

(1) 実施機関名：

東京大学地震研究所

(2) 研究課題(または観測項目)名：

噴火シナリオに基づく推移予測の試行

(3) 最も関連の深い建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(2) 地震・火山現象に関する予測システムの構築

(2-2) 火山噴火予測システム

イ. 噴火シナリオに基づく噴火予測

(4) その他関連する建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(2) 地震・火山現象に関する予測システムの構築

(2-2) 火山噴火予測システム

ア. 噴火シナリオの作成

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

1.(2)(2-2)「ア」で作成した噴火シナリオに基づき、桜島、伊豆大島、有珠山などについて、過去や現在の観測データから現在の状態から火山噴火や噴火終息に至るまでの過程を様々な観点から想定し、噴火推移の予測を試みることを目指す。

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

平成 21 年度は三宅島と伊豆大島の観測データを持ち寄り、噴火シナリオと過去噴火の推移から現状の理解と噴火現象の分岐について定量的に扱う方策を検討する。経費は東京での研究打合せと会議費に当てる。

平成 22 年度、平成 23 年度は、桜島の観測データを持ち寄り、噴火シナリオと過去噴火の推移から現状の理解と噴火現象の分岐について定量的に扱う方策を検討する。経費は研究打合せと会議費に当てる。

平成 22 年度、平成 23 年度は、有珠山の観測データを持ち寄り、噴火シナリオと過去噴火の推移から現状の理解と噴火現象の分岐について定量的に扱う方策を検討する。経費は研究打合せと会議費に当てる。

(7) 平成 24 年度成果の概要：

1. はじめに

今年度は有珠山の噴火シナリオ試作を課題研究 1407 及び 1426 と共同で実施した。その際に試作された噴火シナリオの事象分岐の判断について、これまでの観測研究からどう扱えるかを検討した。

2. 噴火事象分岐の判断

2 - 1 . 噴火の有無

噴火前に地殻変動が起こったことが古文書でも読み取れる。洞爺湖の湖水面変化が 1769 年, 1822 年, 1910 年噴火が認められており, 地殻変動による影響と考えられる(津久井, 2012)。水準測量による観測では, 最近の 4 噴火では, 噴火の前後に, 有珠山を中心とする広範な地域の隆起が観測されている(図 1)。最近 4 噴火の噴出量とマグマが貫入して生じたと考えられる地殻隆起量とを合わせると, 1910 年, 1943-45 年, 1977-1982 年, 2000 年でそれぞれ 1.6×10^8 , 1.8×10^8 , 2.1×10^8 , $1.0 \times 10^8 \text{ m}^3$ と推定され(大島, 2013 私信), 最近 4 噴火では, ほぼ同じ程度のマグマが噴火に関与したと解釈される。これは噴火に際して, 地上に噴火せず地表浅部に貫入したマグマと判断される。

噴火に先行する地震活動は, 約 6 か月続いた 1943-45 年噴火のものを除いて, 数日間継続する(課題研究 1426)。1977-82 年噴火や 2000 年噴火の地震活動では, 最初に一旦小さなピークがあるが(図 2), これは 2000 年噴火の場合は, 震源がほぼ山頂直下の深さ 4km 程度にある時である。これは地震比抵抗探査の結果によるとちょうど基盤岩(6km/s・10000 m)との境界付近に相当する。そのため, 有珠山では, マグマが基盤岩を突き抜ける際に必ず起こるものと理解される。

2 - 2 . 山頂噴火と山腹噴火

観測されている 1977-82 年噴火や古文書から見た文政の噴火においては, 地震発生頻度が加速して山頂噴火に至っている(図 2, 3)。一方, 山腹噴火では地震活動のピークを過ぎてから噴火が始まっている。前兆地震の震源決定がなされている 2000 年噴火では, 3 月 29 日の午後から震源が山頂下から南西側に移動し始め, 30 日昼に地震活動のピークを迎え, 31 日の昼過ぎに山腹から噴火が発生した(例えば, 鬼澤ほか, 2002)。1943-45 年噴火と 2000 年噴火では伊達市において有感地震が観測されているが, 1977-82 年噴火では観測されていない。これは山腹噴火の場合に, マグマが地表浅部で浮力中立に達して, 横に広がったために, 震源移動と強い地震を起こした可能性が考えられる。

2000 年噴火の GPS 観測では, 3 月 29 日の昼過ぎ(地震発生頻度の始めの小さなピークの直後)から明瞭な測線の伸びが観察された(岡崎ほか, 2002)。

1977-82 年噴火や 2000 年噴火では, 昭和新山のそばにある井戸の水位上昇が認められた。2000 年噴火では 3 月 29 日から水位上昇が認められている(佐藤ほか, 2002)。

3 . 噴火推移に関する判断

有珠山の過去の噴火では, 噴火の規模が大きい場合にはプリニー式噴火直後に火砕流が発生している。噴出率が大きいほど噴煙柱崩壊が起こったものと理解される。また, この 350 年間でもっとも噴出量の大きかった 1663 年の噴火を除き, どの噴火でも最後に溶岩ドームや潜在ドームが形成されている。噴火の継続時間が噴火・貫入マグマ量と逆相関であること(研究課題 1426 及び図 4)は, 噴出能力のあるマグマが多いほど, 噴出率が高く, 継続時間が短いことを意味している。

1910 年噴火や 1977-82 年噴火においては, 潜在ドームの成長中, 2000 年噴火では噴火の直前に, 有珠山の北麓で新たな断層群が形成された。これらの断層系は有珠山の北斜面がマグマによって北側に押し出された結果生じたものである。そのため, 最悪の噴火シナリオとしては, マグマ上昇時噴火後期の溶岩ドーム形成時に, 北斜面が崩壊する可能性も検討すべきである。山体崩壊は 7, 8 千年前に起きて以来であるが, 今後の噴火では山体崩壊が分岐のひとつとして考える必要があると考えられる。

4 . 噴火に至る判断

この 350 年間の噴火, 特に最近の 4 噴火をレビューすると, 噴火の開始や分岐に関して次のようにまとめることができる。

- (1) 噴火の準備段階として, 有珠山を中心とした広域の隆起現象が期待されが, これまでの噴火では明瞭に捉えられていない。地震の発生回数が増加してくる(中期的予測)
- (2) 噴火数日前から地震活動が活発化する。基盤岩をマグマが抜けた時に一旦地震活動は低下するが, その後噴火まで地震回数が増加する(短期的予測)
- (3) 山腹噴火の場合は, マグマの地下浅所での移動(震源移動)に伴い, 強い地震が発生し, 伊達市

など山頂から離れた場所でも有感地震が発生する。その後、地震活動がピークを過ぎた後、噴火が始まる。一方、山頂噴火の場合は、マグマは浮力を保ったままで、地震活動が加速し、そのまま噴火に至ると考えられる（山頂噴火と山腹噴火の分岐）

(4) 噴火直前には、マグマの浅所貫入に伴い、短基線の伸びが認められるようになる。この際、浮力のあるマグマと浮力を失ったマグマとでは山体の膨張速度に違いが生じると考えられる（短期予測）

(5) 同様に、井戸の水位はマグマの貫入に伴い急激に上昇する（短期予測）

(8) 平成 24 年度の成果に関連の深いもので、平成 24 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：
中田節也・森田裕一・大久保修平・上嶋誠・清水洋ほか（2012）2011 年霧島火山（新燃岳）噴火に関する総合調査（2）。第 49 回自然災害科学総合シンポジウム講演論文集，1-6.

(9) 平成 25 年度実施計画の概要：

今回作成した噴火シナリオにおいては、物質科学的に、この 350 年間で噴出率が時代と共に小さくなって来ていること、マグマ供給のシステムが時代とともに入れ替わってきているという物質科学的な情報をどのように噴火シナリオに反映させるのかに付いてもまだ理解が進んでいない。また、桜島の場合に考えた、マグマの供給率を与えて、経過した年数によって大規模噴火への分岐に制約条件を与える手法が、有珠山に適用できるかを検討する必要がある。

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

中田節也・森田裕一・渡辺秀文・藤井敏嗣（東京大学地震研究所）

他機関との共同研究の有無：有

井口正人・石原和弘（京都大学防災研究所）、鍵山恒臣（京都大学理学研究科）、清水洋（九州大学理学院）、西村太志（東北大学理学研究科）、大島弘光・村上 亮（北海道大学理学研究院）、津久井雅志（千葉大学理学部）、川邊禎久（産業技術総合研究所地質情報研究部門）、鶴川元雄（防災科学技術研究所火山防災研究部）、西村卓也（国土地理院）

(11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：東京大学地震研究所火山噴火予知研究センター

電話：03-5841-5695

e-mail：nakada@eri.u-tokyo.ac.jp

URL：http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/vrc/

(12) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：中田節也

所属：東京大学地震研究所

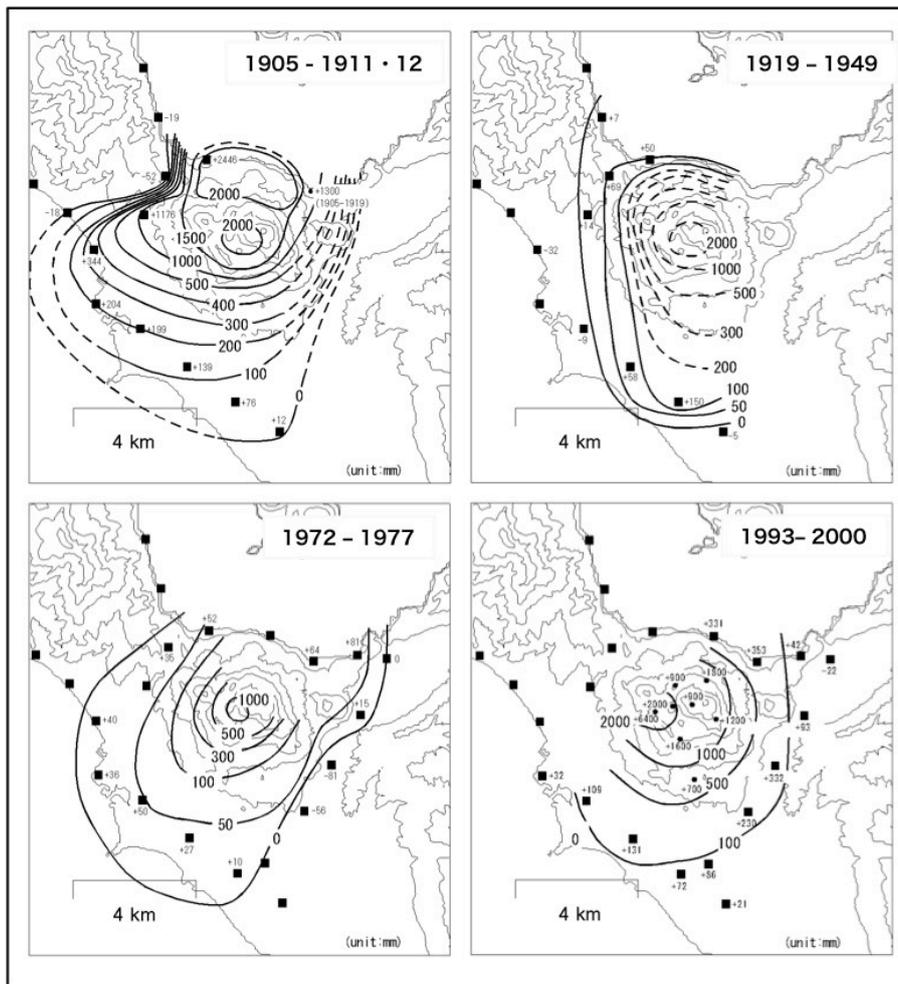


図1 有珠山の最近4噴火までに観測された地殻変動
大島(2013私信)による。

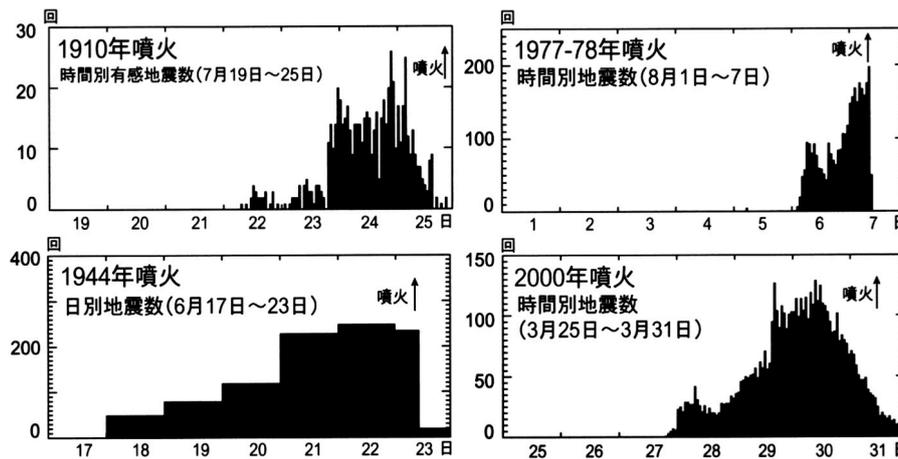


図2 有珠山の最近4噴火で観測された噴火の前兆地震の発生状況
大島(2013私信)による。

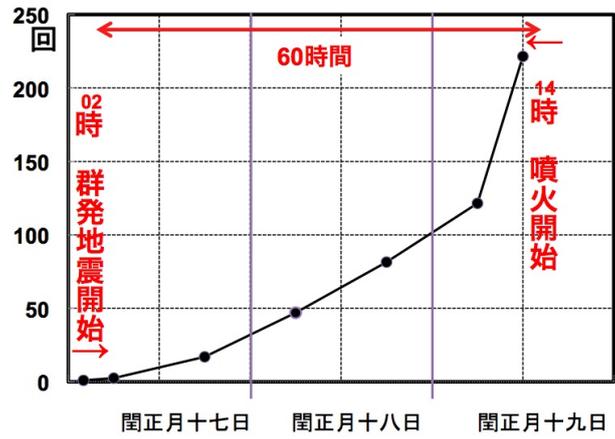


図3 有珠山の文政5年(1822年)噴火における噴火の前兆地震の発生状況
津久井(2013私信)による。

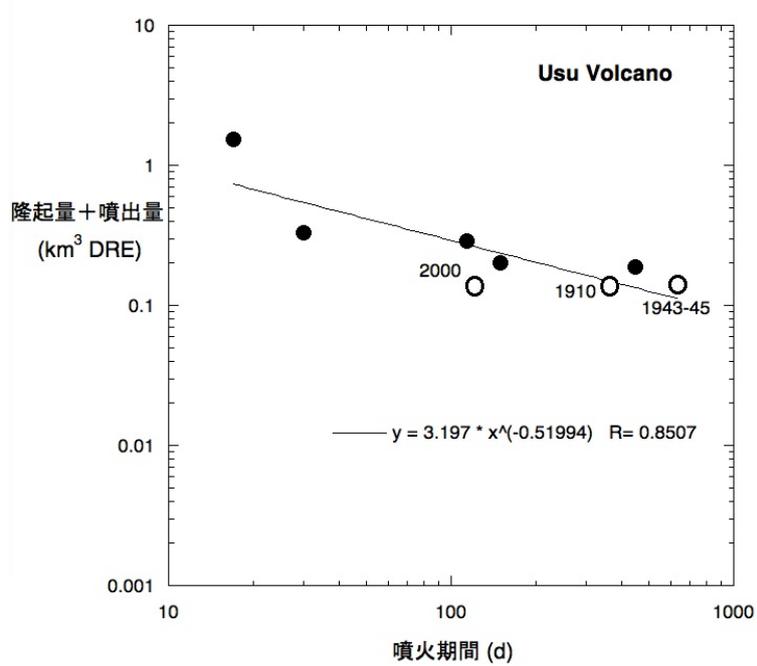


図4 有珠山の1663年以降の噴火における隆起+噴出量と噴火の継続時間の関係
過去の噴火の隆起量は最近の4噴火の前後で観測された隆起量の平均値(0.14 km³)を過去の噴火に加えた。