火山噴火予知連絡会　第３回霧島山部会　議事録

日　時：令和元年 12 月 3 日（火）13 時 30 分～17 時 10 分
場　所：気象庁地震防災対策強化地域判定会室（気象庁 2 階）

出席者：部　会　長　鍵山
委　　員　上田、大湊、加藤、木川田、齋藤、篠原、中尾、畑中、森
学識経験者　田島（日本工営）
オブザーバー　千葉（アジア航測）、国土地理院、気象研究所
気　象　庁　後藤（福岡管区気象台）、五藤（鹿児島地方気象台）
事　務　局　宮村、高木、宮下
欠 席 委 員　中田、松島

○開会
事務局（加藤火山課長）
・火山噴火予知連絡会第３回霧島山部会を開催。

事務局（加藤火山課長）
・開催趣旨：今年度から、火山噴火予知連絡会の運営の改善として、評価及び情報発信を一層強化するため、部会において集中検討体制を確保することとした。本日は、12 月 23 日、24 日に開催を予定している第 145 回火山噴火予知連絡会の議論に先立ち、現状の火山活動について詳細に評価するとともに、今後活動がさらに活発化した際に備えて、地殻変動等の観点から霧島山の火山活動の全体像について確認するため、部会の委員の皆様で意見交換する。
・出席者・欠席者・オブザーバーの紹介。
・ＴＶ会議システムにより、福岡地域火山監視・警報センター、鹿児島地方気象台も会議に参加。
・全国の火山監視・警報センター、宮崎地方気象台ともＴＶ会議を接続し、霧島山に関係する自治体等関係機関の皆様も傍聴している。
事務局（高木火山活動評価解析官）
・配付資料確認。
事務局（加藤火山課長）
・この会議は非公開。資料も気象庁の HP に掲載しないが、行政文書として事務局で保存する。
・本日の議事概要は、部会長の確認の上、本日中に公表する予定。

○本日の論点の確認

事務局（高木火山活動評価解析官）

・部会を集中検討する場としてから、はじめて開催する部会。

・検討内容のうち、活動評価については、毎回、時間をかけて行う。

・活動に急変がない場合でも年に１回は開催し、検討結果は本会議で部会長が報告する。

・第 144 回予知連の前にはメールによる検討を行い、本会議で部会長が検討結果を報告した。

・これまで本会議の幹事会で議論してきた、観測計画等の情報交換、話題提供などを部会で議論する。本日の部会は、『霧島山の観測計画等について』として議論する。

・２つ目の議題の『霧島山の火山活動について』は、火山活動の検討を行う。

・３つ目の議題は、鍵山部会長の提案で、『地殻変動等から推定される活動領域と霧島山の火山活動の関連について』として、資料を持ち寄って意見交換をしたい。

○議事

１.霧島山の観測計画等について

（１）観測の実施状況と今後の観測計画

【資料説明（資料１）】

事務局（宮下機動観測管理官）

・（資料１に沿って説明）

・第 144 回本会議の報告以降の霧島山（新燃岳）総合観測班の活動状況の活動状況を示す。

・10 月に実施したドローンの観測について。今年度から気象庁では新たな観測資料としてドローンを使った観測を４火山（草津白根山、霧島山、阿蘇山、口永良部島（予定））で実施。

・霧島山（新燃岳）は、新湯温泉から飛行し、10 月 25 日に日中の観測、26 日に日射の影響を抑えるため、早朝に熱赤外観測を実施した。火口内の温度異常分布および噴煙の状況については特に変化はなかった。

事務局（高木火山活動評価解析官）

・第１回霧島山部会において、委員からドローンの活用の有効性が指摘され、また気象庁のドローンを使った観測要望があった。その後、気象庁はドローンの観測を開始し、今回霧島山でも初めて観測を行った。

【質疑】

鍵山部会長

・道路が使用できなくなった際に、ドローンで SO_2 放出量を求められれば良い。気象庁として今後努力して欲しい。

森委員（東大院理）

・3 年間、新燃岳の東側・南東側・南側に上空の SO_2 放出量の測定装置を設置していたが、ほとんど検知していなかったため 10 月末で終了し、撤去してしまった。

齋籐委員（気象研）

・撤去した装置は、大学で保管されているのか。

森委員（東大院理）

・撤去した装置は、大学で保管しているものと、今後別の場所に置くための準備をしている。

（２）総合観測班の取り扱いについて

【資料説明（資料１）】

事務局（宮下機動観測管理官）

・（資料１に沿って説明）
・これまで総合観測班が行ってきた観測計画や緊急時の作業協力・分担等についても検討する役割を部会に移すことについての確認。
・規制区域内の立入手続きや観測点の緊急設置などの手続きは、部外との調整が整うまでは総合観測班が行うことを確認。

【質疑】

大湊委員（東大震研）

・規制区域内立入等の許可の手続きを今までやってもらっていたが、それはそのままなのか、部会に吸収されると変化があるのか。

事務局（宮下機動観測管理官）

・部会で手続きを進める形になる。関係省庁の取り決めの中では、緊急時＝噴火時を想定しており、具体的な話は詰めていない。

鍵山部会長

・総合観測班として、緊急時に各機関がバラバラではしっかりした動きができない、また、立入の許可や安全確保等を考えて、総合観測班が立ち上げられた。総合観測班を部会に吸収するのであれば、実際に機能するよう、部会がある火山における総合観測班の運用について統一的なモデルやルールを作ることが大事だと思う。霧島山がその最初の事例になるのではないか。
・大学は基本的に自由意思に基づき必要に応じて観測を実施する面も強く、統一した調整や実績、ルールは非常に大事。
・霧島山（新燃岳）総合観測班を構成する研究者は、本日この議論をしていることを知っているのか。

事務局（宮村火山対策官）

・総合観測班の各幹事への確認はこれからだが、総合観測班長とは話を進めてきた。
・考え方自体は、概ね部会長の認識と一致しており、このまま進める。
・総合観測班は、評価のために必要な観測の検討、分担の相談を行い、円滑な各観測の実施のために、事務局は手続き等を担当してきた。それらの経験から、総合観測班の体系が形づくられてきた。総合観測班のみが設置され、部会が設置されないいくつかの火山においても、その経験を生かして運用してきた。
・一方、予知連は活動評価が大きな柱で、社会的関心が高い場合などは社会の期待に対し、本会議や幹事会で評価を行ってきた。今後は、部会を柱にして評価を行うこととなり、部会で総合観測班の機能を持つ。
・従って、今まで経験してきた、連携した観測のノウハウ（ガイドラインの作成や関係機関への手続き等）は部会で活かしていきたい。
・総合観測班に参加する各機関が今後部会にどのように参画するかも含め、総合観測班で担ってきたことをどのように部会で吸収するかも検討する。
・事務局では要綱の見直しを含め、必要な検討を始めているところ。
・次回の本会議でも改めて事務局から考え方を提示し、議論して結論を出していきたい。

２．霧島山の火山活動について

鍵山部会長

・新燃岳、御鉢、硫黄山、およびその周辺の現在の火山活動状況のとりまとめと、活動の評価を行う。
・11 月 18 日に噴火警戒レベルが２に引き上げられた新燃岳の火山活動について評価するとともに、他の火口についての活動状況についても現状の火山活動について議論を行い部会としての活動評価を取りまとめる。

【資料説明（資料２、当日追加資料)】

・事務局から論点の確認と評価文の読み上げ。
・各委員から資料２、当日追加資料に沿って説明

【質疑】

鍵山部会長

・資料２　p. 35 で、2019 年 2 月と 11 月の地震増加について、どちらでもレベルを上げ、前回はこの後レベルを下げることになった。現在の噴火警戒レベルの判定基準では、この程度の地震の群発で噴火が起きるという実績から閾値を設けているが、この 2 例のように、ネガティブな結果が出てきたということで、見直しもあり得るかもしれない。
・そのような意味ではこの程度の活動の中で噴火した事例において同様な図を作成し、何が違うのか調査することは有意義である。

事務局（高木火山活動評価解析官）

・2019 年 2 月の後噴火はなく、11 月の群発活動後も噴火していない。このようなことから、2 月の地震活動と比べても、今回のほうが活動度は低く、そのようなことも言えるかもしれない。

・噴火警戒レベルを 2 に引き上げる根拠は、2018 年以前に、地震活動の後に火山活動が活発化したことに基づいている。

鍵山部会長

・福岡・鹿児島においても、このような事例をベースに考えて欲しい。

事務局（高木火山活動評価解析官）

・評価文案において、案文では「広域の GNSS 連続観測では、霧島山を挟む基線に 2019 年 10 月頃からわずかな伸びの傾向がみられる」としているが、国土地理院の新しい資料では、その後に鈍化がみられるとされており、これを含めた評価文に修正するか。実際ベースとして伸びがあるのかどうか、それともこの程度の変動なら広域では伸びが続いているという認識さえ要らないかどうか。

畑中委員（地理院）

・年周変化の可能性もあるが、データ上は鈍化しているようにみえる。

・本会議までの 3 週間でデータをよく見ていく必要がある。

・10 月以降の変化が年周変化か本物の変動かは微妙で、年周補正によりかなり消えてしまうため、年周変化の疑いが非常に濃い。ただ、否定できるほど年周補正が確かであるわけではない。いずれにしても、変動そのものは非常に小さい。

鍵山部会長

・新燃岳の噴火につながるような以前の伸びに比べると、実際に伸びがあるとしても、小さいということが言えるということ。

・北側の側線は加久藤カルデラの東のへりにあり、規模は小さいが 10 月に地震がやや多発している。加久藤カルデラの群発地震をきっかけに噴火することはないだろうか。

畑中委員（地理院）

・北側の基線においても、顕著な変動はない。議事３でも報告する。

大湊委員（東大震研）

・評価文案において、「SAR 干渉解析における新燃岳火口内の溶岩の膨張とみられる変動が見られるが、変動量は小さくなっている」とあるが、これは防災科研の解析結果か。

・さまざまな資料を統合して評価することになると思うが、変動量は、資料２　p.91 の防災科研の結果と当日追加資料のアジア航測の結果とは数字が違う。どの結果から評価文を記述するのか。

事務局（高木火山活動評価解析官）

・評価文の素案の段階では、国土地理院の評価をそのまま使用し、「火口内において複雑な変化が見られる」としたが、その後本日欠席の松島委員からわかりにくいとの指摘があった。
・その後資料 2　p.91 の防災科研の結果により、わずかに火口内の膨張が続いていることから、このような表現にした。
・本日のアジア航測の資料ではやや相違点もあり、議論いただきたい。
・また、2011 年の噴火後も溶岩の蓄積の後 SAR 解析でわずかな膨張の傾向が見えていたが、この膨張はどの程度重要なのかも含めて議論いただきたい。

鍵山部会長
・前回は、膨張の継続を理由にレベル下げを見送った。
・その後、前回の部会でも中田委員から遅延発泡ではないかと指摘があり、それで決着している。
・評価文では、わずかな膨張が継続していることを言うか言わないかのどちらか。
・少なくとも、この膨張の結果、噴火につながるという評価をしている委員はいないと思う。

千葉氏（アジア航測）
・2018 年 12 月と 2012 年の観測は精度が高いが、2018 年 3 月の観測はヘリコプターから撮った写真から作ったモデルで、噴気の影響や歪みがあり、cm のオーダーでの議論には使えない。それで、この間の隆起についてコメントはできない。
・2018 年 3 月と 12 月の差分では、火口内蓄積溶岩の体積に変化は認められなかった。この間、火口内蓄積溶岩のほぼ中央の噴火口で爆発があったが、その付近のマイナスと飛散域のプラスが相殺され、火口外に飛び出していると考えなくても説明がつく。

鍵山部会長
・活動の評価よりは、しっかり観測すると変化は認められないことをアピールすることは非常に意味があり、防災科研の資料でも見事な結果が出ていると思う。

事務局（宮村火山対策官）
・遅延発泡の観点から言えば、防災科研の資料で、最近のわずかな変化においてリニアの線を引いているが、このようなレートの動きは説明できるのか。

上田委員（防災科研）
・わからない。

事務局（高木火山活動評価解析官）
・遅延発泡のメカニズムを考慮し、定量的な評価に基づき計算まではしていないと思う。

篠原委員（産総研）
・遅延発泡する理由が明確でなく、様々な条件をどう設定するか次第のため、おそらく計算できない。
・有珠山については、当時では微妙な変動はわからないが、78 年に隆起した後に、そん

なに隆起が続かず、すぐ沈降しているイメージがあるが、このような他の例と比較することはできるのではないか。

鍵山部会長

・雲仙の溶岩ドーム、平成新山はどうか。隆起のステージはなかったか。

事務局（高木火山活動評価解析官）

・雲仙はまだ沈降し続け、沈降は自重沈降なのか冷却なのかわからないが、明らかに指数関数的に続いているが、隆起についてわかっていない。

事務局（宮村火山対策官）

・防災科研の図では、半年の変化を直線近似し、同じレートでわずかな膨張が続いていることがわかる。これはだんだん鈍るのか、まだこれから時間かけて鈍るものなのか。

鍵山部会長

・これは、少し膨張しているのを直線近似し、年間に換算した膨張量を示したもので、基本的にはだんだん小さくなっていくものだろうと思う。

・沈降のステージに変わるところまでできれば面白いが、前回は沈降のステージになる前に噴火してしまった。

事務局（高木火山活動評価解析官）

・2011 年の噴火の後は、今回と同じように火口内の溶岩の隆起があり、その周辺の地山でも、防災科研の解析でわずかな地殻変動が出ていたが、今回それがみえない。

・活動の評価に大きな関係がなければ、火口内の膨張については評価文から削除してもいい。

鍵山部会長

・削除する。

・評価文の広域の欄にある、伸びについてはどう記述するか。

・えびの-牧園の基線では、今までも変化がよく見えていて、地震活動と対応しているという発表もあり、メディアも違和感を持たないだろう。

・ただ、「少し伸びた」「鈍化している」というように、詳細に書き続けることは疑問がある。

森委員（東大院理）

・えびの-牧園基線の季節変動は除かれているのか。

畑中委員（地理院）

・年周変化を除いた図は作っていない。

・試行的に年周変化を差し引いたものはあるが、精度がないため、掲載していない。

鍵山部会長

・前回の評価文を比べ、違いを記述する必要があれば記載し、それほど大きな変動でなければそのまま踏襲する書き方もある。

事務局（高木火山活動評価解析官）

・参考資料２　p.12 の前回の評価文では、広域の GNSS 連続観測について、基線の伸びは 2019 年２月以降停滞しているとしているが、霧島山深部にはこれまでにマグマが蓄積されていると考えているため、引き続き慎重に監視をするとしているが、現在の評価はどうか。
・例えば、資料２　p.98 の地理院資料では、2018 年噴火で収縮するが、その後膨張し、噴火する前の量を超えて膨張を続け、高い状態が現在まで続いている。
・今回も、７月の評価文と同様に、まだマグマが蓄積されており、「慎重に監視する必要がある」と判断するか。

大湊委員（東大震研）
・前回の評価文では、基線長の伸びはマグマの蓄積を示すと考えられると記述したが、今回の案は「マグマだまりの蓄積を反映している可能性」となっており、解釈が変わったともとれる。
・基線長はマグマだまりの蓄積を反映しているとして議論が進んでいるはずで、後退した表現になっている。

福岡管区気象台（後藤火山活動評価官）
・この評価文の案を作成した時点において、基線が伸びているという地理院の評価であったが、また同時に、その伸びの原因が、今までの新燃岳の下のソースではない可能性があるとも聞いていたため、可能性という言葉で作成した。

畑中委員（地理院）
・見えている基線と見えてない基線があり、必ずしも 1 つのソースで説明できる変化ではないため、そのようにコメントしたことがある。
・資料の①の基線と統合解析の基線にも一部伸びている基線があり、複数の基線が伸びているから、基線が伸びていると当時は判断した。

大湊委員（東大震研）
・変動が小さいから変動の原因の推定が難しいということで、基線長の変動がマグマだまりの蓄積と関係しないととれる表現は、根本的な考え方の変化ととられる。
・今期間の基線長の変動は、様々な要因によるものと考えられ、評価・解釈が難しいという趣旨にすべき。

鍵山部会長
・基線長の伸びがマグマだまりの蓄積を反映していることが本当に正しいかはわかっていない。微妙な変化で断定しようとすれば破綻する。
・むしろ前回の評価では、これだけ蓄積をしているからまだ注意が必要である、と表現したことが今回の評価文には抜け落ちている。
・蓄積がさらに進んだと示す変化もないが、まだ注意が必要という書き方は必要。
・本当に正しいかわからないが、収支からみて膨らんだ分がいずれは噴出する可能性も考え、現在は伸びが継続している状態であることは事実であるから、注意喚起するべきで

ある。

事務局（高木火山活動評価解析官）

・前回の表現のように、これまでに蓄積されていることから、引き続き、慎重に監視する必要がある、とした方が良いか。

鍵山部会長

・新燃岳で大量の噴出が２回あり、それに伴って縮みがあったため、マグマだまりの蓄積を基線長が表していると推定されている。

・しかし、基線長の伸びの全てがマグマだまりの蓄積をそのまま反映しているかどうかは誰も検証していない。

事務局（宮村火山対策官）

・基線の伸びは、2011 年に 1 回目の噴火があり、噴出したために収縮したが、すぐ充填されることで横ばいのまま数年継続し、２年前の 10 月にまた入ってきたような変動があった。

・収支からみれば、もともと入っていたものが深いところに残ったまま２回目の大きな活動があった。

・２年前の状態の再現が始まった可能性が考えられることから、地理院は「伸び始めた」とコメントし、中長期的には、しばらく注意する必要がある中で、少し変化がみられたため、３回目の活動が起こり始める可能性を議論したいということであろう。

畑中委員（地理院）

・純粋にデータをみて伸びているようにみえたということに過ぎない。

・確かにモーメントの推定結果は、高止まりしており、補正の有無でも変わらないため、意味がある。

大湊委員（東大震研）

・地理院の資料では、基線長変化とマグマが対応しているということを前提に体積変化を計算している。

・今期間の最後の変化が上向きか下向きかで迷ったということだろうから、基本的には、基線長とマグマだまりが対応することを前提に、今期間に関しては判断が難しいという表現にすべき。

畑中委員（地理院）

・基線の伸びがマグマの蓄積と関係しているかどうか。一般的には関係していると推定されるが、今回の変動については疑問が残る。

大湊委員（東大震研）

・前回は基線長が何を意味するかの説明・定義が初めに書いてあるためわかりやすい。

・その前提のもとに、伸びている、もしくは、データをみると微妙である、との説明があれば良い。

事務局（高木火山活動評価解析官）

・２段落目は前回の表現に変える。
・現状評価をどう表現するか。

鍵山部会長

・基線長の伸びについては、11 月 20 日の解説情報から「一部の基線で伸びが認められる」として少し触れられている。
・それ以外の基線で伸びが認められることは、どこでも発表されておらず、伸びがみえていればそれを言う意味はあるが、停滞している、戻っているとするならば、逐一記述することには疑問が残る。

事務局（高木火山活動評価解析官）

・10 月以降の変動がわずかな量であり、それが伸びあるいは鈍化も含めて小さな変動量であるとすれば、1 つの考え方としては前回使った「基線の伸びは 2019 年 2 月以降停滞しています」の中に全てを含めるのはどうか。

鍵山部会長

・停滞しているとするか、大きな変化なく継続しているという表現か。
・ここであえて伸びまで言及する必要はない。
・解説情報では、短期的に発表することからそのような表現にしているが、年に１～２回ほど評価を行う部会では、基線の伸び縮みの推移を逐一記載する意味はない。

畑中委員（地理院）

・前回の評価文では、２月以降停滞と言及しており、その状態が継続、大きな変化はない、ということであれば異論はない。
・２月以降停滞していることをもう一度記載した上で、その後大きな変化はないとするのが良い。

鍵山部会長

・「２月以降停滞し、その後大きな変化はない」としたい。
・化学成分比の評価はどのように記載するか。

事務局（高木火山活動評価解析官）

・えびのの湧水の成分比の記述として、どのような成分の変化が何を表すか書くべきであるという、松島委員の指摘があり、評価文にそれを反映させたい。

森委員（東大院理）

・塩素イオンと硫酸イオンだけ記載しても何のことか全くわからず、成分比の変化だけでは、不適切。
・参考資料２　p.6 にある「噴気及び湧水の化学構成の分析では、地下の熱水系の高温化を示す変化が見られている」という表現のように、地下の深部熱水の影響が減ったからとか、減る傾向にあるとか、そういう表現の方がわかりやすい。

木川田委員（上智大）

・塩化物イオンと硫酸イオンの比という形は、観測事実で、火山活動の活発化の指標とな

る成分比が低下傾向にあるという表現にしたほうが通じる。

鍵山部会長

・活発化というと、単に面積が広がっているようなイメージもあるため、マグマの関与の増大を示す等、「マグマの関与」という言葉を書いたほうが良い。

木川田委員（上智大）

・イメージしていることはマグマの関与だが、熱水に対して直接的にマグマが関与しているかは議論の余地がある。

・どちらかというと深部流体とか深部熱水などの表現にするなど、マグマよりは深部から上がってきているものの寄与というようなイメージを持たせた方が良い。

・「寄与の指標となる成分比」とか「寄与を示す指標」。

鍵山部会長

・予知連が発表する情報のキーワードとして、「深部流体」は使っているのか。

事務局（高木火山活動評価解析官）

・あまり使わない。

鍵山部会長

・予知連の情報の中で使うキーワードを厳選した記憶がある。

菅野氏（気象研）

・気象庁が発表する防災情報や予知連の評価文で使う用語を昨年まとめた。

・気象庁が発表する防災情報と予知連の見解で、同じ用語を使用した際に混乱を招く恐れがあるため統一したものにすることが意図であった。

・予知連の評価として必要な用語について、用語集にないから使用できないわけではない。

・気象庁の用語集に載せていないため、適切な修飾語をつけたり、脚注で解説したりして必要に応じて使用して欲しい。

事務局（高木火山活動評価解析官）

・東海大からの報告の同位体比の結果からもマグマ起因について述べられているから、マグマからの寄与は説明されている。

森委員（東大院理）

・東海大の資料は噴気ガスの結果であり、噴気でも同様に低下傾向が見られているから、湧水と熱水だけではなく、噴気と湧水両方ともそういった傾向が出ていることを含めたい。

事務局（高木火山活動評価解析官）

・前回の本会議で、成分比、組成比、濃度比など混在していたため、濃度比に統一することにしたが、それで良いか。

森委員（東大院理）

・濃度比で構わない。

大湊委員（東大震研）

・本会議のほうの評価文は、前回の本会議以降の期間が主となるが、この部会での評価は、どの期間を想定しているのか。

事務局（高木火山活動評価解析官）

・部会は本会議の前に行う位置付けで、前回の本会議（６月）以降の評価を行う。

森委員（東大院理）

・前回の評価文で、硫黄山の河川水の白濁が３月時点で薄くなったとされている。今回の評価文でも薄くなったと記述があり、さらに薄くなったのか明確ではない。

事務局（高木火山活動評価解析官）

・さらに薄くなった。

大湊委員（東大震研）

・この評価文が誰に向けたものかにも依るが、今回の評価文は、正確なことを意識して、測定値の上下の表現が多く、一般の人には意味がわかりづらい。
・前回までは、例えば全磁力では地下の熱消磁領域の拡大による解釈や、GNSS では単に基線長のみではなく、山の収縮や膨張を表現し、観測事実が意味することを表現しようとしていた。
・解釈が少し入っているだけで、随分わかりやすくなる。
・数値の上がり下がりは、表現としては正確だが、読む側はあまりうれしくない情報だから、意味をできるだけ汲める表現にすべき。
・前回のほうがその努力があり、今回は後退している。

事務局（高木火山活動評価解析官）

・それは今後留意して、作成する。
・今日の会議では、本会議での報告としての評価文を検討している。この評価文を抜粋したものを本日の会議後に発表する議事概要に記載する。

３．地殻変動等から推定される活動領域と霧島山の火山活動の関連について

鍵山部会長

・議事３は部会として一番議論したい部分。
・深部にマグマだまりがあり、硫黄山の地下に浅いマグマの膨張源があるとか、新燃岳の地下に膨張源があるとか言われてきたが、相互にどうなっているのか。
・韓国岳の深部に何かあり、その影響があちこちに出ているのではないかとみえないこともない。
・霧島山最大の火山である韓国岳が再活動すれば大変なことになるため、前回は地質の先

生を呼び、議論したところ。
・今回も引き続き議論したい。

【資料説明（資料３、参考資料)】
・事務局、各委員から資料３、参考資料に沿って説明

【質疑】
鍵山部会長
・韓国岳を中心とするような歪み変化や基線の変化は、何を表しているのか。
・深部マグマだまりが推定されているところ以外にも、何かみえていないか。
・震源分布では、韓国岳を中心に、周辺で地震が発生しており、各機関のデータと照らし合わせると何かわかることはないか。
・例えば、資料３　p.3 において、地震が群発している領域がいくつかあるが、なぜそれぞれの領域で群発しているのか説明できるか。
・噴火口直下の領域であれば、当然噴火に伴って群発するだろうが、噴火の発生がない領域ではなぜ群発するのか。何らかの力が加わって、その結果として地震が起きているから、どこにどんな力が加わったのか、というのが疑問である。
・圧力源があり、その影響で地震が発生しているのならば、地震のメカニズムでわかるだろうし、圧力源が推定できないならば広域応力場に従うようなメカニズムであるだろう。このようなメカニズムの違い・変化について気象庁から資料３の中で報告されており、これに対して他の委員や研究者から考えや意見はないだろうか。
大湊委員（東大震研）
・それぞれの群発地震の領域すべてに対応するマグマか何かがあるとは限らない。
・過去の貫入や断層分布、割れ目など、様々な要因で弱い部分がたくさんあり、それらが均等に押されることで、弱い部分が動くことで群発することもあり得る。
・したがって、この分布は今のマグマだまりがどこにあるかを示しているわけではなく、かつての破砕や貫入等が起きた痕跡であるかもしれない。
・地震も重要だが、直接的にどこにものが入ったり抜けたりを表す地殻変動や、地下の構造の違いや水・熱水の存在がわかる比抵抗など、地下の様子を直接反映している観測結果を重ね合わせた上で検討することが良い。
・ただし、低周波地震は、流体の動きと関係すると思われており、マグマの通り道などと対応づけられる、という解釈はあり得る。
・構造性の地震については、我々の今の知識から地下の様子を推定することは難しいのではないだろうか。
鍵山部会長
・震源分布図について、自分の専門分野と照らすことで、整合的な結果を得られるのか、

否定的な結果であるのか、そういった知見が出てくることを期待している。

・気象庁の震源分布図に対して、それぞれの領域でなぜ地震が群発したのか理由が説明できるかということ。

中尾委員（鹿児島大）

・地殻変動解析では、非常に密な観測網で解析しているが、定常的な変動と違う変動は、なかなか見つかりにくいため、ある程度シグナルのあった噴火前後の膨張と収縮を解析してきた。

・韓国岳の下に何かソースがないか探す場合は、シグナルをノイズぎりぎりの中から探す必要があり、非常に難しいだろう。例えば深部のソースから期待される変動を取り除いた残差についてベクトル図を書けば、恐らくベクトルで数ミリぐらいの大きさを議論することになり、非常に難しいだろうという印象。

鍵山部会長

・気象庁で面積歪みをすべて計算した結果として、硫黄山の活動に対応しているものがみえたという報告になっている。

・霧島地域にある全ての組み合わせで面積歪みを計算したらどうなるだろうか。

中尾委員（鹿児島大）

・どの程度平滑化するかが重要になると思う。

鍵山部会長

・どの程度平滑化するかは、まず計算してみてから調整したらよい。

中尾委員（鹿児島大）

・１日や１週間の歪みの変化を個人的に見たら、理解しかねる結果であった経験から、この解析は非常に難しいと思う。

・ノイズレベルを超えるような変化が変位としてみえなければ、歪みを算出してもシグナルとしてみえない。

鍵山部会長

・地震が群発しているところを囲む三角形を作り、そこを計算してみるのはどうか。

・例えば、ひなもり台のGNSSは、深部マグマだまりを仮定すると、そこの点だけ合わないことがあり、どうしても大幡池のあたりに増圧源がないとうまくいかない。したがって、資料３　p.3のGの領域については三角形を作って、面積歪みを出してみると、地震が群発したときに、変化があるかもしれない。

・これだけ様々な変動が起きていて、何も理由がないわけはないと思う。ぜひやって欲しい。

畑中委員（地理院）

・S/N比がどの程度であるかが重要で、気象ノイズなど、空間的・時間的なパターンで誤差が発生したり、システマチックに空間的な相関を持って影響したりするような場合もあるため、歪みの非常に小さなシグナルをみるには、かなり注意が必要である。

・定常的なシグナルがみえれば、ある程度本物かもしれないが、時間変化したり、毎年同じパターンを繰り返していたりすれば、年周変化のようなものである可能性があることをよく考慮した上で、判断する必要がある。
・三角形を作って歪みを計算する際には、頂点の1つが変な動きをすると、それに引っ張られて周りが変動するパターンが見かけ上見えてしまうことが頻繁にあるため、小さなシグナルを見るときにはかなり注意が必要。
・資料3p.21以降の広域の歪みの図においては、半径70km程度で平均しているため、必ずしも霧島周辺の変化だけではなく、桜島のような南部の変動や、南北に伸びているプレートの沈み込みの影響なども一緒くたにローパスフィルターをかけてみていることに注意して欲しい。
・資料3　p.10の結果は、GEONETによる広域の地殻変動の結果と特に矛盾はない。
・資料3　p.10の図の水平変動の矢印は、どれぐらいの大きさか。

事務局（高木火山活動評価解析官）
・鹿児島地方気象台が確認して後ほど知らせる。
・参考資料1　p.7にある中尾委員の論文では、桜島の膨張の影響も精査することで、精度よく霧島の評価をしており、努力によっては精度向上も考えられる。
・新しい知見等があったら、このような話題提供をして欲しい。

大湊委員（東大震研）
・資料 3　p.12 の韓国周辺の面積歪みの変化の図では、西側のマグマだまりの膨張に基づく影響も全て入った面積歪みであるはず。
・それぞれの領域の面積歪みを計算する際に、ある程度わかっているソースがあるならば、それがそれぞれの三角形に作る歪みを計算してそれを除いた差分を議論すると、隠れているかもしれないソースを拾えるかもしれない。

田島氏（日本工営）
・広域の群発地震域を最近の噴火史と比較したい。
・硫黄山と新燃岳は最近噴火しているため、ここで地震が起きているのはその影響だろう。
・大幡山が一万年で噴火しているのはほぼ確実で、ここでの地震活動と何らかの関係があるのか、獅子戸岳で群発しているものとどう関係があるのか教えて欲しい。
・中岳も一万年で活動しているが、そこで群発地震が起きていないことも疑問がある。
・韓国岳とその他の火山との関係では、韓国は1万7000年程前に噴火し、その後しばらく活動をしたと思われるが、その頃の霧島山では、基本的に御鉢やその周辺の火山を除き、韓国岳だけが活動していたようである。新燃岳や硫黄山、大幡付近では活動はあまりなかったと考えている。
・その後、新燃岳や大幡、硫黄山周辺で、大体1万年程前から3カ所ぐらいに分散して活動を始めた、ということは噴火史からいえると考えており、現状の活動とどの程度結び

つけられるか、地震が専門の方と議論したいところ。

・おそらく２万年前に韓国岳に関係するマグマだまりがあったはずであり、p. 10 の図において韓国岳で非常に小さい歪みがみえている。この意味や精度、深さのイメージを教えて欲しい。

福岡管区気象台（後藤火山活動評価官）

・地震の意味については、統計的に、系統的なものは見えなかった。

・実際に大幡山の下と獅子戸岳の下で震源がまとまっているようにみえるが、これが本当に大幡山や獅子戸岳の噴火と直接対応しているかどうか疑問に思っている。噴火する山の真下で地震が起こることはよくみられるが、そうでない場合もあるということだろう。

・資料３　p. 10 の歪みの図は単純に変位をもとに面積歪みを図にしたもので、この図では深さ等、それ以上の議論をすることは難しい。

鍵山部会長

・ここまでを問題提起として、考えて欲しい。

・例えば、既知のソースについて補正を施したもので図を作り直すことは価値があるだろう。

・特に流体系についてはかなり様々なことがわかってきたため、力学系から得られることを明確にしていきたい。

事務局（高木火山活動評価解析官）

・本日の第３回霧島山部会の議事概要を気象庁ホームページにて本日中を目処に公表する予定である。

○閉会

事務局（加藤火山課長）

・今後も、霧島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したい。

（終了）