

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、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m³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関連する。
- ・ 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。

火山噴火予知連絡会第8回伊豆部会 議事録

日時：平成12年7月14日(金)10時00分～12時50分

場所：気象庁地震火山部会議室

出席者：部会長：渡辺

委員：井田、藤井(敏)、歌田、中辻(代理：国土庁)、早川(代理：文部省)、植田、竹内

臨時委員：武尾

事務局：山里、横田、橋本、佐藤

最近の火山活動について

三宅島

＜議論＞

7月14日に発生した三宅島の噴火を中心に検討した。

1) 三宅島

- ・地震活動は、7月13日16時頃から活発となり、21時から22時にかけて活動低下、23時ごろから再び連続的に発生、14日02時過ぎに急速に低下した。
- ・空振が観測されたのは、03時50分過ぎだ。
- ・傾斜計に比較的大きな山上がりのステップがあったのが02時12分、その後は山下がりとなった。
- ・傾斜ステップのセンスがこれまでと異なるが、傾斜変化と地震活動の推移は7月8日と似ている。
- ・地下で起こっていることを反映していると思われる傾斜計のステップと表面現象は必ずしも対応していない。
- ・噴出物が多く、断続的にかなり長い時間噴出が続いている。これは、崩落物が多量で長い距離を崩落しているためとしか思えない。
- ・噴出物は、7月8日と同じである。
- ・現地で降灰を確認したのは04時頃である。
- ・傾斜パルスは、最近目立ってきた。地震が連発していたときのパルスは山下がりだ。
- ・7月8日の噴火時の地震は、全観測点が引きである。深さ2～3kmの体積収縮で説明でき、収縮量は数百万粒米となる。
- ・7月14日の噴火は、駐車場付近に巨大な噴石を飛ばしていない。新たなき裂も生じていない。小さい噴石も飛んでいない。
- ・傾斜ステップは、満潮時に発生しているようにも見える。地震が増加してステップが発生する。潮汐によって、マグマの発泡が促進される事が考えられる。また、潮汐で空隙圧が上がるから地震が増加するのだろう。
- ・噴火は、崩落のみでなく深部からの寄与もあるらしい。
- ・7月8日の噴火による噴出物の付着成分は、硫酸成分が圧倒的に多くて塩素成分はほとんど無い。従って熱水が少し関与したかもしれないがマグマティックではないと思われる。
- ・少量の本質物質が混ざる噴火は有り得るが、今回の噴火がそうであった証拠は無い。マグマヘッドが1km程度まで上がれば本質物質が少し混じるかもしれないが熱消磁にその気配は認められない。
- ・傾斜ステップは、7月8日、7月14日の噴火前に発生したが形態が異なる。また、ステップの都度噴火したわけではない。従って、傾斜ステップの発生をもって降灰の可能性を情報発表することは、適切ではない。
- ・地震の多発が情報のキーワードだ。その上で、確率は低いものの噴火の可能性を情報として出せるか検討する。

2) 新島・神津島の地震活動

- ・神津島付近の地震について、震源が浅くなっていないか検討する必要がある。地殻変動についても検討する必要がある。

火山噴火予知連絡会第9回伊豆部会 議事録

日時：平成12年7月14日（金）18時00分～20時30分

場所：気象庁地震火山部会議室

出席者：部会長：渡辺

委員：井田、歌田、中辻（代理：国土庁）、早川（代理：文部省）、植田、内池、竹内

オブザーバ：谷澤（内閣官房）、山岡（名大）

事務局：小宮、山里、横田、三上、上垣内、小久保、加藤

最近の火山活動について

三宅島

午前に続き、午後にも山頂噴火が発生した。

<議論>

- ・地殻変動の説明としてマグマのドレインバックに固執しているのか再検討の必要がある。マグマが浅いところになくはないと思える。一方で、熱源をどこに求めるかの問題があるが、水蒸気爆発だったら特に浅いところにマグマがある必要もないだろう。マグマヘッドの問題は、もう少し様子を見る必要がある。
- ・噴石がかなり上がっているので噴出の鉛直方向の速度が大きいと思われる。これは、爆発が深部で起こっていることを意味している。爆発源は、八丁平の下部数百mの帯水層ではないか。
- ・島の南西に貫入していた岩脈の縮みは、7月8日の噴火の後伸びたように見える。これは、ダイクのマグマが一度深いところに落ちて、これが、山頂付近まで上がっていたマグマの落下を誘発したのではないか。落下したマグマがクラックを一瞬広げた。これが更に深いところにずるずる落ちるため、クラックは再び縮まる。これを複数回繰り返したと思われる。
- ・重力観測によれば7月4日には、地下に空洞が出来始めており、11日までにそれが拡大したと推定される。その体積を直径200m高さ1kmの円筒とすれば、重力の減少が説明できる。数千万m³の物質の陥没による地下の膨張が地殻変動観測に検出できないのは、陥没の前になんかの空洞が準備されていたためと思われる。
- ・噴火と傾斜ステップの関係を明らかにするためにどのような観測が必要か検討しておく必要がある。

火山噴火予知連絡会第10回伊豆部会 議事録

日時：平成12年7月18日（火）14時00分～18時00分

場所：気象庁第1会議室

出席者：部会長：渡辺

委員：井田、歌田、石井、山田（代理：科技厅）、布村、早川（代理：文部省）、川辺（代理：地調）、村上（代理：地理院）、岡田（義）、内池、竹内

臨時委員：石井、武尾、中田、山岡、阿部

オブザーバー：関、谷澤（内閣官房）、中辻（国土庁）、藤田（防災科研）、大島（東大）、金子（消防庁）、中禮、山本、吉田（康）、高山、青木（気象研）、宮崎、小林、廣部（東京都）

事務局：小宮、山里、濱田、横田、西出、上垣内、三上、橋本、加藤、舟崎、小久保

最近の火山活動について

1) 三宅島

三宅島の活動について、8日以降火山灰を出すようになったが、山頂下で何が起きているか明確に把握することが、本日の目標である。当初山頂直下に貫入して上昇したマグマが、下降して空洞を作り、そこに山体が落ち込んだ、という考え方でよいのか、ご検討いただきたい。

＜資料の検討＞

①気象庁

- 地震回数と微動レベルの時系列と、火山情報の発表経緯を示す。7月4日から三宅島内の地震増。7月8日地震回数増大、噴火に至る。その後地震活動活発化した後、傾斜ステップ変化が1日1、2回発生。14日未明と午後に噴石を飛ばす噴火したが、地震少なく、傾斜ステップもない。16日以降、従来の活動現象。噴煙状況は山頂に雲に覆われて殆ど確認できないが、降灰等の報告は今のところない。
- 14日傾斜ステップと同期した体積歪計記録に縮みの永久歪が残留する。このオーダを起こすに必要な質量を計算すると、 10^{10} 立方mという莫大な量になる。結論は、加重の一時的な除去では説明できない。

②震研

- 火口状況は、防災科技研の赤外映像解析と合う。直径約1kmのボール状火口で、深さ約400m。8日の陥没で残されていた階段状地形はすべて吹き飛んだ。南東縁に火砕丘を伴う爆発孔、黒煙混じりのジェットを観察。8日の降灰は東側、14日の降灰は北側へ分布、最大130mm。火口の容積と各期間の噴出量を推定。今回のイベントで 1.2 億 m^3 がなくなった。8日と14日で火口容積に見合う噴出量が出ていない。火口底が沈降し続けていると考える。
- 分析結果、新しいマグマに由来する物質は認められなく、ほとんど古い岩石。7月8、15日試料には微量なガラス片を検出したが、それぞれ結晶が違う。
- 震源分布の深さは2.5kmの山頂直下にまとまる。8日以降は浅い地震が相対的に多いように見える。傾斜ステップに同期する広帯域地震波形の初動部分のパーティクルモーションの動きは、水平成分は山頂から押され、鉛直成分は斜め下、雄山下4～7kmからきている入射角である。8日と14日イベントの主要動の長周期地震波形解析し説明できるモデルを考えた。8日はタイムスケール10秒で、モデル1はモーメントテンソル解で、全方向押し、つまり体積膨張量 400 万 m^3 がソースであれば説明できる。モデル2は鉛直方向がsingle forceで、ソースで最初上向きの力で説明できる。つまりモノが外れて落ちるイメージでも説明可能。いずれも初動が押しであるが、移動した物体の体積は非常に大きくなって、 2000 万 m^3 が外れて落ちたモデルになる。どちらのモデルがよいか決められないが、実際には体積膨張だけが単独に起きるとは考えにくく、むしろ流体の移動と同時進行した可能性がある。微気圧計のデータから推定した噴火時刻から、今回の地震は噴火に伴って起きた地震と考えられる。14日のイベントの解析結果は、モーメント解は同じく膨張で波形が説明できる。
- 雄山南（八丁平カルデラ壁）の7月1～17日夕の地磁気変化は、1～7日はゆっくり減少。8日急変して陥没と同時に戻り。 3000 万 m^3 が落ち込んだ。13日以降、横這いからだらだらと減少。井ヶ谷は8日以前変動ナシ。11日以降若干増。雄山sourceと同じsourceなら、現在のsourceは深い。いずれも消磁のセンス。16日は磁気嵐。1983年も2か月で消磁が進行した。深さ2km。

③地調

- 島の3方位から7月14日以降の火口位置推定。8日の崩壊輪郭をよく捉え、南東縁に固定している。西縁で弱い水蒸気が出ているような部分もある。
- いずれも変質した光沢あるガラス成分が何種類か入っていたが、本質物質という積極的証拠はない。どの火山灰にも変質した硫化鉱物や石英破片が含まれていたが、どの深さからきたものか不明。

④気象研

- 7月14日02時12分頃の周期約1分の長周期波がほぼ全国的な広帯域地震計に観測された。長周期であるため震源の位置が決まらないが、ベーストアップ波形から震源を三宅島に推定した。波形はradialが卓越しtransverseが小さいことから、等方的な震源かsingle force的な震源が期待される。また、体積歪データに縮みのstrain stepがあるので、陥没より等方的なソースを考えた方がよい。波形も等方震源（モーメントテンソルの対角成分のみ同じ値）で説明できる。時間関数は40秒、深さ1kmを仮定した。（モーメントテンソルの値は 10^{10} ）もし陥没モデルなら、ダウンのsingle forceがあつて、ネットの力としてはゼロになり、速地でstrain stepは見えないはず。等方ソースで波形とかなり合うので、他の要素は、あってもマイナーだろう。

⑤防災科研

- 9日以降、間欠的に長周期の地震波を伴う傾斜ステップが発生。ステップ間は緩やかに回復し、またステップ発生する繰り返し。ステップ現象の前に地震多発し、地震に対応して傾斜パルス発生。坪田のパルスは北西下がり（山頂下がり）すぐ戻る。傾斜のパルスの終わりにステップ現象がおきて、その後静かになる。波形のスペクトルでも高周波の頻度が高まった後、長周期。

ステップのベクトル方向は山頂のやや西寄りに収斂する。振幅は倍は違わない。三宅島島内の地震活動と傾斜ステップが同期している。各ステップのそれに先立つ傾斜変動のベクトルは、ほぼ似たことが繰り返す。山頂下がり傾き南下がりに向きを変える。その後東北東へダウンを生じる。ステップ前は概ね山頂下がり傾きで継続し、山頂上がりのステップを生じた後、回復に戻る。6月末からの全体的な傾斜計傾向は、収縮。

- ・ 8日噴火前後は山頂上がりの大きなステップ。14日噴火前後は、02時と03時の間で山頂上がりのステップの後、噴火時刻は少し後になる。
- ・ 常時は山が下がるように島全体が動いていて、地震活動が高まり→おさまる時に山頂上がりのステップ。その直後2時間経過後煙が上がる。ドレインバックを考えると、引きずられて山が下がって、傾斜ステップを生じる。跳ね返るときにびりびりと地震波が出る。落ちたあとは圧力低下し、地下水呼び込むとか、できた亀裂に水が入るようなことがあって状況によって多少の時間差をもって表面現象があらわれるのではないか。

⑥地理院

- ・ GPSデータは6月27日以降基本的には縮み(山頂沈降)のセンス。exponentialに縮んできて、7月8日にステップ状に伸び(山頂隆起)変化。以後、類似のステップがたびたび発生している。地震や傾斜ステップと同じような現象をみているのではないか。10~13日は傾斜計で言われたと同様に山体膨張側にステップが累積し、14日以降再び縮みへ。GPSと傾斜データから、雄山山頂下に茂木モデルを仮定して力源の深さを推定する。茂木モデルがポンと膨らんで山上がりのステップ状変化を生じる。その後じわじわと萎みまた膨らむことの繰り返しをしているのではないか。傾斜ステップとGPSステップの比率を求め、水平変動量に置き換えて、力源の深さを6km、或いは9kmに推定した。

＜議論と検討＞

- ・ 大きな変動の時に何が起きたのか？噴火の2時間前に起きたのは何か？
- ・ 表面現象はない。8日は灰神楽のようなものを出したと陥没イベントが同時に起きた。9日以降とは違う。
- ・ セントヘレンズ火山に匹敵する大きな震動である。
- ・ 初動は地震波でも歪計でも膨張・押しである。その後staticな縮み変形が残っている。
- ・ 震源で膨張すると観測点の歪計は縮み変化。
- ・ 14日に大量の火山灰を出しているときはそれに対応して傾斜にも微少な変化が出ているが、ステップではない。ステップおよび長周期の波は少し下の方で起きている現象。8日以外は長周期の波が出ている。表面現象とは関係ない。桜島のように大量に灰を出せば山体が縮むが、そういうものが14日の灰を出しているときに見えるようにも見える。
- ・ 8日以降、ステップの後、それを緩和するような山下がりがあって、次のステップへ。ステップ量を総合すると山上がりが累積するか。
- ・ 長期的な傾向は、島の北側は山頂ダウン、阿古と坪田は山頂隆起で累積している。島全体が南へ傾く感じ。真下に引っ張るのではなく、横に引っ張るイメージ。
- ・ 9~12日はやや山上がりに見える。
- ・ 広帯域地震波形の初動部分では体積膨張、或いはsingle forceの上向き次いで下向きの一対の力源で説明できる。傾斜やGPSのステップ時の動きは山上がりで、深さ6km付近で最初に何がしかの体積膨張があれば説明できるというモデルが出された。観測データとしては、一連の山頂直下の地震が群発した最後に、やや深いところで体積膨張があるといえるようだ。これは何を意味しているか。
- ・ ステップとステップ間のことは逆向きの動きで可能。
- ・ 最近、坪田傾斜の変化が大きいの、sourceの影響か。
- ・ 最初に茂木モデルのpressure sourceの高まりが、次第にぬけてゆくとして、現在、最初に圧力上げる原因はどこからくるか。爆発が最初にあるのではなく、つまりパルスがあった後recoverするのではなく、まず蓄積があっておきるのではないか。
 - ・ ステップの前に山体側が沈んでいるような現象があり、それが準備段階という考えもあるが、一方ではステップの緩和現象とも見える。
- ・ 最初の現象はだらだら始まった。
- ・ 8日とその後はステップの前の現象が違うという印象だ。8日はものごとが加速した後、ステップを生じた。9日以降は、ステップの後に緩和の勾配が大きく、次第に緩やかになる中で地震が起ころい始め、またステップが起きる。
- ・ だんだん緩和して地震が起きるのは何故か。
- ・ まだ陥没とは思いますが、10回も繰り返して落ちないと落ちきれないのが不自然。落ちきれないものがまだ不安定で、ミシミシして最後にストンと落ちれば安定になる。下のマグマヘッドはその瞬間にロードがかかり増圧するが、なんとなく緩和する。とにかく山頂火口の陥没に始まるものはかなり浅いところに落ち込んでいる。一方でステップは6kmとか深いところに推定されているので、その間をどう考えるか。水圧機のようなものをイメージすると、上で押せば圧力を一番効率よく周りに及ぼすbodyが下であれば、そこが見かけ上のsourceになる。
- ・ 検潮データを見ると、傾斜ステップは満潮に近いところで起きる。これも考えるひとつの条件である。現場で監視していると、そろそろ来るかという感触がある。
- ・ 小さいパルスは、地震かも知れないが、下から引っ張る摩擦のようなものとか。注射器を引くとだんだん下がって行って摩擦で周りを壊しながら次第に下へ下がっていくことを繰り返すイメージ。
- ・ 傾斜パルスは山頂上がり。傾斜パルスはそれぞれ長周期の低周波の地震に対応すると言ったが、特に大きい地震とは限らない。ステップの前の地震連発時は有感地震が20個も起きる。
- ・ 最後の大きなステップの前に少しずつ起ころい始めてよいのかも知れない。傾斜パルスが起ころい始める数時間前から地震が増える。その時間帯に集中的に起ころいするのか。ステップが起きて、山頂の地震が減ってしまうと、ほとんど起ころいしないのか。
- ・ 2時間位前から発生し、ステップ直後は全くない。山頂下がり直ぐ戻るセンス。普段だらだと下がるのを加速する。
- ・ 傾斜パルスはオフセットは残らないのが、その後のステップと違う。

- ・本質的に違うものではないかと考えている。
- ・ひものようなもので引っ張っていて、切れる前にびびり下がる。中で閉じているからステップはおきない。しきい値まで下げると、最後の段階で切れかけ、切れた瞬間に跳ね上がる。ステップはなんとなくものが下へ動くことでイメージがつく。
- ・事実関係を整理すると3項目ある。1) 膨張・圧縮がのsourceは同じであろう。2) 14~15日に火山灰噴出の時はステップの間隔が伸びた。3) ステップの前に地震と微動が増えて傾斜パルスが頻発する。2) は、荷重の部分が吹き飛ばされたために次のステップまでの時間が伸びたと考えて、もしそうなら、ステップは荷重がかかったものがストーンと落ちると思えばよい。1) は緩和過程と思わざるを得ない。ストーンと落ちる前に何か空振が頻発してどんどんクリティカルな状態になってストーンと落ちて圧力を上げ、その圧力がリークする。微動が増えるところが説明できない。
- ・微動でなく低周波地震である。傾斜パルスがたくさん起きると考えればよい。
- ・伊豆大島の時の最初の陥没の時は、三宅島の8日と全く同じことが起きた。
- ・山頂の小さい地震も増えた。
- ・大島の時のミニチュア版が時々起きている、と考えてはどうか。マグマ溜まりと思うか、ということは別にして。
- ・ステップ時の広帯域地震波形の初動の膨張は、ある程度大きなマスが外れて落ちる説明でよいか。
- ・外れて落ちてマグマ溜まりに圧力を加えている。
- ・広帯域地震計の初動付近はむしろぶつかる前の現象、外れた瞬間を見ている。
- ・力源として、そういう物理的な現象で起こりうる。
- ・広帯域地震計の初動部分の解析で、ある程度のマスが、ひっかかっていたものが下に落ちるという現象で説明したが、傾斜のステップの増圧はどう説明できるか。その力源はやや深く6 km位。落ちているモノのマスの動きはもう少し浅いところではないかと思える。水圧機の原理でよいのか。
- ・モノが落ちるのが何故潮汐と同期するのか気になる。潮汐と同期するにしても、マグマ溜まりの方が発泡していて、何か臨界状態に達していて、少しの刺激でおこるようなことを繰り返している可能性はないか。その方が潮汐との同期を考える上で理解しやすい。
- ・吸引していてもクリティカルなところで、落ちたいときに潮汐が引き金になることもあり得る。どちらでもよい。吸引の原因はまだわからない。噴出物にマグマ性のモノはないので、マグマヘッドがそこにあるとは考えにくい。水蒸気爆発の熱源がマグマとすると、マグマ成分が入っていてよいモノが入っていない。とすると、もっと深いところにマグマはある。
- ・水蒸気爆発がもっと浅いところで起こっていて、落ちたモノはどこにあってもよい。
- ・熱源はマグマに間違いはないが、マグマと爆発を起こした間にフィルターをかませなければならない。火山灰付着成分もマグマ成分が殆ど入っていない。陥没孔からはその位のスペースが用意されていなければならない。でなければ、マグマはマントルまで引きずられていると考えなければならない。
- ・直径200mの円筒を考えているが、最初直径800m山体がずり落ちると、漏斗孔の底が200mくらいで大丈夫か？ サラサラな粉だと底が小さくてもずり落ちるが。
- ・今の火口の形は直径400m位で結構大きい。
- ・今の爆発孔より大きい口が開いていないと難しい。
- ・爆発孔は実は小さい。ボールの脇にある。こういう地形をつくろうとすると、全体が下がらないと爆発だけではできない。
- ・空洞だけでは、その径としては爆発孔より大きいモノでないと山体はずり落ちない。直径200mでよいか。今の論理からだとも山体を陥没させた空洞の直径が200~300m位とすると、2 km前後の深さの空洞が予め用意されて、そこに山頂火口の陥没したモノが全部入ってしまう。ヘッドとしては2 km前後かより深い？ 液体マグマの中に固形物が落ち込んで、その全部がたちまち溶けるといことは考えにくい。或いは沈むということはあるにない。陥没したモノが収納するスペースがあるとすると、ヘッドは少なくともそれより下になければならない。そういう意味でヘッドの上限は、1.5km。地震が起きている下限が2km位。8日イベント後も10回ほどステップイベントが起きていることから、マグマヘッドが次第に上がっているとは考えにくい。動かなくてもよいかも知れないが、動かないでよいとすると何故10回もかけなければならないのか。
- ・6月下旬の地殻変動で、そんなに大量のマグマが貫入したか？
- ・山頂と西側の貫入量は1億m³。26日に基線長が一旦伸びたのは1、2千万m³。
- ・そうすると元からそこにあった。
- ・元々浅いところにいたのが横に行っただめに下がった。ある程度のところが更に4、5 km下がった。
- ・ずっと収縮である。上から降りてきて海岸線の4点で伸びが出てこない。陥没した5000万m³の変化が見えてきていないのが不思議。カトマイの例でも山体の方はマグマが減って遠くへ噴き出した。西側の海中ヘダイクができて誰も気が付かない内に海の中へマグマがサラサラと流れたとすると、山頂から消えた体積と収支は合うのかな、という印象。ただ開いた5000万m³が、何の地殻変動の痕跡を残さず消えてしまには量が多すぎる。
- ・長周期波は、多分14日はsingle force だけでは波形が合わせられない。
- ・static な歪を残すとすると、マグマが上がったということでのよいか。
- ・単なる移動だけでは説明つかない。閉じた系でなく、何かの形で外にモノが出る開いた系を考えないと説明できない。
- ・今は2点だけなので、多点でやってみなければ判らない。
- ・sourceとして膨張モデルでも説明できるとすると、膨張は実体として何を意味しているのか。
- ・地震のデータだけではそこまで言える情報がない。他のデータと合わせてみないといけない。
- ・一番考えやすいのは、相当大きなマグマの後退により空洞ができて、そこに繰り返し落ち込んでいる。それによって、ステップの増圧を繋ぐモノは何を考えればよいか。
- ・何か落ち込んだモノが下に溜まって押し広げていると考えてみたが、10回も繰り返すものが元々上にあったのだろうか。それよりはむしろ、下の方で何か臨界状態があって、それが膨らむ。ガスがマグマに残っているか検証が必要だが、上から繰り返し降りてくるよりも、何かのきっかけで爆発的なモノが増圧を起こす方がイメージしやすい。

- ・体積から言えば、1000万m³を10回繰り返せば1億m³オーダーなので、陥没容積と計算合う。
- ・しかし、GPSネットで伸びが出なければならぬのに、ほとんど収縮のセンス。
- ・西へ行ったか、深部へ行ったか。いずれにしても閉じた系でなく、西か、或いは更に想定している溜まりの下との。そういう意味では開いた系だと思う。そういう意味での緩和はあり得なくはない。元々安定なところによけいなものがあると、それを緩和するようなことはあり得る。
- ・これはひとつの緩和過程を表すとすると、ステップ現象はドレインバックしてゆく。一方、現時点はある意味でひとつのstableな状態になっていると考える。その中で更に地下深部のマグマとのやりとりが今行われている、という見方でどうだろう。緩和していった外で、今新たに何らかの緩和しつつ新しいマグマがパルス的に入り込んできている、と考えると、新しいモデルが考えられそう。
- ・いずれにしても、14日は、その後に噴火したのだから下で増圧がある。長周期のイベントは増圧に対応。それと今のステップと同じ事がここで起きているのであれば説明付く。
- ・15日以降のステップは、以前に比べて小さいようだ。GPSは14日の大量に火山灰を出すようになってから縮んでいる。そういう意味ではモノを出せば縮む。途中引かかっていたモノが落ち込んで膨張させた、というのでもよいかも知れない。そういう意味では落ちる方は大体安定した。
- ・ステップと地下深部の増圧との関係をどう説明するか。噴火の表面現象は3回だけ。
- ・表面現象と同時に起きたのは8日の1回だけ。8日はむしろ積極的な噴出でなく、落ちるついでに灰神楽がたった。
- ・8日は灰神楽で、14日はマグマが関与という可能性もある。周期的なステップ現象はマグマに水か何かに関与していると推論もある。14日のメカニズムと表面現象が現れる違いは、単に圧力が少なかったから表面現象がなかった、ということか。
- ・14日02時頃の傾斜ステップとその後の噴火は直接の因果関係は無いと考える。14日で落ち込みはほぼ安定して、compactionは済んで、その後、仕組みは判らないが、何か水蒸気噴火爆発を起こす条件が整って、その辺りに地下水の流入があるのかも知れない、それと熱の供給が相まって水蒸気爆発を起こす条件が整って、13、14、15日と火山灰が出たのではないか。16日以降のステップは以前に比べて比較的小さい。落ちるべきモノは14日までに落ちたとも見える。
- ・ステップと噴火のメカニズムを説明しない限り、ステップがあるから噴火の可能性はある、とは言えない。15日以降もステップがある。それ以前にもステップがあって噴火があった。8日と14日で推定しているメカニズムが変わった。そのイメージがよくわからない。

＜コメントの検討＞

- ・前回のコメントでも「時々地震があって変動が続いているから同様の噴火があるかも知れない」と記述した。陥没か崩落の現象と噴火現象がよく分からなかったので、何となく、4日のイメージがあっただけで記述になった。その後のデータを踏まえると、ステップと噴火は直接関係ないように見えるので、区別して書く必要がある。
- ・問題はステップが続いていることと、山頂直下がまだ不安定な状態にあること。
- ・島民は新しいことが起きているかという不安感がある。新しいことは何もない、と我々が言えるかどうか。マグマ起源の物質の認定が重要だということだが、分析結果が出ないので「現在のところ」と使ってきたが、これについて考え方は如何か。
- ・これまで出た火山灰に積極的にマグマ関与を認めるモノはない。
- ・体積は「1億m³以上」に、噴出量は数千万m³にしたい。カルデラ内の火口近くは調査できていない。
- ・新しいマグマ起源物質について、溶岩噴泉をおこすような物質とは明らかに違う。マグマが水に接触して起きたマグマ水蒸気爆発の火山灰とはそれとは見かけの物は多くない。今のところ明らかに新鮮なものは見えない。ところが火山灰の写真集でマグマ水蒸気で出たタールの火山灰の中に見かけタールの火山灰でそれが本質物質か今のところ、マグマ起源ともられる物質は見られない。
- ・ステップと膨張について。前回記者レクで、マグマが関与していることを否定できない、と説明している。今回、一時的膨張でマグマの関与を積極的にとられると、新しい展開になる。地下での崩落が続いている減少でいくのか、マグマ関与してきつつあるのか、その関係をわかるように整理していただきたい。島民や都の方が最も気にしているところである。
- ・sourceで一時的膨張が、落下に伴うsingle forceで長周期の波で説明できる。その認識がマグマ物質の確認と並んで、今回の伊豆部会の一審重要課題である。
- ・今回の噴火で終わったのではない。もし新しいマグマが27日の段階でマグマは去ってしまっていて、今起きているのは後始末。マグマはもぬけの空。過去の噴火例からそれでもよいのではない。昭和15年山頂噴火と同じ。
- ・昭和15年はドレインバックとか、どこかへ行ってしまったと考えている。基本的に後始末であるが、後始末でも表面現象が色々起きるから慎重に。
- ・ドレインバックでも大島は火山灰を出した。三宅は浅いところまで上がってこなかった。しかし、判断できない。
- ・地下水がなければ、噴火しないであろう。
- ・裏付けがほしい。
- ・数100年間、三宅では山頂がこんなに落ち込んだことはなかった。経験則がないので確証はない。
- ・山頂噴火は続くであろう。それに対する注意を呼びかける。
- ・泥石流については、火山灰の量が1~2cmなので必要ない。5cm以上あれば入れた方がよい。
- ・傾斜ステップと地震活動を監視していればよい。
- ・14日02時ステップは表面現象がなかった。それだけで予測は困難。

2) 新島・神津島の地震活動

＜資料の検討＞

①気象庁

- ・伊豆半島東方沖の時は群発活動が次第に浅くなった。今回の複数バーストは伊東沖に似ている。観測点補正震源計算によりバースト時の震源移動が見える。全体的に西へ移動する数時間バースト活動。29日は深くなる傾向。1日以降は浅くなる傾向。

②震研

- ・海底地震計データを入れると10数kmが5～10kmと浅くなる。

③地理院

- ・M6が3個のコサイスマックだけでは説明できない。7月6日頃から継続中。新島と神津島間が開くパターン。山梨大月固定のベクトル図によると、利島と新島は北へ移動中、神津島は南西へ。新島と神津島間にダイクと横ずれでモデル。ダイクを入れないと、新島・利島・大島の北移動が説明できない。従来は年3.5cmで隆起。茂木モデルは深さ13kmで2000万m³の膨張。1980年～本日は続いているようにも止まっているようにも見える。神津島の西移動の最新データは停止に見える。

④名大

- ・GPS（現地収録型、神津島空港のみダイヤルアップ式）説明。モデルは新島NNW隆起、神津島SW隆起、式根島変化ナシ、神津島傾斜SE隆起を説明するモデルは、
第1モデルは震源分布に沿ってダイク、7月1日M6.4余震少ないことから、熱い所にクリープ。
第2モデルは、式根島島寄りにダイク貫入、震源とずれることは熱いから地震が起きない。

＜議論＞

- ・地殻変動のネットワークは必要十分か。
- ・海域に何か出てもとても捉えられない。傾斜計は精度下げても違う情報を与える。

火山噴火予知連絡会第11回伊豆部会 議事録

日 時：平成12年7月21日（金）14時00分～18時20分

場 所：東京管区気象台会議室

出席者：部 会 長：渡辺

委 員：布村、早川（代理：文部省）、鶴川（代理：防災科研）、村上（地理院）、植田、内池、竹内、吉田

臨時委員：武尾、阿部、山岡

オブザーバー：大島（東大）、津久井（千葉大）、中辻（国土庁）、中野（地調）、石川（気象研）、谷澤（内閣官房）、

吉本（消防庁）、宮崎、小林、陰山（東京都）

事 務 局：小宮、横田、西出、上垣内、三上、山里、橋本、加藤、佐久間、西脇、碓井、北川

最近の火山活動について

1) 新島・神津島の地震活動

＜資料の検討・議論＞

- ・式根島の南及び神津島の東に発生した地震の中には正断層成分を含んだものがある。
- ・GPS基線観測によれば新島、神津島式根島周辺の地殻変動は、多少の鈍化傾向等が認められるものの継続している。
- ・三宅島に北西方向への大きな動きが見られること、伊豆半島の南端が若干南東に動いていることを説明するには、これまでのダイク貫入の他に神津島の東側にはほぼ垂直の断層が右にクリープする要素を加える必要がある。クリープを入れることの物理的な解釈は、不十分である。ダイクの想定位置は、地震群発域に一致しない。
- ・7月6日頃からマグマの貫入が始まったとすると新島・神津島周辺の地震活動の説明が容易となる。新たなマグマの貫入によって地震活動が長引き、また、この活動でたまった歪みで、新島の西の地震活動が説明できると思われる。
- ・三宅島の収縮は、カトマイのように遠くへマグマが流れてくれば説明できる。現象は似ているが、陥没量と距離がカトマイと異なる。カトマイにおけるマグマ移動距離が10kmだったのに比べ、三宅島と神津島の東の群発域は、距離が長い。
- ・震源分布が西から北西に方向を変えるが、ダイクが向きを変えるて伸びることも有り得ると思う。少なくとも北西への伸びは、この地域の主応力場と一致している。
- ・しかし、三宅島のマグマがそこまで行ったら、流紋岩のマグマとマグマミキシングしなくてはならない。むしろ、玄武岩質マグマが流紋岩質マグマへ熱を供給しているのではないか。
- ・伊豆大島のマグマは、北西に15km程伸びており、そこから先は、伊豆東方のマグマになっている。この例からも15km程度は、伸びても良いのではないか。
- ・マグマが神津島まで伸びているのか、別物なのかの議論は、決め手はなさそうだが状況証拠からすると、別物と考えるのが良さそう。正断層の地震は、139度20分より西で発生している。別のダイクが貫入したとしても、震源がこのように繋がることは有り得る。
- ・岩脈の方向は、主圧力軸の方向で北西-南東だが、クラストの破壊は、東-西、南-北となる。
- ・今回の地震活動は、過去最大のものである。
- ・9世紀には、三宅島の山頂噴火と神津島、新島、大島の噴火があった。

2) 三宅島

＜議論＞

- ・地震がバースト的に発生して、その都度傾斜計に変化が現れる。
- ・地形に大きな変化が無いに関わらず、雄山を中心に150 μ galの重力の減少が観測されている。地下で物体が遠ざかっていることを捕らえていると思われる。
- ・14日、15日の噴出物の中にガス成分の多いマグマが水で急冷された可能性のある物質があるが、新しいものとは断言できない。
- ・傾斜計は、比較的大きな変動が続いている。11～13日までは、比較的周期的にステップが発生していたが、18日、19日と徐々に周期性が薄れてきたと思われる。

- ・傾斜ステップは、これに伴う長周期地震波の解析結果から、9日以降のイベントについては、地下での体積膨張で説明できる。8日のイベントは、下に落ち込んだものとその逆のシングルフォースで説明できる。
- ・7月8日、14、15日の噴火で山麓に積もった火山豆石、火山灰は、発泡した後の空洞が多く見られる点が、伊豆大島の1779年からの噴火による噴出物と類似している。最も心配なのは、カルデラを形成したとされる大島の約1500年前の噴火と同様な噴火が発生することである。しかし、今回の三宅島は、浅いところにマグマが上がってきた形跡はない。
- ・山頂火口が更に陥没して、それが大規模なマグマ水蒸気爆発に繋がるか否かだが、少なくとも1億 m^3 程度の物質が山頂火口の火道の中に落ち込んで、それが、マグマヘッドの上に降り積もっていることになる。これは、直径200mとすれば、長さ3km、の柱がマグマヘッドの上にある事になる。重力観測の結果は、これを支持しており、熱源（マグマヘッド）が遠いと言う意味では安全サイドだろう。

3) 統一見解の検討

- ・地震活動は、落ち着いた状態が次第に長くなってきている。次第に落ち着いた状態になっていくのか注意深く見守る必要がある。
- ・今一番地震が集中しているのが神津島の東方沖で、この付近にダイクが想定されている。従って、地震の規模や回数だけでなく、系統的に震源の深さが変化してはいないかも注目しなくてはならない。
- ・地殻変動は、レートとローカライズするか否かが注目点だろう。これらの観点から今のところ切迫した兆候はない。

火山噴火予知連絡会第12回伊豆部会 議事録

日 時：平成12年8月4日（金）14時00分～19時25分

場 所：気象庁第1会議室

出席者：部 会 長：渡辺

委 員：井田、藤井（敏）、深井、布村、川辺（代理：地調）、村上（代理：地理院）、加藤（代理：海保）、
藤田（代理：防災科研）、内池、竹内、吉田

臨時委員：武尾

オブザーバー：中辻（国土庁）、藤原（気象研）、林（科技厅）、小山（内閣官房）、浦山（消防庁）、仲野（土木研）、
塚原（東京都災害対策部）

事務局：小宮、濱田、三上、舟崎、青木、佐久間、佐藤、西脇

最近の火山活動

新島・神津島の地震活動について

＜資料の検討・議論＞

今回の地震活動は、この1か月の活動期間中で時間当たりの活動としては最も活発か、或いは6月29日にならぶ活発さであった。M4.5以上の地震数では非常に多かった。そして、震源域が北端に集中している。この活動は、ダイクモデルの近くで発生しており、GPSが同時に大きく変化した。本日の部会は、この事を中心に検討したい。

- ・松代地震の場合、M4以上の地震は250回発生した。今回の群発地震は、すでにM4以上の地震が500回発生した。今回の群発は、過去最大の規模である。
- ・震源域の北端部のCMT解は、7月6、7日頃は、横ずれが多かったが、8月3日頃は、正断層解が多くなる。しかし、初動によるメカニズムは、横ずれに決まる。この違いは、震源の深さの精度によるものと思われぬ。
- ・1960年頃からの発震機構を調べた。発震機構は、場所による違いはあるが、時間的な変化は少ないものと思われる。
- ・新島・式根島が神津島から遠ざかる地殻変動が7月6日頃から見られた。この傾向が8月3日の15時頃から加速したように見える。コサイスマックではないこれだけの変動は、初めてのことである。M6クラスの地震が発生した時などは、数cmのコサイスマックな地殻変動が発生した例もある。
- ・昨日からの地殻変動を地震断層で説明するのはほとんど不可能だ。
- ・b値が大きくて、ストレスドロップが小さな領域にマグマが貫入した可能性がある。
- ・大島まで変動が及ばず、新島の二地点の変動量が差が生じてきた。有意だとすると力源が浅くなってきたことを意味する。
- ・昨日からの地殻変動は、複数の要因が絡んでいるのだろう。ダイクなしでの説明は、物理的に不自然に思える。
- ・今のダイクモデルだとダイクがどんどん太っていかなくてはならない。その量の積算は、昨日までの前10日間で1億 m^3 程度になっていると思われる。三宅島で3億 m^3 の陥没があったのだから妥当かもしれない。

＜まとめ＞

- ・昨日からの地殻変動の変動源は、これまでと同じ神津島の東のダイクで説明可能である。大きく動いたところは、これまでより若干浅いところと思われる。但し、前回は24時間平均データを房総半島、伊豆半島のデータも含めて比較的長期間使用したのに対し、今回は、短期間のデータで、房総半島、伊豆半島のデータは使用していない。データの質の違いがあるが、震源の深さは、変化が認められない。但し、震源精度の問題で、それが見出せないでいる可能性を否定できない。

火山噴火予知連絡会第13回伊豆部会 議事録

日時：平成12年8月8日（火）14時00分～19時00分

場所：気象庁第1会議室

出席者：部長：渡辺

委員：井田、藤井(敏)、平林、藤井(直)、布村、早川（代理：文部省）、須藤、村上（代理：地理院）、植田、岡田(義)、内池、竹内

臨時委員：石井、武尾、中田

オブザーバー：酒井（震研）、川辺、宮城（地調）、加藤（海保）、中辻（国土庁）、中禮、山本、吉田（康）、青木（気象研）、寺田、下山（土木研）、浦塚（通信総研）、塚原（東京都）、山中（消防庁）

事務局：山本、小宮、山里、佐久間、佐藤、西脇、白土、高木、瀧山、小久保、横田、濱田、上垣内、三上、西出、橋本、田崎

最近の火山活動について

本日は、三宅島の山頂火口噴火に伴う現象の事実確認と、三宅島の収縮について、及び神津島の地震活動について検討する。

1) 三宅島

○地形地質

＜資料の検討＞

- ・ 陥没火口の形状説明。火口の直径は、1.4km×1.3kmになっている。深さは、7月の下旬から頭打ちになっている。現在、陥没容積は、3.5億m³になっている。現在も1千万m³/日の容積拡大が起こっている。（震研）
- ・ 航空機SARによる画像の影の長さから推定した8月2日の陥没孔の深さは、410mであった。陥没孔の大きさは、南北1.6km、東西0.9kmと推定される。（通信総研）
- ・ 火口の径の拡大は続いているが、深さは、周辺からの崩落物の量と火口底の陥没量が打ち消されるため変化が止まっている。
- ・ 噴出物の総量は200万m³である。これには、山頂付近の調査も含まれる。陥没口の中に落ち込んだ分、海に落下した分の推定は含まれない。
- ・ 海底から採取した岩石には、新鮮な玄武岩があった。これが今回のマグマか決め手はないが新鮮であること1種類しか見当たらないことから今回のマグマ物質の可能性はある。7月14、15日の火山灰のうち新鮮と思われるものの化学組成を検討した。新鮮なガラス、発泡したガラスがあるが今回のものであるとの決定打は得られなかった。海で採取された玄武岩と似ていれば今回のものと推定できるが複雑すぎてすぐに結論は出せない。分析結果は、ばらつくが海底で採取したものと似ていると言えは似ている。また、流紋岩のガラスも入っていた。流紋岩は、三宅島には存在せず、これは、神津島、新島から飛んできたものが、再度噴出したものと思われる。このことから、新鮮であっても過去のを巻き上げている可能性がある。（以上震研）
- ・ 噴出物は新鮮で発泡したガラスが多数含まれている。形状は、多面体で割れたばかりと思われる。ガラス質の火山灰のうち8割がこの様な物質で占められる。
- ・ 結論として、今回の噴火が水蒸気爆発であると断定することは出来ない。（地調）

＜議論＞

- ・ 震研と地調は、一見逆のことを言っているように思える。
- ・ ガラス質が全体の3割を占める。ガラス質は均質で前述のものが8割を占める。
- ・ 昔のものが破碎したのか、新しいものが破碎したのか決め手が無い。
- ・ 何が決定打になるのか。
- ・ 放射性の元素の非平衡が数日間で緩和できるようなものが測定できればよい。昔、三宅島の溶岩流でウラン-トリウム系列の非平衡を測定したことがある。これで非常に新しいと言うことが言えれば別だ。あるいは、液体状のマグマから生成したと言えるスコリアが出ていればよい。
- ・ 今回の噴火が水蒸気爆発かマグマ水蒸気爆発かで今後のシナリオがどのように変わっていくのか整理しなくてはならない。
- ・ 今回の噴火がマグマのドレンバックによるものか否か見極めることが今後の推移を検討する上で重要と考える。

○火山ガス

- ・ 14日までに噴出した火山灰の付着成分について調べた。1kgの火山灰に数十gと硫酸が非常に多い野に比べ、塩素が0.5g程度と非常に少ないのが特徴である。塩酸-硫酸モル比は、8日は0.01、14日は0.05以下であった。0.05は、これまでの多くの火山の噴火と比較して非常に小さな値である。この事は、直接高温のマグマから出たガスがからんではない事を示している。従って、15日までの噴火で出たガスは、直接マグマが関与したものではないだろう。

○地震・地殻変動

- ・ (資料説明) 傾斜ステップ、地震のバーストとも間隔が長くなってきている。（気象庁）
- ・ 8日の傾斜ステップに伴う長周期波形の説明は、モデルが二つ考えられていて、一つは体積膨張、もう一つは鉛直方向の力である。体積膨張とすると、深さ2kmで膨張量は400万m³、物の落下とすると2000万m³となる。14日以降繰り返して発生している現象についても同じようなモデルが考えられているが、これについては、鉛直方向の落下より、体積膨張のモデルが良く合う。体積膨張量は、14日が一番大きくて600万m³となる。これが40秒位の時間で起こっている。（震研）
- ・ 7月8日から始まったステップは、3つのステージに分けられるようだ。7月8日～14日までは、大きなステップが出現して、14日～27、8日まではステップ発生の間隔が小刻みになる。その後は、間隔が伸びて再び振幅が大きくなって今日に至る。
- ・ 最近1か月の傾斜変化を見ると、島の北側3点は南へ傾き、坪田は南東に傾いている。阿古だけは西に傾いて異質なのだが、全体としては、島が南へ傾いており、単純な膨張、収縮ではないようだ。（以上防災科研）
- ・ 7月6日、山頂を中心とした同心円状の145μgalに達する重力変化が観測された。中腹でもマイナス、周辺では、西、南東の

海岸でプラスが観測されている。北側では、絶対重力が観測されておりプラスとなっている。西は、ダイクの貫入に伴うグラブによる沈降によるものである。南東も、南側の沈降の影響と考えられる。最初の山頂を中心とする同心円状の重力変化は、地下2kmの深さで約5千万 m^3 の空洞が新たに出来ることで説明できる。次の、山頂陥没前から8日の大きな陥没を挟んで14日の噴火の前までは、真ん中に1mgalを超える大きな重力の減少があって、その周辺でドーナツ状に100 μ galを超えるプラスが観測された。中腹で50 μ gal、海岸でも絶対重力計でプラス10 μ galとなった。これは、約1.5億 m^3 の火口の陥没で説明できる。山頂付近では、観測点より下の物質が無くなったことで1mgalの減少が説明できて、中腹より外側については、観測点より上にあったものが無くなったことでプラスの説明がつく。陥没した物質の行き先については検討中である。

- ・その後、14日の水蒸気爆発開始前から1日にかけての期間は、中心部のマイナスの領域が広がって前の期間ではプラスであった雄山の登り口でも100 μ galを超えるマイナスとなった。周辺部ではプラスとなっている。これも、1億 m^3 の火口の拡大が発生し、この物質が地下約10kmに加わったことで説明できる。
- ・陥没前に5千万 m^3 の空洞があったことで、8日の火口陥没量が5千万 m^3 であったことの説明が容易になる。

(以下議論)

- ・30日のM6クラスの地震の後にクリープ的な動きがあることが、島の北東-南西のGPS測線に現れている。
- ・ステップに伴う長周期波形を説明するモデルだが、これで傾斜ステップも説明できるか。
- ・センスとしてはあっている。
- ・体積膨張モデルと鉛直の力モデルのどちらでも良いのか。
- ・傾斜ステップが今の体積膨張量で良いか否かはわからない。
- ・傾斜からは、平均的なステップ量は、1回あたり2~3百万 m^3 になり、大体あう。
- ・陥没と傾斜ステップは必ずしも対応しないので、傾斜ステップと間欠的な地震の発生モデルについて、陥没を考慮しないモデルを考えた。また、マグマの後退と陥没量が合わない点をマグマの発泡と脱ガスで説明するモデルを説明。(震研)
- ・三宅島全体の収縮をどう考えるか。
- ・島全体の収縮は、島内のほぼ全基線に同じようなパターンで出ている。7月14日以降山頂の収縮が継続していて、南側の基線の変化が大きいうだ。力源は、島の南側にあるのではないと思われる。指数的な収縮は、7月8日頃から停滞しているように見えた。しかし、14日以降は、ほぼ直線的に収縮している。83年の噴火時は南側が下がったが20cm程度だった。その後20年かけて南側が隆起して今回の噴火を迎えた。今回は、既に70cm沈降している。三宅島のマグマが西に伸びたダイクに抜けたのかもしれない。
- ・神津島の東の変動レートが大きくなったのが7月8日前後だった。今後の推移を検討する上で重要な事実と思う。マグマがどんどん抜けて、山頂直下の空洞が維持されるとすれば、山頂の陥没が終わらないと言うことも考えられる。

2) 新島・神津島近海の地震活動

<資料の説明>

- ・地震活動の概況(気象庁)
- ・8月3日~4日にかけて神津島と南伊豆の基線が6cm程度の急激な伸びを示した。5日に入ると急激な伸びは止まったが傾向は続いている。他の基線も同様である。(地理院)
- ・地理院のGPSデータの解釈を試みた。4日以降のGPSの変化は、2日以前の傾向を引き継いでいるように見える。むしろ、3日、4日の急変前の変化が停滞していたと見る事が出来るのではないかと。3日、4日の急変は、むしろこれまで開口量が少なかった北西の端が、その前の停滞を取り戻すように、地震活動を伴って急速に開口したのではなかろうか。(名大)

<議論>

- ・地理院のモデルの方が遥かに開口が式根島に近いのが防災上気になる。
- ・式根島の動きに合わせてすると開口モデルは、式根島に近づく。7月6日からの動きを説明するのに地理院は、神津島に近い、出来るだけ短いダイクを考えた。名大は、三宅島近くまで伸びる長いダイクを考えている。この違いを調べるには、房総半島にどのように出るか検討しなくてはならないだろう。
- ・大島、利島は、まだ動いていると思う。長期的には鈍化していない。3日、4日の変動は、大島、利島に変動が現れていない。この2日間は、局地的な変動であったと思われる。
- ・速くの観測点で地殻変動を見ると総体的な動きが見えると思う。館山のVLBIで見る限り地殻変動は直線的に継続していて鈍化しているとは思えない。
- ・震研の海底地震計のデータを入れた震源で見ても7月の1ヶ月間で深さが浅くなったようには見えない。地震の発生回数は当初と比べて数分の一になっている。
- ・地震は、全てが開口に伴って発生していると考えする必要はなく、テクトニックな応力によっても良いのではないかと。
- ・伊豆半島沖の群発地震も地震で開放されるエネルギー量と地殻変動は合わない。地震回数と地殻変動量が合う。その理由は、誰も良く分からない。
- ・エネルギー積算には大きな地震が大きく影響する。大きな地震は、地殻変動に大きく寄与していないということだろう。
- ・大きな地震は、むしろマグマの貫入で誘発されているのだろう。
- ・神津島の東の非常に近接したところでM6クラスが発生していることは、その理論では考え難い気がする。
- ・水深100m程度の浅い海底で噴火が発生するとどの程度のことが起こるだろうか。
- ・89年の伊東沖の海底噴火が水深80mだ。あの時は水面上にコックステイルジェットを飛ばしたがサージは出ていない。水平方向には、ほとんど走っていない。
- ・量が少なければたいした事にはならないだろう。
- ・100mの水深でも供給レートが高ければ、強い噴火が起きる。
- ・事例はあまり無い。

3) コメントの検討

- ・観測事実の整理。
- ・地殻変動は続いており、三宅島山頂では、噴火、崩落に引き続き注意が必要である。
- ・新島・神津島の地震活動・地殻変動は続いている。8月3日からの一時的な加速は収まった。
- ・以上もとにコメント案を作成。

火山噴火予知連絡会第14回伊豆部会 議事録

日 時：平成12年8月10日（木）11時30分～14時50分

場 所：気象庁第1会議室

出席者：部 会 長：渡辺

委 員：井田、藤井(敏)、中辻（代理：国土庁）、早川（代理：文部省）、加藤（代理：海上保安庁）、内池、竹内

臨時委員：石井、武尾、中田

オブザーバー：下山（建設省）、塚原（東京都）

事務局：小宮、山里、佐久間、佐藤、西脇、小久保、横田、川津

最近の火山活動

三宅島

本日、06時30分頃から山頂での噴火が始まった。

＜資料の検討・議論＞

- ・GPS基線長は、8月5日頃から、これまでの傾向が加速したようにも見える。このような噴火に先立つ変化は、7月8、14日には、現れなかったように思える。沈降（収縮）の力源は、傾斜ステップの力源と同じ5 km程度の深さであるとの結果を得た。
- ・05時30分頃から緩慢な傾斜変化が認められる。阿古、坪田の傾斜変化は、山頂下がりの傾向であった。噴火に対応した明瞭な沈降が現れたのは、今回が初めてである。今回の噴火は噴出量が多く、それに伴う収縮と考えている。
- ・06時30分頃に、継続時間が短い空振が観測されている。07時前頃から空振・微動が次第に大きくなり、消長を繰り返しながら現在も続いている。噴煙高度も次第に高くなって、09時～09時30分頃から11時頃まで、3000m前後になった。
- ・空振の振幅は、7月14日に観測した2 Paの4倍で約8 Paとなっている。微動の振幅は前回の2倍程度である。
- ・地震・微動は06時頃に活発になっていて、これが静かになって噴火が発生しているように見える。これまでもこの様な傾向だったか不明だが、これは今回の噴火の特徴かもしれない。
- ・地震回数は、1時間に60回程度で、特に多いわけではない。
- ・今回の噴火を時系列に整理すると05時頃から地震が増加し始める。同時に傾斜計が動き始める。06時29分に空振が観測されて、映像で噴出が確認された。07時頃から微動・空振が大きくなり、08時ごろから一時弱くなる。噴火中は、地震が多い。
- ・ステップの前は、地震が多いが、噴火の前は、それほどでもない。
- ・7月8日は、噴火開始時、7月14日は、噴火の2時間前にステップがあり、今回は、10時20分のものをステップとすれば噴火中にステップが発生した。
- ・今回は、ステップが観測されたのが1観測点のみで、これまでと異なる。
- ・噴火とステップは、それほど相関があるわけではない。
- ・今回は、阿古、坪田の傾斜変化が大きく、北側の観測点は、あまり動いていない。
- ・降灰は、11時に空港で3cmとの報告がある。

火山噴火予知連絡会第15回伊豆部会 議事録

日 時：平成12年8月18日（金）20時00分～22時30分

場 所：気象庁地震現象控え室

出席者：部 会 長：渡辺

委 員：井田、藤井(敏)、歌田、鍵山、布村、加藤（代理：海保）、内池、竹内

臨時委員：石井、武尾、中田

オブザーバー：中辻（国土庁）、淡中、判田（建設省）、黒澤（内閣官房）、加藤、金子（消防庁）、塚原（東京都）

事務局：山本、小宮、佐久間、佐藤、西脇、白土、高木、瀧山、森、碓井、西出、鉢嶺、横田、小久保

最近の火山活動について

本日夕方、再び規模の大きな噴火が発生した。今回の噴火を中心に検討する。

三宅島

＜資料の検討・議論＞

- ・今回の噴火は、空振計で見ると17時頃から1時間30分位継続した。
- ・継続時間は、前回と変わらない。前回もピークは2時間程度であった。噴煙の高さは、10日が3000m、今回が8000m（黒色）であった（その後の検討でそれぞれ、8000m,14000mと推定）。空振の振幅は、前回の2～3倍ある。

- ・傾斜計データの10日との類似点、相違点について防災科研から電話で説明をもらった。神着、伊豆のNS成分が16時から17時にかけて山上がりに変化した。坪田も山上がりの変化をした。噴火が始まった17時頃から反転した。その後、18時08分頃にステップが発生する。ステップは、従来と同じ山上がり方向である。ステップが発生した後は、それを緩和させるように山下がりの変動となっている。従来の山上がりのステップの前に、ゆっくりとした山上がりの変動が最近時々見られる。10日の噴火前後の傾斜量変化と比べて、今回の方が大きいことはない。
- ・その理由は幾つか考えられるが、今回の方が関与した物質の量が少ない、爆発深度が浅い、等が考えられる。
- ・雄山の入り口に新たに設置した傾斜計に16時頃から山上がりの変化が現れた。
- ・山上がりの原因は何か。
- ・事前の山上がりは、噴火の前兆とも思えるし、以前にもステップの前に山上がりが前駆することがあった。今回は、たまたま噴火に繋がったとも思える。
- ・山上がりが現れ始めたのはそれほど最近のことではないが、7月15日くらいまでは、無かったと思う。
- ・噴火の前に膨張があったことが今回の特徴と思う必要はなさそうだ。
- ・8月10日の空振は最大で8 Pa、本日は、最大で10 Paであった。微動振幅の最大は、8月10日が15mkine、今回は、70mkineで今回の方がかなり大きい。
- ・16時から起こり始めた地震は、従来と似たものなのか。
- ・従来と同じような地震だ。
- ・傾斜ステップの時間が今までより長いようだ。
- ・南東側の監視カメラでは、16日には、細い噴煙が上がっているのが観察できた。本日16時45分には、いつものように細い煙が上がっていた。17時06分になると何か出てきた。17時27分には、あまり噴煙が出ていない。現地の人話では、間欠的に噴煙が上がったようだ。17時48分になるとかなりの火山灰が上がって、普段ならまだ明るい時刻だが火山灰で真っ暗になってしまった。
- ・06時15分の民放の映像では、かなり立派なきのご曇が見られる。この映像を見ると噴煙は、成層圏まで上がったように思える。この状態では、測候所からは、噴煙の頂上は見えないだろう。
- ・06時40分になると、白い噴煙が多くなっていて、本格的に黒い噴煙が上がっていた時間は短いと思われる。
- ・黒い煙が盛んに上がるのが見えたのが16時15分、傾斜ステップが発生したのが16時10分だ。
- ・それほど明瞭に対応しているわけではなさそうだ。
- ・降灰量の情報。警察署調べて、神着地区、伊豆地区で7～8 cm、伊ヶ谷地区で7～10 cm、阿古地区で1～2 cm、坪田地区で3～4 cm、御蔵島で1～2 cmとなっている。広範囲に降灰が及んでいて、前回と比べれば降灰量は、圧倒的が多い。
- ・降下物については、阿古小学校でひょうが降るような音がしたとの情報がある。新瀨池では、5ほどの火山礫が降った。富賀神社では数mmの降灰を気象庁職員が確認している。阿古、伊ヶ谷間の都道上に拳大の噴石が降った。未確認だが都道上に1 m位の物が突き刺さっているとの情報もある。
- ・降灰量は、良く分からないが主軸とは思えない阿古で1～2 cmなので多分多いと思う。
- ・三宅島島内のGPS測線の縮みに13日頃から鈍化が見られる。地理院からの電話連絡では、13日以降、一部の測線に停滞気味に見えるものもあるが、それらも斜距離、東西成分は、停滞しているように見えても、南北成分は縮み傾向が続いている。科技研の傾斜計も入れてインバージョンした結果では、南南西山腹の深さ4～7 km位のところに収縮の力源が求まる。当初の指数関数的に収縮していたときとそれほど変わらない。
- ・噴火の様式がマグマが関与していたかどうか。これまでは、マグマ関与の可能性は下向きになっているとの考えだったが、そのままでも良いかどうかポイントと思う。
- ・噴出量や噴出物についての明確な情報がない今日の段階では、そこまでは言えないだろう。
- ・これだけの噴出物が出て、噴煙高度も日増しに高くなっている。これを無視することは出来ないと思う。「後始末的」な噴火ではない。
- ・マグマが上がってきたかどうか今もって分からないのだが、水蒸気爆発であっても火道の状態や熱と水との接触状態の変化によって噴火の規模が大きくなることは十分に有り得る。
- ・噴煙が上がるのは浮力の問題だが、水蒸気爆発で8000mも噴煙が上がるのだろうか。
- ・活動が衰えているかどうかは、分からないのでマグマの関与の可能性は有り得る。
- ・噴出率が次第に上がっていることは確かだが、噴出量が増えているかは分からない。
- ・以上をもとにコメント案を作成。

火山噴火予知連絡会第16回伊豆部会 議事録

日時：平成12年8月21日（月）14時00分～19時30分

場所：気象庁第1会議室

出席者：部長：渡辺

委員：井田、藤井（敏）、鍵山、須藤、布村、植田、藤田（代理：防災科研）、熊木（代理：地理院）、
内池、竹内、中禮（代理：気象研）

名誉顧問：下鶴

臨時委員：大島、小山、津久井、荒牧、中田

オブザーバー：中辻（国土庁）山元（地調）、西村（地理院）、山田（土木研）、関、中港（内閣官房）、山中（消防庁）、
柴崎（東京都）

事務局：山本、小宮、佐久間、山里、佐藤、西脇、白土、高木、瀧山、碓井、三上、横田、小久保

最近の火山活動について

8月18日の噴火の特徴、規模、噴出物等について議論したい。

三宅島

<資料の検討>

- ・18日の噴火の噴出量について。火口周辺には、樹木の状況等から判断して1m以上の降下物が堆積したと思われる。東風が卓越していたため、噴出物体積の中心は西寄りとなっている。都道においても西寄りに降灰が多いが、全島に降灰があったのが今回の特徴である。噴石の分布は、東西方向に広がっている。これは、山頂火口の南側と北側の高まりが障壁になっているためと思われる。東側3km、西側は、それよりさらに遠くまで5程度の噴石が飛んでいる。（震研）
- ・マグマティックと思われるものが火山灰の2割程度を占めている。今回のカリフラワー状の噴出物は、スコリアと呼ぶには発泡の度合いが低い。（地調）

<議論>

- ・今回の噴出物には、本質物質が含まれると確信するか。
- ・決定的な証拠はないが、本質物質の可能性は非常に高いと思っている。
- ・三宅島の場合、有珠と異なり、過去の噴出物について明確に分かっているわけではない。可能性が高いとしている根拠は何か。
- ・今回の噴出物の中から、溶岩のかけらと思われるものを選び出すと、その中の8割程度が非常に均質である。
- ・均質だから本質物質とは言えないのではないか。その8割が本質物質か否かが分かなければ、可能性が高いとは言えないと思う。
- ・鉄鉱物の組成が均質一様であるとの結果が得られている。確かに均質であったというだけである。液体であったものが放出されて大気中で固化したものであるとの証拠は、7月中の物質からは得られていない。但し、今回の場合、噴出物の形態から見ても、明らかに本質物質であると思われるものが出ている。それと、前回分析した灰の化学組成が完全に一致するかは、現在検討中である。
- ・噴煙量から、これを形成するのに必要な熱量を計算した。それから、元になった噴出物の初期温度を推定した。マグマ水蒸気爆発の場合なら、溶融した玄武岩の温度は1100℃、熱水系が突然気化して発生する水蒸気爆発なら岩石温度は150℃程度で可能となる。マグマ水蒸気爆発なら岩石温度が高いから、同じ噴煙を維持するのに必要な熱量を確保するのに必要な岩石量は、水蒸気爆発より1桁少なくて済むだろう。従って、同じ噴煙量なら噴出されるテフラ量も、マグマ水蒸気爆発は、水蒸気爆発より1桁少ないことになる。
- ・今回は8000m以上の噴煙が1時間以上続いた。一方、テフラの噴出量は、数百万km³と推定される。この事から、1000℃近いマグマ物質がテフラとして噴出されなければ、この様な噴煙を形成すること出来はないと思われる。
- ・地下に形成された空洞の壁が高温になっていて、これが地下水に熱を与えて水蒸気爆発を起こせば、テフラ量と噴煙量のこの関係は、成り立たなくなる。噴煙の高さが2倍で、テフラ量の桁が上がる。噴煙高度は、誤差が大きいと思われる。これで、マグマ水蒸気爆発と水蒸気爆発を判別する論理は危険ではないか。
- ・前者は、大気中に噴出した熱い灰が、大気と噴出した水蒸気を熱して噴煙が形成されることを想定している。後者は、確かにオーダーの話。
- ・噴出物は、早川の式を使うと10⁷となる。
- ・早川の式は、プリニア式の噴火の平均を取っており、碎流物が出るような噴火を想定している。それに、早川の式は、過剰見積もりになり1/3程度にしないと実際と合わないと言われている。
- ・水蒸気爆発の場合、150℃に熱せられた岩片からの熱供給を仮定しているが、同時に噴出される水蒸気の熱量は、どのように扱っているか。
- ・水蒸気と岩片の量比が不明なので、全て岩石換算としている。
- ・8000mの噴煙が90分継続したとすると、その熱エネルギーは、 5×10^{15} J程度となる。200℃に加熱された水がそれを賄ったとすると推量は170万tとなる。その水が空隙率20%の地層中に入っていて、その地層を構成する80%の岩片も同時に噴出すると仮定すると、その量は、密度が2として1400万tとなる。これは、震研の見積もり一致する。
- ・急冷したと思われる噴出物が無いようだが確かか。落ちてから冷却された火山弾があるようだが確かか。
- ・灰に包まれていて分からなかった。き裂に赤茶色のものが付着していたがどこで着いたか分からない。明確に急冷したものは無い。
- ・地下水の関与は少なかったと考えて良いか。
- ・水と接触しなければ、カリフラワー状の火山弾は出来ないと思えるが分からない。

- ・熱い状態で落ちてきたのか。
- ・熱的影響を周辺に与えていない。
- ・膨張は。
- ・周辺が開いているからどこかで膨張したのだと思う。
- ・微結晶が多いので急冷してもガラス固化して水冷スコリアのように見えないのだと思う。
- ・火山礫が噴火の末期に降ったとの根拠は何か。
- ・堆積物の断面を見ても上部に火山礫が見られるし、地元の人が18時20分頃から降下物の音がし始めたと言っている。空振記録も時間が経過するに連れて大きくなった。
- ・マグマ水蒸気爆発で噴出する火山弾は、一般にこの様な重いものが多いのか。
- ・マグマ水蒸気爆発で出てくる火山弾の表面形態は、この様な物が多いことは事実だ。
- ・昔、堆積したものが吹き飛ばされたのなら、壊れたものが飛び出しても良いと思うが、噴石は、大小に関わらずカリフラワー状をしていて、壊れたものは見当たらない。水と接触して丸まったものが、そのまま飛び出してきたと思える。
- ・1924年のハワイのキラウエアの爆発は、水蒸気爆発だと言われている。噴出物を見るとカメの甲状の割れ目が入ったものが多い。火口は、垂直な壁で灼熱状態になっていた。また、横方向に穴が空いていて、そこからマグマが逆流した。その噴火に直接関わるマグマがあったときはマグマ爆発なのだろうが、この例のように経緯が複雑になると簡単にマグマ水蒸気爆発、水蒸気爆発と区別がつかなくなる。
- ・ハワイの場合は、なぜマグマ水蒸気爆発ではないのか。
- ・1790年のときは、高温の玄武岩が大量に出てきて、岩石の周りをチョコレートのように包んだものが沢山出てきた。これは、マグマ水蒸気爆発と言われている。
- ・過去の三宅島で明らかにマグマが関わった爆発角礫岩の中に、この様なカリフラワー状の火山弾があるか。
- ・沢山あると思う。あれを見るとマグマ水蒸気爆発と思う。三池港の崖などにそのようなものが沢山入っている。マールを作るような爆発角礫岩の中には、この様な物が普通に入っている。
- ・マグマティックになればCl/S比が大きくなる。今回も前回はClが少ないらしい。
- ・今回は、硫酸の雨が降っているか。
- ・今回は、前回ほど硫化水素の臭いがしなかったし、地元でも硫酸の雨は、話題になっていない。
- ・マグマと水が接触してマグマ水蒸気爆発を起こしているのではなくて、閉じ込められた火山ガスが水の中に溶け込んで圧力が上がって吹き出したとすると、硫酸などを多量に溶かしたものが吹き出してくるのではないかと思う。
- ・8月10日の噴出物は、強烈な臭いがしたし、中に水晶、硫化鉄があった。硫化鉄鉱床を破った噴火と思った。今回の噴火は、そのようなものが無く、基盤を破壊する必要の無い噴火と考えた。
- ・深さは、分かっているのか
- ・海水面のすぐ下であると思われる。
- ・今回の噴火は、マグマ水蒸気爆発か。
- ・そのように思いたい節は、いろいろあるが決定的な証拠はない。
- ・今のところ、岩石サンプルの分析から確定的なことは言えない。
- ・マグマ本体は、ドレインバックして取り残されたマグマが水と接触したと言うことは考えられないか。
- ・地調の考えるモデルは、そのようなものである。噴出物は、非常に結晶度の高いもので、粘性が上がってドレインバックしそこなったものが爆発して出てきたと考えている。
- ・残ったマグマとの接触するモデルで良いと思うが、残りのマグマは、爆発のたびに少なくなって、爆発は次第に小さくなっていくはずだ。我々は、最初はそう思っていた。しかし、実際には噴火が次第に大きくなってきている。これは、なぜだろうか。これを、これまでどおりドレインバックで説明できるか。
- ・GPS観測からは、三宅島の収縮が続いている。マグマが後退していると考えていたが、深い方から上がってきても周辺は収縮する。その可能性はないか。
- ・ドレインバックが行き過ぎても大変なことになるとも言える。
- ・マグマが上がるのは、圧力が高まって押し出されるか、発泡が進んで浮力が増すかだ。今回は、ともかくマグマが西へ後退して、マグマヘッドに空洞が出来たと思う。こうなるとマグマヘッドの圧力が下がって発泡が進み、体積が膨張するだろう。このため、実は、マグマヘッドは余り後退していないことも考えられる。マグマヘッドが後退していなくとも山頂が陥没したため、水が浸透しやすくなっているのだろう。
- ・ハワイキラウエアの1924年は、東側40km離れたイーストリフトゾーンで激しい地震活動があった。この時、キラウエアでの噴火はなかったがリフトゾーンの海底で噴火があったと思われる。その後、2か月ほど経過した5月に16日間間欠的な噴火が発生した。この時に山頂が陥没した。横へドレインバックしたので山頂が陥没したと思われる。1790年は、火砕サージがあったと思われる。1924年にもサージがあったらしい。
- ・今回の三宅島では、サージ堆積物はないし、なぎ倒された樹木も無い。しかし、目撃では、遅いサージがあったらしい。
- ・電柱や樹木の側面に灰がついていなかったか。
- ・それは、あった。しかし、多量の灰が降ると、いずれにしろ見られることだ。
- ・キラウエアの場合マグマの後退と水蒸気爆発、サージはどのような関係になるのか。
- ・億m³単位のマグマが後退した為に山頂が陥没する。すると、山体に含まれていた水が陥没口に落ち込んで水蒸気爆発を引き起こす。
- ・マグマが後退してしまっても、マグマが溜まっていた空洞の壁に熱があるのではないか。そこに水が溜まれば爆発を起こすだろう。マグマの後退が大きくても大変なことが起こる。ハワイの1790年程度のマグマの後退が起きれば、八丁平カルデラ程度のことが起こり得る。大きなドレインバックが起きると大きな水蒸気爆発が起きて大きなサージが発生すると思う。

- ・水蒸気爆発が何回も発生するのはなぜかを知りたい。
- ・露出した高温岩体に1回水が入ったくらいでは冷えないと言うことかもしれない。
- ・水が無くなるとか、水の道が閉ざされることで噴火が終わるとも考えられる。
- ・マグマの後退のたびに高温岩体と水の接触面積が増加することになる。ドレインバックの量に比例して事態は悪化する。
- ・ハワイの1924年は、陥没の最初に大きな噴火をする。噴火は、その後次第に小さくなりながら陥没が進む。この点、噴火の進行が三宅島と逆ではないかと思う。
- ・ハワイの場合、噴火回数は、最初が多いが、噴火は、活動期の中間が最も激しかった。
- ・ある程度陥没が進むと、地下での空洞の形成と、地表での陥没の進行に時間的ずれが生じることがある。1986年の伊豆大島。1年持ちこたえた。しかし、伊豆大島は、閉じた系で説明できたが、三宅島の場合、今もって縮んでおり閉じた系では説明がつかない。
- ・大島の1987年のドレンバックは、たまたま元町で膨張が検出できた。三宅島でも海底の何処かで膨張しているかもしれない。
- ・三宅島の7月8日、13日、14日の急速な陥没の進行のときは、三宅島全体が膨張している。その後は、直線的な縮みになっている。
- ・ドレンバックした後の空洞の壁の熱による噴火とすれば、8月18日規模の噴火を今後も繰り返すとは思えない。
- ・4億m³の物質が消えたのだから、火口の径から考えて深さ5km程度に及ぶ現象と思う。西にテクトニックなクラックが出来て、そこにマグマが逃げたのかもしれないが、ハワイのようにリフトゾーンがある訳ではない。山頂が陥没して4億m³程度の物質が下へ落ちたが、液体のマグマが上へ上がろうとしている状況に変わりはないのではないか。これでバランスが取れているので大きな膨らみが現れない。従って、マグマヘッドは比較的浅いところにあるのではないか。
- ・落ちたものがマグマの中を沈んでいくというモデルは、考えにくいと思う。
- ・2500年前の八丁平の噴火は、山頂噴火から始まってスコリアを出すと同時に割れ目が南に伸びた。この時の噴火で大路池が出来たと思われる。最初はマグマティックな噴火だったが途中からマグマ水蒸気爆発に移行してスコリアの大きさ、形状が変わった。スコリア噴火が終わった後に泥流が出たように思われる。これらの噴火の後、南へ伸びた割れ目で激しいマグマ水蒸気爆発が発生して大路池付近に厚い爆発角礫岩を堆積させた。山頂付近では細粒の火山灰を吹き上げた。大路池付近の角礫岩と細粒の火山灰は、上下関係が不明瞭なのでほぼ同時期に発生したと思われる。八丁平噴火の特徴としてマグマの噴出量が最近1万年間で最も多かったこと、この噴火のときにマグマの組成が変わって未分化のマグマが大量に関わったこと、スコリアで始まって豆石で終わるような噴火の後に長い期間をおかず次のスコリア噴火が始まったことが挙げられる。これらのことからマグマのヘッドが浅いところまでやってきて激しい噴火をして、その後も深いところまで後退しなかったと思われる。八丁平の噴火と同時にその後は不明だが、現在出来ているものと同じような形の陥没が出来たが、その後1000年くらいに渡って噴火が発生するたびにスコリア噴火で始まって火山灰噴火で終わるような噴火を何回か繰り返した。
- ・今回の噴火は、桑の木平規模になるか。
- ・八丁平は、大量の噴出物を出し、その後もマグマは浅いところにとどまったように見える。今回は、横へ流出して噴出物が少ない。このことから、マグマヘッドの位置が八丁平のときと異なると思える。山頂が陥没したことは、良く似ている。今回の陥没は、既に八丁平カルデラ規模になっている。桑の木平は、1万年以上前のことと思われる。
- ・八丁平の時と比べて噴出物が少ないと言うことは、今回は、ドレインバックが大きかったと言うことになる。ドレインバックが進めば更に陥没するとも思える。
- ・更に陥没することは否定できない。
- ・八丁平のときは、陥没してからスコリアを出したと言うことは考えられないのか。今回の噴火もこれからスコリアを出すとは考えられないか。
- ・今回は、噴出物として最初に灰が出てきて、その上にスコリアが積もった。この様な事は、これまではない。
- ・噴火堆積物が「カタ」として残っている大量の細粒火山灰を噴出したときは、陥没が起こったときではないか。
- ・八丁平のときに陥没の後のマグマ水蒸気爆発で大量に噴出した火山灰の火砕サージの痕跡はあるか。
- ・発見していない。
- ・噴火のシナリオを作って頂ければ良い。防災対応は、シナリオに基づいて気象庁が作成する。
- ・最悪のシナリオとして桑の木平を考えておかななくてはならない。
- ・大きなカルデラだが、最近1万年間の噴出物を見ても桑の木平を作ったと思われる噴出物、構造は見出せない。本当に陥没か山体崩壊かも分からない。
- ・マグマヘッドが帯水層を切る可能性がある限り爆発的な噴火は有り得る。
- ・噴石を遠くまで飛ばす噴火は、過去にもあったか。サージも今後も無いと考えて良いか。
- ・現在も噴煙が横に流れているのが観察されており、今後も高温の火砕流が出ないとは言えない。
- ・マグマ水蒸気爆発であろうと、熱い母岩との接触であろうと火砕流の危険はある。しかし、火口底が400m程度に深くなっているので、よほど大きな噴火でなければならない。
- ・横に流れる噴煙は、8月10日にも見られた。1km程度噴煙が横に走っている。
- ・更に広範囲に噴石を飛ばす噴火が今後発生するか。
- ・安全率は、高くとっておいた方が良い。
- ・全磁力観測で観測されている磁力低下がすべて熱消磁であって、周期的に繰り返している地震活動が水と高温岩体の接触による水蒸気生産と破碎活動だとすると、地下には18日の噴火では消費しきれない熱水が既に蓄積されていることになる。これまでに進行した全磁力低下がすべて熱消磁だとしたら10¹⁷Jになる。実際には、地下で空洞が出来たことによる磁力低下もあって、これがどの位の割合になるか分からない。

＜資料の検討・議論＞

- ・以上の議論をもとにコメントを作成。

- ・今回の噴火のマグマ物質については早急に検討することとする。
- ・今回と同程度かそれを上回る噴火を繰り返す可能性がある。

火山噴火予知連絡会第17回伊豆部会 議事録

日 時：平成12年8月24日（木）13時10分～20時45分

場 所：東京管区気象台会議室

出席者：部 会 長：渡辺

委 員：井田、藤井(敏)、鍵山、布村、植田、須藤、村上（代理：地理院）、鶴川（代理：防災科研）、
内池、竹内、中禮（代理：気象研）

臨時委員：中田、大島、津久井、荒牧

オブザーバー：中辻（国土庁）、加藤（海保）、高田、山元、川邊（地調）、谷澤（内閣官房）、山中（消防庁）、
石川、藤原、青木（気象研）、宮崎、塚原（東京都）

事 務 局：山本、小宮、佐久間、山里、佐藤、西脇、白土、高木、鴻山、碓井、三上、横田、小久保

最近の火山活動について

三宅島

＜資料の検討＞

○地震活動・地殻変動等

①気象庁

- ・概要説明。18日噴火以降の状況は、地震少ない。傾斜ステップ発生していない。噴煙を上げる状態が継続しており、本日06時33分に噴火を確認し、降灰もあった。07時15分に噴煙高2200mを観測した。09時には白色だった。
- ・23日14時過ぎに島の南西部でM3の地震発生、23時57分に三宅島南西沖でM4.8。23時台に地震多かった。23日の地震回数222回。有感42回。島内震源は最近深い傾向。気象庁GPSは従来の傾向で継続。三宅島観測点整備図。
- ・18日噴火後地震少ない。23日午後から増えて、23時台多かった。本日は少ない。

②震研

- ・震研地震資料説明。最近山頂下の南西方向に目立つ。陥没後から18日まで波形読みにくい。陥没前と18日以降は明瞭。浅い震源が少ない。GPSによる地殻変動は、西海域へマグマ貫入により雄山南で沈降し、左右に拡大。8月初めまでは島全体が収縮で、南部ほど収縮大。重力はほとんどマイナス。地理院は4点なのでこれほど詳細でないが、基本的に合っている。
- ・赤外画像によると、20日山頂部の黒色噴煙30℃。
- ・18日噴煙高8000m、継続時間90分とすると、放熱量は 4.9×10^{15} J。これは蓄積された熱エネルギーを数%解消しただけ。100×100×380mサイズが圧力解放して周囲の岩石を巻き込んで600万tの岩石を噴出した。
- ・熱消磁システムのイメージ

③海保

- ・1987年11月—1999年11月の測量による磁気異常のデータ。

④地理院

- ・地理院GPSの説明。噴火後の収縮加速が気になる。ばらつき小さいのは、傾斜ステップがないことと対応する。キネマテック解析(波をカウントするもの)は18日噴火に伴う変化を捉えている。18時に水平、上下変動のピーク、センスは膨張。阿古は沈降。ほんものなら力源推定の手がかりとなる。

⑤防災科研

- ・傾斜計は18日噴火後4点障害、23日3点復旧。18日噴火後1回ステップ。23日23時M5の時はステップではない。比較的静かな状態。7月14日以降の噴火イベント前後の詳細説明。GPSは18日噴火以降収縮。長周期地震計で見ると傾斜ステップとペアで後続波が出る。島内STSのオービットは全点はほぼ似ている。坪田の震幅は大きくなってきている、浅くなってきたのか。10日と18日の噴火時の変化は小さい。傾斜データでは噴火を判断できない。

○地質

①震研

- ・8日噴出量は約500万t。採集したスコリア岩塊は、1)不均質でアグネルチネート、2)周囲に熱的影響ない、3)硫黄臭ない→脱ガスない、4)6月27日変色海域のサンプルと組成違う。よって、本質物質とは考えにくい。外形は発泡や割れ目で本質物質に見えるが、組成像は発泡しているが不均質。過去のものも組成はバラバラで岩石学的に違う。どれかは本質だが常に出ているわけではない。全岩組成は1983年と全く同じ。18日もfreshなものが入っているようには見えない。

②地調

- ・18日噴石は、マグマ高温物質に間違いはない。どうして、いつ、現場にきたか判らない。外形はひびが入って発泡したカリフラワー状。底面は平らで高温酸化(赤褐色)。着地時に固体でなかった。類質岩片は高温酸化は起きない。7月14日の構成物と比較して、18日はマグマ水蒸気爆発による本質スコリアと考えたい。
- ・18日噴出量は 4×10^6 m³。マグマに近い温度の物が大量に入ってあのような噴煙になった。地調は粒形の細かい方を計っていて、中田先生と観察対象が違う。細かい方に本質スコリアがある。18日は粒の粗い方で見ても50%あった。

＜議論＞

①マグマ寄与について議論

- ・高温物質であるとされた18日噴石に関して、その形状、発泡度、結晶等について議論した。また、本当に高温であったか否か、

噴石の成因について議論した。主な意見は次のとおり。

- ・火道の下はやわらかいものは新しいか古いのか。8月18日はやわらかいものがマグマ水蒸気爆発をしたなら、今後もっと違うことが起きるのではないかと。熱水系なのかマグマなのか。
- ・数cmの遅延発泡が沢山見ついている。黒灰色で、中に球状泡があり、表面全体に放射状割れ目があって外に膨らんだ形状。カリフラワー状の表面特徴がそっくりだった。類質岩片とちがうものが類質岩片をとりこんだ。高温であったと考えてよい。
- ・遅延発泡なら温度は高い。しかし、周辺に高温の証拠が見つからない。
- ・ほんとうに高温であったか決め手があるか。マグマと水の接触か。高温の環境で、そこにマグマもあってやわらかいマグマを飛ばしたのか。
- ・古いマグマがないのが不思議である。微結晶が多く粘性が高いのが不思議。
- ・ハワイ1790は、100%エッセンシャルで、さらさらマグマだった。1924ハワイの時はいっさい無かった。同じ山でも全く違う。

＜モデルの検討＞

- ・三宅島と神津島間にダイク貫入モデル、三宅島の収縮モデルを紹介。(地理院)
- ・何故コンスタントに縮むかを説明するために、三宅島と神津島間に岩脈に原因を求めるモデルを紹介。(名大)
- ・傾斜データ等をもとに、いくつかのphaseにわけ、ダイク貫入、ドレインバック、傾斜ステップを説明するモデルを提唱(防災科研)
- ・三宅島収縮と陥没形成のモデルを紹介。(気象研)
- ・以上をもとに、マグマの移動システム、山頂噴火との関係について議論した。

＜今後のシナリオ及びコメントの検討＞

- ・18日の噴石が高温で新鮮なマグマから生じたか否か、議論されたが、結論は得られなかった。
- ・今後、マグマの関与する噴火発生の可能性はある。
- ・当面、18日規模あるいはそれを上回る噴火の発生可能性はある。その場合、噴石が山麓にまで達する可能性がある。
- ・それらの噴火が事前に予測できるかどうかについて議論された。顕著なマグマ移動などが捉えられなければ、一般的にそれらを予測することは難しいとの結論に達した。
- ・しかしながら、様々な観測により、活動を予測する努力はしなければならない。そのための観測強化が必要である。

火山噴火予知連絡会第18回伊豆部会 議事録

日時：平成12年8月31日(木)14時00分～21時25分

場所：気象庁第1会議室

出席者：部会長：渡辺

委員：井田、藤井(敏)、歌田、鍵山、須藤、布村、村上(代理：地理院)、植田、鷗川(代理：防災科研)、内池、竹内、吉田

臨時委員：中田、大島、小山、津久井、荒牧

オブザーバー：中辻(国土庁)、宇都、風早、伊藤、川辺(地調)、長谷川(地理院)、藤原、青木(気象研)、山田(土木研)、関(内閣官房)、山中(消防庁)、椎名(東京都)、千葉(アジア航測)

事務局：山本、小宮、佐久間、山里、佐藤、西脇、高木、瀧山、西出、三上、濱田、上垣内、横田、武井、小久保

最近の火山活動について

三宅島

今回の検討は、今後起こり得る災害をもたらす要因をどのようにコメントに盛り込むかを重視して議論を進めたい。災害の危険性に付いて、これまでより明確に述べることが趣旨である。

ただし、住民が避難すべきか否かの判断を求めるのではない。

東京都は、火山噴火予知連絡会の科学的見解が基本であるとしている。これを基に東京都、国の防災機関が防災対応を策定することになる。火山噴火予知連絡会が避難云々を述べることはない。

＜議論＞

・コメントを作成するとともに議論する。(以下議論)

- ・8月29日の噴火では、北東側、南西側に火砕サージが流れた。その他、短い距離では全方向にリング状に流れ出た。速度は、南に流れたもので秒速約4mと遅い。海上からの遠望では、家屋の倒壊、熱的影響、倒木は認められなかった。
- ・29日午後、上空から山腹の温度観測を行ったが、火山灰の堆積した場所でも20℃から30℃程度で、特に高温の火砕流が通ったとは考えられない。今回の噴火の噴煙温度は、さほど高くなかったと思われる。
- ・29日09時35分から10時05分まで上空から観測した。火口内から灰を噴出して、これまでの噴火と同じと思われた。噴煙は、美茂井の方向に流れていた。
- ・美茂井の住民は、灰に巻き込まれたときに衝撃は感じなかったが、生温かなくなったと証言している。
- ・大島測候所からの遠望観測では、噴煙の高さは8000m。
- ・希薄な火砕サージが低温だからと言って噴出物が低温であるとは限らない例が阿蘇山にある。中岳の水蒸気爆発で横殴りに噴出した強い刺激臭のするガスの温度は、50℃程度だったが、同時に噴出した岩石には高温のものが含まれていた。
- ・火砕サージは、100℃以下であったようだ。サージをかぶった測候所の最高温度は、29℃であった。
- ・測候所は、火砕サージの温度が高い主軸の西の外れになる。
- ・火砕流は火口壁が最も低いおう穴から出るだろうから、主軸は美茂井になると思う。

- ・主軸と周辺では、有意に温度が違うか。
- ・断定は出来ない。
- ・活動の評価をしているのだから「100℃以下」の数字には、意味が無い。
- ・水の沸点より低いことを言いたいただけだろう。50℃以下かもしれない。
- ・ゆっくりと下ってきた火砕サージは、山麓では上昇流も生じて周りの冷たい空気を取り込んで、流れ出したときと比べて低温になっていると思われる。
- ・最も激しく噴出物を上げていた南東部の火口壁付近でも樹木が焼けた跡はなかった。
- ・人体に影響が出る程度に高温であったか。例えば中腹まで50℃程度になって、そこに人がいれば危険だったろう。
- ・噴火は、04時30分頃から始まり降灰は、04時47分に始まった。
- ・18日の噴火は、気圧変化がパルスの見えるが、29日の噴火では、緩慢に変化した。微動から見ると、噴火のピークは、2つあったように見える。
- (測候所の観測では、火砕サージの速度は3 m/s、アジア航測の観測では南に流れた速度は8 m/s)
- ・低温のものを火砕流と呼んで良いのか。
- ・低温であったと結論づけられない。
- ・何℃以上を火砕流と呼ぶかは、定義次第だ。
- ・(陥没火口の測定結果、形状変化説明) 火口底は、周辺が低く中央は盛りあがっている。アジア航測の測量でも中央が高い。崩落地形は安息角になって中央が低いものだがどのように解釈して良いか分からない。
- ・陥没口の容積は確かに拡大している。
- ・(地調資料) 18日の噴火は、マグマが直接関与したマグマ水蒸気爆発であると考えている。活発に噴出しているSO₂は、浅所にあるマグマから出てきていると考えている。地質調査所では過去の噴出物を調査しているが、3000年前の三宅島、5～6世紀の伊豆大島が今回と類似の経過を含む更に大規模な噴火活動をしている。これらを念頭に、近代的な観測成果のみならず、地質学的な知見も含めて、今後の推移を検討しなくてはならないと考えている。8月18日の噴火の噴出物は、100μm程度の火山灰から50cm程度の噴石まで均質な化学組成を持っている。また、噴出物の形態からも、過去に堆積した噴出物が再度吹き上げられたものではなく、その時にマグマ物質から生成されたものとの結論を得た。火山弾に積もったり敷かれて焼かれた赤い火山灰、火山豆石とその周辺の焼かれていない火山灰、火山豆石の構成鉱物、構成比を比較した。いずれも一致したので、その時に焼かれたものと解釈した。焼かれていない火山豆石を電気炉で焼いて、色変化を観察した。この結果、火山弾の上に付着した火山灰は550℃、下に敷かれた豆石は、350℃程度で焼かれたと推定される。これらのことから、8月18日の噴火による噴出物質の40%程度は、本質物質であったと結論づけた。
- ・SO₂は、熱水では生成できない。容易に熱水、地下水と反応して失われる。水があれば硫酸イオンに変化する。高温の火山ガスでは安定で、温度が下がるに連れてH₂Sに変わっていく。玄武岩質マグマの圧力が50気圧以下になるとSO₂が析出され始める。玄武岩質マグマには、SO₂換算で1000～4000ppmの物質が含まれる。今回のコスベック観測の結果から、マグマが完全に脱ガスすると仮定して、一日あたり50～500万tのマグマが必要になる。マグマヘッドが帯水層より少し上に来ていると脱ガスが効率よく進む。現在、大量のSO₂の放出が続いており、これが続く限りマグマヘッドは浅いところにあると考えられマグマ水蒸気爆発の危険も継続すると考えられる。
- ・SO₂が熱水に溶け込んでいて、それが出てくると言うことは有り得ないのか。
- ・SO₂は、水中ではイオンの形で準安定的に存在できるが、SO₂には戻れない。熱水の温度を900℃、1000℃に上げてても硫酸などの形で溶け込んだSがSO₂の形で出てくることはない。硫黄または硫化水素を燃焼させれば二酸化硫黄はできる。しかし、これで二酸化硫黄が出ているとするのは非現実的である。
- ・変色水域の海底調査を行ったときに採取した岩石は、本質的なマグマと思う。8月18日の噴火の噴出物は、海底噴火のものとの組成が異なる。
- ・山頂噴火と山腹噴火で噴出物の組成が異なる例は、1986年の伊豆大島、1940年の三宅島噴火でも見られる。
- ・山頂収縮とマグマの供給との関係は。
- ・マグマが横に抜けることで山体収縮が起こっている。マグマが後退しているのではなくて山体が崩壊して落ち込んでいる。マグマは、むしろ上がってきていると考えている。もちろん脱ガスしたマグマが沈んでいくことは有り得る。
- ・山体を構成していた物質の密度はそれほど高くはないと思われる。これが沈んでいくことは考えにくい。
- ・ガスを含んだマグマが上がってくることは可能である。
- ・山体が落ち込むから軽いマグマが上がってくるという考え方は逆に、マグマが後退するから山体が落ち込んだと考えている。重力観測等によれば山頂が陥没する以前に深い方から物質が無くなってきていると考えられる。
- ・マグマが急激に脱ガスすると言っているのだから発泡して軽くなると考えるのが自然ではないか。
- ・マグマが減圧されるとガスが抜けるのではなく、発泡で体積膨張して空隙を埋めると思う。ピストンが落ちた分軽くなったマグマが上がってくるストーピングを考えている。
- ・50気圧の根拠は。
- ・ハワイの海底噴火では、500m以上の深度では、マグマは脱ガスしない。これが、50気圧の根拠だ。
- ・マグマの組成が異なれば、更に高圧で脱ガスが有り得るのではないか。
- ・地調モデル、震研モデルの何れが正しいか決着を付けるのではなく、両方のモデルから今後起こり得ることを整理することが重要と考える。
- ・当面の起こり得る現象の予測は、困難と思う。もう少し長期的な推移の展望は、もう少し推移を見守ってから判断する必要がある。コメントには、この両面をどの様に盛り込むかが問題だ。
- ・29日の噴火は、18日の噴火と比べて小さかったと思う。それなのに何故火砕流もどきが麓まで走ったのだろうか。もう少し小さな噴火でも火砕流を出す可能性があるのか。

- ・18日より温度が低くて、水蒸気爆発の要素が強かったのかもしれない。エネルギー量に比例して事が起きているのではなく、いろいろな要素で思いも付かないことが起きているのだと思う。

＜コメントの検討・議論＞

- ・観測事実の確認と整理をもとに観測事実を列挙。
- ・火砕流は、低温で勢いのないものであった。
- ・塩化水素の増加が見られた。
- ・陥没による熱水系の不安定、上昇してきたマグマと地下水の接触の両論併記とする。
- ・8月18日、29日を上回る噴火の可能性はある。マグマが直接関与してくれば、将来は高温の火砕流の可能性もあるであろう。

火山噴火予知連絡会第19回伊豆部会 議事録

日時：平成12年10月6日（金）14時00分～18時30分

場所：東京管区気象台会議室

出席者：部会長：渡辺

委員：井田、野津、藤井(敏)、鍵山、歌田、平林、藤井(直)、三隅（代理：科技庁）、布村、須藤、村上（代理：地理院）、植田、岡田(義)、内池、竹内、吉田

臨時委員：武尾、中田、大島、津久井、荒牧

オブザーバー：木股(名大)、中辻(国土庁)、篠原、風早、山元(地調)、中禮、福井(気象研)、仲野(土木研)、塚原(東京都)、長谷川(三宅村)

事務局：山本、小宮、佐久間、山里、佐藤、西脇、高木、瀧山

1. 最近の火山活動について

三宅島

＜資料の検討＞

①気象庁

- ・9月に入って空振は、小さい状況が続いている。15日以降、測候所、伊ヶ谷は、電力の関係で欠測となっている。微動に付いては、坪田に設置した地震計の変位で計測している。微動に特に目立った変化は、認められない。噴煙の状況は、9月中は有色だったが、10月に入ると全て白色となって、噴煙高度も3000m程度となった。地震回数は、9月初旬以降非常に少ない状況で最近では、1日に0～1回となっている。二酸化硫黄は9月中旬以降、次第に増加している。傾斜ステップは、9月2日を最後に発生していない。坪田-阿古のGPS基線長は、9月16日から10月5日の間に2～3cmの縮みになっている。火口の状況は、9月3日と9月26日の写真の比較では、大きな変化は認められない。赤外熱映像による火口底の温度観測では、9月19日に150度を観測した。9月26日には、低周波地震を観測している。火口底の温度測定は、噴煙の根元を狙って測定している。

②地理院

- ・8月下旬以降、停電等で三宅島のGPSは、ほとんど止まっていて新しいデータはない。9月24日に2回取れたデータで見ると、北西-南東基線長の短縮率は、鈍化しているように見える。8月下旬頃から式根島-神津島の伸張が停滞気味となっている。新島-神津島については、8月下旬以降も鈍化しながら伸びが続いていたが10月に入ると停滞しているように見える。

③防災科研

- ・8月18日の噴火以来傾斜ステップが見られなくなった。9月20日からは、停電のため欠測となっている。7月19日のステップについて力源を求めた。阿古観測点の北、深さ5.5kmに膨張源を置くとほぼ合う。9月22日の火口温度測定では、火口内の南斜面で188度の最高温度を得た。

④震研

- ・雄山南、レストハウスの浅間山を基準とした全磁力は、7月～8月中旬にかけて非常に大きな低下が見られたが8月下旬からはあまり変化が見られなくなった。手島牧場は、全磁力の増加傾向が7月から8月の終わりまで続いていた。9月に入ると減少とまでは言えないが、ほぼ停止した状態となっている。これは、火口直下の陥没、温度上昇が停止していることを意味している。更に深いところの全磁力の減少は、これを我々は、圧力の減少によるものと思っているが、停止している。火口下の温度低下を示すデータは、得ていない。
- ・NTT回線を用いて、電位差の観測を行った。6月から7月にかけては、見るべき変化はなかったが、傾斜ステップの繰り返しが始まるとこれに対応する変化が見られるようになった。この現象は、火口直下の急激な圧力増加と周辺への圧力の伝播で説明できると考えている。

⑤東大理

- ・1998年5月と9月に三宅島全島の土壌中の二酸化炭素濃度測定を行った。この結果、山頂火口域、阿古を中心に高い濃度が観測された。今回、9月21日の測定では、全般に二酸化炭素濃度が高くなっていた。これは、地下のガス圧が上がっていることを反映していると思われる。

⑥地調

- ・コスベック観測の問題点を説明する。コスベック観測は、二酸化硫黄の紫外線吸収量を測定するが、噴煙が濃いと紫外線が遮蔽されてしまうことがある。水蒸気量が多くても同じ問題が起こる。白色噴煙が大量に出ている現状では過小評価している可能性がある。噴煙の流れる速さの見積りのエラーが二酸化硫黄量に影響する。現在の三宅島は、高濃度の二酸化硫黄が放出されており、紫外線吸収がサチュレートされている可能性がある。1500ppmで飽和して直線性を失う。これも過小評価につながる。

- ・噴煙中の二酸化硫黄、二酸化炭素量を直接観測する方法について検討した。
- ・二酸化炭素の放出は、二酸化硫黄の放出に先行して減少すると思われるので、二酸化硫黄の放出を予測する上で、放出される二酸化炭素量の観測は非常に重要と考える。

⑦東工大

- ・火山灰に付着したガス成分は、18日の噴火までは、硫酸イオンが非常に多く、塩化物イオンが少なかった。したがって、塩素・硫黄比が0.05以下と水蒸気爆発で良く見られる比率であった。29日の噴火で変化が出てきて、塩化物イオンの付着量が増えた。塩素・硫黄比が0.1を超えるようになった。特に大きく変わったのは9月9日以降で、硫酸硫黄の付着量が数分の一に減少して塩化物イオンの付着量が急増した。塩素・硫黄比の増大は、一般的には高温マグマの関与を意味するが、三宅島に関しては火山活動が活発化した為ではないと判断する。多量の二酸化硫黄の放出、火口温度の高温化、低調な地震活動等を考えると、三宅島の塩化物イオンの増大は、水と関係していると考ええる。

＜議論＞

- ・特に多量のガス放出について議論。
- ・最近10年間で二酸化硫黄の放出が一番大きかったのは、ピナツポの噴火で約2000万tを放出した。三宅島は、現在1日に2～5万tの二酸化硫黄を放出しており、巨大噴火には及ばないと思われるが大きな放出量である。今回、調べた限りでは、コスベック観測で得られた二酸化硫黄放出量の最大は、1984年のキラウエアで32000t/日、2番目が1989年のエトナで25000t/日である。1984年のキラウエアで90000t/日の記録もある。
- ・世界で最も二酸化硫黄放出量が多いのはエトナだろう。日本での長期観測の記録では、平林さんが桜島で1977年～1996年まで行ったもので1000t/日～3000t/日で推移した。1983年からのキラウエアで出てきたマグマと硫黄の重量比は200ppmになる。
- ・三宅島は、何故これほどのSO₂を放出するのか。
- ・地表付近に到達したマグマが脱ガスして沈んで行く対流をしているとするのが我々のモデルで三宅島もこの様なシステムになっていると考えている。三宅島は、通常の玄武岩マグマ噴火で形成される火道より大きな火道を形成した可能性は有り得る。
- ・8月末から9月にかけて二酸化硫黄の放出量が1桁増えたがその原因は何か。
- ・分からないことが多いが、8月中は対流が円滑に行われていなかったと考えることも出来、特に異なったシステムを考える必要はないかもしれない。
- ・9月に入ってから灰交じりの噴煙の連続となっている。最近では、白色となったが時折火山灰が混じる。火山灰の中に熱水変質鉱物が入っているのを8月29日まで確認している。それ以降は、熱水変質鉱物が入っておらず、熱水がなくなったことを示している。
- ・最近の噴出物は丸みを帯びていて、マグマから直接新鮮な物質が出てきていないことを示している。
- ・遠望画像から放出水蒸気量の推定を行った。50万t/日程度の水蒸気放出があったものと思われる。
- ・10ギガワットの放熱で、30万t程度の水蒸気放出となる。
- ・地下水は枯渇してきたのではないのか。
- ・大島でも600℃程度の噴気に、40%程度の天水が入っている。二酸化硫黄の放出量は、350t/日で安定しているなかで、天水の比率が増加していった。
- ・九重山の時も500～600℃のマグマからのガスの中に7割程度の地下水が混入していた。地下水が気相で混入する限り塩素・硫黄比に変化をもたらさない。
- ・これだけ二酸化硫黄の放出が続いているのに、本質的なマグマが何故出てこないのか。
- ・火道のパスが長いことも考えられる。
- ・未脱ガスマグマの体積は推定できないか。
- ・どの部分が脱ガスされるかと言う問題になる。1983年以降新たに供給されたマグマが第一候補でそれ以外の大半は脱ガス済みであると考えるか、そこにも幾らか残っていると考えるか。1983年以降のマグマだけだとすると1億m³以下ではないかと思う。
- ・3000年間に溜まったマグマと考えられないか。
- ・1983年の噴火の後、急膨張して、それがなまって噴火を迎えているのだから、この間にとんでもないことが起こったようには見えない。イベントが始まってからは、収縮が続いており急に新しいマグマが入ってきたとは思えない。
- ・1983年など20年毎の噴火で出たマグマは、微々たる量であるとは考えられないか。
- ・マグマ溜りの膨張量のほんの一部が地殻変動に検出できているだけかもしれない。マグマ溜りは非常に大きく大量のガスが溶け込んでいるかもしれない。
- ・火山灰に硬石膏が入っていることは珍しいことか。
- ・硬石膏の硫黄は、熱水起源と思われる。少なくともマグマ中の硬石膏が熱水中で硬石膏を生成したと考えている。
- ・そうだとすると地下には大量の硬石膏があって、それが二酸化硫黄の起源であるとは考えられないか。
- ・考えられない。硬石膏から二酸化硫黄を生成できないと言うのが今のところの結論だ。
- ・硬石膏を一旦マグマに取り込んだらどうなるか。
- ・それは出来る。硬石膏の起源が問題になる。その確認の為、硬石膏を構成する硫黄の同位対比を調べた。その結果、硬石膏は、熱水中で生成されたものであるとの結論になった。しかし、それがマグマに落ちて分解される、その過程の確認が出来ていない。
- ・8月29日以降、火口周辺の形状に大きな変化は認められない。北西の火口壁の崩落が続いている。
- ・火山ガスの危険性と、それがどれほど低下したら安全なのか言えたらコメントに入れたい。
- ・目安としたら、一桁下がれば良いだろう。帰島の基準とすればデータを積み重ねて検討しなくてはならないだろう。
- ・噴石、火砕流の危険が今も続くのか、コメントに入れたい。

＜コメントの検討＞

- ・火山ガスに対する注意喚起も考慮必要か。

- ・火山ガス量についての記述は。
- ・観測値は、あくまで瞬間値である。2万～4万t/日とする。
- ・全磁力は「鈍化傾向」。
- ・通路拡大、地下水寄与減少は意見が一致している。マグマの浅部まで上昇の可能性も。
- ・引き続き8月程度の爆発的噴火の可能性はあるか。
- ・今の状況が続けばという前提付きで噴火や火砕流の可能性は低くなってきている。
- ・地殻変動について、観測条件は悪いが、鈍化傾向か。
- ・塩化物や粘土について、通路の確立と関係していると考える。

2. 事務局からの連絡

- ・気象庁では、無人ヘリ観測を計画している。機材等で今後皆さんに相談したい。
- ・ガス観測が重要なので、利用できるか。
- ・無人飛行機等で濃いガスを取るのは無理かもしれない。
- ・気象庁として、そういった新しいツールを整備する予定があるので、皆さんのお知恵をぜひお借りたい。

第87回火山噴火予知連絡会 議事録(三宅島部分の抜粋)

日 時：平成12年11月1日10時00分～18時45分

場 所：気象庁第1会議室

出席者：会 長：井田

委 員：平澤、宇井、浜口、藤井(敏)、渡辺、歌田、平林、藤井(直)、須藤(靖)、石原、清水、
藤原(代理：科技厅)、中辻(代理：国土庁)、早川(代理：文部省)、須藤(茂)、村上(代理：地理院)、
植田、鶴川(代理：防災科研)、内池、竹内、吉田、望月

臨時委員：石井、武尾、土井、勝井、中田、大島、小山、津久井、荒牧、中村

名誉顧問：下鶴

オブザーバー：森(北大理)、森(東大理)、斎藤(岩手大)、大倉(防災科研)、
大瀧、佐々木、小荒井、松尾(地理院)、反町(土木研)、浦塚(通信総研)、
広田、中禮、福井、山本(哲)、坂井、藤原(気象研)、角村(地磁気観測所)、前田(仙台管区)、
稲葉、高橋(福島地台)、小林、酒井(盛岡地台)、黒澤(内閣官房)、高橋(岩手県)、高木(東京都)

事務局：山本(孝)、小宮、横田、山里、佐藤、佐久間、西脇、瀧山

1. 事務局からの連絡

出席委員等について確認。

2. 幹事会報告

本来、火山噴火予知連絡会には研究及び観測の体制の整備についての総合的検討する役割がある。この役割を強化するには、幹事会をどう運営したらよいかについて議論した。2月に委員交替もあるので次回の幹事会で次期メンバーも含めて時間をかけて検討したい。

次に、伊豆部会のあり方、コメント文発表方法について議論した。これまで三宅島の評価を伊豆部会でやってきたが、伊豆部会要綱が廃止されていたことや細則制定の際の伊豆部会の検討する地域についての議論が議事録に残っていないことなどあり、昨日の幹事会であらためて現状の伊豆部会を了承いただき、検討する地域を伊豆東部及び伊豆諸島とすることとした。この予知連絡会で了承いただきたい。部会は永久的なものせず、一連の活動が終息した場合廃止する方向も含めて今後検討してゆきたい。伊豆部会は、現在実際に活動しているので活動が一段落したら扱いを考えたい。また、コメント発表の伊豆部会の名称がいつの間にか噴火予知連絡会に変わっていたことについて、他の地元からの要望等があったことだが、今後は、タイトルを「〇〇の火山活動に関する火山噴火予知連絡会部会コメント」として発表することを気象庁に進言することとした。

また、これまで緊急の際の活動評価を拡大幹事会において行ってきたが、今後は、TV会議を活用し、できる限り火山噴火予知連絡会を開くべきであると結論した。

三宅島の観測体制についても意見交換した。困難な状況下様々な問題について意見交換した。

活火山WGの今後については、宇井座長を中心に地質学者の先生方に検討いただき、来年2月にWG会合を開催することで了承された。

火山情報のレベル化について、気象庁からは試行のための調査を進めている旨報告を受けたが、幹事からは試行を早期に開始するよう意見が出された。

気象庁の火山監視情報センター構想と機関との協力体制について意見交換し、今後も連携をしながら議論を進めることとした。

省庁再編成に伴う測地学審議会の組織変更後の体制について文部省から説明があった。

3. 最近の火山活動

1) 三宅島

＜伊豆部会報告(これまでの活動経過)＞

8月10日、18日に噴火、29日には弱い火砕流が発生した。この間、相当の頻度で伊豆部会を開催し、火山活動の把握、当面の注意