火山噴火予知連絡会　第４回草津白根山部会　議事録

日　　時：令和２年１月 21 日（火）09:30～12:30
場　　所：地震防災対策強化地域判定会室(気象庁２階)
部 会 委 員：野上部会長、石﨑、伊藤、上田、大倉、小川、加藤、木川田、
　　小泉、齋藤、畑中、森田
学識経験者：清水（連絡会会長）
オブザーバー：東京工業大学、国土地理院、気象研究所、地磁気観測所、
　　東京大学、東海大学
気　象　庁：土井（地震火山部長)、松末、北川、小林
事　務　局：宮村、高木

開会
加藤委員、高木（事務局）
・開会挨拶
・出欠の紹介
・配付資料の確認
・その他連絡事項

本日の議事内容と論点の確認
野上部会長
・部会長から趣旨説明
高木（事務局）
・本日の議事内容と論点について説明

議事１．草津白根山の火山活動評価について
（１）草津白根山の火山活動プロセスの検討について
野上部会長
・噴火の記録がある 1970 年台からの長期的な火山活動について、これまで蓄積された多方面の観測結果を再点検し、活動プロセスについて議論いただきたい。
・特に白根山については、湯釜直下浅部の火山性流体の挙動を、観測された力学的変化や地球化学データの変化から、どのように理解すべきかを議論したい。

【資料説明（資料 1-1、追加資料集)】
・各委員から資料 1-1、追加資料集に沿って説明
・事務局から追加資料集「議論のための参考資料」に沿って説明

野上部会長

・地震の発生や湯釜湖面の黒色物質の変化などと噴火は、ほぼ同時に発生しているようにみえるが、噴火の発生前に先行する変化はあるのか。

宮村（事務局）

・1982～83 年に 5 回の噴火事例では、噴火が発生する前から地震活動の変化や火山性微動が観測されている。これらを整理し、レベル２の引き上げ基準も作成している。必ずしも地震と噴火が同時に発生するというわけではない。

野上部会長

・地質学的にみると本白根山と湯釜の間で水蒸気爆発が発生することを想定しておく必要があるのか。

石﨑委員（富山大）

・湯釜から本白根山にある火口列は約 1000 年前に活動を開始している。また、弓池でも約 1300 年前に噴火が開始し、歴史時代に再噴火している。これらの火口があるところでは、噴火が発生する可能性がある。

・本白根山の小火口では噴出物が現存しており、比較的最近の噴火により小火口を形成した可能性がある。小火口の噴火年代はわかっていないが、小火口列の基底にある土壌の年代を測定すれば、火口の形成時期がわかるかもしれない。

伊藤委員（産総研）

・本白根山と湯釜のマグマ活動がどのように関連しているのか。水蒸気噴火の両者の関係はどうか。

石﨑委員（富山大）

・本白根山のマグマの全岩組成は、SiO_2 67.3%のデイサイトの端成分に収束する。白根山では、SiO_2 66%のデイサイトに収束するため、本白根山と白根山のマグマだまりは、別のデイサイト質なマグマだまりであると考えている。

清水会長

・本白根山のマグマだまりは、物質科学的な長期的な視点で、現在どのような状態と考えられるか。

石﨑委員（富山大）

・明確に回答するのは難しい。最後の噴火である鏡池火砕丘の組成は、苦鉄質に偏っている。デイサイト質のマグマはかなり消費している可能性がある。

清水会長

・デイサイト質のマグマだまりに苦鉄質のマグマが深部から注入すると、今後も噴火する可能性があるという理解でよいか。

石﨑委員（富山大）

・そのような理解だが、物質科学的な視点で、現在のマグマだまりの状態や今後の見通しを述べることは難しい。

清水会長

・本白根山について水蒸気噴火の発生場についての知見はあるか。

小川委員（東工大）

・最近、JVGR 掲載された（Matsunaga et al.,2020）によると、湯釜ほど分解能は高くないが、本白根山の MT 観測により、水蒸気噴火を起こす火口の下部に流体だまりがあることをイメージできている。いつ噴火するかはわからないが、水蒸気噴火のポテンシャルがある場所を絞り込むことはできる。

・湯釜付近では電磁気的な探査で、流体貯留槽の時間変化を捉える試みが進行中である。

・本白根山の流体だまりは、海抜 500m程度でそれほど深いものではない。マグマだまりについては、電磁気的には、顕著なものは見つかっていない。

清水会長

・流体だまりと地震活動や地殻変動源との位置関係はわかっているのか。

小川委員（東工大）

・MT で推定される流体だまりはマッピングできる。震源については、本白根山は観測点が疎なので、震源の精度がない上に、活動が高くないこともあり、今後の研究課題である。噴火前後の地震活動をみると MT で推定される流体だまりの上に震源が分布している。

宮村（事務局）

・デイサイト質マグマだまりの深さは推定できるのか。

石﨑委員（富山大）

・白根火砕丘、本白根火砕丘の両方の噴出物から少量の角閃石が見つかっている。角閃石が安定して存在する 5km 以深と考えている。

野上部会長

・どのようなプロセスで現在の火山活動がみられているのか、追加資料にある「火山性流体からみた熱水系」のモデル等を参照し、確認したい。

清水会長

・地殻変動観測からは少なくとも大量のマグマが上昇している状況ではなく、本格的なマグマ噴火が短期間で始まることは考えられない。

・一方、浅部では、火山性流体の注入が繰り返し起きていることが、地震が繰り返し発生し、N 型地震の周波数の変化がみられていること等から推定される。

・水蒸気噴火の発生の鍵になるのは、キャップロックの下の構造の圧力の動向に注目することが重要であり、キャップロックの下の膨張や地震活動の変化などが着目点になる。
・このことについて、オブザーバーの寺田氏からの説明を求めたい。（野上部会長了承）

寺田講師（東工大：オブザーバー）

・2014 年以降、明確な傾斜変化は少なくとも 3 回観測されたが変化率の傾向は異なる。傾斜変化に先行する現象も観測されておらず、変化傾向をみて、その後の推移が予測できる訳ではない。
・2014 年の 3 回目は、群発地震の 1～2 日前に傾斜変化が観測され始めた。他の 2 回は開始のタイミングが明確でなく、地震活動と傾斜変化のどちらが先行しているか、わからない。

清水会長

・湯釜については、海抜 0km 以浅のキャップロックの下の動向に注目しながら、観測し、さらに詳細な研究を進めていく必要がある。本白根山については、今後水蒸気噴火の発生場を明らかにしていく必要がある。

森田委員（東大震研）

・地震の検知能力や圧力源の推定精度も本白根山と湯釜では全く異なる。本白根山の活動を理解するのに湯釜の知見をそのまま使ってよいかどうかは検討の余地がある。

野上部会長

・熱水が関連することは違いないが、場が異なるので、それぞれで検討する必要がある。

伊藤委員（産総研）

・今の湯釜の活動はマグマ活動と関係ないところで、水蒸気噴火が発生している。マグマだまりは１つで、熱水活動の場が本白根山と湯釜で分かれているのか、草津白根山全体のシステムを考える必要がある。

野上部会長

・噴火発生場の問題と観測について、俯瞰してみていく必要がある。湯釜については、スメクタイトからなると思われるキャップロックの下の圧力変化が重要であり、本白根山については、分解能がないので今後の調査が必要である。

宮村（事務局）

・湯釜については、火山活動プロセスの解釈について、追加資料集の概念図で示したイメージで同じ認識を持つことができた。
・深部から火山性流体の供給が増大することにより、浅部の熱水貯留槽を中心に地震活動、地殻変動、熱消磁等の物理現象が生じる。キャップロックの強度を超えて漏れ出しが増大すると、湯釜湖水の化学成分も変化するが、物理現象に比べ応答遅延を生じるた

め、深部からの供給率が高い状態（活動のピーク）を過ぎてからも高い値が維持される。したがって、このような火山活動プロセスを踏まえ、多項目のデータの時系列をみることにより、噴火発生のポテンシャルの低下をある程度判断できるという共通認識がえられた。

小川委員（東工大）

・湯釜付近では、キャップロックの下に流体貯留槽があり、その下の海抜約0kmのbrittle ductile transition付近に高温の流体貯留槽（資料1-1 p.42のC3に相当）があると考えている。２つのシールゾーンがあり、これらのシールが破壊されることにより噴火が発生する。

・本白根山でも同様の構造があり、下部の流体貯留槽についても調査を進めることが重要である。

森田委員（東大震研）

・気象庁の資料1-1 p.45では、2018年A型地震の浅部への移動が捉えられており、流体が深い流体貯留槽（C3）から浅い流体貯留槽に移動していることを示している可能性がある。

・キャップロックの下に熱水がたまり、一気に破壊すると、噴火が発生し、一部破壊するとN型地震が多発するという理解ができるのではないか。

小川委員（東工大）

・時系列的にはわからないが、2014年の活発であった時にはキャップロックの中の浅いところまで、地震が発生している。活動が活発な時には浅部まで地震が発生していると言える。

宮村（事務局）

・深部の流体貯留槽から浅部の流体貯留槽へ流体が移動する際にはA型地震が発生する。浅部の流体貯留槽へ流体がたまり、圧力が増加すると地殻変動や熱消磁、N型地震を発生させ、活動は高まった状態になる。その後、遅れて火山ガスが抜けて湯釜の化学成分が濃くなる。

・これらの流れと活動低下までを示したイメージ図（追加資料集 p.20）を念頭に監視を続けたい。

・今後、深部の流体貯留槽（C3）の具体的なイメージ、本白根山と湯釜の類似性、逢ノ峰の地震のクラスターの理解についても解明していくことが必要である。

森田委員（東大震研）

・深部の流体貯留槽(C3)からゆっくりと熱水が染み出した場合は、噴火が起こりにくい。貫入レートが重要であり、そのレートは地震活動の活発さが指標になると考えられる。

宮村（事務局）

・2019年の４月、９月は急激な地震活動であり、貫入レートが大きかったと理解しており、噴火警戒レベル３の判定基準にもそのような視点を取り入れている。今後もそのよ

うな視点で監視していく。

野上部会長

・高周波地震の移動は、どのぐらいの時間をかけて移動しているのか。

小林（気象庁）

・2018 年の 4 月の地震増加時の事例では、4 月 22 日の 0 時頃から地震が増え始め、4 月 22 日の 12 時頃に VLP が発生するまで地震が増加傾向にあった。VLP の発生前は、海抜 1km よりも深い震源だが、その後、海抜 1km よりも浅い地震が多くなったようにみえる。第 142 回連絡会で報告しているが、地震活動が始まるより前に、湯釜付近浅部の地殻変動源とは別の、湯釜の北西側で地殻変動が観測されているようみえる。

野上部会長

・活動プロセスのイメージが共有できたと思う。深部の貯留槽と浅部の貯留槽の熱水の移動が活動の鍵になる。本白根山については、今後より詳細なプロセスの理解のために調査を進める必要がある。

清水会長

・野上部会長の意見のとおりである。
・湯釜の干渉 SAR で観測された膨張源の深さはどの程度か。霧島山硫黄山では、スメクタイトの上にシル状の圧力源の変動が見えている。湯釜では見えているが、本白根山では全く見えておらず、湯釜と本白根山の違いとしてそのような視点も必要かもしれない。

高木（気象庁）

・非常に微小な変動なので、深さについては見積もられていないが、変動の広がりから球状圧力源を仮定すれば、変動源の深さは 1km より浅く、数百m程度であろう。

（２）現在の火山活動の確認と今後の見通し

・各機関より、第 145 回噴火予知連絡会から活動に大きな変化がなかったことを報告。
・第 145 回噴火予知連絡会の活動評価から大きな変更がないことを確認。
・現在の火山活動と今後の見通しは案文の通りとし、議事概要に掲載・公開することを確認。

議事２．草津白根山の観測計画等について

野上部会長

・部会として、草津白根山の観測状況及び観測計画等について共有するとともに、現在の活動状況および今後の見通しを踏まえた火山観測体制、特に関係機関の連携による臨時観測等の実施について検討を行う。
・実施状況と今後の計画について確認する。

宮村（事務局）

・草津白根山部会では、これまでも観測計画について共有・検討を行ってきたが、部会の任務の一つとして活動評価に資する観測計画等を総合的に検討することが、前回の 12 月の予知連でも確認された。
・予知連運営要綱には、部会の大きな目的は活動の総合判断であり、それに資する観測計画等を総合的に検討し、関係諸機関は連係して実施することとされている。
・予知連運営細則でも、気象庁は実施にあたっての調整を行うとされている。
・今後どのような観測をいかに効率的に実施できるか、予知連として各機関協力できるか、議論したい。

高木（事務局）

・活動評価のための観測計画を把握し、観測体制の連携を検討することは部会の役割であり、各機関の観測計画は部会にも共有して欲しい。
・気象庁では、遠望カメラや臨時観測点の恒久化を行った。

森田委員（東大震研）

・本白根山の観測網が比較的少なく、どこかが展開するのを待つのが正しいのか。
・マンパワーを持つ気象庁と、システムのノウハウを持つ研究機関で協力して強化する案はないのか。
・これまでは総合観測班でも、それぞれの機関が予算を取り、それぞれの機関が整備するのを待っていた。
・気象庁単独では難しいのであれば、協力して実施することを考えてはどうか。

野上部会長

・どこのリソースをどう使うかは重要。
・気象庁として観測体制をどのように強化するかのビジョンはあるか。

宮村（事務局）

・噴火直後の初回の部会では、大学等の突発災害の科研費による観測や気象庁の緊急対応としての観測等を意識して、観測体制をテーマに議論した。
・気象庁では、その後の２年間で、ボアホールタイプの総合観測点、カメラ、広帯域地震計の整備を進め、今年度は本白根山に近い山頂駅に広帯域地震計を新設した。
・広域では防災科研の V-net があり、湯釜や本白根山では東工大の観測網を中心に、密な観測網があることから、比較的観測網が疎で、深部や北西部を意識し、渋峠付近に総合観測点を設置する計画である。
・現在の活動は落ち着いているが、今後活動に急変があれば更なる監視強化をしなければ

ならない。今すべきことは、本白根山の地震活動については臨時観測による実態把握と、活動急変時の将来の増設に向けて観測網の配置の戦略を議論すること。
・気象庁としては、特に、火山 PJ による草津白根山全体の観測計画による、現在の稠密な臨時観測を主体とした観測に我々も協力参加していきたい。

森田委員（東大震研）
・PJ や緊急観測で設置した観測点は、大学でいつまで維持できるかわからない。
・観測点維持への支援や、本白根山や逢ノ峰を囲むような観測網を強化することを、気象庁は前向きに考えられないか。
・大学ではアイデアを出すことはできるが、それを永続させることはできない。
・それぞれの組織の特性を生かして協力することを進めないか。

宮村（事務局）
・これから、どういった観測が必要で、どういった観測ができるか意見交換・議論をここでしたい。

野上部会長
・各機関では多項目の観測を行っており、それぞれがどうリンクするかはすぐには認識できない。
・例えば、GNSS であれば統合解析はできないか。

大倉委員（京大）
・資料２　p.8 の地図に東工大の観測点がないので追記いただきたい。

高木（事務局）
・修正する。
・西側の変動も指摘されていることから、統合解析のような形で、全てのデータを集め、包括的に解析し、監視することが重要。

畑中委員（地理院）
・現在の白根山では、地理院の GEONET と気象庁と防災科研の観測データを解析している。それ以外のデータについては、観測機関との間で協定を結び、データ交換をすることにより、積極的に対応したい。

野上部会長
・時間をかけてでも、今後どういう観測ができるのか考え、気象庁経由で各機関にお知ら

せしていく。
・データ共有の仕方の問題等も意識しながら、情報を共有し、整理して進めていきたい。
・活動の急変があれば、それぞれの立場で観測を進めて欲しい。

小川委員（東工大）
・資料２の草津白根山の調査・観測実施状況において、2019 年には気象庁しかないが、他機関も追記して欲しい。

高木（事務局）
・これまでも観測計画や実施状況について共有のお願いをしているところだが、今後の観測の連携のためにも、事務局に共有いただきたい。
・臨時観測や研究体制において、評価や見通しのための観測・観測点の必要性について意見があれば、気象庁や部会長に連絡して欲しい。

清水会長
・本白根山について本日もいくつか課題が提案されており、それに対して協力できるようなことを実施して欲しい。
・本白根山には、少なくとも地震と地殻変動について連続的に検知できるような観測点を作ることは必要。
・長期的な観点からは、地殻変動も必要で、水準なども実施して欲しい。地理院で実施することが難しければ、大学でも協力できるかもしれない。

宮村（事務局）
・気象庁も協力しながら進めたいと考えている。
・今後、部会長のとりまとめで、各機関でどういう必要性があるのか、何ができるのか、それらが集まればどういった協力ができるのか、整理したい。
・定常観測点の設置・維持はどの機関でも大変である。
・各機関には、それぞれの任務があり、大学では長期の観測をすることが難しく、気象庁では全国に展開してきた観測点の維持も課題となってきている。各機関の抱える事情等を整理し、どういった協力ができるのか、次の大きな噴火を見据えた計画を今から戦略的に議論することも重要である。
・現状認識をベースに別の機会にこれらを議論する必要があるだろう。
・できるだけ前向きな姿勢で臨みたい。

森田委員（東大震研）
・予知連の機能として、解析のために何が必要かということを、機関を超えて議論できる

体制ができていない。それが予知連改革に取り組む最大の問題で、予知連改革の主題である。

野上部会長

・各機関で実施可能な項目、実施して欲しいリクエストもあるかもしれない。各機関にはどのような観測・研究が必要なのか、どのような調査観測ができるのか、連携できる観測・研究について後日意見をいただきたい。

閉会

加藤委員（事務局）

・今後も、草津白根山の火山活動について定期的に意見交換、議論するとともに、火山活動に変化があった場合は、必要に応じて部会を開催し、臨機に火山活動の評価を実施する。

・本日の議事概要を気象庁ホームページにて公表する予定であり、部会長の確認の後、会議終了後、速やかに公表する。