火山噴火予知連絡会第５回草津白根山部会　議事録

日　　時：令和２年12月15日
形　　式：WEB会議
部会委員：野上部会長、小川副部会長、石崎、伊藤、上田、大倉、木川田、斎藤、中村、宮村、宗包、森田
オブザーバー：大場、平林、寺田
事　務　局：長谷川、高木、重野
気　象　庁：飯野(東京火山監視・警報センター)

○開会
事務局（中村火山監視課長）
・開会挨拶
・出欠・オブザーバー紹介

事務局（高木火山活動解析評価官）
・資料確認
・WEB会議の注意点

議事１．草津白根山の火山活動の評価
白根山（湯釜）付近の活動状況
事務局（高木火山活動解析評価官）
・論点および評価文案の確認

（資料1に沿って説明）

東京火山監視・警報センター
・2018年4，9月にA型あるいはBH型、海抜1km以深で地震活動が活発化した。
・2019年9月にBP、BT型地震を主とした地震がやや多い状態となった。同じ時期に、湯釜浅部の膨張を示す傾斜変動も確認された。
・2020年3，4月にも海抜1km以深の地震が多かったが、11月以降は概ね低調である。
・湯釜浅部の膨張を示す傾斜変動は2020年8月を最後に、明瞭な変動は見られない。
・2020年8月に、湯釜浅部の膨張を示すわずかな傾斜変動が認められた。
・深さ時系列図を見ると、2018年4，9月に震源が深めの地震が増加した。2020年3月、4月にも震源が深めの地震の増加がみられるが、今期間は認められない。

・2020年11月12日に発生した微動の振幅は小さく、継続時間は2分間程度。
・2018年11月12日と2020年11月12日に、傾斜変化を伴う火山性微動が発生した。どちらも、1回目が湯釜から見て北西上がりで低周波に富み、2回目が北西下がりで高周波に富む特徴をもつ。
・GNSS連続観測では火山による変動は認められない。
・GNSS繰り返し観測では基線3，4，5で2018年頃からわずかに伸びの傾向がみられた。
・噴気のCO2/H2Sは、2018年の地震活動活発化に伴い増加した。
・湯釜湖水の成分分析では2020年4月以降特に変化が認められない。
・地表面温度分布には特に変化はみられない。

齋藤委員（気象研）
・湖水のMg/Cl比は、2019年以降増減を繰り返して、若干増えているように見えるが、11月14　日の湖水変色に伴って大きな変化はみられない。

宮村委員（地磁気）
・全磁力連続観測では、2018年4~7月にかけて東工大観測点、地磁気観測所観測点の両者で明瞭な熱消磁のパターンを示す全磁力変化があったが、その後、調和的な結果となっていない。
・地磁気観測所データには火山以外の要因の変動も含まれていて、それらが取り切れていない。今後、お互いのデータを比較検討しながら火山の動きを検出していく技術を高めたい。
・結論としては火山活動に起因する変化は見られていない。
・全磁力繰り返し観測では、湯釜の南東側の複数点でわずかに全磁力の現象がみられるが、解釈はできていない。今後も推移を見る必要がある。

野上部会長
・湖水の陰イオン濃度変化において、高温の流体起源と考えられるフッ化物イオン濃度は、低下していない。
・ポリチオン酸の量が増えているようにみえる。今後も観測の継続が必要。
・塩化物イオン濃度は新しい分析法で再分析中。
・湯釜地下にある熱水系への供給が続いていると考えている。

小川副部会長
・2020年11月12日の傾斜変動を伴う火山性微動の発生から41時間後に、数十分間にわたって湯釜湖面に変色域が現れた。
・ドローンで採取し分析した結果、湖水成分に変化は認められなかった。

・2020年11月14日以外、湖面に特に変化はなかった。
・湯釜周辺の傾斜変動では、最近は湯釜東の東西成分の変動が顕著に大きいが、他には大きな変化はみられない。2014-2016年の変化に比べると、2018-2020年の地殻変動の圧力源は浅めで体積変動量も少し小さい。
・湯釜の水温は、2014-16年は数度高かったが2016年8月以降平年並み。
・湯釜の3次元比抵抗構造解析では、標高1400m付近に湯釜を取り巻くようにキャップロックの構造があり、その下に膨張源や消磁源が集中している。
・全磁力観測では、2018年7月以降消磁傾向にある。KS2観測点で消磁しているのは、地磁気観測所の結果と整合的である。
・KS2は、2018年4月を境に帯磁から消磁に転じた。今もその傾向は続いている。

大倉委員（京大阿蘇）
・GNSS観測では顕著な変動はみられない。
・2014年から2015年には縮みがみられたが、今回の活動ではみられていない。

上田委員（防災科研）
・2017年頃から西下がりの傾斜変動がみられるが、火山活動との関連は不明である。
・GNSS観測では顕著な変化は認められない。

宗包委員（国土地理院）
・基線長・比高変化グラフでは顕著な地殻変動は認められない。
・ベクトル図においても季節変動以外、顕著な変動はみられない。
・SAR干渉解析結果では、本白根山付近に収縮とみられる、衛星から遠ざかる変動がみられる。
・SAR時系列解析では、地点Aでは2014年から収縮傾向があり、それが2018の噴火時に加速した。その後2019年頃から加速した収縮が収まってきている。
・広域的なテクトニックな変動を除去して解析すると湯釜の北側深さ－1.2kmに力源が求まる。2014年と2018年に変動がみられるが，直近ではほぼ鈍化傾向にある。

木川田委員（上智大）
・湯釜の水質については東工大と同じ見立てである。
・2020年に入ってからポリチオン酸が存在していない状態。ORP（酸化還元電位）は2014年の活動期の状態に戻っておらず、湖底噴気は依然としてSO_2が多い状態である。
・万代鉱源泉の組成変化では、Siは2017年に急上昇し、陰イオン（SO_4^{2-}、F^-、Cl^-）は2012年ぐらいから上昇しており、これが白根山全体の火山活動の変化を捉えているとみている。

・鉄、ヒ素が同じような濃度変化で連動しているように変化しているが、2012 年頃から急上昇し、白根山万代鉱の熱水系に何らかの変化があったとみている。
・いずれも 2018 年の噴火をピークに濃度が低下しているようにみえる。
・2018 年後 F/Cl 比は明瞭に上がっており、それが前の状態に戻っていない。
・万代鉱のリザーバー温度はまだ高い状態を保っており、熱水系としては活発な状態を保っているようにみえる。

大場オブ（東海大）
・噴気ドライガス中の H_2S 濃度は 2020 年 6-8 月に急激に低下したが、8-10 月に元に戻った。
・He/H_2S は 2018 年に急減し 2019 年も下がり傾向であったが、2020 年 6-8 月にかけて大きく上昇した。こちらも 8-11 月にかけて傾向は逆転した。
・He/H_2S 比は 2017 年に非常に低い値にまで下がったが、それに比べて今ははるかに高い状態が継続している。地震回数が下がらないことと対応している。

（質疑）
野上部会長
・11 月 12 日に発生した微動源はどこか。

東京火山監視・警報センター
・今回は微動源を求めていないが、振幅比からは湯釜周辺の浅いところと推測している。2018 年 10 月以降に発生した傾斜変動を伴う微動についても、微動源は概ね湯釜付近浅部である。

事務局（高木火山活動解析評価官）
・評価文読み上げ

事務局（高木火山活動解析評価官）
・湖水成分の化学組成の推移についてだが、今回は湖水量の変化の報告もされているので、そのような観点から、浅部への火山性流体の流入に関する議論は行わなくて良いか。

小川副部会長
・評価文は観測に基づいているので妥当である。
・力学的には、活動は低下傾向がある。一方で、地磁気でローカルであるが熱的な活動的に遷移している場所もあるが、全体として活動は低下傾向と考える。

野上部会長

・消磁が続いている、つまり温度が上昇している部分があるということか。

小川副部会長

・湯釜南東部の浅いところに熱的なものの流入があると見ている。

本白根山

事務局（高木火山活動解析評価官）

・論点の確認

東京火山監視・警報センター

・本白根山火口付近および逢ノ峰付近を震源とする地震は非常に少ない。
・GNSS 観測では火山活動によるとみられる変動は認められない。
・地表面温度分布は特に異常なし。

宮村委員（地磁気）

・全磁力繰り返し観測では熱磁気効果を示す変化は認められない。

大倉委員（京大阿蘇）

・（観測期間が短いが）GNSS 観測に大きな変動はないとみている。

上田委員（防災科研）

・特になし。

宗包委員（国土地理院）

・SAR 解析では 2018-20 年にかけて本白根山火口付近を中心とした収縮が見られる。
・p74 の GNSS 変動も、収縮と整合的である。
・噴火後に急激に収縮したが最近は変化が落ち着いている。

木川田委員（上智大）

・湖水化学組成で、F/Cl 比やケイ素濃度から計算した温度は 2018 年本白根山噴火がピークとなり、その後下がっているが、十分に下がっている状態ではない。
・なお、これは白根山全体の熱水系をみていると認識している。

事務局（高木火山活動解析評価官）
・評価文読み上げ

（質疑）
大倉委員（京大阿蘇）
・SARの時系列解析結果から、2018年の噴火よりも前から収縮していると考えてよいか。

宗包委員（国土地理院）
・わずかだが収縮している。GNSSでも確認できる。

野上部会長
・噴火前の収縮源はどこになるか？

宗包委員（国土地理院）
・場所は求めていないが、噴火前後で変わるものでもないと考えている。

野上部会長
・火山活動に起因する収縮か？

宗包委員（国土地理院）
・分からない。収縮があるなかで噴火が発生し、噴火時に収縮が加速したが、その後落ち着いた。

事務局（高木火山活動解析評価官）
・評価文では2018年の噴火以降の収縮についてのみ書くつもりだったが、2014年から収縮していることにも言及すべきか。

宗包委員（国土地理院）
・直前の収縮の原因は分からないが噴火後に収縮していることは間違いないので、評価文はそこまででよいのではないか。

野上部会長
・噴火でみられた収縮は、2019年以降止まっていると書けばよいのではないか。

事務局（高木火山活動解析評価官）
・今の書きぶりでは噴火後の収縮が継続しているように見えるので、「みられた」と過去

形に修正したいがいかがか。

宗包委員（国土地理院）

・厳密な時期を求めるのは難しいが、少なくとも 2020 年に入ってからは停滞しているといってよい。時期を入れるのには賛成である。

森田委員（東大震研）

・SAR の時系列解析結果は 2014 年以前もあるのか。

宗包委員（国土地理院）

・だいち 2 号に関してはない。だいちの 2006-2011 年のデータがあるが、同じように時系列解析ができるかは分からない。

森田委員（東大震研）

・GNSS の観測結果では、変化が局所的なのか広域なのか判別できない。
・評価文の全文に今後の火山活動に注意が必要と書いて、だいち２号の観測では「収縮が停滞」と書いても、注意が必要なのか安心情報なのか、一般の人には注意すべきなのかが分からない。評価文には活発化を示す文以外を積極的に載せなくてもよいのではないか。

宗包委員（国土地理院）

・今後の注意点ということに絞れば、削除してもよい。

森田委員（東大震研）

・もし書くなら、「2018 年噴火後に見られた収縮が現在は緩やかに停滞して止まりました」などの書き方をすればよい。そうすれば、今は静かだというメッセージにつながる。書き方の問題である。

宮村委員（地磁気）

・森田委員の意見に賛成である。噴火前から収縮していることと、他の点と比較したとき誤差がどの程度あるのかが気になる。噴火に伴う収縮だとはっきりすれば森田委員提案の書き方で問題ないと思う。
・本白根山では噴火直後に非常に浅いところの小さな地震が多発し、その後急減して数か月でほとんど起こらなくなった。そう考えた場合、数センチオーダーの収縮に対応するような地震活動も見られないため、これが火山活動に伴うものかは不明である。

野上部会長

・地震は局所的で、地理院の資料は広域をみているようだが、いかがか。

宮村委員（地磁気）

・GNSS では、本白根山全体が収縮している観測結果はみられない。地震が浅いところで起こっていたのは間違いないが、深い地震はみられていない。

事務局（高木火山活動解析評価官）

・森田委員の案に従い「噴火に伴う収縮は現在止まっている」と修正する。

森田委員（東大震研）

・火山 PJ による SAR 解析では、溜まっていた熱水が噴火で噴出したために収縮したという結果が出ていた。

野上部会長

・実際に熱水がたまっていたかどうかは疑問である。

・ここでは、安心材料かどうかという観点でのみ考えればよい。

事務局（高木火山活動解析評価官）

・評価文についてはメール等で引き続き検討する。

広域活動について

東京火山監視・警報センター

・広域 GNSS 観測では、2014-15 年にかけて観測されたような変動は認められない。

・2014-15 年には、草津白根山を囲む面積ひずみが増加した。2018 年ぐらいから年周変化を伴いながらわずかに増加の変化がある。

・A 領域では、2011 年の東北地方太平洋沖地震以降に地震活動が活発化している。

・B 領域では、今期間 2020 年 8-10 月に小規模な活動があったが、2018 年と比べて活動規模は小さい。

・C 領域では、2020 年 3 月からコンスタントに地震が発生している。

小川副部会長

・草津白根山西方の温泉は、草津温泉とは明瞭に異なる成因であり、地下深部からの流体の影響を受けると思われ、草津白根山西方の地震活動に対応した温泉成分の変化も認められる。

上田委員（防災科研）
・特になし。

宗包委員（国土地理院）
・湯釜の北側、深さ 1.2km に力源がみられる。
・気象庁の面積ひずみとも整合した変動がみられる。

（質疑）
野上部会長
・干俣地震計（防災科研）の動きは広域活動と関係あるのか。

上田委員（防災科研）
・広域活動と関係があるのか分からない。

野上部会長
・地理院の力源は渋峠付近となっている。気象庁の面積ひずみは白根山に対して西側にあるように思えるが、どうだろうか。

宗包委員（国土地理院）
・わからないが、テクトニックな変動の除去の仕方などを行ったうえで、精査する必要がある。

野上部会長
・図８のインバージョンによる体積変化の傾向は今も継続しているのか。

宗包委員（国土地理院）
・短期的にみれば 2020 年も継続していると言えるが、短期的なデータはバラツキに左右され信頼度が低くなっている。

野上部会長
・現状としては、西側の地震について、散発的に起きているが活発化しているわけではないということでよろしいか。

森田委員（東大震研）

・気象庁資料の面積ひずみ変化量は、2013-2014 年に大きく、2018 年に小さい。一方、地理院資料の地殻変動力源は、2014 年と 2018 年が同じか、むしろ 2018 年の方が大きく変化しているように見える。両者が本当に同じソースを見ているのかが気になる。気象庁は深いソースを見ているのではないか。深部の膨張というのは気象庁だとどのくらいの深さか。地理院と違うものをみているのではないか。

宮村委員（地磁気）

・これまで予知連では、深さを数字で表現せずに「深いところ」と表現してきた。地理院のデータでは浅いところに求まっているが、まだ精査が必要だと考えられる。深いところに変動源をおいたらどのくらいフィットするかなど、チェックが必要。数値としては 5~10 ㎞程度ではないかという議論をこれまでしてきた。

事務局（高木火山活動解析評価官）

・評価文読み上げ

野上部会長

・地殻変動源の深さは、今後、気象庁と地理院でデータを突き合わせて精査していただきたい。ローカルな活動も重要だが、広域も重要だという文を出さなければならない。評価文は本会議までにまとめてほしい。

森田委員（東大震研）

・広域、深部のソースに興味がある。面積ひずみで活動の前に膨張があり、2018 年にも同期して膨張があった。新燃岳と同じで、深部ソースの膨張と表面現象が、時間をおいて発生していると推測される。各機関が協力して深部ソースの調査を行い、評価をすべきである。

小川副部会長

・地理院では噴火前の変動も見えているのが興味深い。

議題２．その他

事務局（重野火山機動観測管理官）

気象庁　重野

・資料 2 について説明

・総合観測点渋峠 2 の運用開始について

石崎委員（富山大）

・本白根山、白根山、志賀火山を対象に噴火履歴調査を今後も継続する。

小川副部会長

・各プロジェクトにおける観測計画について。

（質疑なし）

○閉会

事務局（高木火山活動解析評価官）

・本日の議事概要は、気象庁ホームページで公表予定である。

・次回の噴火予知連で、野上部長に本日の部会での検討結果として、活動評価を報告いただく。議事概要は野上部会長に一任する。

事務局（中村火山監視課長）

・閉会挨拶