

PUFFモデルを用いた桜島火山灰の空中濃度推定 Estimation of the airborne ash density for Sakurajima using PUFF model

田中 博^{1*}; 井口 正人²; 吉谷 純一³
TANAKA, Hiroshi^{1*}; IGUCHI, Masato²; YOSHITANI, Junichi³

¹ 筑波大計算科学研究センター, ² 京大防災研, ³ 京大防災研
¹CCS University of Tsukuba, ²DPRI Kyoto University, ³DPRI Kyoto University

航空機が空中の火山灰に突入すると、エンジン停止を始めとする航空機の危機的な被害が発生する。したがって、空中を浮遊する高濃度の火山灰は、航空安全上とても危険な存在であり、リアルタイムで空中の濃度分布を推定する必要がある。国際民間航空機関 (ICAO) の情報では、空中に 2 mg/m³ 以上の濃度の火山灰が存在するとき、その領域は航空機にとって危険とされている。この危険領域をリアルタイムで推定するシステムの構築が望まれている。

本研究では、世界で最も観測体制が充実していると言われる桜島火山を対象に、噴火活動が活発化した1985年の1年間の噴出率と噴煙高度の推定データをもとに、アラスカ大学で開発された火山灰輸送拡散 PUFF モデルを走らせて、空中濃度推定のための準備的実験を行った。PUFF モデルは火口から放出された粒子を追跡するラグランジュモデルである。実験の結果、1年間に火口から放出された粒子に対し、観測領域内で降灰した粒子数は1,962,976個。それに対し、観測から推定された年間降灰量は2,887万トンであった。この比較実験から、1粒子の質量は14.7トンと推定され、この値から PUFF モデルにより空中を浮遊する火山灰の濃度の推定を行うことを可能とした。本研究の成果は SATREPS プロジェクトにより他の火山にも応用される予定である。

キーワード: 火山灰予測, 火山灰噴出率, 航空安全, 桜島火山, PUFF モデル, SATREPS

Keywords: Volcanic ash prediction, Emission rate of volcanic ash, Aviation safety, Sakurajima Volcano, PUFF model, SATREPS

火山灰雲の三次元気象レーダデータ解析ツール Three-Dimensional Radar Data Analysis Tools of Volcanic Ash Clouds

真木 雅之^{1*}; 平野 洪資²; 鈴木 郁子³
MAKI, Masayuki^{1*}; HIRANO, Kohin²; SUZUKI, Ikuko³

¹ 鹿児島大学地域防災教育研究センター, ² 防災科学技術研究所, ³ 無所属
¹Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, ²National Research Institute for Science and Disaster Prevention, ³Unaffiliated

火山灰雲の内部構造を調べるために気象レーダの観測データを解析するツールを作成した。解析ツールは偏波レーダで測定された火山灰の偏波レーダパラメータの基本統計量, 3次元分布, 時空間積算値を計算する。偏波レーダパラメータの3次元分布情報からは, 噴煙柱や火山灰雲の内部構造, エコー頂高度, 降灰量, 火砕物の上昇速度・落下速度を推定することができる。2013年の桜島噴火の31事例(噴煙柱高度が火口から3000m以上の例)に解析ツールを適用して火山灰雲の統計的特徴と内部構造を調べた。使用したデータは桜島から約11kmに配置された現業用のXバンドMPレーダである。火山灰の反射強度の分布は, 噴火直後の噴煙柱内では明瞭なピークが認められなかったが時間の経過とともに正規分布となり平均反射強度は減少した。反射因子差は噴火直後の噴煙柱内では, 時間および空間的にも変動が大きかったが, 時間の経過と共に正規分布パターンを示しその値は増加した。これに対して時空間的比偏波間位相差はほとんどの事例で1 deg/km以下であった。火山灰雲の反射強度とドップラー速度の3次元分布を求め火山灰雲の内部構造の時間変化を調べた。噴火直後の噴煙柱内で支配的であった上昇流は時間の経過とともに下降流が支配的となった。噴火直後の噴煙柱の内部構造は一様ではなく複数の反射強度コアが認められた。その後, 時間の経過と共にサイズソーティング効果による反射強度の一様化が認められた。

キーワード: 気象レーダ, 噴煙柱, 火山灰雲, 噴煙, 統計, ふるい分け

Keywords: Weather radar, volcanic ash column, volcanic ash clouds, volcanic ash smokes, statistic, size sorting

降灰分布と Tephra2 による噴煙柱復元によって明らかになった Bent-over plume による粒子供給 Particle segregation from bent-over plume detected by reconstruction of eruption plume

萬年 一剛^{1*}; 長谷中 利昭²; 宮縁 育夫³; 清杉 孝司⁴; 樋口 篤志⁵
MANNEN, Kazutaka^{1*}; HASENAKA, Toshiaki²; MIYABUCHI, Yasuo³; KIYOSUGI, Koji⁴; HIGUCHI, Atsushi⁵

¹ 神奈川県温泉地学研究所, ² 熊本大学理学部, ³ 熊本大学教育学部, ⁴ 東京大学地震研究所, ⁵ 千葉大学環境リモートセンシング研究センター

¹Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture, ²Faculty of Science, Kumamoto University, ³Faculty of Education, Kumamoto University, ⁴Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, ⁵Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

近年、降灰分布の計算が、予報や降灰リスクの評価に用いられるようになってきた。一方で、精度のよい気象場を計算条件として用いているにもかかわらず、計算結果が観測とよい一致を示さないことも問題として浮上している。

計算と観測が異なる理由としては、粒子の凝集など、輸送中のプロセスがモデル化されていないことが原因として考えられるが、そもそも給源となる噴煙のモデルが現実のものより簡略化されすぎている可能性もある。実際、Mannen (2014; JVGR 284, 61-78) は、Tephra2 を用いた噴煙柱復元解析により、噴煙からの高さ方向の粒子離脱量変化 (PSC) に大きい不均質があることを明らかにした。また、Tephra2 をはじめとする降灰予想の多くは、垂直な噴煙柱を給源として仮定しており、これも大きな誤差の原因である可能性がある。

我々は、2011 年新燃岳噴火において、風下方向の広い範囲で降下火山灰のサンプリングを実施し、粒度分析を行うことにより、53 地点で 1 phi 刻みの粒径クラス毎に、単位面積当たり堆積量の分布を明らかにした。この結果と気象庁のメソスケール客観解析による風系データを用い、Mannen (2014) の方法で PSC を計算した。

計算の結果、ほとんどの粒子は高さ 5 km 以下で噴煙から離脱していることが明らかになった。気象衛星で得られた噴煙像と、風の流跡線との対応による解析の結果、噴煙の高さは 5 km 程度と判断された。このことから粒子離脱高度と風下に移動する噴煙の高さは一致することがわかった。

一方、最適な PSC 解と風系を初期値とした Tephra2 による堆積物の再現計算の結果では、火口から 20km 以上離れたところの堆積物分布を説明できないことも判明した。こうした堆積物の分布軸は、およそ高さ 4km 付近の風向と一致する。このことから、2011 年新燃岳噴火では火口から垂直に上がる噴煙だけでなく、4km 付近で風にながされる bent-over plume が粒子の給源として無視できない事が示唆された。こうした bent-over plume を給源に盛り込むことが精度の高い降灰分布計算に必要であると考えられる。

キーワード: 降下火山灰, Tephra2, 霧島火山, 新燃岳, 降灰予想

Keywords: tephra, Tephra2, Kirishima volcano, Shinmoedake, ash fall forecast

吸気フィルタの火山灰目詰試験が示す火力発電の脆弱性 Vulnerabilities in thermal power systems: dust-loading tests for air filters with volcanic ash

山元 孝広^{1*}; 奥山 一博²; 古川 竜太¹
YAMAMOTO, Takahiro^{1*}; OKUYAMA, Kazuhiro²; FURUKAWA, Ryuta¹

¹ 産業技術総合研究所, ² 進和テック株式会社
¹ Geological Survey of Japan, AIST, ² Shinwa Corporation

桜島の大正噴火以降、日本ではこれを超える大噴火は起きておらず、日本の主要都市圏が大規模な火山灰災害を被ることは幸い起きていない。しかし、いずれそのような火山災害が発生することは避けられず、事前に都市型の災害を想定しておく必要がある。特に日本では福島原発事故以降、都市インフラの要である電力供給を過度に火力発電に依存する状況が続いている。電力各社は発電効率やCO₂放出量の軽減のためにガスタービン（GT）を使ったコンバインドサイクル発電を進めてきているが、GTの基本機構は航空機のジェットエンジンと同じである。GT燃焼室の温度は1100-1450度と火山灰の融点を超えており、仮に噴火により火山灰がGTに吸引されると航空機と同様の深刻なトラブルが発生しかねない。GTの大気取り入れ口には吸気フィルタが装着されており、簡単には異物が内部に入り込まない構造となっているが、反対にフィルタの目詰まりがGTの機能を著しく阻害する可能性がある。このような背景から実際に火山灰を使ったフィルタの試験を行った。GTの吸気フィルタは通常、5 μm以上の粒子捕集を目的としたプレフィルタ、5-1 μmの中性能フィルタ、1 μm以下の高性能フィルタの組合せで構成されている。また、フィルタの寿命は各フィルタ前後の圧力損失の増加量で管理されている。試験ではプレフィルタ単体、中性能フィルタ単体、両フィルタ二段組みに対して、3 φ以下に粉碎した入戸火砕流堆積物を70, 700, 7000mg/m³の供給濃度、28, 56m³/minの試験風量で供給し、圧損を計測した。3 φの粒子を仮定した場合、700mg/m³の空間濃度は数mm/hの降灰に相当する。試験フィルタ定格の56m³/minの風量では、中性能フィルタ単体の交換圧損到達時間は1時間半から1分40秒で、供給量が多いほど時間は短くなる。プレフィルタを組み合わせると到達時間は3時間から3分30秒まで延びることが確認できた。プレフィルタ単体では交換圧損到達時間は更に長くなるものの、フィルタを通過して流入する火山灰量が多くなり、GTに対する影響が多大になろう。また、圧力損失を強制的に大きくした場合、中性能フィルタは推奨交換圧損である300Paを超えても2500Pa程度までは形状は維持可能であることが確認できた。ただし、これを超えるとフィルタに亀裂が発生し、フィルタが損傷する恐れがある。

本報告は、特別会計に関する法律（エネルギー対策特別会計）に基づく文部科学省からの受託事業として、原子力機構が実施した平成26年度「外部ハザードに対する崩壊熱除去機能のマージン評価手法の研究開発」の成果の一部である。

キーワード: 火山灰, フィルタ, 目詰まり試験, 火力発電

Keywords: volcanic ash, air filters, dust loading test, thermal power system

水蒸気噴火に伴い発生する現象に関するレビュー A review of volcanic phenomena caused by phreatic eruption in Japan

佐々木 寿^{1*}; 成毛 志乃¹; 岸本 博志¹; 荒井 健一¹
SASAKI, Hisashi^{1*}; NARUKE, Shino¹; KISHIMOTO, Hiroshi¹; ARAI, Kenichi¹

¹ アジア航測(株)

¹ Asia Air Survey Co., Ltd.

御嶽山 2014 年噴火では、水蒸気噴火に伴い噴石、降灰、火砕流、火口噴出型泥流が発生した。噴火前に作成された御嶽山火山防災マップには、大規模噴火（マグマ噴火）と小規模噴火（水蒸気爆発）の 2 種類のハザードマップがある。小規模噴火（水蒸気爆発）のハザードマップには、想定火口範囲、噴石予想到達範囲、降灰予想到達範囲が掲載されているが、火砕流や火口噴出型泥流の記載はなかった。本研究では、わが国で発生した水蒸気噴火を対象として、噴石・降灰以外の現象の発生履歴および火山防災マップの現状について文献調査を行った。

水蒸気噴火で発生した火砕流は、安達太良山 1900 年噴火、樽前山 1978 年噴火、阿蘇山 1979 年 9 月 6 日噴火、三宅島 2000 年 8 月 29 日噴火、御嶽山 2014 年噴火などで確認されている。到達距離は数 100~3km 程度と幅がある。温度は安達太良山 1900 年噴火で 100℃以上 400℃以下、樽前山 1978 年噴火で 220 ± 10℃との報告がある。また、阿蘇山 1979 年 9 月 6 日噴火では 50℃くらいの熱気があったことが報告されている。

水蒸気噴火で発生した火口噴出型泥流については、焼岳 1915 年噴火、新潟焼山 1974 年噴火、秋田焼山 1997 年噴火、雌阿寒岳 2006 年噴火、御嶽山 2014 年噴火等で確認されている。泥流の到達距離は数 100m 程度が多いが、2km 以上流下したケースもある。火口噴出型泥流に関する噴出量や継続時間の記載は少ない。雌阿寒岳 2006 年噴火では噴出量が 400?, 継続時間が約 10 時間、秋田焼山 1997 年噴火では噴出量が 2000? と報告されている。降灰後の土石流の土砂量は数万~数十万? であることから、火口噴出型泥流で移動する土砂量は非常に少ないことが特徴である。

水蒸気噴火で発生するその他の現象には、山体崩壊があげられる。内閣府・他(2013)による「火山防災マップ指針」では水蒸気噴火の事例として磐梯山の 1888 年噴火が示されている。山体崩壊に伴い発生した泥流としては、十勝岳 1926 年噴火の事例がある。上澤(2008)によると、多量の熱水が噴火とともに噴出し、大正泥流を形成する重要な水源になった可能性が高いことが示されている。

わが国の火山防災マップにおける水蒸気噴火の記載状況について、常時観測火山である 47 火山を対象として調査した。マグマ噴火・水蒸気噴火の現象別ではなく、小規模噴火・大規模噴火など規模別で作成されている火山もあるため、記載内容から水蒸気噴火・水蒸気爆発・小規模噴火と記載されている事例を整理した。その結果、47 火山のうち、18 火山で水蒸気噴火の火山防災マップが作成されていた。想定されている現象は、噴石、降灰および降灰後の土石流が表示されている事例が多い。安達太良山、浅間山、箱根山では火砕流・火砕サージの影響範囲が示されている。火口噴出型泥流と記載された火山は、雌阿寒岳のみであり、箱根山では熱泥流と記載されている。伽藍岳では泥流とのみ記されており、成因の記載はない。なお、吾妻山・安達太良山・磐梯山では、融雪による火山泥流が想定されている。全般的に水蒸気噴火に伴う火砕流や泥流の記述は不足している傾向にある。

御嶽山 2014 年噴火では、火山学的には小規模な噴火であったにもかかわらず、人的被害が大きくなった。水蒸気噴火は前兆現象が乏しく事前に避難行動をとることが難しい。マグマ噴火よりも発生規模が小さいが、たとえ規模が小さい現象であっても、防災対策上、想定しておく必要がある。今後、水蒸気噴火による影響が大きい活火山については火山防災マップや防災計画等の見直しが必要であろう。

<参考文献>

藤縄明彦・他(2006) 安達太良火山, 1900 年爆発的噴火の再検討. 火山, 51, 311-325.

勝井義雄・他(1979) 樽前山 1978 年 5 月の噴火. 火山, 24, 31-40.

内閣府・他(2013) 火山防災マップ指針. 108p.

小野晃司・他(1979) 阿蘇火山の爆発 1979 年 9 月 6 日. 地質ニュース, 304, 54-59.

佐々木寿・他(2006) 雌阿寒岳 2006 年 3 月 21 日噴火. 火山, 51, 347-350.

上澤真平(2008) 北海道十勝岳火山 1926 年噴火大正泥流堆積物層序の再検討と古地磁気特性. 火山, 53, 171-191.

キーワード: 水蒸気噴火, 噴石, 火砕流, 火口噴出型泥流, ハザードマップ

Keywords: phreatic eruption, ballistic projectiles, pyroclastic flow, mud flow, hazard map

火山災害リスク評価：溶岩流シミュレーションと建造物データベースの融合 Evaluation of volcanic disaster risk: the cooperation between lava flow simulator and building database

藤田 英輔^{1*}; 金杉 洋²; 柴崎 亮介²
FUJITA, Eisuke^{1*}; KANASUGI, Hiroshi²; SHIBASKI, Ryosuke²

¹ 防災科研, ² 東京大学空間情報科学研究センター
¹NIED, ²CSIS, University of Tokyo

火山災害は、火山活動により発生する種々の現象の影響が火山近隣へ影響を及ぼすことにより発生する。火山災害評価のための手法の一つに、噴火イベントツリー (Newhall and Hoblitt, 2002) を用いる方法が提案されており、観測により異常検知した火山に対し、イベントツリーのノードにおいてどの分岐を取るかの判定がされる。各ノードではそれぞれ以下の項目を扱う。すなわち、ノード1：不安定性、ノード2：マグマ貫入の有無、ノード3：噴火の有無、ノード4：規模、ノード5：現象、ノード6：方向、ノード7：到達範囲、ノード8：暴露度、ノード9：脆弱性。1～7のノードでは火山現象そのものの評価を行うものであるが、ノード8、9では火山学的要素と社会的要素を融合するものとなっている。火山災害が及ぶ地域においてどのような人口、不動産、交通、生産拠点などの地理情報としての暴露度・脆弱性(リスク)の変化を対象に時空間のデータモデルを規定し、時空間でデータを把握する。今回開発した火山リスクマネジメントシステムでは、データモデルとして、データベース管理システムにRDBMS(Relational DataBase Management System)を用いる。火山ハザードシミュレータとして溶岩流シミュレーションコードLavaSIMを適用する。また、暴露度・脆弱性には、建物形状データとして、東京大学空間情報科学研究センター(CSIS)の提供するデータを用いている。溶岩流シミュレーションデータと建物形状データのRDBMSを構築し、交差判定により、高速で火山災害評価を行い、その結果を地図に重畳表示できる機能を有する。今後、暴露度・脆弱性のデータとして、対象地域の人々の流動を推定したデータ(人の流れデータ)も取り込む予定である。

キーワード: 火山災害, リスク評価, 溶岩流シミュレーション, 建造物データベース, 暴露度, 脆弱性
Keywords: volcanic disaster, risk evaluation, lava flow simulation, building database, exposure, vulnerability

伊豆大島噴火に備えた無人観測ロボット実証試験 Unmanned observation robot demonstration test in preparation for the Izu Oshima eruption

佐伯 和人^{1*}; 市原 美恵²

SAIKI, Kazuto^{1*}; ICHIHARA, Mie²

¹ 大阪大学 理学研究科, ² 東京大学 地震研究所

¹ Graduate School of Science, Osaka University, ² Earthquake Research Institute, University of Tokyo

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5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。2013年度には大会直前に伊豆大島が台風27号で被災し、一般公開イベントは中止となったが、6グループからUGV5台、UAV1機が実証試験を行った。そして、2014年度は5グループからUGV6台、UAV1機が実証試験を行った。既に実用域に達しているロボットも現れているので、発表では、実証試験活動紹介と、現時点のロボットでどのようなことができるのかを整理した情報を提示して、新たな観測要望を発掘したい。なお、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://www.volcano-robot.org/index.html)

本活動は2013年度より東京大学地震研究所特定共同研究Bの援助を受けており、ここに謝意を表します。

キーワード: 伊豆大島, 無人観測ロボット, UAV, UGV

Keywords: Izu Oshima, unmanned observation robot, UAV, UGV

富士山における落石と登山者事故の特徴 The characteristics of rockfall and accident on Mount Fuji

小森 次郎^{1*}
KOMORI, Jiro^{1*}

¹ 帝京平成大学
¹Teikyo Heisei University

山岳から丘陵域で発生する斜面移動現象の中でも、落石は日常的な現象である。特に活動的な火山地域では噴火静穏期であっても、小規模な斜面崩壊を含むこれらの現象は珍しいものではない。それでも、道路や居住地周辺の斜面对策が多くて施されている日本の場合、落石と言う現象は滅多に遭遇しない現象である。しかしその一方で、余暇としての観光や登山が発達したこの国では、落石を知らない人が山岳域へ立ち入るため、実は落石のリスクは高いとも考えられる。

日本の山岳観光地や登山道の中で、過去34年間で落石事故が最も多いのは白馬大雪渓、次に富士山である。また、記録に残るものとして最も大きな被害となった落石事故は、12名の死者を出した1980年8月の富士山吉田大沢での事象である。事故のあった登山ルートはその後閉鎖されたが、他のルートでは毎年のように落石死傷事故が発生している。しかも、富士山の登山者数は過去7年間で毎年30万人を前後しており、世界遺産に登録されたこともあり年齢も国籍も多様化している。そこで、富士山の落石事故の事例と発生危険箇所について調べてみた。本発表では、4つの登山ルートにおける落石危険箇所とその地質的要因、および対策案について報告する。概要は以下の通りである。

- 吉田・須走ルート、富士宮ルート、御殿場ルートいずれも、主な落石事故は八合目と山頂の間で発生している。
- 落石事故は登山者が集中する7月中旬から8月に集中して発生している。
- 1日のなかでの落石事故の発生時間帯に偏りは見られない。
- 人為落石（他の登山者によって発生した落石）は下山者、特に一般ルートから外れた登山者から発生することが多い。
- 自然落石は落石は溶岩またはアグルチネートの塊状部分が主な発生源となる。特に富士宮側の山頂直下の岩盤には多数の開口亀裂があるが、その下には登山道が続いている。安全のためにはルートの付け替えも検討が必要であろう。

キーワード: 登山, 山岳観光, アグルチネート, 人為落石, 噴火静穏期, 事例研究

Keywords: mountaineering, mountain tourism, agglutinate, human-induced rockfall, quiet interval, case study

G-EVER 火山災害予測支援システム, アジア太平洋地域地震火山ハザード情報システム, 地質情報総合共有システムの構築と展望 Development of G-EVER volcanic hazard assessment support system, and earthquake and volcanic hazard information system

宝田 晋治^{1*}; バンディバス ジョエル¹; 石川 有三¹; 西岡 芳晴¹; 長津 樹理¹; G-EVER 推進チーム¹
TAKARADA, Shinji^{1*}; BANDIBAS, Joel¹; ISHIKAWA, Yuzo¹; NISHIOKA, Yoshiharu¹; NAGATSU, Juri¹;
G-EVER, Promotion team¹

¹ 産総研地質調査総合センター

¹ Geological Survey of Japan, AIST

1. G-EVER 火山災害予測支援システム

G-EVER の火山災害予測支援システム WG では、火山防災のための支援システムとして、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、火山災害予測支援システム (<http://volcano.g-ever1.org>) の構築を進めている (Takarada, et al, 2014). 現在、火山の噴火履歴、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システムを構築中である。試験公開中の火山災害予測支援システムでは、全世界の約 3,300 の第四紀火山分布図及びリストから、任意の火山を検索・表示し、数値シミュレーションを行うことが可能である。個々の火山のより詳細な噴火履歴について、現時点では、スミソニアン、VOGRIPA、産総研日本の火山、ASTER 火山衛星画像データベースの該当火山のページにアクセスして調べることができる。さらに、WOVOdat や NOAA のデータベースとの連携を進めている。本システムでは、エナジーコンモデル及び Titan2D によるオンラインシミュレーションが可能である。ASTER Global DEM や国土地理院 10m メッシュ DEM により、ほぼ全世界中の第四紀火山の検討が可能である。エナジーコンモデルでは、新たに標高タイルデータを利用した高速表示版を開発した (g-ever1.org/quick/)。高速表示版では、噴火地点を移動すると瞬時に再計算結果が表示される。Titan2D では、既存の ASTER GEM や 10m 標高データに加えて、ユーザー自らが作成した geotif 等の標高データをアップロードし、演算する機能を追加した。また、output_summary 等のより詳細な演算結果のダウンロード機能、発生域・流出口・流出方向・初速度を Map 上に図示する機能を実装し、さらに実践的に利用できるシステムとして改良した。今後は、Tephra2, LaharZ についても実装を進める予定である。

2. アジア太平洋地域地震火山ハザード情報システム

アジア太平洋地域地震火山ハザード情報システム (ccop-geoinfo.org/G-EVER) は、アジア太平洋地域の地震、津波、火山噴火に関する災害履歴、災害分布、ハザード関連情報の総合閲覧検索システムであり、地震、津波、火山噴火関連の詳細情報データベースとしても機能する。過去の地震や火山噴火の規模、災害の規模ごとに地図上に表示する機能に加えて、地震、津波災害の分布、降下テフラ、火砕流堆積物等の火山噴火物の分布等を表示する機能など、災害履歴や災害予測情報の比較検討ができる機能を開発中である。2014 年 7 月より試験公開を開始している。1,000 名以上の犠牲者を出した地震の分布や、M6 以上の過去 100 年間、1 年間、1 ヶ月、1 週間、今日の地震の分布、主要大地震の震源域を表示することができる。また、火山については、各国の地域毎の検索表示機能や主要火山データベースへのリンク機能がある。インドネシア CVGHM との共同プロジェクトでは、インドネシアのすべての活火山の火山噴火写真、衛星画像、地質図、ハザードマップ、噴火履歴、災害履歴、引用文献をオンライン上で表示するインドネシア火山情報システムを開発した。

3. CCOP 地質情報総合共有システム

CCOP(東・東南アジア地球科学計画調整委員会)の新規プロジェクトとして、2014 年 10 月より 5 年計画で、東・東南アジア地質情報共有基盤整備プロジェクト (GSi Project) が、スタートした。本プロジェクトは、東・東南アジア地域の 14 国が参加しており、CCOP 諸国の各種地質関連情報の共有化、国際標準化、GIS を用いた国際データベースの構築、アジアからの情報発信とプレゼンスの向上を目指し、CCOP 地質情報総合共有システム (ccop-geoinfo.org/GeoPortal/) の構築を進めている。本プロジェクトでは、地震・火山関連の情報に加えて、各国の地質調査機関が保有する地質図、環境関連データ、地下水データ、鉱物資源データ、リモートセンシングデータ、地球物理関連データ、地形図データ等の総合共有化を目指している。各国のデータの数値化、国際標準化、共有化を進めているところである。現在、目的毎にポータルサイトを作成する機能や、比較的容易に GIS データの登録が可能な仕組みを提供している。このプロジェクトを通じて、ハザード・リスク評価に利用可能な各種のデータの整備が進むことが期待される。

キーワード: G-EVER, 火山防災, 災害予測, シミュレーション, アジア太平洋, 国際標準化

SVC48-09

会場:A05

時間:5月24日 11:15-11:30

Keywords: G-EVER, volcanic hazard mitigation, hazard assessment, simulation, Asia Pacific, International Standardization

石基 SiO₂ 量簡便推定法によるマグマデータベースのデータ拡充 Augmentation of Magma Database by using a simple method to estimate groundmass SiO₂ content

竹内 晋吾^{1*}; 土志田 潔¹; 三浦 大助¹
TAKEUCHI, Shingo^{1*}; TOSHIDA, Kiyoshi¹; MIURA, Daisuke¹

¹ 電力中央研究所
¹ Central Research Institute of Electric Power Industry

過去 10 万年間に国内で発生した大規模噴火を中心に噴出マグマのマグマ学的性質に関するデータベース (マグマ DB) の構築を進めている。マグマ DB により、マグマ学的パラメーター (全岩組成・メルト組成・斑晶量等) と噴火規模 (M)・噴火様式等との関係を多数の噴火事例について検討することにより、両者の間の普遍的な関連性を明らかにし、火山活動評価のための経験則を得ることを目指している。

マグマデータベースは、 $M \geq 6$ 以上の噴火をできる限り網羅しているものの、全体として噴火様式が火砕噴火に偏っており、溶岩噴火が少ない。一方で、溶岩試料の全岩組成や斑晶量といった記載岩石学的データは既往研究が多くある。そこで石基 SiO₂ 量 (マグマ溜まり条件でのメルト SiO₂ 量) を簡便に推定する方法を構築し、文献データを用いて、溶岩噴火事例を中心にデータの拡充を試みた。

石基 SiO₂ 量簡便推定法は、全岩 SiO₂ 量と斑晶量から石基 SiO₂ 量を推定する方法である。この推定法は全岩 SiO₂ 量・石基 SiO₂ 量・全斑晶 SiO₂ 量のマスバランス計算に基づく。マグマ DB に含まれる 44 事例の軽石および溶岩試料の全岩・石基・全斑晶の SiO₂ 量の関係を調べた。全斑晶の SiO₂ 量は斑晶モード組成と斑晶の代表的組成を用いて計算した。斑晶モード組成は主要成分すべてを用いたマスバランス計算あるいは EPMA による電子像・元素像の画像解析により得られた。その結果、石英を斑晶として含まない 30 試料の全斑晶の SiO₂ 量が 47.4 wt% を平均値、1.5 wt% を標準偏差として比較的一定であることが分かった。石英斑晶を含む場合、全斑晶の SiO₂ 量は石英斑晶の割合に応じて増大し、全斑晶 SiO₂ 量は最大で 64 wt% に達した。このことから、石英斑晶を含まない場合には、全斑晶 SiO₂ 量を 47.4 wt% とし、全岩・斑晶量の SiO₂ 量に関するマスバランス計算を行うことによって、石基 SiO₂ 量を簡便に求めることができる。

石基 SiO₂ 量簡便推定法を用いて文献データから約 40 の噴火事例について石基 SiO₂ 量 (メルト SiO₂ 量) を求めて、これまでのマグマ DB のデータと合わせて、噴火規模とメルト SiO₂ 量との関係を調べた。その結果、玄武岩から流紋岩質メルトを持つ $M=3-5$ のデータが増大した。玄武岩からデイサイト質メルトの噴火の規模の上限が $M=5$ 程度という、これまでのマグマ DB の特徴には影響を与えなかった。

キーワード: マグマ, 岩石学的解析, 噴火規模, データベース
Keywords: magma, petrological analysis, eruption magnitude, database

高層風データを用いた北海道雌阿寒岳火山の降灰分布の確率論的評価 Probabilistic assessment of ash fall at Meakan-dake Volcano, Hokkaido, Japan

金井 啓通^{1*}; 藤原 伸也¹; 永田 直己¹; 阪上 雅之¹

KANAI, Hiromichi^{1*}; FUJIWARA, Shinya¹; NAGATA, Naomi¹; SAKAGAMI, Masayuki¹

¹ 国際航業株式会社

¹ Kokusai Kogyo Co., Ltd.

雌阿寒岳は日本の北海道の東部に位置する活火山（標高 1,499m）である。近年では小規模な水蒸気噴火を繰り返しており、最新の噴火は 2008 年である。現在、雌阿寒岳ハザードマップ上では火口から同心円状に降灰範囲が描かれているが、実際の降灰範囲は上空の卓越風向に強く影響される。そこで、過去の降灰実績と、現在の高層風データから、雌阿寒岳で今後噴火が起こった際の降灰分布について確率的な評価を試みた。TEPHRA2 を用いて本火山付近の過去 5 年間の高層風データから、降灰分布の確率評価を行った。想定した噴火の規模は、ハザードマップ検討の際に用いられた大・中・小規模の 3 ケースである。計算の結果、降灰のおよぶ確率は偏西風に支配され、山体の東側ほど高くなる楕円体状の分布を示したが、小規模な噴火ほど円に近い分布形状を示した。これは噴煙柱高度が低いため、比較的風向のばらつきが大きい地上風の影響を強く受けた結果を反映している。山体のどの方向に対して優先的に降灰対策を考慮しておくかは、実際に噴火が発生した際、早期に被害軽減に向けての初動を取る上で非常に重要である。TEPHRA2 の確率評価はこの防災対策や警戒避難対策の優先順位を決めるための有効な手法となりうることを、本報告で示された。

キーワード: 火山災害, 降灰シミュレーション, 確率評価, 雌阿寒岳

Keywords: volcanic hazard, tephra fallout simulation, probabilistic assessment, Meakan-dake volcano

カメルーン共和国マヌン湖の詳細湖底地形と1984に起きた湖水爆発に関する新解釈 Detailed bathymetric map of Lake Monoun, Cameroon: A new interpretation for the limnic eruption in 1984

大場 武^{1*}; 荻沼 優¹; 佐伯 和人²; Issa I³; Fouepe A³; Ntchantcho R³; Tanyileke G³; Hell J V³
OHBA, Takeshi^{1*}; OGINUMA, Yu¹; SAIKI, Kazuto²; ISSA, I³; FOUEPE, A³; NTCHANTCHO, R³;
TANYILEKE, G³; HELL, J V³

¹ 東海大学理学部化学科, ² 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻, ³ カメルーン国立地質鉱物資源研究所
¹Dep. Chem. School Sci., Tokai Univ., ²Dep. Earth Space Sci., Grad. School of Sci., Osaka Univ., ³Inst. Res. Geol. Miner. (IRGM)

アフリカ中央部カメルーン共和国の北西部にあるマヌン湖では、1984年8月に湖水からCO₂が爆発的に放出し、近隣住民37名が犠牲になった。湖水からCO₂が爆発的に脱ガスする現象は湖水爆発と呼ばれている。Sigurdsson et al (1987)はカメルーン政府の要請を受け1985年2月に現地調査を行った。その結果、湖の東岸に湖水が打ち上げられた跡と東岸内壁に崖崩れの跡を発見した。またマヌン湖の深層水に高濃度のCO₂を検出した。これらの事実から、東岸内壁の崖崩れで発生した土砂が深層のCO₂に富む湖水を巻き上げて湖水爆発につながったと結論した。一方で、湖水爆発は溶存CO₂濃度が飽和に達し自然に発生する可能性も指摘されている(Kusakabe et al 2008)。マヌン湖の湖底には湖水爆発の原因を探る上で重要な痕跡が残されていると思われる。本研究では、マヌン湖でマルチビームソナー探査を行い詳細な地形を明らかにした。得られた湖底詳細地形図に、湖水爆発が先で、崖崩れが後であることを示唆する地形がありSigurdsson et al (1987)のモデルを覆す結果となった。これらの情報から、マヌン湖の成因と湖水爆発の原因について再考察を行う。

水深測量

マルチビームソナーは扇子のように広がった指向性の強い200~400kHzの超音波を湖底に向け送信し、反射波を音波アレイセンサーで受信する。このシステムを湖面上で水平方向に移動させることにより、湖底の地形を精度よく走査することができる。本研究ではR2Sonic社のSonic2022を使用した。観測システムは、音波の送受信部、GPS、船の動揺を感知するジャイロ、これらのデータを統括するコントローラーとノートPC、電源供給のエンジン発電機から構成される。すべてのシステムを5人乗りのゴムボートに取り付け、2~3名のオペレーターが乗船し観測を行った。観測は2014年10月31日から11月4日にかけて実施した。

結果・考察

マルチビームソナー観測により、±30cmの精度で湖底の起伏を観測することに成功した。マヌン湖は東西に伸びた形をしており、西、中央、東の3つの盆地で構成されていることが確認された。西と中央の盆地はそれぞれ深度が46m, 56mで、直径約145m, 134mの火口跡と推測される。中央盆地の北岸内壁は垂直に切り立っているが、西盆地の内壁は大部分が浸食されているので、中央盆地の形成は西盆地の形成よりも新しいと思われる。東盆地は深度が100mに達し東西360m南北290mの楕円形をしている。東盆地の南部内壁は傾斜がほぼ90度の断崖となっている。東盆地の内壁の形は直径がそれぞれ290m, 220mの二つの真円を少し東西方向にずらして重ねると一致するので、二回の大きな爆発的噴火により形成されたのかもしれない。

東盆地の湖底はほぼ平坦であるが二つの窪みが見つかった。一つは東岸の内壁直下であり、もう一つは南部の内壁直下にある。二つの窪みの直径は40m程度でおおよそ1~2m周囲の平坦な湖底から低くなっている。さらにこれらの窪みの近くには崖崩れの跡と思われる堆積が見つかった。マヌン湖のすべての火口内壁の直下には、この二か所以外に崖崩れの痕跡は見られなかった。

窪みと崖崩れの跡が近接して共存していることは湖水爆発のメカニズムの推定に示唆を与える。仮説として東岸湖底の窪みはCO₂に富む流体の出口であり、流体の放出の結果土砂が排除されて窪みが発生したとする。1984年の湖水爆発の前に湖水はCO₂の溶解について飽和に近づいていたと思われる。窪みから放出された流体は湖水で希釈されるので、最初に東岸の窪みの直上でCO₂の脱ガスが開始し、湖水爆発を引き起こした可能性がある。その結果水しぶきが東岸を打ち付け、がけ崩れが発生した。もし崖崩れが湖水爆発の引き金であったなら、窪みと崖崩れが近接して共存していることは説明できない。東盆地の南岸には別の窪みと崖崩れの跡がある。これも湖水爆発の名残だとしたら、1984年以前にも別の湖水爆発が起きていたことになる。

キーワード: 湖水爆発, カメルーン, マヌン湖, CO₂, 湖底地形

SVC48-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月24日 18:15-19:30

Keywords: Limnic eruption, Cameroon, Lake Monoun, CO₂, Bathymetry

硫黄溶岩流の諸問題 Disaster prevention issues of sulfur lava

千葉 達朗^{1*}; 丹保 俊哉²
CHIBA, Tatsuro^{1*}; TANBO, Toshiya²

¹ アジア航測株式会社, ² 立山カルデラ砂防博物館
¹ Asia Air Survey Co., Ltd., ² Tateyama Caldera and Sabo Museum

1. はじめに

かつて、日本国内の活火山の火口内部や地熱地帯に数多く見られた硫黄鉱山は、昭和40年代にすべて閉山となった。しかしながら、硫黄鉱山跡地では人の手を借りずに硫黄が噴気孔の周囲などに堆積していることが多い。また、噴気孔の温度が上昇した場合には、液体状の溶岩として流れることもまれではない。流下の際に自然発火した場合には、周囲に火災を発生させたり、亜硫酸ガスを大量に発生させる事例もある。本ポスターでは、国内の活火山での流下事例をもとに、火山防災的な課題について問題提起する。また、硫黄溶岩流の形態的な特徴を玄武岩質溶岩流と比較紹介する。

2. 立山地獄谷の事例

弥陀ヶ原火山の地獄谷では、最近になって噴気活動が活発化し、2012年頃から、遊歩道が通行止めとなっている。2010年の5月には硫黄溶岩流が流下、自然発火による火災も発生している(増淵、2013)。この付近ではこれまでも多数の硫黄溶岩流の流下が繰り返されていることは、記録からも地質学的証拠からも明らかである。

ここで観察できる硫黄溶岩流は、黒色、黄色、緑灰色などのさまざまな色調を示す。厚さは1cmから10cm程度であるにも関わらず、アア溶岩流、パホイホイ溶岩流、柱状節理、枕状溶岩などの形態的特徴を示す。ポスターでは、写真や動画を示すとともに、実物の試料も示す。玄武岩質溶岩流のアナログモデル実験結果としても興味深い。

3. まとめ

知床硫黄山では1935~1936年の噴火で大量の硫黄の噴出し、1日当たり最大数千トン、総噴出量は約20万トンに達し、カムイワッカ川や海浜は黄色い硫黄で覆われた(渡辺ほか,1937)。立山の事例は、規模は違うものの、詳細な検討が可能であり、このような硫黄溶岩流に対する防災対策を検討する上で重要である。

文献

増淵佳子(2013) 富山県立山地獄谷で2010年5月に発生した硫黄溶岩の記載岩石学的特徴. 富山市科学博物館研究報告, 36, 1-10

渡辺武男・下斗米俊夫(1937) 北見国知床硫黄山, 特に昭和11年の活動に就いて, 火山, 3, 213-262.

キーワード: 立山, 硫黄, 枕状溶岩, アア溶岩, パホイホイ溶岩, 防災

Keywords: Tateyama, Sulfer, pillow lava, aa lava, pa-hoe-hoe lava, disaster prevention