

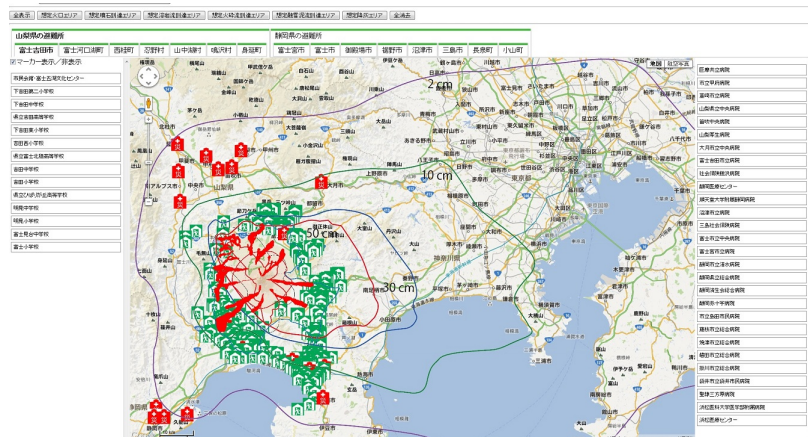
## 災害時医療情報共有システムへの統合による火山ハザードマップのウェブ化の試み The Development of a Web-based Volcano Hazard Map by Integrating into the Disaster Medicine Information-Sharing System

石峯 康浩<sup>1\*</sup>  
Yasuhiro Ishimine<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 国立保健医療科学院 健康危機管理研究部  
<sup>1</sup>National Institute of Public Health

2011年3月に発生した東日本大震災の教訓に基づき、国立保健医療科学院では現在、大規模災害が発生した際に限りある医療資源を効率的・効果的に配分するために不可欠な情報共有化のシステムをクラウドベースで構築中である。支援者がなじみのない被災地を訪問して迅速に活動を開始するためには、地理情報を迅速に把握することが重要であることから、本情報共有システムには災害拠点病院や避難所の情報をウェブベースの地図上にマッピングする機能が組み込まれている。この地図には、津波による浸水地域や道路の通行止めを発生させている地滑りの分布等、災害要因の分布を表示することも想定しているため、これまで紙ベースで作られてきた火山のハザードマップの想定被災区域を表示させることも可能である。そこで、2002年に作成された富士山のハザードマップを本情報共有システムに組み込むことを試みたので紹介する(図1参照)。

キーワード: ハザードマップ, GIS, 火山噴火, 富士山, 災害医療, 公衆衛生  
Keywords: Hazard Map, GIS, Volcanic Eruption, Mt. Fuji, Disaster Medicine, Public Health



## 次の伊豆大島噴火における無人観測ロボットの活用提案 Proposal of practical use of unmanned observation robots in the next Izu-Oshima eruption

佐伯 和人<sup>1\*</sup>  
Kazuto Saiki<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 大阪大学 理学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of Science, Osaka University

火山噴火の際には、噴火直後から避難完了に至る短期間に刻々と変化する状況を観測し、短期の状況予測を避難誘導に活かす事が重要である。1986年の噴火では爆発的な噴火が発生し、カルデラ底やカルデラの外など思いもかけない地点での活動となった。そのため、噴火地点には近寄ることができず、噴火現象の科学的理解や災害軽減のための貴重なデータを調査観測する機会を逸した。また、全島避難の際には、住民に噴火の状況が伝わらず、溶岩流によって岡田-元町間の道路が断たれているといった誤った情報が流れた。伊豆大島では、先の噴火から20年以上が経過し、次の噴火の準備をする必要のある時期となっている。このような状況を次の噴火時に改善するために、噴火時に即応できる新しい観測ロボットの開発と観測体制の確立が必要である。このような考えのもと、発表者は2009年より伊豆大島無人観測ロボットシンポジウムを始めた。シンポジウムの目的は、火山学や宇宙工学や防災など様々な分野で無人観測ロボットを開発している研究者を大島に集め、野外実証試験と情報交換の機会を提供し、ロボットの開発と観測体制の確立を加速させることである。これまでの4年間に、多数の参加者が集まり、実証試験を行った。2009年度は9つの研究グループからUGV8台、UAV2機が、2010年度は5つのグループからUGV5台、UAV2機が、2011年度は9つのグループからUGV13台、UAV3機が、そして2012年度は10のグループからUGV13台、UAV6機が参加した。火山観測を目的としたロボット実証試験大会としては世界最大規模の大会に成長したと言える。これまでの成果と、今後の展望について発表する。今年度のシンポジウムの詳細は以下のURLを参照していただきたい。(http://oshimarobot.web.fc2.com/index.html)

キーワード: 伊豆大島, 無人観測ロボット, ロボット, 火山

Keywords: Izu-Oshima, unmanned observation robot, robot, volcano

## ジオパークの活動と火山防災 geopark & volcanic activity

中川 和之<sup>1\*</sup>  
Kazuyuki Nakagawa<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 時事通信社  
<sup>1</sup> JijIPress

2008年から日本国内でジオパークの認定が始まった。そこには火山、地質、地理、第四紀、地震の5学会が参画しており、地球科学的な知見が、ジオパークにとって不可欠であることを伝えている。

2012年度では、国内では25地域がジオパークと名乗ることが許されているが、そのうちエリア内に活火山を抱えるジオパークが11あり、それ以外にも火山活動と関係した景観を楽しむことが出来るジオパークも7箇所ある。保全と教育、ジオツーリズムに取り組むジオパークは、これまで時に対立してきた観光と火山防災が、一体となって活動できる。2011年の霧島火山の噴火では、観光関係者から取材に対して「新燃岳は生きている火山。ジオパークに選ばれ、火山を売りにしているのだから噴火するのは当たり前」と語ったほどだ。それぞれのジオパークでの火山防災への取り組みを概観する。

キーワード: ジオパーク, 火山, 災害, ジオツアー  
Keywords: geopark, volcano, disaster, geotour

## 磐梯山の火山微地形判読による噴火シナリオ案 The Eruption Scenario of Bandai Volcano by the topographic Analysis

荒井 健一<sup>1\*</sup>, 千葉 達朗<sup>1</sup>, 岸本 博志<sup>1</sup>, 廣谷 志穂<sup>1</sup>  
Kenichi Arai<sup>1\*</sup>, Tatsuro Chiba<sup>1</sup>, Hiroshi Kishimoto<sup>1</sup>, Shiho Hirotani<sup>1</sup>

<sup>1</sup> アジア航測株式会社  
<sup>1</sup> Asia Air Survey Co., Ltd.

磐梯山の火山噴火緊急時に少しでも災害を軽減するための対策計画を検討する目的で、噴火・土砂移動履歴調査を実施した。磐梯山の火山防災マップは、2001年5月に関係町村により作成され公表されており、2012年1月には噴火警戒レベルの導入を反映した改訂版が発行された。しかし、マップに描かれた想定火山現象や火口位置等は主に2001年版作成時の調査に基づいている。2001年は、有珠山ならびに三宅島の2000年噴火による火山活動の解明や防災対応の課題抽出の最中であり、また活火山の定義が「過去2000年」以内に噴火した火山とされていた時であり、さらに航空レーザー計測や数値解析といった技術が現在ほど普及していなかった時期である。そこで、対策計画の策定に先立ち最新の地形データや産業技術、防災マップ公表後の研究成果等を精査・活用して、現時点の知見により磐梯山の噴火シナリオを点検した。

磐梯山周辺では2000年～2001年の地震活動の一時的な増加がみられたものの、1888年噴火以降、顕著な火山活動は確認されていない。このため、火山体の表層は徐々に植生に覆われてきており、露頭観察や空中写真判読による噴火履歴調査の効率が悪化しつつある。そこで、2009年に国土交通省が航空レーザー計測により山体の主要な部分を1mグリッド、周辺の山麓部を2mグリッドで作成した数値地形データを使用した。今回このデータから製作した赤色立体地図を使うことにより、樹木等の影響をできる限り排除して火口地形や噴出物が作った起伏、1888年噴火に伴う山体崩壊を要因とする様々な種類の地形を判読することに成功した。判読では、多くの火口状地形、噴石によるクレータ状地形、火砕流が表層を覆ったと考えられる地形などを抽出した。1888年噴火時の岩屑なだれ移動方向である北東側山麓には長径100mを越す巨大な楕円形の凹地形が複数存在することが明瞭に確認された。また、1888年噴火時を含め過去複数回発生している山体崩壊による岩屑なだれ堆積物の流れ山分布などを分類して着色した。

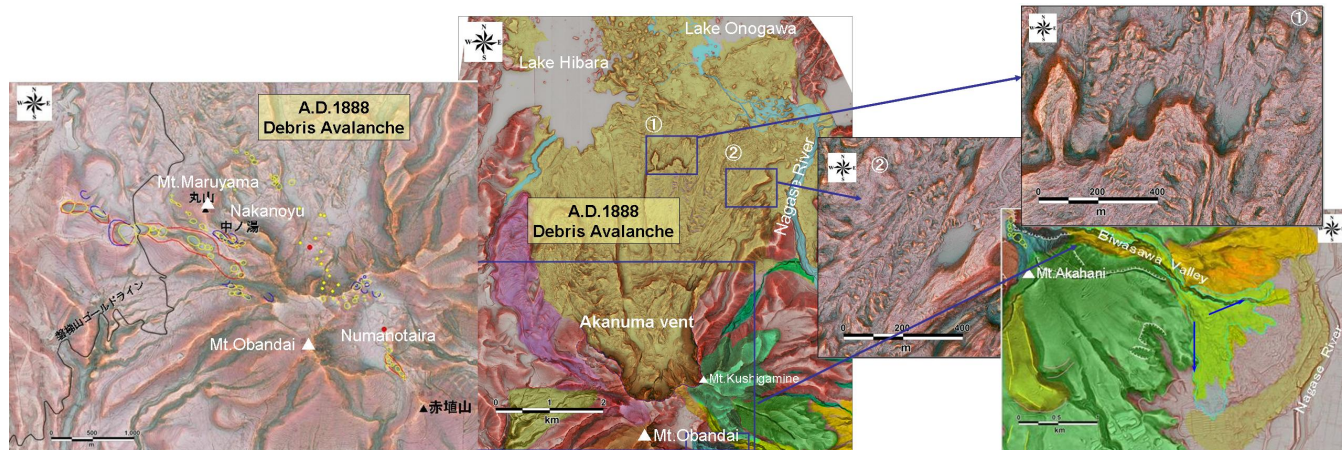
判読後、1888年噴火時の文書記録や既往研究報告等をふまえて現地確認したところ、従来知られていなかった多くの噴火に伴う微地形や土砂移動痕跡が確認できた。今回、火砕サージ堆積物を確認した地点などでは、年代測定等のいくつかの分析も実施したので速報として報告する。

調査結果から、1888年噴火後の磐梯山において北麓で天然ダムを形成した山体崩壊に伴う土砂移動以外にも、南東麓の琵琶沢方向への火砕サージや繰り返し土砂移動が発生していたと考えられるなど、既存の噴火シナリオの見直しが必要になる情報を得た。今回作成した赤色立体地図とその判読結果を図化した主題図は、今後地域住民に磐梯山の火山としての成り立ちを説明する際や噴火や噴火に伴い発生する現象の解明に役立つと期待される。

本発表内容は、2012年度の国土交通省北陸地方整備局阿賀川河川事務所からの受託業務において実施した成果の一部である。成果の使用と発表を承諾して下さった事務所と北陸地方整備局河川部の関係各位に記して御礼申し上げます。

キーワード: 航空レーザ, 噴火シナリオ, 火山防災, 地形解析, 数値地形, 赤色立体地図

Keywords: LiDAR, Eruption Scenario, Volcanic Disaster, Terrain analysis, Red Relief Image Map, Lahar



## 北海道駒ヶ岳の噴火シナリオと火山災害対策 Eruption Scenarios and Volcanic Risk Mitigation Strategies of Hokkaido Komagatake Volcano, Northern Japan

吉本 充宏<sup>1\*</sup>  
Mitsuhiro Yoshimoto<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学大学院理学研究院自然史科学部門  
<sup>1</sup>Department of Natural History Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University

北海道駒ヶ岳火山は、1640年の噴火を皮切りに、最近350年間に4回のVEI=4の火砕流を伴う軽石噴火を起こしている。最新の軽石噴火である1929年噴火は小噴火開始から9時間後に軽石噴火に移行、その3時間後に最初の火砕流が発生し、噴火開始から24時間後には終息した。1929年噴火以降は、1942年にマグマ噴火(VEI=2)を起こし、その後1996年から2000年の水蒸気噴火まで、活動は低調に推移した。駒ヶ岳周辺町村では、将来1929年噴火と同等の噴火が起こった場合、迅速な対応が求められることから、1980年に火山活動が低調であったにもかかわらず、全国に先駆けて火山災害対策に乗り出した。これ以降、行政担当者と研究者が協力して防災計画の策定し、防災教育などを継続して行っている。1996年の水蒸気噴火発生の際には、多くの問題点が見いだされ、防災計画の見直しが行われた。この改訂では、1929年噴火をモデルに噴火シナリオを作成し、それに基づく行政対応が検討された。本発表では、駒ヶ岳の火山災害対策の推移、これまでの取り組み、現時点での問題点について報告する。また、2000年以降の研究によって、噴火史が大きく書き換えられた。これまでの噴火シナリオの妥当性についても検討する。

キーワード: 北海道駒ヶ岳火山, 噴火シナリオ, 火山災害対策  
Keywords: Hokkaido-Komagatake Volcano, Eruption Scenarios, Volcanic Risk Mitigation

## 噴火長期予測のための確率モデルのベイジアンモデルへの適用 Integration of stochastic models for long-term eruption forecasting into a Bayesian event tree scheme

アレクサンダー・ガルシア・アリスティザバル<sup>1</sup>, ヤコポ・セルバ<sup>1</sup>, 藤田 英輔<sup>2\*</sup>

Alexander Garcia-Aristizabal<sup>1</sup>, Jacopo Selva<sup>1</sup>, Eisuke Fujita<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> イタリア国立地球物理学火山学研究所, <sup>2</sup> 防災科研

<sup>1</sup>INGV, <sup>2</sup>NIED

一般的に火山噴火予測は、対象とする噴火イベントの発生確率を評価することに対応しているが、一方火山災害については、普通は噴火に伴って地表で発生する現象や顕著な現象（例えば溶岩流、火砕流、降灰、泥流等）の分析によるものである。しかし、火山に起因する災害の中には、火山活動が不安定な状態の間ではあるが表面的な噴火活動をしていない場合でも発生するものがある。代表的な例としては、火山ガスの放出、水蒸気爆発、地殻変動、群発地震活動などがある。これらの現象の多くは重大な被害をもたらすこともあり、この意味で火山活動が不安定な状態におけるリスク評価も、噴火に関連する現象として無視できない。本講演の主な目的は、火山不安定の確率を計算する定量的フレームワークを提案することである。ここで提案する数学的フレームワークは、噴火履歴カタログの解析に基づく確率モデルを、噴火長期予測および火山ハザードアセスメントを目的としたベイジアン・イベントツリースキームへ適用することである。実際、これらのモデルは長期の噴火履歴カタログに基づくもので、多くの場合、長期的な火山活動の時間変動解析と整合的である。今回の手法の主な結論は次の2点である：1．火山活動の不安定性の確率についての推測が可能であること、2．噴火履歴の確率モデルの結果を火山災害の確率的なアセスメントへの適用が可能であること。これらについて三宅島に適用した例を示す。

キーワード: 火山不安定, 噴火予測, ベイジアンイベントツリー, 確率モデル, 三宅島

Keywords: Volcanic unrest, Eruption forecasting, Bayesian event tree, Stochastic models, Miyakejima volcano

## 斜め写真測量を用いた火山地形解析 Terrain analysis of an active volcano using oblique photogrammetry

佐々木 寿<sup>1\*</sup>, 荒井 健一<sup>1</sup>, 藤巻 重則<sup>1</sup>, 山口 由美子<sup>1</sup>, 真屋 学<sup>1</sup>  
Hisashi Sasaki<sup>1\*</sup>, Kenichi Arai<sup>1</sup>, Shigenori Fujimaki<sup>1</sup>, Yumiko Yamaguchi<sup>1</sup>, Manabu Maya<sup>1</sup>

<sup>1</sup> アジア航測株式会社  
<sup>1</sup> Asia Air Survey Co., Ltd.

火山噴火は爆発的噴火や溶岩の流出などにより多くの地形変化をもたらす。噴火とともに時々刻々と変化する地形をリアルタイムに把握することは防災上極めて重要である。しかしながら、火山噴火時には航空機が火口上空を飛行することができないため、航空レーザ測量や垂直写真を用いた計測が実施できない場合が多い。新燃岳2011年噴火では航空レーザ測量が実施できなかったため、斜め写真を用いた計測が実施された(佐々木・他, 2011)。佐々木・他(2011)の手法では立体視可能な2枚の写真が必要であるが、1枚の写真(単写真)を用いた計測システムも開発されており(佐々木・他, 2012)、迅速な計測が可能になりつつある。本研究では複数の写真画像から3次元モデルを作成し、地形再現性と火山噴火時の活用について検討した。本研究で用いたシステムは、あるエリアを対象として撮影された大量の斜め写真から画像相関により3次元モデルを作成するものである。本研究では、新燃岳2011年噴火の際に民生用カメラを用いて撮影された写真を使用した。得られた3次元モデルを用いて火口内溶岩の最高地点の標高を計測したところ、1,366 mという値が得られた。これは佐々木・他(2012)が示した写真測量やSARなどの解析により推定された値と矛盾のない結果である。火山噴火では初期に形成された地形が、後の活動により覆われて消滅することがあるため、これらの地形をレーザ測量のような技術でモニタリングするのは困難である。民生用カメラで撮影した画像から3次元データを作成する本手法は、安価で迅速に大量の地形データが作成できるため、火山噴火時の地形変化をリアルタイムに把握できる可能性がある。例えば、溶岩ドームが形成される噴火では、上空から毎日写真を撮ることで、成長速度や形態変化を把握することが可能であり、火山防災のみならず火山学的にも有益な情報を得ることが期待される。

本研究で用いた写真は、鹿児島大学の小林哲夫教授から提供された。記して感謝いたします。

### 引用文献

佐々木寿・磯部浩平・本間信一・阪上雅之・向山 栄・中田節也・小林哲夫・村上 亮(2011) 霧島山新燃岳における斜め写真を用いた火口内溶岩の体積推定。日本火山学会講演予稿集, p.13.

佐々木寿・荒井健一・藤巻重則(2012) 単写真計測システムを用いた火山活動モニタリング。日本火山学会講演予稿集, p.85.

キーワード: 写真測量, 活火山, 地形解析, モデル化, 防災, 災害調査

Keywords: oblique photogrammetry, active volcano, terrain analysis, modelization, disaster prevention, disaster investigation

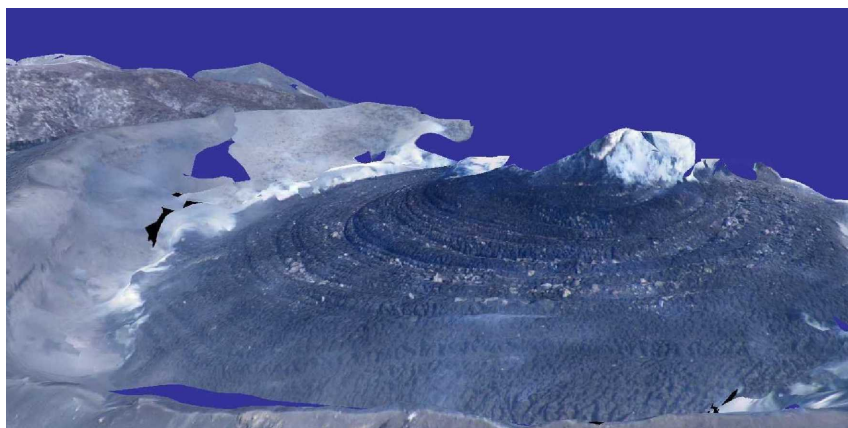


図1 斜め写真から作成した3次元モデル



図2 赤色立体地図

## 伊豆大島 1986 年噴火における地形変化の定量的評価 Quantitative estimation of topographical change caused by 1986 eruption at Izu-Oshima

部谷 直大<sup>1\*</sup>, 佐伯 和人<sup>1</sup>  
Naohiro Heya<sup>1\*</sup>, Kazuto Saiki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 大阪大学理学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of Science, Osaka University

伊豆大島で 1986 年におきた噴火では異なった火口から、A 溶岩 B 溶岩 C 溶岩が噴出した。将来的に溶岩流シミュレーションのテストケースとして使うことを目的として、噴火前の地形の数値標高モデルを作成し、噴火後の数値標高モデルと差分をとることで噴火による地形変化の定量的評価を行った。噴火後の大島の数値標高モデルは国土地理院によって「数値地図 10m メッシュ(火山標高)」発行されているが、1986 年噴火以前の地形図は紙の地図(1981 年測量の火山基本図)のみしか存在しない。そこで、processing 言語を用いて地形図デジタル化作業支援ソフトを作成した。それを用いて、等高線の形状をデジタル化し後 IDL 言語でメッシュリサンプリングソフトを作成し、Kriging 法によって 1 m メッシュの噴火以前の数値標高モデルを作成した。Kriging 法とは周囲の計測値を加重して未計測の位置を予測する方法でセミバリオグラムを仮定することでランダムに与えられた数値から特定の点における数値を予測することができる方法である。噴火後の地形と噴火前の地形はプレート移動によりずれている可能性が考えられるので、噴火の影響がないと考えられるカルデラ西部のエリアの数値標高モデルを切り出して噴火後の地図と噴火前の地図を東西南北方向にそれぞれ 1 m ずつ ± 50 m まで、上下方向に 0.1 m ずつ ± 30 m まで平行移動し、それぞれの平行移動量での各標高の差分の絶対値を計算し、メッシュの各値の平均をとった。差分の絶対値のメッシュの各値の平均は完全に重なると 0 となるはずである。今回計算したところ、噴火後の標高モデルを噴火前の標高モデルに比べて南に 29 m、西に 31 m、下に 0.8 m 平行移動することで差分の絶対値のメッシュの各値の平均は極小となる 2.09 m となった。この平行移動の値はプレート運動や島の変形からは説明がつかず現在考察中である。平行移動済の噴火後の数値標高モデルと噴火前の数値標高モデルとの差分をとって地形変化を観察したところ噴火後の盛り上がっている箇所として A 溶岩流の形状と厚さの分布を得ることが出来た。GoogleMap 衛星写真から A 溶岩流部分のみを切り出すマスクを作成して A 溶岩流部分のみの体積を求めたところ  $6.6 \times 10^5 \text{ m}^3$  となった。この値は長岡(1988)の値 ( $5.5 \times 10^5 \text{ m}^3$ ) や遠藤ら(1988)の値 ( $2.3 \times 10^5 \text{ m}^3$ ) よりも大きい。また、B 溶岩とスコリア丘による最大 38 m の標高の上昇が標高の差分より確認された。さらに新たに剣ヶ峰に付近に火口の拡大に伴う地すべりとみられる標高の変化を発見した。これは衛星写真からも確認された。

キーワード: 溶岩流, 地形変化, 数値標高モデル

Keywords: lava flow, topographical change, DEM



## 噴煙柱からの粒子離脱-Tephra2を用いた解析 Particle fallout from a eruption column - an analysis using Tephra2

萬年 一剛<sup>1\*</sup>, チャールズ・B・コナー<sup>2</sup>  
Kazutaka Mannen<sup>1\*</sup>, Charles B. Connor<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 神奈川県温泉地学研究所, <sup>2</sup> 南フロリダ大学

<sup>1</sup>Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture, <sup>2</sup>University of South Florida

降下火山灰のシミュレーションでは、予測と観測に大きな差が生じる場合がある。そうした誤差の原因の一つとして、給源モデル、すなわち火山灰粒子が給源である噴煙柱のどの部分からどれだけ放出されているかを記述するモデルが現実と異なることが挙げられる。しかし、給源モデルの研究はこれまでほとんどされていない。本研究では1986年伊豆大島火山B噴火の給源モデルを、シミュレーションと観測された火山灰の分布を元に明らかにしたので報告する。

本研究では、噴煙柱のある高さ区間(i)から粒径 $r_i$ の粒子を単位量放出した際に、ある観測点(j)に堆積する割合( $c_{ij}$ )を、Tephra2を用いて計算した。各高度区間の放出量を $r_i$ とすると、ある観測点に堆積する粒子の量 $S_j$ は $c_{ij}r_i$ となる。本研究では計算によって求められる粒子量 $S_j$ と実際に観測された粒子の量 $S_{oj}$ の差の評価関数を、 $\log(S_j/S_{oj})$ として、評価関数が最低となる $r_i$ の組み合わせをグリッドサーチにより求めた。

その結果、粒子がもっとも噴煙柱から離脱するのは高さ2から3kmのところ、ここから離脱するのは粒径によって多少異なるが火口から放出された粒子の最大で90%に達する。-2および-3phiの粒径では高さ6から7kmの所でも離脱量が大きく火口から放出された粒子の約20%が離脱する。-2phiより小さい粒径では粒子が島外に飛散するため、この高さの分解能は無い。-3phiより大きい粒子に関しては高さ6から7kmでの離脱は大きくない。

伊豆大島の噴煙高度は最大で13km、噴火期間の多くの時期は10km前後であったので、高さ6から7km付近での離脱は浮力中立点高度での離脱である可能性がある。一方、高さ2から3kmでの放出は風により噴煙柱がやや風下に流され粒子を支える垂直方向の噴煙の流れが失われたために発生した可能性が考えられる。

キーワード: 噴煙柱, 火山灰, 伊豆大島, 降下火山灰, シミュレーション, Tephra2

Keywords: eruption column, volcanic ash, Izu-Oshima, tephra fall, simulation, Tephra2