

第6回火山噴火の長期的な予測に関するワーキンググループ

長期予測サブグループ議事録

日 時：平成9年10月20日（月）14時00分～16時30分

場 所：気象庁講堂

出席者：委員：井田、宇井、岡田（弘）、石原、渡辺（秀）、鍵山、土出、曾屋、濱田

臨時委員：荒牧、中田、清水、山岡

オブザーバー：須藤（地調）、田中（国土庁）、中禮（気象研）

事務局：三上、塚越、安藤、西脇、白土、林、青木、後藤

- ・三宅島と有珠山および東北の火山について噴火のシナリオ、活動評価を考えたうえで観測体制とデータの評価を行い、防災体制の評価と噴火に対する気象庁の対応について議論した。

1. 三宅島

1) 三宅島の観測体制

地震観測点は、気象庁2点（火山用1点、津波地震計1点）、東京都4点、防災科研3点（傾斜計兼用）があるが、地理的配置からは、実質6点くらいである。

GPS観測点は、連続観測点が国土地理院、東大地震研合わせて7点あり、その他の基点は毎年繰り返し測量をしている。国土地理院により御蔵島でも連続観測が始まったので、御蔵島を基準点として計算できる。

水準測量は東京都が2～3年毎に繰り返し行っており、本年7月にも実施している。

全磁力は、去年から連続観測を行っており、毎月データロガーを回収している。テレメータはまだ行っていない。

潮位は、潮流の影響が大きく、解釈が難しい。

2) 地殻変動の現状と解釈

南側中心に膨張、北東沈降の傾向が、1983年の噴火以降続いている。北東象限の縮みは、圧力源モデルでは説明し切れず、南西の動きと分けて解釈した方がよいであろう。

1983年以前はデータが不十分で比較はできないが、今後のデータを分析していくことにより、どの位マグマが蓄積しているか、噴火地点に関するヒントが得られる可能性がある。割れ目噴火については、構造的応力場と局地的応力場の組合せに支配されるので、その分析を行っていく必要がある。

3) 地震活動の現状と解釈

1983年の噴火後、島内の活動は低下したままで、島の周辺の地震活動も活発ではない。1962年や1983年の例から考えると、数か月前に島の周辺で地震が起り始めるようになれば要注意である。それから、噴火直前の微動（地震群発）、マグマそのものの動きまでの間には、何も現象が捕らえられていない。観測体制が充実してきているので、震源が決まらなくても、微小な島内の地震など中間的な前兆が捕らえられる可能性がある。日頃より、震源だけでなく観測波形の分類など波形の変化に注目していく必要がある。

4) 防災体制

前回の噴火では、村役場の対応が非常にうまく行った。指示も的確であった。しかし、噴火地点の高度により、マグマ水蒸気爆発が発生し、非常に危険な場合が起こる。多分に幸運に恵まれた面もあり、噴火地点を早く確認し知らせることが1つのポイントになる。年、数か月の単位で切迫性を感じた場合は、状況を説明し、防災体制を確認しておくことが重要である。

5) 噴火のシナリオと対応策

数年～数か月……地殻変動で、島の隆起、膨張が進行する。周辺の地震活動が高まってくる。

地殻変動が中だるみになり、電磁気の変化が進行する。

数か月～直前……マグマの移動に伴う微小な低周波地震の発生、傾斜計の急な変化。

噴火……噴火微動の発生。機動班では対応できず、常時体制で対応せざるをえない。

6) 急がれる対策

- ・地震観測：データの一元的処理。

微動自動判別のためのリアルタイムアラームのアルゴリズム作成。

- ・地殻変動：割れ目応力モデルと観測値の照合ツールの充実。

2. 有珠山

1) 観測体制

地震観測は、気象庁1点、北大は11点のうち固定点6点。常時3～4点は障害欠測中で山頂の観測点の維持が難しい。人工ノイズが大きく、微小な地震を捕まえるのは難しい。気象庁では、北大から2点信号を分岐しているが、ノイズと地震の区別をするのが目的で震源は決まらない。北海道庁で2点の観測施設を検討中。

傾斜計は、ボアホールにしないと、役に立たないだろう。

GPS観測、水準測量、磁力観測は繰り返しやっているが、結果が出るまで時間がかかる。

2) 噴火のシナリオに関する諸問題

噴火のタイプ、順序について色々なシナリオが考えられる。地震が始まって、噴火まで時間があつた（前回は32時間）が、マグマの上昇速度は、従来考えられていたより早いことが、わかりつつあり（数km/day）、必ずしも余裕がないことが考えられ、前例に捕らわれることは、危険である。有珠山では溶岩流は多分ない。

プリニアン、火砕流、ドームのいずれが噴火のメインになるか、あるいは、どのような順序になるかは、必ずしも解明されている訳ではない。プリニアンか火砕流になるかは、岩石の性質が分かれば判断できるという性質の問題ではない。噴火微動の分析で判断可能かどうかを、研究していくことが重要である。

地殻変動については、1977年以前については比較できるデータがほとんどない。1977年は地震活動が終わり、噴火が始まる直前に起こった数十cmのオーダーだった。中長期的なマグマの蓄積について、どこまで解明できるかが課題であり、集中観測や、測量では深部の地殻変動を捕まえる工夫が必要になる。

3) 防災対応について

初期の立上りでは、地震などが顕著に現われ、過去の例では必ずしも専門家がいなくても対応できている。火砕流などの危険地帯に多数の人口があることが、以前とは変わった環境条件である。

4) 今後の課題

マグマの深部の挙動を検出する方法の開発が必要。中長期的変化が確認できれば、機動観測などで対応する。

平常時は震動波形の分類などが重要。ノイズが大きいため、ボアホールなど観測網の改善が必要。

噴火が始まれば、専門家がいつでもデータを解析、判断していける体制（予知連）が必要である。

避難するタイミングは判り易いが、戻るタイミングが難しい（失敗例；1822年の火砕流）。噴火が始まってからの長期的対応が課題である。

3. 東北の火山

1) 観測体制の現状と問題

多くの火山が1点観測であり、震源が決まる体制にない。

水蒸気爆発の場合は、シグナルが小さく、震動観測では2 km以内に観測網がないと、推移は確かめようがない（秋田焼山の例で明確に示された）。

地震活動ではほとんど異常は認められないが、噴火に先行して、熱的な異常が進行することが考えられる（吾妻山のような）。

地磁気も連続観測でないと、異常は見つけにくいであろう。

GPSは、十数mm以上の変化がないと検出が難しい。

熱映像は、広い範囲を全体的に見ていくことが効果的で、狭い範囲を写しても効果が薄い（大学にデータを提供し、解析処理の工夫を行っていくことも重要）。

1980年代以降に注目され始めた、深い震源を持つ微動の発生機構の中長期的な解明も課題である。

安達太良山の場合、今後のシナリオ（水蒸気爆発、プリニアン）を推定できるだけの技術はない。

安達太良山の場合、噴火すれば西側に泥流が流下する可能性がある。冬期でも観測は続ける必要があるのではないか。しかし、現状の装備では難しい。

2) 今後の対策

地震観測はなるべく火口に近い場所で行うよう施設を改善する。

震源が決まらなくとも、波形の種類の種類、変化を追うことが重要。

冬期の観測技術の改善が重要。

熱映像などの観測の客観化、解析の工夫。

もし、地震観測などで、中長期の変化、異常が認められるのであれば、GPS、全磁力などの連続観測を展開する必要があり、そのための観測機器の改善工夫も必要とされている。

4. 日本活火山総覧の改訂、ハザードマップについて

1) 日本活火山総覧について、ハザードマップを考慮した案を作った。

サンプルを示したが、内容には色々不十分な面がある。過去の活動などで参考資料を充実させる必要がある。次回以降議論する。

2) ハザードマップについては、国土庁の助成金で作成する作業については、すべて計画が終了している。国土庁は新たな計画はない。

鹿児島県は独自に全火山について作成し、印刷中である。

第6回火山噴火の長期的な予測に関するワーキンググループ

活火山サブグループ議事録

日 時：平成9年10月20日（月）16時55分～18時10分

場 所：気象庁講堂

出席者：委員：井田、宇井、岡田（弘）、石原、渡辺（秀）、鍵山、土出、曾屋、濱田

臨時委員：荒牧、中田、清水、山岡

オブザーバー：須藤（地調）、田中（国土庁）、中禮（気象研）

事務局：三上、塚越、安藤、西脇、白土、林、青木、後藤

1. はじめに

火山噴火予知計画で取り上げる火山の分類の見直しを行いたい、その場合、気象庁の活火山の定義と火山噴火予知計画の活火山とはなるべく関連を持たせることが望ましい。活火山の分類には、学術的な背景があった方がよい。活火山の範囲を広げる方が研究を進める上で都合がよいということもある。活火山の見直しは数年かける必要があるが、方向性が出れば、火山噴火予知計画の中に反映することができるということで議論を進める。

2. 説明の主な点

活火山の定義は研究者によっても国によって違いがある。先進国では調査が行き届き観測にも余裕があるので、期間を長く取る傾向がある。発展途上国では調査、観測の余裕が少ないので、活動の記録があるものだけということになり易い。

御嶽山の場合マグマを出すような活動は1万年以上ないが、噴気は続いていたので活火山にたまたま入れていた。東伊豆の活動間隔は2千年より長い。火山のタイプにより噴火間隔が異なる。ハワイのような場合活火山かどうかの判別は、1000年位見れば十分であるが、安山岩の場合1万年位の間隔があく場合があり、カルデラの活動は10万年が単位である。しかし日本にある火山では、成層火山、単成火山、カルデラと火山のタイプは限られるので、選択の幅は多くない。間隔の長いカルデラ噴火とそうでないポストカルデラ噴火は、活火山としては区別して考える必要がある。

Simkin and Siebert (1984)、Walker (1974)、Francis (1993)、Smith and Ludke (1984)、Szakacs (1994)の論文などから、活火山の見落としと誤認のトレードオフは5000年から1万年程度となる。1万年を基準にすると、活火山の数は少なくとも12～13は増える。かつての有珠山のように長く活動を休止している火山で、再活動の可能性のある山とそうでない山の区別が可能かどうかという問題については、利尻山の最後の噴火は8000年位前だが、それ以前の活動は活動間隔がだんだん開いてきて活動が低下してきていることが明らかになっており参考になる。

活火山として適当でない火山として前回赤城山を取り上げたが、1200年位前に何らかの出来事があったようで、守屋先生のグループが検討している。現在のカタログから除外することは、当面考えないでいく。

防災上のランク分けについては、常住人口だけでなく、観光人口も考える必要がある。

3. 議論のポイント

Szakacsの文献では噴火の休止期間の統計的な扱いについて問題があり、1万年が死火山、活火山のトレードオフと結論を出すのは無理である。学問的にはSmith and Ludkeの火山の種類、噴火のタイプ別に分ける考え方が妥当である。噴火休止間隔と活火山の分類は不可分であり、結果的には休止問題に頼って分類することになる。気象庁の分類と予知計画での分類はしょせん別のものではない。議論を続けても学問的には意味が少ない。防災という観点では現状の気象庁のもので十分である。活火山の定義を議論するよりは、噴火史の構築をきちんとやるべきという意見もある。しかし噴火史を組み立てるといっても、どこまで調査するかにより労力はぜんぜん違ってくる。

火山と火山群の分け方、括の方については議論する必要がある。

4. 結 論

活火山活動のしきい値一万年は妥当であり、防災上はランクを付けて考える必要がある。議論のまとめとして、基準一万年にする方向で検討していくことの合意が得られた。一般にはまだそのことを公表する段階ではなく、防災上の観点については今後検討を進めて行く。

第6回火山噴火の長期的な予測に関するワーキンググループ

火山情報サブグループ議事録

日 時：平成9年10月21日 10時00分～12時00分

場 所：気象庁講堂

出席者：委員：井田、宇井、岡田（弘）、石原、藤井（敏）、平林、土出、曾屋、三上（代理）

臨時委員：清水、山岡

オブザーバー：須藤（地調）、田中（国土庁）、中禮（気象研）

事務局：塚越、安藤、西脇、青木

迅速で正確で役に立つ火山情報を出すための検討として、前回から過去の火山情報の例を参考にどのような点を改善することが可能か、さらにカラーコード化が可能かどうかの検討を行っている。前回は、1986年伊豆大島噴火時の火山情報発表および活動経過の資料をもとに、火山活動の段階ごとにそれぞれの対応について議論した。

今回は、火山情報発表および活動経過資料に現地官署で作成されたカラーコード（活動レベル化）案を加えて、前回の伊豆大島の議論の続きと1991年雲仙岳噴火の事例について議論した。

1. 雲仙岳

1) 資料説明

事務局から雲仙岳測候所が作成した活動レベル試案について説明した。さらにその試案を1991年噴火活動へ適用した事例をもとに議論した。

- ・雲仙岳測候所作成の試案について
活動レベルを1～4の4段階に分類。
- ・試案の適用

1990年から1994年の火山活動および火山情報発表の経過をもとに、事務局で活動レベルの設定を行った。この際、活動レベル設定の有効期限について、あらかじめ、レベル3は3ヶ月、レベル4は1ヶ月とし、有効期限が終わった段階で見直し、期限内でも活動に変化あった場合は変更することとした。

2) 活動レベルの試案についての意見

- ① レベル3の「活動レベルの意味」では噴火が発生する可能性であって、「火山活動の特徴」では降灰が認められたとなっていることから、小規模な水蒸気爆発は含まれると解釈できる。小規模な水蒸気爆発ならレベル3、マグマ噴火になったらレベル4とすべき。
- ② レベル3の「活動レベルの意味」を「小規模な噴火が発生した、大きな噴火に至る可能性がある」としてはどうか。
- ③ 「活動レベルの意味」のレベル4「マグマ水蒸気爆発を伴うかも知れない」はレベル3に移した方が良い。
- ④ 「活動レベルの意味」のレベル4では、観測データでマグマ噴火が起こるという予測ができた場合としてはどうか。
- ⑤ マグマの噴出を示す明確な観測データが得られた場合、顕著な噴火に繋がる可能性があることから、レベル5にする。インドネシアの例では、レベル4では主噴火の前の噴火、データ解析の結果主噴火の発生が予測された場合レベル5としている。
- ⑥ 防災機動的な立場からみた場合
 - ・レベル4では人体に被害を生ずる可能性とあることから、レベル3からレベル4に上がった場合の対応が非常に異なる。
 - ・レベル3とレベル4との間にもう1ランクレベルを入れて実用的にすべきかもしれない。レベル3は将来危

険だが、まだ安心、レベル5では明らかに危険、など。

- ・有効期間を長くすると対応が大変。
- ⑦ レベルを上げることは書いてあるが、下げることについては書かれていない。下げる段階では総合的な判断が必要となる。
- ⑧ 活動レベルの表現を検討する必要がある。
 - ・レベル1 静穏な状態
 - ・レベル2 静穏な状態と比べて火山活動が高い状態
 - ・レベル3 火山活動が活発化しつつあり、噴火の可能性がある
 - ・レベル4 火山活動がさらに活発化し、いつでも噴火しておかしくない状態
火山活動はいつでも主噴火しておかしくない状態

ただし、この事例については主噴火はすべて終わってわかる、防災情報としては表現が向かない。

- ⑨ 試案の「火山活動の特徴」の中では地震活動について、火口付近及び浅い地震については書いてあるが、深い地震については何も触れていない。深い地震の発生は、現象として見た場合ポテンシャルが高いと言えるかも知れない。

3) 活動経過とレベルの検討

- ① 平成2年7月4日初めて微動を観測
 - ・微動が発生した時点まで火山情報は発表していない。カラーコードがあった場合はレベルを上げることができた。
- ② 平成2年12月12日にレベル3からレベル2に下げたことについて
 - ・12日に会長コメントが発表され、その内容に「短期的には低下の傾向にあるが」という表現があった。
 - ・11月の噴火後1～2週間で地震、微動、噴気活動が衰え地殻変動もなかったことから、レベルを1に落としても良かったのではないか。
 - ・11月20日頃まで群発地震があったことから、積極的に落とす理由がなければ2～3週間でレベルを落としたことは問題である。
- ③ 平成3年2月12日の噴火でレベル3に上げてから、5月20日に溶岩塊が出現するまでの間継続したことについて、その間の地震活動、地殻変動及び有効期限を考慮に入れた場合問題はない。
 - ・5月17日の会長コメントで「マグマが浅い所まで上昇していると推定される」とあることから、この時点でレベル4とする。
- ④ 平成3年5月20日以降平成6年3月
 - ・溶岩塊が出現し始めた時のレベル4は良い。
 - ・火砕流が出始めた段階でレベル5に上げる。その後はレベル4にしておき、何か起きそうになったらレベル5に上げる。平成3年8月15日にレベル5に上げ、その後平成6年6月頃まで継続、その中で平成4年2月と12月、平成5年1月にレベル4とする。
 - ・平成6年3月にレベルを落としたのは早いのでは。
- ⑤ 平成7年2月頃にレベル4、この頃から火砕流減少、有効期限が切れた5月にレベル3に落とす。

2. 伊豆大島

1) 資料説明

- ・大島測候所作成の試案について
 - 活動レベルを0～4の5段階に分類。対象地域を山頂カルデラ内とカルデラ外に分けている。
- ・火山活動経過への活動レベル適用においては、レベル設定の有効期限をレベル3は3ヶ月、レベル4は1ヶ月に設定した。

2) 活動レベルの試案についての意見

- ・内容が複雑で解かりにくく、理解するのに時間がかかる。
- ・現象に合うように試案を作っていると言える。
- ・レベル1 何かおかしい レベル2 もうちょっとおかしい
レベル3 小噴火が起こっているか極めて近い
レベル4 人の生命に係わる噴火
- ・レベル2では噴火の可能性が高い、レベル3では噴火が起こっていることから、レベル2とレベル3との間で調整する必要がある。
- ・レベル4では極めて身体に係わる噴火の可能性が高いことから、雲仙岳で言うレベル5が起こっていると言える。
- ・現象が出た時には情報は出せるが、何ヶ月間か継続した場合の扱いが難しい。
特に最後にいつ出すかが非常に難しい。また、レベルを下げる時が難しい。
- ・レベル4の中では割れ目噴火、海岸部のマグマ水蒸気爆発が抜けている。これは書く必要がある。
- ・短時間の現象にどのような対応が可能か。
- ・想定されていない現象にどのように対応するか。

3) 活動経過とレベルの検討

- ・昭和61年11月18日から昭和61年12月18日までレベル4、及びその後のレベルについて
 - ・人の生命及び身体に災害を及ぼす活動は割れ目噴火と昭和62年の噴火だけである。
 - ・レベル4ではすでに身体に係わる噴火が発生していることになるが、11月21日の割れ目噴火の前兆が始まった2時間前に、レベル4に上げるのが理想である。現在の観測体制ならば「恐れがある現象」を判断することはできる。
 - ・この2時間前の地震活動に関して、どうして情報が出せなかったのか、この点が一番悔やまれることだ。短時間の現象にどのような対応が可能か。現象を意識していた場合は、情報を出すことができたかも知れない。
- ・地震活動の特徴
 - 連続的な地震活動で個々の地震の分離が難しいことだった。モニター記録から震源がカルデラ北部であることは分かった。
- ・温泉ホテルの傾斜計は観測所にテレメータされていなかったが、異常な記録がとれていた。
- ・御神火茶屋での光波測量では、前日まで変化は検知できなかった。
- ・水準測量では異常なデータがとれていた。
- ・歪計のデータには変化が認められた。
 - ・当時はこれらの観測データを1カ所にまとめて総合的判断する場がなかった。直感的に判断できる体制が必要である。
- ・測候所で情報を出すレベルが決まっていたならば、あの時点で出せたと思うが、割れ目噴火を想定していなかったことから、観測体制が整っていたとしても情報は出せなかったと思う。
- ・11月21日午後の地震発生時にレベル4とし、噴火発生からレベル5としてはどうか。
- ・11月24日の統一見解で使われた中村説（歴史噴火のS2を想定したマグマ水蒸気爆発）について
 - 統一見解で個人の説がこれだけ明瞭に記載されたのは初めてのことである。
内容は正しいので、もっと早く出せたのではないか。しかし、大きな予測を内容とした情報を発表した場合は、解除が必要である。また、このような情報が発表された場合の行政、一般市民が、どの程度の可能性のレベルであるかの判断が難しいのではないか。今回の情報は全島民が避難した後で発表されたが、前の場合の避難の判断は難しいと思われる。
- ・12月18日以降は、もう少しスムーズにレベル3から2に落とせないか。レベル3は小噴火が起こっている。また、有効期限を1年としてはどうか。

・昭和62年11月の噴火の前兆現象について

- ・前兆現象としては、噴火の約4ヶ月前からの地震活動と山頂部での噴気活動の活発化が上げられる。微動には大した変化はみられなかった。地震活動で判断するならば11月13日に振幅が増大した時しかなかったのでは。この時にレベル4にしてはどうか。
- ・火山ガスの観測では水素ガス濃度が1週間前から上昇した。
- ・徐々に活発化していった時のタイミングが難しい。直前に正確な情報を出すのは難しい。直前にレベルを上げるという点は、火山情報の運用からみた場合は重要なことだ。昭和62年の時はそれが可能だったと言える。

3. インドネシアの火山活動レベルの例

- 1) 活動レベルにより、現地で観測強化を実施している。また、ハザードマップ（立入禁止、噴石の飛散範囲、泥流域等）に従って情報を出している。
- 2) レベル5は噴火が発生した後の措置で、レベルを上下に自由に変わることができ、場合によっては一段階以上飛び越えることもできる。また、状況によっては事後承認・確認も可能である。
- 3) メラピ火山の適用例を見ると、レベルを落とすのが早いという結果になっている。

4. その他

- 1) ハザードマップとしての地域の住民に対する長期的な教育の問題と実際に起こったときにどう情報を与えるかの問題がある。
- 2) 実際に起きたときに非常に言いにくいことをさけたのが、有珠山である。火砕流の可能性はわかっていたが、火山情報の内容及び総合観測班の解説の中でも一切触れなかった。その代わりとして秘密会議が行政指導を行った。
- 3) 現在のハザードマップはある程度信頼されて、基本的には受け入れる素地が育ってきたといえる。
恵山周辺の住民に対して行ったアンケート結果として
 - ・ハザードマップに関する情報については、わかっている情報は流してほしいという要望が強い。
 - ・情報の内容については、どういう事が起こりそうか、分かり易い表現してほしい。
- 4) 受け取り側が、どの程度の可能性があるか判断が非常に難しい情報は困る。情報は流した方がよいが、ランク付けをしないとイケない。
- 5) 情報の発表には、
 - ・観測データが得られたらできるだけ早く情報を出す。
 - ・学術的にいろいろ創造して出す。
- 6) 情報をレベル化して、出し方を決めておく機械的に発表することができるので、有効であり、重要。また、発表された情報文について、「この部分が納得できない」点について意味も含めて研究して欲しい。