

資料 6

火山噴火予知連絡会

伊豆部会（第 5 回伊豆大島の火山活動に関する勉強会） 議事録

日時：平成 19 年 5 月 11 日 10 時 00 分～12 時 25 分

場所：気象庁講堂（気象庁 2 階）

部会長：渡辺

出席者：渡辺、上嶋、武尾、中田、藤井、森田、森、三浦（池内委員代理）、相澤（西本委員代理）、永田（土橋委員代理）、宮寄（仙石委員代理）、村上、西村、鷗川、藤田、川邊、笹井、津久井、山岡、平林、濱田、横田、北川、山本、山里

オブザーバー：榊原（内閣官房）、長谷部（内閣府）、長岡（文科省）、東、高橋（以上、総務省消防庁）、戸澤（海保）、植田、大谷、根本、平岡、川元、藤原（以上、地理院）、田中、内田（東京都）、上田（防災科研）、豊沼、熊坂（以上、地磁気）、福井、坂井（以上、気象研）

事務局：北川（貞）、宮村、中澤、本多、北川（賢）、大賀、谷口、中村、黒木、小島、田中、西田、藤松、井上

1. 開会、2. 出席者の紹介、3. 資料の確認

火山課長：当初は 12 時までということであったが、内容が膨らんだため本勉強会は超過する見込み。

特に最近の伊豆大島の活動についてトピックスとして入れている。また、この度火山噴火予知連絡会の運営要綱の改正が行われたので、席上に要綱と細則を配布している。本件は会長一任ということで照会・相談させていただき、各委員に了承していただいていたもの。これに基づいて今回の勉強会は開催されている。部会のメンバーとして委嘱させていただいたのが部会長以下 10 名、およびそれ以外に勉強会に必要ということで出席をお願いしている方が 15 名、合わせて 25 名となるが、要綱の体裁が変更されたことを受けて、改めて参加者リストを用意した。本日の出席者紹介。内閣府池内委員代理で三浦企画官、国交省砂防部西本委員の代理で相澤火山・地震対策係長、文科省土橋委員の代理で永田地震火山専門官、海上保安庁仙石委員の代理で宮寄火山調査官。京大石原先生、産総研篠原委員は都合により欠席。前回議事録を配布、訂正があれば事務局まで。なお、本日の勉強会では報道対応は予定していない。報道対応は次回以降の予定。

事務局：席上配布資料の確認。

4. 検討

部会長：最後の今後の検討の進め方については、後ほどそのたたき台を説明する予定であるが、できれば主要な噴火シナリオについて挙げて、意見をいただきたいのでよろしく。

1) 1950 年噴火レビューの追加報告

【伊豆大島火山 1950 年噴火フェイズ I に伴う地磁気変化の再検討】：東京都総合防災部

- これまで、1950 年噴火フェイズ I (7~9 月) の前後で地磁気伏角の大きな変化が Rikitake (1951) により報告されている。その解釈では、消磁された磁化を 30A/m と仮定しているが、これは現在航空磁気測量で求められている磁化の 3 倍である。もし 10A/m を仮定すると、全てがマグマである必要はないが、直径 5km の球状消磁球となるという結果が得られた。
- 現在一般に用いられているインバージョンの手法とは違う Rikitake (1950) の方法で求められた Rikitake 解 (第 2 図の▲) の双極子磁化の伏角は大体地球磁場と反平行だが、その偏角がかなり東向き (S42° E) であり、これを熱消磁で説明するのは困難である。Rikitake 解の位置で熱消磁を仮定すると (第 2 図の◇)、観測値の説明は割とよくできる。
- Rikitake (1951) では観測点の位置が記載されているので、このデータを利用して双極子を仮定したソースのインバージョンを行った。地球磁場方向に帯磁している岩石が完全に磁化を失ったと仮定して、観測値をよく説明できる最適解は、ほとんど Rikitake 解に近い位置となった。O-C は 3 分程度で Rikitake 解よりよい。第 2 図で有意に点線を外れる点が 2 点あるが (観測値として 25~30 分と大きく変化した地点)、これを除くと全体として双極子としてよいような Fitness であると考えている。これを除いてしまうと必要な熱消磁の体積は小さくなる。直径 5km というのは少し非現実的であるが、もう少し小さな領域の熱消磁だけで説明できるのではないかと考えている。
- 三軸不等楕円体を用いたインバージョンを現在やっているが、この十分な結果が出せなかったため、今回は双極子で近似した結果を報告する。

(質疑等)

- 以前にダイク状の熱消磁源の方がよいのではないかとあったが、それほどダイク状でなくてもよいのか。
→双極子でかなりよく説明できる。ダイク状も現在試しているが、Fitness はあまり変わらない。
- 本報告は昔の貴重なデータをできるだけ汲み取るという趣旨で行っていただいたが、今後 86 年の割れ目噴火の原因について考える上でも重要な知見が改めて得られたと思う。

2) これまで検討した噴火 (安永、1950 - 51、1986) 以外の事例のレビュー

部会長：今まで主として安永以降の噴火のレビューをしてきたが、違うタイプの噴火についても検討しておくべきではないかと前回議論があったことを受けて、産総研と千葉大に安永以外の噴火のレビュー、火山灰を大量に噴出するような噴火について報告していただく。

【伊豆大島新期大島層群の年代、N 1 期噴出物及び噴火様式、Y1 期 (1777~1778 年噴火) 期の火山灰期噴出物】：産業技術総合研究所

- カルデラ形成以降初期の噴出物年代と、火山灰を大量に出している N1 期の噴出物と噴火様式につ

いて議論、Y1 期の噴出物の詳細について報告する。

- ・ カルデラ形成期である S2 期については、これまで約 1500 年前という年代が得られていたが、1990 年代以降加速器年代測定が普及することで同位体補正、暦年補正が可能となったが、その値はどれも約 1700 年前、3 世紀前後の年代を示している。本報告以外の他の研究者による年代も 3 世紀に集中していることから、S2 期については 200 年～300 年古くなる可能性が高い。
- ・ 火山灰を大量に出している N1 期については、津久井ほか（2006）が根拠とした風化土壌からの流紋岩質火山灰を私も検出しているので、この火山灰がどういうものかきちんと調べないと結論は出せないが、少なくとも年代値はこれまでと大きく変わらないことがわかった。
- ・ N1 期噴出物は、火山灰の占める割合がかなり多いスコリア・火山灰互層。テフラ噴出量は新期大島層群中最大で、厚いところでは 4m を超える層厚がある。
- ・ P3 図 3 は伊豆大島南中腹の林道沿い。図 4 は一周道路沿いで泉津の東。
- ・ 厚さの変化が激しいことや明確な鍵層がないことから、個々の層準を追跡するのはかなり難しい。2 層準ある硬い火山灰卓越層については、大まかには全島を追跡することができる。
- ・ N1 期噴出物はマグマ水蒸気爆発による生成物か。
- ・ 現在はカルデラが非常に浅くなっているので、少なくとも現在の伊豆大島ではそれほど考える噴火様式ではないという気がしている。
- ・ Y1 期の噴火経緯と対比すると、スコリア層が第Ⅰ期および第Ⅱ期（おそらく第Ⅱ期を主体）の降下スコリア、A1 火山灰層は第Ⅱ期および第Ⅲ期の溶岩流を流出した際の降下火砕物からなる層。A2 火山灰は、溶岩流の流出が終わって断続的に火山灰を噴出する、おそらく植生が復活する程度の噴出物に相当すると考えられる。A2 はマグマの噴出量としてはたいしたことはないが、北東中腹では層厚 30cm に達しており、また数年から十年程度噴火が続いた記録があるので、この時期の噴出物は防災対策上重要であると考えられる。
- ・ P5 図 7 の説明。縦に入っているのは植物の茎あるいは枝の痕と思われる。向かって奥が三原山の火口であるが、比較的明るい火山灰が層を成してこの茎にへばりついているように見える。この特徴は、おそらく火山灰がそれなりに湿っていて、火口の方向から横方向の成分を持って茎に付着したためではないかと解釈することができる。

（質疑等）

- ・ N1 期のカタのでき方について、カルデラ内に水が溜まっていたことを示すのではないかと考えているが、カルデラ内でなくとも火道に水がじゃぶじゃぶ入る環境が整っていてもいいのではないかと。カルデラ内に水が溜まっていた証拠がそれ以外にあるのか。
- カルデラが深くて火道の中に地下水が浸入しやすい状況であったと考えている。例えば、Y1 期でも後期のものは多少なりとも湿った火山灰が出ているのだから、縦穴状の火道が再生される過程では比較的湿った火山灰を出すというのが現在でもある。当時はそれがより頻繁に起きていたと考えている。つまり比較的初期の段階でも起きうる地下水等の状態であったと解釈できるのではないかと。

と考えている。

- ・ N1 期は階段図で見ても飛びぬけた噴出量であり、N1 期の位置づけが大島の中で重要である。N1 期にもカルデラができた可能性もゼロではないのではないか。
→確かにゼロではない。ただ、N1 テフラはカルデラの縁を覆うように分布している場所が多いのでそれほど可能性があると思っていない。カルデラが形成される前の噴出物は基本的にカルデラ壁に切られているはずであるが、N1 は、例えばカルデラ南西縁を見るとカルデラ壁に切られておらず崖を覆うように分布している。したがってカルデラ形成後に N1 が噴出していることになる。
- ・ どのくらいカルデラが深いことが必要条件となるか。
→三宅の陥没を見ても、確かに 200m～数 100m 程度陥没すると、そういう噴火が起こる。その意味で、定性的には深い方が水付きの噴火を起こすといえる。そのような噴火様式について他の火山を含めて一般的な傾向は言えるのか。
- ・ カルデラ北側のボーリングデータを見る限りは、今のカルデラ床から深さ 120～140m 程度のところに泥炭層があるので、当時のカルデラ床の深さは現在のカルデラ床よりも 100m 以上深かったという報告がある。
- ・ カルデラ壁に切られていないことからカルデラは N1 期以前に形成されたことになるが、噴出率が高まっている N1 期は、単にカルデラ内に水があっただけでなく、何か特別な現象が起こっていたのではないか。

【伊豆大島 9 世紀の噴火と周辺の噴火・地震活動】：千葉大学

- ・ 伊豆諸島では 9 世紀に大きな噴火が起こっている（例えば 838 年神津島、886 年新島の噴火）。9 世紀の 50 年程度の間、伊豆大島でも 3 回（N3、N2、N1）、新島でドームを形成するような噴火が 2 回、神津島で 1 回、三宅島でも少なくとも 2 回の規模の大きな噴火をしていることがわかった。9 世紀の広域での地震活動、火山活動をまとめた。
- ・ 富士山で延暦、貞観の噴火。最近の産総研の研究により、その間にも噴火があったことが明らかとなっている。
- ・ 887 年新潟焼山で同火山としてはかなり規模の大きな噴火。887 年東海・南海地震と同日に噴火が発生している。
- ・ 鳥海山が 9 世紀に 2 回噴火しているらしい。
- ・ ハヶ岳は、南海・東海地震時に山体崩壊して岩屑なだれが発生して千曲川を堰き止めた。翌年それが決壊して長野に大洪水をもたらした。
- ・ 830 年秋田付近、850 年酒田付近、863 年越後平野で M7 程度の地震が続いた。
- ・ 887 年南海・東海地震。同日に長野盆地西縁断層で地震。
- ・ それらを繋ぐと、東北日本の西側からプレート圧縮境界線を経て南海トラフに至る地域で、9 世紀中頃に一斉に地震・噴火活動が起こっていたことがわかった。
- ・ この全体の活動の中で伊豆諸島の活動があったと捉えることに意味があるのではないか。1000 年単

位で見ると、広域的に地震・噴火活動が活発な異常時に、伊豆諸島の各火山が噴火し、大島のN1期の大噴火があったのではないか。

(質疑等)

- ・ カバーしている年代が 810 年から 890 年くらいの 80 年間程度と見受けられるが、例えば 1900 年代で 80 年間を見たときに同様なことが見えないか。比較して検討しても噴火や地震が多いといえるか。
→記録の保存状態と量が時代によって大きく異なっているので、同じ情報レベルで各年代を比較することができない。800 年代は六国史という公式記録が残っており、886 年までの記録がある。それ以降は情報量が格段に落ちる。それを踏まえても、本報告で示した地震をそれぞれの場所で比べてみると、例えば 1000 年に 1 回程度の繰り返し期間を持つような地震がこの時代に集中している。それぞれの断層や火山によって平均的な繰り返し期間は異なっているが、その活動が揃ってくる時代であることは間違いないと考えている。
- ・ このようなデータをもとに考察する人は多くいて、1854 年安政の南海・東海地震の発生前 50 年程度をとると本報告と似たようなことが言える。しかしそれ以外の時代では言えないだろう。
- ・ それは、記録がない期間以外でも、安政期以外にはないということか。
→見える時期を見ると見えるということ。安政南海・東海地震の前や新潟地震の前後に松代の活動等。この時期は顕著でそれ以外は顕著ではない。これまで数回の活発な活動期間があったとして、そのうちの 1 回が 9 世紀ということ。
- ・ 産総研の報告について、N1 期の年代についての年代測定値が報告されたが、サンプルや場所を含めてほぼ決定的なデータと思っていいのか。
→測定したのは土壌であり、炭化木片等と比べると多少信頼性は落ちる。今回、去年採取した試料と今年別の露頭で採取した試料で 2 回測定を行い、100 年程度違う値が得られた。この違いは放射性炭素年代測定法の限界ということで測定値に 100 年程度の誤差はあると思われるが、それでも 9 世紀に近い値は得られず、これまでの推定とそう変わらない値が 2 回出たことに意味はあると考えられる。

3) 観測体制及び観測結果について

【伊豆大島における地磁気全磁力観測】：気象庁地磁気観測所

- ・ 三原山火口周辺には既に東京大学地震研究所が全磁力観測点を設置しているが、北側が手薄なので新たに設置した。
- ・ データには時々異常値が見られるが、これはプロトン磁力計特有のミスカウントと思われる。
- ・ MIK1 観測点で継続的な全磁力増加が見られるが、観測点設置直後であるためしばらく様子を見る予定。
- ・ 期待される全磁力変化を捉えるために、観測データを補正する体制の整備を含め、データ蓄積を図っていきたいと考えている。

【伊豆大島の自動光波観測網の整備】：気象研究所

【伊豆大島の GPS 連続観測】：気象研究所

- ・ 気象研究所による観測の概要説明。

(質疑等)

- ・ 三原山北 1 の全磁力変化について、どう考えているか。
→観測点の磁場傾度が大きいので年周変化があることが予想される。データの蓄積が少なくてわからないので、その蓄積を待って判断したい。

4) <トピックス>最近の伊豆大島の活動について

【最近の伊豆大島の活動について】：気象庁

- ・ 最近の地震活動、噴気活動、熱活動、地殻変動について報告する。
- ・ 4 月 29 日、30 日に発生した震度 1 以上が観測された地震は 3 個あり、29 日に発生した地震のうちの 1 個は比較的良好に地震が発生している領域で発生したが、29 日のもう 1 個の地震と 30 日の地震は今まで求められている震源より東側で発生している。それ以降も震度 1 以上が観測された地震が発生しているが、それらは良好に地震が発生している領域で震源が求まっている。
- ・ 4 月 30 日の地震の速度波形とそのスペクトルを見ると、1 Hz かそれより少し短いところにピークがあり、低周波側に分布があることがわかる。
- ・ 4 月 29 日の比較的良好に地震が発生している領域で発生した地震でも、30 日の地震と同様に 1 Hz 付近のピークが認められる。
- ・ 2007 年 5 月 6 日、2004 年 2 月 27 日の比較的良好に地震が発生している領域での地震では、1 Hz 付近のピークは見られず、高周波成分に富む。
- ・ カルデラ付近で発生した地震の M-T 図をみると、多い時期もあるが 2006 年夏頃まではコンスタントに発生していたが、それ以降は少ない傾向がみられる。それが、歪計で伸びに転向したあたりから多くなっている。
- ・ カルデラ直下で発生した地震の積算と体積歪計の変化を比較すると、それらはよく似た傾向で変化しているのがわかる。
- ・ GPS では 2007 年 3 月頃から伸びの傾向がみられる。
- ・ 体積歪計変化からも、2 月末頃から反転しているのがわかる。
- ・ 噴気温度、火口底温度について、徐々に低下する傾向に特段変化は見られない。特に最近になって温度が上昇しているという変化は見られない。
- ・ 2 月 3 月 4 月に行った火口底の赤外熱映像観測によると、温度が高い領域は特に拡大していない。

【最近の地震活動】：東京大学地震研究所

- ・ 大島の北部、沿岸から少し陸側に入ったところで地震が起こった。従来起こっていたのは大島北側の海域から岡田にかけてであったが、その東側で起こったのはテレメータ観測を始めて以来初めてである。
- ・ 以前の勉強会で報告したが、昔の煤書き記録を用いて島内で決定したという永田先生他の 1938 年の群発地震の震源決定結果が、当時の精度の問題はあるが唯一の例である。震源は非常に浅く深さ 2km 程度、M は最大で 3.2 である。そのために有感となったようである。

【最近の伊豆大島の火山活動について】：防災科学技術研究所

- ・ 地震活動および地殻変動について報告する。地殻変動については、傾斜計に今年 2 月頃から変化が見られた。傾斜計、体積歪計、および国土地理院の GEONET の GPS データを用いてソースを求めた。
- ・ 低周波地震（図の赤印）は観測者が低周波と判断したもので、島北部に集中している。深さについては、読み取りが厳しいので 1938 年の精度とどのくらい異なるかわからないが、2km 程度に求まっている。
- ・ 2004 年から 3 年間の震源分布を見ると、3 年間島の北部にはっきりした震源の塊は見られず、また北部に低周波地震も見つかっていない。
- ・ 4 月 30 日と 2004 年 2 月 26 日の連続波形を比較すると、一見して 30 日の方が低周波成分に卓越しているのがわかる。
- ・ 大島北部で発生した 2 つの地震のスペクトルを比較した。30 日の地震では、気象庁報告の通り 1Hz 付近にピークがあり、防災科研の観測点で見ると気象庁観測点（B 点）と比べて高周波成分の落ち方が急である。2 月 26 日の地震では、高周波成分の落ち方が緩やかである。
- ・ ソースに原因があるのか、それとも伝播過程にあるのかというのが問題であるが、まだ発生したばかりではっきりとしたことはわからないが、非常に近い観測点である B 点で防災科研観測点よりも高周波成分が卓越していることから、浅い地震における伝播過程が原因としてこのようなスペクトルの形になったのではないかという印象を持っている。
- ・ 傾斜計の変動について、2007 年 2 月頃に全点でドリフトの傾向が変化している。
- ・ 傾斜計のデータは 5 月 6 日まで、国土地理院の GPS データは 4 月末までであるが、GPS で伸びが収縮に転じている転換点付近で、傾斜計のドリフトの様子も変化している。これまで傾斜計の中長期的変化は、いろいろな要素で変動するため信用できないと思われていたが、GPS データと比較することで、傾斜計の中長期的なドリフト傾向の変化も地殻変動を反映しているという確信が持てるデータとなった。気象庁から体積歪計データでも同様の変化があることが示されたが、傾斜計データも併せて使えると考えている。
- ・ 傾斜計と GPS のデータを 3 月～5 月にかけての変化をインバージョンで地殻変動量を求めてみた。
- ・ 傾斜計の方は、今回はドリフト傾向が変化したところからの変動を実際の変化と考えて解析した。求められた変動源は、カルデラ北部深さ 3.6km である。

【最近の伊豆大島の地殻変動】：国土地理院

- ・ 本資料 4 の P 18 以降および追加として配った資料を説明する。
- ・ 島内で見ると島が最近になって膨張しているという変化が見えるが、遠くから（南伊豆→大島）見るとその変化は見えない。広い領域のテクトニックな動きからすると特段変化はない。ただ、島内にクローズアップしてみると、2 月頃から島全体が膨張し始めているというのが現在の状況である。
- ・ 96 年からの観測データを振り返ってみると、基調としては伸びであるが、ゆらぎを伴っている。伸びが加速する時期と短縮に転じる時期がある。これは、従来は気象によるような GPS の観測上の問題かもしれないと思われていたが、APS でも同期していることや、私はカルデラ内で発生する地震だけでなく、外で起きる地震とも何か関係がありそうだと思っているが、カルデラ内の地震の数とも相関があること、傾斜計、体積歪計とも相関があることから、これは GPS のゆらぎではなく、実際に島の膨張・収縮を捉えているのだろうと考えている。ただ、2000 年の短縮だけは、三宅島の活動に伴ってより広域的な地殻活動を受けて変動したものである。
- ・ 最近数ヶ月の伸びは、大小はあるがどの基線でも現れている。
- ・ T 三原山火口北観測点（B 火口列から出た溶岩の上の観測点）は、顕著に沈降している。
- ・ 気象庁との合同解析は 2006 年 3 月以降連続的に解析を続けている。元町近くの大島 4 観測点と大島北西外輪観測点との基線では、伸びが見えている。
- ・ これらをまとめて、簡単に点圧力源を仮定してフィッティングしたのが別紙の追加資料である。
- ・ 昨年 8 月より緩やかな収縮が続いていた。収縮していた時期（昨年 8 月～今年 1 月）の水平変動を取り出した。年あたりの変動速度で示しているので、図の下に示したのは年あたりのマグマの変動量である。実際の変動は半年なので半分にする必要があるが、3.4km の深さで年あたり 100 万 m^3 の体積で収縮したとすると、第 1 次近似としては変動を説明できる。
- ・ 今年 2 月～5 月の変動については、3 ヶ月なので 4 分の 1 にする必要があるが、やや深くなって深さ 4.7km、正味で 100 万 m^3 程度膨張したとすると、第 1 次近似としては変動を説明できる。
- ・ 本資料 4 の APS 観測結果を見ても、観測基線が伸びに転じていることがわかる。
- ・ 地震と地殻変動を関連付けた資料を用意した（別紙追加資料）。
- ・ 南北基線を代表にとって伸びと縮みの速度の計算結果と、気象庁の一元化震源をとって月別地震数を併せて示した。2000 年以前は 7 月頃に伸びが卓越する癖があるが、その頃に島内周辺で発生する群発的な地震の発生と相関がよかった。
- ・ 2000 年は、南北基線が神津島近辺の活動の影響を受けて収縮に転じたが、東西基線を併せてみると伊豆大島自体は膨張の時期にあり、その時期にも群発的な地震活動がある。図の青丸は、基線が伸びて、それと時間的な近接性をもって群発活動があった時期を示す。2004 年には基線が伸びていたのに地震が起きていないが、今回の活動も入れて、カルデラの外でも、場所は北、西、南東に変化するが、カルデラ外の地震活動と地殻変動との間にも相関があるようである。
- ・ 地震の素性についてははっきりとはわからないが、フィリピン海プレートの北西—南東圧縮によって

生じている結果としての地震と仮定してそのメカニズムを見てみると、防災科研で登録されているメカニズムからは、北西—南東の圧縮で生じている地震と考えてよさそうである。

- ・ 点収縮源が膨らんだときに地震の発生を加速させるのか減速させるのかを計算したのが、別紙最後の ΔCFF である。赤い領域は点圧力源が膨らんだときに地震を促進する領域、青い領域は抑制する領域である。震源分布と比較すると、地震はカルデラ外では西、北、南東部分に集中して起こっているが、この領域は赤青の領域と整合的であるように見える。テクトニックな地震が起きているとしてそれを茂木ソース的な圧力源がトリガーするかどうかについて、量的な検討はできていないが、傾向としては説明できるという印象を持っている。

【カルデラ内の局所的沈降域について】：国土地理院、産業技術総合研究所

- ・ 本資料 4 の 28 ページで沈降が顕著であるということを紹介したが、InSAR を用いてこれの位置関係を説明する（別紙 1 枚紙）。
- ・ JERS1 を使った数年分、例えば 93 年から 97 年と記憶しているが、その間の沈降量を数値化してマッピングしたものを示す。
- ・ InSAR によると、B 火口列と A 火口列が沈降の目玉となっている。現在でも年 1cm 程度のスピードで沈降していることが SAR からわかっているが、そこに設置している GPS でも沈降が見えている（本資料 4）。

【GPS 観測結果について】：東京大学地震研究所

- ・ 紙資料なし。パワーポイントによる発表。
- ・ この 1 年間の伊豆大島の動きを総括的に見てみる。
- ・ 国土地理院の大島 1-2 と大島 3-4 の GPS 測線と、地震研究所で決定した地震の積算数を示す。
- ・ 特徴的なのは、2004 年 4 月のように急激に伸びるということがあるが、今回の伸びはこれと非常によく似ているということである。また、全体で見ると 2005 年初めから 2006 年初めにかけてゆったりと伸びており、これら 2 つのモードが見えてきた。それと同時に縮みが見えてきたと考えている。
- ・ トренд除去した地震の積算数と GPS を見ると、地震と GPS で非常に相関がよい。例えば三宅島の 2000 年の活動以降を見ると、2004 年 4 年に急激に伸びると地震が急激に増える。
- ・ 今回も、活動が低調になって縮んでその後急激に伸びていることと、期間は短い地震が増加しているということが非常に同期していると言える。
- ・ 東西の測線で 2004 年と今回の活動でどのくらいレート差があるのかを調べた。
- ・ 2004 年は 4 月頃から 8 月にかけて伸びたが、今回は同じ測線で見ると、2 月頃から伸びに転じたが、レートにそれほど大きな差はない。やや今回の方が、レートが大きいと言える程度である。南北の測線では、2004 年と今回ではほぼレートは同じである。
- ・ 2004 年 4 月から 8 月にかけて急激に伸びる場合、2005 年初めから 1 年くらいかけてゆっくり伸びる場合、また縮む場合、今回のように短期間で伸びた場合で、どういう空間パターンかということ

を地震研究所と地理院の観測点で見ると、2004 年 4 月から 8 月は放射状のパターン、2005 年 2 月から 2006 年の 2 月は少し上下動が異なるがほとんど同じパターンである。縮みのときは放射状のパターンのときと比べて中心の位置が水平方向に異なる。鉛直変位も随分異なるという印象を持っている。

- ・ 今回は、2004 年 4 月と同じような空間パターンを持っている。今回は 2004 年に比べて地震が多いが、2004 年 4 月から 8 月に起こったことを再現しているのではないかという気がしている。

(質疑等)

- ・ 最近の活動状況について、膨張の再開とそれに伴う地震活動活発化と傾斜変化等の報告があったが、通して意見等あるか。
- ・ 2 月から膨張とあるが、2 月初めなのか、終わりではないのか。正確なところ認識したい。
→歪計で見ると 2 月終わりではない。GPS では 2 月下旬に見えるが、2 月を 3 つに分ける分解能はないかもしれない。
- ・ 国土地理院の報告では ΔCFF でメカニズムを仮定しているが、気象庁や震研で見たときに全体としてこれで間違いはないのか。
→岡田の地震については非常によく説明できるが、元町あたりで群発する地震については説明できない。もう少し不均質な場だと考えている。
→その通りである。震源の深さを見ても、西で起きているものはやや深いし、距離も遠くなるので、少し考えを 1 段進めて不均質性を入れる必要があると思っている。とりあえず第 1 次近似としてはよいと考えている。ただ、気をつけなければいけないのは、今回の地震では長周期成分が卓越しているという話があり、また今回の地震の震央は長期的に沈降している水準点が見られるところで、ひょっとすると 86 年以前に貫入したダイクの存在を示しているかもしれないと考えているが、それとの関連もあるので、単なる北西—南東圧縮というテクトニックな地震だけで説明できるかどうかはまだよくわからない。
- ・ どの程度の深さでやっているのか。深さによって違うのか。
→ソースと同じくらいの深さでやったのではなかったかと思っている。
- ・ 震研森田さんが説明した収縮期と膨張期の変動パターンの違いは、国土地理院での別紙で報告のあった収縮期と膨張期のソースの位置の違いで表れていると理解してよいのか。
→見かけ上確かに収縮期のソースは南にずれているが、これがどれくらい真実を反映したものかは絶対の変動が 1cm 程度なのでよくわからない。また本当は地形等も入れた方がよいかもしれないが、この計算にはフラットで単純な半無限体を仮定しているし、上下も計算には使っているがばらついているのであまり結果には反映しており、そのあたりはかなりいい加減にしているので、この差が有意なものかどうかは自信が持てない。
- ・ 上下変動のパターンを見ると、収縮期は西側の観測点で収縮が大きくて、膨張期はそのパターンがない。ソースがかなり違うと思っている。

- 上下変動も含めると、収縮期はやや通常のカルデラ北部より西よりに見えるということか。
- 初期解析ではそう思っているが、本当にそうかと言われると、まだ納得できる立場にはない。
- ・ 地理院から紹介のあった ΔCFF の深さがデトレンドと同じ深さと言われたが、深くなるとどちらのセンスとなるか。促進・抑制の領域の分布はどうなるか。
- 定性的でよいのか。
- 野増が境界となっているように見える。深くなるとどうなるのか。周りで起こる地震と言っても特に元町、野増の沿岸付近で起こる地震はやや深い (5km 付近)。二子の方で起こる地震はもう少し浅い。今回の地震はもっと浅い。そういう 2km くらいから 5、6km くらいにかけて深さの違いがある。深さ別の図を作してほしい。
- きちんとやり直して再度報告する。
- ・ 防災科研の地殻変動の傾斜ベクトルについて、ばらつきが大きいようだが。
- ドリフトの変化を見ており、ドリフト自体がこの中に含まれているので、値はこんなものである。
- ・ 現在膨張の加速が続いているが、これがどの程度成長するかによる。今後もデータの蓄積を待つて更に詳しいことがわかることが期待できると考えている。

5) 伊豆大島の水準測量結果 (1986 年～現在まで) : 国土地理院

部会長 : 南東部のローカルな沈降が、開口割れ目によるものなのか、別の原因によるものなのかが懸案となっていた。このことについて、1986 年の噴火以前からの水準測量結果をもとに国土地理院が報告をする。

- ・ 以前は、島南東部ではダイクのリチャージが進んでいるという状況を強調して報告していたが、今回は必ずしもそうではなくても説明できそうだという報告である。
- ・ 資料 1 ページ目では、局所的に落ちている点の様子がより見やすくなるという理由から隣同士の点で比較している。
- ・ 86 年噴火以降の水準測量の結果から、ダイクが貫入した場所だけではなく、貫入していない場所でも沈降しているのが見えてきた。
- ・ A (カルデラ北部) は、86 年噴火直後は沈降率が大きくて、徐々に緩和していく非常にきれいなパターンが見えている。
- ・ B (島東部) は、橋本・多田によって、地表には達しなかったけれども 86 年にダイクが入ったと推定されている場所である。B でも A と同様な傾向が読み取れる。ここでは、噴火後もやや沈降率が大きくて、この 20 年で 15cm から 20cm 程度落ちている。
- ・ A と B は明らかに 86 年にダイクが入ったと思われる場所であるが、そうではない C (島南東部)、D (島南部) でも似たような傾向が見えている。ひょっとするとパターンがやや違うかもしれない。特に B は 86 年以降急激な沈降が緩和するというよりは、ほぼ一定ペースで落ちているように見える。
- ・ 過去の水準測量結果を整理して、解析を実施した。86 年以前も含めて、岡田を出発点として島内を

時計回りで外周する経路で実施した水準測量の結果について、島中央部にポイントソースを仮定してフィッティングを試みた。

- ・ その結果、沈降現象を島内中心部においたポイントソースの膨張収縮で大体は説明できるが、説明できない局所的な沈降も見えてきた。
- ・ 噴火前の 79 年～80 年は膨張で大体説明できるが、局所的に説明できない部分がある。
- ・ 80 年～82 年はポイントソースの収縮で説明できる。ここで指摘しておきたいのは、この時期に収縮が起きていたということである。
- ・ 局所的な変動を見るために、ポイントソースによるフィッティングを差し引いた残差をそれぞれ求めて、その値を一枚に重ねた。
- ・ A（島南東部）は、86 年の噴火後にいきなり沈降が始まったということがわかる。もちろん噴火時にも大きく沈降している。
- ・ B（波浮周辺）は、噴火前から局所的な沈降が続いていて、噴火後も沈降を続けている。
- ・ 新しく見つかった C（岡田よりもやや元町よりの場所）も、噴火以前から局所的な沈降が続いている。
- ・ 岡田よりもやや東の場所でも、量は小さいがずっと沈降が続いている場所がある。
- ・ 残差を地図上にプロットする。噴火前から定常的な沈降が起きていた場所は、最近の地震活動が起きていた場所の震央と近いと感じていた。これらは各時期に表れているので沈降しているのは間違いない。この沈降が深い場所と関係があるのかどうかは、今後調査する必要があるけれども、数十年にわたって落ち続けているというのは、何か深いところに影響があると考えた方がよいのではないかと考えている。
- ・ 噴火後に急に落ち始めた点が南東部にある。また外輪山を通る水準路線で、この場所の沈降が現在も続いていることがはっきりしている。また、カルデラ内は SAR により、B 火口列の場所で沈降していることがわかっている。少なくとも 86 年に対して言えば、ダイクが入ったと推定される場所では沈降が続いていると言える。
- ・ 86 年の噴火前から沈降している場所があり、噴火後も沈降を続けているが、この場所は、過去の側噴火の火口列の場所と非常に相関がよいので、仮説として 86 年以前にダイクの貫入があり、何らかの理由で沈降を続けているということが考えられる。
- ・ その説明として、貫入した高温のダイクが、冷却に伴って熱収縮することによって沈降が起きているのではないかと考えている。
- ・ ダイクが失った熱は周囲に伝達されるが、そちらは逆に膨張するため全体として体積変動があまりなく、伝導系では説明できない。
- ・ 現在は、多孔質の周囲の媒質中で水による対流が生じて沈降を作りだしているのではないかと考えている。
- ・ Hydrotherm(USGS)を用いてダイク厚さや線熱膨張率が一般の倍程度の値でシミュレーションすると、実際に観測されている時間変化を再現できる。また 50 年経過後も小さな沈降が残ることも観測データと整合的である。

- ・ 結論として、86 年噴火以前も地表に達しないダイクの浅部貫入が繰り返されていた可能性がある。伊豆大島の火山活動は、北西-南東配列方向にダイクが入りやすい癖があると考えられ、今後の活動に向けてシナリオや避難計画の作成の参考にもなると考えている。

(質疑等)

- ・ 冷却モデルによる沈降がなだらかに変化していない理由はあるのか。
→対流のパターンが急に変わるのではないかと考えている。
- ・ 波浮付近のダイクは貫入して何年くらい経過しているか？
→50 年後だとモデル上は年 1mm 程度の沈降になるが、実際はそれより大きい。50 年前かと思っていたが、本日の報告において、50 年噴火の観測時には南東部で大きな地磁気変化は観測されていないので、それ以前かあるいはそれ以降かもしれない。顕著なイベント以外も含めてさらに検討したい。
- ・ 対流がない冷却モデルについては。
→対流がない場合は、周囲が膨張するため沈降を作り出すのは非常に難しい。他の観測事例があるかというと、三宅島の 83 年の震央付近、ひょっとすると桜島の山頂付近、や東部の沈降も同様のメカニズムかもしれない。Permeability が 10^{-15}m^3 であり、これはそれほど大きな値ではないので、どこにでもないとおかしいのではないかと考えている。
- ・ 開口変位が続いているのではないことを立証するには、そこを横断して水平変位を測るのがよいが、確からしい結果が出てきたので懸案は片付きつつあると認識している。
- ・ 79 年～80 年は膨張、80 年以降は収縮で説明できる。82 年～86 年は水準測量のデータがない。
- ・ 辺長測量によると、83 年からは少なくともカルデラでは収縮が加速している。

6) 今後の検討の進め方について

- ・ これまで大島勉強会では、次の噴火に向けての観測研究あるいは防災対応に役立つようなシナリオの作成に向けて検討を行ってきたが、今年度中にシナリオをまとめる予定。そこで勉強会の目的を再確認すると、その目的は、来るべき噴火への準備として噴火シナリオをまとめ、防災対応の上で必要な調査・研究・観測体制を検討することである。最終的に検討結果がまとめられれば、機会あるごとに予算要求等も視野にいれて観測強化を提言したい。
- ・ 噴火シナリオ作成の目的、シナリオ作成手順について説明。
- ・ ①噴火タイプの特徴とその把握について、大量の火山灰を放出するような大規模噴火、山体崩壊に関しては勉強会で議論していないが、噴火シナリオをまとめる上では検討する必要がある。次回以降にこれらの様式に関する資料等報告する見込みがあれば報告してほしい。
- ・ ②シナリオ作成。各タイプについて把握後、移行や同時発生を考慮して、シナリオを作成する。
- ・ 各噴火のタイプについて、共通の項目でまとめる必要がある。

(質疑等)

- ・ 各噴火タイプの特徴について改めて検討するのではなくて、これまで提出の会った資料を見直して、たたき台を作ろうということによいか。
→これまでの検討を踏まえて、コンパクトにまとめるということである。
- ・ できれば今日、それぞれについて具体的にまとめていただく主担当の候補を決めたい。
例えば、山頂噴火担当については、気象庁、渡辺。
割れ目噴火担当については、村上、鶴川、森田。
大規模噴火等担当については、地質分野として川辺、津久井、中田。
- ・ おそらく山頂噴火が先行することになるかと思うが、それ以外の噴火についてはそれだけを取り上げるのはなかなか難しいのではないかな。
→たたき台を作るには、推移や前兆については他の噴火様式についても触れることとなると思うが、それぞれの噴火タイプごとでまとめて、更に最終的にまとめるのがやりやすいのではないかなと思う。
- ・ 最終的にどういうものを目指すのか。
→過去の事例が起きたとして、備えておくべき事項、対処すべき事項を点検できるシナリオを作り、どんな観測体制がいいのかを検討することを第一段階とする。
- ・ 富士山のような細かい時系列を記述した防災対応に有効なシナリオを作るのではない。各噴火をできるだけ共通項目で眺められるようにして、噴火が発生、あるいは発生しそうなときに、我々の観測体制にどういう不十分な点があるか、どういう現象に注目すればよいかといった留意点が見える形にまとめる。
- ・ 最終的なまとめは小人数になると思うが、共通項目のまとめは分担して行った方がよい。
- ・ 知見の少ないものに労力をかけても、実際に役に立つかは疑問である。山頂・割れ目噴火と他の噴火はまとめ方が違うであろう。そこで無理をする必要はない。
- ・ 無理していろいろやろうとしているのではない。例えば三宅島の 2000 年噴火では、早期に陥没を念頭においても良かったのにできなかった。単に知識として知っているのではなく、事前に留意点がまとまっていれば、それを見ながら考えることができる。そういうことをやったらというのが趣旨である。
- ・ 知っておくべき事項を留意事項としてまとめ、観測体制を点検していくことを第一段階と考えている。
- ・ 前回、直近の噴火だけを想定してはだめだと言った。同じようなレベルではできないが、物質学的に過去のことを読み取った場合に、今の物理観測で何が見える可能性があるかのつき合わせができたらと考えている。
- ・ とりまとめの時期は、夏以降、島原での COV 前 (11 月) の中間くらいで考えている。
- ・ 分担等については、改めてメールでお願いします。
- ・ 活動したマグマの量については議論していない。マグマ量が今までと違うタイプまで含めて議論しないといけない。様式は独立で決まるものではなく供給量も関係しているので、最近の山頂噴火のマグマ量だけで全体をまとめるのではなくて、マグマ量がもっと大きなものが用意されていたとき

に何が起こるかも含めてまとめていただきたい。

- ・ シナリオ作成の第一段階のたたき台まとめについては、事務局からメール等で連絡をする。