

## 第86回火山噴火予知連絡会 議事録

日 時：平成12年7月10日（月） 14時00分～17時00分

場 所：気象庁第1会議室（有珠山現地災害対策本部、札幌管区气象台とTV会議）

出席者：会 長：井田

委 員：平澤、浜口、野津、渡辺、歌田、鍵山、藤井(直)、須藤(靖)、清水、深井、布村、岩本、須藤(茂)、  
村上（代理：地理院）、植田、岡田(義)、内池、竹内、吉田、望月（以上、気象庁で出席）  
宇井、岡田(弘)、平林（以上、現地災害対策本部で出席）

臨時委員：石井、土井、中田（以上、気象庁で出席）寺島、笠原（以上、札幌管区气象台で出席）、  
勝井（現地災害対策本部で出席）

名誉顧問：下鶴

オブザーバー：鶴川（防災科研）、中辻（国土庁）、東宮、川邊、高田（地調）、鈴木（東京都）、中禮、福井、山本、北川、  
藤原（気象研）、浦塚（通総研）（以上、気象庁で出席）

中川（北大）、秋田、岡崎、田近、広瀬（道立地研）（以上、札幌管区气象台で出席）

森、西村（北大）、稲葉（国際航業）、八幡、垣原（道立地研）、山田（地理院）、佐々木（国土庁）、奥家（北海道）、  
井上（建設省）、前川（開発局）現地災害対策本部関連省庁等機関関係者

事務局：山本（孝）、小宮、佐久間、西脇、濱田（以上、気象庁で出席）  
西出、山里（以上、現地災害対策本部で出席）

### 1. 事務局からの連絡

今回もTV会議システムで3会場を繋いで進める。3会場の出席者、オブザーバー、代理出席者、欠席者の紹介。

### 2. 挨拶

（井田会長）本日は臨時の全体会を開く。議事の進め方は、先ず有珠山について議論し、その後に三宅島の活動について議論する。有珠山についてはデータや状況が変わる都度お知らせし、部会で応じていただいている。事前にデータ解釈など案内してある。本日は背後にあるマグマ供給系や噴火機構について主に議論したい。長期的な視点に立つご意見を出していただきたい。議論していただきたい問題は既にメールなどで意見を交換している。その議論に基づき、会長と事務局がコメント案を作成してあるので、後ほどご議論いただきたい。先ず、最近どういことが起きているか説明いただきたい。その後で活動動向について議論し、モデルなどについて説明いただく。基本的な考え方を示していただき、議論する。それを踏まえて統一見解へ集約する。

### 3. 最近の火山活動について

#### 1) 有珠山

##### ＜資料の検討＞

##### ①気象庁

・表面現象の噴煙高度は4月上旬に比べて低下している。炸裂型噴火に伴う空振の推移を見ると、西山西麓火口からの空振は5月以来降観測されていない。K-A火口は6月中旬以降非常に低下、K-B火口は2,3秒間隔が連続しているが、6月25～28日は、連続的な微動振幅が急激に低下し、一見止まったように見える期間が時々見える。地震回数は5月下旬以降減少し、大粒の地震なし。震源分布は特段変化なし。時折有感。

##### ②気象研

・放熱率の時間推移は基本的に大きな変化なし。金比羅と西山の総放熱量は $6.5 \times 10^9$  MJ。この熱が水蒸気によって放出されたとすると、 $H_2O$ の総放出量は270万tになり、マグマ中の $H_2O$ の含有率を3wt%とすると $9 \times 10^9$  kgのマグマがすべて脱ガスした量に相当する。

##### ③防災科研

・これまで実施した5回の温度の移り変わり。5月25日や6月16日になると噴火口の同定が楽になる。5月と6月は40～60℃ではほぼ変わらず。噴気が少ない時に火口が見えてやや高めの値。

##### ④北大

・6月10日までの噴石調査の後、6月25日と7月3日に再調査した。K-B火口250m外までの6月10日のルートで新しいものと思われる噴石・噴泥は確認できなかった。350～500mの別ルートでも比較的新しいモノは認められない。K-B火口の北北西方向、火口縁から200mで最近の噴石確認、飛来距離は200m。西山川の方は火口に近づくほど噴石、噴泥、大きさの増加を確認。200m以上では確認できなかった。200m以内は調査していない。前回の範囲では認められなかった。  
・噴石飛ぶ範囲が次第に減っている。噴石の飛来距離は火口の形状が変わらない限り爆発の規模と相関するので、爆発規模が4,5月と比べて下がってきている反映。

##### ⑤東大理

・山頂部からの $CO_2$ 放出量は、一昨年、昨年多い。5,6月は昨年に比べて一桁小さい。これはマグマが西へ動いたことによる頂上からの圧力減を示している。新火口からの $CO_2$ 量を推算すると100t/dayなので全体としても減っている。フラックス連続測定を開始した。

##### ⑥地理院

・地殻変動モデル。最近のGPSは、No.19、No.20、No.16など火口原から出る基線は顕著な縮みを示す。有珠山を挟んでNo.13も緩やかな縮み。他機関地殻データも加えてマグマの動きをモデルする。活動期間を4 Phaseに分けた。Phase-1：3月27日～29日午後まで、GPSは3基線伸び、同時に地震回数増。マグマ溜まりが10km付近にあって、そこから浅いところに向けてダイクの

貫入が始まった。Phase-2：3月29日～4月3日頃まで、地震回数非常に増加、GPS基線は伸びから縮みへ。有珠山頂西側を中心とする隆起があった。これらを説明するために、山頂地下2～3kmに水平のシルを考えた。洞爺湖側に水平変動あったので、1枚のダイクを考えた。深さ10kmのマグマたまりがかなり大きなデフレーションを起こした、という3つの組み合わせで地殻変動を説明する。西山西麓中心にドームの形成が始まっていたようだが、どの時点で始まったか我々のデータではわからない。Phase-3：GPSはほぼ停滞、西山西麓を中心に非常に局地的なドーム形成的な地殻変動が進行。Phase-4：5月下旬から現在。西山付近の地殻変動が局地的。初期の有珠山を中心とした隆起パターンの裏返しで、徐々にデフレーション的变化が進行中。Phase-1モデルは南東下がりの深さ3kmの板(ダイク)が広がった。壮瞥GPSを止めて相対地殻変動を見ると虻田と伊達の観測地と合うようだ。地震分布も特徴的で地震開始後南東下がりコラム状分布し、深さ分布からも、ダイクが深いところから浅い方へ開きながら上がってきたと考える。Phase-2前半31日までのモデルは、有珠山山頂下に入ってきたダイクの上端辺りに1km×1kmの水平シルが広がった。シルの北の端に垂直の小さなダイクが東西走行で並んだものを考える。それから10kmの茂木モデルが萎んだ。その組み合わせで地殻変動がほぼ説明できる。このときの地震は3月30～31日にドーナツ状分布。これについてシルを考えると説明できるかも知れない。Phase-3は西山に浅いシルとダイクを組み合わせると地殻変動が説明できる。茂木ソースも若干収縮。深いところから出てきたマグマの総量は1億m<sup>3</sup>と縮み7千万m<sup>3</sup>は合わないが、茂木ソースは遠いところの変動で決めているのでGPSの誤差の問題かもしれない。最近では、最初31日までに隆起した山頂下2～3kmのシルが収縮したようだ。ΔCFFの計算で地震の分布を説明する。山頂真下のシルにマグマが溜まり始めたとして、防災科技研メカニズム北西～南東圧縮の逆断層を仮定した変化量は、シルの真下4kmで地震が抑圧され、外側ではリング状に加速される。ΔCFFの垂直分布はシルから円錐状に、円錐の外側で地震が加速し、真下では抑圧されて、実際の震源を1km浅くすればリング状震源分布と合う。この解析と別に、噴火前の地殻変動を調べるために、1998年10月までのデータを解析した。1992年と1998年を比較すると、有珠山頂を中心に40～50cmのかなり大きく沈降していた。これは31日まで大きく隆起したパターンと似ていて、同じソースが噴火直前に膨らんで、噴火まではじわじわと5年間で約50cm沈降していたと考えると考えやすい。我々は2～3kmに決めた10kmにもマグマ溜まりがあると思うので、岩石学的な解析から10kmと4～5kmに二つのマグマ溜まりがあるとする地調説に、合う方向。地震の特徴的なリング状分布がΔCFFの変化として理解できる。

#### ⑦震研

- ・2～3kmのシルの噴火前の山頂中心の年間8cmの顕著な沈降は、1977年に浅部に貫入したドームのマグマの冷却・収縮によるのではない。外輪山のGPSや光波測距データのベクトルがかなり寝ているので、ソースはせいぜい500mか1kmの深さであろう。想定されている貫入マグマに対応する。

#### ⑧道立地研

- ・GPS 6月までこれまで通り低下。6月上中旬にベクトル反転。

#### ＜地殻変動モデルについて議論＞

- ・干渉図で見ると、壮瞥温泉まで沈降が広目に始まっている。1kmにするとここまで沈降が広がらない。2km位かと考えられる。
- ・1kmはマグマヘッドである。深さ方向にどれくらいのvolumeを持っているかわからない。長さとして1～2kmあって同じものをみているのかもしれない。2,3kmに貫入はしたが、4kmのマグマ溜まりとは別のもので、むしろそこから上昇して2kmまできたものという印象を持っている。
- ・今回シルというのが入ってきたのはマグマ溜まりでなく、2番目のマグマ溜まりから出てきたというイメージで、非常に浅いシルは隆起の原因そのものになるようなもの、という考えについてどうか。
- ・3月31日までに有珠山を持ち上げたシルは2～3kmと考えているが、元々あったものが収縮するデータして干渉図を考えたかったが、それ以外に別なマグマポケットがあったかとはどちらとも言えない。
- ・(九大モデル) 両方とも茂木モデルで単純化しているが、基本的には地理院モデルと違いない。ひとつは山頂カルデラ下3kmで地理院モデルのシルに対応。西山のダイクとシルは茂木ソースに対応。量的見積りもオーダーとして合う。より細かくデファインされている。今のデータでは渡辺の細かい議論までは難しい。
- ・1977年も今回も2kmまで貫入は同じことが起きた1977年貫入したものはその後冷えて収縮する。それが同心円上の沈降に見えていたのではない。今回は若干西側へ寄っている。それも当初隆起して1977年と、ほぼ今回底を中心として沈降がみえてくるのではない。隣接した貫入があったのではない。
- ・隆起の周囲が沈降することはよくあること。
- ・あがってきた溶岩が熱収縮して、時間が早すぎる。今沈降しているところまで上がってきた。
- ・4km想定溜まりが収縮はおかしい。貫入は非常に早い。徐々に見えている沈降は別物であろう。
- ・もともとあったところに入ってきたという考え。
- ・北大のEDMから見て分かれば、震研モデルのように二つに分けて考えられる。
- ・非常に難しい。弾性的に論じているが、噴火までの収縮データは。
- ・29日隆起中心と77年中心はずれている。今回は若干西。同じか別かは岩石的議論に。力学的には結局同じ。
- ・(地調モデル) 深さ10kmのマグマ溜まりから上がってきた。3月31日の爆発的な発泡現象があった。4月3日で再解析すると、内側が5m変位。その後は極端に変形場所が変わった。力源が変わった。4月3日まではベクトルがたっていた。地下に延長すると地下200m。深さ2kmの膨張活動が顕著で広い範囲に及んだ。マグマ浅くなって水平変動大。最近の、西山と金比羅の関係、互いに影響し合う関係かどうか。変動のベクトルでたっているものはかなり深いところまで行っている。2,3から3,4kmもある。深さ4kmのマグマ溜まりは、斜長石の組成から深さを決めた。2kmにはならない。77年の貫入岩は見かけ似ている。出残りと考えている。深さ4kmにあって、深さ2kmの貫入と別。10kmから上がってきた。磁鉄鉱組成は1種類。前回は2種の混合。4kmが刺激されて出た。31日割れ目のパターン横ずれ断層、西山へ割れ目発達、GPS大きい、などからダイクを考えた。31日噴火直後に軽石含んだ火山灰。夕方虻田線路曲がったのは、浅いところの貫入。4月3日まで広範囲にベクトル集中しない。上下卓越シートシェール、茂木モデル。金比羅はメインの時に使われている。以上マグマ供給系。噴火モデルは、時間と共に変化、噴火間隔、4月6日までは不規則に火山灰ブリューム。4月9日から泥水ジェット。規則的噴火。11日13日から長波長、以降連続性。全体に高

いプレッシャー、複数火口でリズム的。

- ・(北大) 全岩化学組成の77年と2000年の比較は、有珠山はシリカの比率が高い→低い規則的。マグマ端成分が時間的に変化。1977年と別なマグマ貫入と考えが妥当。
- ・出残りマグマの根拠は、石の中に斜長石、特徴的な干渉がある。深部からサブライがあることはよい。
- ・潜在ドームがどこにできているか。昭和が2 km。円周上に隆起場所が散らばる北西南東方向に規制されているものではない。シートを考える。45°傾斜、噴出直前にマグマポケットができる。31日軽石の水分量が、圧力によって飽和度が違う、2 kmにあう。茂木モデルで2 kmソースである。噴火前に変形顕著な場所におくとよく合う。噴火時にマグマポケットにあった。隆起はそのごゆっくり。4月3日ピークで減少。火口域に地溝が見えた。マグマがゆっくり入ってきた。表面現象と化学現象、放熱、SO<sub>2</sub>放出量。水が減ると、噴煙地下水に影響。時間と共に、火道マグマ31日地下2 kmでマグマ発泡。地下水が加熱されてコックステール。地下水上下。目詰まりで地下水少なく、兼ねて水蒸気が、マグマ発泡気泡成長で徐々にガスが逃げにくい状況、溶岩、局所的隆起。
- ・溶岩先頭の成長は今後地表に出るとは考えない。
- ・今回のタイムスケールが短いのは遅延発泡で説明できる。
- ・今回の地殻変動の原動力。12km貫入が先か同時か。GPS日々ばらつきだが、系統的に変化。5月から変化が同じパターン。深部から供給されているかどうか。3月噴火前後で大きく変動。徐々に。地下のデフレーションはない。遠くの点でも変化が出ていない。
- ・セオドライト観測の6月以降垂直変位は小さい。西山周辺に変位ベクトルはわかさいも工場付近に中心があると思われる。
- ・エネルギー放出量。時定数。金比羅火口の放熱量と西山火口群。指数的に下がっているように見える。
- ・K火口が爆発的いつまで続くか。数ヶ月程度か。

#### ＜統一見解について議論＞

- ・地殻変動モデルの議論を踏まえ修正。
- ・噴石について。噴石は、面的にきっちり押さえているわけではない。火口の中心から300mで見つけただけ。「少なくとも300m程度」である。噴石は300m離れたところで降っているので500mは注意。
- ・砂防関係者が450mで発見している。西山でも、噴石ないわけではない。K火口の頻度は落ちていない。今日は1秒ごと、頻繁。大きさは大きくない。頻度は減っておらず、「活動度は低下」とする。
- ・西山については、危険距離は300mでよい。
- ・西山については確認作業ができていない。
- ・西山を小さくする根拠はない。しかし、実際に防災上必要なのは洞爺湖温泉なので、金比羅火口からの落下範囲はと書けばよいのでは。
- ・マグマ溜まりの議論を盛り込むか。どこまで科学をコメントに盛り込むか。
- ・マグマの動きについて盛り込む。
- ・噴石表現については、関連して、西山地熱の注意喚起したい。地熱事故の可能性はある。
- ・事故起こす行動とは何か。もともと入れないのだから必要ではない。
- ・マグマ活動は収まっているが、自然災害から火口事故型の警戒に移る。現地では初めから一貫して説明してきた。
- ・立ち入り規制があれば、サイエンスの立場で危険なことを言えばよく、あとは自治体の問題である。
- ・説明はともかく、地熱警戒は盛り込むべきである。
- ・これから復興対策にかかるので、終息時期について、数か月から数年を議論願いたい。
- ・熱から見ると数か月以上である。しかし、最後が詰め切れていない。最近ほとんど横這い。
- ・今日の議論では何も検討していない。漠然すぎる。「当面」でよい。
- ・現時点で噴火予知連絡会としては科学的には言えない。あまり短くないことを言いたいの「数か月以上」とするか。
- ・ぱっとやむことはないという心証はない。「当分の間」でよい。
- ・見極められるときになったら言うことにする。

## 2) 三宅島

### ＜資料の検討＞

#### ①気象庁

- ・6月26日から7月9日の活動概要説明。26日地震活動が始まり、島内から西方沖へ。噴火確認できなかったが、海保から変色水報告あり。
- ・緊急に伊豆部会開催で対応した。島の南にマグマが入り、直ぐ西へ移動した。直ちに島北への避難した。28日部会で危険はなくなったとした。しかし、7月8日に山頂で噴火した。
- ・海底噴火後、山頂直下の活動は、3日から始まり8日に301回、火山性微動振幅振り切れ状態。9日22時にも振り切れ。傾斜変化。昨夜の長周期イベントの松代波形。空振計ない。18時41分に1回目噴火。9日は一般から情報あったが、測候所確認していない。

#### ②水路部

- ・「昭洋」で、海底域調査。3火口、最大数百m水深85m。二つのグレーベンが認められる。ほぼ並行に。その陸部への延長が対応。ダイク貫入の痕跡を確認した。

#### ③震研

- ・7月8日の噴火について。フライト映像の山頂部カルデラ北西円形陥没2段階構造。初め南が落ちて次に北落ち。噴煙情報は崩落か？ 火山灰は東へたなびく。陥没量6千万m<sup>3</sup>、500万m<sup>3</sup>で一桁少ない。伊豆大島後の陥没はマグマのドレインバック。陥没量と噴出量は一桁違う。噴出物の顕微鏡結果は今回のスコリアは入っていない。
- ・主な地震活動。雄山直下の浅い地震の時間変化。ほとんど2, 3 km。4日以降目立つ。
- ・雄山南膨張が今回収縮。重力観測は98年と今回の変化。西の+100μgal沈降に対応。はちまき林道で数10μgal、雄山150μgalの減少。山頂浅いところで陥没進行によるか。両方が入っているかも。

- ・全磁気観測。山頂OYM。27日活動後に設置したものOYM2。1926年から10nTの増大。熱消磁で解釈。先行現象ナシ。阿古の真下を貫入が走った、ピエゾマグネが出ないのが不思議。TAR急に変動して次第に緩慢。先ず南に何事が合って次に北側で起きる。陥没後極端に減少。7月1～7日、8日～と比較。形が違う。先考がやや深い、8日は1kmより浅い。8日まで加速が、噴火後元の傾向に戻るがレートは小さい。

- ・雄山の噴気温度は、噴火後温度低下。1日から温度上昇。周辺部低下。台風。6日～極端に低下。雄山中心部では温度上昇が継続していた。

- ・陥没はこの後も継続している。壁の崩落。噴煙情報のほとんどはこれ。陥没は2段階で起きたようだ。大きな地震のときかも。

#### ④防災科研

- ・空振があった。しかし地震動かもしれない。7月4日以降朝方から地震増。火山性微動18時40分頃周期大。噴火直後から減少。22時から静か。

- ・傾斜変動は8日に傾斜加速、坪田顕著。MKTの傾斜ベクトルは南下がりが、8日から山頂沈降へ。噴火前の2時間は山頂沈降、微動増。坪田の傾向変わらず。9日14時坪田の傾向逆転して南下がり。22時頃など間欠的に地震増。9日22時頃傾斜ステップ状変化。全島一斉変化したが対応する地震活動なし。表面活動あってもおかしくない。7月10日頃小変化、地震活動あり。

- ・航空機搭載MMKは雄山山頂部可視光で沈降様子、最高温度46℃、駐車場43℃、日射の影響かも。顕著な高温部はない。

- ・低周波地震と思われる傾斜変化、坪田と阿古で。2発のイベントか。山頂沈降傾向。微気圧計は最大動に一致。広帯域観測網によるメカニズムは、気象庁に比べて深い。普通のダブルカップルでは決まらない。

#### ⑤地理院

- ・GPS観測結果。マグマが西へ動いた。

#### ⑥地調

- ・ガラパゴス。正断層で深さ14kmの地震。マグマドレインバックでなく、その前に割れ目。ハワイはマグマが溜まっていてドレインバック。

#### ＜議論＞

- ・地震のメカニズムは、減圧に対応するか。

- ・加重が解放されるイメージ。シングルフォースモデルか。

- ・1000万m<sup>3</sup>が陥没した時間スケールによる。

- ・GPS3時間刻み、上から降りてきて開くセンスなのでドレインバックか。周辺の山体を押し広げることで説明。噴火を挟んで基線長が一斉に動いた。

- ・傾斜初動は山頂部へ向かって沈む方向で始まっていた。GPSも8日にややおおきな動き。噴火前まで坪田収縮加速。傾斜も同じ山頂下がりで加速。地理院GPSも噴火前に坪田加速。

- ・山頂が不安定になって、ずり落ち始めると、最初の小さな山頂下がりが説明できる。地震の下限は3km位。

- ・26日は山体貫入（坪田）。貫入伸びをキャンセルして、マグマは西へ抜けて全体収縮した。

- ・ドレインバックで空洞ができたのではなく、今回のイベントの前に空洞が必要。熱水溜まりのモデルもある。

- ・ずっと以前からあったのか。引き金になったのか。今後どうなる。小規模なことを繰り返すのか。大きな現象は起きないか。

- ・小規模崩落は続くであろう。

- ・長期的に島内GPS基線はマグマ溜まりの膨張にリズムがあるらしい。伸びは7月から1月、その後停滞。大気中の季節変化の影響もあるが、島内の短基線で一斉に出るのは季節変動では説明できない。三宅島の噴火・地震回数の周期性とも相関する。

- ・神津島へ向けてM6.1の地震との関連性については。

- ・今回は、三宅島に限ることにする。

#### ＜検討結果案の議論＞

- ・陥没体積に比べて噴出量は非常に少なく、マグマ物質は確認されなかった。

- ・マグマが海底へ動いたことと、空洞があったことを盛り込むか。

- ・地下からのマグマ供給ではなく、陥没やドレインバックである。終息とはいえない。同じことが起きるかも知れない。しかし、今のところ、マグマが上がってきて山頂噴火するおそれはない。一昨日の部会では言えなかった「ドレインバック」を盛り込むか。マグマが直接関与する現象はないであろう。

- ・ドレインバックの証拠はまだ十分でない。熱的なもの不可能か、解析待ち。

- ・2kmより浅いところにマグマが上がってきた証拠はない。西へ抜けた証拠はある。

- ・一つの考え方としてドレインバックはあり得る。別な観点でも解析中。2日間でまだ検討できていない。今の段階でどちらと決められない。

- ・もともと空洞があったことを盛り込む。

- ・同じことを繰り返すかも知れないが、山麓に影響する噴火は今のところないと思われる。