

平成22年 5月21日現在

研究種目： 基盤研究 (C)
 研究期間： 2007～2009
 課題番号： 19510185
 研究課題名 (和文) 有珠火山における噴火活動推移予測の高度化とマグマ活動の場の解明
 研究課題名 (英文) A study for enhancement of predicting volcanic eruptions and revealing properties of a host medium of magmatic activities in Usu volcano, Japan
 研究代表者
 鬼澤 真也 (ONIZAWA SHINYA)
 気象庁気象研究所・地震火山研究部・研究官
 研究者番号： 30397062

研究成果の概要 (和文) : 有珠火山を主要な研究対象とし、過去の噴火現象・観測量の比較に基づく噴火活動推移予測の高度化と、現象の物理化学的背景理解の足掛かりとしてのマグマ活動を規制する場の解明を目指した。有珠火山で20世紀に発生した4回の噴火での前兆地震活動の時間別発生頻度・マグニチュード・震源に着目し比較検討を行い、山頂噴火、山麓噴火での類似点と、山麓噴火での特徴的な現象を見出した。また長期的活動予測の観点から、静穏期の活動に着目し、山頂直下の定常的な地震活動が1977-82年噴火の余効現象に伴い発生していることを明らかにした。有珠火山では地下の基盤構造は大局的には北へ向かい浅くなっており、2000年噴火の前兆地震がこの基盤構造に沿って移動したことを明らかにした。また溶岩ドーム、潜在ドーム成長に伴い観測された地殻変動が、基盤構造と密接に関わっていたことも指摘した。さらに将来の比較研究に向けて、北海道駒ヶ岳火山の浅部地震波速度構造を推定し、有珠火山と比較して山頂下に顕著な高速度領域が存在することを明らかにした。

研究成果の概要 (英文) : Volcanic phenomena observed in four eruptions during the 20th century were compiled and characteristics of precursory seismic activities of these eruptions were compared, in order to enhance short term prediction of volcanic eruptions. We showed similarities of earlier stage of the precursory activities between the summit and flank eruptions, while there exist unique activities only before the flank eruptions. For long term prediction, seismic activities and ground deformations in dormant period were investigated. The seismic activities beneath the summit are caused by subsidence of the 1977-82 crypto-dome. Beneath Usu volcano, the basement layer gets shallower toward the north. Northward and southward migrating seismic activities before the 2000 eruption occurred along the dipping basement, suggesting the activities were constrained by the subsurface structure. Asymmetric patterns of ground deformations caused by lava and crypto-domes were related to the subsurface basement structure. Furthermore, subsurface velocity structure of Hokkaido-Komagatake volcano was revealed for future comparative studies, and a high velocity region was detected beneath the summit.

交付決定額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2007年度 | 1,200,000 | 360,000 | 1,560,000 |
| 2008年度 | 1,000,000 | 300,000 | 1,300,000 |
| 2009年度 | 1,100,000 | 278,092 | 1,378,092 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 3,300,000 | 938,092 | 4,238,092 |

研究分野： 火山学

科研費の分科・細目： (分科) 社会・安全システム科学 (細目) 自然災害科学

キーワード： 火山, 自然現象観測・予測, 噴火, マグマ活動, 地下構造

1. 研究開始当初の背景

火山噴火予知研究の現状では、適切な観測を行っていれば噴火前に何らかの異常現象をとらえることは可能なレベルに達している。2000年有珠火山噴火では噴火開始前に異常を検出し、地元の人々や観光客を避難させる被害を未然に防ぐことが出来た。しかし、噴火予知の成功例として挙げられるこの事例でさえ、噴火位置・規模・様式・推移などの予測は非常に困難であった。将来、再び発生するであろう噴火の際にこれら高次の活動予測を実践するためには、噴火が差し迫った状況の中で、観測される信号から活動推移予測に関わる適切な情報を抽出し、科学的判断基準に則った活動評価を行わなければならない。そのためには平時から過去の噴火事例を見直し活動推移の規則性や多様性に関する法則を見つけ出すこと、さらにその法則を普遍的なものに高めていくために法則を支配する物理化学過程を理解していくことが重要である。

2. 研究の目的

本研究では有珠火山を主要な研究対象とし、過去の噴火現象・観測量の比較に基づく噴火活動推移予測の高度化と、現象の物理化学的背景理解の足掛かりとしてのマグマ活動を規制する場の解明を目指した。

3. 研究の方法

- (1) 過去の噴火事例に関する文献調査を行い、噴火活動に伴い観測された現象をとりまとめた。また、将来の再解析に利用できるよう、文献中に記載されたデータの数値化を進めた。
- (2) これまでに取得したデータおよび臨時観測によるデータを利用し、地震データ解析、地下構造解析を行った。

4. 研究成果

- (1) 有珠火山の噴火活動推移予測の高度化
 - ① 噴火前兆地震活動の時間別発生頻度・マグニチュード・震源に関して、過去の山頂噴火、山麓噴火の観点から定性的な比較を行った。この結果、1977年山頂噴火と山麓噴火前兆初期とは地震発生頻度、マグニチュード、

震源に関して類似性が認められること、山麓噴火に関しては、前兆地震開始数日後の急激な地震発生頻度の増大・マグニチュードの増加・震源の水平方向への拡大といった特徴が挙げられ、活動推移予測のひとつの判断材料となる可能性を指摘した(図1)。

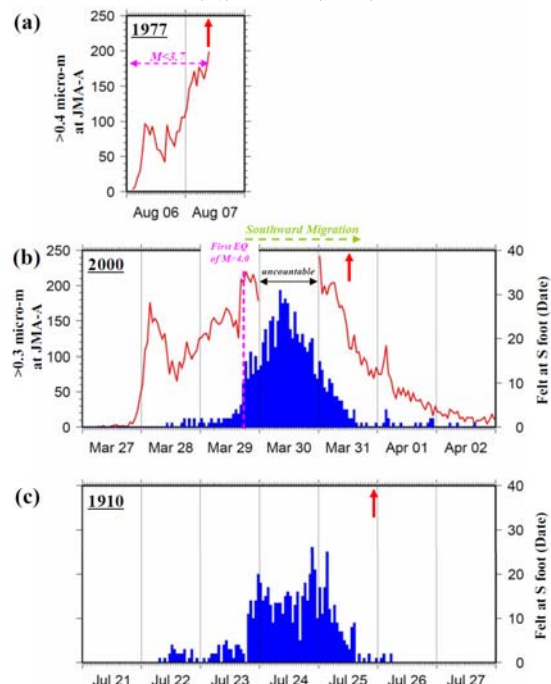


図1 過去の噴火時の前兆地震時間別発生頻度。赤線：気象庁A点での地震回数。青棒グラフ：有珠火山山麓での有感地震回数。赤矢印：最初の噴火。(a)1977年山頂噴火。(b)2000年山麓噴火。(c)1910年山麓噴火。(b)の緑破線は震源が南方へ拡大した時期に相当する。

火山噴火予知を実践していくには、モニタリング観測による異常の検出とそれに基づく活動評価が基礎となる。さらに近年、我が国では、過去の噴火活動履歴に基づいた「噴火シナリオ」の作成に力を入れ、リアルタイムで観測される現象がシナリオのどの段階に位置しているかを把握することにより、活動評価の精度を高めることを目指している。今回、本研究で行った過去の噴火時の比較は、有珠火山の噴火シナリオを高度化していく上で重要な指針となるであろう。将来、火山活動評価に資するためには、本研究で定性的議論にとどまった比較内容を定量化していくことが必要である。

- ② 有珠火山の静穏期の地殻活動の解明に

向けた観測研究を進めた。この結果、静穏期の山頂直下の定常的な地震活動が1977-82年噴火潜在ドームの沈降に伴い発生していること(図2)、その震源域は2000年噴火前兆地震より有意に浅く、2000年噴火が山頂直下の地殻活動にほとんど影響を与えなかったこと、を明らかにした。

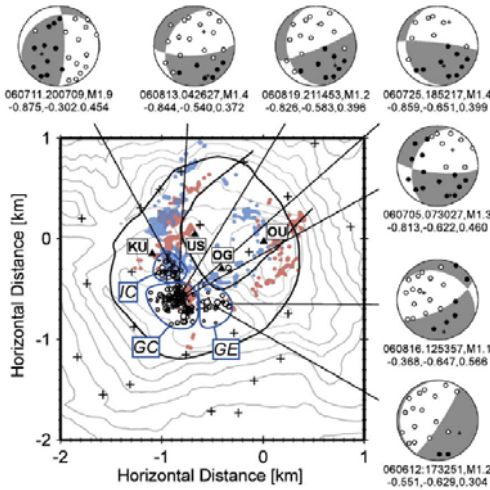


図2 1977-82年噴火潜在ドーム成長時(赤・青)の震央分布および静穏期(2006年)の震央(黒)・発震メカニズム。1977-82年噴火では震源分布で限られるU字型断層の北東側が隆起する様に潜在ドームが成長した。静穏期の地震もこのU字断層沿いで発生し、その発震メカニズムは潜在ドームが沈降するセンスと整合的である。

活動的火山において、静穏期には、過去の噴火の余効に関わる現象と、次期噴火に向けた準備過程に関わる現象とが重なって観測される。長期的活動予測を進めるためには、これらを分離して認識していくことが必要である。本研究の成果は噴火準備過程に関する情報の乏しい有珠火山における長期的活動予測へ向けた足掛かりとなることが期待される。

(2) マグマ活動を規制する場

① 有珠火山の地質学的基盤は大局的には北へ向けて浅くなっており、物理探査から推定される密度・地震波速度構造もこれを反映している。北西山麓で発生した2000年噴火の前兆地震では、北方、南方へ震源域を拡大していった。この震源は北へ向かい浅くなる基盤構造に沿うように分布しており、少なくとも前兆地震の発生場所は地下構造に規制されていたと考えられる(図3)。また、1943-45年溶岩ドーム、1977-82年噴火潜在ドーム成長に伴い観測された非対称な地殻変動が、この北に向かい浅くなる基盤構造と密接に関わっていたことも指摘した。

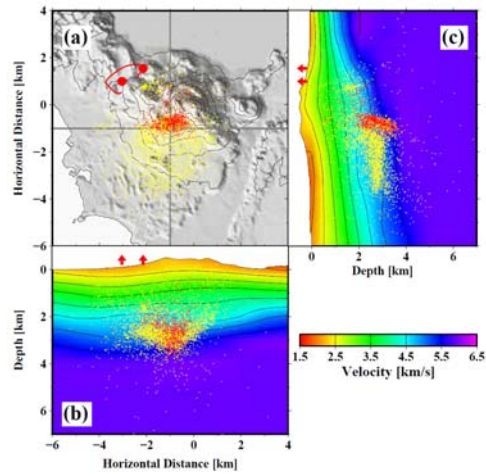


図3 P波速度と2000年噴火前兆地震震源分布。(a)平面図。(b)東西断面図。(c)南北断面図。赤点：前兆地震初期の震源、黄点：前兆地震後期の震源。

② 将来の比較研究に向けて、同じく西南北海道に位置する北海道駒ヶ岳火山の浅部地震波速度構造も推定した。有珠火山では山麓噴火と爆発的噴火を伴う山頂噴火とを引き起こしているが、同火山の活動は山頂での爆発的噴火で特徴づけられる。また、噴火前兆現象も有珠火山程顕著ではないとされる。このような活動をしている北海道駒ヶ岳火山では、有珠火山と比較して山頂下に顕著な高速度領域が存在することを明らかにした(図4)。

これまでに多くの火山でその地下構造の推定が行われているが、その最大の目的はマグマや貫入岩体の検出という地下構造に対する静的な視点からであった。これに対し今回の研究は地下構造をむしろマグマ活動の場という視点でとらえ、マグマ貫入や噴火という動的な現象に与える影響を解明しようという点で特色があった。日本は有数の火山国であり、高い活動度を誇る多くの火山において地下構造を詳細に明らかにしているのは世界でも稀である。この意味でわが国は「マグマ活動を規制する場の解明」に関する研究で世界を先導できる下地を持っている。本研究は有珠火山をケーススタディの場として選び、従来進められてきた火山地域の地下構造探査にマグマ貫入・噴火の場の解明という意義付けを加え、将来、北海道駒ヶ岳火山など他の火山との比較研究の対象としての役割を果たすであろう。

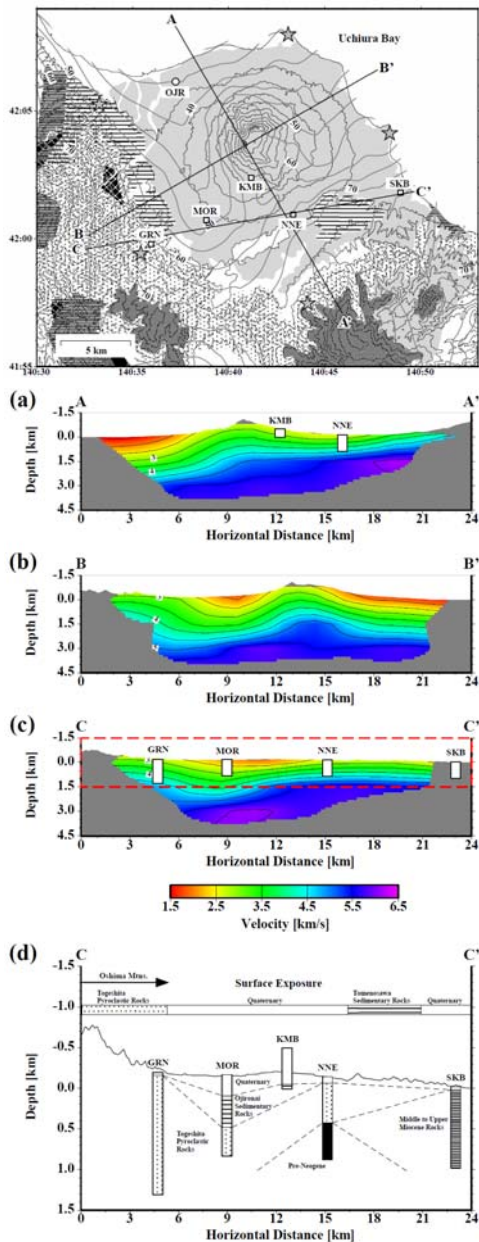


図4 北海道駒ヶ岳火山P波速度((a),(b),(c))と地質層序(d)との比較。A-A', B-B', C-C'断面は最上図参照。大局的に基盤は北西方向に深くなる((a)参照)とともに、山頂直下は高速度域となっている((b)参照)。また得られた速度構造は、地質年代を強く反映している((c),(d))。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計3件)

- ① H. Aoyama, S. Onizawa, T. Kobayashi, T. Tameguri, T. Hashimoto, H. Oshima, and H. Y. Mori, Inter-eruptive volcanism at Usu volcano: Micro-earthquakes and dome subsidence, J. Volcanol. Geotherm. Res., 187, 203-217, 2009.
- ② S. Okuma, T. Nakatsuka, M. Komazawa, N. Matsushima, H. Satoh, S. Takakura, Y. Ishizuka, S. Onizawa, Y. Ogawa and T. Mogi,

Integrated geophysical constraints on the subsurface structure of Usu Volcano, Hokkaido Japan, Proceedings of SEGJ 9th International Symposium -Imaging and Interpretation-, Hokkaido, October, 2009.

- ③ S. Onizawa, H. Oshima, H. Aoyama, T. Maekawa, A. Suzuki, H. Miyamachi, T. Tsutsui, T. Matsushima, S. Tanaka, J. Oikawa, N. Matsuwo, K. Yamamoto, T. Shiga, and T. Mori, Basement structure of Hokkaido Komagatake volcano, Japan, as revealed by artificial seismic survey, J. Volcanol. Geotherm. Res., 183, 245-253, 2009.

[学会発表] (計4件)

- ① H. Aoyama, S. Onizawa, T. Kobayashi, T. Tameguri, T. Hashimoto, H. Oshima, H. Mori, Inter-eruptive volcanism at Usu volcano: Micro-earthquakes and dome subsidence, V23D-2101, AGU Fall Meeting, Sanfrancisco, California, 2009年12月15日.
- ② S. Okuma, T. Nakatsuka, M. Komazawa, N. Matsushima, H. Satoh, S. Takakura, Y. Ishizuka, S. Onizawa, Y. Ogawa and T. Mogi, Integrated geophysical constraints on the subsurface structure of Usu Volcano, Hokkaido Japan, SEGJ 9th International Symposium -Imaging and Interpretation-, Hokkaido, 2009年10月13日.
- ③ S. Onizawa, H. Oshima and H. Aoyama, Structural controls on the magma movements and eruption locations - Observation evidence in Usu volcano, Japan -, IUGG, Perugia, Italy, 2007年7月12日.
- ④ 青山 裕・鬼澤真也・為栗 健・鈴木敦生・前川徳光・大島弘光・森 濟・橋本武志・志賀 透・小山 寛・中橋正樹・吉川章文・福山由朗, 臨時稠密地震観測で見てきた有珠山の微小地震活動, 日本地球惑星科学連合2007年大会, 千葉県, 2007年5月22日.

[図書] (計2件)

- ① 大熊茂雄・中塚 正・駒澤正夫・松島喜雄・佐藤秀幸・高倉伸一・石塚吉浩・鬼澤真也・小川康雄・茂木 透, 総合断面図説明書, 有珠火山地域地球物理総合図, 数値地質図, P-7, 地質調査総合センター, (投稿中).
- ② 鬼澤真也, 有珠火山2000年噴火の前兆地震活動説明書, 有珠火山地域地球物理総合図, 数値地質図, P-7, 地質調査総合センター, (投稿中).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鬼澤 真也 (ONIZAWA SHINYA)

気象庁気象研究所・地震火山研究部・研究
官

(H21：産業技術総合研究所→気象研究所)

研究者番号： 30397062

(2) 研究分担者

大島 弘光 (OSHIMA HIROMITSU)

北海道大学大学院・理学研究院・准教授

研究者番号： 10213703

青山 裕 (AOYAMA HIROSHI)

北海道大学大学院・理学研究院・助教

研究者番号： 30333595

(3) 研究協力者

前川 徳光 (MAEKAWA TOKUMITSU)

北海道大学・理学部・技官

鈴木 敦生 (SUZUKI ATSUO)

北海道大学・理学部・技官