

様式 T-5B

共同利用実施報告書(研究実績報告書)
(特定共同研究(B))

1. 課題番号 2014-B-16

2. 研究課題名 (和文、英文の両方をご記入ください)

和文：巨大地震が励起する火山活動の活性化過程の研究

英文：Research on activation processes of volcanism by great earthquakes

3. 研究代表者所属・氏名 東京工業大学・理工学研究科・高橋栄一

(地震研究所担当教員名) 栗田敬

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること)

氏名	所属・職名	参加内容
高橋栄一	東京工業大学・教授	研究統括・火山岩石学
栗田敬	東京大学・教授	研究統括・地球物理学
中川光弘	北海道大学・教授	火山岩石学
高橋正樹	日本大学・教授	火山岩石学
高田亮	産総研・主任研究員	火山学
伴雅男	山形大学・教授	火山岩石学
小山真人	静岡大学・教授	火山学
木村純一	JAMSTEC・チームリーダー	火山岩石学
浜田盛久	JAMSTEC・研究員	火山岩石学
栗谷豪	北海道大学・准教授	火山岩石学
三浦哲	東北大学・教授	地殻変動
山本希	東北大学・准教授	地震学・活動
小菅正裕	弘前大学・教授	地震学・活動
中島淳一	東北大学・教授	地震学・構造
芝崎文一郎	建築研究所・主任研究員	地殻変動
深畑幸俊	京都大学・准教授	地殻変動
高田陽一郎	京都大学・助教	地殻変動
小川康男	東京工業大学・教授	地球電磁気
大久保修平	東京大学・教授	重力

5. 研究計画の概要 (800字以内でご記入ください。計画調書に記載した「研究計画」から変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の結果、日本列島にかかる強い水平圧縮がほとんど取り去られ、一部地域は引張場に移行した。その結果地殻内のマグマ移動は容易となり、日本列島全体で火山の活動の活発化が懸念される。本研究では、我が国の火山活動の予測に資するため、火山のマグマ供給系への巨大地震発生による応力場の変動が与える影響の統合的な検討を目指す。下部地殻に及ぶ領域で地震による応力場の変動の大きな場所に存在する火山体下部は、現在マントルからのマグマ注入を受けて、今後の活動に向けて準備段階にある可能性が高い。どのような火山において地下のマグマ供給系がいかなる状態にあって、今後どのような時間内に噴火を起こす可能性があるのか、その検出・検証のためにどのような観測量が必要か、をターゲットに手法・概念を異にする複数の分野、特に火山地質の研究と地殻変動の研究という従来接触の機会が少なかった研究分野の研究者に選択的に呼びかけ、両者を融合した共同研究を企画する。研究計画は2年間を想定しており、初年度である26年度は特に問題の設定・枠組みを明確化するための作業に集中することを目指した。集中型問題検討会を行い、問題点の抽出が本取り組みの最大の目標である。個別火山の調査や観測事項は予算規模からも本研究の直接目指すところではなく、個々に取り組む研究者のモチベーションの共有をめざす、ソフトな研究者ネットワークの構築を目指す。

6. 研究成果の概要 (図を含めて1~2頁で記入してください。)

キーワード (3-5程度) : 火山噴火準備過程、地殻変動、巨大地震、余効変動、応力場、噴火成熟度

従来火山学では噴火が生じてから後追的に研究が進む形が主流であったが、今回の東北巨大地震に関しては応力場の変動から火山活動活性化には多少の時間的な遅れが想定され、火山活動予測への「戦略的展開」が可能な状態にある。現象の開始時点・起点が明確になっているというタイミングの利点を有効に活用するために今なにを考えるべきなのか?、研究戦略の提案が本共同研究の目指す最終目標である。

活動はメンバーほぼ全員の参加のもとに行われた集中型問題検討研究会と中規模の参加者で行われた問題のリストアップを目指した集会、少人数の参加者で行われた今年度の総括・次年度の計画立案会議がすべてである。

26年4月30日の問題検討会ではこの活動で取り組むべき問題点のリストアップ・整理を行い、以下の2点が検討を要する重要な問題点として参加者全員が認識した;

問題点: すべての火山が応力場の変動に反応するわけではない。

過去の噴火事例からも巨大地震の発生に近隣のすべての火山が反応している訳ではないことは明瞭であり、これには、(1) 応力場の変動が特定の場所・火山に集中する機構があるのではないかと、(2) 応力場の変動に反応する火山側に特定の条件があるのではないかと、という指摘があり地殻変動研究者への課題(1)と火山地質研究者への課題(2)として次回の集中型問題検討会で取り上げることとなった。とくに(2)は従来の火山地質の研究では見逃されていた新たな視点であり、「噴火成熟度 (Maturity degree of eruption)」と定義された。

問題点: 応力場の変動に対応した火山活性化過程のタイムスケールをどう理解するのか?

従来火山噴火の予兆現象として様々なタイムスケールの現象が未整理のまま取り上げられてきた。起点が明確な今回の事例に取り組むにあたり噴火準備過程のタイムスケールの理解が必要である。長期的な噴火準備過程と直前の予兆現象を区別し、過去の事例の整理に次回の集中型問題検討会で取り組むこととなった。

26年11月15日16日に延80人を越す参加者をえて問題検討会を開催した。5月の会で検討を要するとされた事項(上記)に関する発表と現状の把握のための地震以降の火山活動の報告、それらをもとにした討論からなる研究会であった。発表内容の詳細や整理は7:研究成果に記したwebを参照されたい。ここでは重要と考えられる議論の要点を記す。

・火山の噴火成熟度について

17世紀初頭の津波地震に反応した可能性の指摘されている南西北海道3火山:有珠、樽前、北海道駒ヶ岳(いずれも17世紀半ばに数千年の休止期間のあと活動が再開した。17世紀初頭の津波地震がこれらの火山の活性化に関連したのではないかとという考えが本研究を立ち上げた動機となっている)の17世紀以降のマグマ供給系の変動の詳細な報告に基づき、「噴火成熟度」をどのようなパラメーターに基づき定義すべきか、討議した。また富士山など他の火山における火山地質学的情報も同様な視点から議論された。現状では「噴火成熟度」の評価法は十分に議論が尽くされ、コンセンサスが得られた状態ではない。またこのような物質科学的情報に対しを現在得られている観測量からどのように評価できるのか、あきらかにされていない。

・火山への応力・変形の集中機構

この問題に関しては2011年の地震以降の変動場の不均質性・火山地域への集中の観測データを軸に議論が進められた。基となった観測量はGPS、SAR、干渉法に基づく地震波速度変動である。いず

れも特定の地域への変動の集中がみられ、構造の不均質性が示唆された。しかしこれらは表層部に強い感受性をもつ観測量であり、噴火準備過程を推定する上で重要な火山体深部の情報には直接結びつかない可能性がある。深部変形場やその時間変動をどのように検出するのか、課題が残る。

・準備過程のタイムスケールの整理

噴火準備過程において長いタイムスケールの現象と短いタイムスケールの現象を区別して理解すべきであるという前回の指摘をうけて、過去の噴火事例の検討を行った。例えば 1986 年伊豆大島噴火では地球電磁気学的観測量に表れた 10 年規模の長いタイムスケールの変動と火山性微動に見られた 1 週間～数日のタイムスケールの変動を区別して理解しなければならない。短いタイムスケールの現象としての火山性微動は最近の 2011 年新燃岳噴火の事例や再解析が進められている 1986 年伊豆大島噴火においてマグマの挙動を直接示す観測量として特に注目されている。火山性地震が火山体内外部の弱点に生じるのに対し、火山性微動はマグマの動きに対応していることが微動源の位置決定からあきらかにされた。

問題点：物質科学における短期的タイムスケールの特定

従来長いタイムスケールの現象にしか解像度を持たなかった火山地質学的知見・物質科学的知見も近年様々な情報にもとづき短なタイムスケールの現象の解析にも応用されてきた。同位体非平衡や拡散プロファイル、バブル形状など噴火生成物中に残された情報の解析の現状・問題点の総合的な検討の報告がなされた。このような解析は噴火推移の解析・Adaptive Forecasting にも応用出来るものであり、今後の研究の進展が期待される。

問題点：火山活性化過程をどのような観測量から見積もるのか？

火山体内部で進行する準備過程の理解に物質科学に基づいた火山地質学的知見は大変重要であるが、噴出物がないと研究が進まないと言う問題点がある。現在進行形で現象を追究する本研究ではこれは致命的な欠陥である。一方地震や地殻変動などの地球物理学的観測量は現象の一面を捉えているにすぎず予測能力を持つ物理モデルの構築には情報不足である。このジレンマが議論され、物質科学的な知見が地球物理学的な観測量にどのように対応しているのか、あきらかにされれば解決できるという見解がえられた。過去の事例に基づいた両者の突き合わせ作業が必要である。たとえば短なタイムスケールであるが、2011 年新燃岳噴火では噴出物中の結晶に噴火直前のマグマの置かれた場の変動が記録されており、これが地殻変動や微動といった地球物理学的観測データにどのように対応しているのか検証されれば、有用な情報となる。

また特に深部でのマグマ供給の検出が重要であり、観測量としての絶対重力測定や電気伝導度の可能性が議論された。

問題点：下部地殻の変形の見込みモデリングの必要性と火山噴火準備過程の関連性の議論

現状では当初目指していた下部地殻の変形と噴火準備過程としての火山深部現象との対応が出来ておらず、議論は十分にはかみ合っていない。今回は重要な糸口であったというのが両者の感想であり、次年度にむけて共同作業が可能な研究課題を模索していくこととなった。

26 年 12 月 29 日にまとめの検討会を開催し、11 月の研究会で議論された問題を整理し、次年度の研究への展開を議論した。主たる課題を以下に挙げる；

- ・ タイムスケールの問題を明確にするために過去の噴火事例の再検討（ピナツボ火山 1991 年噴火、伊豆大島火山 1986 年噴火、新燃岳 2011 年噴火など）
- ・ 下部地殻変形研究グループと物質科学研究グループの共同作業が可能な具体的な研究課題設定

7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

26年度は研究の問題点の整理・設定、フレームワーク作りを主たる目標に置いて進めてきたために参加者に直接的な研究プロダクトを求めることは行わなかった。討議された課題をもとに27年度に実施される内容の研究実績にすべて総括する。

26年度のもっとも重要な活動である問題検討会で討議された内容は以下のweb上に公開されている；
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/people/kurikuri/WhatsNew2014/WhatsNew/MeetingNo1.html>