瓶山	x	x	59	68	x	約4500年前 約3600年前以降1回	不明				約3600年	x	不明	不明	なし	南西約10kmにわずかにあり	周辺の地震活動活発	:火口付近にスキー場
78	阿武火山群	x	x	72	76	x	約8800年前? 約3000年前?	不明				約3000年	x	不明	不明	なし	なし	顕著な活動なし	
79	鶴見岳・伽藍岳	x	H20以降	59	46	c	鶴見岳 7300年以前溶岩流出 1800年前ブルカノ式噴火	伽藍岳 千数百年前2~3回 867年				:1141年	不明	時々地震多発	不明	鶴見岳:山頂北側に噴気、1949年と1974年に一時活発化 伽藍岳:山頂部に噴気、1995年泥火山生成	あり	別府地溝帯内は地震活動活発、時々多発あり	
80	由布岳	x	x	59	51	x	約2200年前	不明				:約2200年	不明	不明	不明	なし	あり	別府地溝帯内は地震活動活発、時々多発あり	
81	九重山		H20以降	22	19	c	約5000-1700年前は主に大船山系火山が頻発 約1700年前 最新は1993年	約4000年前以降度々 1995年				:13年	不明	あり	1995年噴火後、星生山付近で収縮	星生山北東側山腹に活発な噴気(沸点以上)	東側数kmわずかにあり	北西側数kmで活発	
82	阿蘇山		H20以降	2	1	a	最新は1993年	最近100年はほぼ毎年噴火を頻発				:2年	不明	地震微動活発	中岳直下の変動は特にならない 韋千里南部に収縮源	噴気活動(高温) 周辺にも噴気地帯あり(吉岡など)	あり	カルデラ内で時々地震多発	:200mにロープウェイ
83	雲仙岳		H20以降	29	39	b'	1663年 1792年 1990-95年(最初は水蒸気噴火)		164年	35年	2	:17年		少ない	現在は特にならない	山頂ドームに噴気(高温)	わずかにあり	橋湾で時々地震多発	
84	福江火山群	x	x	72	76	x	2300-2400年前(マグマ噴火?)	不明				2000-3000年	不明	不明	不明	なし	なし	顕著な活動なし	
85	霧島山		H19	16	13	a	御鉢 788年 945年? 1235年 1771-72年 韓国岳 1768年 新燃岳 1716-17年	御鉢 1880-1923年に繰り返し返す(一部はマグマ噴火) 新燃岳 1959年 1991年 2008年				:0年	不明	時々地震多発、微動発生	2006年以降新燃岳でわずかな山体膨張継続	新燃岳、御鉢で時々噴気増加	御鉢付近にあり	1968年えびの地震をはじめ、時々地震多発	
86	米丸・住吉池	x	x	59	68	x	8100年前	不明				:8100年	不明	不明	不明	なし	わずかにあり	顕著な活動なし	
88	桜島		H19	5	10	a	大噴火 764年 1471-76年 1779-82年 1914年 1946年 1955年以降南岳山頂火口で噴火継続					:0年	不明	時々地震多発、微動発生	始良カルデラ地下深部へのマグマ注入による長期的膨張傾向継続	南岳山頂火口及び昭和火口周辺で噴気、熱活動(高温)	あり	顕著な活動なし	
89	池田・山川	x	x	51	51	x	約6400年前に噴火、4800年前に鍋島岳で噴火	不明				:約4800年	不明	不明	不明	噴気あり	南西側(開闢岳方面)にあり	指宿地域で時々地震多発	
90	開闢岳	x	x	45	51	x	約4400年前に活動開始 最新は885年	不明				:1123年	不明	少ない	不明	2000年山頂部に気象条件により弱い噴気(火山活動活発化の徴候ではない)	南西側にあり	指宿地域で時々地震多発	

火山番号	火山名	気象庁観測体制	緊急減災着手年度	アンゲート順位		整備必要性理由	噴火間隔						最新噴火開始からの経過年数	VEI2以上マグマ噴火活動履歴による今後100年間程度の長期評価 ×:休止期	山体浅部地震活動 ・過去約100年間を対象 ・火山性地震多発 ・微動発生	火山性地殻変動 ・過去約10年間を対象 D:深部ダイク貫入 S:山体浅部膨張	噴気活動・熱活動 ・過去約100年間を対象 ・沸点以上の高温噴気 ・熱泥噴出(数m以上) ・噴気高度100m以上	[参考事項] ・山体付近(10km以内)の深部低周波地震	[参考事項] ・山体周辺の地震活動	社会的影響 ・活動火口から500m以内の居住人口 :10人以上 ・活動火口から1km以内 :観光施設、観光道
				マグマ	水蒸気		マグマ噴火()	水蒸気噴火()	噴火種類	平均間隔	標準偏差	データ数								
91	薩摩硫黄島		×	10	8	a	硫黄岳と稲倉岳は7300年前以降に誕生。最新は1934年	1998年以降小噴火が頻発。最新は2004年					:4年	不明	時々地震多発、微動発生	不明	山頂火口で噴煙活発、高温	わずかにあり	顕著な活動なし	孤島住:2.8km
92	口永良部島		×	11	6	b	3300年前以降、頻繁にマグマ噴火古岳:数百年前新岳:9~11世紀1841、1933、1966年マグマ噴火	最近の主な噴火は1914年、1931年、1933~34年、1945年、1980年	23年(最近の主な噴火で算出)	23年	6	:28年	不明	最近地震増加傾向、微動発生	時々新岳付近が膨張	新岳付近で噴気活動、最近温度上昇傾向	わずかにあり	1999-2000年に東側約10km沖合で顕著な活動あり	孤島住:2km	
93	口之島	×	×	54	66	×	数千年前以降	不明				不明	不明	不明	不明	(弱い噴気あり)	なし	東~南東沖合にあり	孤島住:3km	
94	中之島	×	×	38	49	×	数千年前以降	1914年				:94年	不明	少ない	不明	山頂火口及び南東山腹に硫気あり(沸点以上)	なし	南~南東沖合にあり	孤島住:2.1km	
95	諏訪之瀬島		×	7	10	a	1813年、1884年に大噴火1956年以降毎年噴火を頻発	不明				:0年	不明	あり	不明	御岳火口で噴煙活発	なし	周辺海域にあり	孤島住:3.5km	

中長期的な噴火の可能性の評価について

－監視・観測体制の充実等の必要な火山の選定－

平成 21 年 6 月

火山噴火予知連絡会 火山活動評価検討会

中長期的な噴火の可能性に備えた

監視・観測体制の充実等の必要性の評価について

1. 目的

気象庁は全国の活火山について、火山防災を目的として監視を行なっている。それらのうち、活発な火山活動を繰り返しているなど、必要と考えられる火山に対して、近傍に地震計等を設置し連続監視を行ってきた。また、近年は多項目観測の実施や、機動観測により連続監視火山を増やすなど火山監視の強化を進めた。

今後、さらに火山防災対策の充実を図るために、中長期的な噴火の可能性を評価して、監視・観測体制の充実等が必要な火山を選定することとした。中長期的な期間については、概ね100年程度とし、噴火の可能性を検討することとする。噴火の時期や規模を定量的に求めることは現在の火山学の知見では困難であるが、過去の噴火履歴と現在観測されている火山活動の状況から、噴火の可能性を検討する。その上で、噴火による周辺の社会的な影響についても考慮することとする。

また、選定された火山については、具体的な監視・観測体制を検討に資するため、噴火準備過程や、噴火プロセス等に関する知見に基づいた整理を行うこととする。

2. 評価方針

評価にあたっては、過去の活動履歴（有史以降の噴火履歴）や現在の活動状況（過去約100年間の火山活動の状況、火山活動としての兆候）を参照する。これに加え、予測困難な突発的な小噴火の発生時に、火口付近で被害が生じる可能性が考えられる火山についても、監視・観測体制の充実等が必要な火山として選定する。

具体的には以下のような内容で評価を進める。

(1) 近年、噴火活動を繰り返している火山

以下の噴火活動について確認する。

- a. 過去数十年程度の間、頻繁に噴火している。（桜島、諏訪之瀬島など）
- b. 100年以内の間隔で噴火を繰り返している。（有珠山、伊豆大島など）

上記のような噴火活動がみられる火山については、周期的、あるいは定常的にマグマ等が地下深部から供給されていると考えられる。今後も噴火を繰り返す可能性が大きく、早い場合は数年で次の噴火が発生することも考えられる。このことを踏まえて監視・観測体制の充実等が必要と考えられる。

(2) 過去 100 年程度以内に火山活動の高まりが認められている火山

以下のような火山活動状況についてそれぞれ確認する。

c. 地震活動

過去 100 年程度の山体浅部の地震活動（マグマの動きに関連したものなど）

d. 地殻変動

過去 10 年程度のマグマ貫入等に伴う地殻変動

e. 噴気活動・地熱活動

過去 100 年程度の活発な噴気活動、地熱活動

近年は噴火が発生していないものの、上記のような火山活動がみられる火山については、それぞれ以下のように判断する。

① 地震活動

活発な火山性地震の活動あるいは火山性微動（以下「山体浅部地震活動」）の発生については、地下のマグマの動きや圧力の増減、あるいはそれに伴う熱水の動きや圧力の増減等に伴うものと考えられる。このような活動がみられる火山については、今後噴火が発生する可能性があるものと考えられ、火山活動の監視・観測の充実等を実施することが必要と考えられる。

また、周辺部の地震活動や、やや深部で発生する低周波地震（以下「深部低周波地震」）の活動については、中長期的な噴火の可能性との直接的な関連性は良く分からないため、判断には用いないこととするが、火山活動の参考となるものとして取り扱う。

② 地殻変動

地殻変動について、特に山体の膨張を示す変動がみられる場合、地下におけるマグマの蓄積や上昇を示す、若しくは、熱水の圧力が増大していることを示す可能性が高い。このことから今後噴火が発生する可能性が高く、これらの活動を十分監視・観測できる体制を継続する必要があるものと考えられる。

③ 噴気活動・地熱活動

噴気活動や地熱活動については、その活発化が地下のマグマの上昇や熱水の圧力増加を反映していることがある。噴気活動・地熱活動の活発化に加えて、地震活動や地殻変動等に変化がみられる場合には、噴火の可能性を視野に入れた監視・観測体制を十分整える必要がある。

(3) 現在異常は見られないが、過去の噴火履歴等からみて噴火の可能性が考えられる火山

現在は、火山活動に特に異常は見られていないが、過去に規模の大きな噴火を繰り返し発生させており、その噴火間隔等から判断すると、中長期的にみて噴火の可能性があると考えられる火山については、監視・観測体制などの充実が必要な火山と評価する。

(4) 予測困難な突発的な小噴火の発生時に火口付近で被害が生じる可能性が考えられる火山

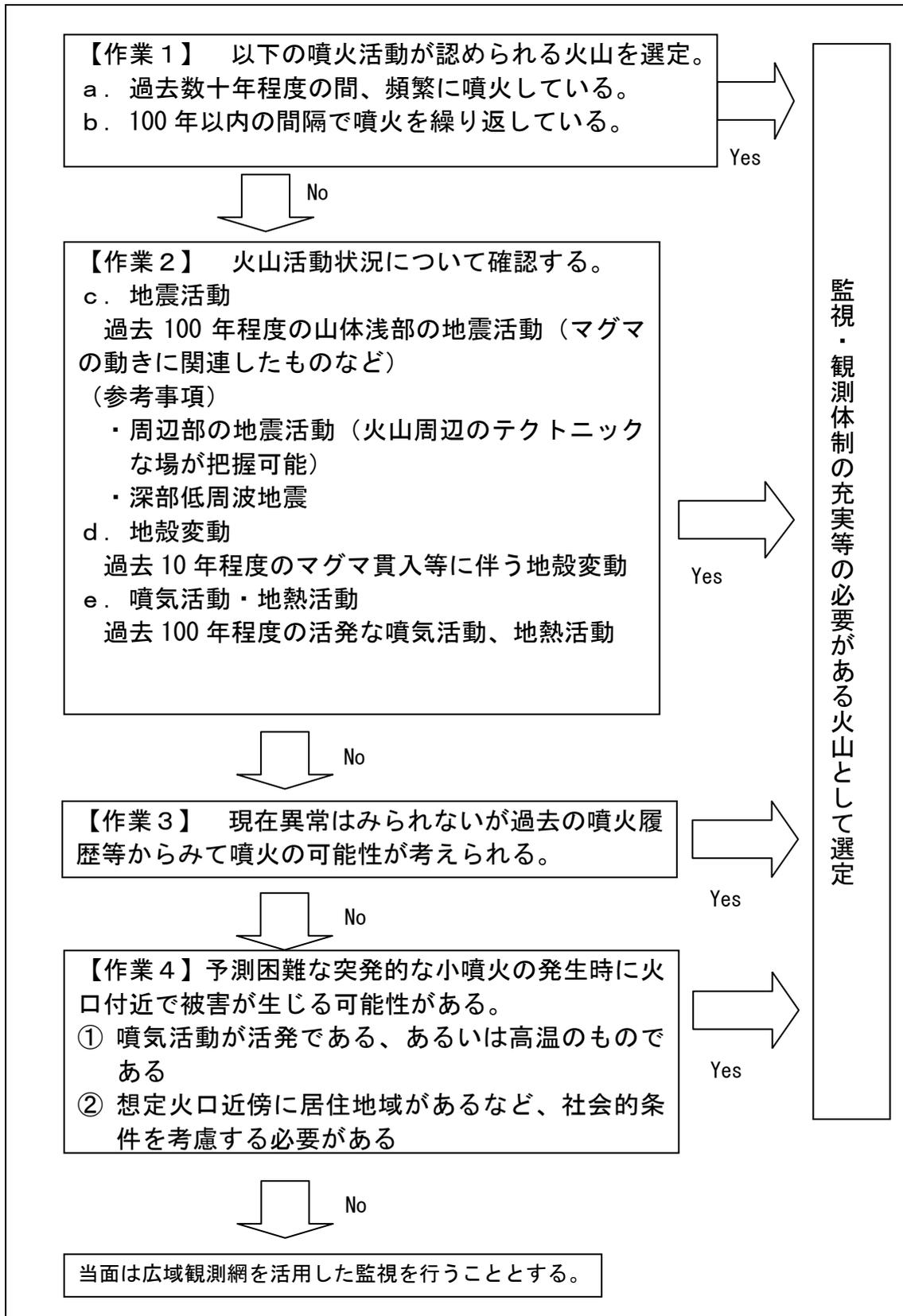
ある程度以上の規模の噴火が発生する場合には、噴火に結びつく前兆現象と思われる地震活動や地殻変動の異常が、ある程度広範囲で観測されることが期待できることから、広域観測網による監視・観測体制により、異常を把握することができると考えられる。しかし、火口付近まで居住地域が迫っている、あるいは多くの観光客が訪れる火山については、

小規模な噴火でも、被害に結びつく場合があります、監視・観測体制の充実等が必要であると
考えられる。今回は、噴気活動が活発であるか、噴気が高温のものであり、かつ、活動し
ている火口で社会的条件を考慮する必要のある場合に、監視・観測の充実等が必要である
火山と選定した。

以上（１）から（４）までの作業の流れを図１に図示した。

上記評価方針に基づいて選定された火山については、今後、監視・観測体制を充実させる必要があるが、監視・観測体制を検討する際に、これまでの調査研究成果を活用することにより、より効果的な監視・観測体制を構築することができることから、選定された火山については、推定されるマグマ溜りの位置や、地震発生のメカニズムなどの、噴火発生の予測の手掛かりとなるような、火山学的知見に基づいて整理を行うこととする。

監視・観測体制の充実等の必要な火山の選定手順（図1）



3. 評価対象とする火山

全国の活火山を対象とするが、原則として無人島、海底火山を除くものとする。また、北方四島の火山については、資料不足のためここでは噴火の可能性を判断しない。

評価の対象としない火山は以下の 27 火山とする。

渡島大島、ベヨネース列岩、須美寿島、伊豆鳥島、嬬婦岩、西之島、海形海山、海徳海山、噴火浅根、北福德堆、福德岡ノ場、南日吉海山、日光海山、若尊、硫黄鳥島、西表島北北東海底火山、茂世路岳、散布山、指臼岳、小田萌山、択捉焼山、択捉阿登佐岳、ベルタルベ山、ルルイ岳、爺爺岳、羅臼山、泊山

4. 各火山について監視・観測体制の充実等の必要性の評価

ここでは、2 章における評価方針に、3 章に掲げた検討対象の各火山の状況を照らし合わせて評価した結果、監視・観測体制の充実等が必要であると選定された火山とその選定理由を記載する。なお、それぞれの評価のための具体的な状況については別添資料に記載した。

(1) 近年、噴火活動を繰り返している火山

過去数十年程度の間、頻繁に噴火している、あるいは、100 年以内の間隔で噴火を繰り返しており、選定された火山は以下の 23 山である。

○雌阿寒岳

最近数十年間噴火頻発

1955-1966 年、1988 年、1996 年、1998 年、2006 年、2008 年に水蒸気噴火を繰り返している

○十勝岳

噴火間隔 100 年以内

1926 年、1962 年、1988-89 年とマグマ噴火を繰り返している

○樽前山

最近数十年間噴火頻発

1804-17 年、1867-74 年、1909 年に噴火が発生し溶岩ドームができる。1917-55 年に時々と、1978-79 年、1981 年に水蒸気噴火を繰り返している

○有珠山

噴火間隔 100 年以内

1822 年、1853 年、1910 年、1943-45 年、1977-78 年、2000 年とマグマ噴火を繰り返している

○北海道駒ヶ岳

噴火間隔 100 年以内

1640 年、1694 年、1856 年、1929 年、1942 年とマグマ噴火を、1996 年 1998 年、2000 年と水蒸気噴火を繰り返している

○秋田焼山

最近数十年間噴火頻発

1948-1949年、1951年、1957年、1997年に水蒸気噴火を繰り返している

○秋田駒ヶ岳

最近数十年間噴火頻発

1932年（水蒸気噴火）、1970-1971年（マグマ噴火）に噴火を繰り返している

○吾妻山

最近数十年間噴火頻発：1950年、1952年、1977年に水蒸気噴火を繰り返している

○那須岳

最近数十年間噴火頻発：1953年、1960年、1963年に水蒸気噴火を繰り返している

○草津白根山

最近数十年間噴火頻発

1882年、1897年、1902年、1928年、1932年、1937-42年、1958-59年、1976年、1982-83年に水蒸気噴火を繰り返している

○浅間山

噴火間隔 100 年以内

1961年まで頻繁に繰り返す。1973年、2004年にマグマ噴火を繰り返している

○新潟焼山

最近数十年間噴火頻発

1949年、1962-63年、1974年、1983年に水蒸気噴火を繰り返している

○焼岳

最近数十年間噴火頻発

1907-13年、1915年、1916-39年の間に時々噴火、1962-63年、1995年に水蒸気噴火を繰り返している

○御嶽山

最近数十年間噴火頻発

1979年、1991年、2007年に水蒸気噴火を繰り返している

○伊豆大島

噴火間隔 100 年以内

1912-14年、1950-51年、1986年にマグマ噴火を繰り返している

○三宅島

噴火間隔 100 年以内

1940年、1962年、1983年、2000年にマグマ噴火を繰り返している

○硫黄島

最近数十年間噴火頻発

1978年、1980年、1982年、1999年、2001年、2004年に水蒸気噴火を繰り返している

○阿蘇山

最近数十年間噴火頻発

最近100年はほぼ毎年噴火を頻発しており、最新は2005年に噴火している

○霧島山

最近数十年間噴火頻発：1959年、1991年、2008年に水蒸気噴火を繰り返している

○桜島

噴火間隔100年以内

1914年、1946年、1955年以降、マグマ噴火を繰り返している

○薩摩硫黄島

最近数十年間噴火頻発：1998年以降小噴火が頻発している。最新の噴火は2004年

○口永良部島

噴火間隔100年以内：1841、1933、1966年にマグマ噴火を繰り返している

○諏訪之瀬島

最近数十年間噴火頻発：1956年以降毎年マグマ噴火を頻発している

(2) 過去100年程度以内に火山活動の高まりのある火山

過去100年程度に山体浅部の地震活動（マグマの動きに関連したものなど）が観測された火山、過去10年程度にマグマ貫入等に伴う地殻変動が観測された火山、過去100年程度に活発な噴気活動、地熱活動が見られ、選定された火山は以下の18山である。

○アトサヌプリ

火山性地殻変動

1993-1995年リシリドーム付近中心に最大25cm隆起がみられた（藤原ほか、2005）

噴気活動・熱活動

溶岩ドーム付近で沸点以上の噴気活動がみられる

○大雪山

山体浅部地震活動

広域地震観測網や機動観測により、発生が確認されている。1990年にはBT型地震を数個観測した

噴気活動・熱活動：旭岳爆裂火口で沸点以上の噴気活動がみられる

○恵山

山体浅部地震活動：微少な地震が時々多発

噴気活動・熱活動：溶岩ドーム西側爆裂火口で沸点以上の噴気活動がみられる

○岩手山

山体浅部地震活動

1995年に火山性微動が発生し、その後1998年をピークに地震活動が活発化した

火山性地殻変動：1998年にマグマ貫入による地殻変動が観測された

噴気活動・熱活動：1998年から数年間にわたり地熱・噴気活動が活発化した

○栗駒山

火山性地殻変動：2004-05年に山頂部でわずかな膨張の可能性（地理院、2006）

○蔵王山

山体浅部地震活動：刈田岳付近で時々多発

○安達太良山

山体浅部地震活動：1995-97年に火山性微動が発生

火山性地殻変動：1998-2001年沼ノ平火口でわずかな膨張がみられた

噴気活動・熱活動：沼ノ平火口で1996年泥水噴出、1996-2004年噴気活動が活発化

○磐梯山

山体浅部地震活動

1988年に地震多発、2000-01年にも地震多発と火山性微動の発生がみられた

○日光白根山

山体浅部地震活動：1993-95年に多発し、火山性微動も発生

○乗鞍岳

山体浅部地震活動：山体浅部に地震活動が認められる

○白山

山体浅部地震活動：山体浅部に地震活動が認められる

○箱根山

山体浅部地震活動：時々多発

火山性地殻変動：2001年、2006年にダイク貫入と考えられる地殻変動が観測される

噴気活動・熱活動：大涌谷などで活発な噴気活動が継続している

○伊豆東部火山群

山体浅部地震活動

1978-98年に顕著な活動を繰り返し、2002年以降も時々多発を繰り返している
火山性地殻変動

地震活動に伴い、東伊豆の歪計に顕著な地殻変動が時々みられる

○新島

火山性地殻変動：新島一式根島間でマグマ蓄積によると見られる膨張がみられる

○神津島

火山性地殻変動：1996年以降、北東部中心にマグマ蓄積による隆起がみられる

○八丈島

山体浅部地震活動：2002年に顕著な活動がみられた

火山性地殻変動：2002年にダイク貫入と考えられる地殻変動が観測された

○鶴見岳・伽藍岳

山体浅部地震活動：時々多発

噴気活動・熱活動

鶴見岳の山頂北側に噴気のみられ、1949年と1974年には一時活発化した。伽藍岳の山頂部に噴気のみられ、1995年に泥火山を生成した

○九重山

山体浅部地震活動

山体浅部に地震活動が認められる

噴気活動・熱活動

星生山北東側山腹に沸点以上の活発な噴気のみられる。1995-96年には噴火が発生した。

(3) 現在異常は見られないが過去の噴火履歴等からみて噴火の可能性が考えられる火山

現在異常は見られないが過去の噴火履歴等からみて噴火の可能性が考えられることから選定された火山は以下の4山である。

○岩木山

噴火履歴

1600年、1783年、1845年、1863年に水蒸気噴火をしており、約20~200年間隔で噴火している。最後の噴火から145年が経過しているものの再び噴火の可能性はある

○鳥海山

噴火履歴

9~10世紀、17~19世紀に噴火発生。最新の1974年の噴火からは35年経過したものの活動期は継続していると考えられる

○富士山

噴火履歴

約 11,000 年前から頻繁に噴火を繰り返している。9 世紀以降、数十年～約 300 年間隔で噴火発生。1707 年の最新の噴火から 300 年余経過しているものの、噴火履歴、地震活動等からみて、噴火の可能性がある

○雲仙岳

噴火履歴

1663 年、1792 年、1990-95 年にマグマ噴火をしており、活動期が続いていると考えられる

- (4) 予測困難な突発的な小噴火の発生時に火口付近で被害が生じる可能性が考えられる火山
噴気活動が活発であるか、噴気が高温のものであり、かつ、火口近傍に居住地域があるなど、社会的条件を考慮して、選定された火山は以下の 2 火山である。

○倶多楽

噴気活動・熱活動

噴気・熱水活動がみられ、時々泥水を噴出し、地熱域も拡大している。

社会的影響

活動火口から 500m 以内に 1000 人以上の人が居住している。冬季に噴火した際、融雪泥流が居住地域まで短時間に到達する可能性が高い

○青ヶ島

噴気活動・熱活動

3000 年～2400 年前に顕著な噴火活動があり、また、17～18 世紀には噴火が頻発し、1785 年の噴火では島民の死者多数。1984 年機動観測によると、池の沢火口内に沸点程度の噴気地帯がある

社会的影響

活動火口から 1.2km 程度に居住地域がある。孤島であり、噴火した場合には早急に避難する必要がある

以上、選定の結果を表 1 に取りまとめた。

表1 監視・観測体制の充実等の必要がある火山とその選定理由

選定理由	火山名
①近年、噴火活動を繰り返している火山 ・過去数十年程度の間、頻繁に噴火している ・100年以内の間隔でマグマ噴火を繰り返している	雌阿寒岳、十勝岳、樽前山、有珠山、北海道駒ヶ岳、秋田焼山、秋田駒ヶ岳、吾妻山、那須岳、草津白根山、浅間山、新潟焼山、焼岳、御嶽山、伊豆大島、三宅島、硫黄島、阿蘇山、霧島山、桜島、薩摩硫黄島、口永良部島、諏訪之瀬島（23火山）
②過去100年程度以内に火山活動の高まりが認められている火山 ・地震活動 過去100年程度の山体浅部の地震活動 (マグマの動きに関連したものなど) ・地殻変動 過去10年程度のマグマ貫入等に伴う地殻変動 ・噴気活動・地熱活動 過去100年程度の活発な噴気活動、地熱活動	アトサヌプリ、大雪山、恵山、岩手山、栗駒山、蔵王山、安達太良山、磐梯山、日光白根山、乗鞍岳、白山、箱根山、伊豆東部火山群、新島、神津島、八丈島、鶴見岳・伽藍岳、九重山 (18火山)
③現在異常はみられないが過去の噴火履歴等からみて噴火の可能性が考えられる	岩木山、鳥海山、富士山、雲仙岳 (4火山)
④予測困難な突発的な小噴火の発生時に火口付近で被害が生じる可能性が考えられる	俱多楽、青ヶ島 (2火山)

5. 監視・観測体制の充実等が必要な火山についての、火山学的知見に基づいた整理

ここでは、4章において監視・観測体制の充実等が必要であると選定された火山について、具体的な監視・観測体制を検討に資するために、火山学的知見の有無に基づいた整理した結果を記載する。なお、それぞれの整理のための具体的な状況については別添資料に記載した。

(1) 十勝岳

考えられている前兆現象は以下の通り

- ・数年前から熱的異常（地温上昇や溶融硫黄の生成など）
- ・噴火発生の数年前、特に1年～半年前から、噴気・地震活動
- ・噴火が近づくと益々活発化し、火口付近に亀裂・新しい噴気孔の形成、その他の異常現象

(2) 有珠山

最近約100年間のマグマ噴火は概ね30年間隔で繰り返されており、それらの噴火活動に関する調査研究により、短期予測が可能であると考えられている。

- ・大森房吉（1911）は地殻変動が最も著しい所に地震や火口が位置し、僅かな変動は広く火山体の周辺部迄及んでいることを明らかにし、「有珠山等では山腹に於いて微動計観測を不断に施行し、依りて以て爆発を予知し得らるべきなり」と結論した（岡田、1986）
- ・噴火の短期予測として、高粘性マグマ特有の有感群発地震発生、M4～6級の地震群、A

型から B 型地震への移行が考えられる（北海道防災会議、1973）

- ・噴火の数十時間～数日前（例えば 1977 年の噴火では約 30 時間前、2000 年の噴火では約 4 日前）から群発地震発生
- ・1977 年噴火前に山頂部の顕著な地殻変動（火口原での目撃情報、ロープウエーケーブル長の縮み）があった（門村・他、1988）
- ・2000 年噴火前に 3 月 28 日 GPS 観測開始から 31 日 12 時噴火直前までの 60 時間に変位量が 1 m を超える非常に大きな地殻変動が進行していた（高橋・他、2002）
- ・多くの場合、噴火開始の数日前まで何らの顕著な兆候も現れないことにも注意する必要がある

（3）岩手山

1998 年に地震活動の活発化と明瞭な地盤変動が観測された。地震活動は山頂西側で始まり、西方へ約 10km にわたり伸展した。これに同期して、地盤変動源の西方移動も観測された。このことから、1998 年の活動は深部から山頂西側へ上昇したマグマが浅部で停止し、西方へ貫入したことによると解釈された。以上の観測成果は、1998 年当時と同程度の観測を継続すれば、浅部へのマグマ貫入は捕捉可能であることを示している。しかし、深部から浅部へのマグマ上昇過程を明瞭に捉えるには至っていない。また、浅部に達したマグマが地表へ達し噴火するか、浅部で横に貫入し噴火未遂に終わるかの予測は現状では困難。

- ・深部からのマグマ上昇過程など未解明な部分は残っているが、様々な観測データを統合的に説明できるモデルが提案されるなど、活動特性の理解はある程度進んでおり、今後も同様な活動があれば、噴火発生をある程度予測することが可能であると考えられる（結果として噴火に至らないこともある）。
- ・1998 年の異変や過去の噴火から、噴火開始地点に幅があり噴火様式も多様であることを考慮する必要がある。

（4）浅間山

20 世紀前半から 1973 年噴火までの爆発的噴火が頻発した時期には火口底までマグマが上昇したため、爆発前に明瞭な地震増加や火映などの熱活動の高まりが捉えられた。1982 年～1983 年頃の噴火は、マグマが火口底まで上昇しなかったため、噴火規模が小さく従来のように明瞭な前兆は捉えられなかったが、火道内の物理的状態を示す地震活動様式の変化を観測した。

2004 年噴火を含む最近の観測事実からマグマ供給系の解明がある程度進んだ。現在認識されている火山活動概要は以下の通り

- ・西側山麓で深部からマグマがダイク状に貫入、関連して山体周辺に A 型地震が発生
- ・マグマから分離した高温ガスが火道を上昇して山体浅部に熱を供給し、山頂火口では噴煙活動や B L 型地震活動が活発化し、場合によっては小規模噴火が発生
- ・マグマの火道上昇あるいは高温ガスの増加に伴い、火口底で地下水等との熱交換による特異な長周期地震が多発、火口底の高温化が進行して特異な長周期地震活動が無くなった後、さらにマグマが上昇すると山体浅部の膨張及び BH 型地震の急増が始まり、その数時間～1 日後に爆発的噴火が発生

(5) 富士山

近代的観測の開始以降、噴火は経験していないが、火山噴火予知連絡会富士山ワーキンググループにおいて、古文書等歴史資料、地質資料等をもとに、噴火発生域及びダイク貫入モデルによる1707年宝永噴火シナリオを想定して地震活動及び地殻変動量を推定したほか、それらに基づき観測網の検知力についても調査を行った。それらの結果を踏まえ、噴火観測事例はないものの、火山学的知見に基づき噴火発生予測がある程度可能と判断される火山と位置づける。

- ・噴火発生の可能性のある地域は広大であることを考慮した観測網の維持・整備が必要

(6) 伊豆東部火山群

1989年に発生した手石海丘からの噴火やその前後に発生した地震の多発時とそれに伴う地殻変動の観測から、以下のことが知見として得られた。

- ・東伊豆の歪変化量と、ダイクの貫入によると思われる体積増加量には、高い相関が認められ、歪変化量からおおよそのマグマ貫入量を推定することが可能である
- ・震源位置（特に深さ）を正確に推定することが、噴火の可能性を評価するために重要。貫入マグマの密度中立点（深さ数 km）の深部活動で止まる場合は、噴火の可能性は低く、震源が密度中立点を越えて浅部への移動が始まる場合は噴火に至る可能性が高いと考えられる。

(7) 伊豆大島

最近約250年間は30~40年程度の間隔でマグマ噴火を繰り返している。火山噴火予知連絡会伊豆部会で噴火シナリオを検討するなど、過去の観測事実から噴火準備から噴火に至る過程の理解がある程度進んだと考えられる。1986年噴火時の観測から次の知見が得られている。

- ・噴火準備期には深部へのマグマ注入による膨張が長期的に継続し、噴火数年前になると鈍化がみられる
- ・噴火の数ヶ月前からマグマ上昇により火山性微動発生、地磁気・比抵抗変化の加速、熱異常等がみられる可能性がある（山頂周辺の顕著な地殻変動はみられない可能性がある）
- ・噴火直前にはさらなるマグマ上昇により火口内の噴気活動の活発化、微動振幅増大があり、山頂噴火に至る可能性が高い

割れ目噴火は、山頂噴火が前駆する可能性が高い。1986年噴火では割れ目噴火の2時間前から急速な地殻変動と地震活動の顕著な増大がみられた

(8) 三宅島

最近約100年間は20年程度の間隔でマグマ噴火を繰り返しており、2000年噴火を含む観測事実からマグマ供給系の理解がある程度進んだと考えられる。

- ・長期的な深部へのマグマ蓄積による膨張傾向がみられる
- ・地震を伴って深部から浅部に急速にマグマが貫入して噴火に至ると考えられ、地殻変動源や震源から噴火地点が予測できる可能性がある
- ・顕著な異変が現れてから数時間で噴火に至る場合を想定した監視体制が必要

(9) 阿蘇山

火山活動に関する主な知見は以下の通りであり、最近と同様な活動であれば噴火直前の前兆現象を捉えられる可能性がある

- ・ 「湯だまり」→土砂噴出→「赤熱現象」→火山灰噴出→鳴動→「ストロンボリ式噴火」→「湯だまり」の三角ダイアグラムが提示されている（須藤、他）
- ・ 火山性地震の震源分布には火山活動に伴う変化は見られないが、火山性微動は活動に対応して大きく変化する
- ・ 広帯域にわたる多種類の火山性微動が常に観測されており、さらに短周期微動には連続的の微動から孤立型微動までである。連続型微動は噴火活動前期から振幅増大し、卓越周波数が徐々に低くなり、活動最盛期には2Hzまで低下する。高周波から低周波への周波数変化は火道拡大を示すと考えられている（須藤、他）
- ・ 火山活動に伴う地盤変動が極めて小さい火山である（須藤、他）
- ・ 火口近傍の全磁力観測により、火口直下（深さ200m程度）での温度上昇が検知されている（田中他）
- ・ 20世紀初頭の噴火は最近の噴火よりも大規模であり、噴火地点も第1火口に限らず第4火口まで噴火していることに留意すべきである。
- ・

(10) 雲仙岳

1990～1995年の活動では震源移動や傾斜計の観測により、溶岩流出の予測に成功している。今後も同様な活動であれば噴火発生予測はある程度可能と考えられる。予想される活動推移は以下の通り。

- ・ 約4ヶ月前から橘湾から橘湾東部、島原半島内へと震源移動が捉えられた。さらに2ヶ月前には島原半島西部の地震が増加
- ・ 溶岩ドーム出現直前には、地殻変動に山体膨張を示す急激な変化、全磁力観測でマグマの上昇による急激な熱消磁、数日前に火口付近での地割れを確認
- ・ 傾斜計の長周期振動振幅からマグマ供給量が推計された

以上の経過から、次のような活動サイクルが想定されている。橘湾で群発地震→マグマが島原半島方向へ移動→島原半島内で地震が発生→普賢岳山頂付近で群発地震→噴火→溶岩ドームの形成・成長→火砕流の発生→溶岩ドームの成長停止→火山活動の低下または溶岩ドームを形成せず溶岩流が発生

(11) 桜島

ブルカノ式噴火の予測は研究が進んでいる。他方、大正噴火（1914年）規模の山腹噴火では、噴火発生の前日から有感地震多発などの前兆現象が確認されており、適切な観測と迅速な評価がなされれば、噴火予測ができる可能性が高い。得られている知見は以下のとおり。

- ・ 主マグマ溜りは桜島北方、始良カルデラの地下深さ10kmに存在し、副マグマ溜りは桜島の直下の約4kmに存在すると推定されている。地下深部から主マグマ溜りへのマグマ供給率は、年間約1000万立方メートル、1914年噴火以降のマグマ貯蓄量は10億立方メートル以上と見積もられ、現在でもマグマ蓄積が継続している

- ・ A型地震の多くは南岳山頂直下の発生(0~4km)及び沖小島付近で発生(6~10km)、始良カルデラ内の東部でも発生することがある。桜島南西沖の地震活動は、始良カルデラから桜島を横切るマグマの貫入イベントに関連するという解釈もある。
- ・ BH型、BL型地震や爆発地震は南岳山頂直下の浅い所で発生(0~3km)
- ・ 噴出物の多い山頂噴火については、発生の10分~数時間前から微小な前兆地盤変動(火口方向隆起・膨張 0.01~0.2 μ rad.)が観測されることが多い
- ・ B型地震の群発中に特定周波数が卓越するなど、波形単純化が進行すると、群発地震終了後に爆発的噴火が多発する例が多い
- ・ 2006年6月からの昭和火口噴火に先立っては、数年前から桜島周辺部のA型地震の発生増加や昭和火口の噴気・地熱の異常以外顕著な兆候は認められなかった。昭和火口からの噴火繰り返しにより火口が拡大し、噴火の規模が漸次大きくなっている。
- ・ 山頂噴火の激化、昭和火口からの溶岩や火砕流の流下、また現時点では可能性が低い、山頂噴火や始良カルデラ内の海底噴火なども想定した監視・観測の整備と維持が必要。

以上11の火山のうち、十勝岳、伊豆大島、桜島については、以下に記載する理由により、近い将来に、避難等の防災対策が必要となる噴火(噴火警戒レベル4以上)の発生が予想されることから、具体的な監視・観測体制を検討する際には考慮する必要がある。

○十勝岳

最近約100年間のマグマ噴火発生間隔及び現在の活動状況を考えると、近い将来に避難等の防災対策が必要となる規模の噴火(たとえば1962年噴火、積雪期では1988~89年噴火)の発生が予想される。

○伊豆大島

1986年の噴火以降、消長を繰り返しながら、山体の膨張が継続しており、地下のマグマ溜りにマグマが蓄積されていると考えられる。最近約250年間は30~40年程度の間隔でマグマ噴火を繰り返していることから、近い将来、マグマ噴火が発生すると考えられる。

○桜島

始良カルデラの主マグマ溜りでは、昭和火口での噴火が始まった2006年以降も、マグマ蓄積が着実に継続している。すでに1914年の噴火(大正噴火)時のマグマ噴出量(約15億立方メートル)の8割程度を再蓄積していると考えられ、近い将来の山頂火口や昭和火口での噴火活動の激化、あるいは山腹等での大噴火発生の可能性が高いと考えられる。

6. 選定に当たったの残された課題

上記の選定、及び整理については、現在の火山学の知見に基づいて選定、整理を行ったものである。しかし、噴火の可能性については、時期や規模を定量的に求めることは現在の火山学の知見では困難である。また、過去の噴火履歴については、過去の噴火による堆積物等が詳し

く調査されている火山や有史以降繰り返し噴火をしている火山など、地質調査結果・文献記録が豊富な火山がある一方で、このような調査がほとんどなされていないか、噴火の可能性を判断できる噴火実績がほとんどない火山など、評価を行うのに十分な過去の噴火履歴が判明していない火山がある。今回の選定においても、評価が必ずしも十分に行なわれていない火山があり、選定すべきかどうか意見が分かれた火山もある（例えば、羅臼岳、摩周、十和田、由布岳、中之島など）。

今回は無人島、海底火山について評価を行わなかったが、過去の噴火で津波が発生するなど居住地域に影響を及ぼした事例もあることから、これらの火山も含めて、今後の調査・研究の成果により、新たに知見が得られ、選定結果等に変更が必要であると認められた場合には、火山噴火予知連絡会において検討を行い、適宜変更を行うものとする。

参考資料：各火山の選定理由の取りまとめ資料
各火山の火山学的知見に基づいた整理資料
中長期的な火山活動評価に関する検討経緯

火山観測体制等に関する検討会報告

1. はじめに

我が国には全国に108の活火山があり、過去多くの噴火災害に見舞われてきた。火山災害軽減のため、これまで各機関がそれぞれの役割に応じて火山観測を行い、互いに連携して火山防災に貢献してきた。

より効果的な火山防災体制を構築することを目的として、「火山情報等に対応した火山防災対策検討会」は平成20年3月に「噴火時等の避難に係る火山防災体制の指針」を取りまとめた。この指針を受け、関係機関はこれまで以上に連携を強化し、火山観測体制の充実を図る必要がある。

気象庁は全国の活火山について、火山防災を目的に監視を行っており、平成19年12月1日からは全国の活火山に噴火警報の発表を開始した。これらのうち、特に活動が活発等、連続監視が必要な火山においては、火山近傍に地震計等を設置して連続監視を行っており、近年は多項目観測を実現させるなど監視・観測体制の強化を進めてきた。平成21年2月に火山噴火予知連絡会火山活動評価検討会は、今後監視・観測体制の充実等の必要がある47火山を選定した。平成21年度補正予算により、これらの火山において、多項目観測を実施するための観測施設の整備を行っているところであるが、今後も火山活動が活発化した場合などには、的確な火山活動状況の把握のため必要に応じて監視・観測体制の強化に取り組む必要がある。

大学及び研究機関は火山噴火予知計画に基づき、観測研究に基づく火山噴火予知手法の開発を進め、適切な観測体制が取られた火山では噴火時期をある程度予測できるまでになった。しかし、噴火の様式や規模等の噴火推移予測については、経験則に基づく予測が成立する場合以外は依然として困難な状況にある。今後は、噴火推移予測をめざした噴火予知の高度化のため、観測研究の一層の推進が重要である。また、第7次火山噴火予知計画のレビュー等で指摘されているように、国立大学の法人化等に伴い、従来の観測研究体制を変更せざるを得ない状況が生じており、今後の観測体制のあり方について具体的検討が必要となっている。

以上を踏まえ、調査研究の一層の推進及びその成果を活用した観測体制の強化等を進めるため、火山噴火予知連絡会の任務の一つである「火山噴火予知に関する研究及び観測体制の整備のための施策について総合的に検討すること」に則り、かつ、科学技術・学術審議会の建議により平成21年度から始まった「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」にも関連して、今後の観測体制やデータ流通体制及び研究体制のあり方について検討を行う必要がある。

本検討会では、調査研究の一層の推進及びその成果を活用した観測体制の強化等を進めるため、以下の各項目について検討を行い、最終的に国として必要な観測体制の取りまとめを行った。

- ①調査研究の推進及びその成果を踏まえた監視体制のあり方
- ②国として必要となる観測網、観測データの流通及び共有化体制のあり方
- ③関係各機関の役割分担と観測網整備の優先度を踏まえた火山ごとに必要な具体的な観測網のあり方

なお、火山観測データの流通・共有にあたっての技術的な事項については、作業部会を設置して検討した。

2. 火山観測体制の充実についての基本的な考え方

(1) 検討の方向性

火山防災体制をさらに充実させるため、気象庁は監視・観測体制の充実等の必要がある。47 火山を対象に引き続き必要に応じた監視・観測体制の強化を進める。大学及び研究機関は平成 20 年度の科学技術・学術審議会測地学分科会火山部会（以下「測地学分科会火山部会」という）の検討結果に則って、研究観測体制を強化する。観測点の整備に当たっては、各機関がそれぞれの役割を踏まえながら連携し、限られた資源の有効利用の方策を検討する。

(2) 火山監視・観測体制の充実

火山噴火予知連絡会の検討において、監視・観測体制の充実等が必要な火山として位置づけられた火山については、気象庁による観測施設整備が進められているところであるが、関係機関と連携してさらに監視・観測体制の強化を図り、よりの確な噴火警報の発表に努める。

監視・観測体制の強化を効率的に行うため、観測データの流通及びその共有を推進することにより、各機関の観測資源をより有効に活用する。気象庁は、大学等研究機関の観測施設の保守・維持等の効率化に協力することを含め、大学等研究機関と連携して、監視体制の強化を図る。

監視・観測体制の充実等が必要な火山以外の火山については、当面は広域観測網を活用した監視を行うこととする。ただし、活動に高まりがみられた場合には、機動観測点の増設等により必要な観測体制を緊急に整備する。

(3) 調査研究の推進のための研究観測体制の充実

大学は、測地学分科会火山部会の検討結果を受け、活動度が高い火山や、現時点では活動度が低いものの潜在的爆発活力が高い等、研究的価値の大きい火山を重点的な研究対象とし、それらの火山に観測機器等の研究資源を集中する等し、観測研究体制を強化する。

防災科学技術研究所等は測地学分科会火山部会で検討された観測の重点化を受け、大学の観測研究の支援も視野に入れた観測体制を整備する。

(4) 今後の課題

火山防災のため、調査研究のみならず監視にも必要となる高精度で高品位なデータを安定的に供給する観測網（基盤的な観測網）については、国が責任を持って整備する必要がある。今般の気象庁による整備も踏まえ、適切な維持・管理、運用を行うとともに、火山監視に係る研究の進展等も踏まえて必要な場合には適切な改善策を講じることが必要である。

3. 観測データの流通及び共有についての基本的な考え方

(1) 基本的な考え方

観測データの共有はこれまでも関係機関の間で必要に応じ行われ、一定の成果を上げてきた。

火山防災体制の充実に向けて、監視・観測体制の強化及び調査研究の推進を効率的、効果的に実現するためには、関係機関の連携をさらに強化して、観測データの流通及びその共有をこれまで以上に推進することが不可欠である。

(2) 火山監視・観測体制の強化のためのデータ流通・共有

火山防災を目的とした火山活動の監視に有効な観測データは、関係機関の協力に基づき、気象庁が火山監視に活用する。関係機関からデータ提供を受けるに当たり、気象庁はその観測点の維持・管理にできる限り協力する。

(3) 調査研究の推進のためのデータ流通・共有

調査研究の推進に必要な観測データについては、火山調査研究のさらなる発展のため、その流通を促進する。測地学分科会火山部会の「今後の大学等における火山観測研究の当面の進め方について」の趣旨を踏まえ、研究を阻害することのないように配慮しながら、観測データの共有と活用の方策を検討する。

(4) 観測成果の活用

監視・観測で得られた成果は、噴火警報や火山情報等により迅速に一般公表し、火山防災に活用する。調査研究で得られた成果は、論文や学術的な発表の場を通じて幅広く公表するとともに、火山噴火予知連絡会における情報交換等により、火山防災対策や監視・観測にも活用する。

(5) 観測データの流通・共有の具体的な進め方

観測データの流通・共有については、効率的かつ速やかな実現を図るため、地震調査研究推進のための地震観測データの流通・共有に利用しているシステムを利用する。なお、現在の各機関の通信インフラ等の違いから、全く同じ条件で流通・共有を行えない大学等があるが、当面は、気象庁とのデータ交換に利用している回線等を利用して可能な範囲で流通・共有を進めるとともに、今後、速やかに同等の条件で観測データの利用が可能となるよう、関係機関が連携して改善を図っていく。

これらを前提とした観測データの流通・共有を実現するため、火山観測データの流通や利用等に関する関係機関間の取り決めについての検討を火山噴火予知連絡会のメンバーを中心として速やかに進める。

(6) 今後の課題

観測データの流通・共有に当たって、地震調査研究に利用しているシステムと同じものを用いることを計画していることから、地震調査研究関係機関との間において調整を行うことが必要である。

また、観測データの一括処理を行うデータ処理センター機能及びデータアーカイブについては、データ量が膨大でかつ多岐にわたることから、その必要性や役割分担等も含めて今後の検討課題とする。

なお、今回の火山観測データの流通・共有に当たっては、地震計、空振計、傾斜計等のWINフォーマットでの伝送を想定したデータについて検討を行い、今後そのシステム等の具体化を図っていく計画であるが、GPS、映像データ等の流通・共有化についても、その必要性を含めて今後の検討課題とする。

火山観測体制等に関する検討会

(第12回)

議事次第

日時：平成26年11月28日(金)

10:00～12:00

場所：気象庁本庁講堂

1. 開 会

2. 議題

- (1)平成26年9月27日の御嶽山噴火を踏まえた今後の観測体制のあり方
- (2)その他

3. 閉会

(配布資料)

資料1：第11回火山観測体制等に関する検討会議事概要

参考資料1：第10回火山観測体制等に関する検討会資料

参考資料2：第11回火山観測体制等に関する検討会資料

参考資料3：第2回火山情報の提供に関する検討会資料抜粋(資料3)

火山観測体制等に関する検討会（第 11 回）議事概要

1. 検討会の概要

日 時： 平成 26 年 11 月 12 日（水）10:00～12:15

場 所： 気象庁大会議室（気象庁庁舎 5 階）

検討会委員出席者：清水座長、井口、石原、大島、岡本（代理：山越）、北川、篠原、
棚田、飛田、中田、名波、藤井、三上、森澤、森田、山岡、横山、野上、藤光
委員

気象庁出席者：西出、関田、松森、齋藤、菅野

2. 議事概要

<平成 26 年 9 月 27 日の御嶽山噴火を踏まえた今後の観測体制のあり方>

事務局から、資料 1、2 に基づいて説明、各委員にご議論をいただいた。委員からの主な意見等は以下のとおり。

水蒸気噴火と前兆事例

- ・ 雌阿寒岳の事例が示すように、過去の水蒸気噴火に先行した現象についての知見を監視観測にあたる者が共有することが重要。

御嶽山の火山観測体制に関する報告

- ・ 山頂付近の観測も含め、可能な観測はすぐに実施することが重要。
- ・ それぞれの役割を考慮した上で、実施主体の明記が必要。
- ・ 観測項目について、緊急観測、常時監視、現地調査などの区分がされているが、重複する項目も見られるので再整理が必要。
- ・ 速度構造や微動源の時間変化など、モニタリング手法の高度化についても検討が必要。

常時観測火山について

- ・ 平成 21 年以降顕著な異常が見られた火山を常時観測火山に追加すべき。

緊急提言に向けて

- ・ 水蒸気噴火のための観測体制、御嶽山の観測体制、常時観測火山の他、提言作成で考慮すべき事項
 - ・ 御嶽山に限らず、常時観測火山についても観測体制の強化が必要。
 - ・ 衛星からの観測を継続的に実施することが重要。
 - ・ 観測点設置だけではなく、観測精度を上げるなどの技術的な事項も検討することが必要。
 - ・ 観測項目の検討だけではなく、観測結果を評価することができるかの検討が必要。
 - ・ 水蒸気噴火発生の把握だけではなく、その後の活動推移の監視も重要。

3. 今後の予定

- ・ 次回の検討会は 11 月中に開催。
- ・ 今回行った議論をもとに緊急提言案を修正し、座長の了解を得て気象庁 HP で公開。
- ・ 次回の検討会で、修正した緊急提言案をもとに議論を重ね、緊急提言をとりまとめる。

(参考資料 1)

第 10 回火山観測体制等に関する 検討会資料

資料1： 議論のポイント

資料2： 御嶽山の 9 月 27 日噴火の概要と気象庁の対応

資料3： 水蒸気噴火と前兆現象

資料4： 御嶽山で今後予想される活動の推移と観測体制

資料5： 常時観測火山について

参考資料1： 中長期的な噴火の可能性の評価について - 監視・観測体制の充実等の必要な火山の選定 - (平成 21 年 6 月 火山活動評価検討会)

参考資料2： 火山観測体制等に関する検討会報告 (平成 22 年 2 月 21 日 火山観測体制等に関する検討会)

平成26年9月27日の御嶽山噴火を踏まえた 今後の観測体制のあり方

議論のポイント

- 水蒸気噴火の前兆をどう評価したらよいか
- 観測点の配置、観測種目で改善すべき点はないか
- 御嶽山の今後の活動の推移を把握するためには何が
必要か
- 常時監視を行う火山の見直しが必要ではないか

御嶽山の9月27日噴火の概要 と気象庁の対応

2014年9月27日御嶽山噴火に係る発表情報等一覧

2014年9月11日～9月27日17時

年	月	日	時	分	情報種類	情報内容等
2014	9	11	10	20	火山の状況に関する解説情報	第1号。10日昼頃から地震増加。10日は51回で、50回超えたのは2007年1月25日以来。振幅小。微動なし。噴煙不明。地殻変動変化なし。
		12	14	0	週間火山概況	地震増加。
			16	0	火山の状況に関する解説情報	第2号。地震増加続報。11日は85回で、80回超えたのは2007年1月17日以来。振幅小。微動なし。噴煙及び地殻変動変化なし。
		16	16	0	火山の状況に関する解説情報	第3号。地震増加続報。地震回数が10日、11日は多い状態、12日以降はやや多い状態。振幅小。微動なし。噴煙及び地殻変動変化なし。
		19	14	0	週間火山概況	地震増加続報。
		26	14	0	週間火山概況	地震増加続報。
		27	11	52	噴火	
			12	0	噴火に関する火山観測報	噴火。
				2	航空路火山灰情報	発表番号2014/1。
				36	噴火警報	火口周辺警報(噴火警戒レベル3、入山規制)。
			13	35	降灰予報	岐阜県、長野県、山梨県。
				56	航空路火山灰情報	発表番号2014/2。
			14	17	航空路火山灰情報	発表番号2014/3。
				30	報道発表	噴火について。会見。
			15	0	航空路火山灰情報	発表番号2014/4。
				24	噴火に関する火山観測報	噴火継続。
				50	降灰予報	岐阜県、長野県、山梨県。
		16		8	火山の状況に関する解説情報	第4号。11時53分頃噴火。噴煙高度不明。3kmを超えて噴煙が流れ下るのを確認。11時41分頃から連続した微動発生。現在も噴火継続と推測。火山性地震の多い状態が続いている(～15時)。
				30	火山の状況に関する解説情報	第5号。噴火後の状況。現在も噴火継続と推測。火山性地震の多い状態が続いている(～16時)。

報道発表資料
平成26年9月28日
気象庁

御嶽山の火山活動に関する火山噴火予知連絡会拡大幹事会見解

御嶽山では、9月27日11時52分頃に火砕流を伴う噴火が発生しました。その後も火山活動が高まった状態となっており、今後も噴火が発生する可能性があります。

御嶽山では、9月27日11時52分頃に噴火が発生しました。今回の噴火の規模は1979年の噴火と同程度と考えられます。火砕流が南西方向に3キロメートル以上流下し、気象レーダーの観測によると噴煙は東に流れ、その高度は火口上約7,000メートルと推定されます。その後の上空からの調査によると、噴火は剣ヶ峰山頂の南西側で北西から南東にのびる火口列から発生したとみられ、大きな噴石が火口列から1キロメートルの範囲に飛散しているのが確認されました。火砕流は発生しましたが、地獄谷付近で樹木等が焦げたような痕跡は認められませんでした。また、噴出した火山灰には新鮮なマグマに由来する物質は確認されておらず、今回の噴火は水蒸気噴火であったと考えられます。御嶽山で噴火が発生したのは2007年以来です。

この噴火の11分前から発生し始めた火山性微動は、噴火発生以降、振幅の大きい状態が約30分間続きました。また、傾斜計により、噴火の7分前から山側が隆起、噴火後からは山側が沈降するような変化が観測されました。

御嶽山では、1979年に有史後初めての噴火が発生し、1991年、2007年にもごく小規模な噴火が発生しました。それ以降、火山活動は概ね静穏に経過してきましたが、今年9月10日から11日にかけて剣ヶ峰山頂付近を震源とする火山性地震が一時的に増加し、14日以降は低周波地震が時折発生しました。火山性地震は次第に減少していました。地殻変動や山頂部の噴気活動には、特段の変化はみられていませんでした。今回の噴火前の変化は、ごく小規模な噴火が発生した2007年の状況に比べても小さいものでした。

9月27日の噴火以降、山頂火口からの噴煙活動が活発な状態で、火山性微動が振幅は小さくなりつつも9月28日15時時点で継続しており、また、火山性地震が多い状態となっているなど、御嶽山の火山活動は高まった状態で推移しています。このことから、今後も同程度の噴火が発生し、火砕流を伴う可能性があります。

一方、GNSSによる地殻変動観測では特段の変化は観測されておらず、現時点で大規模な噴火につながる兆候は認められません。

噴火に伴う弾道を描いて飛散する大きな噴石や火砕流に警戒してください。風下側では降灰及び風の影響を受ける小さな噴石に注意してください。爆発的噴火に伴う大きな空振に注意してください。また、降雨時には土石流の可能性がありますので注意してください。

【本件に関する問合せ先】気象庁地震火山部火山課
電話：03-3284-1749

報道発表資料
平成26年10月23日
気象庁

第130回火山噴火予知連絡会 御嶽山の火山活動に関する検討結果

御嶽山の火山活動には低下傾向がみられるものの、今後噴気活動や地震活動等が活発化する場合には、火口周辺に大きな噴石を飛散させ、火砕流を伴うような噴火が発生する可能性があります。

御嶽山では、9月27日に水蒸気噴火が発生しました。噴火は剣ヶ峰山頂の南西側に新たに形成された北西から南東に伸びる火口列で発生し、大きな噴石が火口列から約1キロメートルの範囲に飛散しました。また、火砕流が発生し、火口列から、南西方向に約2.5キロメートル及び北西方向に約1.5キロメートル流下しました。火砕流は発生しましたが、地獄谷付近では樹木が焦げたような痕跡は認められませんでした。

9月27日以降、活発な噴煙活動と連続的な火山灰の放出が続きましたが、10月11日以降は火山灰を含む有色の噴煙は観測されず、噴煙活動も徐々に低下してきています。

二酸化硫黄の放出量は、噴火発生直後から10月3日までは1日あたりおよそ500トンから1500トンと多い状態で推移しましたが、その後は1日あたりおよそ100トンから500トンとやや少ない状態となっています。

火山性微動は振幅の増減を繰り返していましたが、10月7日以降は検知できない程度の大きさになっています。火山性地震は噴火発生直後には多発しましたが、その後は次第に減少してきています。

御嶽山東麓の水準測量では、2006年から2013年にかけて隆起が観測されていましたが、噴火後の測量で沈降が観測されました。なお、傾斜計でも、噴火直前に山側上がりの変化がみられ、噴火とともに山側下がりとなりました。

以上のことから、火山活動には低下傾向がみられるものの、火口列からの噴煙活動や地震活動が続いており、今後も小規模な噴火が発生する可能性があります。

また、噴気活動や地震活動等が活発化する場合には、火口周辺に大きな噴石を飛散させ、火砕流を伴うような噴火となる可能性があります。積雪期に火砕流が発生したり、熱水が流出したりした場合には、火山泥流が発生する可能性があります。

今後も噴気活動や地震活動、地殻変動等のデータを注意深く見守る必要があります。

引き続き、噴火に伴う弾道を描いて飛散する大きな噴石や火砕流に警戒してください。風下側では降灰及び風の影響を受ける小さな噴石に注意してください。爆発的噴火に伴う大きな空振に注意してください。また、降雨時には土石流の可能性がありますので注意してください。

【本件に関する問合せ先】気象庁地震火山部火山課
電話 03-3284-1749



第 2 図 御嶽山 噴煙の状況
 (中部地方整備局の滝越カメラによる。2014 年 9 月 27 日 11 時 56 分)
 ・山の南西方向に火砕流が 3 km 程度流下した。



第 3 図 御嶽山 噴火発生前後の状況 (2014 年 9 月 27 日 11 時 50 分と 12 時 40 分の比較)
 (中部地方整備局設置の滝越カメラによる)
 ・山の南西側斜面を火砕流が 3 km を超えて流下した。右図四角枠内に火砕流が堆積している。

3. 投出岩塊(噴石)の分布状況

投出岩塊の分布状況を今回撮影した写真から大まかに推定し、A~Cの3ゾーンに区分した(図3)。基本的には火口からの距離によって分布密度が低下する。火口に近いAゾーンでは、極めて高い密度で投出岩塊が分布している(~10個以上/4mx4m)。写真で識別できない小さいものを含めると、この領域ではきわめて大量の放出岩塊が降下したことが推定される。Cゾーンより外側には写真で識別できるようなサイズのもの存在しない。

インパクトクレーターの大きさは直径10cm~1m程度である。このようなインパクトクレーターをつくっている投出岩塊の大きさはクレーター外に転がり出た岩塊等も参考にすると拳大から人頭大と思われる(最高で50~60cm?)。

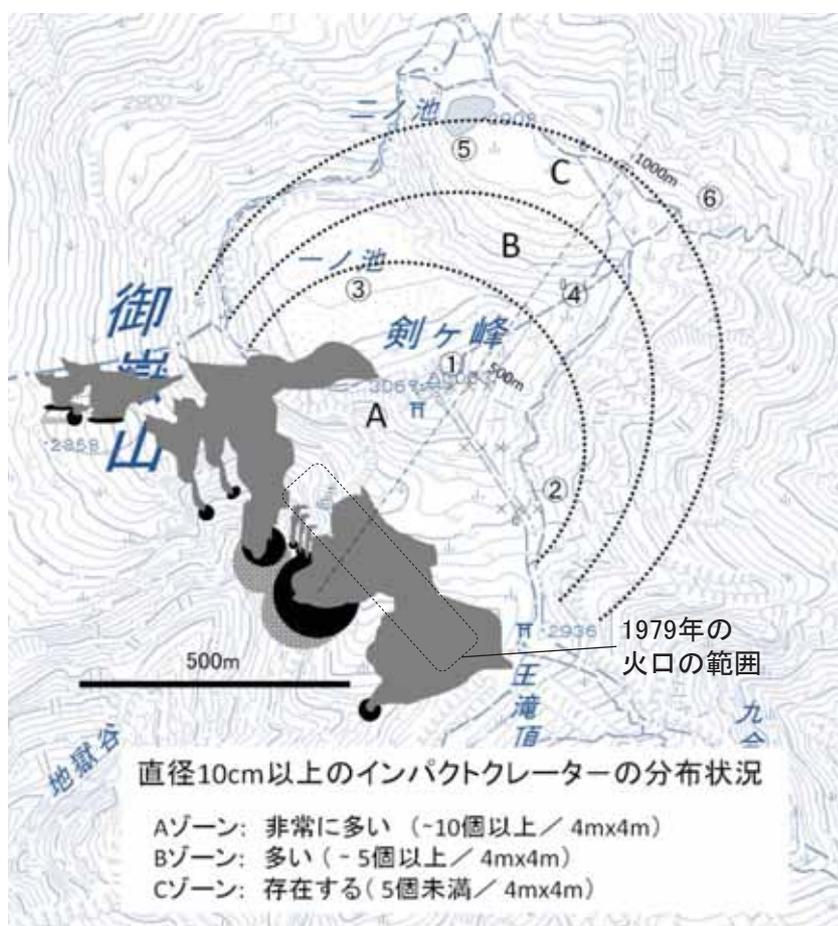


写真7. ① Aゾーン/御嶽山頂山荘.

図3 投出岩塊の分布状況。番号は写真の場所を示す。×は確認された被災者の位置。※ 十分な写真データがなく誤差は大きい。この図の作成には地理院地図(電子国土Web)を使用した。

最大到達距離を1000m(図3)として、空気抵抗なし、打出し各45度として弾道計算をすると、初速度は約100m/S程度と見積もられる。



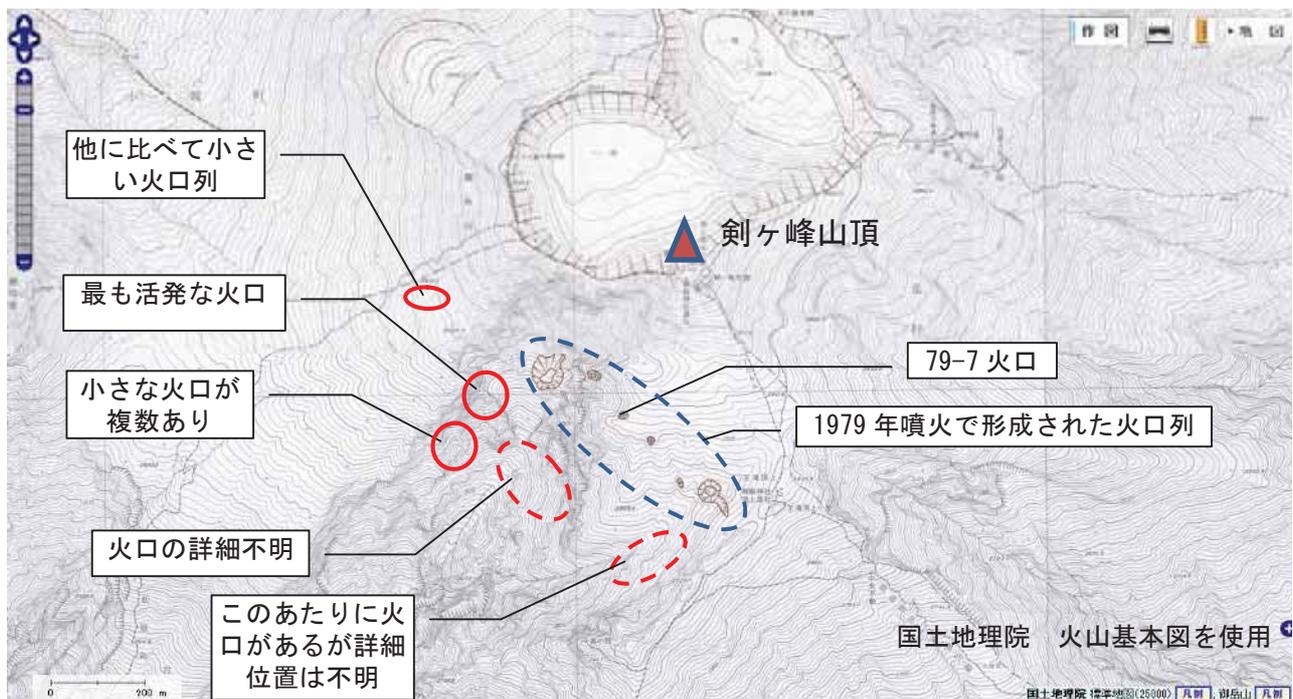
第1図 御嶽山 火口の位置と火砕流の先端が到達したと思われるおおよその位置
(2014年9月28日 陸上自衛隊の協力による上空からの観測により気象庁で解析)
・火口列から南西側約2.5 km、北西側約1.5 kmまで流下したとみられる。



第 9 図 御嶽山 赤外熱映像装置による山頂付近の観測

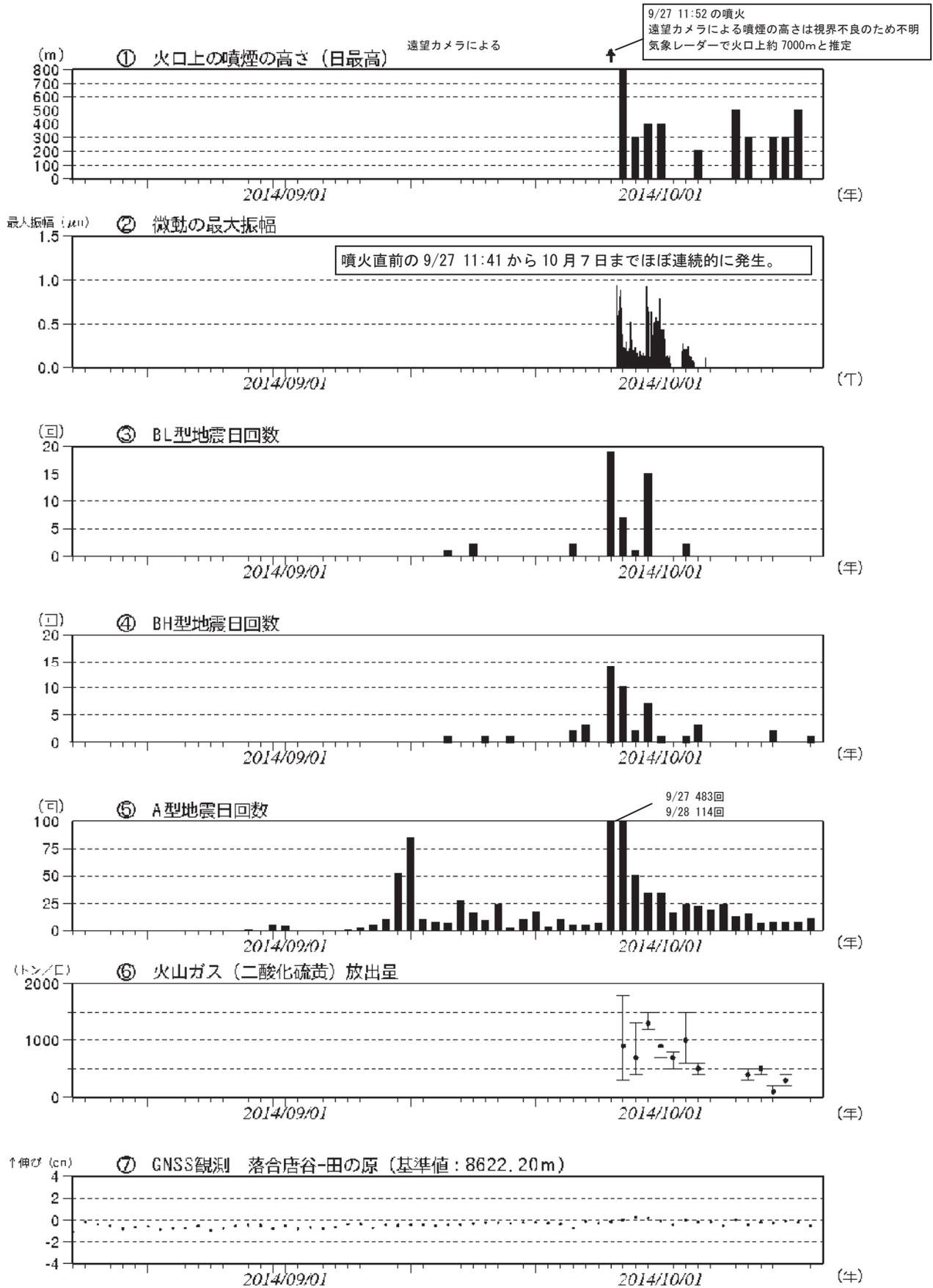
(2014 年 9 月 28 日 15 時 30 分、陸上自衛隊の協力により山頂北側の上空海拔約 3,600m から撮影)

- ・ 剣ヶ峰の南西側で、活発な噴煙が上がっている主に 3ヶ所 (右図円内) の高温域を観測した。
- ・ 噴火口周辺を除いては、日射の影響があるものの地熱域は特に認められなかった。

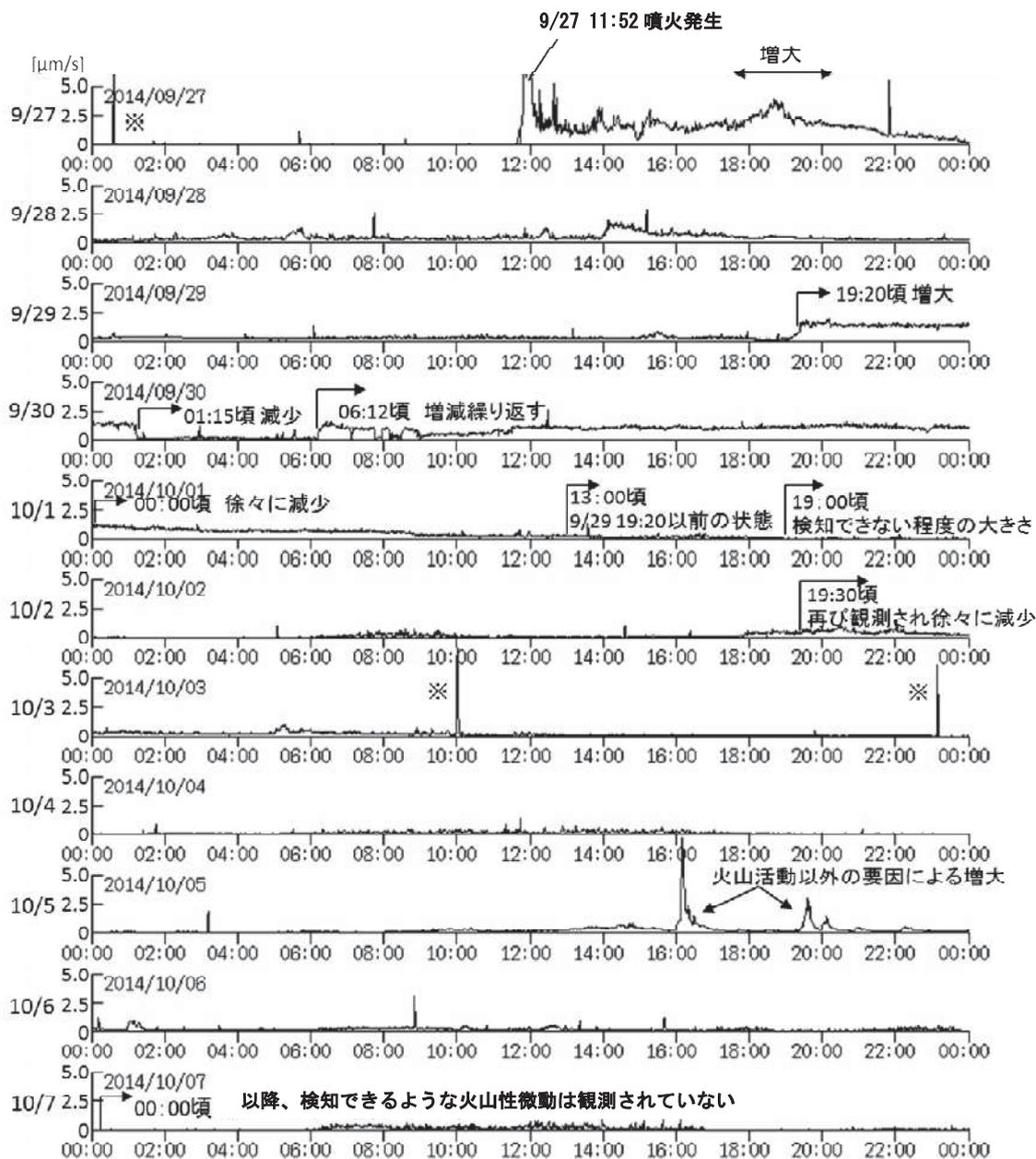


第 10 図 御嶽山 火口位置

- ・ 剣ヶ峰山頂の南西側に北西から南東に伸びる火口列が形成されていた。



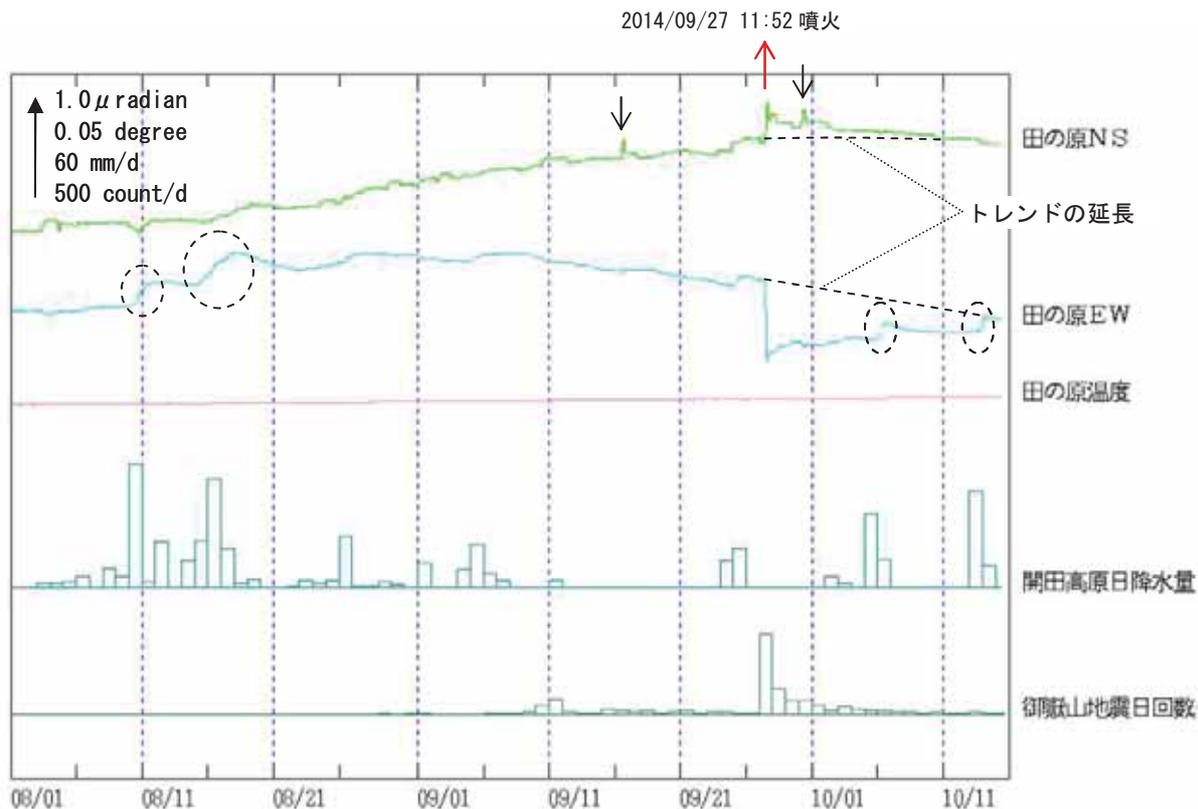
第20図 御嶽山 日別地震回数 (2014年8月15日~10月13日 (速報値含む))



第 21 図 御嶽山 田の原上観測点（剣ヶ峰の南東約 2 km）の
上下動地震波形の 1 分間振幅平均値の推移
(2014 年 9 月 27 日 00 時～10 月 7 日 24 時 00 分)

- ・噴火発生の 11 分前の 9 月 27 日 11 時 41 分頃から火山性微動が発生し、振幅の増減を繰り返しながら続いた。10 月 1 日 19 時頃からは検知できない程度の大きさになったが、10 月 2 日 19 時 30 分頃から再び観測され始めた。その後振幅は小さいながらも継続していた。10 月 7 日以降は、検知できるような火山性微動は観測されていない。

※ 火山活動以外の地震による。

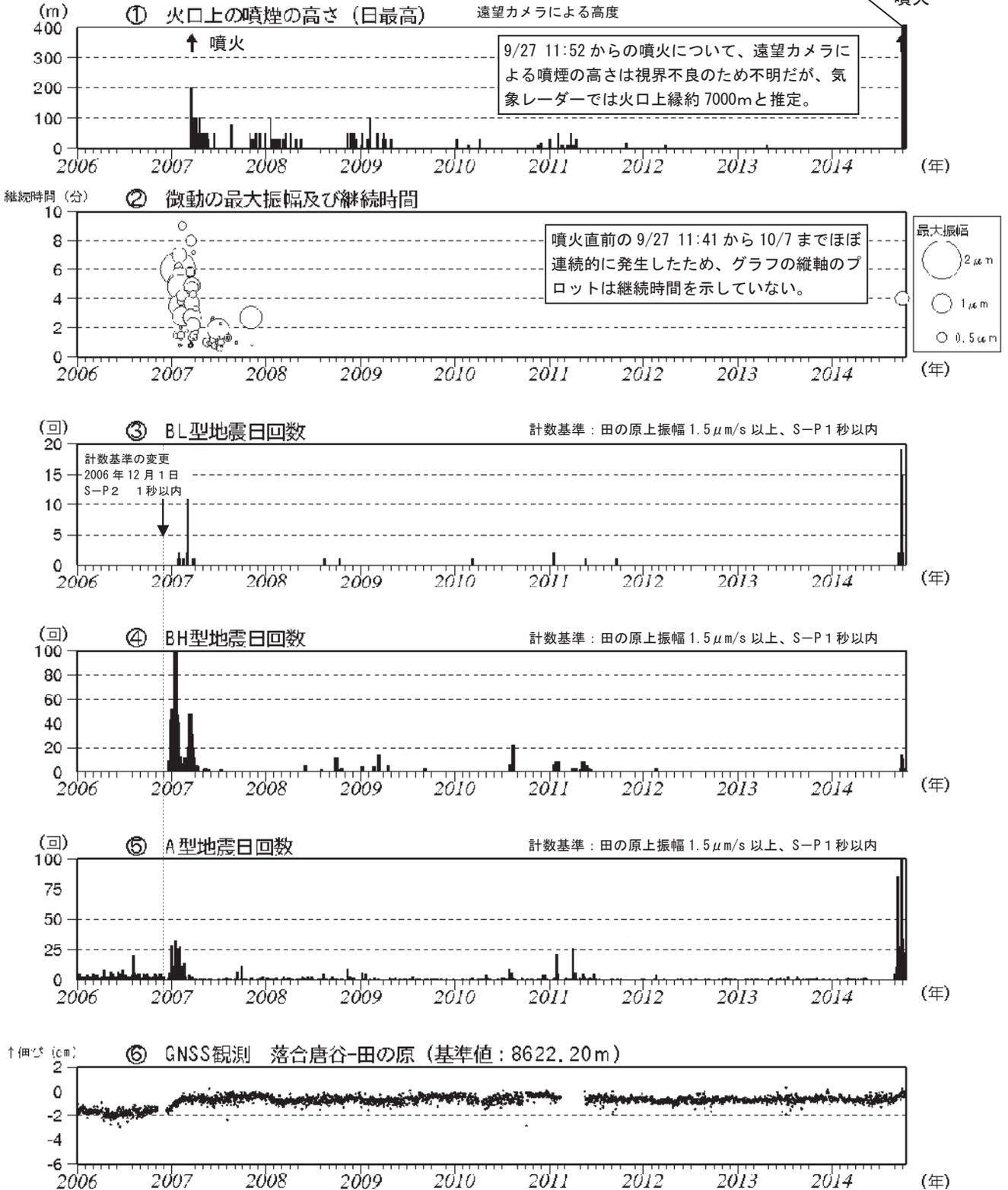


第 27 図 御嶽山 田の原観測点（剣ヶ峰南東約 3 km）の傾斜変動
 (2014 年 8 月 1 日 00 時～10 月 16 日 00 時、時間値、潮汐補正済み)

- ・ 剣ヶ峰山頂の南東 3 km の田の原観測点で、北西上がり（山側上がり）の変化を、その約 7 分後の 11 時 52 分頃に南東上がり（山側下がり）の変化を観測している。その後変位は戻りつつあるが、噴火前の状態までは戻っていない。
- ・ 田の原観測点では、しばしば原因不明のステップがみられる（図中下向き矢印）。
- ・ 主に東西成分に降水によるとみられる変動が現れている（図中点線丸印）。

カメラのよる最高高度
は火口縁上 800m (9/28)

噴火



第 33 図 御嶽山 最近の火山活動経過図 (2006 年 1 月 1 日~2014 年 10 月 13 日)

2010 年 10 月以降の GNSS データについては解析方法を改良し、対流圏補正と電離層補正を行っている。なお、解析には、IGS (International GNSS Service: 国際 GNSS 事業) から提供される超速報暦を用いている。

図中⑥は第 36 図の GNSS 基線②に対応し、空白期間は欠測を示す。

- ・ 2007 年 3 月後半の噴火前に山体膨張の地殻変動がみられ、火山性地震が増加し、微動が観測された。
- ・ ②の基線において、2014 年 10 月中旬までのデータの解析により、2014 年 9 月上旬頃以降ごくわずかな変化があることがわかった。このような基線変化は地殻変動の他、気象擾乱等でも生じることがある。

精密水準測量による御嶽山における上下変動(2006年4月-2014年10月)

日本大学文理学部・名古屋大学・京都大学・九州大学・北海道大学・東濃地震研究所

名大・他では1990年代後半から御嶽山東麓における路線で水準測量を実施している。2014年噴火後の10月15日~17日に再測量と路線の拡張をおこなった。既存の全路線の最後の測量は2007年4月であり、2007年4月—2014年10月の上下変動を求めた。上松(BM34)を不動点として、木曾温泉の北西端(BM317)で約14mmの沈降(山頂方向が沈降)が検出された(図1・2)。路線の一部だけの測量(図3)も加え、上下変動の時間的変化を検討すると、2006年以降山頂方向が隆起する変動パターンになっていることが明らかとなった(図4)。また短い区間の測量ではあるが2013年の測量結果から、山頂隆起が2013年まで継続していたことがと示唆された(図5(b))。今回の測量で、BM25を不動点とした場合、2006—2009年に山頂方向が隆起した量に相当する量の山頂方向の沈降が検出された(図4・図5(a))。

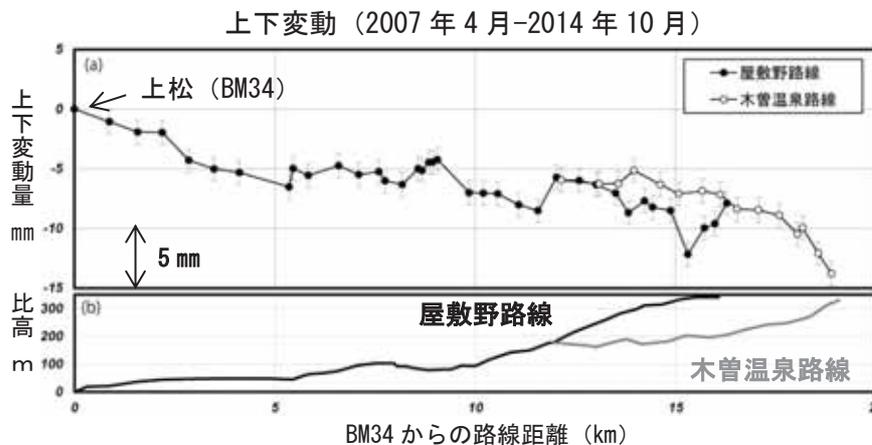


図1. 御嶽山における2007年4月から2014年10月の上下変動(a)と路線の比高(b)。変動はBM34(上松)を不動点とした。路線のほぼ全体でなだらかな沈降を示し、木曾温泉路線の北西端で14mm、屋敷野路線の北西端で8mmに達する。木曾温泉路線北西端までの往復差の積算量は±1.7mmである。

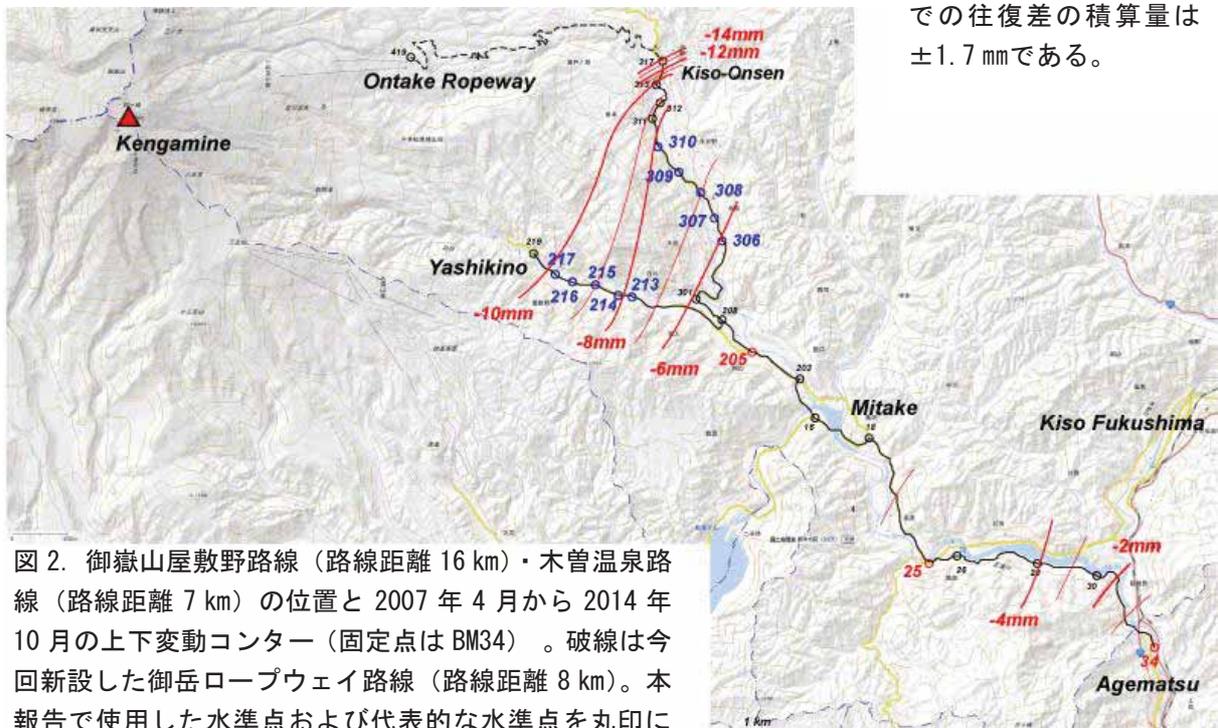


図2. 御嶽山屋敷野路線(路線距離16km)・木曾温泉路線(路線距離7km)の位置と2007年4月から2014年10月の上下変動コンター(固定点はBM34)。破線は今回新設した御岳ロープウェイ路線(路線距離8km)。本報告で使用した水準点および代表的な水準点を丸印にて示す。赤丸は図1~5にて不動点として使用した水準点、青丸は図5で時間変化を示した水準点である。(地図は電子国土ポータルによる)

測量担当者 (2014年10月)

村瀬雅之(日大)、山中佳子、堀川信一郎、松廣健二郎(名大)、大倉敬宏、吉川慎、井上寛之、三島壮智、園田忠臣(京大)、松島健、内田和也(九大)、森濟(北大)、木股文昭、宮島力雄(東濃)

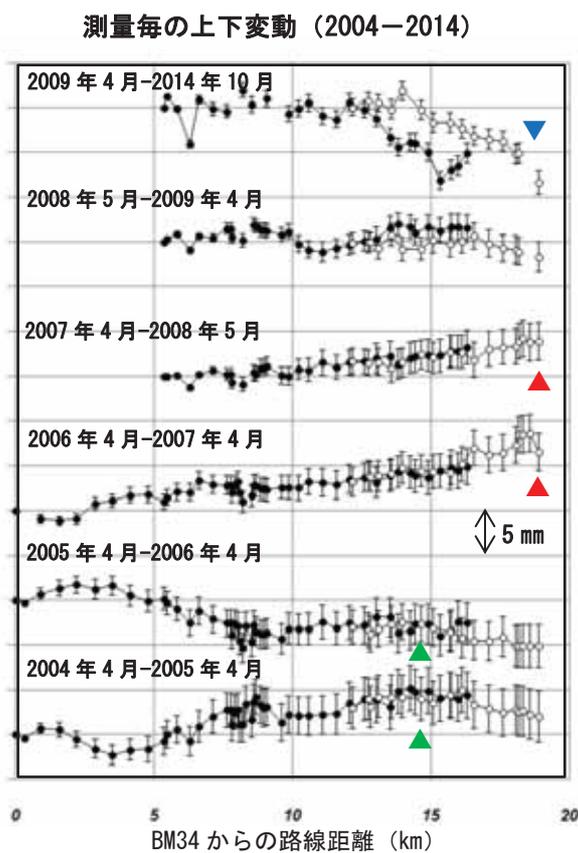


図 3. 2004 年からの測量毎の上下変動。2004 年～2006 年の変動は BM34 を 2006～2014 年の変動は BM25 を不動点とした。2006 年以前は群発地震域を中心とする隆起(▲)が検出されていたが、2006～2008 年では山頂方向が隆起する傾向(▲)に変化している。2014 年噴火をはさむ 2009～2014 年は山頂方向が沈降(▼)した。

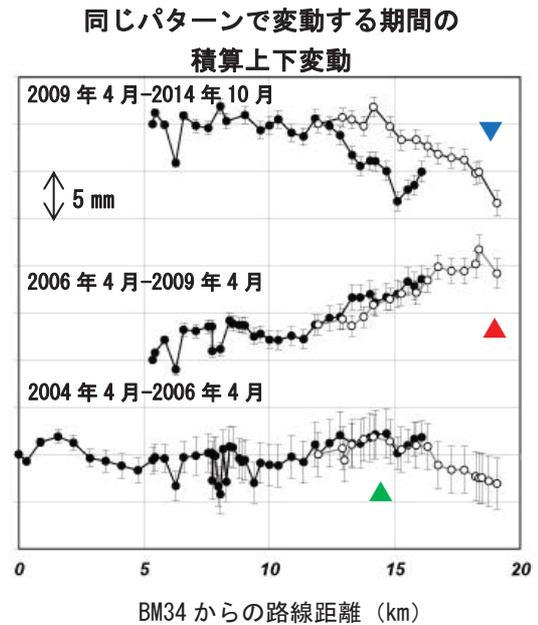


図 4. 同じパターンで変動する期間で積算した上下変動。2004 年～2006 年の変動は BM34 を 2006～2014 年の変動は BM25 を不動点とした。2004～2006 は群発地震域を中心とした約 3 mm の隆起(▲)が見られ、2006～2009 年は山頂方向が約 1 cm 隆起(▲)、2009～2014 年は山頂方向が約 1 cm 沈降(▼)している。

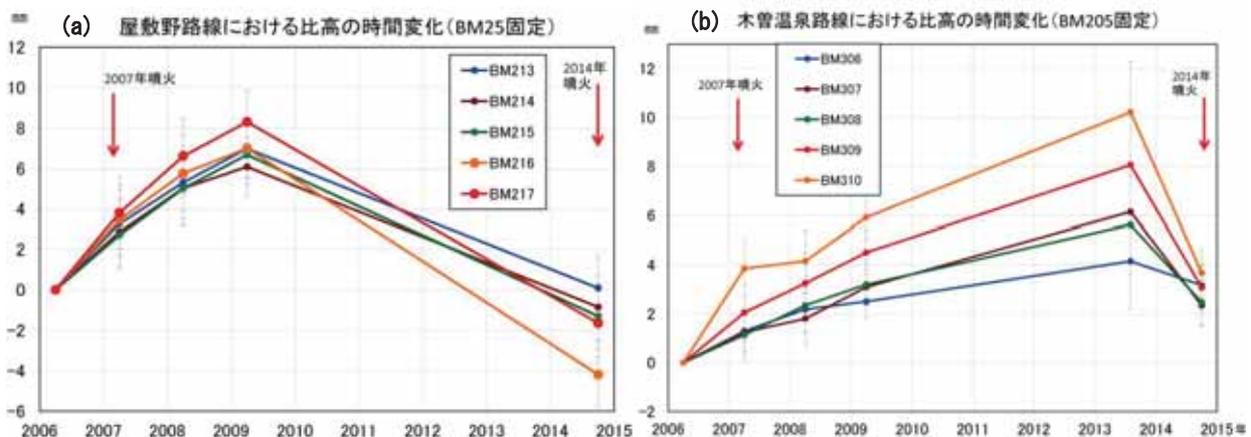
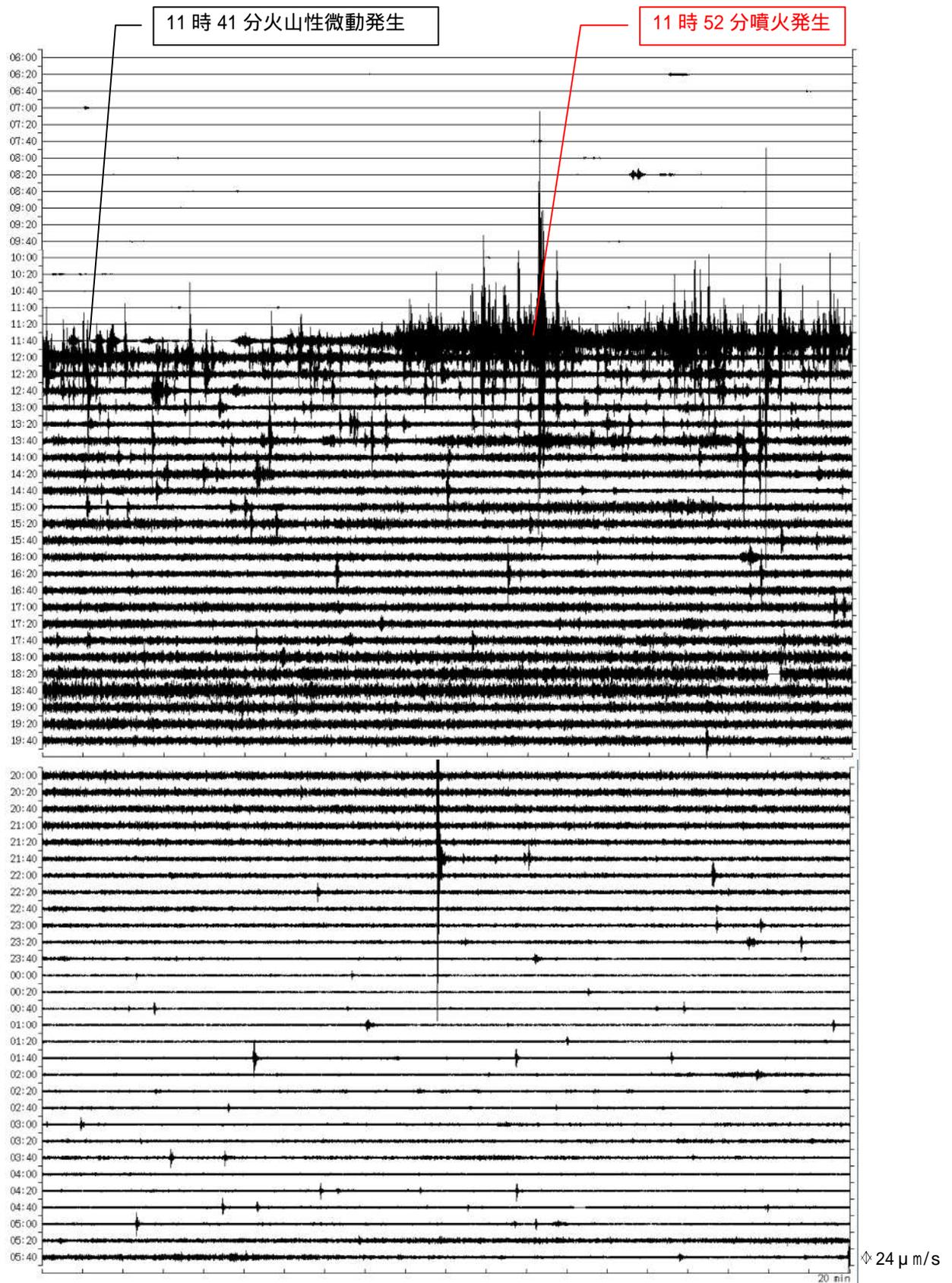


図 5. 屋敷野路線(a)および木曾温泉路線(b)における 2006 年以降の時間変化。屋敷野路線の時間変化は BM25 を不動点とした。2006—2009 年に山頂方向が隆起した量に相当する量の山頂方向の沈降が 2009～2014 年に検出された。木曾温泉路線は 2013 年 8 月にも BM205～BM310 の短い区間のみではあるが測量がおこなわれているため、木曾温泉路線は BM205 を不動点とし、2013 年 8 月の変動を加えた図を示す。2006 年から始まった山頂方向の隆起が 2013 年 8 月まで継続していた可能性がある。

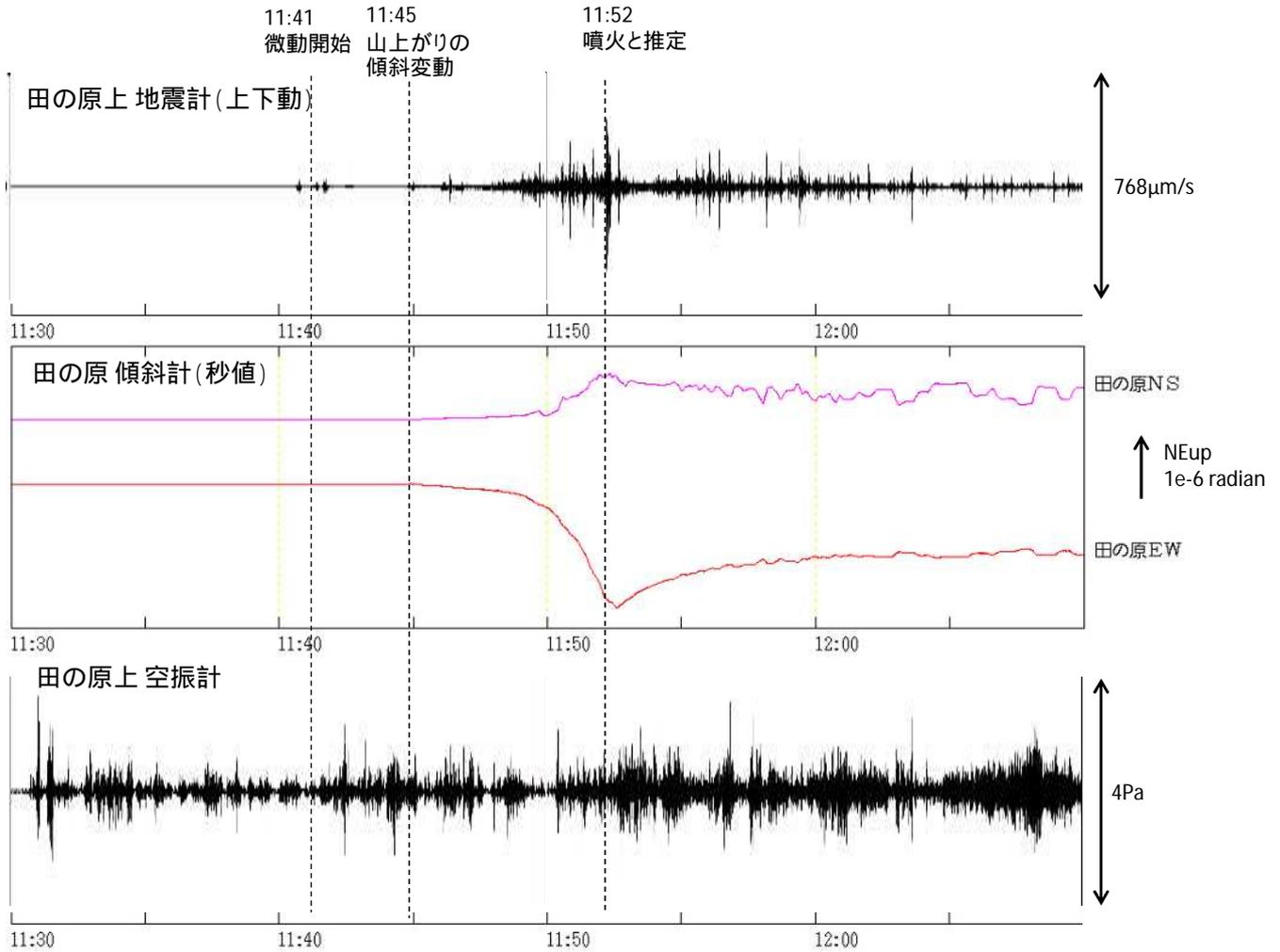


第 1 図 御嶽山 規制範囲図
 ・赤点線が山頂火口から 4 km の範囲



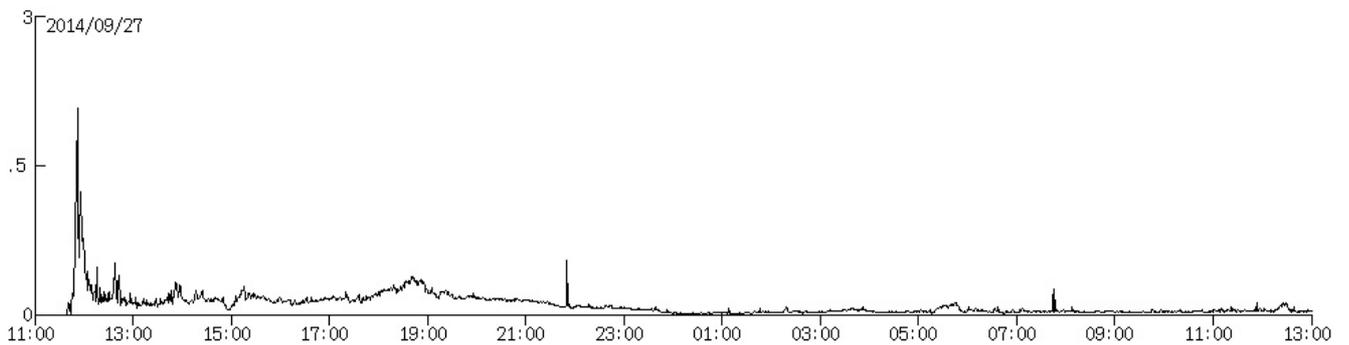
第 5 図 御嶽山 地震及び微動の発生状況
 (2014 年 9 月 27 日 06 時 00 分 ~ 9 月 28 日 06 時 00 分)

・火山性微動が 11 時 41 分に発生し、振幅が徐々に小さくなりながら継続している。



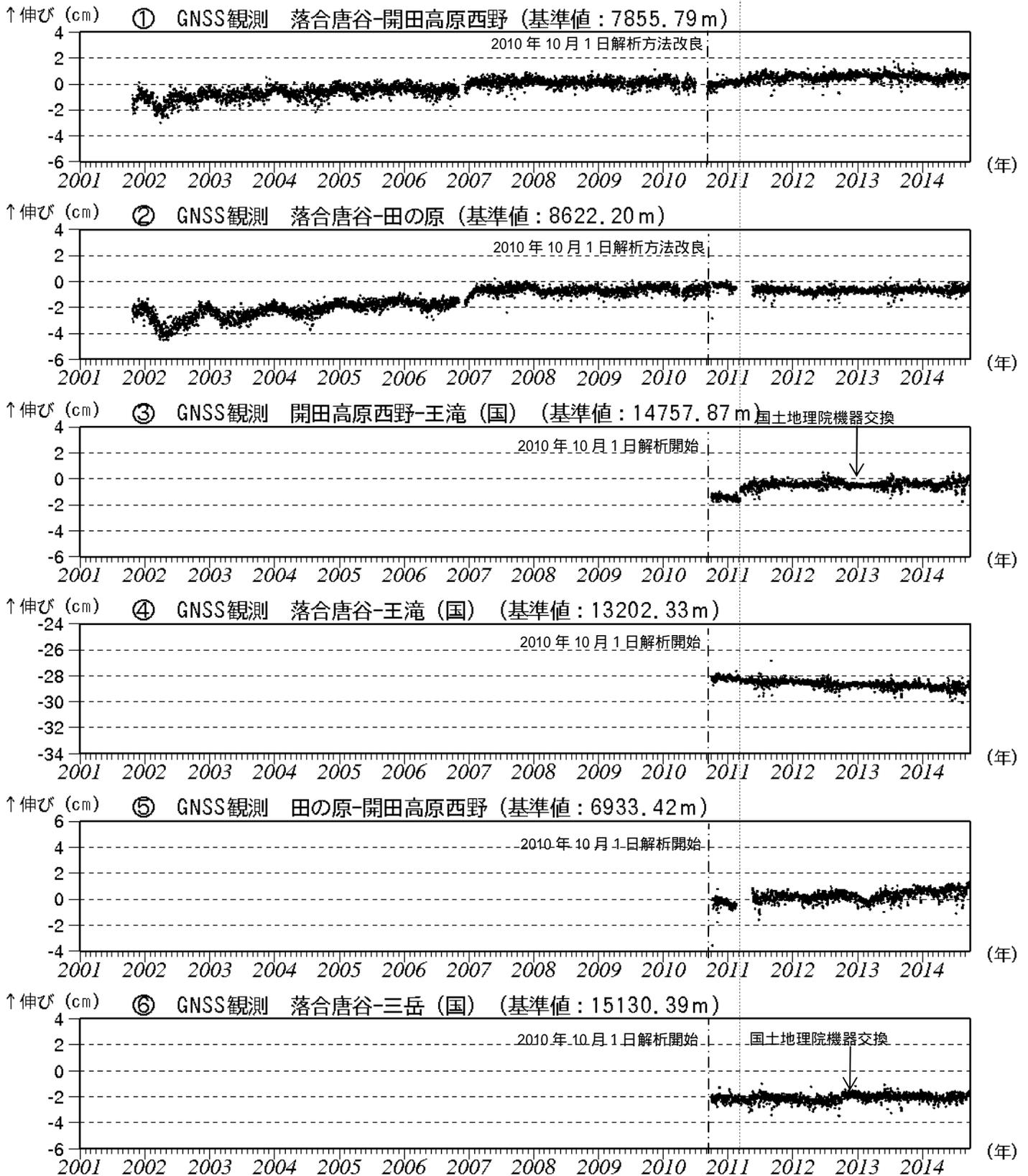
第 6 図 御嶽山 噴火発生時の震動データ及び傾斜データの状況

- ・火山性微動の発生に伴い、山頂の南東 3 km の田の原観測点で北西上がり（山上がり）の変化を、その約 7 分後の 11 時 52 分頃に南東上がり（山下がり）の変化を観測した。なお、南東上がりの変化には火山性微動等による変動も含まれている。



第 7 図 御嶽山 田の原上観測点の地震計上下動の 1 分平均振幅の時系列
（2014 年 9 月 27 日 11 時 00 分～28 日 13 時 00 分）

東北地方太平洋沖地震



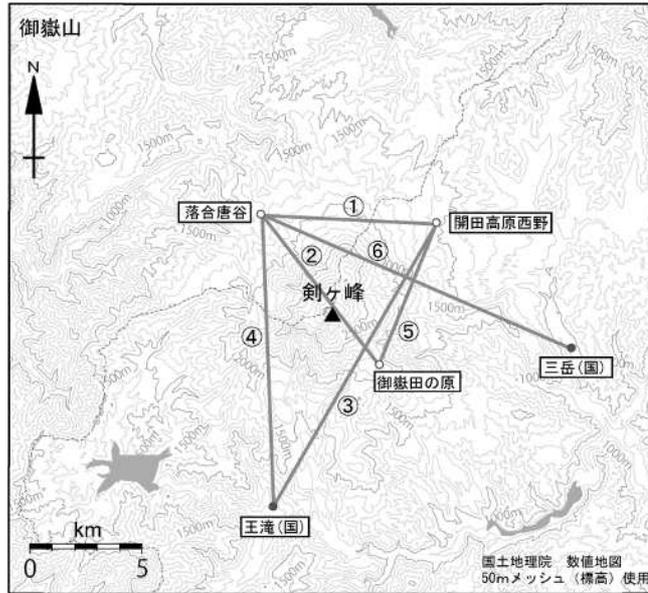
第 13 図 御嶽山 GNSS 連続観測による基線長変化（2001 年 1 月 1 日～2014 年 9 月 27 日）

（国）：国土地理院

2010 年 10 月以降のデータについては解析方法を改良し、対流圏補正と電離層補正を行っている。また、掲載する基線を一部変更した。

図中 ~ は第14図のGNSS基線 ~ に対応し、空白期間は欠測を示す。

・火山活動によるとみられる変動は認められなかった。



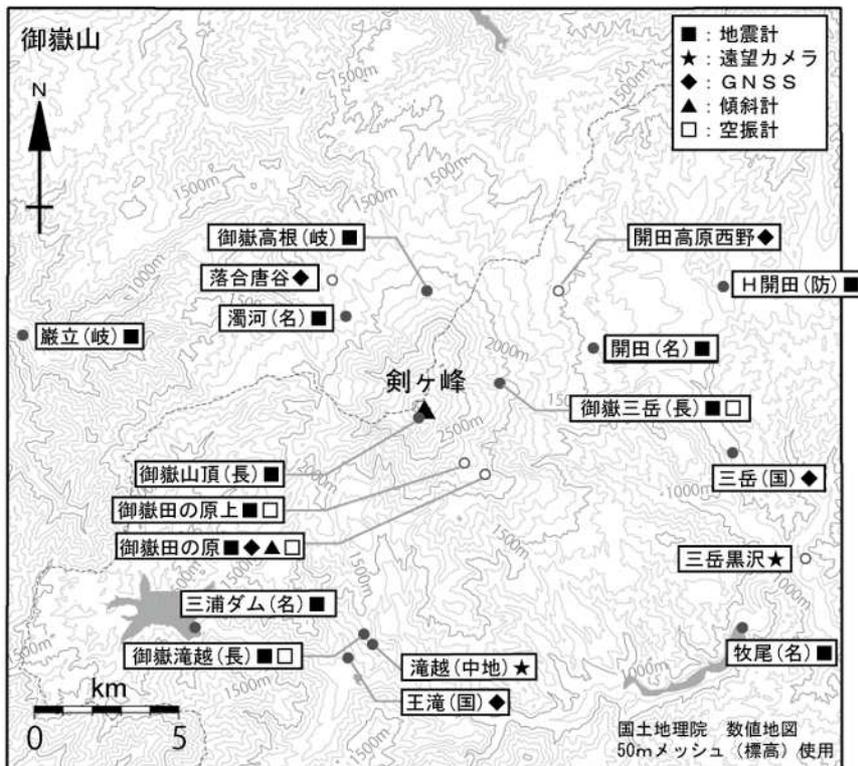
第 14 図 御嶽山 GNSS 連続観測点配置図

小さな白丸 (○) は気象庁、小さな黒丸 (●) は気象庁以外の機関の観測点位置を示す。

(国): 国土地理院

図中の GNSS 基線 ~ は第 13 図の ~ に対応する。

この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 25000 (行政界・海岸線)』および『数値地図 50mメッシュ (標高)』を使用した。



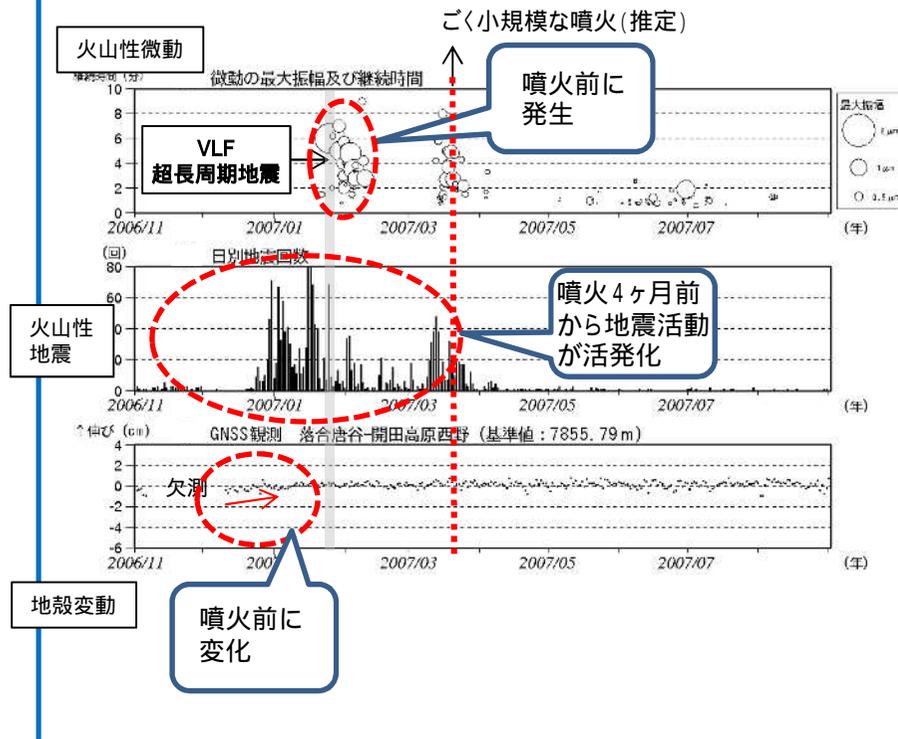
小さな白丸 (○) は気象庁、小さな黒丸 (●) は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。

(国): 国土地理院、(中地): 中部地方整備局、(防): 防災科学技術研究所、(名): 名古屋大学、(長): 長野県、(岐): 岐阜県

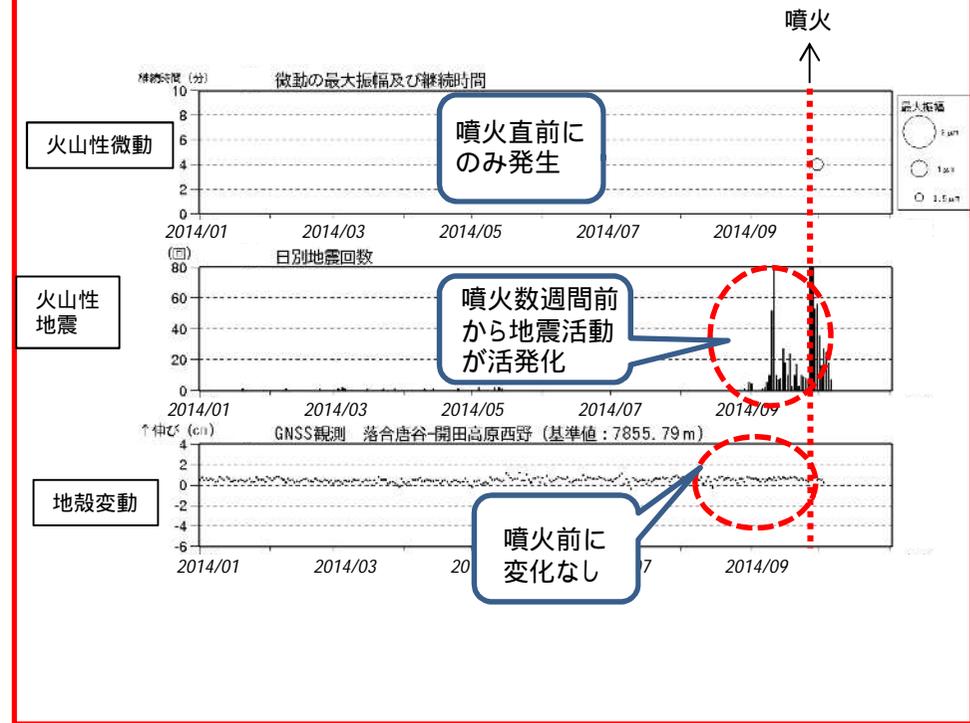
第 15 図 御嶽山 観測点配置図

2007年の噴火時と今回の噴火の相違

2007年の噴火時の各種データ

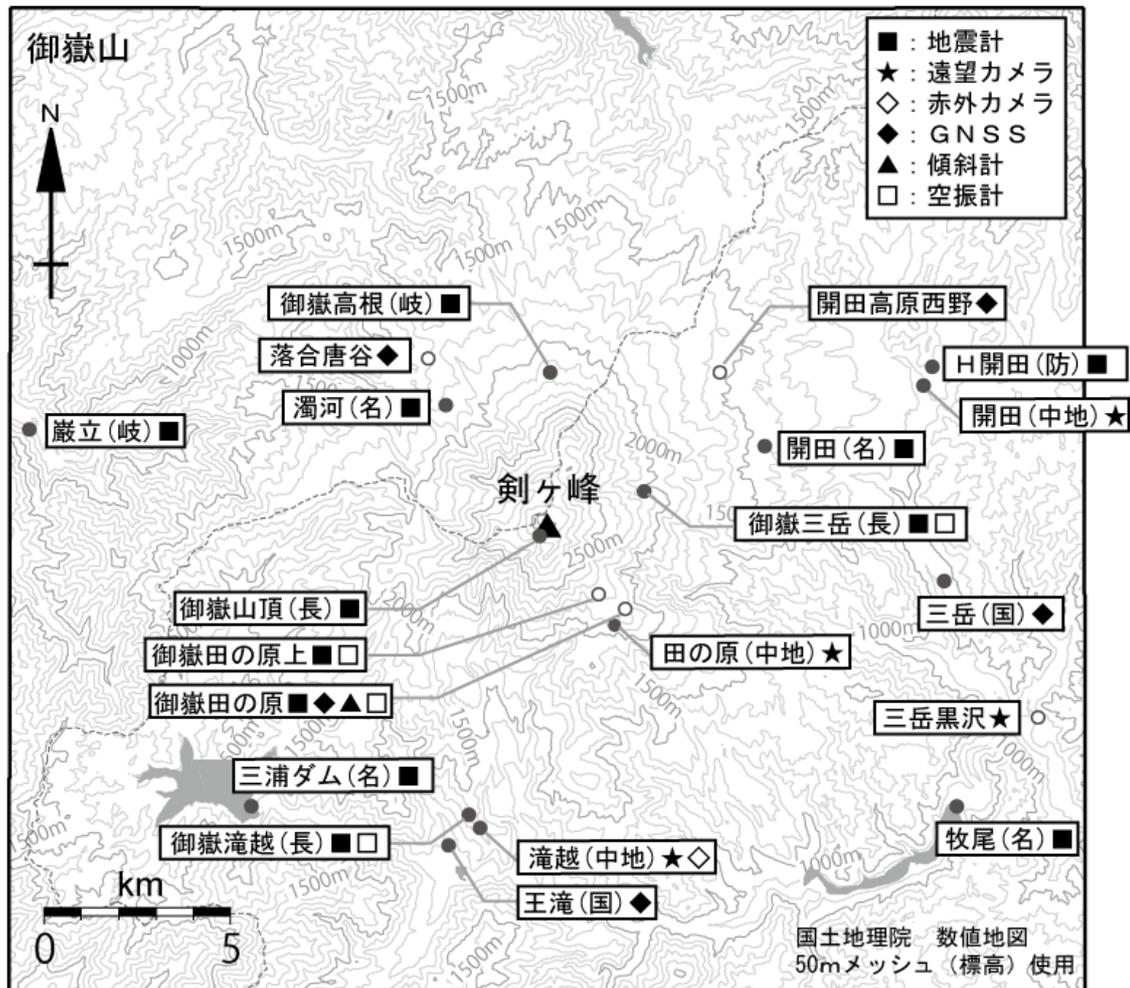


今回の噴火時の各種データ



- ・2007年の噴火の際には約2ヶ月前から火山性微動が断続的に発生。今回は噴火の11分前から微動が発生。
- ・2007年の噴火の際には約3ヶ月前からGNSSによる変化が見られた。
- ・今回の噴火前の地震活動は2007年に比べ小規模であった。

御嶽山の観測点配置図



小さな白丸(○)は気象庁、小さな黒丸(●)は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。
 (国): 国土地理院、(中地): 中部地方整備局、(防): 防災科学技術研究所、(名): 名古屋大学、
 (長): 長野県、(岐): 岐阜県

機関	地震計	カメラ	GPS	傾斜計	空振計
気象庁	2	1	3	1	2
名古屋大学	5	0	0	0	0
国土地理院	0	0	5	0	0
防災科学技術研究所	1	0	0	0	0
長野県	3	0	0	0	1
岐阜県	2	0	0	0	0
中部地方整備局	0	3	0	0	0
計	13	4	8	1	3

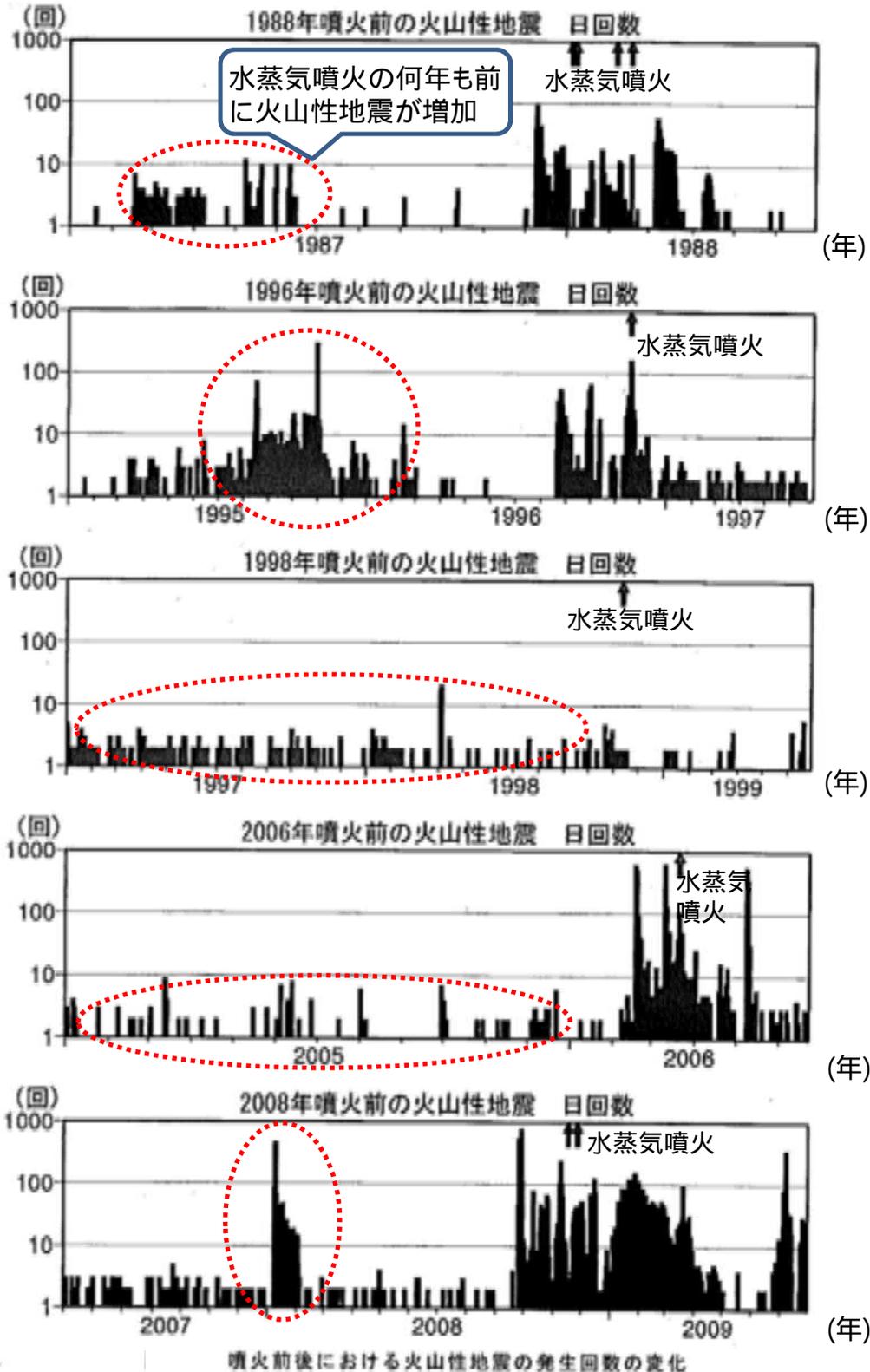
水蒸気噴火と前兆現象

火山性地震が増加し時間が経過してから噴火に至った例

雌阿寒岳の例

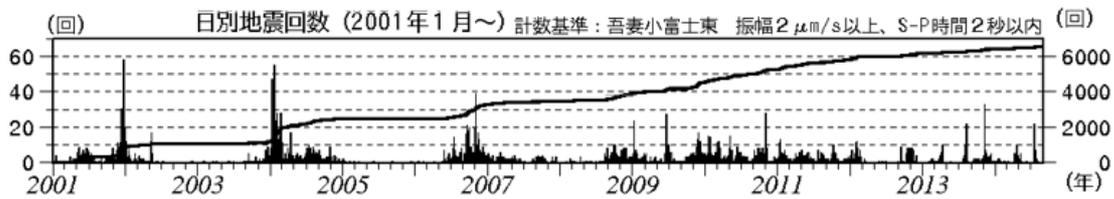
過去の噴火における先駆現象等

近年の水蒸気噴火においては、噴火発生の1～数ヶ月前の地震増加、火山性微動、火口の高温化や浅部の熱消磁がみられたことがある。

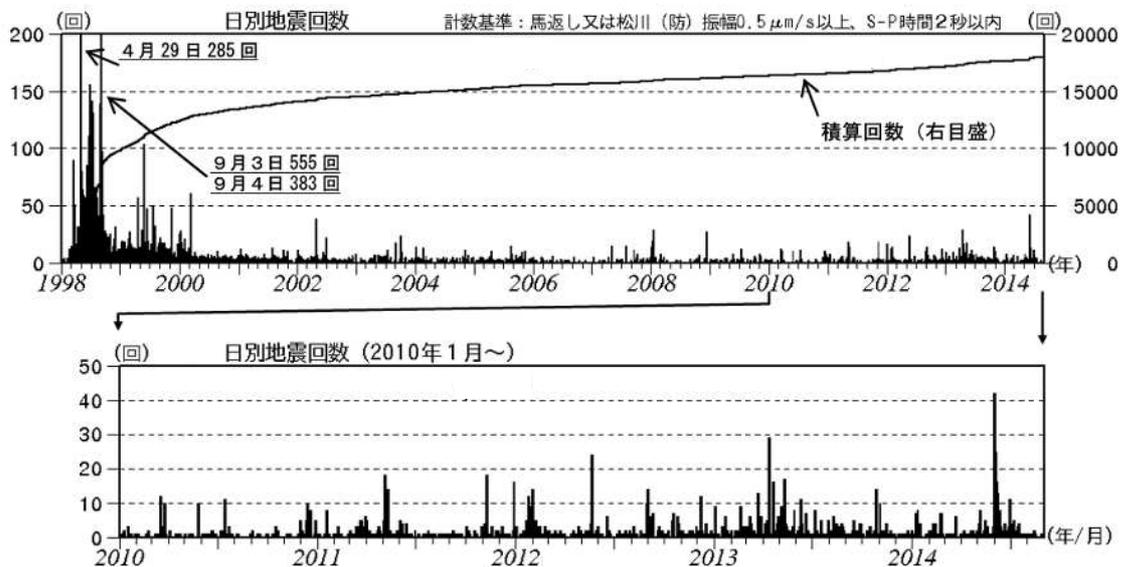


火山性地震が増加したが噴火に至らなかった例

吾妻山



岩手山



吾妻山は60回程度、岩手山は500回以上の火山性地震を観測した日があるが、この期間噴火していない。

○水蒸気噴火発生や熱水活動の活発化前に、以下の変化が捉えられたことがある。

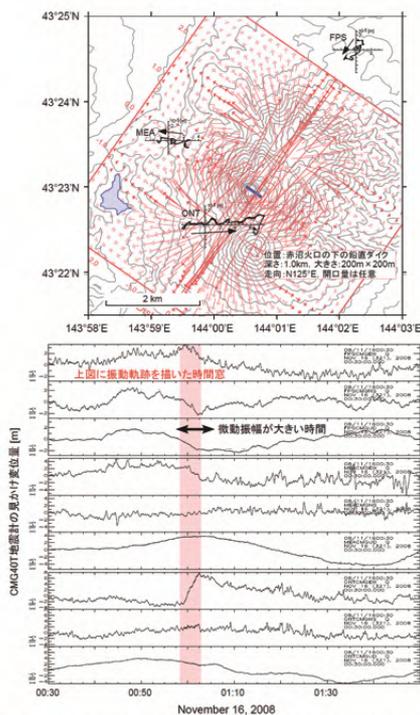
- ・地震活動(雌阿寒岳、吾妻山、口永良部島など)
- ・地殻変動(吾妻山、御嶽山、口永良部島など)
- ・全磁力変化(雌阿寒岳、口永良部島など)
- ・温度上昇(雌阿寒岳など)
- ・火山ガス濃度の上昇(草津白根山、九重山など)

○これらの変化は、火口付近の観測で捉えることが多い

○ただし、これらの変化がみられても(特に地震活動や地殻変動)、噴火した場合もあれば噴火しなかった場合もある

水蒸気噴火発生前に捉えられた現象(雌阿寒岳)

火山性微動、火口の高温化や浅部の熱消磁がみられたこともある



2008年噴火前に広帯域地震計で観測された火山性微動と傾斜変動(北海道大学、2009)

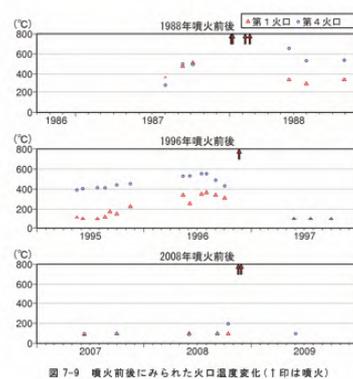


図 7-9 噴火前後にみられた火口温度変化(1印は噴火)

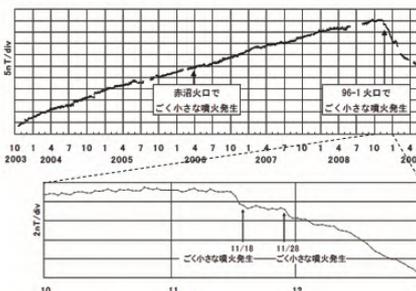
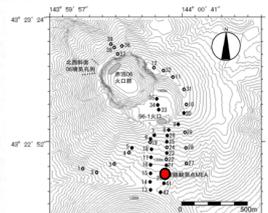
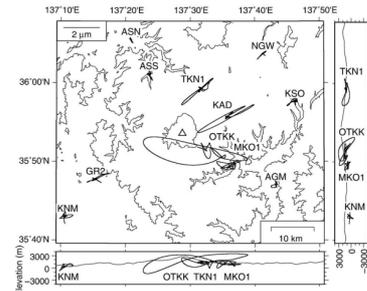
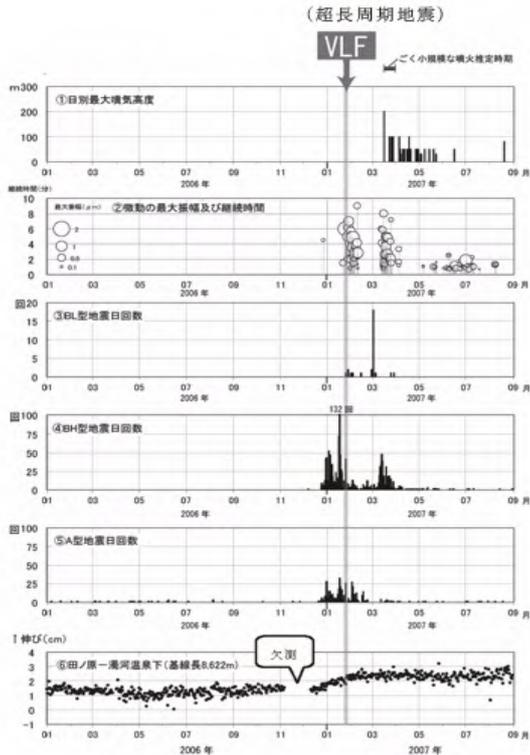


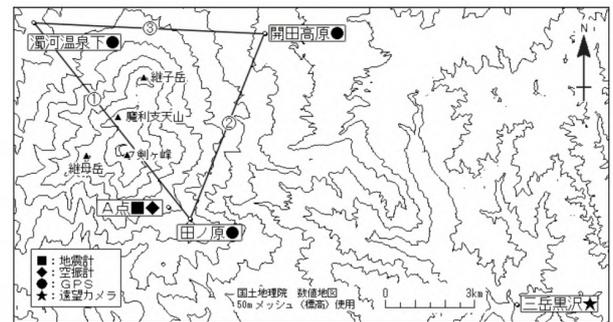
図 7-10 2008年噴火直前に噴火前後にみられた火口温度変化(上段)と2008年噴火直前に96-1火口南側で捉えられた全磁力変化(気象庁地磁気観測所、2009に加筆)(下段)



2007年噴火前には地震増加、地殻変動、超長周期地震が観測された



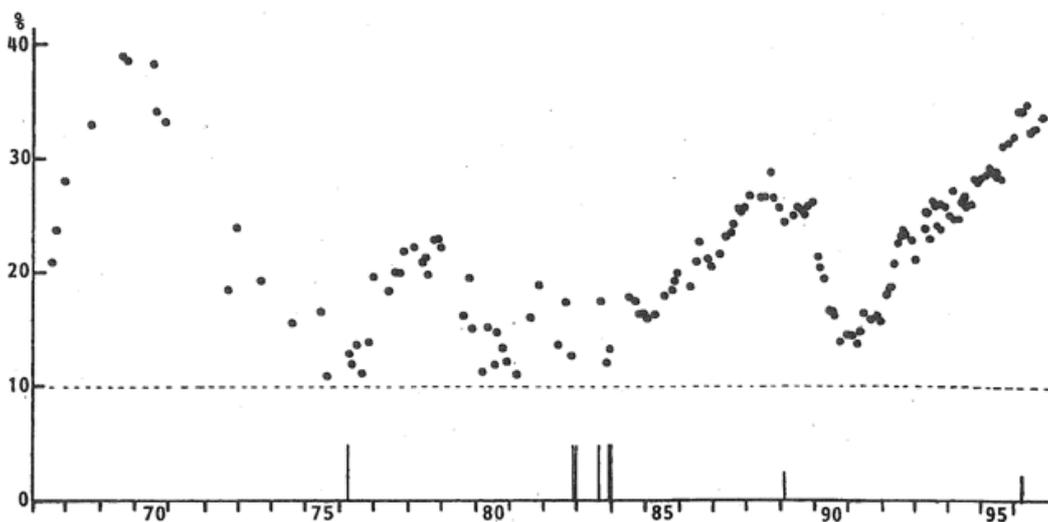
超長周期地震が観測された観測点とその震動軌跡(Nakamichi et al.,2009)



2007年3月のごく小規模噴火前後の活動経過

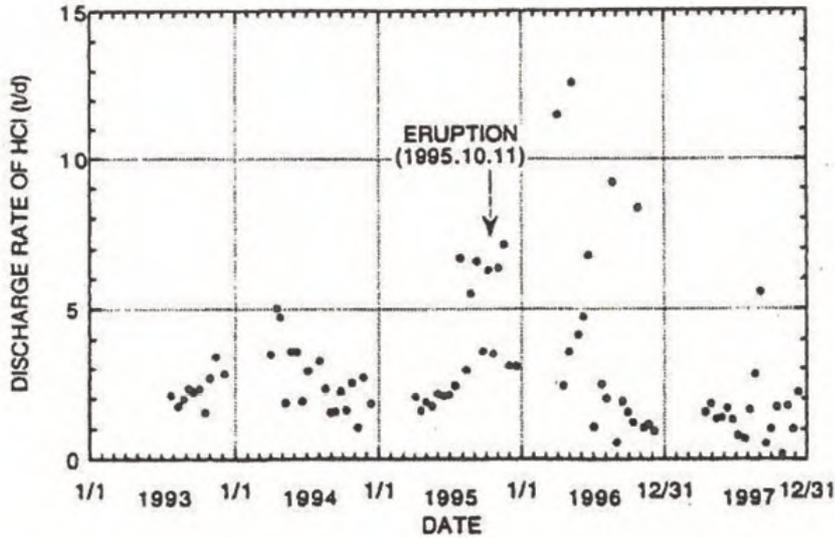
水蒸気噴火発生前に捉えられた現象(草津白根山)

草津白根山では、噴気ガス中のH₂S濃度が減少すると噴火することが経験的に知られている



草津白根山北側噴気ガス中のH₂S濃度変化. 図中の | 印は噴火を示す.(平林, 1997)

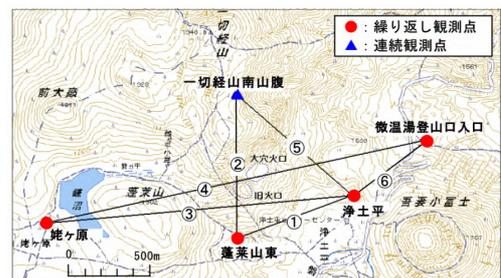
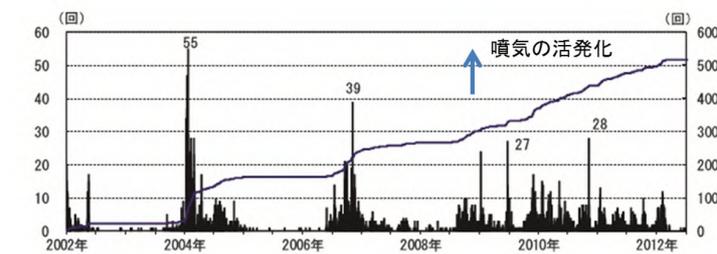
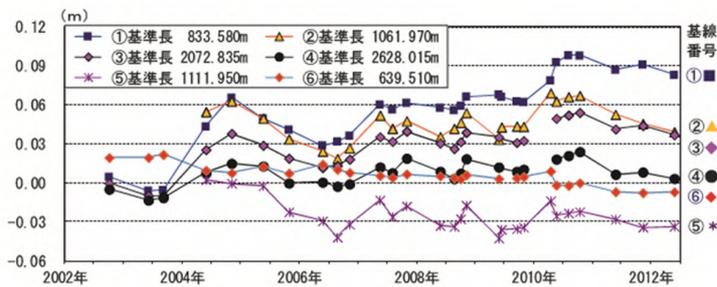
噴火発生前の1995年4月から8月にかけてマグマ性ガスと考えられる塩化水素が増加した



九重硫黄山における塩化水素放出量の変化(糸井ほか、2002)

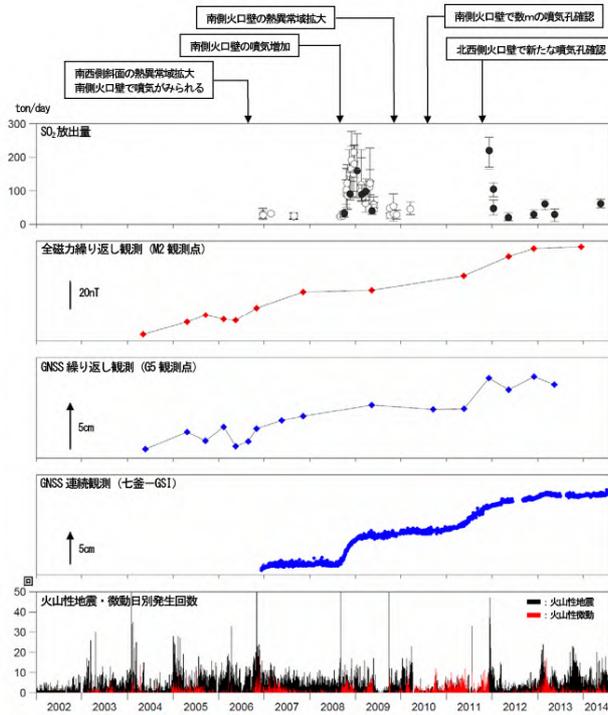
熱水活動の高まり前に捉えられた現象(吾妻山)

地震の増減と浅部の膨張を繰り返しているなかで、2008年11月噴気の活発化が起きた

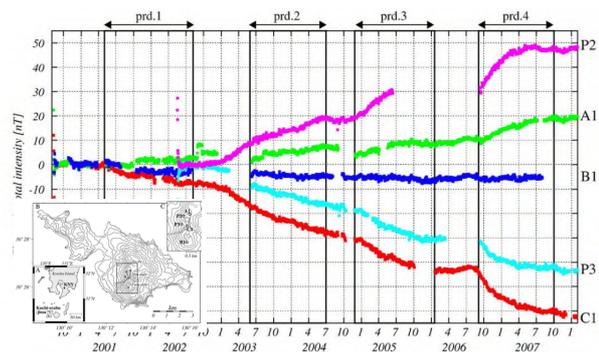
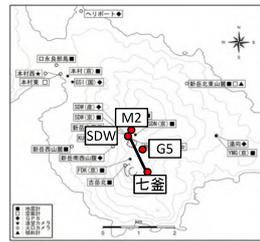


火口付近のGPS繰り返し観測による基線長変化(上段)と日別地震回数(下段)

地震の増減と浅部の膨張、熱消磁を繰り返しているなかで、徐々に活動が高まっていった



口永良部島2002年～2014年8月までの活動経過

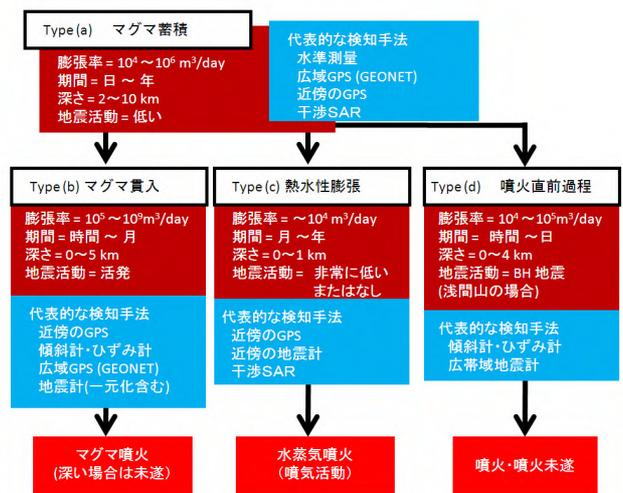


口永良部島全磁力変化 (Kanda et al., 2010)

水蒸気噴火に関連すると思われる地殻変動

最近観測された浅部のゆっくりとした地殻変動
○: 噴火を伴ったもの、△: 噴気活動等の活発化(山里、2013)

Volcano	Year	Depth (km)	Volume (m ³ /year)	Deep inflation	Seismic activity	Visual phenomena	References
Tokachidake	2007-	0.4	4.4E+04	-	-	△?	JMA et al. (2008)
Tarumasan	1999-2000	0.3	1.9E+04	-	-	△	Fukui (2008)
Azumayama	2003-2004	0.2	1.5E+05	-	○	△	Yoshida et al. (2012)
Adatarayama	1998-1999	0.2	4.8E+03	-	-	△	Yamamoto et al. (2008)
Asamayama	2008-2009	0.2-0.6	4.6E+04	-	-	○	Takagi et al. (2010b)
Ontakesan	2006-2007	1.8	1.0E+06	○	○	○	Takagi et al. (2007)
Hakoneyama	2001	0.6	6.0E+06	○	○	△	GSI (2002b)
Shimodake	2005-2007	0.7	2.0E+04	-	-	○	Fukui et al. (2008)
Kuchinoerabujima	2005	0.15	2.5E+04	-	○	△	Saito and Iguchi (2006)



地殻変動の特徴の整理(山里、2013)

火口近傍のGPS観測点で浅部のゆっくりとした膨張が観測され、この種の膨張は、小規模な水蒸気噴火や熱活動の活発化を伴うことが多い(山里、2013)

御嶽山で今後予想される活動の推移と現状の観測体制

今後予想される活動の推移

- マグマ噴火またはマグマ水蒸気噴火への移行
- 静穏化

現状の観測体制

マグマ噴火またはマグマ水蒸気噴火へ移行するなど活動のより活発化が捉えられるか

マグマ貫入による地殻変動

- 2007年噴火では、現在のGNSS観測網で観測された。
- 傾斜計での検知が期待されるが、1点の観測だけではその変動源や体積変化量の推定は難しい。

マグマ貫入による火山ガス(二酸化硫黄:SO₂)放出量の増加

- 火山活動の推移を押し量るために、SO₂の放出量のモニタリングを機動観測でほぼ毎日実施。(気象庁、東大、産総研等)

マグマ貫入に伴う地震活動の活発化

- 現在の観測網でも活動活発化の把握は可能。

噴出物の分析

- 気象庁の機動観測班が、採取した降灰のデータ(拡大鏡で撮影した画像等)を現地から直接研究機関に送り、より早い分析が行える体制を組んでいる。
- 大学等研究機関では、降灰のデータを速やかに分析。

静穏化がとらえられるか

地震・微動活動の衰退

- 静穏化確認のための小さな規模の地震の把握が困難。

火山ガス(SO₂)放出量の減少

- 火山活動の推移を押し量るために、SO₂の放出量のモニタリングを機動観測でほぼ毎日実施。(気象庁、東大、産総研等)

噴煙活動や火口内の熱活動の把握

- 山麓の遠望カメラ及び熱映像カメラである程度は可能であるが、火口カメラがないため、噴煙の規模が小規模になると、状況の把握が難しい。
- 現状は、上空からの熱映像観測に限られている。

常時観測火山について

現在の常時観測火山と選定の経緯、観測体制

現在の常時観測火山の選定の経緯と現状(参考資料1)

- 火山噴火予知連絡会で中長期的噴火の可能性がある、また小噴火でも社会的影響のある47火山を選定。
- 主としてマグマの動きに着目して火山の活動度を評価。
- 噴火による社会的影響は、居住地域への影響とともに、火口付近にいる登山者や観光客への影響についても考慮した。そのため、噴気活動が活発な火山も対象とした。
- 平成21年までの状況・知見で選定。その後の活動状況等の見直し、追加された火山(天頂山、雄阿寒岳)の評価は行っていない。

常時観測火山の観測体制(参考資料2)

- 気象庁は、47火山に個々の火山の活動の特徴に応じて、地震計、空振計、GNSS、傾斜計、遠望カメラなどを設置し連続監視を実施。また、連続観測を補うために現地調査を実施。
- 十勝岳、伊豆大島、桜島については、火山学的知見があり、かつ近い将来、居住地域に影響する噴火の可能性のある火山と火山噴火予知連絡会で評価されているので、より重点的に観測点を整備。

常時観測火山以外の監視体制

- 広域地震観測網で地震活動を監視。
- 定期的に基礎調査観測を実施。
- 活動に異常があった場合は、緊急的に観測を実施。

「中長期的な噴火の可能性の評価について
 - 監視・観測体制の充実等に必要な火山の選定 -」
 (平成21年6月 火山活動評価検討会)の資料について
 常時観測火山以外の火山の以後の状況を追加記載

監視・観測体制の充実等が必要な火山の選定理由取りまとめ資料

気象庁観測体制 : 連続観測(地震・地殻変動・空振・カメラ) : 連続観測(地震・地殻変動・空振) : 連続観測(地震・空振・カメラ) : 連続観測(地震) x : 連続観測無し
 緊急減災開始年度 H : 開始年度 x : 対象外
 整備必要性理由 a.最近数十年間噴火頻発 b.マグマ噴火再来間隔100年以内 b.噴火履歴(活動期) 最近観測成果(c.地震 d.地殻変動 e.熱) x : その他火山

火山番号	火山名	気象庁観測体制	緊急減災着手年度	アンケート順位		整備必要性理由	過去1万年間の噴火履歴(VEI) (VEIは産総研1万年噴火イベントデータ集による)		噴火間隔 : マグマ噴火 : 水蒸気爆発				最新噴火開始からの経過年数 : マグマ噴火 : 水蒸気爆発	VEI2以上マグマ噴火活動履歴による今後100年間程度の長期評価 : 活動期 x : 休止期	山体浅部地震活動 : 過去約100年間を対象 : 火山性地震多発 : 微動発生	火山性地殻変動 : 過去約10年間を対象 D : 深部ダイク貫入 S : 山体浅部膨張	噴気活動・熱活動 : 過去約100年間を対象 : 沸点以上の高温噴気 : 熱泥噴出(数m以上) : 噴気高度100m以上	[参考事項] : 山体付近(10km以内)の深部低周波地震	[参考事項] : 山体周辺の地震活動	社会的影響 : 活動火口から500m以内の居住人口 : 10人以上 : 活動火口から1km以内 : 観光施設、観光道路あり
				マグマ	水蒸気		マグマ噴火()	水蒸気噴火()	噴火種類	平均間隔	標準偏差	データ数								
1	知床硫黄山	x	x	31	29	x	不明	1857-1958年 1876年 1889-1890年 1935-36年		26	14	3	:72年	不明	不明	不明	(北西山腹火口に弱い噴気)	わずかにあり	顕著な活動なし	
2	羅臼岳	x	x	37	48	x	約2200年前 約1400年前(4) 約500-700年前(3)	不明		850年	50年	2	:約500-700年	x	不明	不明	なし	わずかにあり	1964年南東側数kmで地震多発(最大M4.6)	
3	摩周	x	x	26	40	x	約10000年前(4) 約8000年前(6) 約7000年前にカルデラ形成 約1500-3500年前の間に3回 約1000年前(5)	不明	(1000年程度かもしれない)				:約1000年	不明 (過去5000年間でマグマ噴火4以上あり、活動期の可能性有り)	少ない	不明	(湖底で温泉湧出)	あり	2003年カルデラ内で地震多発(最大M3.6) 屈斜路湖周辺では時々顕著な地震活動あり	
4	アトサヌプリ	x	x	33	42	c	約5500年前 約1500-5500年前 約1500年前以降	約1500年前 数百年前					:数百年	不明	1980-88年に時々有感地震 1994年しばしば地震多発(最大M3.2)	D : 1993-1995年リシドーム付近中心に最大25cm隆起(藤原ほか、2005)	溶岩ドーム付近で噴気活動(沸点以上)	あり	屈斜路湖周辺では時々顕著な地震活動あり	
5	雌阿寒岳		H20以降	14	3	a	最新は1000-2500年前の阿寒富士の活動	700年前(ボンマチネシリ旧火口) 400年前(ボンマチネシリ赤沼火口) 1856-1955年間に10回 1955-1966年 1988年、1996年、1998年、2006年、2008年					:0年	不明	時々地震多発、微動発生	(D:最近10年間でダイク貫入を繰り返している可能性あり、地理院)	ボンマチネシリで噴気活動(高温) 中マチネシリで噴気・熱水活動(沸点以上)	あり	南側数km撤別岳付近で時々地震多発(1985年、2000年など)	
6	丸山	x	x	54	56	x	不明	1694年以前 1898年(2)					:110年	不明	不明	不明	(第3火口に弱い噴気)	あり	1989年以降北西側または南東側でしばしば地震多発	
7	大雪山	x	x	48	33	c	約3000年前まで	約2000年以上前 約1000年前から頻発 約250年前以降に1回あり					:約250年以内	不明	時々あり(一元化または機動観測による) 1990年機動観測でT型地震数個を確認	不明	旭岳爆発火口で噴気活動(沸点以上)	あり	顕著な活動なし	(西側山麓約600mにロープウェイ山頂駅)
8	十勝岳		H19	8	9	b	約3000年前 約1000年前 約500年前 1926年(0) 1962年(3) 1988-89年(1)	1952-59年昭和火口 1985年 2004年		31年	5年	2	:20年	不明	時々地震多発、微動発生	2007年62-2火口付近でわずかな膨張(機動観測によるGPS繰り返し観測及びInSAR)	62-2火口、大正火口で噴気活動(沸点以上)	あり	時々あり	
9	利尻山	x	x	59	68	x	2000-8000年以前	不明					:2000-8000年	x	不明	不明	なし	わずかにあり	顕著な活動なし	
10	樽前山		H19	13	15	a	約9000年前(5) 約3000年前に2回(4と5) 1667年(5) 1739年(5) 1804-17年(3) 1867年 1874年(3) 1909年	1917-55年に時々1978-79年(1)、1981年		47年	25年	5	:99年	不明 (活動期終了か?)	時々地震多発、微動発生	1999-2000年山頂部でわずかな膨張	A火口・B噴気孔群で高温継続 2003年B噴気孔で硫黄燃焼と小噴出	なし	南西側にあり	
11	恵庭岳	x	x	59	57	x	約2000年前	17世紀はじめその後150年間に2回					:約250-400年	不明	不明	不明	(山頂東側爆発火口内に弱い噴気)	あり	1981年に地震多発(有感地震含む)	
12	倶多楽		x	48	38	e	不明	約1900年前 約200年前(1)					:約200年	x	少ない	不明	噴気・熱水活動あり 時々泥水噴出、地熱拡	なし	北西側にあり	

火山番号	火山名	気象庁観測体制	緊急減災着手年度	アンゲート順位		整備必要性理由	噴火間隔						最新噴火開始からの経過年数	VEI2以上マグマ噴火活動履歴による今後100年間程度の長期評価 活動期 ×:休止期	山体浅部地震活動 ・過去約100年間を対象 ・火山性地震多発 ・微動発生	火山性地殻変動 ・過去約10年間を対象 D:深部ダイク貫入 S:山体浅部膨張	噴気活動・熱活動 ・過去約100年間を対象 ・沸点以上の高温噴気 ・熱泥噴出(数m以上) ・噴気高度100m以上	[参考事項] ・山体付近(10km以内)の深部低周波地震	[参考事項] ・山体周辺の地震活動	社会的影響 ・活動火口から500m以内の居住人口 :100人以上 :10人以上 ・活動火口から1km以内 :観光施設、観光道
				マグマ	水蒸気		マグマ噴火()	水蒸気噴火()	噴火種類	平均間隔	標準偏差	データ数								
33	安達太良山		H20以降	33	27	c	約2400年前	1899-90年					:108年	×	1995-97年微動発生	1998-2001年沼ノ平火口でわずかな膨張	沼ノ平火口で1996年泥水噴出、1996-04年噴気活発化	あり	顕著な活動なし	
34	磐梯山		H20以降	35	37	c	不明	1888年					:119年	×	1988年に地震多発、2000-01年にも地震多発と微動発生	なし	カルデラ壁及び沼ノ平火口に弱い噴気あり	南西側約10kmにあり	時々地震多発	
35	沼沢	×	×	80	76	×	約5000年前	不明					:約5000年	×	不明	不明	なし	あり	南側で活発	
36	燧ヶ岳	×	×	72	63	×	約8000年前 約500年前	不明					:約500年	×	不明	不明	なし	なし	北側で活発	
37	那須岳		H20以降	26	21	a	約11000-6000年前の間に3回 約2600年前(4) 1408-10年(4)	1846年 1881年(1) 1953年 1960年微噴火 1963年小爆発	54年 (微噴火・小爆発除く)	19年	2	:55年 (1953年以來)	不明	時々地震多発	正確には不明(観測網南側に偏在)	茶臼岳西斜面で噴気活動(沸点以上)	南側約10kmにあり	活発		
38	高原山	×	×	72	76	×	約6500年前(4)	不明					:約6500年	不明	1979年微小地震活動	不明	(北側山麓富士山に弱い噴気)	南側約10kmにあり	活発	
39	日光白根山	×	×	42	46	c	5300年前以降に4回可能性あり	1649年(2) 1872-73年 1889-90年		120年	104年	2	:119年	不明	1993-95年に地震多発、微動発生	不明	なし	南側約20kmにわずかにあり	活発	
40	赤城山	×	×	59	68	×	なし	1251年?					:757年?	不明	不明	不明	なし	北東側約20kmにわずかにあり	北側にあり	
41	榛名山	×	×	48	60	×	5世紀 6世紀初頭(4) 6世紀中頃(5)	不明					:千数百年	不明	不明	不明	なし	南東側にわずかにあり	2005年~2006年北東側にあり	:400mに観光道路
42	草津白根山		H20以降	21	13	a	約7000年前 約3000年前(4)	1882年(2) 1897年 1902年(1) 1928年 1932年(1) 1937-42年(2) 1958-59年 1976年(1) 1982-83年(1)	(最近の活動期間間は26-34年、1958-59年を除外)				:25年	不明	時々地震多発、微動発生	湯釜付近でわずかな収縮(2004、総合集中観測報告)	北側噴気地帯で活発な噴気活動(沸点以上)	わずかにあり	2004年5月北西側約7kmで一時的地震多発あり	:700mにレストハウス
43	浅間山		H19	4	7	b	1108年(5) 1783年(4) 1961年まで頻繁に繰り返す 1973年(2) 2004年(1)	(近年のみ) 1965年 1982-83年(1) 1990年(0) 2003年(0)	(最近約30年間は10-20年程度)				:5年	時々地震多発、微動発生	深部へのマグマ貫入に伴う山体膨張時々あり	山頂火口で噴煙活動、火口内高温	わずかにあり	顕著な活動なし		
44	横岳	×	×	59	68	×	約800年前	不明					:約800年	不明	不明	なし	なし	顕著な活動なし		
45	新潟焼山		H20以降	20	24	a	1361年?(3) 1773年(3)	1852-54年 1949年 1962-63年 1974年(1) 1983年					:25年	×	不明	不明	山頂部に弱い噴気あり 1987-1995年には時々噴気が活発化、灰色の噴煙や雪面変色があった	南東側約15kmわずかにあり	周辺10km程度に複数力所あり	
46	妙高山	×	×	59	68	×	約5300年前(3) 約4200年前	約3000年前(カルデラ内の小爆裂火口はより最新の可能性あり)					:約3000年	×	不明	不明	南側火口原(地獄谷)に弱い噴気あり	東側数kmわずかにあり	周辺10km程度に複数力所あり	
47	弥陀ヶ原	×	×	59	60	×	数万年前にマグマ活動終了	6300-約10000年前、2950-5000年前、2450-2950年前に噴出あり 1836年(1)					:172年		不明	不明	地獄谷で活発な噴気活動、2012年6月以降、噴気の拡大、温度の上昇	東北地方太平洋沖地震以降活発化したのが、徐々に低下	時々地震多発 1990年南南東約10kmで地震地震多発	
48	焼岳	×	H20以降	32	27	a	約1.5万年前開始 最新は約2000年前(4)	1907-13年は毎年噴火 1915年(2) 1916-39年の間に時々噴火 1962-63年(2) 1995年(噴出事故?)					:46年	×	不明	1977-2002年山頂部隆起を繰り返す(名大ドライトイルト)	山頂部で噴気活動継続 山頂南西側(岩坪谷上部)で時々噴気増大	北西側数kmにあり	時々地震多発 1998年北東側5-10km(上高地付近)で顕著な地震活動	:焼岳小屋300m

火山番号	火山名	気象庁観測体制	緊急減災着手年度	アンゲート順位		整備必要性理由	噴火間隔					最新噴火開始からの経過年数	VEI2以上マグマ噴火活動履歴による今後100年間程度の長期評価 ・活動期 ×:休止期	山体浅部地震活動 ・過去約100年間を対象 ・火山性地震多発 ・微動発生	火山性地殻変動 ・過去約10年間を対象 D:深部ダイク貫入 S:山体浅部膨張	噴気活動・熱活動 ・過去約100年間を対象 ・沸点以上の高温噴気 ・熱泥噴出(数m以上) ・噴気高度100m以上	[参考事項] ・山体付近(10km以内)の深部低周波地震	[参考事項] ・山体周辺の地震活動	社会的影響 ・活動火口から500m以内の居住人口 ・10人以上 ・活動火口から1km以内 ・観光施設、観光道	
				マグマ	水蒸気		マグマ噴火()	水蒸気噴火()	噴火種類	平均間隔	標準偏差									データ数
49	アカンダナ山	x	x	59	63	x	約1万年前	不明					:約1万年	x	不明	不明	なし	なし	時々地震多発 1998年北東側10km(上高地付近)で顕著な地震活動	
50	乗鞍岳	x	x	59	68	c	約9200年前(3) 約2000年前(3)	不明					約2000年	x	山体浅部に地震	不明	なし	北側約10kmにあり	南側で時々地震多発 1990-91年に南南西約10kmで地震多発	
51	御嶽山		H20以降	38	31	a	約2万年前	約6000年前以降 1979年以前までに4回 1979年(2) 1991年、2007年					:29年(ごく小規模を除く)	x	時々地震多発、微動発生 2006-07年にも地震多発と微動発生	2006-07年にダイク貫入	剣ヶ峰南西側(地獄谷から王滝頂上)に噴気あり	南東側約10数kmわずかにあり	1976年以降南東麓(王滝村付近)で顕著な地震活動が継続 1984年長野県西部地震	:火口付近に宿泊施設
52	白山		x	42	42	c	約8000年前 約2000年前 1239年(3) 1554-56年	706年、853年、859年、900年、1042年、1177年、1547-48年(何れも不確実) 1579年				429年	x	山体浅部に地震 2005年にはM4.5を含む活動(構造性と評価)	不明	地獄谷・白川谷などに弱い噴気あり	わずかにあり	時々地震多発		
53	富士山		H19	12	26	b'	約11000年前から頻繁に繰り返す 800-02年(延暦) 864-66年(貞観) 1707年(宝永)	不明					:301年		少ない 1987年山頂有感4回	なし	1897-1982年の間に山頂で噴気	北東側数kmにあり、 2000-01年に地震多発	時々地震多発	
54	箱根山	x	x	23	17	c	約7000年前(3) 約5000年前(1) 約3000年前(2)	約2800年前 約2000年前 9-12世紀の間 12世紀後半-13世紀前半 13世紀前半以降				:約750-800年	x	時々地震多発	2001年、2006年にダイク貫入	大涌谷などで活発な噴気活動を継続	北側約10kmにあり	あり		
55	伊豆東部火山群		x	15	20	c	約5000年前 約3200年前(4) 約2700年前(3) 1989年(1)	不明					:19年	x	1978-98年に顕著な活動を繰り返す 2002年以降も時々地震多発	地震活動に伴い顕著な地殻変動あり	なし	伊東市南側わずかにあり	伊豆半島内陸から伊豆大島近海にかけて時々地震多発	
56	伊豆大島		H20以降	1	4	b	5、7世紀のカルデラ形成後1777-79年までに10回大規模噴火 1912-14年(2) 1950-51年(2) 1986年(3)	マグマ後退期に頻発 最新は1990年		37年	1年	2	:22年		島内及びその周辺で時々地震多発	マグマ注入によると見られる島全体の膨張が継続	三原山中央火孔内および三原山周辺に弱い噴気あり	南東側わずかにあり	伊豆半島との間で時々地震多発	
57	利島	x	x	81	82	x	4000-8000年前	不明					:4000-8000年		不明	不明	なし	なし	時々地震多発	孤島住:800m
58	新島	x	x	29	36	d	3000年前 それ以降1回 886年	不明					:1122年	x	不明	新島-式根島間でマグマ蓄積によると見られる膨張あり	なし	東側数kmにわずかにあり	時々地震多発 1999年にも新島・神津島との間で顕著な活動	
59	神津島	x	x	25	34	d	838年	不明					:1170年	x	不明	1996年以降、北東部中心でマグマ蓄積による隆起	なし	なし	時々地震多発 2000年にも新島・神津島との間で顕著な活動	孤島住:1.6km
60	三宅島		H20以降	3	5	b	1940年 1962年 1983年 2000年	2001年以降時々あり		20年	2年	3	:8年		あり	深部の膨張と火口直下浅部の収縮が継続	山頂火口で噴煙活動継続、多量の火山ガス放出	わずかにあり	噴火活動前後に周辺で地震多発あり 2000年にも新島・神津島との間で顕著な活動	孤島住:2km
61	御蔵島	x	x	81	76	x	約5400年前	不明					:約5400年	x	不明	不明	なし	なし	なし	孤島住:4km
62	八丈島		x	19	23	d	東山 約1万年前-約3700年前5回噴火 西山 約1万年前-約4000年前25回噴火 以降現在まで少な	1487年 1518年 1522年 1605-06年					:403年	x	2002年顕著な活動あり	2002年にダイク貫入	なし	なし	北西側にあり	孤島住:東山から2.2km 西山から3km

火山番号	火山名	気象庁観測体制	緊急減災着手年度	アンゲート順位		整備必要性理由	噴火間隔						最新噴火開始からの経過年数	VEI2以上マグマ噴火活動履歴による今後100年間程度の長期評価 ・活動期 ×:休止期	山体浅部地震活動 ・過去約100年間を対象 ・火山性地震多発 ・微動発生	火山性地殻変動 ・過去約10年間を対象 D:深部ダイク貫入 S:山体浅部膨張	噴気活動・熱活動 ・過去約100年間を対象 ・沸点以上の高温噴気 ・熱泥噴出(数m以上) ・噴気高度100m以上	[参考事項] ・山体付近(10km以内)の深部低周波地震	[参考事項] ・山体周辺の地震活動	社会的影響 ・活動火口から500m以内の居住人口 :100人以上 :10人以上 ・活動火口から1km以内 :観光施設、観光道
				マグマ	水蒸気		マグマ噴火()	水蒸気噴火()	噴火種類	平均間隔	標準偏差	データ数								
63	青ヶ島	x	x	24	42	e	約3000 約2400年-約2000 年前 1785年 不明	1670年 1780-83年					222年	x	不明	不明	池の沢火口内に噴気地帯あり(1984年機動観測で沸点程度) 2007年12月阿蘇台陥没孔で熱泥噴出	不明	顕著な活動なし	孤島住:1.2km :600mに港 孤島住(自衛隊):1km
97	硫黄島	x	x	-	-	a		最近の主な噴火 1978年 1980年 1982年 1999年 2001年 2004年		5年	5年	6	3年	x	時々地震多発	顕著な隆起を繰返す		不明	不明	
77	三瓶山	x	x	59	68	x	約4500年前 約3600年前以降1回	不明					約3600年	x	不明	不明	なし	南西約10kmにわずかにあり	周辺の地震活動活発	:火口付近にスキー場
78	阿武火山群	x	x	72	76	x	約8800年前? 約3000年前?	不明					約3000年	x	不明	不明	なし	なし	顕著な活動なし	
79	鶴見岳・伽藍岳	x	H20以降	59	46	c	鶴見岳 7300年以前溶岩流出 1800年前ブルカノ式噴火	伽藍岳 千数百年前2~3回 867年					:1141年	不明	時々地震多発	不明	鶴見岳:山頂北側に噴気、1949年と1974年に一時活発化 伽藍岳:山頂部に噴気、1995年泥火山生成	あり	別府地溝帯内は地震活動活発、時々多発あり	
80	由布岳	x	x	59	51	x	約2200年前	不明					:約2200年	不明	不明	不明	なし	あり	別府地溝帯内は地震活動活発、時々多発あり	
81	九重山		H20以降	22	19	c	約5000-1700年前は主に大船山系火山が頻発 約1700年前 最新は1993年	約4000年前以降度々 1995年					:13年	不明	あり	1995年噴火後、星生山付近で収縮	星生山北東側山腹に活発な噴気(沸点以上)	東側数kmわずかにあり	北西側数kmで活発	
82	阿蘇山		H20以降	2	1	a	最新は1993年	最近100年はほぼ毎年噴火を頻発					:2年	不明	地震微動活発	中岳直下の変動は特にならない 韋千里南部に収縮源	噴気活動(高温) 周辺にも噴気地帯あり(吉岡など)	あり	カルデラ内で時々地震多発	:200mにロープウェイ
83	雲仙岳		H20以降	29	39	b'	1663年 1792年 1990-95年(最初は水蒸気噴火)		164年	35年	2	:17年		少ない	少ない	現在には特にならない	山頂ドームに噴気(高温)	わずかにあり	橋湾で時々地震多発	
84	福江火山群	x	x	72	76	x	2300-2400年前(マグマ噴火?)	不明					2000-3000年	不明	不明	不明	なし	なし	顕著な活動なし	
85	霧島山		H19	16	13	a	御鉢 788年 945年? 1235年 1771-72年 韓国岳 1768年 新燃岳 1716-17年	御鉢 1880-1923年に繰り返す(一部はマグマ噴火) 新燃岳 1959年 1991年 2008年					:0年	不明	時々地震多発、微動発生	2006年以降新燃岳でわずかな山体膨張継続	新燃岳、御鉢で時々噴気増加	御鉢付近にあり	1968年えびの地震をはじめ、時々地震多発	
86	米丸・住吉池	x	x	59	68	x	8100年前	不明					:8100年	不明	不明	不明	なし	わずかにあり	顕著な活動なし	
88	桜島		H19	5	10	a	大噴火 764年 1471-76年 1779-82年 1914年 1946年 1955年以降南岳山頂火口で噴火継続						:0年	不明	時々地震多発、微動発生	始良カルデラ地下深部へのマグマ注入による長期的膨張傾向継続	南岳山頂火口及び昭和火口周辺で噴気、熱活動(高温)	あり	顕著な活動なし	
89	池田・山川	x	x	51	51	x	約6400年前に噴火、4800年前に鍋島岳で噴火	不明					:約4800年	不明	不明	不明	噴気あり	南西側(開闢岳方面)にあり	指宿地域で時々地震多発	
90	開闢岳	x	x	45	51	x	約4400年前に活動開始 最新は885年	不明					:1123年	不明	少ない	不明	2000年山頂部に気象条件により弱い噴気(火山活動活発化の徴候ではない)	南西側にあり	指宿地域で時々地震多発	

火山番号	火山名	気象庁観測体制	緊急減災着手年度	アンゲート順位		整備必要性理由	噴火間隔						最新噴火開始からの経過年数	VEI2以上マグマ噴火活動履歴による今後100年間程度の長期評価 ×:休止期	山体浅部地震活動 ・過去約100年間を対象 ・火山性地震多発 ・微動発生	火山性地殻変動 ・過去約10年間を対象 D:深部ダイク貫入 S:山体浅部膨張	噴気活動・熱活動 ・過去約100年間を対象 ・沸点以上の高温噴気 ・熱泥噴出(数m以上) ・噴気高度100m以上	[参考事項] ・山体付近(10km以内)の深部低周波地震	[参考事項] ・山体周辺の地震活動	社会的影響 ・活動火口から500m以内の居住人口 :10人以上 ・活動火口から1km以内 :観光施設、観光道
				マグマ	水蒸気		マグマ噴火()	水蒸気噴火()	噴火種類	平均間隔	標準偏差	データ数								
91	薩摩硫黄島		×	10	8	a	硫黄岳と稲倉岳は7300年前以降に誕生。最新は1934年	1998年以降小噴火が頻発。最新は2004年					:4年	不明	時々地震多発、微動発生	不明	山頂火口で噴煙活発、高温	わずかにあり	顕著な活動なし	孤島住:2.8km
92	口永良部島		×	11	6	b	3300年前以降、頻繁にマグマ噴火古岳:数百年前新岳:9~11世紀1841、1933、1966年マグマ噴火	最近の主な噴火は1914年、1931年、1933~34年、1945年、1980年	23年(最近の主な噴火で算出)	23年	6	:28年	不明	最近地震増加傾向、微動発生	時々新岳付近が膨張	新岳付近で噴気活動、最近温度上昇傾向	わずかにあり	1999-2000年に東側約10km沖合で顕著な活動あり	孤島住:2km	
93	口之島	×	×	54	66	×	数千年前以降	不明				不明	不明	不明	不明	(弱い噴気あり)	なし	東~南東沖合にあり	孤島住:3km	
94	中之島	×	×	38	49	×	数千年前以降	1914年				:94年	不明	少ない	不明	山頂火口及び南東山腹に硫気あり(沸点以上)	なし	南~南東沖合にあり	孤島住:2.1km	
95	諏訪之瀬島		×	7	10	a	1813年、1884年に大噴火1956年以降毎年噴火を頻発	不明				:0年	不明	あり	不明	御岳火口で噴煙活発	なし	周辺海域にあり	孤島住:3.5km	

中長期的な噴火の可能性の評価について

— 監視・観測体制の充実等の必要な火山の選定 —

平成 21 年 6 月

火山噴火予知連絡会 火山活動評価検討会

中長期的な噴火の可能性に備えた

監視・観測体制の充実等の必要性の評価について

1. 目的

気象庁は全国の活火山について、火山防災を目的として監視を行なっている。それらのうち、活発な火山活動を繰り返しているなど、必要と考えられる火山に対して、近傍に地震計等を設置し連続監視を行ってきた。また、近年は多項目観測の実施や、機動観測により連続監視火山を増やすなど火山監視の強化を進めた。

今後、さらに火山防災対策の充実を図るために、中長期的な噴火の可能性を評価して、監視・観測体制の充実等が必要な火山を選定することとした。中長期的な期間については、概ね100年程度とし、噴火の可能性を検討することとする。噴火の時期や規模を定量的に求めることは現在の火山学の知見では困難であるが、過去の噴火履歴と現在観測されている火山活動の状況から、噴火の可能性を検討する。その上で、噴火による周辺の社会的な影響についても考慮することとする。

また、選定された火山については、具体的な監視・観測体制を検討に資するため、噴火準備過程や、噴火プロセス等に関する知見に基づいた整理を行うこととする。

2. 評価方針

評価にあたっては、過去の活動履歴（有史以降の噴火履歴）や現在の活動状況（過去約100年間の火山活動の状況、火山活動としての兆候）を参照する。これに加え、予測困難な突発的な小噴火の発生時に、火口付近で被害が生じる可能性が考えられる火山についても、監視・観測体制の充実等が必要な火山として選定する。

具体的には以下のような内容で評価を進める。

(1) 近年、噴火活動を繰り返している火山

以下の噴火活動について確認する。

- a. 過去数十年程度の間、頻繁に噴火している。（桜島、諏訪之瀬島など）
- b. 100年以内の間隔で噴火を繰り返している。（有珠山、伊豆大島など）

上記のような噴火活動がみられる火山については、周期的、あるいは定常的にマグマ等が地下深部から供給されていると考えられる。今後も噴火を繰り返す可能性が大きく、早い場合は数年で次の噴火が発生することも考えられる。このことを踏まえて監視・観測体制の充実等が必要と考えられる。

(2) 過去 100 年程度以内に火山活動の高まりが認められている火山

以下のような火山活動状況についてそれぞれ確認する。

c. 地震活動

過去 100 年程度の山体浅部の地震活動（マグマの動きに関連したものなど）

d. 地殻変動

過去 10 年程度のマグマ貫入等に伴う地殻変動

e. 噴気活動・地熱活動

過去 100 年程度の活発な噴気活動、地熱活動

近年は噴火が発生していないものの、上記のような火山活動がみられる火山については、それぞれ以下のように判断する。

① 地震活動

活発な火山性地震の活動あるいは火山性微動（以下「山体浅部地震活動」）の発生については、地下のマグマの動きや圧力の増減、あるいはそれに伴う熱水の動きや圧力の増減等に伴うものと考えられる。このような活動がみられる火山については、今後噴火が発生する可能性があるものと考えられ、火山活動の監視・観測の充実等を実施することが必要と考えられる。

また、周辺部の地震活動や、やや深部で発生する低周波地震（以下「深部低周波地震」）の活動については、中長期的な噴火の可能性との直接的な関連性は良く分からないため、判断には用いないこととするが、火山活動の参考となるものとして取り扱う。

② 地殻変動

地殻変動について、特に山体の膨張を示す変動がみられる場合、地下におけるマグマの蓄積や上昇を示す、若しくは、熱水の圧力が増大していることを示す可能性が高い。このことから今後噴火が発生する可能性が高く、これらの活動を十分監視・観測できる体制を継続する必要があるものと考えられる。

③ 噴気活動・地熱活動

噴気活動や地熱活動については、その活発化が地下のマグマの上昇や熱水の圧力増加を反映していることがある。噴気活動・地熱活動の活発化に加えて、地震活動や地殻変動等に変化がみられる場合には、噴火の可能性を視野に入れた監視・観測体制を十分整える必要がある。

(3) 現在異常は見られないが、過去の噴火履歴等からみて噴火の可能性が考えられる火山

現在は、火山活動に特に異常は見られていないが、過去に規模の大きな噴火を繰り返し発生させており、その噴火間隔等から判断すると、中長期的にみて噴火の可能性があると考えられる火山については、監視・観測体制などの充実が必要な火山と評価する。

(4) 予測困難な突発的な小噴火の発生時に火口付近で被害が生じる可能性が考えられる火山

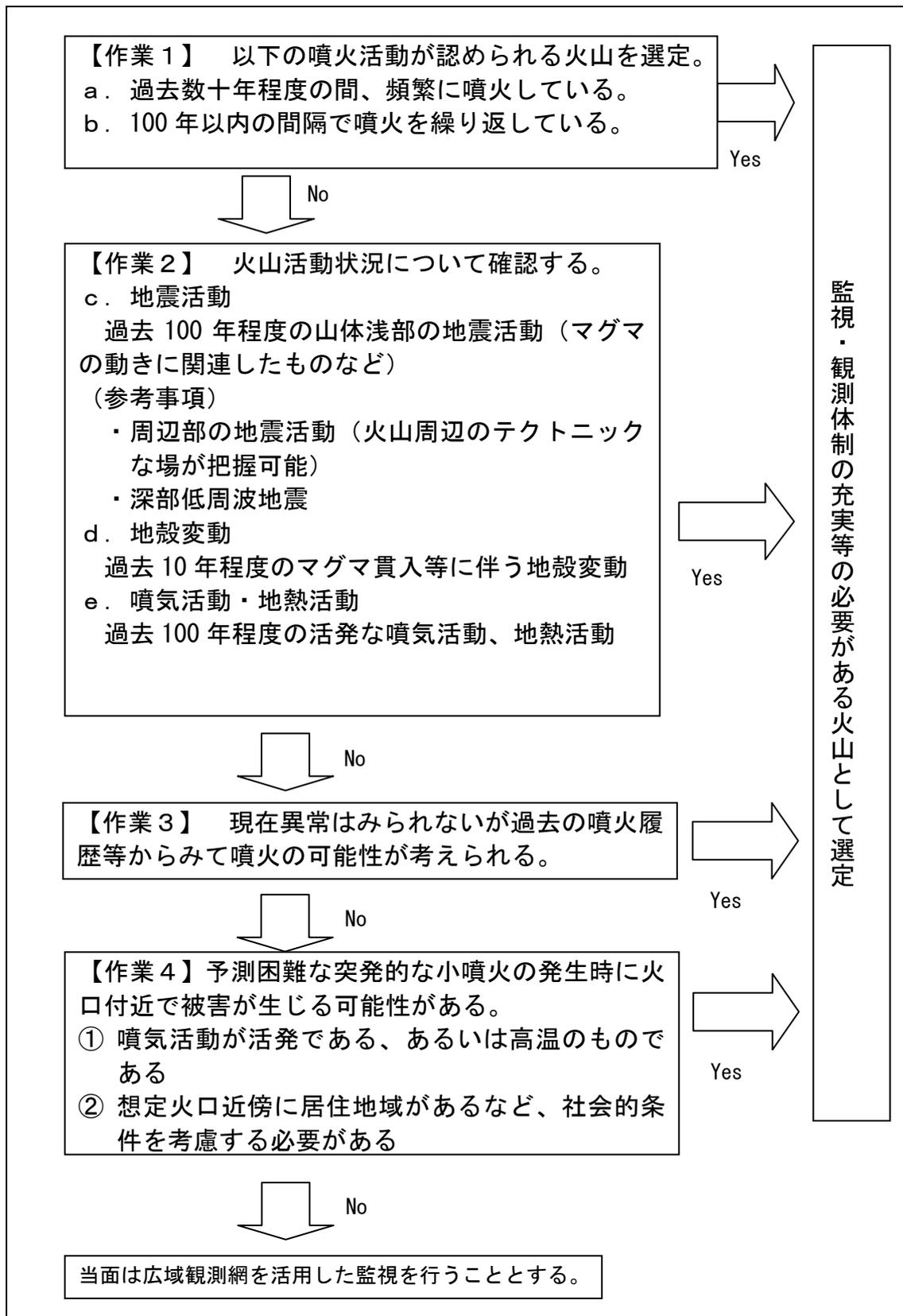
ある程度以上の規模の噴火が発生する場合には、噴火に結びつく前兆現象と思われる地震活動や地殻変動の異常が、ある程度広範囲で観測されることが期待できることから、広域観測網による監視・観測体制により、異常を把握することができると考えられる。しかし、火口付近まで居住地域が迫っている、あるいは多くの観光客が訪れる火山については、

小規模な噴火でも、被害に結びつく場合があります、監視・観測体制の充実等が必要であると
考えられる。今回は、噴気活動が活発であるか、噴気が高温のものであり、かつ、活動し
ている火口で社会的条件を考慮する必要のある場合に、監視・観測の充実等が必要である
火山と選定した。

以上（１）から（４）までの作業の流れを図１に図示した。

上記評価方針に基づいて選定された火山については、今後、監視・観測体制を充実させる必要があるが、監視・観測体制を検討する際に、これまでの調査研究成果を活用することにより、より効果的な監視・観測体制を構築することができることから、選定された火山については、推定されるマグマ溜りの位置や、地震発生のメカニズムなどの、噴火発生の予測の手掛かりとなるような、火山学的知見に基づいて整理を行うこととする。

監視・観測体制の充実等の必要な火山の選定手順（図1）



3. 評価対象とする火山

全国の活火山を対象とするが、原則として無人島、海底火山を除くものとする。また、北方四島の火山については、資料不足のためここでは噴火の可能性を判断しない。

評価の対象としない火山は以下の 27 火山とする。

渡島大島、ベヨネース列岩、須美寿島、伊豆鳥島、嬬婦岩、西之島、海形海山、海徳海山、噴火浅根、北福德堆、福德岡ノ場、南日吉海山、日光海山、若尊、硫黄鳥島、西表島北北東海底火山、茂世路岳、散布山、指臼岳、小田萌山、択捉焼山、択捉阿登佐岳、ベルタルベ山、ルルイ岳、爺爺岳、羅臼山、泊山

4. 各火山について監視・観測体制の充実等の必要性の評価

ここでは、2章における評価方針に、3章に掲げた検討対象の各火山の状況を照らし合わせて評価した結果、監視・観測体制の充実等が必要であると選定された火山とその選定理由を記載する。なお、それぞれの評価のための具体的な状況については別添資料に記載した。

(1) 近年、噴火活動を繰り返している火山

過去数十年程度の間、頻繁に噴火している、あるいは、100年以内の間隔で噴火を繰り返しており、選定された火山は以下の 23 山である。

○雌阿寒岳

最近数十年間噴火頻発

1955-1966年、1988年、1996年、1998年、2006年、2008年に水蒸気噴火を繰り返している

○十勝岳

噴火間隔 100 年以内

1926年、1962年、1988-89年とマグマ噴火を繰り返している

○樽前山

最近数十年間噴火頻発

1804-17年、1867-74年、1909年に噴火が発生し溶岩ドームができる。1917-55年に時々と、1978-79年、1981年に水蒸気噴火を繰り返している

○有珠山

噴火間隔 100 年以内

1822年、1853年、1910年、1943-45年、1977-78年、2000年とマグマ噴火を繰り返している

○北海道駒ヶ岳

噴火間隔 100 年以内

1640年、1694年、1856年、1929年、1942年とマグマ噴火を、1996年1998年、2000年と水蒸気噴火を繰り返している

○秋田焼山

最近数十年間噴火頻発

1948-1949年、1951年、1957年、1997年に水蒸気噴火を繰り返している

○秋田駒ヶ岳

最近数十年間噴火頻発

1932年（水蒸気噴火）、1970-1971年（マグマ噴火）に噴火を繰り返している

○吾妻山

最近数十年間噴火頻発：1950年、1952年、1977年に水蒸気噴火を繰り返している

○那須岳

最近数十年間噴火頻発：1953年、1960年、1963年に水蒸気噴火を繰り返している

○草津白根山

最近数十年間噴火頻発

1882年、1897年、1902年、1928年、1932年、1937-42年、1958-59年、1976年、1982-83年に水蒸気噴火を繰り返している

○浅間山

噴火間隔 100 年以内

1961年まで頻繁に繰り返す。1973年、2004年にマグマ噴火を繰り返している

○新潟焼山

最近数十年間噴火頻発

1949年、1962-63年、1974年、1983年に水蒸気噴火を繰り返している

○焼岳

最近数十年間噴火頻発

1907-13年、1915年、1916-39年の間に時々噴火、1962-63年、1995年に水蒸気噴火を繰り返している

○御嶽山

最近数十年間噴火頻発

1979年、1991年、2007年に水蒸気噴火を繰り返している

○伊豆大島

噴火間隔 100 年以内

1912-14年、1950-51年、1986年にマグマ噴火を繰り返している

○三宅島

噴火間隔 100 年以内

1940年、1962年、1983年、2000年にマグマ噴火を繰り返している

○硫黄島

最近数十年間噴火頻発

1978年、1980年、1982年、1999年、2001年、2004年に水蒸気噴火を繰り返している

○阿蘇山

最近数十年間噴火頻発

最近100年はほぼ毎年噴火を頻発しており、最新は2005年に噴火している

○霧島山

最近数十年間噴火頻発：1959年、1991年、2008年に水蒸気噴火を繰り返している

○桜島

噴火間隔100年以内

1914年、1946年、1955年以降、マグマ噴火を繰り返している

○薩摩硫黄島

最近数十年間噴火頻発：1998年以降小噴火が頻発している。最新の噴火は2004年

○口永良部島

噴火間隔100年以内：1841、1933、1966年にマグマ噴火を繰り返している

○諏訪之瀬島

最近数十年間噴火頻発：1956年以降毎年マグマ噴火を頻発している

(2) 過去100年程度以内に火山活動の高まりのある火山

過去100年程度に山体浅部の地震活動（マグマの動きに関連したものなど）が観測された火山、過去10年程度にマグマ貫入等に伴う地殻変動が観測された火山、過去100年程度に活発な噴気活動、地熱活動が見られ、選定された火山は以下の18山である。

○アトサヌプリ

火山性地殻変動

1993-1995年リシリドーム付近中心に最大25cm隆起がみられた（藤原ほか、2005）

噴気活動・熱活動

溶岩ドーム付近で沸点以上の噴気活動がみられる

○大雪山

山体浅部地震活動

広域地震観測網や機動観測により、発生が確認されている。1990年にはBT型地震を数個観測した

噴気活動・熱活動：旭岳爆裂火口で沸点以上の噴気活動がみられる

○恵山

山体浅部地震活動：微少な地震が時々多発

噴気活動・熱活動：溶岩ドーム西側爆裂火口で沸点以上の噴気活動がみられる

○岩手山

山体浅部地震活動

1995年に火山性微動が発生し、その後1998年をピークに地震活動が活発化した

火山性地殻変動：1998年にマグマ貫入による地殻変動が観測された

噴気活動・熱活動：1998年から数年間にわたり地熱・噴気活動が活発化した

○栗駒山

火山性地殻変動：2004-05年に山頂部でわずかな膨張の可能性（地理院、2006）

○蔵王山

山体浅部地震活動：刈田岳付近で時々多発

○安達太良山

山体浅部地震活動：1995-97年に火山性微動が発生

火山性地殻変動：1998-2001年沼ノ平火口でわずかな膨張がみられた

噴気活動・熱活動：沼ノ平火口で1996年泥水噴出、1996-2004年噴気活動が活発化

○磐梯山

山体浅部地震活動

1988年に地震多発、2000-01年にも地震多発と火山性微動の発生がみられた

○日光白根山

山体浅部地震活動：1993-95年に多発し、火山性微動も発生

○乗鞍岳

山体浅部地震活動：山体浅部に地震活動が認められる

○白山

山体浅部地震活動：山体浅部に地震活動が認められる

○箱根山

山体浅部地震活動：時々多発

火山性地殻変動：2001年、2006年にダイク貫入と考えられる地殻変動が観測される

噴気活動・熱活動：大涌谷などで活発な噴気活動が継続している

○伊豆東部火山群

山体浅部地震活動

1978-98年に顕著な活動を繰り返し、2002年以降も時々多発を繰り返している
 火山性地殻変動
 地震活動に伴い、東伊豆の歪計に顕著な地殻変動が時々みられる

○新島

火山性地殻変動：新島一式根島間でマグマ蓄積によると見られる膨張がみられる

○神津島

火山性地殻変動：1996年以降、北東部中心にマグマ蓄積による隆起がみられる

○八丈島

山体浅部地震活動：2002年に顕著な活動がみられた

火山性地殻変動：2002年にダイク貫入と考えられる地殻変動が観測された

○鶴見岳・伽藍岳

山体浅部地震活動：時々多発

噴気活動・熱活動

鶴見岳の山頂北側に噴気のみられ、1949年と1974年には一時活発化した。伽藍岳の山頂部に噴気のみられ、1995年に泥火山を生成した

○九重山

山体浅部地震活動

山体浅部に地震活動が認められる

噴気活動・熱活動

星生山北東側山腹に沸点以上の活発な噴気のみられる。1995-96年には噴火が発生した。

(3) 現在異常は見られないが過去の噴火履歴等からみて噴火の可能性が考えられる火山

現在異常は見られないが過去の噴火履歴等からみて噴火の可能性が考えられることから選定された火山は以下の4山である。

○岩木山

噴火履歴

1600年、1783年、1845年、1863年に水蒸気噴火をしており、約20~200年間隔で噴火している。最後の噴火から145年が経過しているものの再び噴火の可能性はある

○鳥海山

噴火履歴

9~10世紀、17~19世紀に噴火発生。最新の1974年の噴火からは35年経過したものの活動期は継続していると考えられる

○富士山

噴火履歴

約 11,000 年前から頻繁に噴火を繰り返している。9 世紀以降、数十年～約 300 年間隔で噴火発生。1707 年の最新の噴火から 300 年余経過しているものの、噴火履歴、地震活動等からみて、噴火の可能性はある

○雲仙岳

噴火履歴

1663 年、1792 年、1990-95 年にマグマ噴火をしており、活動期が続いていると考えられる

- (4) 予測困難な突発的な小噴火の発生時に火口付近で被害が生じる可能性が考えられる火山
噴気活動が活発であるか、噴気が高温のものであり、かつ、火口近傍に居住地域があるなど、社会的条件を考慮して、選定された火山は以下の 2 火山である。

○倶多楽

噴気活動・熱活動

噴気・熱水活動がみられ、時々泥水を噴出し、地熱域も拡大している。

社会的影響

活動火口から 500m 以内に 1000 人以上の人が居住している。冬季に噴火した際、融雪泥流が居住地域まで短時間に到達する可能性が高い

○青ヶ島

噴気活動・熱活動

3000 年～2400 年前に顕著な噴火活動があり、また、17～18 世紀には噴火が頻発し、1785 年の噴火では島民の死者多数。1984 年機動観測によると、池の沢火口内に沸点程度の噴気地帯がある

社会的影響

活動火口から 1.2km 程度に居住地域がある。孤島であり、噴火した場合には早急に避難する必要がある

以上、選定の結果を表 1 に取りまとめた。

表1 監視・観測体制の充実等の必要がある火山とその選定理由

選定理由	火山名
①近年、噴火活動を繰り返している火山 ・過去数十年程度の間、頻繁に噴火している ・100年以内の間隔でマグマ噴火を繰り返している	雌阿寒岳、十勝岳、樽前山、有珠山、北海道駒ヶ岳、秋田焼山、秋田駒ヶ岳、吾妻山、那須岳、草津白根山、浅間山、新潟焼山、焼岳、御嶽山、伊豆大島、三宅島、硫黄島、阿蘇山、霧島山、桜島、薩摩硫黄島、口永良部島、諏訪之瀬島（23火山）
②過去100年程度以内に火山活動の高まりが認められている火山 ・地震活動 過去100年程度の山体浅部の地震活動 （マグマの動きに関連したものなど） ・地殻変動 過去10年程度のマグマ貫入等に伴う地殻変動 ・噴気活動・地熱活動 過去100年程度の活発な噴気活動、地熱活動	アトサヌプリ、大雪山、恵山、岩手山、栗駒山、蔵王山、安達太良山、磐梯山、日光白根山、乗鞍岳、白山、箱根山、伊豆東部火山群、新島、神津島、八丈島、鶴見岳・伽藍岳、九重山 （18火山）
③現在異常はみられないが過去の噴火履歴等からみて噴火の可能性が考えられる	岩木山、鳥海山、富士山、雲仙岳 （4火山）
④予測困難な突発的な小噴火の発生時に火口付近で被害が生じる可能性が考えられる	俱多楽、青ヶ島 （2火山）

5. 監視・観測体制の充実等が必要な火山についての、火山学的知見に基づいた整理

ここでは、4章において監視・観測体制の充実等が必要であると選定された火山について、具体的な監視・観測体制を検討に資するために、火山学的知見の有無に基づいた整理した結果を記載する。なお、それぞれの整理のための具体的な状況については別添資料に記載した。

(1) 十勝岳

考えられている前兆現象は以下の通り

- ・数年前から熱的異常（地温上昇や溶融硫黄の生成など）
- ・噴火発生の数年前、特に1年～半年前から、噴気・地震活動
- ・噴火が近づくとつれ益々活発化し、火口付近に亀裂・新しい噴気孔の形成、その他の異常現象

(2) 有珠山

最近約100年間のマグマ噴火は概ね30年間隔で繰り返されており、それらの噴火活動に関する調査研究により、短期予測が可能であると考えられている。

- ・大森房吉（1911）は地殻変動が最も著しい所に地震や火口が位置し、僅かな変動は広く火山体の周辺部迄及んでいることを明らかにし、「有珠山等では山腹に於いて微動計観測を不断に施行し、依りて以て爆発を予知し得らるべきなり」と結論した（岡田、1986）
- ・噴火の短期予測として、高粘性マグマ特有の有感群発地震発生、M4～6級の地震群、A

型から B 型地震への移行が考えられる（北海道防災会議、1973）

- ・ 噴火の数十時間～数日前（例えば 1977 年の噴火では約 30 時間前、2000 年の噴火では約 4 日前）から群発地震発生
- ・ 1977 年噴火前に山頂部の顕著な地殻変動（火口原での目撃情報、ロープウエーケーブル長の縮み）があった（門村・他、1988）
- ・ 2000 年噴火前に 3 月 28 日 GPS 観測開始から 31 日 12 時噴火直前までの 60 時間に変位量が 1 m を超える非常に大きな地殻変動が進行していた（高橋・他、2002）
- ・ 多くの場合、噴火開始の数日前まで何らの顕著な兆候も現れないことにも注意する必要がある

（3） 岩手山

1998 年に地震活動の活発化と明瞭な地盤変動が観測された。地震活動は山頂西側で始まり、西方へ約 10km にわたり伸展した。これに同期して、地盤変動源の西方移動も観測された。このことから、1998 年の活動は深部から山頂西側へ上昇したマグマが浅部で停止し、西方へ貫入したことによると解釈された。以上の観測成果は、1998 年当時と同程度の観測を継続すれば、浅部へのマグマ貫入は捕捉可能であることを示している。しかし、深部から浅部へのマグマ上昇過程を明瞭に捉えるには至っていない。また、浅部に達したマグマが地表へ達し噴火するか、浅部で横に貫入し噴火未遂に終わるかの予測は現状では困難。

- ・ 深部からのマグマ上昇過程など未解明な部分は残っているが、様々な観測データを統合的に説明できるモデルが提案されるなど、活動特性の理解はある程度進んでおり、今後も同様な活動があれば、噴火発生をある程度予測することが可能であると考えられる（結果として噴火に至らないこともある）。
- ・ 1998 年の異変や過去の噴火から、噴火開始地点に幅があり噴火様式も多様であることを考慮する必要がある。

（4） 浅間山

20 世紀前半から 1973 年噴火までの爆発的噴火が頻発した時期には火口底までマグマが上昇したため、爆発前に明瞭な地震増加や火映などの熱活動の高まりが捉えられた。1982 年～1983 年頃の噴火は、マグマが火口底まで上昇しなかったため、噴火規模が小さく従来のように明瞭な前兆は捉えられなかったが、火道内の物理的状態を示す地震活動様式の変化を観測した。

2004 年噴火を含む最近の観測事実からマグマ供給系の解明がある程度進んだ。現在認識されている火山活動概要は以下の通り

- ・ 西側山麓で深部からマグマがダイク状に貫入、関連して山体周辺に A 型地震が発生
- ・ マグマから分離した高温ガスが火道を上昇して山体浅部に熱を供給し、山頂火口では噴煙活動や B L 型地震活動が活発化し、場合によっては小規模噴火が発生
- ・ マグマの火道上昇あるいは高温ガスの増加に伴い、火口底で地下水等との熱交換による特異な長周期地震が多発、火口底の高温化が進行して特異な長周期地震活動が無くなった後、さらにマグマが上昇すると山体浅部の膨張及び BH 型地震の急増が始まり、その数時間～1 日後に爆発的噴火が発生

(5) 富士山

近代的観測の開始以降、噴火は経験していないが、火山噴火予知連絡会富士山ワーキンググループにおいて、古文書等歴史資料、地質資料等をもとに、噴火発生域及びダイク貫入モデルによる1707年宝永噴火シナリオを想定して地震活動及び地殻変動量を推定したほか、それらに基づき観測網の検知力についても調査を行った。それらの結果を踏まえ、噴火観測事例はないものの、火山学的知見に基づき噴火発生予測がある程度可能と判断される火山と位置づける。

- ・噴火発生の可能性のある地域は広大であることを考慮した観測網の維持・整備が必要

(6) 伊豆東部火山群

1989年に発生した手石海丘からの噴火やその前後に発生した地震の多発時とそれに伴う地殻変動の観測から、以下のことが知見として得られた。

- ・東伊豆の歪変化量と、ダイクの貫入によると思われる体積増加量には、高い相関が認められ、歪変化量からおおよそのマグマ貫入量を推定することが可能である
- ・震源位置（特に深さ）を正確に推定することが、噴火の可能性を評価するために重要。貫入マグマの密度中立点（深さ数 km）の深部活動で止まる場合は、噴火の可能性は低く、震源が密度中立点を越えて浅部への移動が始まる場合は噴火に至る可能性が高いと考えられる。

(7) 伊豆大島

最近約250年間は30~40年程度の間隔でマグマ噴火を繰り返している。火山噴火予知連絡会伊豆部会で噴火シナリオを検討するなど、過去の観測事実から噴火準備から噴火に至る過程の理解がある程度進んだと考えられる。1986年噴火時の観測から次の知見が得られている。

- ・噴火準備期には深部へのマグマ注入による膨張が長期的に継続し、噴火数年前になると鈍化がみられる
- ・噴火の数ヶ月前からマグマ上昇により火山性微動発生、地磁気・比抵抗変化の加速、熱異常等がみられる可能性がある（山頂周辺の顕著な地殻変動はみられない可能性がある）
- ・噴火直前にはさらなるマグマ上昇により火口内の噴気活動の活発化、微動振幅増大があり、山頂噴火に至る可能性が高い

割れ目噴火は、山頂噴火が前駆する可能性が高い。1986年噴火では割れ目噴火の2時間前から急速な地殻変動と地震活動の顕著な増大がみられた

(8) 三宅島

最近約100年間は20年程度の間隔でマグマ噴火を繰り返しており、2000年噴火を含む観測事実からマグマ供給系の理解がある程度進んだと考えられる。

- ・長期的な深部へのマグマ蓄積による膨張傾向がみられる
- ・地震を伴って深部から浅部に急速にマグマが貫入して噴火に至ると考えられ、地殻変動源や震源から噴火地点が予測できる可能性がある
- ・顕著な異変が現れてから数時間で噴火に至る場合を想定した監視体制が必要

(9) 阿蘇山

火山活動に関する主な知見は以下の通りであり、最近と同様な活動であれば噴火直前の前兆現象を捉えられる可能性がある

- ・ 「湯だまり」→土砂噴出→「赤熱現象」→火山灰噴出→鳴動→「ストロンボリ式噴火」→「湯だまり」の三角ダイアグラムが提示されている（須藤、他）
- ・ 火山性地震の震源分布には火山活動に伴う変化は見られないが、火山性微動は活動に対応して大きく変化する
- ・ 広帯域にわたる多種類の火山性微動が常に観測されており、さらに短周期微動には連続的の微動から孤立型微動までである。連続型微動は噴火活動前期から振幅増大し、卓越周波数が徐々に低くなり、活動最盛期には2Hzまで低下する。高周波から低周波への周波数変化は火道拡大を示すと考えられている（須藤、他）
- ・ 火山活動に伴う地盤変動が極めて小さい火山である（須藤、他）
- ・ 火口近傍の全磁力観測により、火口直下（深さ200m程度）での温度上昇が検知されている（田中他）
- ・ 20世紀初頭の噴火は最近の噴火よりも大規模であり、噴火地点も第1火口に限らず第4火口まで噴火していることに留意すべきである。

(10) 雲仙岳

1990～1995年の活動では震源移動や傾斜計の観測により、溶岩流出の予測に成功している。今後も同様な活動であれば噴火発生予測はある程度可能と考えられる。予想される活動推移は以下の通り。

- ・ 約4ヶ月前から橘湾から橘湾東部、島原半島内へと震源移動が捉えられた。さらに2ヶ月前には島原半島西部の地震が増加
- ・ 溶岩ドーム出現直前には、地殻変動に山体膨張を示す急激な変化、全磁力観測でマグマの上昇による急激な熱消磁、数日前に火口付近での地割れを確認
- ・ 傾斜計の長周期振動振幅からマグマ供給量が推計された

以上の経過から、次のような活動サイクルが想定されている。橘湾で群発地震→マグマが島原半島方向へ移動→島原半島内で地震が発生→普賢岳山頂付近で群発地震→噴火→溶岩ドームの形成・成長→火砕流の発生→溶岩ドームの成長停止→火山活動の低下または溶岩ドームを形成せず溶岩流が発生

(11) 桜島

ブルカノ式噴火の予測は研究が進んでいる。他方、大正噴火（1914年）規模の山腹噴火では、噴火発生の前日から有感地震多発などの前兆現象が確認されており、適切な観測と迅速な評価がなされれば、噴火予測ができる可能性が高い。得られている知見は以下のとおり。

- ・ 主マグマ溜りは桜島北方、始良カルデラの地下深さ10kmに存在し、副マグマ溜りは桜島の直下の約4kmに存在すると推定されている。地下深部から主マグマ溜りへのマグマ供給率は、年間約1000万立方メートル、1914年噴火以降のマグマ貯蓄量は10億立方メートル以上と見積もられ、現在でもマグマ蓄積が継続している

- ・ A型地震の多くは南岳山頂直下の発生(0~4km)及び沖小島付近で発生(6~10km)、始良カルデラ内の東部でも発生することがある。桜島南西沖の地震活動は、始良カルデラから桜島を横切るマグマの貫入イベントに関連するという解釈もある。
- ・ BH型、BL型地震や爆発地震は南岳山頂直下の浅い所で発生(0~3km)
- ・ 噴出物の多い山頂噴火については、発生の10分~数時間前から微小な前兆地盤変動(火口方向隆起・膨張 0.01~0.2 μ rad.)が観測されることが多い
- ・ B型地震の群発中に特定周波数が卓越するなど、波形単純化が進行すると、群発地震終了後に爆発的噴火が多発する例が多い
- ・ 2006年6月からの昭和火口噴火に先立っては、数年前から桜島周辺部のA型地震の発生増加や昭和火口の噴気・地熱の異常以外顕著な兆候は認められなかった。昭和火口からの噴火繰り返しにより火口が拡大し、噴火の規模が漸次大きくなっている。
- ・ 山頂噴火の激化、昭和火口からの溶岩や火砕流の流下、また現時点では可能性が低い、山頂噴火や始良カルデラ内の海底噴火なども想定した監視・観測の整備と維持が必要。

以上11の火山のうち、十勝岳、伊豆大島、桜島については、以下に記載する理由により、近い将来に、避難等の防災対策が必要となる噴火(噴火警戒レベル4以上)の発生が予想されることから、具体的な監視・観測体制を検討する際には考慮する必要がある。

○十勝岳

最近約100年間のマグマ噴火発生間隔及び現在の活動状況を考えると、近い将来に避難等の防災対策が必要となる規模の噴火(たとえば1962年噴火、積雪期では1988~89年噴火)の発生が予想される。

○伊豆大島

1986年の噴火以降、消長を繰り返しながら、山体の膨張が継続しており、地下のマグマ溜りにマグマが蓄積されていると考えられる。最近約250年間は30~40年程度の間隔でマグマ噴火を繰り返していることから、近い将来、マグマ噴火が発生すると考えられる。

○桜島

始良カルデラの主マグマ溜りでは、昭和火口での噴火が始まった2006年以降も、マグマ蓄積が着実に継続している。すでに1914年の噴火(大正噴火)時のマグマ噴出量(約15億立方メートル)の8割程度を再蓄積していると考えられ、近い将来の山頂火口や昭和火口での噴火活動の激化、あるいは山腹等での大噴火発生の可能性が高いと考えられる。

6. 選定に当たったの残された課題

上記の選定、及び整理については、現在の火山学の知見に基づいて選定、整理を行ったものである。しかし、噴火の可能性については、時期や規模を定量的に求めることは現在の火山学の知見では困難である。また、過去の噴火履歴については、過去の噴火による堆積物等が詳し

く調査されている火山や有史以降繰り返し噴火をしている火山など、地質調査結果・文献記録が豊富な火山がある一方で、このような調査がほとんどなされていないか、噴火の可能性を判断できる噴火実績がほとんどない火山など、評価を行うのに十分な過去の噴火履歴が判明していない火山がある。今回の選定においても、評価が必ずしも十分に行なわれていない火山があり、選定すべきかどうか意見が分かれた火山もある（例えば、羅臼岳、摩周、十和田、由布岳、中之島など）。

今回は無人島、海底火山について評価を行わなかったが、過去の噴火で津波が発生するなど居住地域に影響を及ぼした事例もあることから、これらの火山も含めて、今後の調査・研究の成果により、新たに知見が得られ、選定結果等に変更が必要であると認められた場合には、火山噴火予知連絡会において検討を行い、適宜変更を行うものとする。

参考資料：各火山の選定理由の取りまとめ資料
各火山の火山学的知見に基づいた整理資料
中長期的な火山活動評価に関する検討経緯

火山観測体制等に関する検討会報告

1. はじめに

我が国には全国に108の活火山があり、過去多くの噴火災害に見舞われてきた。火山災害軽減のため、これまで各機関がそれぞれの役割に応じて火山観測を行い、互いに連携して火山防災に貢献してきた。

より効果的な火山防災体制を構築することを目的として、「火山情報等に対応した火山防災対策検討会」は平成20年3月に「噴火時等の避難に係る火山防災体制の指針」を取りまとめた。この指針を受け、関係機関はこれまで以上に連携を強化し、火山観測体制の充実を図る必要がある。

気象庁は全国の活火山について、火山防災を目的に監視を行っており、平成19年12月1日からは全国の活火山に噴火警報の発表を開始した。これらのうち、特に活動が活発等、連続監視が必要な火山においては、火山近傍に地震計等を設置して連続監視を行っており、近年は多項目観測を実現させるなど監視・観測体制の強化を進めてきた。平成21年2月に火山噴火予知連絡会火山活動評価検討会は、今後監視・観測体制の充実等の必要がある47火山を選定した。平成21年度補正予算により、これらの火山において、多項目観測を実施するための観測施設の整備を行っているところであるが、今後も火山活動が活発化した場合などには、的確な火山活動状況の把握のため必要に応じて監視・観測体制の強化に取り組む必要がある。

大学及び研究機関は火山噴火予知計画に基づき、観測研究に基づく火山噴火予知手法の開発を進め、適切な観測体制が取られた火山では噴火時期をある程度予測できるまでになった。しかし、噴火の様式や規模等の噴火推移予測については、経験則に基づく予測が成立する場合以外は依然として困難な状況にある。今後は、噴火推移予測をめざした噴火予知の高度化のため、観測研究の一層の推進が重要である。また、第7次火山噴火予知計画のレビュー等で指摘されているように、国立大学の法人化等に伴い、従来の観測研究体制を変更せざるを得ない状況が生じており、今後の観測体制のあり方について具体的検討が必要となっている。

以上を踏まえ、調査研究の一層の推進及びその成果を活用した観測体制の強化等を進めるため、火山噴火予知連絡会の任務の一つである「火山噴火予知に関する研究及び観測体制の整備のための施策について総合的に検討すること」に則り、かつ、科学技術・学術審議会の建議により平成21年度から始まった「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」にも関連して、今後の観測体制やデータ流通体制及び研究体制のあり方について検討を行う必要がある。

本検討会では、調査研究の一層の推進及びその成果を活用した観測体制の強化等を進めるため、以下の各項目について検討を行い、最終的に国として必要な観測体制の取りまとめを行った。

- ①調査研究の推進及びその成果を踏まえた監視体制のあり方
- ②国として必要となる観測網、観測データの流通及び共有化体制のあり方
- ③関係各機関の役割分担と観測網整備の優先度を踏まえた火山ごとに必要な具体的な観測網のあり方

なお、火山観測データの流通・共有にあたっての技術的な事項については、作業部会を設置して検討した。

2. 火山観測体制の充実についての基本的な考え方

(1) 検討の方向性

火山防災体制をさらに充実させるため、気象庁は監視・観測体制の充実等の必要がある。47 火山を対象に引き続き必要に応じた監視・観測体制の強化を進める。大学及び研究機関は平成 20 年度の科学技術・学術審議会測地学分科会火山部会（以下「測地学分科会火山部会」という）の検討結果に則って、研究観測体制を強化する。観測点の整備に当たっては、各機関がそれぞれの役割を踏まえながら連携し、限られた資源の有効利用の方策を検討する。

(2) 火山監視・観測体制の充実

火山噴火予知連絡会の検討において、監視・観測体制の充実等が必要な火山として位置づけられた火山については、気象庁による観測施設整備が進められているところであるが、関係機関と連携してさらに監視・観測体制の強化を図り、よりの確な噴火警報の発表に努める。

監視・観測体制の強化を効率的に行うため、観測データの流通及びその共有を推進することにより、各機関の観測資源をより有効に活用する。気象庁は、大学等研究機関の観測施設の保守・維持等の効率化に協力することを含め、大学等研究機関と連携して、監視体制の強化を図る。

監視・観測体制の充実等が必要な火山以外の火山については、当面は広域観測網を活用した監視を行うこととする。ただし、活動に高まりがみられた場合には、機動観測点の増設等により必要な観測体制を緊急に整備する。

(3) 調査研究の推進のための研究観測体制の充実

大学は、測地学分科会火山部会の検討結果を受け、活動度が高い火山や、現時点では活動度が低いものの潜在的爆発活力が高い等、研究的価値の大きい火山を重点的な研究対象とし、それらの火山に観測機器等の研究資源を集中する等し、観測研究体制を強化する。

防災科学技術研究所等は測地学分科会火山部会で検討された観測の重点化を受け、大学の観測研究の支援も視野に入れた観測体制を整備する。

(4) 今後の課題

火山防災のため、調査研究のみならず監視にも必要となる高精度で高品位なデータを安定的に供給する観測網（基盤的な観測網）については、国が責任を持って整備する必要がある。今般の気象庁による整備も踏まえ、適切な維持・管理、運用を行うとともに、火山監視に係る研究の進展等も踏まえて必要な場合には適切な改善策を講じることが必要である。

3. 観測データの流通及び共有についての基本的な考え方

(1) 基本的な考え方

観測データの共有はこれまでも関係機関の間で必要に応じ行われ、一定の成果を上げてきた。

火山防災体制の充実に向けて、監視・観測体制の強化及び調査研究の推進を効率的、効果的に実現するためには、関係機関の連携をさらに強化して、観測データの流通及びその共有をこれまで以上に推進することが不可欠である。

(2) 火山監視・観測体制の強化のためのデータ流通・共有

火山防災を目的とした火山活動の監視に有効な観測データは、関係機関の協力に基づき、気象庁が火山監視に活用する。関係機関からデータ提供を受けるに当たり、気象庁はその観測点の維持・管理にできる限り協力する。

(3) 調査研究の推進のためのデータ流通・共有

調査研究の推進に必要な観測データについては、火山調査研究のさらなる発展のため、その流通を促進する。測地学分科会火山部会の「今後の大学等における火山観測研究の当面の進め方について」の趣旨を踏まえ、研究を阻害することのないように配慮しながら、観測データの共有と活用の方策を検討する。

(4) 観測成果の活用

監視・観測で得られた成果は、噴火警報や火山情報等により迅速に一般公表し、火山防災に活用する。調査研究で得られた成果は、論文や学術的な発表の場を通じて幅広く公表するとともに、火山噴火予知連絡会における情報交換等により、火山防災対策や監視・観測にも活用する。

(5) 観測データの流通・共有の具体的な進め方

観測データの流通・共有については、効率的かつ速やかな実現を図るため、地震調査研究推進のための地震観測データの流通・共有に利用しているシステムを利用する。なお、現在の各機関の通信インフラ等の違いから、全く同じ条件で流通・共有を行えない大学等があるが、当面は、気象庁とのデータ交換に利用している回線等を利用して可能な範囲で流通・共有を進めるとともに、今後、速やかに同等の条件で観測データの利用が可能となるよう、関係機関が連携して改善を図っていく。

これらを前提とした観測データの流通・共有を実現するため、火山観測データの流通や利用等に関する関係機関間の取り決めについての検討を火山噴火予知連絡会のメンバーを中心として速やかに進める。

(6) 今後の課題

観測データの流通・共有に当たって、地震調査研究に利用しているシステムと同じものを用いることを計画していることから、地震調査研究関係機関との間において調整を行うことが必要である。

また、観測データの一括処理を行うデータ処理センター機能及びデータアーカイブについては、データ量が膨大でかつ多岐にわたることから、その必要性や役割分担等も含めて今後の検討課題とする。

なお、今回の火山観測データの流通・共有に当たっては、地震計、空振計、傾斜計等のWINフォーマットでの伝送を想定したデータについて検討を行い、今後そのシステム等の具体化を図っていく計画であるが、GPS、映像データ等の流通・共有化についても、その必要性を含めて今後の検討課題とする。

(参考資料 2)

第 11 回火山観測体制等に関する 検討会資料

資料1：水蒸気噴火と前兆現象の事例

資料2：御嶽山の火山観測体制に関する報告

水蒸気噴火と前兆現象 の事例

雌阿寒岳の水蒸気噴火前に見られた前兆現象について

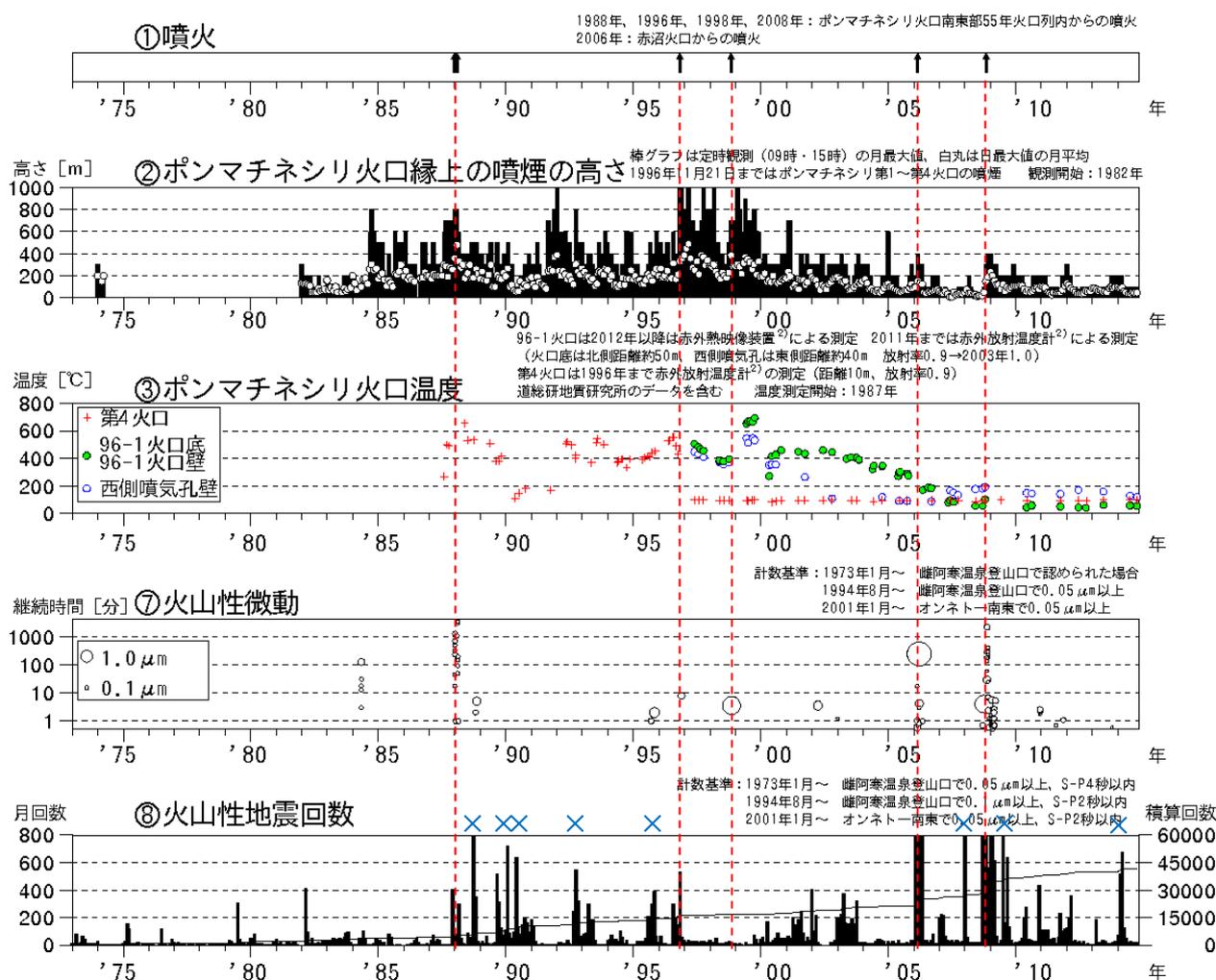
札幌火山監視・情報センター

○長期的な活動の推移

有史以降では、1955年～1966年にポンマチネシリ火口および中マチネシリ火口で水蒸気噴火が見られた。約20年の休止期間の後、1988年～2008年にポンマチネシリ火口で5回の水蒸気噴火が発生した。現在も各火口では、熱活動や地震活動が継続している。

○熱活動・地震活動と水蒸気噴火発生に関連

1988年噴火に向けては82年から噴煙の高さが徐々に高まった。また、その他の噴火でも噴気温度が高温の状態での噴火が発生するなど、熱活動と水蒸気噴火との対応は比較的良くみられる。一方、地震活動については、水蒸気噴火前に地震回数が増加する場合もみられるが、地震の増加が必ずしも噴火発生に至るとは限らない。また、顕著な地震活動がみられないまま噴火が発生する場合もある。

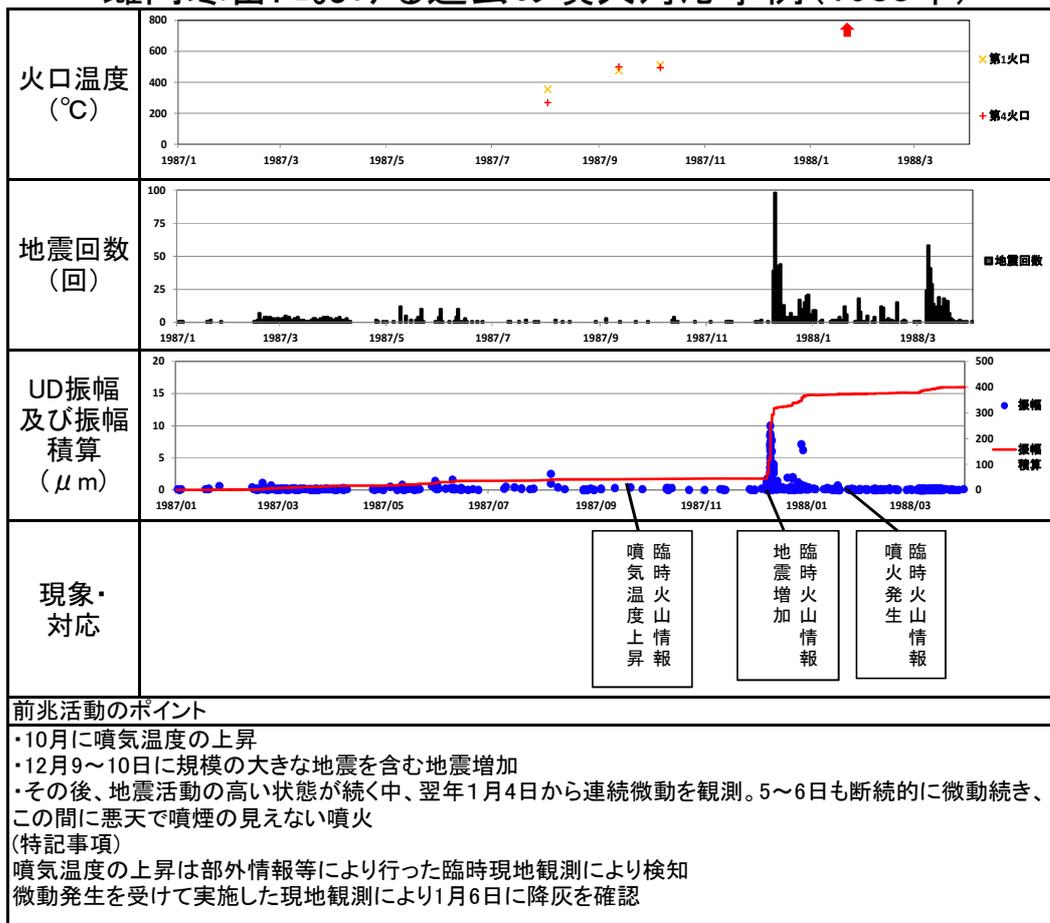


雌阿寒岳の活動経過図

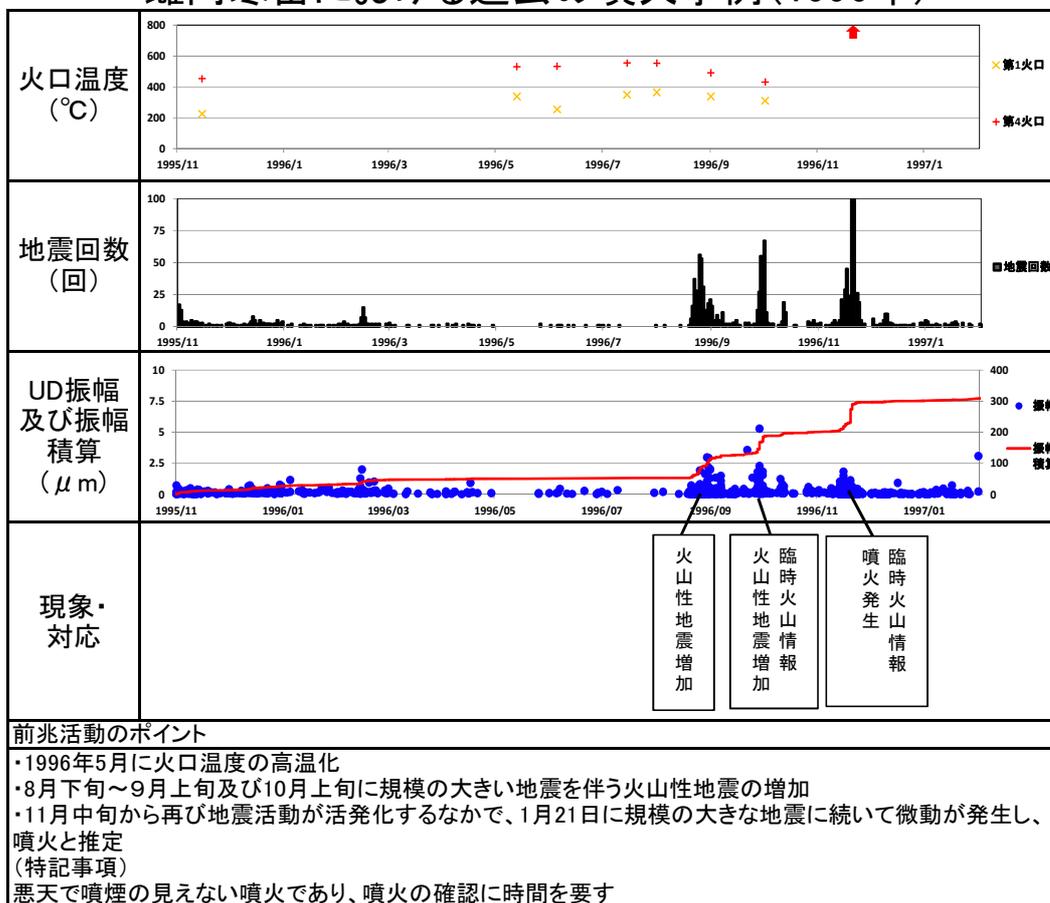
赤点線：水蒸気噴火の発生

×：地震増加（500回/月）はみられるが噴火は発生していない事例

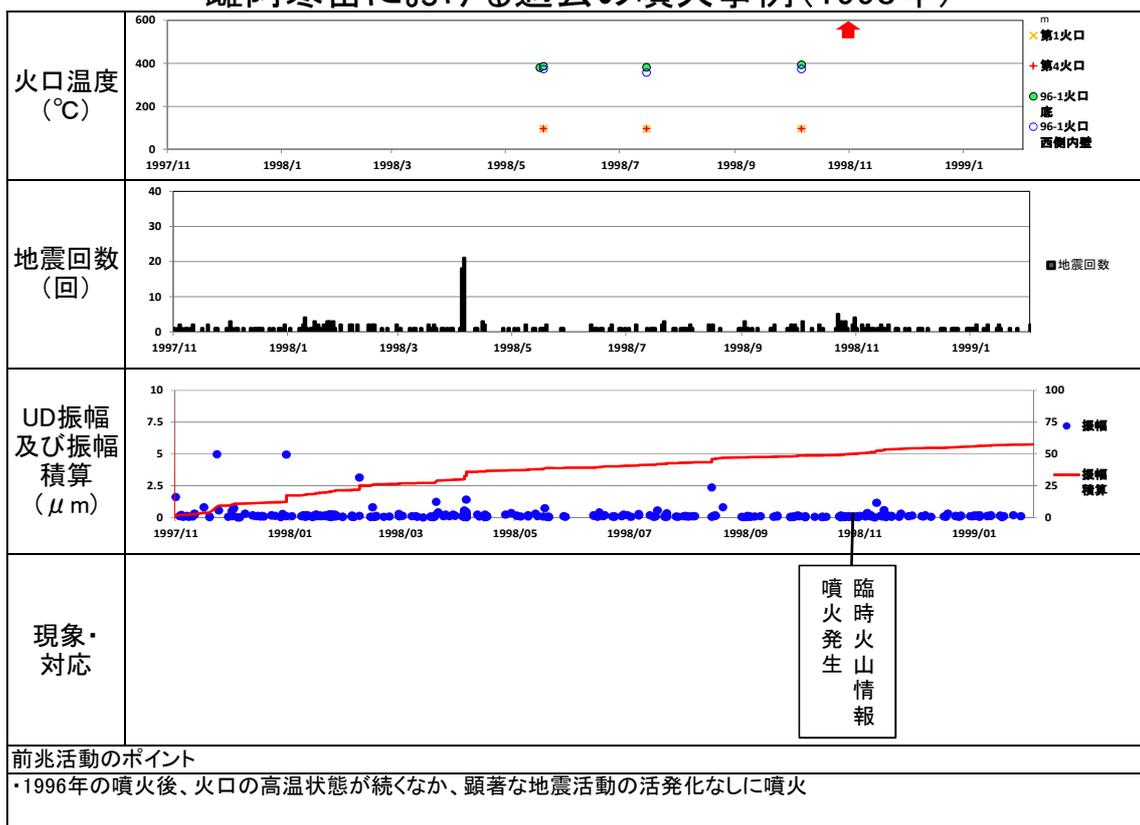
雌阿寒岳における過去の噴火対応事例(1988年)



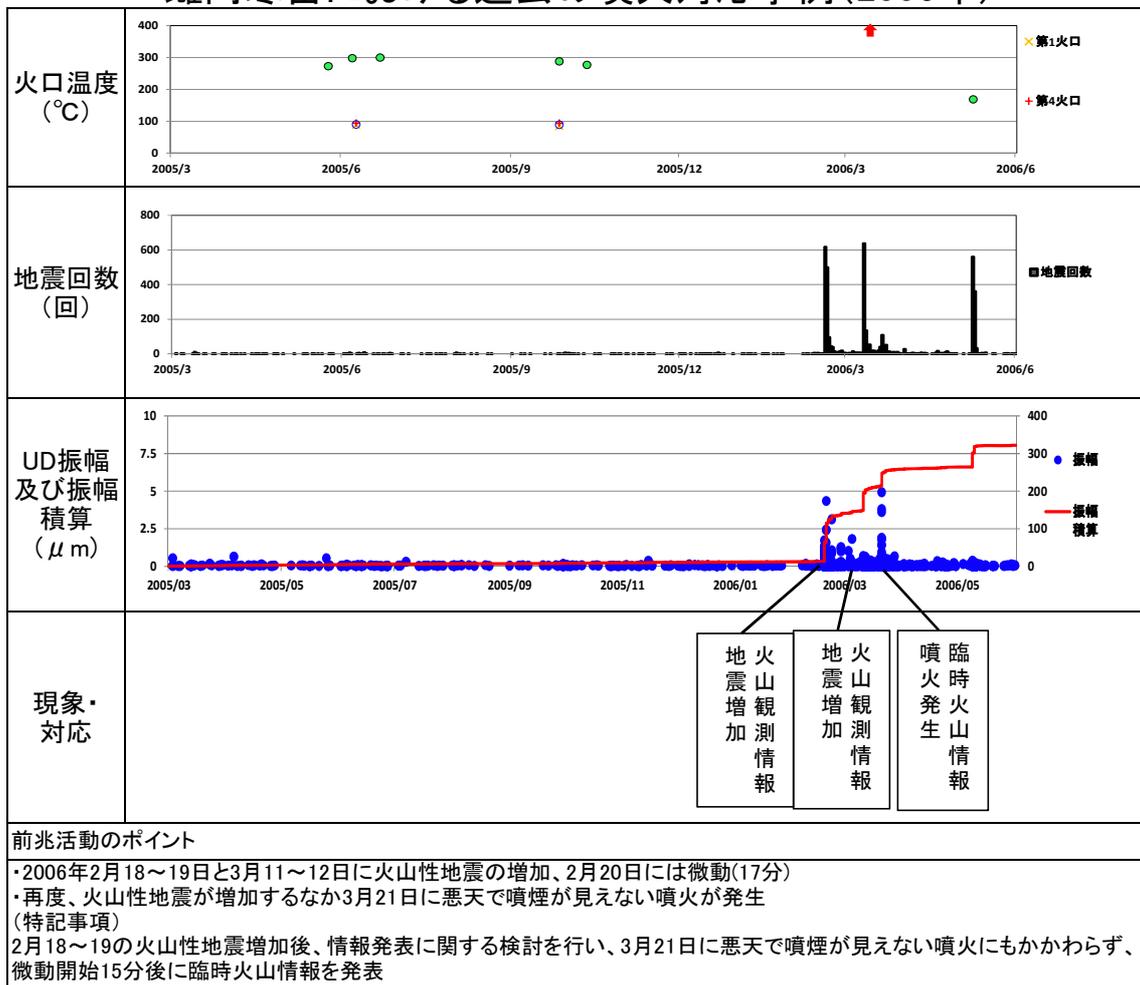
雌阿寒岳における過去の噴火事例(1996年)



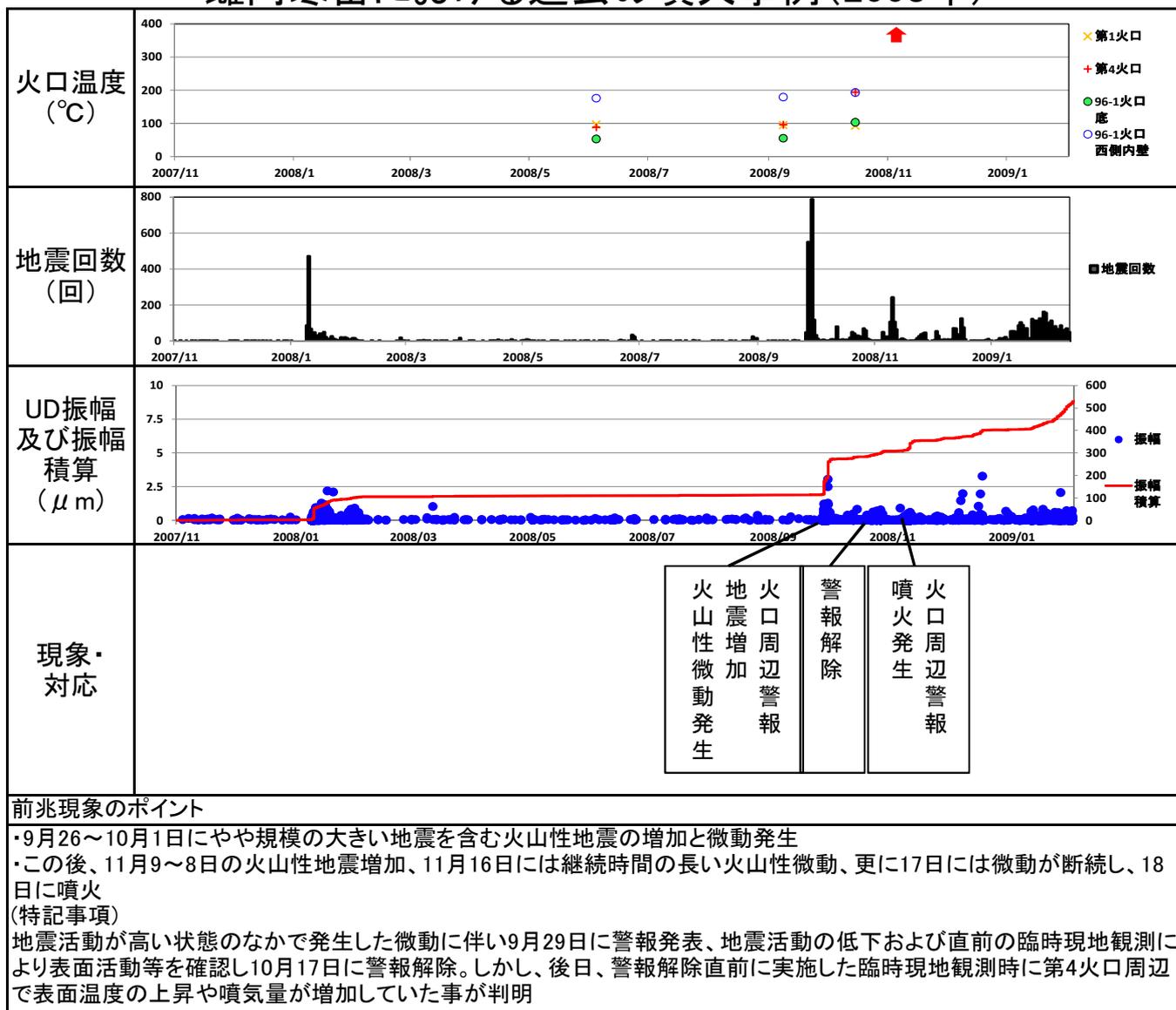
雌阿寒岳における過去の噴火事例(1998年)



雌阿寒岳における過去の噴火対応事例(2006年)



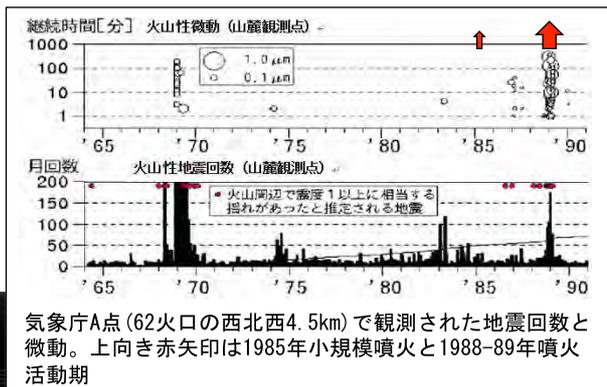
雌阿寒岳における過去の噴火事例(2008年)



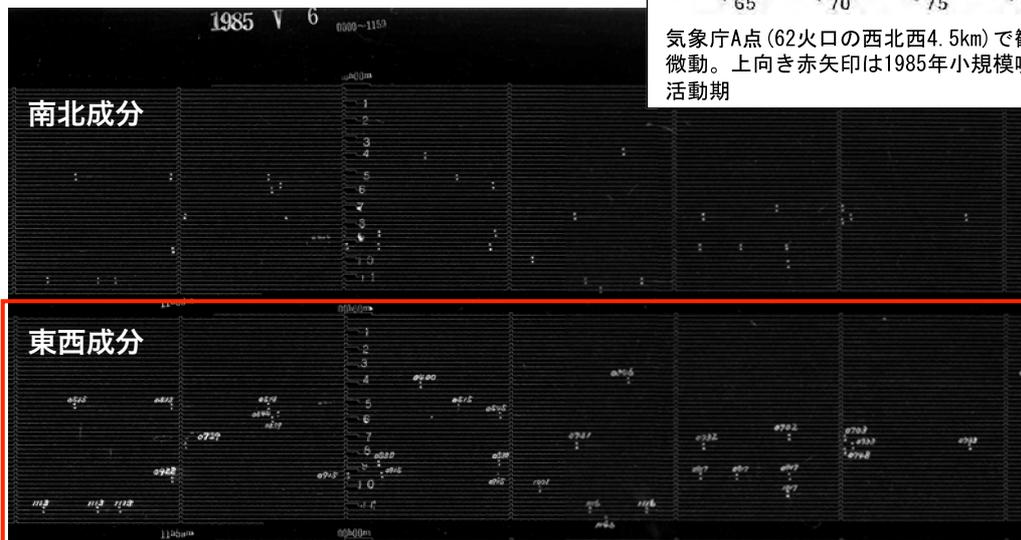
十勝岳の1985年小規模な水蒸気噴火

○1988-89年噴火活動先行して、1985年に活動火口に隣接する62-1火口でごく小規模な水蒸気噴火が発生

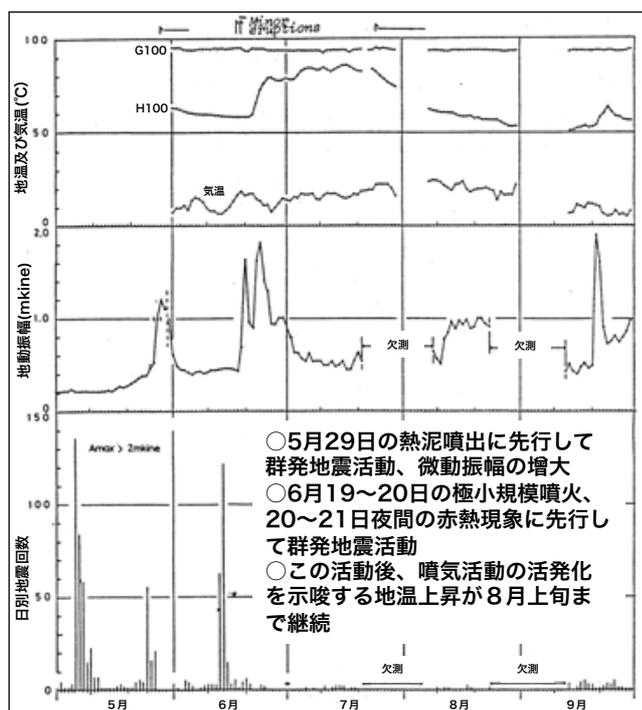
○この噴火に先行して、1983年の地震増加や微動発生を契機に62-1火口の地熱活動が活発化



気象庁A点(62火口の西北西4.5km)で観測された地震回数と微動。上向き赤矢印は1985年小規模噴火と1988-89年噴火活動期



1985年5月29日の熱泥噴出に先行して気象庁A点(62火口の西北西4.5km)で観測された群発地震。点付されているのは報告義務のない地震



62-1火口壁で観測された日別地震回数、地動振幅、1m深地温の時間変化。地震観測地点は右写真のH100、1m深地温はG100及びH100。



62-1火口壁の熱活動の推移。赤丸G100は1m深度地温観測点、H100は地震、1m深地温、気温観測点



62-1火口壁に開いた小火口からの火山灰噴出(岡田弘撮影)

御嶽山の火山観測体制 に関する報告

御嶽山総合観測班

御嶽山で今後必要な観測体制

御嶽山総合観測班

御嶽山で今後必要な観測体制について、マグマ噴火またはマグマ水蒸気噴火へ移行、静穏化の判断、次の水蒸気噴火の早期の把握を視点に、各幹事に意見照会し、次のようにとりまとめた。（意見の集計は別紙のとおり）

1. 緊急に着手すべき観測項目（緊急観測）

- ・地震計（短周期）を増設し、震源の移動や波形変化を把握する。
- ・広帯域地震計を設置し、マグマ貫入に伴う長周期の震動を捉える。
- ・傾斜計を設置し、また繰り返しGNSS観測やInSAR解析を実施し、山体浅部の変形を把握する。
- ・監視カメラを設置し、噴煙活動を監視する。
- ・SO₂放出量観測を実施し、火山ガスの放出量を把握する。
- ・ハイブリッド重力観測や超伝導重力計（iGrav）等による重力連続観測を行い、マグマ噴火への移行の可能性を調べる。
- ・噴出物・火山ガスの採取、分析を実施し、噴出物の構成、組成などから噴火のメカニズムを把握する。

2. 継続的に実施すべき観測項目（常時監視）

- ・総合観測点（ボアホール型傾斜計・地震計、空振計、GNSS）を増設し、地震の震源や地震発生メカニズムの変化、地殻変動の圧力源を把握する。
- ・地震計（短周期）を山頂部など観測点密度が薄い場所に増設し、震源の移動や波形変化を把握する。
- ・広帯域地震計の設置し、マグマ貫入や水蒸気噴火に伴う長周期の震動を捉える。
- ・傾斜計やGNSS観測点を設置し、山体浅部の変形を把握する。
- ・熱映像監視カメラを設置し、火口の熱状態を監視する。
- ・監視カメラ及び空振計を設置し、火口の噴気状態を監視する。
- ・地磁気観測（全磁力等）を実施し、山体浅部の熱状態を把握する。
- ・火山ガス（噴気）の採取・分析を実施し、火山ガス成分の変化を把握する。

3. 継続的に実施すべき観測項目（現地調査など）

- ・繰り返しGNSS観測や光波測距観測、InSAR解析を実施し、山体浅部の変形を把握する。
- ・水準測量を実施し、山体の変形を把握する。
- ・SO₂放出量観測を実施し、火山ガスの放出量を把握する。
- ・火山ガス（噴気）の採取・分析を実施し、火山ガス成分の変化を把握する。
- ・火山周囲の温泉ガスの採取・分析を実施し、山体浅部の物質循環を監視する。
- ・温泉分析（熱、成分分析）を実施し、熱水の変化を把握する。電磁波探査（比抵抗探査）を実施し、熱水の移動を把握する。
- ・ハイブリッド重力観測や超伝導重力計（iGrav）等による重力連続観測を行い、マグマ噴火への移行の可能性を調べる。
- ・山頂付近を含む現地調査を継続的に行い、詳細な噴火活動の推移を把握する。

4 . その他

以上のほか、次のような意見もあった。

- ・ 人工地震（もしくはアクロス）の実施し、浅部構造の地震波速度変化を把握する。
- ・ 地震波干渉法（監視ソフト）を導入し、浅部構造の地震波速度変化を把握する。
- ・ 火山性微動発生源を常時監視し、振動源移動を特定する。
- ・ 山頂部に多項目観測基地を設置し、そこを基点として各種観測を行う。
（短周期地震計、空振計、カメラ、ガスセンサー、UM簡易テレメーターを使ったプレハブ局舎を
拠点に3点あるいは4点の短周期地震山頂観測網の構築）

御嶽山で今後必要な観測体制について

御嶽山総合観測班

マグマ噴火またはマグマ水蒸気噴火へ移行、静穏化の判断、次の水蒸気噴火の早期の把握を視点で作成した、御嶽山総合観測班事務局案

観測種目	趣旨	対象現象			エリア		実施時期・期間			備考
		マグマ貫入の検知	水蒸気噴火の早期把握	静穏化の判断	山腹から山麓	山頂部	緊急に観測着手	複数年継続的に実施	随時、機動的に実施	
(1) 総合観測点の増設(総合観測点=ボアホール型傾斜計・地震計、空振計、GNSS)	地震の震源、波形変化の把握。 地殻変動の圧力源の把握。									重機横付けが原則
(2) 地震計(短周期)を増設	マグマ貫入に伴う震源の移動、波形変化の把握									観測点密度が薄い場所に設置
	水蒸気噴火に伴う震源の移動、波形変化の把握									
(3) 広帯域地震計の設置	マグマ貫入に伴う長周期の震動を捉える									
	水蒸気噴火に伴う長周期の震動を捉える									
(4) 傾斜計の設置、GNSS観測点を設置	山体の変形を把握									
(5) 繰り返しGNSS観測	山体浅部の変形を把握									
(6) 水準測量	山体の変形を把握									
(7) 熱映像監視カメラの設置	火口の熱状態を監視									
(8) 監視カメラや空振計の設置	火口の噴気状態を監視									
(9) SO ₂ 放出量観測の実施	火山ガス放出量の把握									
(10) 火山ガス(噴気)の採取・分析	火山ガス成分の変化の把握									へり観測を含む
(11) 全磁力観測の実施	山体浅部の熱状態を監視									連続観測化もあり
(12) 噴出物の採取、分析	噴出物の構成、組成分析									
(13) 光波測距	山体浅部の変形を把握									

(14) 火山周囲の温泉ガスの採取・分析	山体浅部の物質循環を監視									
(15) 温泉分析（熱、成分分析）	熱水の変化を把握									井戸の厳選が必要
(16) 地震波干渉法（監視ソフトの追加）	浅部構造の地震波速度変化を把握									
(17) 人工地震（もしくはアクロス）	浅部構造の地震波速度変化を把握									
(18) 電磁波探査（比抵抗探査）	熱水の移動を把握									
(19) 火山性微動の特定（監視ソフトの追加）	振動源の自動特定									気象研で実績あり
(20) ハイブリッド重力観測及び超伝導重力計（iGrav）等による重力連続観測	マグマ噴火への移行の可能性を判断する									マグマ噴火への移行の可能性を判断するために重要なデータが得られる可能性が高い
(21) (PS-) InSAR 解析										
(22) 山頂部に多項目観測局舎の設置 （短周期地震計、空振計、カメラ、ガスセンサー、UM 簡易テレメーターを使ったプレハブ局舎を拠点に3点あるいは4点の短周期地震山頂観測網の構築）										岩手山で東北大が行った実績あり

(参考資料 3)

第 2 回火山情報の提供に関する 検討会資料 抜粋

資料3： 緊急提言に向けた考え方について

緊急提言に向けた考え方について

緊急提言の3つの柱

気象庁の取り組み

(その1) 火山活動の観測・評価体制の強化

【観測体制の強化】

- ・観測機器の設置
火口周辺の観測強化（火口付近の変形や熱をみる）
御嶽山の観測強化（マグマ噴火への移行をとらえる）
常時観測火山の見直し（八甲田山、十和田、弥陀ヶ原）
- ・現地情報の収集
速やかな機動観測班の派遣
地元専門家・登山ガイド・山小屋等とのネットワークの構築

【評価体制の強化】

- ・気象庁における評価体制の強化（火山専門家をアドバイザーとして気象庁に配置等）
- ・評価プロセスの構築

(その2) 情報発信の強化

【わかりやすい情報提供】

- ・「火山速報（仮称）」を創設
火山活動の変化の事実の速報
取るべき行動を同時に伝達
- ・火山に関する情報に用いる表現の見直し
「平常」を安心情報と誤解させない工夫 等

【情報伝達手段の強化】

- ・自治体や山小屋とのホットライン
- ・携帯端末及び防災アプリの活用
民間プロバイダと連携
- ・地元と連携した情報伝達体制の強化

(その3) 想定シナリオに基づく連携行動

- ・火山状況の共有のための「連絡会」の開催
- ・「火山速報（仮称）」を用いた噴火警戒レベル1からの想定シナリオの策定
- ・火山活動の状況に応じた臨時会議における対応の検討
- ・活動の推移や想定シナリオに基づく防災対応の実施

地域との日常的な連携

- ・各機関の火山の監視に関する連携
気象庁、地元関係者（含む山小屋、登山ガイド）、火山専門家
- ・火山毎に火山情報共有システム
観測データのリアルタイム共有



基本的な防災体制の強化

- ・ハザードマップの整備
- ・避難計画の策定
- ・避難訓練の実施
- ・避難施設、情報伝達施設の整備

地元の取り組み

(その1) 火山活動の観測・評価体制の強化

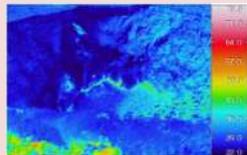
【観測体制の強化】

【観測機器の強化】

「熱をみる」

熱映像監視カメラ

- ・火口及びその周辺の地表面温度分布を面的に捉え、火山活動に伴う温度変化を監視する。



地磁気観測

- ・温度上昇に伴って岩石の磁場が変化する性質を利用して、水蒸気噴火の原因となる熱水の上昇などの熱活動の活発化の兆候を把握する。



「火口と山体直下の状況を見る」

火口監視カメラ

- ・火口及びその周辺の噴気、噴煙の状態や硫黄等の噴出物の状況の変化を監視する。



広帯域地震計

- ・火口付近に設置することにより、直下の熱水や火山ガスが膨張する際の揺れを監視する。



火山ガス観測

- ・火山ガスの成分や濃度から、火山活動を監視する。



「火口付近の変形を見る」

傾斜計

- ・熱水や火山ガスによる山体の膨張等を観測する。



「常時観測火山の見直し」

平成21年以降に顕著な異常現象が見られた以下の3火山を常時観測火山に追加する。

- ・八甲田山（平成25年に地震・地殻活動）
- ・十和田（平成26年1月に地震増加）
- ・弥陀ヶ原（平成24年6月以降、噴気域の拡大や噴気温度の上昇）

【現地情報の収集】

- ・気象庁の機動観測班を派遣し、現地調査を実施する。
- ・自治体に加え、日頃から火山に接している地元専門家や登山ガイド、山小屋等とのネットワークを構築し、情報を収集する。

【評価体制の強化】（詳細は今後検討）

観測データ

機動観測班の派遣による現地調査
地元のネットワーク（地元専門家、登山ガイド、山小屋等）からの情報

「評価チーム」

（構成員：気象庁、大学・研究機関・地元専門家等）
火山活動の状況や今後の推移を評価
情報発表の基準やタイミング等の検討
想定シナリオ案の作成

観測データの共有
想定シナリオの共有
防災対策の助言・立案

地元
（火山防災協議会）

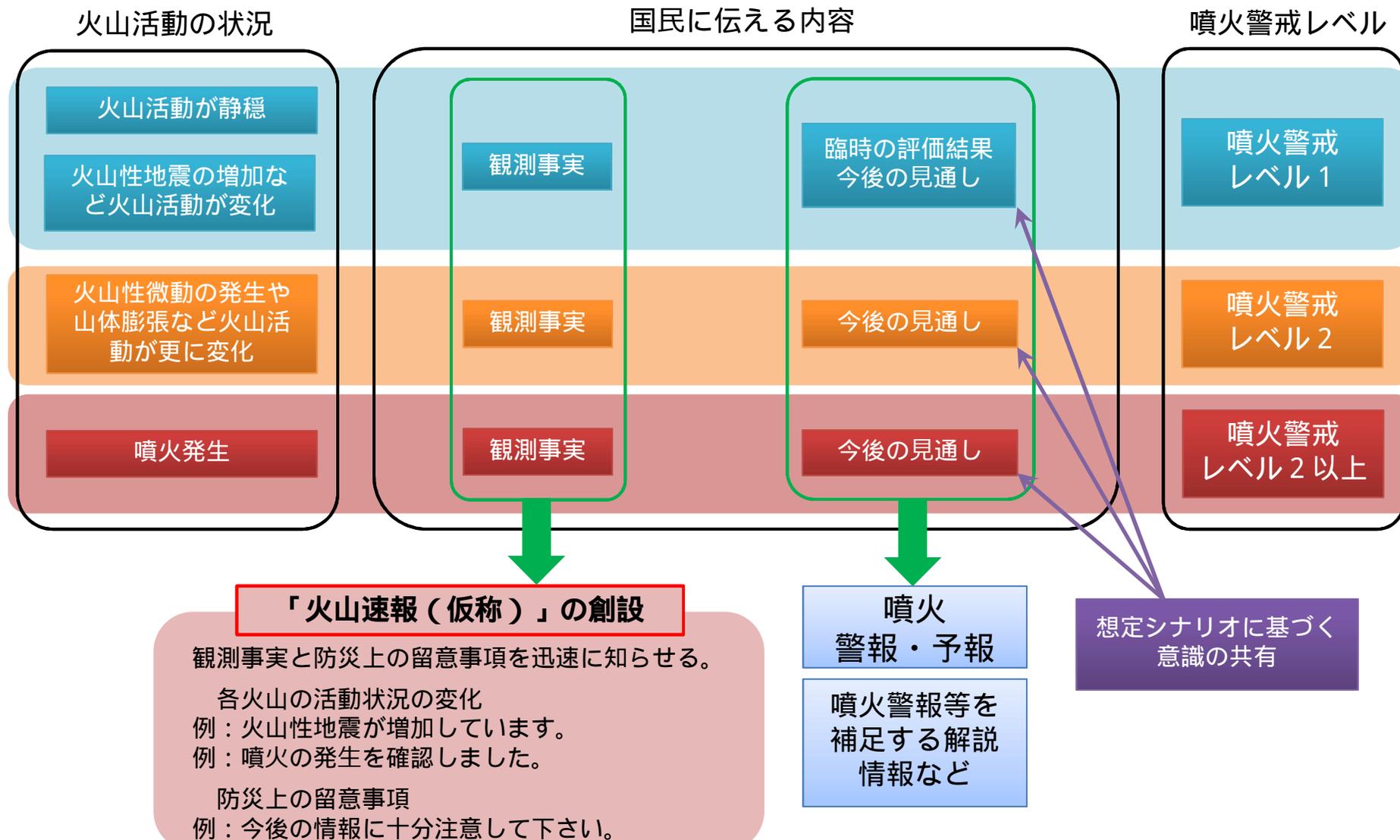
(その2) 情報発信の強化(わかりやすい情報提供)

【問題点】

警報・予報・情報に細分化されており、一般の人々には危険度が認識しづらい。
状況説明にとどまっている。可能な限り、防災行動の判断を助ける情報とすべき。



危機感が端的かつ的確に
伝わるメッセージが必要

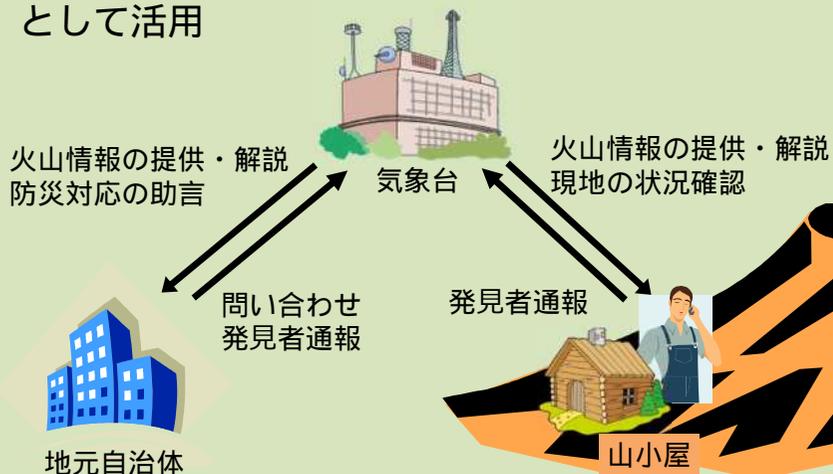


既存の情報については、当面提供を続けつつ、今後見直しを検討

(その2) 情報発信の強化(情報伝達体制の強化)

自治体や山小屋とのホットライン

- 火山情報を防災関係機関や登山者等と共有するための**ホットラインの活用**
- 自治体に加え、**山小屋ともホットラインを開設し**、登山者等への情報伝達体制を強化
- 山小屋とのホットラインは、気象台に対する**発見者通報**に加え、現地の火山活動の状況を**気象台側から積極的に問い合わせる**など、**双方向の情報伝達体制**として活用



携帯端末や防災アプリの活用

- 火山情報を確実に伝達するため、**様々な伝達手段を確保**
- 特に情報が不足する登山者等に対して、**情報の直接伝達手段として携帯電話を活用**
- 携帯電話事業者等と連携し、**防災情報提供アプリケーション**や**緊急速報メール**により情報を効果的に伝達



防災情報提供アプリケーションの例
Yahoo!JAPAN「防災速報」
(<http://emg.yahoo.co.jp/>)

地元と連携した情報の伝達

- 最新の火山活動に関する情報について、地元の様々な機関と連携し、登山者等への情報の周知徹底を図る。



火口周辺に設置したサイレン等による周知



登山口や登山道における火山情報の掲示



ビジターセンター等における火山情報の掲示



携帯電話向け情報提供サイト



火山防災マップ等における情報入手手段の紹介

(その3) 想定シナリオに基づく連携行動



火山観測体制等に関する検討会

(第13回)

議事次第

日時：平成27年2月3日(火)
13:30～15:30

場所：気象庁講堂

1.開会

2.議題

- (1)平成26年9月27日の御嶽山噴火を踏まえた今後の観測体制のあり方
- (2)その他

3.閉会

(配布資料)

資料1：火山観測体制等に関する検討会(第12回)議事概要

資料2：平成26年度気象庁関係補正予算概要及び平成27年度気象庁関係予算概要
(抜粋)

資料3：「最終報告に向けて検討すべき項目」について(事務局案)

参考資料：御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する緊急提言

火山観測体制等に関する検討会（第 12 回）議事概要

1. 検討会の概要

日 時： 平成 26 年 11 月 28 日（金）10:00～12:35

場 所： 気象庁講堂（気象庁庁舎 2 階）

検討会委員出席者：清水座長、井口、石原、大島、北川、棚田、飛田、名波、野上、橋本、藤井、藤光、三浦、三上、森澤、森田、山岡、横山

気象庁出席者：西出、関田、松森、齋藤、菅野

2. 議事概要

<平成 26 年 9 月 27 日の御嶽山噴火を踏まえた今後の観測体制のあり方>

これまでの検討を踏まえて事務局が作成した緊急提言案について、各委員にご議論をいただき、御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する緊急提言をとりまとめた。委員からの主な意見等は以下のとおり。

緊急提言について

- ・ 御嶽山の噴火災害を踏まえた観測体制の強化であるので、提言の名称に、その旨を記載すべき。
- ・ 平成 26 年 9 月 27 日の御嶽山の噴火は多くの人命を失う災害であり、そのことを火山観測や気象庁の火山業務の歴史の中にきちんと位置づけた記載をすべき。
- ・ 水蒸気噴火の「兆候」の早期の把握が目的であることを明示すべき。
- ・ 気象庁や大学、研究機関等、それぞれの役割を考慮した上で、実施主体の明記が必要。
- ・ 水蒸気噴火の先行現象について、「微弱」であるなど、捉えるのが難しいという前提を記載すべき。
- ・ 兆候を早期に捉えるという意味では、中長期的には地震や地殻変動の方が地磁気や火山ガス成分の変化より先に現れることが多いことも認識した上で、地磁気や火山ガス成分の観測について記載すべき。
- ・ 最終報告に向けての検討として、研究体制への貢献として、データの蓄積や流通の方法についても検討するべき。また、監視や評価を行う人材については育成だけでなく、人材の確保についても検討すべき。

その他

- ・ 森澤委員から、測地学分科会地震火山部会の「御嶽山の噴火を踏まえた火山研究の課題と対応について」の検討状況の報告。

3. 今後の予定

- ・ 緊急提言について、本日公表する。
- ・ 次回検討会については、後日日程調整。

平成 26 年度気象庁関係補正予算概要 及び平成 27 年度気象庁関係予算概要（抜粋）

平成 27 年 2 月 3 日

火山観測体制等に関する検討会

平成 26 年度気象庁関係補正予算概要	3
平成 27 年度気象庁関係予算概要（抜粋）	7

平成26年度 気象庁関係補正予算概要

気 象 庁

・本件に関する問い合わせ先
気象庁総務部経理管理官付
TEL 03-3212-8341(内線2169)

◎火山観測体制の更新強化 【103百万円】

○老朽化が進んでいる恵山、秋田駒ヶ岳、安達太良山、磐梯山、那須岳、口永良部島のGNSS、地震計、空振計の観測施設の更新

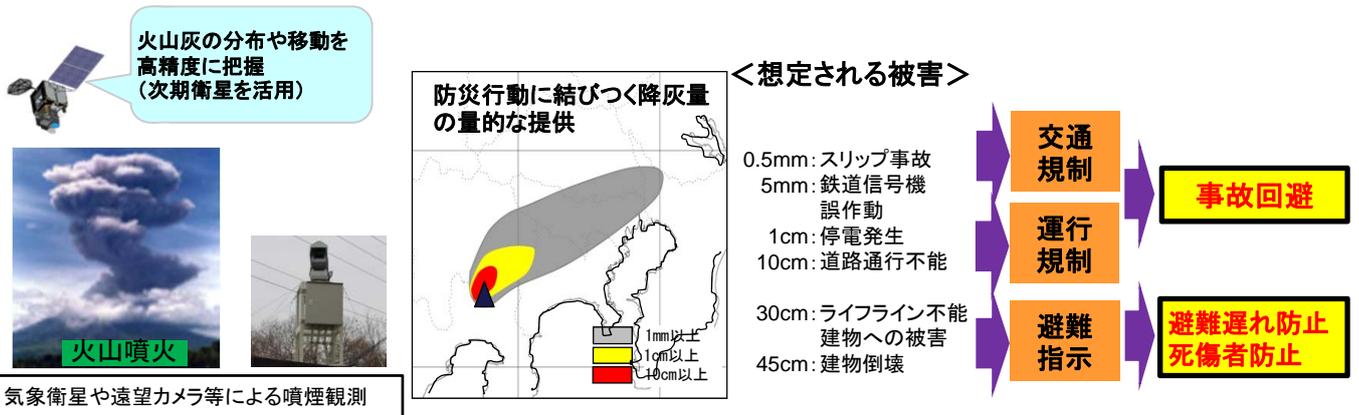


◎噴火の発生等に関する防災気象情報を迅速に提供するための体制強化 【222百万円】

○噴火の発生を迅速、端的かつ的確に登山者等に伝え、登山者等が命を守るための行動がとれるような、新たな情報として「火山速報(仮称)」を発表
○火山活動等に関する特別警報が発表される場合は、緊急速報メールで伝達

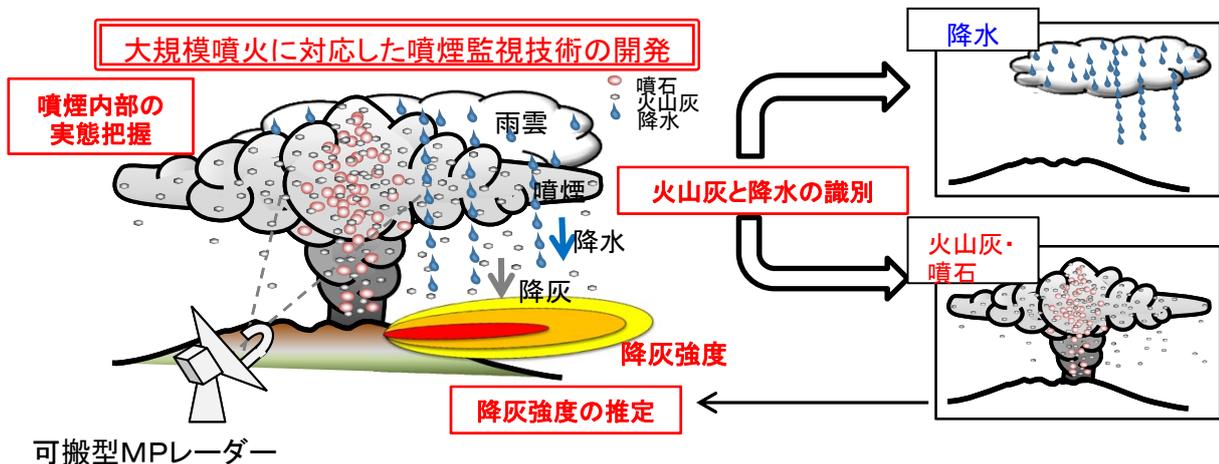
◎降灰警報の発表 【35百万円】

○全国の常時観測火山で高精度な降灰警報(量的降灰予報)を発表



◎MPLレーダーによる大規模噴煙監視技術の開発 【229百万円】

○噴煙の監視・予測技術を高度化するためMPLレーダーを活用した研究環境を整備



(火山関係抜粋)

報道発表資料
平成27年1月14日

平成27年度 気象庁関係予算概要

平成27年1月

気 象 庁

・本件に関する問い合わせ先
気象庁総務部経理管理官付
TEL 03-3212-8341 (内線2169)

(3) 火山観測体制の強化

194百万円 優先課題
推進枠

◎御嶽山の噴火災害を踏まえ、火山噴火予知連絡会の下に設置した検討会における緊急提言(平成26年11月に公表)に基づき、水蒸気噴火の兆候をより早期に把握できる手法を開発するため観測施設の整備を計画的(3カ年)に行う。

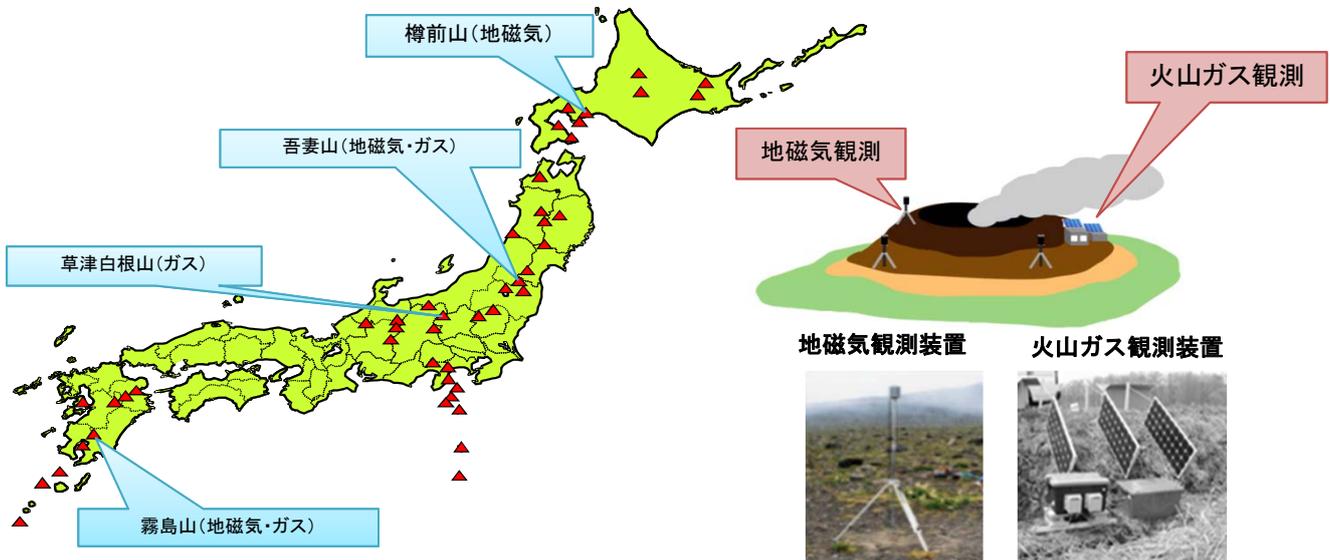
＜平成27年度計画＞

1. 地磁気観測を実施：樽前山、吾妻山、霧島山

岩石には温度が上昇すると磁気が消えていくという性質があり、地表で地磁気の変化を観測することにより、水蒸気噴火に先行する地下の温度変化を把握する。

2. 火山ガス観測を実施：吾妻山、草津白根山、霧島山

火山活動の程度に応じて変化する火山ガスの成分や濃度について観測し、水蒸気噴火の兆候を把握する。



《参考》平成26年度補正予算(第1号)による措置

◎火山観測体制等の強化	6,491百万円
1. 御嶽山の水蒸気噴火を踏まえた火山観測体制の強化 (火口付近への観測施設の増強、御嶽山の火山活動の推移を把握するための観測強化、常時観測火山の見直し)	5,902百万円
2. 火山観測体制の更新強化 (恵山、秋田駒ヶ岳、安達太良山、磐梯山、那須岳、口永良部島)	103百万円
3. 噴火の発生等に関する防災気象情報を迅速に提供するための体制強化 (火山活動等に関する特別警報が発表される場合は、緊急速報メールで伝達)	222百万円
4. 降灰警報の発表	35百万円
5. MPLレーダーによる大規模噴煙監視技術の開発	229百万円

「最終報告に向けて検討すべき項目」について（事務局案）

（１）火山活動の監視と評価をよりの確に行うことのできる人材の確保及び育成の具体的な方策及び評価プロセスの構築。

- ・ 気象庁は、過去の経験に頼りがちだった火山活動評価を、より火山学的知見に基づいたものにする。また、火山活動の監視・評価をより火山学的に行うために、多項目にわたる観測種目を総合的にモニターするシステムの構築を検討する。
- ・ 火山活動監視・評価には、火山学的知識を持ち、それを実践することができる人材が必要であり、そのためには、火山学的知見の習得と、それに基づいた実践の繰り返しが必要である。実践力強化には、経験をつむだけではなく、現場（大学火山観測所など）が長年培ってきた火山監視観測技術は重要であり、その習得は不可欠である。
- ・ 気象庁は、火山学的知見に基づく火山活動監視・評価を行うため、また将来の火山監視・評価の専門家育成のための指導者として、火山監視・評価の専門家を育成する。育成には期間を要することから、当面は外部に協力を求める。また、国内外の火山観測所等との交流を積極的に行い、知見や経験を深める。
- ・ 以上のことを踏まえて、気象研究所等を含めた ALL 気象庁で取り組む評価プロセスを構築する。（別紙参照）

（２）異常発生時において、速やかに現地観測・調査を実施し、適切かつ迅速に火山情報を発表するための機動観測体制。

- ・ 気象庁は、火山活動の変化時において速やかに現地観測・調査を行えるよう、各火山監視・情報センターに機動観測班を配置し迅速な派遣・調査が行える体制をとる。

（３）常時観測火山周辺に位置する気象台における火山監視体制及び常時観測火山における観測網の充実。

- ・ 気象庁は、火山周辺の自治体等への防災対応や助言をより効果的に行うために、また、研究者と活動状況についての認識を効果的かつ速やかに行うために、火山周辺に位置する地方気象台や研究者などに火山活動状況の認識が共有できるシステムを整備する。

（４）観測装置・データの品質の検証と向上、そのための技術開発。

- ・観測装置及び観測データの品質の検証と向上のため、専任の体制を構築し、気象研究所等の協力の下、必要な技術開発に努める。

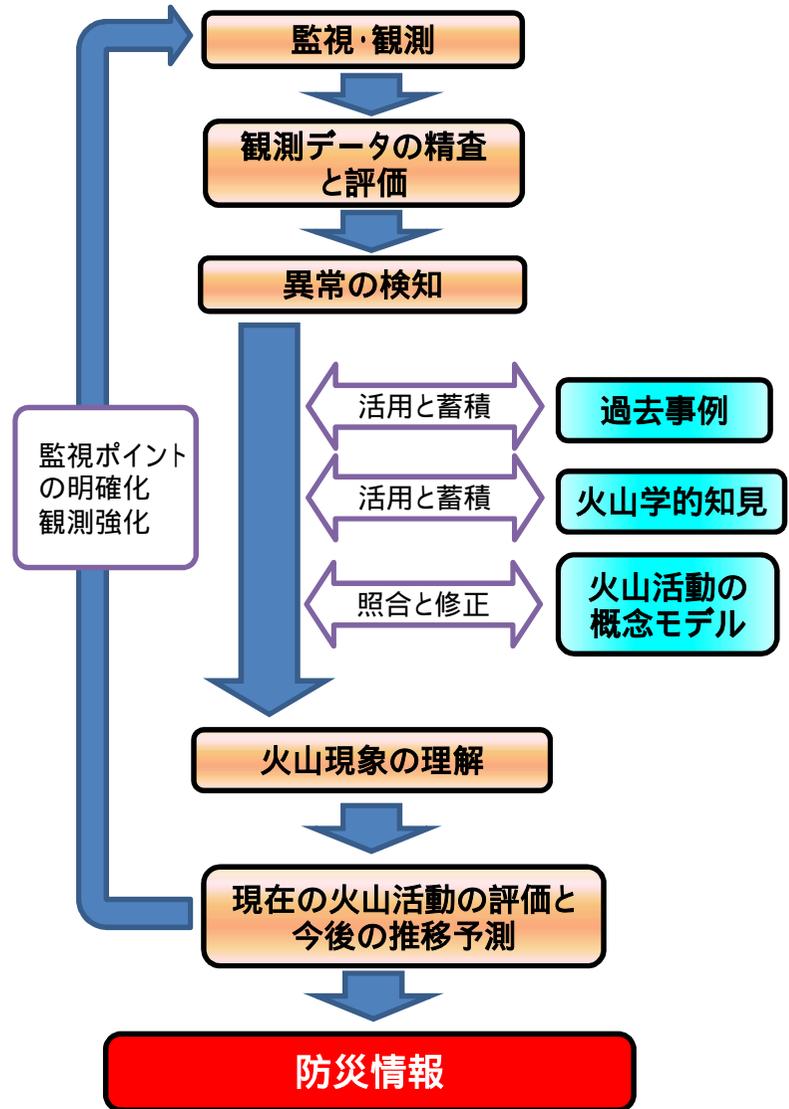
(5) 水蒸気噴火のプロセスを理解するための技術開発の推進及びリモートセンシング技術など新たな観測技術の導入。

- ・噴火現象の理解や火山活動の推移を予測するには、山体変形を及ぼす火山性圧力源やマグマ起源の熱消磁源の位置と火山体構造との関係を明らかにすることが重要である。このため、マグマだまりや熱水だまりの位置を規定する火山体の構造に関して、地震学的・電磁気学的手法による探査の他、宇宙線（ミュオン）を利用した火口直下の浅部構造の把握調査を進めることが必要である（文科省報告書引用）。
- ・火山の詳細な地殻変動を把握するための観測衛星の活用も重要である。そのため、SAR衛星の継続的な運用等が必要である。

(6) 調査・研究をより推進するための人材育成を含めた研究体制の強化への貢献。

- ・大学や研究機関等においては、観測研究に携わる研究者のキャリアパスを確保するため、若手の准教授、助教等のポストの確保や、ポストドクターの年齢制限等採用要件の柔軟な運用、民間企業等との共同研究を通じた就職先支援等の具体策を講じるよう更に努力する。
- ・気象庁は、噴火予知研究推進に貢献するために、火山活動の基礎データを生産・供給するとともに、大学等の観測点の保守・維持等に協力する。

火山監視・評価プロセスのイメージ



人材の育成・確保(あり方のイメージ)

人材の育成・確保(あり方)のポイント

- 火山活動監視・評価には、火山学的知識を持ち、それを実践することができる人材が必要
- 火山の異常や噴火の経験を積む / 火山現象の理解を深める
- 経験豊富な職員の技術継承 / 指導者の育成・確保
- 長期的視野 / 段階を踏んで地道に / 「監視」から固め、「評価」へ

監視

- 監視担当に経験豊富な指導者を常駐
- 火山現象の理解を深める教育

- 火山学的知見の習得と、それに基づいた実践の繰返しによる育成
- 指導者の育成・確保
- 業務経験の効果的な蓄積
- 火山の異常や噴火の経験を共有できる環境の構築
- 現地派遣による噴火経験の蓄積

評価

- キャリアパスを意識した研修・育成プラン
- 評価担当の指導を行う職員は、大学への交流・留学など火山学的知見をさらに深めることとOJTの繰返しで育成
- 大学との意見交換の充実(学会等への参加)

人材の育成・確保(育成プロセスのイメージ)

人材の育成・確保(育成プロセス)のポイント

- ・火山活動監視・評価には、火山学的知識を持ち、それを実践することができる人材が必要
- ・そのためには、火山学的知見の習得と、それに基づいた実践指導の繰り返しが必要
- ・実践力強化には、経験をつむだけではなく、現場(大学火山観測所など)が長年培ってきた実践的技術の習得は不可欠

火山学的知見の習得

- ・研修や大学への留学・交流
- ・大学との意見交換の充実(学会等への参加)

実践力育成

- ・経験が豊富な指導者を配置
- ・火山現象の理解を深める教育
- ・火山の異常や噴火の経験を共有できる環境の構築
- ・現地派遣による噴火経験の蓄積

課題

- ・実践力指導できる職員が少ない
- ・効果的な大学火山観測所からの技術移転の方法
- ・キャリアパスを意識した育成プログラムとそれに見合った人材の配置

御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する緊急提言

平成 26 年 11 月
火山観測体制等に関する検討会

はじめに

平成 26 年 9 月 27 日に発生した御嶽山の水蒸気噴火は、死者 57 名および行方不明者 6 名（平成 26 年 10 月 28 日時点）を数え、平成 19 年に気象庁が噴火警報の発表を開始してから初めて犠牲者を出す噴火であった。また、この噴火は、近代的な火山観測が始まって以降では、1926 年十勝岳噴火につぐ数の人命を失う災害であった。

火山観測体制等に関する検討会では、これまで調査研究の推進及びその成果を踏まえた監視体制のあり方、観測データの流通および共有化体制、各機関の役割分担と観測網整備の優先度を踏まえた火山毎の具体的な観測網のあり方について検討を行ってきた。また、今後の課題として火山監視に係る研究の進展等も踏まえて必要な場合には適切な改善策を講じることを指摘してきたことから、今回の御嶽山で起こった災害を踏まえ、監視及び火山活動に関する情報発表に必要な観測体制について検討し、以下のように緊急提言をとりまとめた。

活火山の観測体制の強化に関する緊急提言

1. 水蒸気噴火の兆候をより早期に把握するための観測体制の強化

水蒸気噴火は、地下浅部の熱水が一挙に水蒸気化することで発生する爆発的噴火であり発現する現象は微弱であるが、これまでの大学や研究機関、気象庁等の火山観測・研究により、地震活動や地盤変動、熱活動などの先行現象を伴う場合があることが明らかになってきた。雌阿寒岳では噴火に先立って地震の増加や熱活動の活発化が観測された。口永良部島では、長期的な地震活動や山体浅部の膨張、地磁気変化に加え、噴火発生の直前に急激な傾斜変化が捉えられた。草津白根山や九重山では噴火に先行して火山ガス成分の変化が検知されている。御嶽山でも、平成 19 年の噴火に先行して山体膨張を示唆する地殻変動、地震の増加や超長周期地震の発生が捉えられ、今回の噴火でも約 2 週間前から地震が増加し、さらに直前には山体膨張を示唆する地盤変動が観測されている。

水蒸気噴火に対して気象庁がより適切に警報・情報を発表するためには、こうした先行現象を確実に検知し、それを異常と判断して火山活動の的確な評価を行うことが必要である。

しかし、先行現象の出現は、同じ火山であっても同一とは限らず、一部の現

象のみが観測されて噴火に至る場合もあるなど多様である。また、先行現象の規模は小さく、観測される場所も火口付近など比較的狭い領域に限られる場合が多い。また、先行現象の理解のために、さらなる観測事例の蓄積が必要である。

以上のことから、火口付近への観測施設の増強について早急に着手するとともに、水蒸気噴火の兆候をより早期に把握できる手法の開発に取り組む必要がある。

併せて速やかに現地観測や調査等の情報収集を行うよう機動観測の運用の充実や、地元の専門家や日頃山を見ている人など現地からの情報を収集できるネットワークを構築して情報収集することも求められる。

(1) 火口付近への観測施設の増強

気象庁は、常時観測火山のうち、水蒸気噴火の可能性のある火山において、火口付近に観測網を構築して常時監視を行うとともに、多種目の観測や調査、情報収集等を継続的に行う必要がある。

- ・気象庁は、現在の観測技術において先行現象の検知に有効かつ即時的に活用できる観測項目として、地震計やGNSSによる観測に加え、火口付近に以下の観測施設を緊急に整備し、先行現象を検知すべく常時監視を速やかに開始すること。

- 火口付近の熱活動を監視するための熱映像監視カメラ
- 噴気の状態変化を監視するための火口監視カメラ
- 火口付近の地盤変動を監視するための傾斜計
- 火山体内の火山ガス等や熱水の増圧や流動による長周期震動を検知するための広帯域地震計

なお、火口付近は自然環境が厳しく、観測施設の整備及びそれらの維持管理に多大な労力が不可欠であるため、これらの観測施設の整備及び維持管理にかかる負担を可能な限り軽減できる環境整備に留意すること。

- ・火口付近における観測結果の的確な解析に資するため、国土地理院は、火山周辺におけるGNSS連続観測施設の維持管理を確実に行うこと。

(2) 水蒸気噴火の兆候をより早期に把握できる手法の開発

水蒸気噴火の兆候をより早期に把握できる手法を開発するためには、先行現象の事例が少ないため、観測データの蓄積が必要である。

- ・気象庁は、先行現象の事例蓄積ができるよう、水蒸気噴火の発生の可能性が高い火山において、震動観測、空振観測及び地殻変動観測の強化を行うこと。
- ・過去の水蒸気噴火において、先行現象として地磁気変化や火山ガス成分の変

化が観測されており、その検知の確度を高めることは重要であるので、気象庁は大学・研究機関等と連携して、以下の観測項目について長期間安定した観測データが蓄積できるよう、観測施設を整備し、水蒸気噴火の兆候をより早期に把握するための技術開発を行うこと。

- 火山体浅部の熱状態を監視するための地磁気観測
- 火山ガスの変化を監視するための火山ガス（噴気）の成分観測
- ・ 大学・研究機関等は、水蒸気噴火の発生場や噴火機構等の研究を促進するため、学術的な研究を進める上で重要な火山において火山体での多項目観測を強化すること。

2．御嶽山の火山活動の推移を把握するための観測強化

平成 26 年 9 月の御嶽山噴火は水蒸気噴火であったが、今後は、そのまま終息する場合、水蒸気噴火を何度か繰り返した後に終息する場合、マグマ噴火に移行する場合などの可能性がある。御嶽山の火山活動の推移を把握するためには、以下の観測体制の強化が必要である。

- ・ 気象庁は、再度の水蒸気噴火や、今後移行する可能性のあるマグマ噴火の前兆を確実に捉えるため、以下の施設整備等に緊急に着手する必要がある。
 - 地震の震源、地殻変動の圧力源を確実に把握するため、総合観測点の増設（総合観測点 = ボアホール型傾斜計・地震計、空振計、GNSS）
 - 観測点分布に照らして観測点密度が低い場所への地震計及び GNSS 観測施設の増設
 - マグマの貫入による長周期の震動を監視するための広帯域地震計の設置
 - 熱状態を監視するための地磁気観測
 - 火口の噴気状態を監視するための空振計の設置
 - 火山ガスの変化を監視するための火山ガス（噴気）の成分観測
 - その他、水蒸気噴火に先行する現象を確実に把握するための 1．で示した観測体制の強化
- ・ 大学・研究機関及び気象庁等は、今後の噴火予知技術の向上に貢献するため、以下の観測・調査を実施し現象の理解を進める必要がある。
 - 山体周辺における地震・地殻変動・重力・電磁気等の各種物理量の観測
 - 山頂周辺の地形変化と噴出物調査
 - 火山灰・火山ガス等の噴出物成分調査
 - 火口周辺の熱的調査
 - 噴煙高度の即時的な把握のための観測強化
- ・ その他、関係機関において、以下の観測・調査の実施についても検討すべきである。

- 火山周囲の温泉ガスの採取・分析及び温泉分析（熱、成分分析）
- InSAR 解析及び光波測距観測
- 電磁波探査（比抵抗探査）
- 地下構造とその時間変化の調査

3．常時監視が必要な火山の見直し

常時監視が必要な火山すなわち常時観測火山は、平成 21 年に開催された火山噴火予知連絡会火山活動評価検討会において、それまでの知見に基づき、近年、噴火活動を繰り返している火山、過去 100 年程度以内に火山活動の高まりのある火山、現在異常は見られないが過去の噴火履歴等からみて噴火の可能性が考えられる火山、予測困難な突発的な小噴火の発生時に火口付近で被害が生じる可能性がある火山として 47 火山が選定された。

平成 21 年の選定以降、に該当する顕著な異常現象が見られた以下の火山があり、常時観測火山への追加を検討すべきである。

- ・ 八甲田山 平成 25 年に山頂直下の地震の増加や地殻変動を観測
- ・ 十和田 平成 26 年 1 月に震源の浅い地震の増加を観測
- ・ 弥陀ヶ原 平成 24 年 6 月以降、噴気域の拡大や噴気温度の上昇を観測

最終報告に向けて検討すべき項目

- ・ 火山活動の監視と評価をよりの確に行うことのできる人材の確保及び育成の具体的な方策及び評価プロセスの構築。
- ・ 異常発生時において、速やかに現地観測・調査を実施し、適切かつ迅速に火山情報を発表するための機動観測体制。
- ・ 常時観測火山周辺に位置する気象台における火山監視体制及び常時観測火山における観測網の充実。
- ・ 観測装置・データの品質の検証と向上、そのための技術開発。
- ・ 水蒸気噴火のプロセスを理解するための技術開発の推進及びリモートセンシング技術など新たな観測技術の導入。
- ・ 調査・研究をより推進するための人材育成を含めた研究体制の強化への貢献。

火山観測体制等に関する検討会

(第14回)

議事次第

日時：平成27年3月10日(火)
10:00～12:00

場所：気象庁5階 大会議室

1.開会

2.議題

- (1)平成26年9月27日の御嶽山噴火を踏まえた今後の観測体制のあり方
- (2)その他

3.閉会

(配布資料)

資料1：火山観測体制等に関する検討会(第13回)議事概要

資料2：御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する報告
(目次案)

参考資料：御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する緊急提言

参考資料：火山観測体制等に関する検討会開催実績、及び火山観測体制等に関する
検討会議事概要(第10回～第12回)

火山観測体制等に関する検討会（第 13 回）議事概要

1. 検討会の概要

日 時： 平成 27 年 2 月 3 日（火）13:30～15:35

場 所： 気象庁講堂（気象庁庁舎 2 階）

検討会委員出席者：清水座長、石原、大島、岡本、北川、篠原、棚田、飛田、名波、野上、橋本、藤井、藤光、三浦、三上、森澤、森田、山岡、横山

気象庁出席者：西出、東井、関田、松森、齋藤、菅野

2. 議事概要

<平成 26 年 9 月 27 日の御嶽山噴火を踏まえた今後の観測体制のあり方>

事務局から、資料 1、2、3 に基づいて説明し、各委員にご議論をいただいた。委員からの主な意見等は以下のとおり。

平成 26 年度気象庁関係補正予算概要及び平成 27 年度気象庁関係予算概要

- ・ 火山ガスなど火山化学観測について体制が十分ではない。
- ・ 各火山の特徴や実状に応じた最適な観測網を火山専門家と連携を取りながら作っていくべき。
- ・ 観測点設置後のデータの流通についても考えるべき。

最終報告に向けて検討すべき項目

- ・ 評価プロセスに機動観測班の位置づけもいれるべき。
- ・ 資料 3 別紙では、気象庁のみで火山活動の概念モデルの構築、火山現象の理解を目指すという構想に見えるが、火山化学研究者等物質科学の専門家がいなくは無理ではないか。これらは、長期的な観点で計画が進められる学術研究（建議による観測研究）で行っていても困難であるのに、決められた期限内で業務を達成することが求められる行政官庁の気象庁のみで行うのは一層困難ではないか。資料 3 別紙のタイトルから「気象庁」を外すべき。
- ・ 監視・評価だけでなく、防災担当の育成も必要（例えば地方気象台の火山防災官など）。
- ・ 大学の火山観測所だけでなく、研究所との交流も、火山学的な知識の習得を考えるならば有効なので意識すべき。
- ・ 人材の育成として、大学との交流が挙げられているが、大学ではスペシャリストを育成している。一方、気象庁ではジェネラリストの人材を求めているように見えるので、大学でも後者を意識した育成も必要かもしれない。
- ・ 大学だけでなく、研究機関（防災科研、地理院、産総研など）と気象庁間の人事交流もあっていいと思う。
- ・ 過去の経験について、分析をしっかりと判断する、過去の失敗をきちんと評価するというスタンスであるべき。
- ・ 人材の育成・確保について、「監視」優先のスタンスに見えるが、噴火警戒レベルの運用を始めた段階で「評価」もすぐに行わなければならないことを認識すべき。
- ・ 他省庁との連携、協力体制も考慮すべき。
- ・ 気象研究所の役割を示した方が良い。気象庁の中にも火山専門家は必要と考えるが、気象研究所がそれに当たるのではないか。気象研究所は評価プロセスへの関与だけではない。新たな技術開発についても、気象研究所が何をすべきか示し、次世代のための観測技術の開発を目指して欲しい。
- ・ 大学で火山学を志す学生が減っているという現状も考慮すべき。

3 . 今後の予定

- ・ 最終報告作成にむけて、メール等で意見交換していきたい。
- ・ 次回検討会については、3月に開催を予定。

御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する報告（目次案）

目次

- 1．はじめに
- 2．2014 年御嶽山噴火と観測体制における課題
 - 2 - 1．御嶽山噴火の経緯と対応
 - 2 - 2．気象庁の課題
 - 2 - 3．大学・研究機関等の課題
- 3．緊急に対処すべき事項
- 4．今後速やかに対処すべき事項
 - 4 - 1．気象庁における監視・評価体制
 - (1) 火山活動や社会的条件を考慮した観測体制の構築
 - (2) これまでに発生した事象の経験や学術研究の成果を最大限活用した火山活動の評価体制の強化
 - (3) 現地観測、観測強化や地元への情報収集、大学との意見交換（情報収集）
 - 4 - 2．水蒸気噴火のプロセスを理解するための技術開発の推進及びリモートセンシング技術など新たな観測技術の導入
 - 4 - 3．調査研究の推進のための研究体制
 - 4 - 4．調査・研究をより推進するための人材育成を含めた研究体制の強化への貢献
- 5．おわりに

参考資料

- ・火山噴火予知連絡会 火山観測体制等に関する検討会委員名簿
- ・御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する緊急提言
- ・火山観測体制等に関する検討会 開催実績
- ・第 10 回～第 14 回火山観測体制等に関する検討会議事概要
- ・2014 年 9 月 27 日御嶽山噴火に至る発表情報等一覧（第 10 回検討会資料）
- ・火山噴火予知連絡会 御嶽山の火山活動に関する検討結果（9/28 拡大幹事会、10/23 第 130 回予知連絡会、1/19 拡大幹事会、2/24 第 131 回火山噴火予知連絡会）
- ・水蒸気噴火と前兆現象の事例（第 10、11 回検討会資料抜粋）

御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する緊急提言

平成 26 年 11 月
火山観測体制等に関する検討会

はじめに

平成 26 年 9 月 27 日に発生した御嶽山の水蒸気噴火は、死者 57 名および行方不明者 6 名（平成 26 年 10 月 28 日時点）を数え、平成 19 年に気象庁が噴火警報の発表を開始してから初めて犠牲者を出す噴火であった。また、この噴火は、近代的な火山観測が始まって以降では、1926 年十勝岳噴火につぐ数の人命を失う災害であった。

火山観測体制等に関する検討会では、これまで調査研究の推進及びその成果を踏まえた監視体制のあり方、観測データの流通および共有化体制、各機関の役割分担と観測網整備の優先度を踏まえた火山毎の具体的な観測網のあり方について検討を行ってきた。また、今後の課題として火山監視に係る研究の進展等も踏まえて必要な場合には適切な改善策を講じることを指摘してきたことから、今回の御嶽山で起こった災害を踏まえ、監視及び火山活動に関する情報発表に必要な観測体制について検討し、以下のように緊急提言をとりまとめた。

活火山の観測体制の強化に関する緊急提言

1. 水蒸気噴火の兆候をより早期に把握するための観測体制の強化

水蒸気噴火は、地下浅部の熱水が一挙に水蒸気化することで発生する爆発的噴火であり発現する現象は微弱であるが、これまでの大学や研究機関、気象庁等の火山観測・研究により、地震活動や地盤変動、熱活動などの先行現象を伴う場合があることが明らかになってきた。雌阿寒岳では噴火に先立って地震の増加や熱活動の活発化が観測された。口永良部島では、長期的な地震活動や山体浅部の膨張、地磁気変化に加え、噴火発生の直前に急激な傾斜変化が捉えられた。草津白根山や九重山では噴火に先行して火山ガス成分の変化が検知されている。御嶽山でも、平成 19 年の噴火に先行して山体膨張を示唆する地殻変動、地震の増加や超長周期地震の発生が捉えられ、今回の噴火でも約 2 週間前から地震が増加し、さらに直前には山体膨張を示唆する地盤変動が観測されている。

水蒸気噴火に対して気象庁がより適切に警報・情報を発表するためには、こうした先行現象を確実に検知し、それを異常と判断して火山活動の的確な評価を行うことが必要である。

しかし、先行現象の出現は、同じ火山であっても同一とは限らず、一部の現

象のみが観測されて噴火に至る場合もあるなど多様である。また、先行現象の規模は小さく、観測される場所も火口付近など比較的狭い領域に限られる場合が多い。また、先行現象の理解のために、さらなる観測事例の蓄積が必要である。

以上のことから、火口付近への観測施設の増強について早急に着手するとともに、水蒸気噴火の兆候をより早期に把握できる手法の開発に取り組む必要がある。

併せて速やかに現地観測や調査等の情報収集を行うよう機動観測の運用の充実や、地元の専門家や日頃山を見ている人など現地からの情報を収集できるネットワークを構築して情報収集することも求められる。

(1) 火口付近への観測施設の増強

気象庁は、常時観測火山のうち、水蒸気噴火の可能性のある火山において、火口付近に観測網を構築して常時監視を行うとともに、多種目の観測や調査、情報収集等を継続的に行う必要がある。

- ・気象庁は、現在の観測技術において先行現象の検知に有効かつ即時的に活用できる観測項目として、地震計やGNSSによる観測に加え、火口付近に以下の観測施設を緊急に整備し、先行現象を検知すべく常時監視を速やかに開始すること。
 - 火口付近の熱活動を監視するための熱映像監視カメラ
 - 噴気の状態変化を監視するための火口監視カメラ
 - 火口付近の地盤変動を監視するための傾斜計
 - 火山体内の火山ガス等や熱水の増圧や流動による長周期震動を検知するための広帯域地震計

なお、火口付近は自然環境が厳しく、観測施設の整備及びそれらの維持管理に多大な労力が不可欠であるため、これらの観測施設の整備及び維持管理にかかる負担を可能な限り軽減できる環境整備に留意すること。

- ・火口付近における観測結果の的確な解析に資するため、国土地理院は、火山周辺におけるGNSS連続観測施設の維持管理を確実に行うこと。

(2) 水蒸気噴火の兆候をより早期に把握できる手法の開発

水蒸気噴火の兆候をより早期に把握できる手法を開発するためには、先行現象の事例が少ないため、観測データの蓄積が必要である。

- ・気象庁は、先行現象の事例蓄積ができるよう、水蒸気噴火の発生の可能性が高い火山において、震動観測、空振観測及び地殻変動観測の強化を行うこと。
- ・過去の水蒸気噴火において、先行現象として地磁気変化や火山ガス成分の変

化が観測されており、その検知の確度を高めることは重要であるので、気象庁は大学・研究機関等と連携して、以下の観測項目について長期間安定した観測データが蓄積できるよう、観測施設を整備し、水蒸気噴火の兆候をより早期に把握するための技術開発を行うこと。

- 火山体浅部の熱状態を監視するための地磁気観測
- 火山ガスの変化を監視するための火山ガス（噴気）の成分観測
- ・ 大学・研究機関等は、水蒸気噴火の発生場や噴火機構等の研究を促進するため、学術的な研究を進める上で重要な火山において火山体での多項目観測を強化すること。

2．御嶽山の火山活動の推移を把握するための観測強化

平成 26 年 9 月の御嶽山噴火は水蒸気噴火であったが、今後は、そのまま終息する場合、水蒸気噴火を何度か繰り返した後に終息する場合、マグマ噴火に移行する場合などの可能性がある。御嶽山の火山活動の推移を把握するためには、以下の観測体制の強化が必要である。

- ・ 気象庁は、再度の水蒸気噴火や、今後移行する可能性のあるマグマ噴火の前兆を確実に捉えるため、以下の施設整備等に緊急に着手する必要がある。
 - 地震の震源、地殻変動の圧力源を確実に把握するため、総合観測点の増設（総合観測点 = ボアホール型傾斜計・地震計、空振計、GNSS）
 - 観測点分布に照らして観測点密度が低い場所への地震計及び GNSS 観測施設の増設
 - マグマの貫入による長周期の震動を監視するための広帯域地震計の設置
 - 熱状態を監視するための地磁気観測
 - 火口の噴気状態を監視するための空振計の設置
 - 火山ガスの変化を監視するための火山ガス（噴気）の成分観測
 - その他、水蒸気噴火に先行する現象を確実に把握するための 1．で示した観測体制の強化
- ・ 大学・研究機関及び気象庁等は、今後の噴火予知技術の向上に貢献するため、以下の観測・調査を実施し現象の理解を進める必要がある。
 - 山体周辺における地震・地殻変動・重力・電磁気等の各種物理量の観測
 - 山頂周辺の地形変化と噴出物調査
 - 火山灰・火山ガス等の噴出物成分調査
 - 火口周辺の熱的調査
 - 噴煙高度の即時的な把握のための観測強化
- ・ その他、関係機関において、以下の観測・調査の実施についても検討すべきである。

- 火山周囲の温泉ガスの採取・分析及び温泉分析（熱、成分分析）
- InSAR 解析及び光波測距観測
- 電磁波探査（比抵抗探査）
- 地下構造とその時間変化の調査

3．常時監視が必要な火山の見直し

常時監視が必要な火山すなわち常時観測火山は、平成 21 年に開催された火山噴火予知連絡会火山活動評価検討会において、それまでの知見に基づき、近年、噴火活動を繰り返している火山、過去 100 年程度以内に火山活動の高まりのある火山、現在異常は見られないが過去の噴火履歴等からみて噴火の可能性が考えられる火山、予測困難な突発的な小噴火の発生時に火口付近で被害が生じる可能性がある火山として 47 火山が選定された。

平成 21 年の選定以降、に該当する顕著な異常現象が見られた以下の火山があり、常時観測火山への追加を検討すべきである。

- ・ 八甲田山 平成 25 年に山頂直下の地震の増加や地殻変動を観測
- ・ 十和田 平成 26 年 1 月に震源の浅い地震の増加を観測
- ・ 弥陀ヶ原 平成 24 年 6 月以降、噴気域の拡大や噴気温度の上昇を観測

最終報告に向けて検討すべき項目

- ・ 火山活動の監視と評価をよりの確に行うことのできる人材の確保及び育成の具体的な方策及び評価プロセスの構築。
- ・ 異常発生時において、速やかに現地観測・調査を実施し、適切かつ迅速に火山情報を発表するための機動観測体制。
- ・ 常時観測火山周辺に位置する気象台における火山監視体制及び常時観測火山における観測網の充実。
- ・ 観測装置・データの品質の検証と向上、そのための技術開発。
- ・ 水蒸気噴火のプロセスを理解するための技術開発の推進及びリモートセンシング技術など新たな観測技術の導入。
- ・ 調査・研究をより推進するための人材育成を含めた研究体制の強化への貢献。

火山噴火予知連絡会

火山観測体制等に関する検討会 開催実績

火山観測体制等に関する検討会（第10回）

日時：平成26年10月24日（金）17時30分～19時40分

場所：気象庁2階 講堂

火山観測体制等に関する検討会（第11回）

日時：平成26年11月12日（水）10時00分～12時15分

場所：気象庁5階 大会議室

火山観測体制等に関する検討会（第12回）

日時：平成26年11月28日（金）10時00分～12時35分

場所：気象庁2階 講堂

火山観測体制等に関する検討会（第13回）

日時：平成27年2月3日（火）13時30分～15時35分

場所：気象庁2階 講堂

火山観測体制等に関する検討会（第14回）

日時：平成27年3月10日（火）10時00分～12時00分（予定）

場所：気象庁5階 大会議室

火山観測体制等に関する検討会（第10回）議事概要

1. 検討会の概要

日時：平成26年10月24日（金）17:30～19:40

場所：気象庁講堂（気象庁庁舎2階）

検討会委員出席者：清水座長、井口、石原、大島、岡本（代理：山越）、北川、篠原、棚田、飛田、中田、名波（代理：中込）、藤井、三浦、三上、森澤、森田、山岡、横山（代理：山本）、野上、橋本、藤光委員

気象庁出席者：西出、関田、松森、齋藤、菅野

2. 議事概要

<平成26年9月27日の御嶽山噴火を踏まえた今後の観測体制のあり方>

事務局から、資料1～5に基づいて説明、各委員にご議論をいただいた。委員からの主な意見等は以下のとおり。

水蒸気噴火の予測のために必要な観測手法について

- ・水蒸気噴火を捉えるためには、地震計や傾斜計などの物理観測だけではなく、火山ガスなどの化学観測や比抵抗、全磁力などの電磁気観測の導入が必要。
- ・化学観測や電磁気観測のデータは専門家でも解釈が難しいことがあるので、一つの観測だけで火山活動を評価するものではなく、多種の観測項目を複合して火山活動を解釈することが重要。
- ・化学観測や電磁気観測において、リアルタイムでの観測には技術的な課題もあり、技術開発も含め行っていくことが必要。
- ・観測機器からのテレメータによる観測だけでなく、丁寧な現地観測が重要。
- ・地方自治体や山小屋の管理者といった常に山を見ている方々からの情報を集めること、そのための地元との顔の見えるネットワークの構築が重要。

観測施設のあり方について

- ・火口付近の観測を行うためには、観測機器への電力やデータの伝送に用いるインフラの確保が重要な課題。
- ・既存の観測施設の傾斜計等の観測装置の設置環境やデータの品質についても検証と改善が必要。

その他

- ・観測点の整備だけではなく、観測結果を的確に評価し情報の発表を行う人材も重要。
- ・化学観測や電磁気観測は、データの取得や分析、及び得られるデータの解釈に熟練・専門的な知識が要するため、人材の育成が必要。
- ・過去の噴火についての予測ができなかった事例の検証を行うことが必要。
- ・観測や調査による知見の蓄積に基づき、現象を理解するための学術研究も重要。

3. 今後の予定

- ・次回の検討会は11月中に開催予定。
- ・次回の検討会では、今回行った議論をもとに事務局が作成した、緊急提言に向けた骨子案を議論の予定。
- ・御嶽山の今後の観測体制については、火山噴火予知連絡会の御嶽山総合観測班で検討し、次回の検討会で議論の予定。
- ・常時観測火山の見直しについては、次回の検討会で議論の予定。

火山観測体制等に関する検討会（第11回）議事概要

1. 検討会の概要

日時：平成26年11月12日（水）10:00～12:15

場所：気象庁大会議室（気象庁庁舎5階）

検討会委員出席者：清水座長、井口、石原、大島、岡本（代理：山越）、北川、篠原、棚田、飛田、中田、名波、藤井、三上、森澤、森田、山岡、横山、野上、藤光委員

気象庁出席者：西出、関田、松森、齋藤、菅野

2. 議事概要

<平成26年9月27日の御嶽山噴火を踏まえた今後の観測体制のあり方>

事務局から、資料1、2に基づいて説明、各委員にご議論をいただいた。委員からの主な意見等は以下のとおり。

水蒸気噴火と前兆事例

- ・雌阿寒岳の事例が示すように、過去の水蒸気噴火に先行した現象についての知見を監視観測にあたる者が共有することが重要。

御嶽山の火山観測体制に関する報告

- ・山頂付近の観測も含め、可能な観測はすぐに実施することが重要。
- ・それぞれの役割を考慮した上で、実施主体の明記が必要。
- ・観測項目について、緊急観測、常時監視、現地調査などの区分がされているが、重複する項目も見られるので再整理が必要。
- ・速度構造や微動源の時間変化など、モニタリング手法の高度化についても検討が必要。

常時観測火山について

- ・平成21年以降顕著な異常が見られた火山を常時観測火山に追加すべき。

緊急提言に向けて

- ・水蒸気噴火のための観測体制、御嶽山の観測体制、常時観測火山の他、提言作成で考慮すべき事項
 - ・御嶽山に限らず、常時観測火山についても観測体制の強化が必要。
 - ・衛星からの観測を継続的に実施することが重要。
 - ・観測点設置だけではなく、観測精度を上げるなどの技術的な事項も検討することが必要。
 - ・観測項目の検討だけではなく、観測結果を評価することができるかの検討が必要。
 - ・水蒸気噴火発生の把握だけではなく、その後の活動推移の監視も重要。

3. 今後の予定

- ・次回の検討会は11月中に開催。
- ・今回行った議論をもとに緊急提言案を修正し、座長の了解を得て気象庁HPで公開。
- ・次回の検討会で、修正した緊急提言案をもとに議論を重ね、緊急提言をとりまとめる。

火山観測体制等に関する検討会（第12回）議事概要

1. 検討会の概要

日時：平成26年11月28日（金）10:00～12:35

場所：気象庁講堂（気象庁庁舎2階）

検討会委員出席者：清水座長、井口、石原、大島、北川、棚田、飛田、名波、野上、橋本、藤井、藤光、三浦、三上、森澤、森田、山岡、横山

気象庁出席者：西出、関田、松森、齋藤、菅野

2. 議事概要

<平成26年9月27日の御嶽山噴火を踏まえた今後の観測体制のあり方>

これまでの検討を踏まえて事務局が作成した緊急提言案について、各委員にご議論をいただき、御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する緊急提言をとりまとめた。委員からの主な意見等は以下のとおり。

緊急提言について

- ・ 御嶽山の噴火災害を踏まえた観測体制の強化であるので、提言の名称に、その旨を記載すべき。
- ・ 平成26年9月27日の御嶽山の噴火は多くの人命を失う災害であり、そのことを火山観測や気象庁の火山業務の歴史の中にきちんと位置づけた記載をすべき。
- ・ 水蒸気噴火の「兆候」の早期の把握が目的であることを明示すべき。
- ・ 気象庁や大学、研究機関等、それぞれの役割を考慮した上で、実施主体の明記が必要。
- ・ 水蒸気噴火の先行現象について、「微弱」であるなど、捉えるのが難しいという前提を記載すべき。
- ・ 兆候を早期に捉えるという意味では、中長期的には地震や地殻変動の方が地磁気や火山ガス成分の変化より先に現れることが多いことも認識した上で、地磁気や火山ガス成分の観測について記載すべき。
- ・ 最終報告に向けての検討として、研究体制への貢献として、データの蓄積や流通の方法についても検討するべき。また、監視や評価を行う人材については育成だけでなく、人材の確保についても検討すべき。

その他

- ・ 森澤委員から、測地学分科会地震火山部会の「御嶽山の噴火を踏まえた火山研究の課題と対応について」の検討状況の報告。

3. 今後の予定

- ・ 緊急提言について、本日公表する。
- ・ 次回検討会については、後日日程調整。

火山観測体制等に関する検討会

(第15回)

議事次第

日時：平成27年3月19日(木)
16:00～18:00

場所：気象庁2階 講堂

1.開会

2.議題

- (1)平成26年9月27日の御嶽山噴火を踏まえた今後の観測体制のあり方
- (2)その他

3.閉会

(配布資料)

資料1：火山観測体制等に関する検討会(第14回)議事概要

資料2：御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する報告
(目次案)

参考資料：御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する緊急提言

参考資料：火山観測体制等に関する検討会開催実績、及び火山観測体制等に関する
検討会議事概要(第10回～第13回)

火山観測体制等に関する検討会（第 14 回）議事概要

1. 検討会の概要

日 時： 平成 27 年 3 月 10 日（火）10:00～12:30

場 所： 気象庁大会議室（気象庁庁舎 5 階）

検討会委員出席者：清水座長、井口、石原、大島、岡本（代理：西谷）、北川、篠原、飛田、名波、野上、橋本、藤井、藤光、三浦、三上、森澤、森田、山岡、横山
気象庁出席者：西出、東井、関田、土井、松森

2. 議事概要

<平成 26 年 9 月 27 日の御嶽山噴火を踏まえた今後の観測体制のあり方>

事務局から、資料を説明し、報告書に記述すべき事項について各委員にご議論いただいた。委員からの主な意見等は以下のとおり。

2014 年御嶽山噴火と観測体制における課題について

- ・ 事実関係の記述だけではなく、その行動に至った理由など、それらに対する考察を課題として記述すべき。
- ・ 御嶽山噴火対応の根底にある課題は、火山活動の重要な局面できちんと評価できなかったことではないのか。
- ・ 御嶽山についての課題と、御嶽山噴火を踏まえての全国の火山についての課題を分けて記述すべき。
- ・ 名古屋大学は気象庁や県を含めたトータルで火山観測網を捉えているので、名古屋大学が長野県観測点の復旧作業に協力したことを記述してほしい。
- ・ 気象庁と大学のコミュニケーション不足は気象庁だけの課題ではない。
- ・ 機関別に課題を記述するのではなく、ハード面として観測網、ソフト面として大学と気象庁とのコミュニケーション不足という整理の仕方もあるのではないか。
- ・ 大学・研究機関等の課題としては、文部科学省の地震火山部会の検討と整合をとりながら、研究推進が不十分だったことを記述すべき。

今後速やかに対処すべき事項について

- ・ 気象庁が行うべき火山活動監視・評価は、社会に適切に伝えるまでが重要である。本検討会の範疇を超えるかもしれないが、そのスタンスは記述しておくべき。
- ・ どのような情報を発表したかは監視・評価体制と密接に関わっている。最終報告の対象は、観測体制だけでなく、監視・評価体制全てとすべき。
- ・ 評価能力を高めるためには、日頃から気象庁職員が過去事例の整理や観測データの解析を行い、火山学的知見を自ら学んで始めて実現できる。その旨の記述が必要。
- ・ 「専門家」の記述には注意が必要。一般から見れば気象庁職員も専門家である。大学・研究機関等を意図しているのであれば「研究者」とすべき。
- ・ 研修等の講義だけでは人材の育成はできない。実践が必要である。
- ・ 大学・研究機関等との共同研究を進めるにあたっては、内容が重要である。
- ・ 気象庁と国外の火山観測所との交流は重要である。今まではほとんどできていないが、気象庁はしっかりやるべきである。
- ・ 火山化学や地質・岩石学などの分野を専門とする人材を気象庁が「育成」できるとは思えないので、部外を視野に入れた「確保」についても検討と記述すべきではないか。
- ・ 火山活動状況を共有できる環境の構築については、緊急提言の「最終報告に向けて検討すべき項目」との対応が明確になるように、「地元気象台」を明示すべき。
- ・ 大学の教員が削減され組織を維持することもままならない中で「人材育成に一層努める」と記されても大学側としては非常に苦しい。火山学の人材育成のために教員・スタッフを

増やせるよう、大学・研究機関や省庁の垣根を超えた協力が必要であり、そのためには「火山学・火山研究の発展が将来の防災・減災に不可欠である」という世の中の強いニーズも必要である。

その他

- ・ 報告書の最後の部分には、人材育成など中長期的に検討が必要な課題を挙げて、将来に繋がるような内容を記述すべき。
- ### 3. 今後の予定
- ・ 報告書の作成に向けて、メール等で意見交換していきたい。
 - ・ 次回検討会については、3月中に開催を予定。

御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する報告（目次案）

目次

- 1．はじめに
- 2．平成 26 年御嶽山噴火と観測体制における課題
 - 2 - 1．御嶽山の噴火の経緯と対応
 - 2 - 2．御嶽山噴火で明らかになった課題
- 3．緊急に対処すべき事項
- 4．今後速やかに対処すべき事項
 - 4 - 1．気象庁における監視・評価体制の改善と強化
 - (1) 火山活動や社会的条件を考慮した観測網の充実・維持
 - (2) これまでに発生した事象の経験や学術研究の成果を最大限活用した火山活動の評価体制の強化
 - (3) 現地観測、観測強化や地元からの情報収集、大学との意見交換（情報収集）
 - 4 - 2．観測データの品質向上のための技術開発の推進と新たな観測技術の導入
 - 4 - 3．調査研究の推進のための研究体制
 - 4 - 4．調査・研究をより推進するための人材育成を含めた体制強化への貢献
- 5．おわりに

参考資料

- ・火山噴火予知連絡会 火山観測体制等に関する検討会委員名簿
- ・御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する緊急提言
- ・火山観測体制等に関する検討会 開催実績
- ・第 10 回～第 14 回火山観測体制等に関する検討会議事概要
- ・2014 年 9 月 27 日御嶽山噴火に至る発表情報等一覧（第 10 回検討会資料）
- ・火山噴火予知連絡会 御嶽山の火山活動に関する検討結果（9/28 拡大幹事会、10/23 第 130 回予知連絡会、1/19 拡大幹事会、2/24 第 131 回火山噴火予知連絡会）
- ・水蒸気噴火と前兆現象の事例（第 10、11 回検討会資料抜粋）

御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する緊急提言

平成 26 年 11 月
火山観測体制等に関する検討会

はじめに

平成 26 年 9 月 27 日に発生した御嶽山の水蒸気噴火は、死者 57 名および行方不明者 6 名（平成 26 年 10 月 28 日時点）を数え、平成 19 年に気象庁が噴火警報の発表を開始してから初めて犠牲者を出す噴火であった。また、この噴火は、近代的な火山観測が始まって以降では、1926 年十勝岳噴火につぐ数の人命を失う災害であった。

火山観測体制等に関する検討会では、これまで調査研究の推進及びその成果を踏まえた監視体制のあり方、観測データの流通および共有化体制、各機関の役割分担と観測網整備の優先度を踏まえた火山毎の具体的な観測網のあり方について検討を行ってきた。また、今後の課題として火山監視に係る研究の進展等も踏まえて必要な場合には適切な改善策を講じることを指摘してきたことから、今回の御嶽山で起こった災害を踏まえ、監視及び火山活動に関する情報発表に必要な観測体制について検討し、以下のように緊急提言をとりまとめた。

活火山の観測体制の強化に関する緊急提言

1. 水蒸気噴火の兆候をより早期に把握するための観測体制の強化

水蒸気噴火は、地下浅部の熱水が一挙に水蒸気化することで発生する爆発的噴火であり発現する現象は微弱であるが、これまでの大学や研究機関、気象庁等の火山観測・研究により、地震活動や地盤変動、熱活動などの先行現象を伴う場合があることが明らかになってきた。雌阿寒岳では噴火に先立って地震の増加や熱活動の活発化が観測された。口永良部島では、長期的な地震活動や山体浅部の膨張、地磁気変化に加え、噴火発生の直前に急激な傾斜変化が捉えられた。草津白根山や九重山では噴火に先行して火山ガス成分の変化が検知されている。御嶽山でも、平成 19 年の噴火に先行して山体膨張を示唆する地殻変動、地震の増加や超長周期地震の発生が捉えられ、今回の噴火でも約 2 週間前から地震が増加し、さらに直前には山体膨張を示唆する地盤変動が観測されている。

水蒸気噴火に対して気象庁がより適切に警報・情報を発表するためには、こうした先行現象を確実に検知し、それを異常と判断して火山活動の的確な評価を行うことが必要である。

しかし、先行現象の出現は、同じ火山であっても同一とは限らず、一部の現

象のみが観測されて噴火に至る場合もあるなど多様である。また、先行現象の規模は小さく、観測される場所も火口付近など比較的狭い領域に限られる場合が多い。また、先行現象の理解のために、さらなる観測事例の蓄積が必要である。

以上のことから、火口付近への観測施設の増強について早急に着手するとともに、水蒸気噴火の兆候をより早期に把握できる手法の開発に取り組む必要がある。

併せて速やかに現地観測や調査等の情報収集を行うよう機動観測の運用の充実や、地元の専門家や日頃山を見ている人など現地からの情報を収集できるネットワークを構築して情報収集することも求められる。

(1) 火口付近への観測施設の増強

気象庁は、常時観測火山のうち、水蒸気噴火の可能性のある火山において、火口付近に観測網を構築して常時監視を行うとともに、多種目の観測や調査、情報収集等を継続的に行う必要がある。

- ・気象庁は、現在の観測技術において先行現象の検知に有効かつ即時的に活用できる観測項目として、地震計やGNSSによる観測に加え、火口付近に以下の観測施設を緊急に整備し、先行現象を検知すべく常時監視を速やかに開始すること。
 - 火口付近の熱活動を監視するための熱映像監視カメラ
 - 噴気の状態変化を監視するための火口監視カメラ
 - 火口付近の地盤変動を監視するための傾斜計
 - 火山体内の火山ガス等や熱水の増圧や流動による長周期震動を検知するための広帯域地震計

なお、火口付近は自然環境が厳しく、観測施設の整備及びそれらの維持管理に多大な労力が不可欠であるため、これらの観測施設の整備及び維持管理にかかる負担を可能な限り軽減できる環境整備に留意すること。

- ・火口付近における観測結果の的確な解析に資するため、国土地理院は、火山周辺におけるGNSS連続観測施設の維持管理を確実に行うこと。

(2) 水蒸気噴火の兆候をより早期に把握できる手法の開発

水蒸気噴火の兆候をより早期に把握できる手法を開発するためには、先行現象の事例が少ないため、観測データの蓄積が必要である。

- ・気象庁は、先行現象の事例蓄積ができるよう、水蒸気噴火の発生の可能性が高い火山において、震動観測、空振観測及び地殻変動観測の強化を行うこと。
- ・過去の水蒸気噴火において、先行現象として地磁気変化や火山ガス成分の変

化が観測されており、その検知の確度を高めることは重要であるので、気象庁は大学・研究機関等と連携して、以下の観測項目について長期間安定した観測データが蓄積できるよう、観測施設を整備し、水蒸気噴火の兆候をより早期に把握するための技術開発を行うこと。

- 火山体浅部の熱状態を監視するための地磁気観測
- 火山ガスの変化を監視するための火山ガス（噴気）の成分観測
- ・ 大学・研究機関等は、水蒸気噴火の発生場や噴火機構等の研究を促進するため、学術的な研究を進める上で重要な火山において火山体での多項目観測を強化すること。

2．御嶽山の火山活動の推移を把握するための観測強化

平成 26 年 9 月の御嶽山噴火は水蒸気噴火であったが、今後は、そのまま終息する場合、水蒸気噴火を何度か繰り返した後に終息する場合、マグマ噴火に移行する場合などの可能性がある。御嶽山の火山活動の推移を把握するためには、以下の観測体制の強化が必要である。

- ・ 気象庁は、再度の水蒸気噴火や、今後移行する可能性のあるマグマ噴火の前兆を確実に捉えるため、以下の施設整備等に緊急に着手する必要がある。
 - 地震の震源、地殻変動の圧力源を確実に把握するため、総合観測点の増設（総合観測点 = ボアホール型傾斜計・地震計、空振計、GNSS）
 - 観測点分布に照らして観測点密度が低い場所への地震計及び GNSS 観測施設の増設
 - マグマの貫入による長周期の震動を監視するための広帯域地震計の設置
 - 熱状態を監視するための地磁気観測
 - 火口の噴気状態を監視するための空振計の設置
 - 火山ガスの変化を監視するための火山ガス（噴気）の成分観測
 - その他、水蒸気噴火に先行する現象を確実に把握するための 1．で示した観測体制の強化
- ・ 大学・研究機関及び気象庁等は、今後の噴火予知技術の向上に貢献するため、以下の観測・調査を実施し現象の理解を進める必要がある。
 - 山体周辺における地震・地殻変動・重力・電磁気等の各種物理量の観測
 - 山頂周辺の地形変化と噴出物調査
 - 火山灰・火山ガス等の噴出物成分調査
 - 火口周辺の熱的調査
 - 噴煙高度の即時的な把握のための観測強化
- ・ その他、関係機関において、以下の観測・調査の実施についても検討すべきである。

- 火山周囲の温泉ガスの採取・分析及び温泉分析（熱、成分分析）
- InSAR 解析及び光波測距観測
- 電磁波探査（比抵抗探査）
- 地下構造とその時間変化の調査

3．常時監視が必要な火山の見直し

常時監視が必要な火山すなわち常時観測火山は、平成 21 年に開催された火山噴火予知連絡会火山活動評価検討会において、それまでの知見に基づき、近年、噴火活動を繰り返している火山、過去 100 年程度以内に火山活動の高まりのある火山、現在異常は見られないが過去の噴火履歴等からみて噴火の可能性が考えられる火山、予測困難な突発的な小噴火の発生時に火口付近で被害が生じる可能性がある火山として 47 火山が選定された。

平成 21 年の選定以降、に該当する顕著な異常現象が見られた以下の火山があり、常時観測火山への追加を検討すべきである。

- ・ 八甲田山 平成 25 年に山頂直下の地震の増加や地殻変動を観測
- ・ 十和田 平成 26 年 1 月に震源の浅い地震の増加を観測
- ・ 弥陀ヶ原 平成 24 年 6 月以降、噴気域の拡大や噴気温度の上昇を観測

最終報告に向けて検討すべき項目

- ・ 火山活動の監視と評価をよりの確に行うことのできる人材の確保及び育成の具体的な方策及び評価プロセスの構築。
- ・ 異常発生時において、速やかに現地観測・調査を実施し、適切かつ迅速に火山情報を発表するための機動観測体制。
- ・ 常時観測火山周辺に位置する気象台における火山監視体制及び常時観測火山における観測網の充実。
- ・ 観測装置・データの品質の検証と向上、そのための技術開発。
- ・ 水蒸気噴火のプロセスを理解するための技術開発の推進及びリモートセンシング技術など新たな観測技術の導入。
- ・ 調査・研究をより推進するための人材育成を含めた研究体制の強化への貢献。

火山噴火予知連絡会

火山観測体制等に関する検討会 開催実績

火山観測体制等に関する検討会（第10回）

日時：平成26年10月24日（金）17時30分～19時40分

場所：気象庁2階 講堂

火山観測体制等に関する検討会（第11回）

日時：平成26年11月12日（水）10時00分～12時15分

場所：気象庁5階 大会議室

火山観測体制等に関する検討会（第12回）

日時：平成26年11月28日（金）10時00分～12時35分

場所：気象庁2階 講堂

火山観測体制等に関する検討会（第13回）

日時：平成27年2月3日（火）13時30分～15時35分

場所：気象庁2階 講堂

火山観測体制等に関する検討会（第14回）

日時：平成27年3月10日（火）10時00分～12時23分

場所：気象庁5階 大会議室

火山観測体制等に関する検討会（第15回）

日時：平成27年3月19日（木）16時00分～18時00分（予定）

場所：気象庁2階 講堂

火山観測体制等に関する検討会（第10回）議事概要

1. 検討会の概要

日時：平成26年10月24日（金）17:30～19:40

場所：気象庁講堂（気象庁庁舎2階）

検討会委員出席者：清水座長、井口、石原、大島、岡本（代理：山越）、北川、篠原、棚田、飛田、中田、名波（代理：中込）、藤井、三浦、三上、森澤、森田、山岡、横山（代理：山本）、野上、橋本、藤光委員

気象庁出席者：西出、関田、松森、齋藤、菅野

2. 議事概要

<平成26年9月27日の御嶽山噴火を踏まえた今後の観測体制のあり方>

事務局から、資料1～5に基づいて説明、各委員にご議論をいただいた。委員からの主な意見等は以下のとおり。

水蒸気噴火の予測のために必要な観測手法について

- ・水蒸気噴火を捉えるためには、地震計や傾斜計などの物理観測だけではなく、火山ガスなどの化学観測や比抵抗、全磁力などの電磁気観測の導入が必要。
- ・化学観測や電磁気観測のデータは専門家でも解釈が難しいことがあるので、一つの観測だけで火山活動を評価するものではなく、多種の観測項目を複合して火山活動を解釈することが重要。
- ・化学観測や電磁気観測において、リアルタイムでの観測には技術的な課題もあり、技術開発も含め行っていくことが必要。
- ・観測機器からのテレメータによる観測だけでなく、丁寧な現地観測が重要。
- ・地方自治体や山小屋の管理者といった常に山を見ている方々からの情報を集めること、そのための地元との顔の見えるネットワークの構築が重要。

観測施設のあり方について

- ・火口付近の観測を行うためには、観測機器への電力やデータの伝送に用いるインフラの確保が重要な課題。
- ・既存の観測施設の傾斜計等の観測装置の設置環境やデータの品質についても検証と改善が必要。

その他

- ・観測点の整備だけではなく、観測結果を的確に評価し情報の発表を行う人材も重要。
- ・化学観測や電磁気観測は、データの取得や分析、及び得られるデータの解釈に熟練・専門的な知識が要するため、人材の育成が必要。
- ・過去の噴火についての予測ができなかった事例の検証を行うことが必要。
- ・観測や調査による知見の蓄積に基づき、現象を理解するための学術研究も重要。

3. 今後の予定

- ・次回の検討会は11月中に開催予定。
- ・次回の検討会では、今回行った議論をもとに事務局が作成した、緊急提言に向けた骨子案を議論の予定。
- ・御嶽山の今後の観測体制については、火山噴火予知連絡会の御嶽山総合観測班で検討し、次回の検討会で議論の予定。
- ・常時観測火山の見直しについては、次回の検討会で議論の予定。

火山観測体制等に関する検討会（第11回）議事概要

1. 検討会の概要

日時：平成26年11月12日（水）10:00～12:15

場所：気象庁大会議室（気象庁庁舎5階）

検討会委員出席者：清水座長、井口、石原、大島、岡本（代理：山越）、北川、篠原、棚田、飛田、中田、名波、藤井、三上、森澤、森田、山岡、横山、野上、藤光委員

気象庁出席者：西出、関田、松森、齋藤、菅野

2. 議事概要

<平成26年9月27日の御嶽山噴火を踏まえた今後の観測体制のあり方>

事務局から、資料1、2に基づいて説明、各委員にご議論をいただいた。委員からの主な意見等は以下のとおり。

水蒸気噴火と前兆事例

- ・雌阿寒岳の事例が示すように、過去の水蒸気噴火に先行した現象についての知見を監視観測にあたる者が共有することが重要。

御嶽山の火山観測体制に関する報告

- ・山頂付近の観測も含め、可能な観測はすぐに実施することが重要。
- ・それぞれの役割を考慮した上で、実施主体の明記が必要。
- ・観測項目について、緊急観測、常時監視、現地調査などの区分がされているが、重複する項目も見られるので再整理が必要。
- ・速度構造や微動源の時間変化など、モニタリング手法の高度化についても検討が必要。

常時観測火山について

- ・平成21年以降顕著な異常が見られた火山を常時観測火山に追加すべき。

緊急提言に向けて

- ・水蒸気噴火のための観測体制、御嶽山の観測体制、常時観測火山の他、提言作成で考慮すべき事項
 - ・御嶽山に限らず、常時観測火山についても観測体制の強化が必要。
 - ・衛星からの観測を継続的に実施することが重要。
 - ・観測点設置だけではなく、観測精度を上げるなどの技術的な事項も検討することが必要。
 - ・観測項目の検討だけではなく、観測結果を評価することができるかの検討が必要。
 - ・水蒸気噴火発生の把握だけではなく、その後の活動推移の監視も重要。

3. 今後の予定

- ・次回の検討会は11月中に開催。
- ・今回行った議論をもとに緊急提言案を修正し、座長の了解を得て気象庁HPで公開。
- ・次回の検討会で、修正した緊急提言案をもとに議論を重ね、緊急提言をとりまとめる。

火山観測体制等に関する検討会（第12回）議事概要

1. 検討会の概要

日時：平成26年11月28日（金）10:00～12:35

場所：気象庁講堂（気象庁庁舎2階）

検討会委員出席者：清水座長、井口、石原、大島、北川、棚田、飛田、名波、野上、橋本、藤井、藤光、三浦、三上、森澤、森田、山岡、横山

気象庁出席者：西出、関田、松森、齋藤、菅野

2. 議事概要

<平成26年9月27日の御嶽山噴火を踏まえた今後の観測体制のあり方>

これまでの検討を踏まえて事務局が作成した緊急提言案について、各委員にご議論をいただき、御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する緊急提言をとりまとめた。委員からの主な意見等は以下のとおり。

緊急提言について

- ・ 御嶽山の噴火災害を踏まえた観測体制の強化であるので、提言の名称に、その旨を記載すべき。
- ・ 平成26年9月27日の御嶽山の噴火は多くの人命を失う災害であり、そのことを火山観測や気象庁の火山業務の歴史の中にきちんと位置づけた記載をすべき。
- ・ 水蒸気噴火の「兆候」の早期の把握が目的であることを明示すべき。
- ・ 気象庁や大学、研究機関等、それぞれの役割を考慮した上で、実施主体の明記が必要。
- ・ 水蒸気噴火の先行現象について、「微弱」であるなど、捉えるのが難しいという前提を記載すべき。
- ・ 兆候を早期に捉えるという意味では、中長期的には地震や地殻変動の方が地磁気や火山ガス成分の変化より先に現れることが多いことも認識した上で、地磁気や火山ガス成分の観測について記載すべき。
- ・ 最終報告に向けての検討として、研究体制への貢献として、データの蓄積や流通の方法についても検討するべき。また、監視や評価を行う人材については育成だけでなく、人材の確保についても検討すべき。

その他

- ・ 森澤委員から、測地学分科会地震火山部会の「御嶽山の噴火を踏まえた火山研究の課題と対応について」の検討状況の報告。

3. 今後の予定

- ・ 緊急提言について、本日公表する。
- ・ 次回検討会については、後日日程調整。

火山観測体制等に関する検討会（第13回）議事概要

1. 検討会の概要

日時：平成27年2月3日（火）13:30～15:35

場所：気象庁講堂（気象庁庁舎2階）

検討会委員出席者：清水座長、石原、大島、岡本、北川、篠原、棚田、飛田、名波、野上、橋本、藤井、藤光、三浦、三上、森澤、森田、山岡、横山

気象庁出席者：西出、東井、関田、松森、齋藤、菅野

2. 議事概要

<平成26年9月27日の御嶽山噴火を踏まえた今後の観測体制のあり方>

事務局から、資料1、2、3に基づいて説明し、各委員にご議論をいただいた。委員からの主な意見等は以下のとおり。

平成26年度気象庁関係補正予算概要及び平成27年度気象庁関係予算概要

- ・火山ガスなど火山化学観測について体制が十分ではない。
- ・各火山の特徴や実状に応じた最適な観測網を火山専門家と連携を取りながら作っていくべき。
- ・観測点設置後のデータの流通についても考えるべき。

最終報告に向けて検討すべき項目

- ・評価プロセスに機動観測班の位置づけもいれるべき。
- ・資料3別紙では、気象庁のみで火山活動の概念モデルの構築、火山現象の理解を目指すという構想に見えるが、火山化学研究者等物質科学の専門家がいなくは無理ではないか。これらは、長期的な観点で計画が進められる学術研究（建議による観測研究）で行っていても困難であるのに、決められた期限内で業務を達成することが求められる行政官庁の気象庁のみで行うのは一層困難ではないか。資料3別紙のタイトルから「気象庁」を外すべき。
- ・監視・評価だけでなく、防災担当の育成も必要（例えば地方気象台の火山防災官など）。
- ・大学の火山観測所だけでなく、研究所との交流も、火山学的な知識の習得を考えるならば有効なので意識すべき。
- ・人材の育成として、大学との交流が挙げられているが、大学ではスペシャリストを育成している。一方、気象庁ではジェネラリストの人材を求めているように見えるので、大学でも後者を意識した育成も必要かもしれない。
- ・大学だけでなく、研究機関（防災科研、地理院、産総研など）と気象庁間の人事交流もあっていいと思う。
- ・過去の経験について、分析をしっかりと判断する、過去の失敗をきちんと評価するというスタンスであるべき。
- ・人材の育成・確保について、「監視」優先のスタンスに見えるが、噴火警戒レベルの運用を始めた段階で「評価」もすぐに行わなければならないことを認識すべき。
- ・他省庁との連携、協力体制も考慮すべき。
- ・気象研究所の役割を示した方が良い。気象庁の中にも火山専門家は必要と考えるが、気象研究所がそれに当たるのではないか。気象研究所は評価プロセスへの関与だけではない。新たな技術開発についても、気象研究所が何をすべきか示し、次世代のための観測技術の開発を目指して欲しい。
- ・大学で火山学を志す学生が減っているという現状も考慮すべき。

3 . 今後の予定

- ・ 最終報告作成にむけて、メール等で意見交換していきたい。
- ・ 次回検討会については、3月に開催を予定。