

2 (5) 高リスク小規模火山噴火

「高リスク小規模火山噴火」総合研究グループリーダー 大湊隆雄
(東京大学地震研究所)

目的

火山では、噴気地帯や山頂火口近傍に、多くの観光客や登山客が訪れたり、観光施設が設けられていたりする場合が多く、平成26年の御嶽山噴火や平成30年の草津本白根山噴火のように、規模が小さくても人的・物的被害等が生ずる場合がある。また、小規模な噴火は発生頻度が相対的に高いことから、観光客や登山客等の災害リスクの低減という観点から重要な研究対象である。そこで、噴火災害に関する資料の収集、地質調査による水蒸気爆発等の噴火履歴調査、各種観測による活動把握、災害誘因である噴石や土石流などの予測研究、災害情報の発信に関する研究等を実施する。これらの成果を総合的に検討し、研究の課題や方向性を明らかにする。

実施方法

(1) 既存課題の成果を活用

- ・噴火災害資料の収集、災害発生状況の整理、災害発生時の火口からの距離等の文献調査、災害関連学会での情報収集
- ・地質調査による水蒸気爆発等の噴火履歴調査
- ・地球物理・地球化学的各種観測による活動把握
- ・比抵抗調査等による熱水系の構造探査による水蒸気噴火ポテンシャルの評価
- ・災害情報の発信に関する研究（御嶽、本白根の事例研究など）

(2) 建議の研究の枠外（社会科学、災害科学分野など）の成果を活用

- ・災害関連学会等からの情報収集
- ・社会科学、災害科学分野等の研究者に、火山分野への応用を検討してもらうための方策（集会・セミナー等）の検討

(3) 既存研究成果を精査し、研究分野の過不足の有無を洗い出し、あらたな研究課題や研究の方向性の提案につなげる。

(4) 上記に関連する研究集会の企画

本年度の実施内容

本研究グループに関連する課題は、大きく次の5つの項目に分類することができる。

1) 災害情報の発信に関する研究、2) 小規模噴火の発生する場の把握、3) 観測による火山の活動把握、4) 噴火の予測に関する研究、5) 小規模噴火災害の資料収集。

今年度は2023年2月8日にオンラインで研究集会を実施し、関連課題代表者による研究成果発表および議論を行った。以下では、研究集会における報告を中心として項目

毎の成果を紹介する。各課題の成果はその課題が属する部会報告でも報告されており、内容的に重なる部分もあるが、本総合研究グループの目標への寄与という視点に立って紹介する。

1) 災害情報の発信に関する研究

東北大学は、観測データを火山災害リスクの低減につなげるための試みとして、吾妻山を対象としてVUI (Volcanic Unrest Index; 火山活発化指数) の試作を進めており、今年度は、中長期的に安定したデータソースとして気象庁や国土地理院のデータを活用し、ワークシートを試作した。

北海道大学からは、予測可能性とリスク評価に関するいくつかの提言がなされた。VUIの活用について、専門外の人々にとって理解し易そうであること、何がunrest (活発化状態) なのかは火山によって異なること、事例を増やすことにより判断基準が次第に形成されること、活動シナリオの想定や火山活動の評価はそれほど自明な課題ではないことなどの指摘があった。本総合研究の名称にある「高リスク」とはどの程度のリスクを指すのかもわかっていないことから、リスク評価の前にまずは現場作業者のリスク管理に関する考え方の整理が必要であること、観光客や登山客に対する情報提供のあり方は社会からの要請が強いテーマであり、確率的な評価・予測の枠組み作りと予測の精度向上に取り組むと良い等の提言もあった。

名古屋大学は、御嶽山地域の火山防災に関する知識の効果的普及・啓発や火山と共生する地域のすばらしさを内外に伝える役割を持つ御嶽山火山マイスターの活動を支援しており、御嶽山火山マイスター制度の向上を目指して他火山における火山防災に関する先進的な取り組みとの比較を進めている。今年度は阿蘇火山博物館、山梨県富士山科学研究所、箱根ジオミュージアムを対象として火山防災に関する取り組みに対する調査・比較を進めた。これまでの調査に基づいて、御嶽山地域と他地域の共通点として以下の点を挙げるができる。火山地域は噴火以外にも豪雨による土石流や地震による山体崩壊などの危険性が高く、土地の成り立ちを住民に理解してもらうことが防災につながることで、防災を前面に出すより土地の成り立ちや火山の恵みを知ってもらうことが防災意識の向上につながることで、子供に対する防災教育が効果的であること。他地域との比較により見えてきた御嶽山地域の特徴としては、研究施設と火山マイスターの拠点と同じ場所にあり、データや専門家の意見にアクセスしやすいことや関係者同士が定期的に会うことによる顔の見える関係が構築できていることが挙げられる。課題としては、マイスター活動の周知がまだ十分でないことや、ビジターセンターへの集客、防災や地域振興への活用、学区学習需要の開拓などが挙げられる。

兵庫県立大は、御嶽山噴火の事例から、市町村の災害対応のボトルネックとなる事項の抽出と対応策の検討を行った。噴火時に対応すべき事項は多岐にわたるが、マンパワーが限られている小規模な市町村レベルでは全ての事項に対応することは容易ではない。噴火の影響範囲に応じて、「市町村」→「県」→「国」と対応主体を拡大すべきと考えられがちだが、噴火規模が小さく影響範囲が狭い場合であっても対応すべき項目数は多岐にわたるため、「市町村」の少数の職員では対応が困難な場合があることがわかった。また、噴火の影響が複数の「市町村」にまたがる場合、自治体間の連携をどこがコント

ロールすべきかも課題として挙げられることがわかった。

2) 小規模噴火の発生する場の把握

東工大は、土壌ガスに基づく側噴火リスクの評価を進めている。土壌ガスとは地下起源のガスが透水係数の高い領域で検出されるものである。破碎帯は透水係数が高い領域であり、地下の熱水貯留域から上昇する火山性流体の通路となり得る。地下の熱水貯留域は水蒸気爆発の発生場となり得ることからマグマ起源ガスが含まれる土壌ガスの放出域を把握することは、将来の噴火発生場所の予測につながる可能性がある。草津白根山の湯釜周辺で土壌ガスのサンプリングの成分を分析したところ、高いガスフラックスを示す場所が複数見つかかり、その中にマグマ起源ガスが多い場所と少ない場所があることが分かった。マグマ起源ガスが卓越する場所は、破碎帯でありかつそれがマグマから分離したガスの上昇経路と接続していることを示唆しており、将来の側噴火の可能性が比較的高いと考えられる。ガスフラックスは高いがマグマ起源ガスが少ない場所は、破碎帯に対応しているものの、マグマガスの上昇経路とは接続しておらず側噴火の危険度は必ずしも高くはないと考えられる。

3) 観測による火山の活動把握

東北大学は、火山活動の中心と観光の対象が 1 km 程度と至近距離にある吾妻山を観測の対象としている。地震・地殻変動の連続観測を継続的に実施し、火山深部から浅部における火山性流体の分布・挙動の解明を進めることにより活動把握の高度化を進めている。これまでの観測から、吾妻山の活動は、深さ 10~15 km の深部における膨張が先行し、深さ 4 km の地殻変動源での膨張加速、浅部地震活動や浅部地殻変動・熱・ガスの変化という経緯をたどること、また、地震波形には流体の関与を示唆する特徴があることが分かった。吾妻山での観測情報に関しては、大学から現地の関係者に直接活動状況を伝えることもあるが情報過多気味であり、伝えるべき情報を工夫する必要があることが分かった。

東北大学では、噴火の早期検知手法として空中電界変動を活用する手法の開発を引き続き進めている。今年度は、2022 年 6 月から東京大学地震研究所霧島火山観測所において霧島硫黄山をターゲットとする観測を開始した。2022 年 11 月に硫黄山において新たな噴気孔が形成されたが、空中電界変動には顕著な信号は認められなかった。泥噴火が電荷を帯びていない可能性と、活動規模がそもそも小さかった可能性が考えられる。本課題で想定する小規模水蒸気噴火は、地震・地殻変動・空振などの既存の地球物理的観測手段では見落とされるおそれがあり、新たな噴火検出手法の開発には大きな期待を寄せている。

富山大では、弥陀ヶ原火山において、活動状態を把握するための多項目地球物理観測を継続して実施している。観測項目は、弥陀ヶ原火山全体の活動状況把握を目指す広域地震観測、地獄谷における浅部熱水・ガスだまりの活動推移の把握を目指した水準測量・GPS 観測、噴気活動の定量化を目指す微動観測、熱水流動経路の把握を目指す熱活動観測である。水準測量結果によると 2017 年から 2020 年にかけては沈降が卓越していたが、2020 年以降は隆起が卓越している。現在は、地表から噴気として放出されるよ

りも地下への流体供給量が上回る状況であることが示唆される。また、熱活動域と隆起域・沈降域の対応が明瞭に見られた。火山性地震は全く観測されなかった。噴気地帯に隣接する観光地は本総合研究グループの重要な研究対象であり、弥陀ヶ原における多項目観測により貴重な観測データの蓄積が進むことが期待される。

4) 噴火の予測に関する研究

富山大学は、極小規模噴火を含めた見逃がしのない「真の噴火履歴」解明を目指した取り組みを進めている。平成30年草津本白根山噴火などVEI1クラスの小規模噴火では、火口近傍を除いてテフラは地表からほぼ消失し、噴出物は地表に地層として残らないため、そのような噴火は存在しなかったと見なされることになる。このように、地表露頭のみを観察からは把握できない小規模噴火が多数存在し「真の噴火履歴」の解明はほぼ不可能である。火口内や火口近傍の湖沼堆積物が新たな情報源として有望であり、弥陀ヶ原で実施した予備調査では、地表露頭観察では把握できない規模の噴火によると見られる火山灰層が湖沼堆積物中から検出できた。次期計画では、草津白根山や志賀火山で同様の調査を行うことを計画している。

5) 災害発生状況の調査・整理

今年度は、本項目に関する報告は無かった。

これまでの課題と今後の展望

・これまでの課題

火山活動による人的被害の程度は必ずしも噴火規模に依らない。噴火が発生する場所からの「距離」が人的被害の規模を大きく左右する。大規模噴火であっても十分な距離まで避難できれば人的被害は生じない。逆に小規模噴火であっても近くで発生すれば人的被害はまぬがれない。

マグマ噴火等の大規模噴火の場合はほとんどの場合明瞭な先行現象があり、噴火前に避難し人的被害が少ない場合が多い。また、噴火規模が大きくても周囲に人がいなければ被害が無い。これに対し、水蒸気噴火、ガス噴出、ガスの滞留等の比較的規模の小さい火山活動については、先行する現象が弱いあるいは無いために事前把握が難しく、危険性がわかりにくい。噴気地帯などはそのまま観光スポットになっていることも多く、観光客や登山客が危険性がわからないまま接近し、被害が出る場合がある。

小規模噴火にもかかわらず高リスクである理由の一つは、上記で述べたように発生場所や時期が予測困難だという点である。また、高リスクであるもう一つの理由として社会的要因も考えられる。各自治体が発行する防災マップや、噴火に関する情報発信を担う気象庁が設定している噴火警戒レベルを見ると、防災マップの多くは噴火がある程度予測できることを前提とした記述となっており、高リスク小規模噴火に関する記述はほとんど見られず、危険性の存在が周知されにくい。噴火警戒レベルについても、非専門家が正確にその内容を理解しているとは考えにくく、専門家と非専門家の認識が大きく乖離している可能性がある。例えば、レベル1であれば安全であると考え、火口付近に

無防備に接近して突発的な噴火に巻き込まれるという事が起こり得る。

・今後の展望

本課題のターゲットである小規模火山噴火は、データの収集が難しく、科学的な研究の対象とするためには困難を伴うため、観測研究計画の中でこれを明示的にターゲットとする研究は限られていた。しかしながら、小規模ゆえに発生頻度が高く人的被害も少ない現象に対して、被害低減につながる具体的な方策を探るための研究は本観測研究計画の中で実施されてしかるべきものであった。そこで、2019年度に始まった観測研究計画において「高リスク小規模火山噴火研究グループ」を立ち上げ、その活動を開始した。

本総合研究は、予測困難性と社会的要因に着目して研究の方向性を検討し、将来の研究課題のシーズを育てることを目標とする。予測困難性に関しては、これまでの知見を活用することで予測可能性を高めることはできないか、あるいは、予測可能性を高めるためにはどのような研究を新たに立ち上げるべきか、という観点から検討を進める。社会的要因に関しては、専門家と非専門家の認識のギャップを埋め、どうすれば非専門家が危険性を正しく理解することができるのか、そのためには何をすべきか、という観点から社会科学的、防災科学的研究の方向性に関して検討を進める。

4年目となる今年度は、関連する研究課題の整理と問題点の洗い出しを継続して進めた。本総合研究で実施すべき研究項目は1) 災害情報の発信に関する研究、2) 小規模噴火の発生する場の把握、3) 観測による火山の活動把握、4) 噴火の予測に関する研究、5) 小規模噴火災害の資料収集、の5つに整理されるが、今年度は昨年度同様、1)に関する社会学的、情報学的な成果報告および2)～4)に関する継続的な研究の成果が報告されたが、昨年あった5)に関する報告は今年度は無かった。来年度以降も、それぞれの項目に関する成果の掘り起こしと整理を進める予定である。昨年度末に実施したアンケート調査結果については引き続いて整理を進めており、高リスク小規模火山噴火に関する効果的な情報発信を検討するための情報抽出を目指したい。

成果リスト

特になし

成果報告会 発表タイトル

発表者	タイトル
大湊	総合グループ成果 取りまとめの方向性について
山本	吾妻山の火山活動とVUIの検討
橋本	「高リスク小規模噴火」の予測可能性とリスク評価について
石崎	火口内及び火口近傍の湖沼堆積物を用いた”真の噴火履歴”解明の試み
寺田	地中ガスのヘリウム同位体に基づく側噴火リスクの評価
大倉	阿蘇火山での取り組み
西村	空中電界変動観測による噴火の検知
堀田	富山県弥陀ヶ原火山における地球物理学観測
山岡	他地域と比較した御嶽山地域の火山防災教育の特徴について
阪本	火山噴火をめぐる自治体間連携