

火山噴火予知連絡会  
伊豆部会 (第1回伊豆大島の火山活動に関する勉強会) 議事録

日時：平成17年11月22日10時00分～15時10分

場所：気象庁講堂

出席者

部会長：渡辺

出席者：藤井(敏)、石原、森、上嶋、中田、平林、上総、村上、鶴川、篠原、櫻井、横田、伊藤、高橋、山岡、津久井、森田(地震研)、笹井(東京都)、西村(地理院)、藤田(防災科研)、川邊(産総研)、大谷(代理：海保)

オブザーバー：尾崎(内閣府)、大城、井上(文科省)、森(地理院)、福井、北川、高木、坂井(以上 気象研)、今泉、熊坂(以上 地磁気)、内田、中辻(内閣官房)、藤田、安本(以上 総務省消防庁)

事務局：山里、川原田、宮村、松島、長谷川、石森、齋藤、棚田、道端

横田：5分間の報道関係の頭撮りを行う。出席者の紹介。会議終了後、渡辺伊豆部会長と横田で簡単に報道に説明を行う。

事務局：席上配布資料の確認。

渡辺：伊豆大島の現観測体制と観測データに基づく火山活動の現状について、また少しさかのぼったことも絡めて議論したい。最初に気象庁から観測体制等について説明して頂く。

【気象庁の説明】

- ・資料(その1)で、現観測体制及び今後の予定も含めて説明。間違い等あればご連絡いただきたい。
- ・地震活動については1986～1990年にかけて活動があり、それ以降は、時折、山頂下及び周辺部で活動がある。
- ・1986年の噴火後、噴煙活動は次第に低下し、現在は遠望カメラによる観測では噴煙は観測されていない。
- ・2001年より3点のGPS観測を開始した。これによると大島は緩やかに膨張している。86年(噴火直後)より光波測距の連続観測を津倍付一神達間で行っており、伸びの傾向が続いていたが最近はやや頭打ち。
- ・噴気、火口底の温度は86年噴火以後、低下傾向にある。
- ・p5以降は86年噴火時および前後の活動状況。
- ・参考資料として現在の観測体制とその履歴を示した。空振計も島内3箇所に設置(86年の噴火の時は未設置)。
- ・p11以降は機動観測の履歴。

【気象研の説明】

- ・GPS、EDM観測を行っている。昨年からは重力の繰り返し観測を開始。観測は繰り返し観測か現地収録が中心。1998年からGPS観測を島内20数点で行っている。多くの測線で概ね一定の割合で伸びが続いている。特に、東北東-西南西の方向の伸張が大きい。ただし、カルデラ付近(三原火口)では局所的に収縮、沈降の傾向。
- ・EDM観測は1997年以降、繰り返し観測を行っている。三原火口周辺で収縮経過が明瞭にみえるが、それ以外の測線のカルデラ周辺で若干伸びの傾向が卓越している。地殻変動観測から、深さ約7kmに球状の圧力源、約2kmに岩脈状の圧力源、海水面付近の所に収縮源の3つのソースで変動をうまく説明できる。

- ・重力の繰り返し観測は、まだ始まったばかりなので、年周変化を捉えている程度。
- ・今後の観測計画は、来年度からの5年計画の特別研究が始まる予定。その中で、EDMの繰り返しをAPSに。EDMについても1つの観測点を複数の点から行うことにより観測点（ミラー）の変位の変化をみたい。傾斜計をカルデラ付近に3～6点設置。これらは想定している岩脈マグマだまりを詳しく見るために、それを挟むように設置する予定。GPSの連続観測化も。

#### 【地磁気観測所の説明】

- ・1986年の噴火1ヶ月前は野増を含む広い範囲で全磁力の増加が見える（ピエゾの効果も含む）。電気比抵抗構造は西側が東側より低い。
- ・現在のところ、伊豆大島での観測の予定はないが、今後の議論を受けて必要であれば伊豆大島での観測も行いたいと考えている。

#### <質疑・応答>

- ・p20の図は観測変化の全体の変位を説明するモデルか？
- ・1998年の繰り返し観測開始から2003年までの平均的変位からのモデル。
- ・地磁気観測で1970～1980年にかけては長期的なトレンドとして伊豆大島は明らかに異常で、深い部分の圧力増加によりピエゾ磁気が増えていったのであろう。
- ・86年10月半ばから変化が大きくなっていった。
- ・このときにELFでもカルデラの中の浅いところで抵抗が低いところがあった。熱水拡散がおこったのではないか。

#### 【地震研の説明】

- ・地震活動の推移について、83～85年は、カルデラ外の北西領域、西側で発生、83年には北西で群発。86～88年は割れ目の形成に伴う、北西－南東方向の地震活動。その後、地震活動は低下、89～91年は山頂直下の非常に浅い地震以外はほとんどない。90年以降になり周辺で地震が発生するようになり、95年頃からカルデラ内の地震と周辺の地震。噴火前にはなかった地震活動として、東側の浅い地震がある。
- ・2004年は春から夏の膨張の加速に伴い地震活動は活発。2005年は膨張レートが落ち、地震活動は相対的に低調。カルデラ内の地震は膨張レートに対応して増減がある。周辺の地震はある程度歪みをため込んで短時間の群発を起こす特徴がある。
- ・今年11月4日に発生した長周期のイベントがあった。震源は初動から火口の南側の浅い部分。似たイベントが15日、21日にもあった。
- ・これまでの報告にあったように、山体の膨張がみえている。東西方向結ぶ基線(p30)の特に北側で2003～2004年に伸びており、2004年春から夏に顕著。南北測線(p31)でも同じような傾向がみえている。
- ・最近の動きを86年頃の光波測定の測線で見ると(p33)、御神火茶屋から山頂の測線で今年8月頃から伸びている。
- ・2004年4月～7月の水平変位のパターンは放射状で深部に何かが入ってきたことを類推させる。2004年8月～2005年2月および2005年4月～7月ではきれいなパターンはみられない。
- ・2004年4月～7月の変位を茂木モデルで仮定すると、温泉ホテルのあたり4.3kmに求まる。水平方向はかなり押しえられるが、深さは3kmより浅くはないが正確にはわからない。構造探査等の結果からはこの辺にマグマがトラップされたと考えるのが妥当。
- ・2004年4月におこったイベントについて、カルデラ内で起こった地震と周辺部の地震に分けてみる。周辺部の地震は群発して短時間に起こる傾向がある。カルデラ内の地震は2004年7月頃、積算傾きが小さくなっている。

その間、南北方向の測線で地震と同期して伸び、8月頃から横這い。傾斜計でEW（山方向）で4月頃から山上がりで7月頃には止まっている。山体の膨張、傾斜の山上がり、地震の増加が同期している。

- ・過去に同様な変化がないか国土地理院の測線でみると、2000年の三宅のイベントの前と後を分け、リニアなトレンド除去してカルデラ内の地震活動と比較すると、山が伸びることとカルデラ内の地震活動活発になることと非常によい相関がある。
- ・見かけ比抵抗の最近の特徴としては、2003年から2004年にかけて約10%減少、その後は小さい。2005年9月末に開始した山頂剣ヶ峰西麓での観測では、地中の10月末頃からCO<sub>2</sub>ガス濃度が増えている。全磁力変化では、1990年以降、火口の温度が下がって帯磁する傾向がある。最近は鈍化傾向。最近3年間を直線で近似して得られた変化量は、火口の南側の新山付近の浅い(海拔180m)に帯磁ソースを、カルデラの北西部(海面下1430m)に消磁ソースで一応説明できるが、深い方のソースは東西方向に観測点がないので場所についての精度はない。

<質疑・応答>

- ・地磁気観測所の結果について、今の観測点との関係について、どう考えたら良いか？前回の噴火の前の変化も踏まえて。
- ・地磁気観測所は観測点が少なく、野増と断続的に観測していたカルデラ内の観測点だけである。柿岡や鹿野山、八丈島との関係を全磁力の15年位の経年変化で比べると、伊豆大島だけ柿岡に比べ横ばいで、その他は増加している。柿岡一野増が、本来なら右肩上がりのはずがフラットになっていた。しかし、今回はそういう事がわからない。理由は、昔に比べ過去10年のトレンドが変わったか、1986年の噴火により消費した分の帯磁が大きすぎて年間数ナノテスラの変化がわからないのかもしれない。
- ・1986年の噴火では、元町に比べ山頂が隆起していない。ソースの位置が山頂ではないということになっているが、GPS等で何か検知したか？
- ・p33の4番の測線、三原山を基準にして御神火茶屋がずっと上がっている。山はずっと沈んでいる。そういう塑性変形の中にマグマが貫入する弾性変形があったのではないかと考えている。
- ・補足すると、1986年の噴火の前は基線が少なかった。年1回の繰返し観測では1975年頃から全体的に大島は膨張していたが、1980年頃から鈍化、1986年噴火の3年位前からはカルデラが全体的に縮み気味という兆候があった。現状はまだそういうトレンドには至っていない。
- ・2000年の三宅島・神津島のイベントの影響はわからないが、その前後で経年的な膨張のレートが6割位に減っている。
- ・追加すると、この伸びと山頂の地震活動は、2000年までは1年に1回、2000年以降は2年に1回のペースになっており、2000年の(三宅島・神津島の)活動は、大島に変化をもたらしたと思われる。
- ・p38の距離(縦軸)のスケールは？
- ・1目盛1cmである。
- ・p32~33の図はピークを挟むように作成したものか？
- ・ピークを挟むというよりも、なるべく長い基線を選んだ。
- ・山頂カルデラのイベントとの相関について言っているようだが、どの基線が一番顕著に表れていると考えているか？
- ・ソースそのものは深さ3~4kmと考えており、長い基線が良いと思う。地震そのものは地殻変動を起こさない。マグニチュードも小さく、コサイスマックなものはない。マグマが入ってきたことによって地震活動が高まると考えている。今年9月からのイベントがどうなるか見ている。前のイベントとソースの場所が違っている。
- ・(ソースが)もう少し浅い可能性もあるということか？

- ・わからない。

【防災科研の説明】

- ・p46に概要を示してある。
- ・p47であるが、2004年の中頃から気象庁の観測点を用いており、その頃から震源がよく決まるようになった。
- ・傾斜の観測結果について、p49でこの半年間、p50で過去4年間の日平均値を示している。雨の影響や地震による跳びの影響で、長期的な変化を見るのは困難である。
- ・1986年の噴火の時の変化をP52に示している。噴火時には御神火で100マイクロラジアンを超える変化が出ており、1986年程度のことがあれば島全体でマグマが上昇してくる過程がわかるであろう。
- ・p53で示すように、面積歪で1988～94年に伸び、1998年以降は縮みが観測されている。原因はわかっていない。年周変化は海洋の影響と推定される。
- ・p54の地磁気の変化は、10ナノテスラ位の変動を見ている。
- ・p55～56は、重力の観測を始めたという紹介。

<質疑・応答>

- ・p53の歪変化の反転はセンサーが変わったからか？
- ・センサーは変わっていないが、その他の機器、設置場所、変化が本物か等については不明である。年周変化は前後で同じ変化が出ている。
- ・2000年から変化している点が、国土地理院のGPS基線長変化と似ているのではないか？ 下駄を履かせれば同じように捉えられるのではないか。
- ・国土地理院のGPS基線長変化とは年周変化について共通性を見てみたが、よくわからない。

【産総研の説明】

- ・p57は熱水系のモデル化の紹介である。AMT法探査を今後3年間、自然電位マッピングを引き続き継続して行う。また、自然電位の連続観測を新たに行う予定。これらの結果を基にシミュレーションを実行する計画である。

<質疑・応答>

- ・いつ頃から始める予定か？
- ・年明けから予定している。

【国土地理院の説明】

- ・資料(その1)のp1で、図のGPS連続観測点の位置に誤りがあるので修正願う。
- ・三等三角点の大島灯台と御神火茶屋の間に1970年から1986年の噴火前まで伸びが見られていた。島の膨張に対応していると考えられる。また、噴火後も島の膨張が再開して現在まで続いている。
- ・地理院資料のp2の右上の図(2000～2004年の地殻変動)は、GPSと水準測量の結果を重ねて表示したものである。GPSの結果では、深さ5kmを圧力源とした茂木モデルを構築できたが、水準測量の結果を重ねると、開口性のダイクモデルが必要である。
- ・p2の右下の図(伊豆大島GPS連続観測結果)では、2000年を挟んで変わったのではないかと考えられる。南北基線では明らかに2000年頃からレートが落ちている。しかし東西の基線でははっきりしない。茂木モデルより複雑な力源が必要と思われる。

- ・水準測量 (p2 の右上の図 (前出)) では、島の東部と西部に隆起の中心があり、南東部の沈降が噴火の直後から続いている。これには2つの解釈が考えられる。一つは生きたダイク状のマグマだまりがあり、開いて沈降しているというもの。もう一つは1986年の噴火時にここに貫入したマグマが、冷えて重力的に落ちているというもの。なお、水準測量結果ではC火口付近でも落ちているので、少なくともC火口では一旦できたダイクが冷えて落ちていると考えられる。
- ・1986年の噴火直前に島が膨張していたかが一つの注目点である。p6の下図(「Episodicity of Seismicity and Deformation」)及び「基線変化と地震の相関」)で見ると、カルデラの外の地震と地殻変動に相関がみられる(地震は東大の自動決定の数である)。もし、この相関が信用できるとすると、1986年にも島の北部や西部で地震が起きており、膨張があったということが考えられるのではないか。次のシナリオを考える上で、地殻変動が続いていつ噴火が起きるのか、一旦止まるのかが分かれ道になると思うので、様々なデータを比べて見ていく必要がある。

<質疑・応答>

- ・外周部の地震と相関がないとは言っていない。しかし、カルデラ内の地震の方が顕著であり、圧力に敏感であると考えられる。地震活動全体として相関があると考えている。
- ・南東部の沈降が開口ではなく、他のディスロケーションとかで説明できないか? 火山ではなくテクトニックなもの可能性はないのか?
- ・p2の右上の図(2000~2004年の地殻変動)で見えている沈降は非常に顕著で地溝状のものだと考えられる。先ほどの意見に付け加えて、地すべりのなものも考えられるが、1986年に沈降した所と同じ場所なので、1986年と関係付けた思い込みもあるかもしれない。
- ・p24の震源分布で1998~2000年またはそれ以降で、深さ2kmくらいなのでやや深めであるが、円弧状に地震が分布している。ここは相模湾に向かって急傾斜の礫層が前面にあり、地すべりの要素はぬぐえないのではないか。
- ・各委員の意見をまとめると、地殻変動膨張量が年平均で200万~400万m<sup>3</sup>位、年1回もしくは2回発生しているという点では意見が一致しているようであるが、浅い所にダイク貫入があつてそれが続いているかという点では意見が違ふようである。コンスタントに浅い所に供給されていると考えているのか? 大きな噴火のたびに供給がありその後は冷えているだけなのか? C火口では後者の傾向はあるようだが。
- ・震研資料のp35にあるように、「島の東西に開き」は茂木モデルでは説明できない。隆起が足りない。北西-南東方向のダイクを入れると説明しやすい。上下変動は誤差もある。その辺を踏まえて検討が必要である。
- ・観測誤差を考えると、ダイクがあつても地表変位は小さい。ダイクについては積極的に支持できない。ダイクとみる為にはもう少し変動量が必要。2000年で状況が変わった時にダイクの貫入はあつたかもしれないが、茂木モデルとダイクモデルが同時に起こる必然性はない。
- ・地理院資料のp2の右下の図(伊豆大島GPS連続観測結果)では、2000年は三宅島-神津島間の開口なので南北の基線に効くため、2000年以前か2001年以降でフィッティングすべきである。  
地理院資料のp2の左下の図(板状マグマ溜まりを示唆する別の証拠)は、茂木モデルと割れ目のモデルをいっしょにしたものか?
- ・気象研(高木)が作成したモデルは3つの圧力源を考えている。中央部の膨らむセンスの茂木モデル、南北走向のかなり大きなダイク、三原山近くの小さな収縮源の3つで説明している。
- ・深さは海拔下2~3km、大きなものは深さ6kmくらい。
- ・カルデラ北部を中心に放射状に近いような変動のソースとして、茂木モデルだけでよいか、それとも東西に開くようなものを付け加えた方が良いのかという点はいずれハッキリすると思うが、もう一つの問題は、南東部にも

開くような変形があるのかどうか、あるとしても原因が同じかどうかまだハッキリしていないのではないかと。それに関係して付け加えると、1986年の割れ目噴火前後の水準測量では北西-南東方向に沈降域はあるが、直線にはならず、C火口列付近の北西部と南東部ではつながらずにオフセットしている。この南東部が開いたのは確かであるが、これが一連の(割れ目噴火にともなう)マグマ貫入によるの(だけ)か、また、現在もダイク貫入が継続しているかが今後確かめていくべき問題である。

- ・気象庁の光波測距(津倍付-神達)は一番長い期間見ているデータになるが、2000年頃に(伸びが)止まっている。また、気象庁の地震回数では、1991~2001年頃まで少なく、それ以降多い。これを比べると、地震が少ない時に伸びて、多くなると伸びが止まるというように見えるが、どう解釈したら良いか? また、渡辺先生の論文p275では、2000年頃から seismicity が下がっている。1980年頃と同じように見えなくもないが、そう言えるかどうか?
- ・気象庁の観測では2001年以降地震は増えている傾向とのことだが、震研の観測では島の周辺の地震の積算値は、2001年以前に比べるとそれ以降はその勾配が緩やかである。地震の回数は1997~98年がピークであった。1989~90年頃から地震が増えてきたが、2000年頃からむしろ少なくなってきた。 (2000年頃に地殻変動の) 膨張レートも鈍化し、地震も頭打ちになった。しかし、膨張は止まってはならず、また縮んでもいない。この点が違う。この件については午後追加説明する。
- ・三宅島の噴火を境にレートが変わったという点についてはどういう状況を想定しているか?
- ・三宅島-神津島間のイベントでは、応力としては南北方向に圧縮した。膨張レートが何故落ちたのかはわからない。
- ・三宅島-神津島間の下への(マグマの)貫入により応力が変化した。GPSで見ても神津島-大島間で変化があり、噴火後も Exponential に続いている。止まっていない。この変化が Passive なものか自力かの区別をしたい。完全に Passive ならもっと変化が小さいと思う。自力の要素があるかもしれない。この応力の変化は、このダイクの貫入の影響によることは間違いない。
- ・2000年で、膨張レートだけでなく変動源の深さも変わったのではないかと? 南伊豆基準で見た岡田の潮位変化によると、岡田観測点の隆起の程度が、2000年前までは急速だが、その後はあまり隆起していない。すなわちソースが浅くなったとも考えられる。GPSの観測結果からはどうか?
- ・そういう視点で見えていなかったので記憶にない(わからない)。
- ・ダイクが開いた大島の方向は圧縮場であり、貫入する時に余計にエネルギーが必要になる。したがって、膨張レートが変わってもおかしくないと考えられるが、間隙水圧も考えるべきとの指摘もある。
- ・神津島~三宅島間の開口の大島への影響を考える場合、(大島付近での) 静水圧の変化を考えるべきである。この静水圧の変化により(マグマだまりの)圧縮が起こり、マグマだまりの中の発泡を抑制して、膨張レートの変化が起きたと考えられる。
- ・圧縮というが、圧縮の方向はほとんど南北方向なので、北西-南東方向に割れ目ができやすいというもとの性質から考えると、むしろ割れ目を開きやすくする可能性もある。深いソースから浅い所の割れ目的なものに(マグマを)行きやすくしている可能性もある。GPSの観測は島の周回道路で行っているため、深いソースの変化には効いても、浅いところのものには効かない。地殻変動のパターンを距離と変位量で見比べるなど、もっと丁寧に見ていく必要がある。潮位データによる岡田の変動で見ると、2000年以前は隆起し、それ以降はあまりない、すなわち2000年以前は変動源が深く、2000年以降は変動源が浅くなっている。三宅島-神津島間の開口で押されて、浅い方へマグマを送り込んでいる結果とも考えられる。
- ・2000年噴火時に前回1983年噴火の残りが活動した三宅島の例のようなことは大島でも起こりうる。以前、村上さん(国土地理院)が作成した1986年噴火のモデルのダイクの位置と今回の高木さん(気象研)のモデルのダ

イクの位置がかなり違っているが、今後の大島のシナリオを考える場合、今のうちにきちんと議論しておくべきである。また、地磁気についても、1986年噴火の際の二子山観測点（南東側外輪山）の変化を見ると、11月21日にはB～C火口列間にダイクが貫入し、21日夜～翌日には島の南東部にダイクの貫入があったと思われる。後者の北限は島の東部で頻繁に起きている地震（通称奥山地震）の発生場所と一致する。このように、1986年には地殻変動と地震活動は合っていると考えられるので、今回のダイクの位置もきちんと調べておく必要がある。

- ・先ほど水準測量の結果で示したように、北西部と南東部はつながっておらずオフセットしている。南東側の北限が奥山地震の位置である。北西側と南東側が同じものかは疑問の余地がある。噴火前後に行った重力測量の結果によると、南東側は確かに開いたのだが、媒質の密度が小さく、マグマではないかもしれない。現在も開いて沈降しているとのことだが、マグマが入っているのか確かめておくべきである。

#### 【その他】

- ・東大では、温泉ホテルの観測点で、地中温度、CO<sub>2</sub>濃度、O<sub>2</sub>濃度の観測を再開した。
- ・震研と気象庁で地震回数の違いを指摘されたが、この件について震研と後で確認したい。なお、今何が起きているかということの確認だが、2000年の三宅島でのマグマの貫入が何らかの変化を与えたかもしれないという点と、1986年噴火の前に見られた変換点の意味は違うものと考えて良いか。
- ・(1986年噴火の前では、)1980年前後で(地震活動の)傾向が変わった。国土地理院の基線長の変化もそれまでは伸びていたが、その後は鈍化した。

#### 【昼食休憩 12:10-13:00】

- ・伊豆半島の南伊豆を基準にした潮位変化では、岡田で1989年から潮位が下がっていたが、2000年頃から横這い。GPSや水準ではカルデラ北東部の東から西側で隆起している。最近の変動源は茂木モデルで4km、ダイクを追加すると上端が2～3kmの深さに決まる。岡田の潮位からは1986年噴火後の89年からのソースはもう少し深かったのではないか。86年の噴火後、地理院の測量はいつ行っていたか？
- ・88年と94年に行っている。
- ・これが2000年以前の観測で、この時期と2000年以降の深さが有意に違うかどうか。最近の変動では茂木モデル圧力源とダイクの位置等に時間的な変化があるかどうか緻密な解析をお願いしたい。  
噴火以前からカルデラ付近に地震研の光波の観測点があった。また、その周辺にGPS点があり測量を行った。ネットが大部分カルデラの中だからはっきりとしたことは言えないが、1989～90年の圧力源は深さ8kmになってしまう。
- ・活動の現状をどうとらえるか？わからないことがある、それを確かめるためには観測体制をどうすればよいか？
- ・1986年の噴火後では、89年後半から膨張しているが、2000年を境に膨張レートが落ちている。三宅一神津の開口変動が原因の可能性はあるがメカニズムはわからない。膨張の割合が増減し波打っており、2000年までは1年周期、その後最近は2年周期である。今年の9月以降山頂部点で膨張しており、2000年前後で空間的にも変わっているデータもあるので、丁寧に調べる必要がある。
- ・GPS観測によるカルデラおよび北部の変動について茂木モデルとそれより上端が浅いダイクを想定しているが、南東の変位もダイクで説明可能か？
- ・今の観測で十分か？付け加えるべきところは？意見ををお願いしたい。
- ・南東部の変位に対して、重力観測が必要。GPS、光波の観測では2000年以降、膨張は鈍化している。伸びたり、縮んだりしているが、縮みの原因は何か？これを説明するマグマの動きをどうみるかが重要。ドレインバック

か？

- ・南東部の開口変位は確かだが、そこにマグマが詰まっているかどうかという点では、直接的なデータは重力しかないが、それは否定的だった。
- ・地磁気のピエゾの変化は2つのダイクで説明できる。ダイクが開口したことで強い圧力を生じピエゾが変化したと思うしかない。全体の地形の中で貫入に誘導されたというイメージではあのような地磁気変化は出ないのではないか。
- ・弾性体の中でB、Cという割れ目が開き、これがトリガーとなって南東部が開いたと考えた場合、ピエゾの変化は説明できない？
- ・力学的には等価。初期応力として引っ張りがあり、その中に亀裂ができたから開いた場合には周りは縮み体積ひずみが増えたことと同じになるので、ピエゾとは矛盾しない。
- ・現在も開いている傾向があるが、詳細はGPSの観測点が真上にないのでわからない。仮に開いているとしても、原因については変位だけでは説明しにくい。1986年噴火前後に重力測定を行いネガティブな結果を出したが、今おこっている上下変動に伴う重力変化から中の物質を推定するには相対重力測定では無理。直上で絶対重力の繰り返しをやらないとわからない。今年、地震研で元町と御神火茶屋および北側の外輪の3ヶ所で行った。機械およびマンパワーが不足しているがなんとか今後もやりたい。
- ・産総研で1986年頃から地球化学の観測・解析を南東側で行っていたはずでは？
- ・観測はしていたが、結果は見えていない。
- ・土壌ガスは測ったが、結果は出ていない。
- ・縮む原因は？
- ・上昇マグマが戻る。4~5kmの圧力源が、より浅いところへ移動。脱ガスで体積が小さくなる。
- ・(資料p33) 基線長の変化は、御神火茶屋~三原山では8月以降伸びが加速、もう少し長い左上では見えない。カルデラの東西に横断する右上の図では伸びているように見える。これが本物だとすると、より浅いところで膨張？しかし、これは丁寧に見ていく必要がある。今のところ、電気比抵抗には大きな変化はないので、火口底数百m付近で86年の時のようにマグマが上がり加熱しているような事は起こっていない。
- ・ローカルにみると局所的な変動が見えるが、火山の本質的な信号を捉えることが大事であり、それには時間が必要だ。
- ・変動量が年々変化したのは確かだが、空間的なパターンの変化があるか見ていくべきだろう。1986年前後をまとめると、光波測量ではエラーはあるが74~75年から80年頃までは系統的に膨張しており、その後は横這い、噴火の2~3年前はカルデラが縮み。リージョナルには野増で増えるべきだったのに減っていた地磁気の異常変化が80年頃には止まった。火口直下では74年の小噴火後、火口底の温度が下がると伴に見かけの比抵抗が増えて南側で全磁力が増加。このころからトレンドが変わり系統的な変化あった。
- ・電気比抵抗では、2003年に10%くらい減少したが、86年の噴火前には50%減少した。前回と同じように山頂火道を使えば、前兆の変動は検知できる。現在は10%で山頂直下の定常の変化程度で、噴火前の変動はまだない。
- ・GPSで想定される圧力源からマグマが上昇し、そこに火口ができるとすると、今の観測網で似た現象がみえるか？
- ・86年前後で何が違うかという点、B、C等の火口列ができ、今はそのマグマソースを埋めているのかもしれない(本体は深いところ)？92年頃までの光波からはやや圧力源は深めに求まる。自然地震を使った散乱トモグラフィでは、深さ10kmと小さいものが5kmにある。90年以前の変動源の深さが有意だとすれば10kmに対応していて、最近のものは5kmのものか。GPSの観測を精密化して2つを区別できないかが課題。
- ・(p43) 全磁力がカルデラの南(FUT)と壁に近いところ(MI2)で減り始めているようにみえる。また、MI0とMI1は減少していない、深いところのソースの影響か。南側からしか見てないので決めにくい。北側にプロトン配



置することは急務である。地磁気、比抵抗で観測する。

- ・二子山、波浮を含めた変動でモデルを出すと火口南部の新山直下の帯磁ソースとカルデラ北寄りに消磁ソースが決まる。カルデラ北部に観測点をおいて本当にこのあたりに消磁ソースがあるのかを確かめたい。

## 噴火履歴とシナリオについて

### 【伊豆大島噴火史概説】(産総研)

- ・噴火履歴をまとめた。伊豆大島は3~4万年前に海上に出現。2万年前からスコリア放出→溶岩流出→火山灰放出の基本パターンを繰り返している。
- ・約1500年前にカルデラ形成? 中村(1964)では12に噴火ユニットに分けた。これは10億トン以上の噴火が対象で最新は1777年(Y1)、カルデラ内で噴火開始→スコリア放出→溶岩流出、それぞれに側噴火が発生。もう少し細かく見ると小山・早川(1996)では、24回に分類される。
- ・噴火のタイプを3つに分けている。タイプ1:10億トン以上の噴火で降下スコリア、降下火山灰を伴う、タイプ2:降下スコリアを伴う側噴火(1986年はこれ)、タイプ3:降下火山灰でやや規模が大きいの。
- ・噴火様式は、山頂噴火:溶岩噴泉・準プリニー式噴火→溶岩噴出、爆発噴火に伴う火砕サージ、側噴火:溶岩噴泉・準プリニー式噴火→溶岩噴出、カルデラ形成:山頂でのマグマ水蒸気爆発、ただし、陥没や地すべりの可能性も。
- ・噴火頻度は、大噴火は約2万年前から平均200~150年間隔で発生。最初に噴出レートが高い時期があり、火山灰を放出する時期が15年~20年くらい続く(記録がはっきり残っているのは少ないが)。中規模噴火の間隔は明治以降ほぼ一定していて36~38年。1986年は活動期が短く、側噴火を起こしているという点で特異な例である。
- ・中村(1964)では、Y4~S1の溶岩流噴出体積が同じ数値になっており、これはカルデラの中の体積を等分割しただけで、この値は怪しく、長期的噴出率として使わない方がいい。長期的噴出率をみるためには、小山・早川(1996)が使える。テフラからみるとN1を境に放出率がやや低下しているように見える。Y1のあとで噴火がないので、噴出率からみると現在は地下に過剰にマグマが溜まっているように読みとれなくもない。問題点は溶岩流の量が入っていない、N期以前の噴火年代の信頼性が低い。
- ・過去の噴火パターンから噴火シナリオを考えてみた。
- ・タイプ1が全体の半分くらいで、山頂噴火→溶岩噴泉→スコリア降下→溶岩流出、その後、縦穴火口再生に伴って爆発的噴火、場合によっては火砕サージというパターンの確率が高い。山頂噴火に伴って山腹噴火が始まるのは稀であり、Y4、N3.2の2例のみ。その場合は、溶岩噴泉→溶岩流出→海岸近くでマグマ水蒸気爆発となる。山腹噴火から始まるタイプ(Y5)山頂噴火がなかったとは言い切れないが溶岩噴泉・火砕丘を形成し爆発的噴火はない。地質学的証拠によるシナリオでは山頂噴火→溶岩噴泉→スコリア降下→溶岩流出、その後、縦穴火口再生に伴って爆発的噴火(p6の上段)が最も確率が高いが、3回に1回は山腹噴火なので考慮する必要はある。

### <質疑・応答>

- ・確率とは、事例数から計算されているのか?
- ・24回の噴火のうち、17例が山頂噴火、そのうち4例が山頂噴火→側噴火、7例が側噴火である。
- ・(図の) 囲い込みの意味は?
- ・実線は100年以内、破線は1000年以内に発生した事例の意味。
- ・Y5は、山頂噴火があったかどうかはわからないということか?
- ・例えば86年の山頂から放出されたスコリアは100年経ってからでは確認できない可能性が高い。このように山頂噴火がなかったとは言い切れない。

- ・側噴火はカルデラ内で終わるものもあるか？
- ・ここで山腹噴火というのは現在の三原山から出ていないということ。火山灰の放出を伴わないので縦穴状の火道を作っていないと考える。
- ・三宅島との類似とはいつの噴火か。
- ・三宅の2000年噴火に似ている印象。1500年前の方がずっと規模が大きいが、出てきたものの特徴は似ている。
- ・マグマの性質は違うが、セントヘレンズの山体崩壊と似ているかと思ったが、もう少し穏やか？
- ・1500年前のS2の角レキはほとんど全島を覆っていて、厚いところで10m位。
- ・S2と三宅島が似ているとは？海底噴火が割れ目噴火で、8月18日の山頂噴火がS2の角レキになると言うことか。何に着目して2つを結びつけるのか。
- ・爆発的な噴火を起こして温度の高くない角レキを放出、細粒の火山灰の中に大量の火山豆石。湿った噴火である。そのとき現在のカルデラ壁を形成したのであろう。噴出物の規模としては違うが出た堆積物の特徴は似ている、カルデラができたと言う点も同じ。
- ・水が関与している噴火ということか。
- ・量的にはどれくらいちがう？
- ・三宅島2000年噴火より、S2はずっと大きく、0.1km<sup>3</sup>。

#### 【伊豆大島火山の側火山と全岩化学組成】

- ・割れ目噴火の空間・時間分布を知っておくことは重要である。
- ・側火山からサンプルを採取し分析を行った（山頂噴火のものは扱っていない）。側噴火噴出物を岩石学的特徴からグループ1~3に分類した。無斑晶質で組成が均質なもの（グループ1(G1)：●）、無斑晶質で分化が進んで組成幅が広いもの（グループ2(G2)：○）、斜長石斑晶に富むもの（グループ3(G3)：☆）。G2(86年等)はカルデラとその北西及び南東に限られ中心部に分布。G1はカルデラ周辺。G3は中心から離れた古期大島層群だけに限られる。
- ・分化の進んだG2(86年)はカルデラの近くの比較的浅いところで生成され出たもの。組成の幅の狭いG1は山頂からの噴出物と組成が近いことがわかっているため、山頂に供給したマグマが山腹に出たもの。G3は深いところから山頂に供給したものが遠くに出たもので、新期大島層群にないことからカルデラ形成を境にマグマ供給系にも影響があった。

#### <質疑・応答>

- ・G1は山頂噴火を伴うことが多いと言うことだが、出口が離れている。マグマは同じところから供給されていると考えるか？
- ・組成が似ている。深い主マグマ溜まりから派生したものと考え、それが遠くに出た。
- ・今のGPSから求めた圧力源（北外輪）はG1と対応しますね？
- ・G2付近ですよ。86年の割れ目噴火の火口列B、Cがあったが、震源は有意に東側にずれている。元々どこに圧力源があったかという、今の膨らんでいる中心でもおかしくない。
- ・G2とG1で噴出物の量に差はあるか。
- ・G2は小規模なときが多い、G1は大規模が多い、という傾向。
- ・過去の割れ目噴火の量および組成と86年の関係は？
- ・比較的大きな噴火をするときはメインのマグマ溜まりから出たのと同じような側噴火がある。マグマポケットからの場合は規模が小さい。

- ・ G2は後者で86年のB、Cから出たものもそうだという解釈でいいか。G1、G2の頻度および最近の様子は？
- ・ G2は8～10世紀、14世紀、1986年。G1は150～200年に1回。
- ・ 系統的にはどちらかが古い、新しいというのではない。
- ・ ダイクの貫入を考えると、マグマポケットは、ダイク貫入の残りと考えればよいか？
- ・ そう。しかし、ダイクがいつあったとか、前のものが生き残っているかなどはわからない。
- ・ カルデラ北部を中心とした2000年以降の変動はG2を準備している？南東の変位も浅いものとするG1に相当するが。GPSではどうか？
- ・ 波浮付近とその西側にもG1が並んでいる。それと水準で見つかっている沈降が一致している。今のところ水準のデータを説明できていないので何か活動しているものがあるのかもしれない？いろいろなことを視野に入れてもう一度モデルを組み立て直す必要があるかも。
- ・ 波浮の沈降のソースは深い？
- ・ どちらかといえば浅い。ダイクを作るとするとその両側は開かなければいけないが、繰り返しGPSや地震研GPSでは見えていない。もしかすると海に出ている可能性もある。
- ・ 地震研の震源分布で、89-91年、92-94年はカルデラ内に震源が分布し、その後広がっている。観測網や検測の違いか、本当に拵りを持っているのか。ダイクが出る過程とみられないか？
- ・ 観測網は、92-94年と95-97年でそんなに違いはない。周辺は応力が高まらなると地震が起こらないので89年の後半から山体膨張が始まりそれがある程度進んだ状態でおこり始めたのではないかと考えている。  
カルデラ北部浅部の変動ときたるべき活動の時にG1のような割れ目噴火をするのか。  
東側沿岸に達しているも(G1)のは中心からずれているので、いまのカルデラ北部の変動中心より深いところから来たと考えた方がいいのでは。  
波浮で異常に沈降している。これを弾性変形で説明しようとする浅いところに割れ目を置かないとすると、起源は何？
- ・ 水準測量では南東部で下がっている。解釈としては弾性的、組成的、可能性は低い地理的にローカルな変化かもしれない。
- ・ 気象研の垣原の変動は開口割れ目を波浮付近まで伸ばさないと説明できない？
- ・ 気象研のGPS (p20)で南東部は膨張で東方向の変動で、上下は沈降。1本のダイクでの説明は難しい。
- ・ 単純なモデルで説明しようとする非常に浅いところにソースをおけばいいが、起源はわからない。また、カルデラ北部のマグマの蓄積との関係は？それを確認するためには？
- ・ 横山・沢田がこの付近の変動を議論しているが？
- ・ その報告では信用してはいけない基準点としている(道路端、工事あり)。しかし、変動は系統的であることから、マグマ的なものか深ところの変動を反映したものだと思っている。  
少し離れるが、波浮の変動域の西側にある間伏では、2004年4月～7月は西に開いているようにはみえない。
- ・ 現状の観測データからは、カルデラ北部深さ約4kmにマグマだまりが、もう少し観測データに合わせようとするダイクを追加。これらを精密に、また時間的な変化があるかが解析の上では課題。南東および南部の変動を説明するには、この付近におよぶような比較的浅いダイクで説明できるが、原因は不明。これをGPS、水準と絶対重力の観測によって確かめる必要がある。
- ・ シナリオについては、割れ目噴火の位置としてG1、G2に分けられるが、現在のマグマの蓄積がどちらに繋がるか観測の面でもこれを突きとめられるように。

- ・議事概要を説明。
- ・今後、火山基本図の充実を至急お願いしたい。レーザープロファイラーの調査も行って欲しい。
- ・1年間に数百万のレートで20年近くにわたってマグマが蓄積されてきている。断続的か連続的かはわからないが次回にそのような点に踏み込めるような議論を。
- ・最近の変動モデルでは年間200万。2000年以前は3~4倍あった。特に89年後半から90年にかけてはカルデラの膨張は下に凸、1000万くらいだったかも。深さがわからないと厳しいが、深さをある程度で押さえ、蓄積状況を把握する。
- ・その基礎となる86年噴火前からある水準測量のデータが欲しい。
- ・15:30から議事概要を基に記者説明を行う。