

平成 21 年 6 月 9 日現在

研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18340130
 研究課題名（和文） 噴煙の人工衛星データおよび噴出物の岩石学的データを再現する噴火モデルの開発
 研究課題名（英文） Modeling of volcanic eruption to simulate satellite data of eruption clouds and petrological data of ejecta.
 研究代表者
 氏名（アルファベット） 小屋口剛博（KOYAGUCHI TAKEHIRO）
 所属機関・所属部局名・職名 東京大学・地震研究所・教授
 研究者番号 80178384

研究成果の概要：

(1) 火山噴煙モデルの開発，(2) 火道上昇モデルの開発，(3) 噴火シナリオに関するデータベースの作成，を行うことによって，爆発的噴火において観測される噴煙のダイナミクス（人工衛星データ）と噴出物の岩石学的・堆積学的性質の間の相関関係を定量的に再現することに成功した．

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2007 年度	4,100,000	1,230,000	5,330,000
2008 年度	4,200,000	1,260,000	5,460,000
年度			
年度			
総計	10,600,000	3,180,000	13,780,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・固体地球惑星物理学

キーワード：火山，流体，計算物理，人工衛星，減災，火山現象

1．研究開始当初の背景

爆発的噴火における「噴火タイプの多様性」や「噴出物と噴火タイプの関係」などについては，ある種の普遍的相関関係があることが知られていたが，その相関関係をもたらず物理メカニズムについては，未だ，十分に理解されていなかった．これらの発見的に得られた普遍的観測事実を定量的に再現する物理・数理モデルの開発が望まれていた．

2．研究の目的

本研究は，野外観測データと定量的な比較が可能な火山噴火モデルを構築することを

目的とする．具体的には，爆発的噴火において観測される噴煙のダイナミクス（人工衛星データ）と噴出物の岩石学的・堆積学的性質の間の相関関係を定量的に再現する数値モデルを開発する．

3．研究の方法

(1) 3次元火山噴煙モデルの開発
 (2) 1次元火道上昇モデルの開発
 (3) 噴火シナリオに関するデータベースの作成
 という3課題を遂行することによって，モデル予測と野外観測の比較を行う．

4. 研究成果

上記(1)(2)(3)についてそれぞれ以下のような成果を得た。

(1) 火山噴煙モデルの開発

噴煙のダイナミックスの支配要因である、「大気と噴煙の乱流混合過程」を高精度で再現する3次元噴煙モデルを開発し、野外データ(主にピナツボ1991年噴火の人工衛星データ・噴出物の粒径分布データ)と比較した。これらの比較に基づいて、従来の1次元モデルで用いられてきた経験的係数及び火山灰堆積モデルの確認と改訂を行った。

(2) 火道上昇モデルの開発

非爆発的噴火から爆発的噴火への遷移において本質的な役割を果たす「気相液相間の相対速度」を考慮した1次元定常火道流モデルを開発し、その半解析解を得た。この半解析解に基づいて「噴火タイプのレジームマップ」を作成し、それをデータベースの地質学・岩石学的データと比較した。また、1次元定常火道流モデルで使用する気泡流から噴霧流への遷移条件(「マグマの破砕条件」)を、室内実験結果に基づいて決定した。さらに、溶岩ドーム噴火において上昇にともなうマグマの粘性変化によって噴出率が周期的に時間変動する問題について、力学系モデルに基づく解析を行い、実際の観測結果と比較した。

(3) データベースの作成

シュベルチ火山、アレナル火山、セントヘレンズ火山、ピナツボ火山、雲仙火山、桜島の最近の噴火について、マグマ物性及び噴火パラメータの遷移に関するデータを整理し、データベース化した。

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 9 件)

T. Koyaguchi, K. Ochiai, Y.J. Suzuki, The effect of intensity of turbulence in umbrella cloud on tephra dispersion during explosive volcanic eruptions: Experimental and numerical approaches, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 印刷中, 2009 年, 査読あり
Y.J. Suzuki, T. Koyaguchi, A three-dimensional numerical simulation of spreading umbrella clouds, Journal of Geophysical Research, 114, B03209, 2009 年, 査読

あり

鈴木雄治郎, 小屋口剛博, 爆発的噴火の非定常3次元噴煙シミュレーションに基づく火口周辺の堆積作用の検討, 月刊地球, 31(1), 7-12, 2009 年, 査読なし

T. Kozono, T. Koyaguchi, Effects of relative motion between gas and liquid on 1-dimensional steady flow in silicic volcanic conduits: 2. Origin of diversity of eruption styles, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 180, 37-49, 2009 年, 査読あり

T. Kozono, T. Koyaguchi, Effects of relative motion between gas and liquid on 1-dimensional steady flow in silicic volcanic conduits: 1. An analytical method, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 180, 21-36, 2009 年, 査読あり

T. Koyaguchi, B. Scheu, N.K. Mitani, O. Melnik, A fragmentation criterion for highly viscous bubbly magmas estimated from shock tube experiments, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 178, 58-71, 2008 年, 査読あり

M. Nakanishi, T. Koyaguchi, A stability analysis of a conduit flow model for lava dome eruptions, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 178, 46-57, 2008 年, 査読あり

Y.J. Suzuki, T. Koyaguchi, Numerical Simulations of Turbulent Mixing in Eruption Clouds, Journal of Earth Simulator, 8, 35-44, 2007 年, 査読あり

鈴木雄治郎, 小屋口剛博, 火口近傍の噴煙ダイナミクスに関する3次元数値シミュレーション, 月刊地球, 28, 204-206, 2006 年, 査読なし

〔学会発表〕(計 17 件)

鈴木雄治郎, 小屋口剛博, 火山噴煙柱における物理量プロファイル変化とその乱流混合効率への影響, 日本火山学会2008年秋季大会, 2008年10月11日, 盛岡・岩手大学

T. Koyaguchi, T. Kozono, Y.J. Suzuki, The relationship between sequence of eruption styles and evolution of magma chamber pressure during explosive volcanic eruptions, IAVCEI (International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior) General Assembly 2008, 2008年8月22日, アイスランド・レイキャビク・アイスランド大学

Y.J. Suzuki, T. Koyaguchi, Spatial variation of efficiency of turbulent mixing in eruption columns, IAVCEI (International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior) General Assembly 2008, 2008年8月19日, アイスランド・レイキャピク・アイスランド大学

T. Kozono, T. Koyaguchi, Effects of magma viscosity on transition between dome eruptions and explosive eruptions in silicic volcanism, IAVCEI (International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior) General Assembly 2008, 2008年8月18日, アイスランド・レイキャピク・アイスランド大学

鈴木雄治郎, 小屋口剛博, 火山噴煙の3次元モデルによる数値実験: 噴煙柱の乱流混合効率, 日本地球惑星科学連合2008年大会, 2008年5月27日, 千葉・幕張メッセ

小屋口剛博, 小園誠史, 鈴木雄治郎, 火道・噴煙統合モデルの構築に向けて(その1)火口における噴出条件とマグマ溜りの圧力の関係, 日本地球惑星科学連合2008年大会, 2008年5月26日, 千葉・幕張メッセ

小園誠史, 小屋口剛博, 溶岩ドーム噴火における火道中のマグマの空隙率変化, 日本地球惑星科学連合2008年大会, 2008年5月26日, 千葉・幕張メッセ

T. Koyaguchi, K. Ochiai, Y.J. Suzuki, A tephra dispersal model based on 3-D simulations of eruption clouds and experiments on particle settling in turbulent flow, AGU (American Geophysical Union) 2007 Fall meeting, 2007年12月12日, アメリカ・サンフランシスコ

Y.J. Suzuki, T. Koyaguchi, 3-D simulations of eruption column and umbrella cloud development during explosive volcanic eruptions, AGU (American Geophysical Union) 2007 Fall meeting, 2007年12月11日, アメリカ・サンフランシスコ

小園誠史, 小屋口剛博, 気相・液相間の相対運動が一次元定常火道流に与える効果: 噴火タイプの多様性の成因, 日本地球惑星科学連合2007年大会, 2007年5月24日, 千葉・幕張メッセ

中西無我, 小屋口剛博, 溶岩ドーム噴火における火道流モデルの安定解析, 日本地球惑星科学連合2007年大会, 2007年5月24日, 千葉・幕張メッセ

鈴木雄治郎, 小屋口剛博, 3次元数値モ

デルによる傘型噴煙形成のシミュレーション その3: ピナツポ 1991年噴火への適用, 日本地球惑星科学連合2007年大会, 2007年5月24日, 千葉・幕張メッセ

小屋口剛博, 火山爆発に伴う流動現象のモデリング, 日本地球惑星科学連合2007年大会, 2007年5月23日, 千葉・幕張メッセ

中西無我, 小屋口剛博, 溶岩ドーム噴火における1次元非定常火道モデルの解析(その1: 定常 P-Q 曲線を用いた安定性条件・周期), 日本地球惑星科学連合2006年大会, 2006年5月14日, 千葉・幕張メッセ

小屋口剛博, 三谷典子, B. Scheu, 衝撃波管モデルに基づく高粘性マグマの破碎基準の推定, 日本地球惑星科学連合2006年大会, 2006年5月14日, 千葉・幕張メッセ

小園誠史, 小屋口剛博, 一次元定常火道流モデルの解析的研究: 非爆発的噴火の存在条件, 日本地球惑星科学連合2006年大会, 2006年5月14日, 千葉・幕張メッセ

鈴木雄治郎, 小屋口剛博, 傘型噴煙の3次元シミュレーション その2: 観測可能量の評価, 日本地球惑星科学連合2006年大会, 2006年5月14日, 千葉・幕張メッセ

〔図書〕(計 2 件)

小屋口剛博, 東京大学出版会, 「火山現象のモデリング」, 2008年, 664頁

小屋口剛博, 鈴木雄治郎, 東京大学出版会, 「火山爆発に迫る 噴火メカニズムの解明と火山災害の軽減(井田善明・谷口宏充 編, 240頁)」, 2009年, 142-150

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小屋口剛博 (KOYAGUCHI TAKEHIRO)

東京大学・地震研究所・教授

研究者番号: 80178384

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4)研究協力者

小園 誠史(KOZONO TOMOFUMI)

東京大学・地震研究所・研究員

(現所属：防災科学技術研究所)

研究者番号：40506747

鈴木 雄治郎(SUZUKI YUJIRO)

海洋研究開発機構・研究員

研究者番号：30392939

中西 無我(NAKANISHI MUGA)

東京大学・地震研究所・研究員