

研究計画の概要

研究課題 2018年草津白根火山噴火に関する総合調査

研究代表者 小川康雄

研究目的

2018年1月23日10時02分に草津白根山を構成する3山体（白根山・逢ノ峰・本白根山）の一つである本白根山鏡池北火口で1500年ぶりの噴火が発生し、噴石により人的な被害が発生した。この噴火は顕著な前駆的活動を伴わない水蒸気噴火であった。近年の草津白根火山では、白根山湯釜水釜火口を中心とする水蒸気噴火活動が顕著で、火山観測は白根山に集中している。一方で、今回噴火した本白根山では、これまでの最新の噴火が鏡池北火口での1500年前のマグマ噴火であって、近年、鏡池北火口付近には顕著な地熱活動は記録されていない。今回の突発的な噴火を受けて、以下の3点を明らかにする。

- (1) 顕著な前駆的活動がない水蒸気噴火プロセスの解明
- (2) 今後の火山活動の推移の予測、特にマグマが噴出する可能性の予測
- (3) 融雪泥流発生リスクの評価。

特に(2)(3)については防災上重要な課題であり、地元自治体からの社会的な要請が強い。

調査内容

以上の3つの目的のために、以下の6つの研究課題を設ける。研究目的と調査課題の関連は以下の通りである。

①地震観測

“(目的1) 顕著な前駆的活動がない水蒸気噴火プロセスの解明”のために、既存の地震観測データを再調査し、今回の噴火に先行する地震活動の変動の有無について詳細に検討する。

既存の地震計ネットワークで取得されたデータを見直す。(担当 青山・山本・筒井・寺田)。

“(目的2) 今後の火山活動の予測”のために、本白根山に地震火山観測網を増強し、火山活動の推移を予測する。

草津白根山では歴史時代の活動履歴に基づき、白根山湯釜火口周辺での噴火を想定した観測研究に重きが置かれてきた。今回の水蒸気噴火は、観測体制が整っていない本白根山側で発生し、噴火の前兆現象がとらえられなかったと気象庁から報告されている。草津白根山の過去の噴火事例では、水蒸気噴火が繰り返されたことがあり、火山噴火予知連絡会の見解でもより大規模な活動への発展の可能性が指摘されている。そのため、本白根火山周辺で手薄になっている地震観測点を緊急的に増設し、リアルタイムで地震波形データを伝送・集約できるテレメータ観測点を設置する(担当 青山・山本・筒井)。さらに観測点の空間的な分布を補うため、オフラインで長期観測するための機動地震観測装置を導入し、テレメータ化が難しい地点での地震観測を行う(担当 寺田)。

②地盤変動観測

“(目的1) 顕著な前駆的活動がない水蒸気噴火プロセスの解明”のために、既存の地殻変動データを再調査し、水蒸気噴火に至るプロセスを解明する。

水蒸気噴火に至る5年間の既存のデータを再検討し、水蒸気噴火に至るまでの地殻変動を明らかにする(担当 寺田・神田)。

“(目的2) 今後の火山活動の予測”のために、本白根山に地盤変動観測網を増強し、火山活動の推移を予測する。

2018年1月23日に本白根山鏡池北火口で1500年ぶりの噴火が発生した。この噴火は前駆的活動を伴わない水蒸気噴火であったが、1500年前にはマグマ噴火も発生しているため、今後の活動がマグマ噴火へと移行してゆくことも懸念される。マグマ噴火が発生すれば、雲仙普賢岳や霧島新燃岳の噴火で経験したように、災害規模は一段と大きなものとなることが予想される。

活動推移を把握するためには、熱水やマグマの動きを捉えるための地盤変動観測が不可欠であるが、

現在の GNSS および傾斜観測網は本白根山から 2km ほど北の白根山湯釜火口周辺に集中している。従って現状では、本白根山直下の圧力源や深部の圧力源に対しては検出の分解能が低い。

この問題を解決するために、2017 年秋に繰返し観測点を 8 箇所を整備した。本研究では、このうちの 5 箇所程度で連続観測を実施し、日々の座標値解析ができるようにモニタリング網を構築する（担当 神田・大倉）。以上により本白根山直下のマグマの動きを把握できるようになり、マグマ噴火への移行可能性を判断する材料を提供できることができる。

③熱観測

“(目的 1) 顕著な前駆的な活動がない水蒸気噴火プロセスの解明”のために、新火口周辺の温度場を空中探査によって明らかにする。

本白根山を中心とする広域の空中磁気測量を、産業用の無人ヘリコプターを用いて稠密に行い、火山体内部の基盤構造や熱異常分布などを検出することで、今回の噴火事象の原因解明につなげる。また、2003 年および 2015 年に実施された測量結果との比較を行うことで、現在までにどのような時間発展を伴ったのかを検証する。測定には 2 通りのフライトを計画しており、各フライトで 1 日ずつ、予備日 1 日（テストフライトを含む）を入れて、計 3 日間で実施の予定である。通信のための基地局およびヘリコプターの発着は火口から 2.5km 離れたロープウェイ山麓駅駐車場で行う。フライトは衛星通信で制御するため、基地局からの見通しは確保できなくても問題ない。観測期間中は、山麓駅近傍に磁場参照点を設置し、並行測定および夜間測定を行う（担当：小山・金子・大湊）。また、熱赤外映像観測も併せて実施し、2017 年秋に実施した結果と比較して、地表付近の熱的状況を把握する（担当：寺田、神田）。なお、2018 年度には、別経費で空中磁気測量および熱赤外映像観測を実施予定である。本研究で実施する噴火直後の結果と比較することにより、火山体浅部の熱的状態の消長を把握することが可能となり、今後の火山活動推移に対して一定の制約を与えられることが期待される。

④噴出物調査

“(目的 1) 顕著な前駆的な活動がない水蒸気噴火プロセスの解明”のために、新火口からの噴出物を採取し、マグマ物質の関与の有無を明らかにする。また噴出量や噴出物の噴出速度を推定することによって、噴火場の物理化学状態を知る手がかりとする。

今後の本白根火山の活動推移、特にマグマ噴火への移行可能性の判断材料を得るために、1 月 23 日噴火の噴出物について岩石学的解析を行う（担当 石崎）。石崎は、2013 年から本白根火山噴出物について岩石学的解析を進めており、噴火が発生した鏡池北火砕丘のデータも取得済みである。既存データと 1 月 23 日噴出物の岩質を比較検討し、マグマ物質噴出の有無を明らかにする。

1 月 23 日噴火の直後に、合同調査班により降灰量が調べられたが、厳冬期ということもあり調査範囲は限定的であった。融雪により噴出物の同定が困難になる前（平成 30 年 5 月上旬以前）に、噴出物分布の追加調査を行い、噴石・火砕サージなどの火口近傍噴出物を含めた 1 月 23 日噴火の総噴出量を明らかにする（担当 石崎・吉本・寺田）。このために平成 30 年度の研究費が必要である。

今回の噴火では、御嶽山 2014 年噴火に引き続き、噴石による人的被害が発生した。しかも、今回の噴火はスキー場直近で発生し、ゴンドラの屋根を貫通する等の被害も発生している。このような災害事例は少なく、基礎データの蓄積が重要である。本研究では運行状況から当時のゴンドラの位置を特定し、火口からの距離と被害の大きさの関係性を明らかにする（担当 吉本・石峯）。撮影された動画の解析も行い、噴石の飛散状況を詳細に把握する（担当 石峯）。

⑤地球化学観測

“(目的 2) 今後の火山活動の予測”のために、本白根山周辺で温泉水および噴気の化学組成の変動をモニターする。また新噴火口から放出される亜硫酸ガスを遠隔から定点モニタリングする。

2018 年 1 月 23 日に噴火した本白根山では、山麓に湧出量が草津温泉最大の万代鉍源泉があり、中腹の殺生河原には噴気帯が広がっている。万代鉍源泉から湧出する温泉水の水温はほぼ沸点であり pH 1 程度の最も強酸性を示す一方、殺生河原噴気の噴気温度も沸点程度である。これらは巨大な熱水系が本白根山系の地下に存在していることと同時に、この熱水系からは常時莫大な量の物質と熱を放出しており、本白根山の地下にはマグマだまりが存在していることを示している。従って、噴気ガスや温泉

水の組成や放出量の観測は本白根山の火山活動の推移を捉えるのに重要である。本観測研究では、万代鉱源泉および殺生河原噴気の繰り返し観測を実施し、それらの組成について明らかにする（担当 野上・木川田）。更に、過去に採取した万代鉱源泉およびその他の温泉水についても化学的解析を行う（担当 野上・木川田）。また、今回の噴火は1500年ぶりであり、マグマ噴火への移行が発生することが懸念されている。1月23日に開口した割れ目火口列から火山ガスが出始めれば、マグマからの脱ガスが増えていることを示している。SO₂モニタリングで熱水系の消滅からマグマ噴火への移行を捉えられようと考え、連続観測を実施する（担当 森）。これらの観測から、熱水系に対するマグマからの物質の寄与およびマグマ噴火の始まりを捉えることが出来ると考えられる。

⑥融雪泥流評価

“(目的3) 融雪泥流発生リスクの評価”のために、以下の研究を行う。

草津白根火山では、今後の噴火による融雪泥流や春先の Rain-on-snow（降雨+融雪）が引き起こす泥流の発生が懸念される。しかも、噴火の推移や積雪・融雪・降雨等の気象状況の変化により、泥流発生の可能性や規模の大きさ、および流動特性が異なることが予測される。そこで、本サブグループでは、発生しうる泥流による災害評価に必要な次の点について検討する。1) 噴出物の粒子・粒度・化学組成と粘土鉱物組成分析に基づく物性解析（担当 片岡） 2) 厳冬期・融雪期の気象観測とスノーサーベイによる積雪水量分布解析（担当 松元）. 3) スキー場-河川のモニタリングと水位計測（担当 松元・片岡） 4) 空中写真と現地調査に基づく噴石起因の雪崩や融雪泥流の発生状況および火砕サージと雪の混合の検討（担当 上石・山口・伊藤） 5) 噴石による融雪や積雪への融解水の浸透メカニズム解明（担当 上石・山口・伊藤） 6) 積雪状況の観測結果に基づいた噴石による雪崩発生の可能性の検討（担当 山口・伊藤） 7) これらの分析・解析データを基にした、泥流流下シミュレーションおよび噴石を起因とする雪崩発生と流下シミュレーションの実施（担当 常松）。以上により、噴火遷移および気象条件と積雪状態が異なる複数のシナリオを考慮し、融雪泥流のハザードシミュレーションを行うことで、融雪泥流による災害リスク評価を行う。また、積雪期の噴火による雪崩発生と融雪泥流の可能性について評価する。融雪泥流は雪解けの頃の春先に発生することが多く、平成30年度初めの融雪期（5月上旬）まで観測する必要があるため、平成30年度の予算が必要である。

研究経費 総計 20,800 千円

研究組織

(研究代表者)

氏名	所属・職名	(専門分野)	役割分担
小川康雄	東京工業大学・理学院・教授	地球電磁気学	総括

(研究分担者*及び連携研究者)

氏名	所属・職名	(専門分野)	役割分担
①地震観測			
青山 裕*	北海道大学・准教授	地震学	地震観測・観測点設置
山本 希*	東北大学・准教授	地震学	地震観測・観測点設置
筒井 智樹*	秋田大学・准教授	地震学	地震観測・観測点設置
寺田 暁彦*	東京工業大学・講師	火山物理学	地震観測・データ解析・用地交渉
②地盤変動観測			
大倉 敬宏*	京都大学理学研究科・教授	測地学	地盤変動観測・観測点設置
神田 径*	東京工業大学・准教授	火山物理学	地盤変動観測・データ解析
寺田 暁彦*	東京工業大学・講師	火山物理学	地盤変動観測・観測点設置

③熱観測			
神田 径*	東京工業大学・准教授	火山物理学	熱観測・地磁気観測
小山 崇夫*	東京大学・助教	火山電磁気学	熱観測・地磁気観測
寺田 暁彦*	東京工業大学・講師	火山物理学	熱観測・赤外観測
金子 隆之	東京大学・助教	火山地質学	熱観測・地磁気観測
大湊 隆雄	東京大学・准教授	地球電磁気学	熱観測・地磁気観測
④噴出物調査			
石崎 泰男*	富山大学・理工学研究部・准教授	火山地質学	噴出物調査・岩石学
吉本 充宏*	山梨県富士山科学研究所・火山防災研究	火山地質学	噴出物調査・噴石分布解析
石峯 康浩	鹿児島大学・特任准教授	火山地質学	噴出物調査・動画解析
⑤地球化学観測			
野上 健治*	東京工業大学・教授	火山化学	地球化学観測・火山ガス分析
森 俊哉*	東京大学・准教授	火山化学	地球化学観測・遠隔ガス観測
木川田 喜一*	上智大学・教授	火山化学	地球化学観測・温泉水分析
⑥融雪泥流評価			
片岡 香子*	新潟大学・災害・復興科学研究所・准教授	火山堆積学	融雪泥流評価・噴出物物性解析
上石 勲*	防災科学技術研究所・総括主任研究員	雪氷工学	融雪泥流評価・雪崩泥流発生調査
山口 悟	防災科学技術研究所・主任研究員	雪氷学	融雪泥流評価・雪崩発生可能性調査
松元 高峰	新潟大学・特任准教授	雪氷水文学	融雪泥流評価・積雪数量分布解析
常松 佳恵	山梨県富士山科学研究所・研究員	火山物理学	融雪泥流評価・泥流数値計算
伊藤 陽一	防災科学技術研究所・契約研究員	雪氷学	融雪泥流評価・雪崩泥流発生調査

注) 寺田暁彦および神田径は、複数のグループに所属している。