

火山微地形判読の現状と課題

Overview of interpretation microtopography of volcano

千葉 達朗^{1*}, 荒井 健一¹, 佐々木 寿¹, 岸本 博志¹, 廣谷 志穂¹

Tatsuro Chiba^{1*}, Kenichi Arai¹, Hisashi Sasaki¹, Hiroshi Kishimoto¹, Shiho Hirotani¹

¹ アジア航測株式会社

¹ Asia Air Survey Co., Ltd.

火山噴火に伴う災害の防災・減災のためには、過去の火山活動の特徴を明らかにし、危険性の高い範囲をあらかじめ把握する、ハザードマップ作成が有効な対策である。そのためには、火山ごとに過去の実績の把握が課題となる。火山体表面を構成する堆積物がどのようなものであるのか、火口の位置はどこか、どこまで到達しているのか、体積はどのくらいかを把握することが重要となる。しかしながら、噴火間隔が長い場合には樹木で覆われ、空中写真判読や現地調査でも、把握が困難なことが往々にしてあった。

最近、航空レーザ計測技術の進歩により、樹木の影響を排除した地形の詳細データが取得できるようになってきた。また、LiDAR-DEMの微地形データを表現する手法としての赤色立体地図の利用により、微地形判読や現地調査での利用が進み、従来知られていなかった、火口や火山活動の発見が相次いでいる。

ここでは、2002年から最近までの航空レーザ1 mDEMを使用した赤色立体地図による火山地形判読と現地調査の事例を示すとともに、赤色立体地図による微地形判読のマニュアル化を試みたい。

キーワード: 微地形, 航空レーザ計測, 赤色立体地図, 溶岩流, 火砕流, 災害

Keywords: microtopography, LiDAR, RRIM, lava flow, pyroclastic flow, hazard

無人火山探査移動観測ステーション“ MOVE ”開発の総括 Recapitulation on the development of an unmanned ground vehicle “Mobile Observatory of Volcanic Explosion (MOVE)”

後藤 章夫^{1*}, 谷口 宏充¹, 市原 美恵²
Akio Goto^{1*}, Hiromitsu Taniguchi¹, Mie Ichihara²

¹ 東北大学東北アジア研究センター, ² 東京大学地震研究所

¹Center for Northeast Asian Studies, Tohoku University, ²Earthquake Research Institute, University of Tokyo

危険を伴う火口近傍での噴火観測を可能にするため、我々は平成14年度から5ヵ年計画で実施されてきた科学研究費補助金特定領域研究「火山爆発のダイナミクス」のなかで、無人火山探査移動観測ステーション“ MOVE ”(Mobile Observatory for Volcanic Explosions)を開発した。以来、火山での走行実験や改良を繰り返し、来るべき噴火観測に備えていたが、その機会を得ないままに耐用年数の10年を経過する。その間に老朽化が進み、修理部品が手に入らない搭載機器も出始めたことなどから、MOVEを現在の体制でこれ以上維持するのは現実的でないと判断に至った。そのため、本研究を終了することとし、これまでの開発研究について総括する。

我々は遠隔操縦可能な既存の機体を探査車に改造することにし、危険な災害現場で使用される日立建機製のキャリアアショベルMPX10をベースマシンとして選定した。100m以内から機体を目視しながら操縦するよう作られた本機を火山無人探査に利用するため、カメラを搭載し、無線を強化して2km遠方からの操縦を目指した。基地ではカメラ画像を頼りにMOVEを操縦する。MOVEの位置はGPSによって確認され、映像無線の音声チャンネルを利用して基地局に届けられ、地図上にリアルタイム表示される。当初4台だったカメラは後方視用と傾斜計モニター用がのちに追加され、操作性の向上が図られた。

MOVEにはピエゾ型衝撃波センサー、ゲージ型衝撃波センサー、低周波マイクロフォン、差圧計の4種類の圧力センサーが備えられ、全体として火山性の圧力波や火砕サージの圧力値を取りこぼしなく収録できる。また、主として火砕サージの温度計測を目的にして、高速応答熱電対も備えられている。これらの温度・圧力情報は、MOVEに装備したロガーに保存され、基地局でも波形画像としてモニターできる。またSS無線を通して基地局から保存データをダウンロードできる。

操作及び観測のための機器類と、その電源のバッテリーは、荷台を外して取り付け付けた断熱ボックスに収めた。アームの先端は土砂を掘削・運搬するためのバケットから、物をつかむグラップルに付け替えた。グラップルは障害物の排除や観測機器設置のほか、火山弾などのサンプルリターンにも使える。

MOVEを操縦する機材を搭載した基地局車も後に製作した。これにより、基地局を現場で展開、撤収する時間が大幅に削減され、悪天候下での安定した運用が可能になり、さらに、基地局設置場所の自由度が広がった。

この10年で、火山での運用試験は阿蘇山と伊豆大島で各2回ずつ行われるに留まった。これは費用などの制約もさることながら、これらの試験から、火山無人探査が予想以上に難しいことがわかり、ほかに適当なテストフィールドが見つからなかったことが大きい。特に地形障壁による映像無線の途絶は深刻で、阿蘇山ですら、遠隔操縦で火口近傍まで接近させるには至っていない。一方、伊豆大島では基地局車が移動することで地形障壁による電波障害を克服し、遠隔操縦での火口近傍到達を果たした。最終的に、地形障壁さえなければ、当初目標を上回る2.3km以上の遠隔操縦が可能であると確認された。

噴火観測を行うことなく終了するなど、本研究は期待された十分な成果を挙げたとは言いがたい。しかしながら、技術的問題のみならず、無線に対する法的制約や運用人員の確保など、無人火山探査を実現する上で避けられない様々な問題を明らかにすることはできた。また、MOVEに触発され、SKY-1やほむらといった探査機が開発され、さらに伊豆大島無人観測ロボットシンボジウムが定例開催されるようになるなど、将来への道筋をつけられたと思っている。火山無人探査が実現し、MOVEの先駆的な研究が評価される日が来ることを期待したい。

謝辞: MOVE製作に携わった日立建機及びIHIエアロスペースの皆様、並びに、試験などにご協力下さった関係各位に、厚く御礼申し上げます。

キーワード: 火山爆発, 無人観測, 遠隔操縦

Keywords: volcanic explosion, unmanned observation, remote controlling

G-EVER 次世代型リアルタイム火山災害予測システムの構築 The G-EVER next-generation real-time volcanic hazard assessment system

宝田 晋治^{1*}
Shinji Takarada^{1*}

¹ 産総研地質調査総合センター

¹ Geological Survey of Japan, AIST

アジア太平洋地域大規模地震・火山噴火リスク対策 (G-EVER) コンソーシアムが 2012 年に発足し、情報共有、国際標準化、ワーキンググループ活動など、各種の地震火山の防災減災活動を進めている。次世代型火山災害予測システム WG では、近未来の火山防災システムとして、火山噴火の進行のさまざまな段階で、噴火予測、被害想定、避難等に利用可能な、リアルタイム火山災害予測システムの構築を目指している。現在公開中の GEO Grid 火山重力流シミュレーションシステムを進展させ、火山の噴火シナリオ、火山噴火データベース、数値シミュレーションを統合化した、次世代型災害予測システムを検討中である。

日本及びアジア太平洋地域の主な活火山において、過去にどのような経緯をたどって大規模噴火に至ったか、主要な火山噴火の噴火シナリオをとりまとめることが、今後の噴火予測を行う上で重要な基礎データとなる。まず、どのような噴火前兆現象が、いつどこで発生し、どこまで分布したかを明らかにする。特に、大規模噴火が起こる数年前から数ヶ月、数日間の小規模火砕噴火の発生日時、降下テフラの分布、本質物の有無、噴出物の化学組成の変化、各種の地震活動、GPS 等の地球物理データなどをできる限り、詳細にとりまとめておく。また、大規模噴火開始後の噴火経緯も詳細にとりまとめておく必要がある。より精度の高い分布図を作成し、個別の噴出量を、統一した手法で再計算する必要がある。各火山の主要噴火の噴出量と年代を精度よく求めることができれば、より精度の高い階段ダイヤグラムを作成でき、確率的噴火予測等に利用できる。各噴出物の噴火年代、噴出量、噴火形態をとりまとめた火山噴火データベースは次世代システムの基礎データとなるため、より精度の高いデータベースの構築が必要である。また、各火山噴出物（テフラ、火砕流、岩屑なだれ堆積物等）の体積の推定方法の標準化は、噴火の規模の精度を高める上で必須である。各堆積物の分布図等は、火山噴出物空間分布図データベースを作成し、GIS で取り扱える形式にした上で、比較・演算等ができるように整備しておくべきである。例えば、降下火山灰のコンター図、推定体積、推定噴煙柱高度、推定噴出率をとりまとめたデータベースを世界規模で整備することは、今後の降下火山灰によるリスク評価を行う上で重要である。

火山噴火データベースは、過去の噴火実績を示しており、実際の噴火では、噴火地点、噴出量、噴出率、風向き、化学組成、流路の地形の違い等により、過去の実績とは異なった分布を示すことが多い。したがって、各種条件を変化させて数値シミュレーションを行うことで、より精度の高い噴火予測が可能となる。過去の主要な大規模噴火については、火砕流、火砕サージ、岩屑なだれ、溶岩流、降下テフラ、弾道物、火山泥流について各種のシミュレーションを予め実施しておき、各地域のリスク評価を行っておくべきである。高精度なシミュレーションの実行には時間がかかるため、予め代表的な場合のシミュレーション結果を求めておき、最適なパラメータの組み合わせと合わせてデータベース化することで、噴火時により迅速な対応ができる。現在、GEO Grid 火山重力流シミュレーションシステムについて、インターフェイスの全面改良を行い、各種火山データベースへのリンク機能、全世界の火山のシミュレーションの実行が可能となるようにシステム改修を実施しているところである。

活火山の過去の噴火シナリオ、火山噴火データベース、各種シミュレーションを統合化し、次世代型火山災害予測システムを構築する計画である。まず、主要活火山において、過去の噴火過程を詳細に再現できるシステムを構築する。各噴出物の分布域、噴出量等を、検索の上、タイムライン等により、容易に取り出し、表示・比較検討できるシステムとする。また、過去の火山噴火データベースから、類似した噴火シナリオを検索し、今後の噴火推移予測に利用可能なシステムとする。次に、シミュレーション技術により、噴火地点、噴火形態、噴出量、噴出率、風向きを変動させて、何分後にどの範囲まで火砕流や降下テフラ等の噴出物の影響が及ぶかを図示できるシステムが必要となる。そのシステムは、GIS を用いて、ある噴火現象に対して、既存の主要道路や家屋、避難所等の情報と重ね合わせて演算することにより、何分後にどの地点がどの程度の被害を受けるか、現地で状況に応じて臨機応変にリスク評価ができることが望ましい。予め活火山周辺地域において、火山噴火現象ごとにシミュレーションをくり返し、確率的火山噴火予測図を作成することも必要である。こうした次世代型火山防災予測システムは、オンラインで主要活火山のリアルタイム評価ができるシステムとして公開する予定である。

キーワード: 次世代型, リアルタイム, 火山災害, G-EVER, シミュレーション, データベース

Keywords: next-generation, real-time, volcanic hazards, G-EVER, simulation, database

次世代型の火山砂防事業展開に向けて - 現状における到達点と問題点の整理— For the next generation volcanic Sabo planning

伊藤 英之^{1*}
Hideyuki Itoh^{1*}

¹ 岩手県立大学総合政策学部
¹Iwate Prefectural University

1. はじめに

火山砂防事業が創出されてから、すでに20年以上が経過した。この間国内27火山を対象としてハード対策、ソフト対策やそれに付随する様々な事業が展開された。本発表では今まで展開されてきた火山砂防事業についてレビューし、今後の方向性について検討する。

2. 火山砂防事業と災害予測技術

火山砂防事業は数値シミュレーション技術の登場によって創設されたといっても過言ではない。1989年に創出された「総合溶岩流対策事業」と「総合泥流対策事業」は、溶岩流、火山泥流それぞれのシミュレーション技術の確立によってもたらされた。1991年には雲仙普賢岳噴火災害の発生もあり、火砕流シミュレーションの開発が急務とされ、乾燥粒子流モデルを基礎とした火砕流シミュレーションの開発とともに火山砂防事業が確立された。その後、ハード・ソフト対策からなる総合的な火山砂防事業と、主として火山監視システム（主として土砂流出監視）とハザードマップ整備を主体とする火山噴火警戒対策事業が設定された。

2007年以降、リアルタイム火山ハザードマップの検討や、火山噴火緊急減災対策砂防事業が創設されたが、既存シミュレーションプログラムの高速処理化や他省庁連携と噴火時の緊急対応を事前に準備することに主眼が置かれているため、火山に関する基礎調査や新たな技術による災害影響範囲等の再評価など、新規技術を活用した計画検討には至っていない。

3. 次世代型の火山砂防事業展開に向けて

一方、噴火に起因する災害対策を検討する上で、未だ理解が不十分で明らかにされなければならない課題は山積している。例えば、降下火山灰の堆積厚と土石流発生の関係や、融雪型火山泥流の発生条件など、従来の火山砂防の根幹とも言える現象の発生メカニズムや評価手法についても20年前から進歩していない。シミュレーションモデルについても同様である。よって、基本的な土砂量の推定方法を見直し、新しい土砂量推定方法によって既存の火山砂防事業の再評価を行う必要がある。また、GISやレーザープロファイラーなどの新規技術についても火山砂防計画の中で十分にその技術特性を発揮できているとは言い難い。

したがって、次世代型の火山砂防事業展開に向け、従来ブラックボックスとして取り扱ってきた現象の発生条件に関する理解と、全く新しい視点による防災技術の開発が必要である。

キーワード: 火山砂防, 数値シミュレーション, 新技術, GIS
Keywords: volcanic Sabo plan, numerical simulation, New technology, GIS

2011年1月の新燃岳噴火での大気境界層内火山灰濃度の時間変化に関する数値実験 Numerical study on time-series of ash concentration in the atmospheric boundary layer during the eruptions at Mt. Shinmo

服部 康男^{1*}, 須藤 仁¹, 郷 祐美子², 土志田 潔¹, 平口 博丸¹, 石原 修二²

Yasuo Hattori^{1*}, Hitoshi Suto¹, Yumiko Go², Kiyoshi Toshida¹, Hiromaru Hirakuchi¹, Shuji Ishihara²

¹ 電力中央研究所, ² 電力計算センター

¹Central Research Institute of Electric Power Industry, ²Denryoku Computing Center

An estimation of ash concentration in the planetary boundary layer (PBL), is of practical interest in discussion on volcanic ash impacts on critical infrastructure. For estimating ash concentration in the atmosphere, numerical simulations with an ash transport- and deposition-model have become a powerful tool (e.g. Folch 2012). However, the ash concentration in the PBL, where the ash transport processes strongly depend on meteorological conditions, has not fully discussed, while that for the atmosphere and the ground deposition have been actively examined.

In the present study, we consider a test case corresponding to the eruption at Mt. Shinmoe-dake on January 2011; the eruption column height is approximately 8000m and the total mass flow rate is about 5e9 kg during 2 hr.

We have used two models to represent the interaction between dispersion- and meteorological- processes: one is the CRIEPI weather forecasting and analysis system, NuWFAS, which consist of a numerical weather model, WRF, and some pre- and post-processing tools; the other is an ash transport- and deposition-model, Fall3D. The numerical weather-model parameters, such as the horizontal- and vertical-grid spacing and PBL scheme, are set to correctly predict advection and turbulence diffusion processes in the PBL, which are chosen through the sensitively test.

After verifying the capability of this setup through the comparison with the observations of isomap of ash deposition, we discuss the predicted ash concentration in the atmospheric surface layer in detail; the time-series of ash concentration near the ground, especially near the vent, depict complex wave forms and there values fluctuates; this is due to the change in the advection and turbulence diffusion processes of volcanic ash.

More details will be presented in the presentation, and we believe that our study must be helpful to comprehend essential characteristics of ash transport process in the PBL.

キーワード: 降灰, 火山灰輸送-堆積モデル, 数値気象予測, 移流, 拡散

Keywords: Volcanic ash dispersion, Ash transport- and deposition-model, Numerical weather prediction, Advection, Turbulence diffusion

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^{1*}

Yasuhiro Ishimine^{1*}

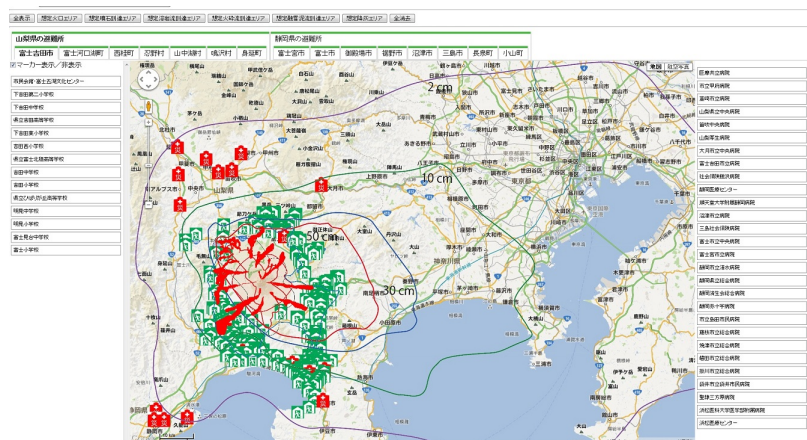
¹ 国立保健医療科学院 健康危機管理研究部

¹ 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^{1*}

Kazuto Saiki^{1*}

¹ 大阪大学 理学研究科

¹ 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^{1*}

Kazuyuki Nakagawa^{1*}

¹ 時事通信社

¹ 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^{1*}, 千葉 達朗¹, 岸本 博志¹, 廣谷 志穂¹
Kenichi Arai^{1*}, Tatsuro Chiba¹, Hiroshi Kishimoto¹, Shiho Hirotani¹

¹ アジア航測株式会社

¹ 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。

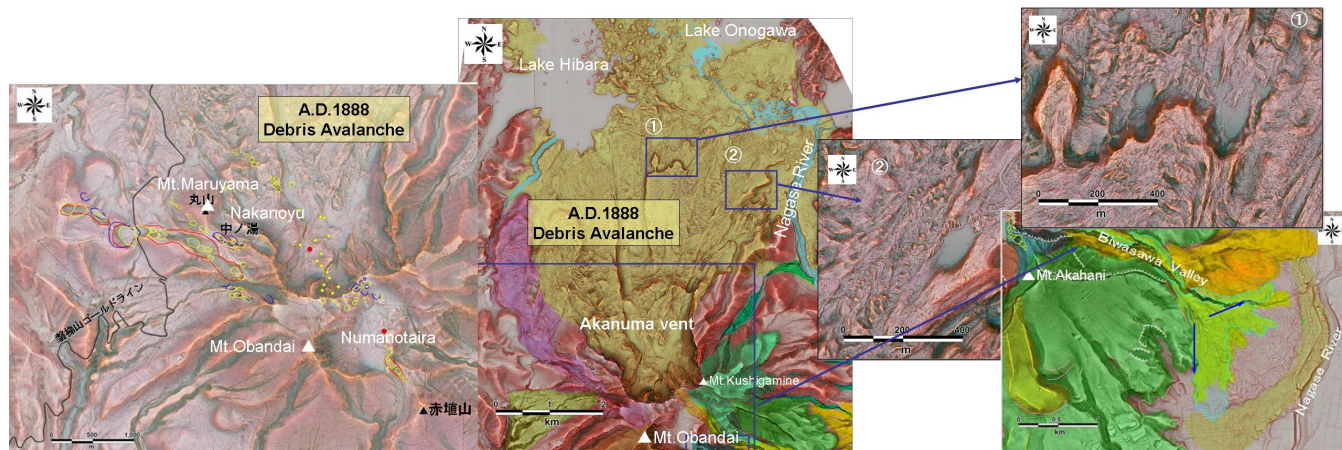
判読後、1888年噴火時の文書記録や既往研究報告等をふまえて現地確認したところ、従来知られていなかった多くの噴火に伴う微地形や土砂移動痕跡が確認できた。今回、火砕サージ堆積物を確認した地点などでは、年代測定等のいくつかの分析も実施したので速報として報告する。

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^{1*}

Mitsuhiro Yoshimoto^{1*}

¹ 北海道大学大学院理学研究院自然史科学部門

¹Department 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¹, ヤコポ・セルバ¹, 藤田 英輔^{2*}

Alexander Garcia-Aristizabal¹, Jacopo Selva¹, Eisuke Fujita^{2*}

¹ イタリア国立地球物理学火山学研究所, ² 防災科研

¹INGV, ²NIED

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^{1*}, 荒井 健一¹, 藤巻 重則¹, 山口 由美子¹, 真屋 学¹
Hisashi Sasaki^{1*}, Kenichi Arai¹, Shigenori Fujimaki¹, Yumiko Yamaguchi¹, Manabu Maya¹

¹ アジア航測株式会社

¹ 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

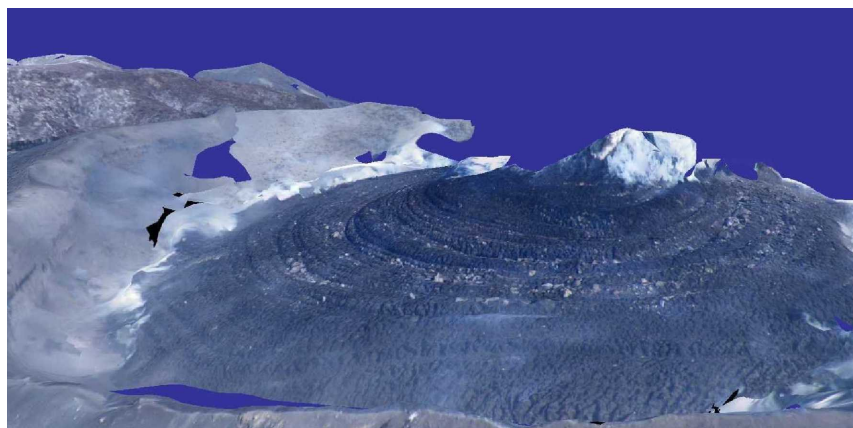


図1 斜め写真から作成した3次元モデル

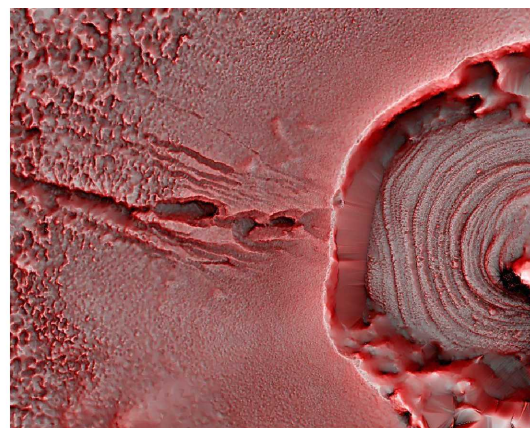


図2 赤色立体地図

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^{1*}, 佐伯 和人¹
Naohiro Heya^{1*}, Kazuto Saiki¹

¹ 大阪大学理学研究科

¹ 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 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^{1*}, チャールズ・B・コナー²

Kazutaka Mannen^{1*}, Charles B. Connor²

¹ 神奈川県温泉地学研究所, ² 南フロリダ大学

¹Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture, ²University 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 ϕ 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 $\sum c_{ij}r_i$ 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のところで、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 -3ϕ 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。 -2ϕ 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。 -3ϕ 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