

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、物をつかむグラブに付け替えた。グラブ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