

資料 1

火山噴火予知連絡会第 21 回火山活動評価検討会 議事録

日 時：平成 30 年 3 月 7 日（水）10 時 00 分～12 時 00 分

場 所：気象庁 2 階 講堂

出席者：座 長 中田

委 員 井口、石原、植木、大倉、鍵山、川邊、齋藤、城ヶ崎、棚田、中川、
長屋、野上、廣瀬、藤原、三浦

火山噴火予知連絡会委員 竹内、森田

オブザーバー 内閣府、文部科学省、海上保安庁、国土地理院

地震火山部長 上垣内

事 務 局 宮村、小久保、菅野、竹中、白土、宮下、浦谷

気 象 庁 齋藤、近江、加藤、松末、小窪

欠席委員 伊藤、大島（代理：青山）、小林、清水、山里（代理：山本）

1．開会

< 気象庁 >

- ・火山噴火予知連絡会第 21 回火山活動評価検討会を開催

2．開催の趣旨および出欠の紹介

< 気象庁 >

- ・開催趣旨：1 月 23 日、草津白根山の本白根山で噴火が発生した。今回の噴火は、草津白根山の中でも噴火の可能性が高いと考えられていた白根山湯釜火口ではなく本白根山付近で発生し、また特段の火山活動の変化がないまま噴火が発生した。このようなことを踏まえ、草津白根山噴火に対しては草津白根山部会を設けて、活動評価や観測体制についての検討等を行っているところである。全国の火山についても同様なことがあるのではないかとということで、まずは常時観測火山を対象に、過去の噴火履歴の精査や今後の観測のあり方についての検討を行うため、本検討会を開催させていただくことにした。
- ・欠席・代理出席・オブザーバーの紹介。
- ・本日の会議は、テレビ会議システムで気象庁の各地域火山監視・警報センター、鹿児島地方気象台、気象研究所、火山防災連絡事務所と接続しており、気象庁職員及び関係機関の方々が傍聴。

< 気象庁 >

- ・配布資料確認。
- ・この会議は非公開である。ただし、議事概要については、座長ご確認の上、本日を目

途にホームページに掲載したい。

< 中田座長 >

- ・突発的に起こる水蒸気噴火のバックグラウンドを今回共通認識とした上で、日本の観測体制のあり方、今後の研究のあり方について積極的に議論をしたい。
- ・注意事項の説明。

3. 全国の活火山の噴火履歴の精査と観測のあり方の検討について

(1) 検討趣旨と進め方について

< 気象庁 >

- ・資料番号 1 番。今回の検討会での検討趣旨と進め方について、改めて確認する。
- ・草津白根山において長期間噴火活動を休止していた本白根山で、明瞭な前兆を観測できないままに噴火が発生した。多くの活火山では複数の火口、あるいは山体で構成されており、突発的な噴火は当然発生する可能性がある。そこで、長い間噴火活動が止まっている火口、ないしは山体における噴火対策の検討を進める上で必要となるような今後の監視・観測、あるいは調査・研究のあり方について検討していきたい。
- ・検討の進め方の案として、四つ説明する。
- ・一つ目。各火山の過去の噴火地点、それから現在の活動状況及び観測体制の現状を確認する。まず、過去 1 万年間の活火山の噴火地点について再整理をする。次に、地殻変動、震源分布、噴気地熱などの現在の活動状況を改めて確認し、これらをまとめた上で、過去の噴火地点や活動兆候が認められる領域を抽出していく。気象庁では現在 50 の火山を常時観測火山として監視をしているが、これらの観測網について点検をしていく。特に、観測網から少し離れた所にある活動兆候が重要になってくると考えている。現在の観測網で検知しにくいエリアの把握をしたい。
- ・二つ目。当面、気象庁としてどのような取り組みができるかということである。突発的な噴火を検知するため、まずは火口・山体を網羅するカメラの設置を検討していきたい。また、長い間活動の高まりが認められていない火口あるいは山体の活動評価のため、火山機動観測班が定期的に行っている調査観測について、改めて考え方を練り直していきたい。これまでに蓄積されたデータに基づいて過去に起こった噴火を洗い直し、本当に噴火の前に何らかの兆候がなかったのかということも含めて、噴火に至るまでのプロセスについて点検・整理したい。
- ・三つ目に、各火口・山体におけるこれからの調査・研究のあり方として、長期活動の高まりが認められていない火口・山体で、噴火対策を検討するために必要となる調査・研究について検討していきたい。例えば、火口近傍での噴火履歴の調査や、地下構造の探査などが考えられる。これらについて議論した上で、現在までの研究成果、あるいは噴火による影響などの社会条件などを踏まえながら、優先的に監視、あるいは調査・研究すべき火口・山体の選び方について、議論を進めていきたい。

- ・四つ目。大雑把な今後の検討スケジュールである。本日、検討の進め方についてご議論いただいた上で、各機関からの資料を揃えて具体的な検討を始める。特に、本日気象庁提出資料であるが、これは一部の火山について検討資料として十分かどうかを見ていただいた上で、次回には全ての火山について、資料をご用意したいと考えている。次回は4月から5月に行い、6月ぐらいには何らかの形で検討結果を取りまとめたい。

< 質疑応答 >

< 中田座長 >

- ・拡大幹事会のときに森田委員から、気象庁の監視観測点の稼働率についてもきちんと報告してほしいというコメントもあった。今回はそれを完全に網羅していないが、次回以降に反映されるものと思っている。

< 東大震研 >

- ・基本的にはどの火山でも噴火をすると、観測点が動かなくなるという危険は常にある。それを含めて、バックアップ体制も十分考えておくという趣旨が一つ。
- ・2番で当面気象庁が取り組むべき課題、3番で今後の調査・研究のあり方と書いているが、これは気象庁のことが、日本全体のことが、気象庁が取り組むべき課題として、監視・観測の問題と調査・研究は切り離せない。そして気象庁が全てできるという話ではない。最初に全体としてどういう役割を分担すべきかを話してから、当面気象庁が取り組むべき課題、それから調査・研究のあり方とかという議論の進め方のほうが良いのでは。幹事会で山岡委員からも同じような趣旨でご意見いただいたと思う。

< 京大大学院理学研究科 >

- ・(2)の「山体を網羅するカメラ設置等の検討」で、監視カメラが全面に出てきている。起きたことをきちんと情報として伝えていくのは大事だが、そもそも起きそうかどうかを把握することが大事である。監視カメラを全面に出す書き方はやめておいたほうが良いのではないかと思う。
- ・(4)のところで、「社会的な条件」というのがある。噴火が起きるかどうかわけではなくて、震源決定の精度を他の火山より格段に上げなければいけないとか、地殻変動がマグマ性のものなのか、構造的なものなのかということと分離しなければいけないという事情もある。仮に周辺の地震活動が活発になったときに、噴火につながるのかどうかということ。例えば、別府の鶴見岳で群発活動が起きたときに、構造的な地震なのか、鶴見岳の噴火につながるのかということは、必ず質問が出る。山の誰もいない所で事が起きるのはそんなに問題にならないが、人口密集地の近くで起きた場合はそういうことも考えなければいけない。(4)の中ではその辺についても考えていかなければと思う。

< 中田座長 >

- ・最後に討論を行う。
- ・進め方、あり方の指針について特にご意見があれば。

<京大防災研>

- ・検討の進め方は、御嶽山噴火のときであれば、御嶽山噴火を踏まえて、課題を洗い出し、その課題を明確にした上でこれを解決するためにどうしようという検討だったと思う。今回の草津白根山噴火の場合の課題は何だろうか。

<京大>

- ・ここは、それを議論する場であると思う。

<中田座長>

- ・それはもちろん背景にある。それを含めて全国を見直したときに、どういう課題が挙がってくるかということについてである。
- ・課題を認識し、その課題をクリアするための監視体制や研究がどうあるべきかという、議論に進むと思う。

<京大防災研>

- ・私の印象と全然違った。課題を議論するのか。

<中田座長>

- ・課題の認識をしないといけない。特に草津白根山には特化せず、どう全国に展開するのかという、進め方になる。

(2) 本白根山噴火を受けた今後必要と考えられる調査研究について

<中田座長>

- ・最初に必要と思われる調査・研究について、特に噴火履歴、あるいはその火山体構造から水蒸気噴火を起こす火山の地下構造について、最近の状況、研究成果を踏まえて紹介していただく。

全国の活火山に対する、最近1万年を目安とした噴火活動履歴調査の必要性について、産総研から報告をいただきたい。

<産総研>

- ・当研究所が中心となり、主に陸域の活火山、陸域、海域でも居住域に近いところの活火山に対して、最近1万年の噴火履歴についてまとめを報告する。
- ・資料2-1の表は全国の陸域の活火山について、分かっていることを簡単にまとめたものである。特に噴火年代が特定されていない火口の地形の有無や数等である。このうち火口の有無、そしてそれに関する調査の有無もまとめた。全国を調べて、新たな調査の必要性の有無について、右から2番目のグラフに、1、2、3と順番を付けて評価している。1がまだデータが足りないので調査の必要が高いと評価した火山。
- ・また、最後にはどのようなことが必要か、大学や産総研などで調査が進行しているかどうかという情報を書いてある。特に年代が特定されていない火口の有無は、これまでの現地調査や空中写真、地形の判読等の手法による判断が大半である。ただ、一部については航空レーザー測量によって火口が見つまっている火山も含まれている。こ

れを基に全体でどれくらい小規模な噴火も含めて把握されているのかというのを、紹介する。

< 質疑応答 >

< 中田座長 >

・色付きは何だろう。

< 産総研 >

・オレンジ色はまだ分からないことがある、あるいは重要度が高い。

< 中田座長 >

・JMA2009 というのは何だろうか。

< 産総研 >

・監視観測体制の充実等の必要がある火山である。その選定理由の区分けである。1が近年噴火活動を繰り返している火山、2が過去100年以内に火山活動の高まりが認められている火山、3が現在は異常はないが、過去の噴火履歴等から見て噴火の可能性が考えられる火山、4が予測困難な突発的な小噴火の発生時に火口付近に居住地域がある火山である。

< 中田座長 >

・これを眺めると、特にランク付けと色付けは、あまり相関しないということによるのか。

< 産総研 >

・大まかには、オレンジが多い所は調査の必要性が高い。あとは社会的な条件も多少加味して順番を作っている。

< 中田座長 >

・ランクにも社会的条件を反映しているのだろうか。

< 産総研 >

・多少は反映している。ただ、全体として右から左の火口上地形の多い少ない、噴気地帯の有無、それから未確定の完新世噴火イベントの有無、について、オレンジが多いものが相対的に新たな調査の必要性が高い地域になるようにしている。

< 中田座長 >

・草津白根山は気象庁のランクでもトップであったし、これでもオレンジ色になっている。

< 産総研 >

・草津白根山に関しては、富山大学が中心となり、現在調査中、あるいは本白根山のほうについてはようやく着手したばかりという認識である。

< 中田座長 >

・未確定の完新世噴火イベントの有無は、年代は不明だが、新しい噴火があったかもしれないという、そういう情報だろうか。

<産総研>

- ・山頂部、あるいは年代や規模等が不明で、噴火地点も不明な対象物があるという指標である。

<京大防災研>

- ・桜島のところに構造探査と書いている。調査というのと構造探査というのがなかなか結びつかないので、説明していただけるだろうか。

<産総研>

- ・これは各地域で担当者を決めて、短期間で意見を募って、それをそのまままとめているので、書き振りが担当者によって違っている。特に桜島や若尊は、主要な噴火履歴については比較的よく分かっている。そこから先の活動度の評価、例えば水蒸気噴火であれば、地下の熱水の構造等知りたいということで、それで構造探査という書き方が入っている。

<中田座長>

- ・資料 1 の下のほうを説明していただきたい。噴火履歴だけではカバーできないものの水蒸気噴火のポテンシャルについてどう把握するかという考え方が活動状況評価に書いてあるのだと思う。1 枚目をもう少し説明してほしい。

<産総研>

- ・1 枚目の下のほう、2 の活動性評価で、表面活動が確認されていない地点を含めた火山活動の洗い出し作業について、産総研は地形調査や詳細地質調査等のほうが得意である。その火山流体等の評価、特に水蒸気噴火を起こす場合、地表では見られない。だが今回の本白根山のようなことが起きる。どこに火山性流体があるか、熱水活動があるかということを調べたい。

<中田座長>

- ・この図は、非常にうまくまとめられている。これも使って最後議論できたらと思っている。

課題 C-2 でメンバーからヒアリングした更なる調査が必要な火山について

<北海道大学>

- ・この資料は次世代火山研究推進事業のサブ課題の C-2 という、中長期噴火予測と噴火事象系統樹の作成というタイトルの研究である。参加機関、協力機関に、資料 1 の原本を送付した。これに則って全国の活火山の見直しを御嶽山と本白根山の事例も踏まえて、調査研究が早急に必要な火山について洗い出してほしいと依頼をした。北海道・東北・中部を中心にアンケートに対する答えをいただいて、それをまとめたものである。
- ・課題 C-2 で、例えば海域の火山については、九州の喜界火山とか伊豆大島を対象にし

ている。それ以外の火山は対象にしていなかったため、検討されていないことをご理解いただきたい。そこには、火山名と今回の草津白根山のように、見落としているかもしれない対象火口の有無とある。それぞれコメントをお願いしている。先ほどの産総研資料と大体主要な火山については一致しているなという認識である。

- ・個々のアンケートについては、それぞれ回答者の考えをそのまま反映していて、サブ課題の間で特に議論はしていないというのが現段階である。それを理解した上で見ていただきたい。

< 質疑応答 >

< 中田座長 >

- ・これは地質岩石データに基づいているいろいろな意見をいただいているという理解だろうか。

< 北海道大学 >

- ・そうである。

< 中田座長 >

- ・特に地熱兆候とか地震が多いとか、そういうことは特に反映されているわけではないだろうか。

< 北海道大学 >

- ・噴火履歴である。それから、観光地や人家の密集地域であるとか、社会的背景を考慮して、調査・研究が早期に必要な火山はどこかという観点で見ている。

< 京大大学院理学研究科 >

- ・資料 2 は、必要な火山というよりはお金がいたら、この火山ならすぐにできるという結果になっている気がする。九州の九重山だけあがっているが、それは九重山だったら調査ができ、他の火山だったら大変だとか、そういった印象を受けたのだが、いかがだろうか。

< 北海道大学 >

- ・九州についてはアンケートの回収率が悪かった。現段階で九重山が最重要という、そういう回答だと私は理解している。
- ・今鍵山さんがおっしゃったことは、あまり配慮していない。一部の研究者と話をしたが、これだけリストアップしても、課題 C-2 で重点的にできるかと言ったら、そんなマンパワーはない。
- ・こういう火山の研究を実施するためには、人的、予算的な配慮が必要だろうという認識である。

< 気象庁 >

- ・関東が空欄になっているが、どういう意味か伺いたい。

< 北海道大学 >

- ・特に関東の火山については、調査が必要だという回答が出てこなかったということである。気になる火山として那須岳が挙がってきたが、噴火履歴については、緊急調査

は必要ではないが、監視という面ではどうだろうというコメントはあった。

< 中田座長 >

- ・このアンケートは、自分たちが気になる火山かどうかということで全部を網羅しているわけではないということか。

< 北海道大学 >

- ・緊急ということなのでそうである。

< 京大 >

- ・中間報告的なものと考えればいいだろうか。

< 北海道大学 >

- ・そうである。

< 中田座長 >

- ・産総研の資料にしても、さらに整備されると思う。

< 産総研 >

- ・あくまで暫定版という認識でお願いしたい。

< 北海道大学 >

- ・こちらも暫定版という認識でお願いしたい。

今後の噴火ポテンシャルの評価等に必要な調査・研究について

< 地理院 >

- ・資料 2 - 3、空中写真判読による火口の地形判読について。本白根山の噴火を受けて、空中写真と赤色立体地図に対する航空レーザー測量の結果である。これを使って過去の噴火口を判読した。直径数百 m の火口の草津白根山だが、今回の噴火した数 10m とか 10m オーバーの火口列が過去にたくさんあったということが、ここから読み取れる。先ほどの産総研の報告にあった小火口列が、この手法によって読み取れる。これを作るために、基本的に空中写真と航空レーザー測量が必要になる。空中写真は 1970 年代の古いもので十分であり、これは全国にある。しかし航空レーザー測量の詳細なものについては、必ずしも全国に揃っているわけではないので、これが必要ということがまず一つ。
- ・もう一つ重要なのが、判読は人力でしている。判読にはもちろん空中写真の判読技術という基本的なものが必要である。しかしフレッシュな火口ならともかく、浸食とかで形が崩れたような火口については、火山地形そのものに対する知識と経験がないとできない。国土地理院でもこれが実際できるのは数人しかいない。全国の火山を網羅するにはデータだけではなくて、判読できるような人材育成も必要。

< 東大震研 >

- ・次世代火山研究プロジェクト課題 B サブテーマ 4、火山体内部構造・状態把握技術の開

発という課題で、一昨年から始めている。その最初のフィールドとして一昨年度から霧島山の硫黄山、昨年度は倶多楽火山で、電磁気構造探査を行った。その結果をここに示している。主に硫黄山については九州大学が中心となって研究を進めた。電磁気構造とそこで起こる地震活動について、他の水蒸気噴火を起こしているような火山と、非常に似通った構造と活動が見られた。硫黄山の直下、浅い所に、非常に電気伝導度の良いものが帯状に並んでいる。解釈として難透水層、粘土層、粘土鉱物がある。そこは水をなかなか通さず、マグマ溜まりから上がってきた揮発性成分がそこに 1 回溜まる。そこで地殻変動を起こす。その地殻変動については水準測量その他で分かる。そこに圧力が溜まるので、地震を起こしやすくなる。静的なこういう構造と、地震活動の変化を見ると、こういう水蒸気噴火の切迫性というものが非常によく分かるのではないかという例である。実際いろいろな活動が近年起こっているので、そういったことが非常によく分かった。

- ・一方で非常に静かな火山でも、水蒸気噴火が起こる可能性がある所として、倶多楽火山が挙げられる。ここは北大が中心となって電磁気の構造探査をした。ここについては、あまりよく分かっていないので、広い範囲で大局的な構造を求めた。すると、浅部に電気伝導度が高く、比抵抗の小さいものが赤い中心の浅い所にある。まさに登別温泉の所にある。将来はここを中心に、分解度の高い構造探査をすればいいということが分かる。
- ・こういったことが事実としてかなり進んだ背景として、構造を三次元的に解析するという手法が、近年相当進んでいる。海が近いという所では電磁気構造というのは非常に求めにくいのだが、この構造がよく求まるようになったという背景がある。比較的今活動が見えない火山の構造を調べるというのは、研究としては成り立ちにくい調査としては必要である。そのためプロジェクトということでやらせていただいている。これは非常に労力がかかり、また解析も非常に高度な技術を要するため、進めていくことが非常に大変である。

< 気象庁 >

- ・資料 p.4 は、2010 年までに気象庁が実施した、航空機からの観測結果である。下のほうに撮影実績とあるが、1997 年以降、毎年実施している。最初は噴火活動が続いていた三宅島が非常に多く、途中から噴火が近いと言われていた口永良部島などいくつかの火山でやっている。この観測のねらいは、活動が高まりつつある火山の地熱分布を把握することと、将来活動がさらに高まった際の活動評価のための基礎資料を蓄積することである。
- ・草津白根山は、残念ながら観測実施計画中の天候が悪く、結果的には日中の測定となった。ほとんどの火山は基本的には夜間に実施した。これらの結果は予知連絡会で報告したり、会報にも掲載してきた。防災科研でも同様な観測を実施しており、互いが共有し合いながら地熱分布の把握をしていこうと防災科研の担当の方と相談したこと

がある。大学でもこういった観測されておられたと思う。今回の草津白根山についても東工大で観測をされている。

- ・熱分布は基本的な情報として非常に重要で、私たちも火山機動観測班が地上から繰り返し観測しているが、山体規模で全体を押さえるということも大事だということで、ご紹介している。

< 質疑応答 >

< 中田座長 >

- ・地理院のレーザー測量は、全国50火山のうちどれぐらいの火山で実施されているのだろうか。

< 地理院 >

- ・これが初めてである。もちろん判読はしていくが、このような小さい火口をきちんと見たというのは初めてである。これが有力なのが分かったというレベルである。

< 産総研 >

- ・伊豆大島で、東京都のデータを使って空中レーザー測量を判読したことがある。これまで植生に隠れて全然分からなかった側火山の火口などが非常に多く見つかる。これまでは北西-南東方向に割れ目火口が並ぶと言われていたが、空中レーザー測量を使うと、特に北東側の側火山が、北東に火口が並ぶのではないかとということが最近分かってきた。であるから、非常に有力である。特に水蒸気噴火というような、小さな火口しか作らない火口の数を確認しておくことに非常に有効である。そういうことを知っておけば、どこを調査すべきかというのをある程度絞り込める。私が使ったのは東京都のデータだが、砂防等の用途で測定しているデータの存在を別のルートから聞いて使うことが多い。可能かどうか不明だが、砂防とかの用途で取ったデータを、ある程度の一定の時間がたってから、できるだけ公表するような仕組みというのがあると非常に助かる。

< 北海道大学 >

- ・川邊さんのコメントの補足である。我々も特に砂防関係の空中レーザー測量を使って研究をしている。特に十勝岳、大雪山等で航空レーザー測量のデータを使って小火口の分布等を調べている。その結果が大雪山旭岳の最新の噴火の解析にかなり役に立ったという経験がある。また、有珠山の2000年の噴火の後に、有珠山で赤色立体図を見て、今まで想定していない火口が無数にあるということが分かった。これは有効だという実感を皆さん持っていると思う。今回の草津白根山の件を受けて、蔵王山で緊急にレーザー測量の地形を見た。今のところ見落としているような小火口はなかったという報告も受けている。

< 中田座長 >

- ・確かにデータがあっても赤色立体図にできず、解析されていないというのはいくつもあると思う。そういう情報提供も今後、国交省でデータを見せていただいて、力のあ

る人が解読できるという、仕組みができればいい。特にご指摘いただいた、人力判読という問題がある。できる人を育成するというのも重要な問題である。火山プロジェクトの教育の中にも取り込めることができたという気がする。

- ・比抵抗構造については水蒸気噴火がある所は大体こういうものという感覚で良いだろうか。

<京大大学院理学研究科>

- ・赤外は現に地中温度が相当高くなり、噴気が出てこないと見えてこない。地中の調査でかろうじて異常があるという所というのは、間違いなくいろんなものが上がってきている。電気伝導の高い領域というのはできていると思う。そういう意味では、どういう場所が現在も活動するポテンシャルなのかということが分かるのではないか。
- ・もう一つは山体崩壊のときのすべり面の把握に役に立つ。今これをやるのに人手がかかるということをおっしゃられた。赤色立体図も理由は同じである。「活断層調査」という事業があるが、「活火山調査」というものを柱として立て、噴火履歴や構造をやる。噴火履歴も地質調査だけではなく、赤色立体図を見るとか、構造に関して言うと、比抵抗構造を見るとか、そういうところをなんとかしていけないといけないのではないか。これはずっと前から言っていてまだ実現していない。ある程度計画を立てながらやっていくということが必要ではないか。

<中田座長>

- ・ポテンシャルの高い所は、調べれば必ずこういう構造になっているのか。

<東工大>

- ・確かに草津白根山でも、こういう構造が見られた。キャップロック構造が見られる。過去に起こった事象に対してもこれは残る。昔上がってきたが今は上がってきていないという所でも、こういうキャップロック構造が残っているため、それだけでこれを判別することは非常に難しい。それも大事だが、それだけで分かるかという話である。これは基本的には絶対必要な情報であるが、今アクティブかどうかというのをきちんと調べなければいけない。大学はとてこんなことはできないので、誰かがやればいいと思う。

<東大震研>

- ・結局硫黄山においてはこういう構造の中で地震活動が高まったということが、明確に関連付いている。つまり構造と時々刻々変わる、地震活動の変化や地殻変動とを合わせる必要がある。だが、前提となるこういう構造に対する情報がなければ、そこでなぜ地震が起こっているのか分からないだろう。これがやはり大事なのではないか。
- ・倶多楽のような今本当に静かな火山でも調べることは必要だ。例えば火山対策会議で三浦委員がご指摘されたことだが、栗駒山では今度どこが火口になるか分からない。火口になる候補地を探すというような意味で、いろんな火山で構造探査をしておくということは、必要なだろう。

<東工大>

- ・森田さんのおっしゃることはその通りである。栗駒山だけではなくて、草津白根山はもっと前から起こっていることは分かっていたのでターゲットにしていたわけである。しかし、ポテンシャルとしてはあるけれども、今回なぜ本白根山が噴火したのかという答えにはならない。ポテンシャルを評価するには重要なかもしれないが、本質的に考え直さないといけないということは別にあると思う。構造探査は確かに大事だが、それだけが問題ではないような気がする。

<京大大学院理学研究科>

- ・想定すらしていなかったという言葉捨てるためには、白根山だけではなくて、本白根山の下にも十分電気抵抗域がある。震源が本白根山の下にもあることも分かっている。そういうことがあるのであれば、少なくとも何か起きないかということを検討しなければいけないという機運にはなると思う。であるから、そういうことをやる上で必要なことだと思う。倶多楽に関しても将来的に何か起きたときには、どの程度危ないだろうかということが分かる。だから、霧島山に関して言うと、四つ目のリスクの大幡池も比抵抗構造を調べると、熱水が上がってきていそうだとすることも分かっている。そういう所を調べる上では必要な情報であると思う。もちろんこれで全てここが見つかったからすぐに何か起きるということではないが、注意しなければいけないというところを拾い上げる点での情報の一つとしては、十分意味のあるものである。

<東北大学>

- ・栗駒山であるが、火山防災協議会の中で防災マップを作るというミッションがある。過去の履歴などを探し、手探り状態でやったが、結局地下の構造が分からないと、想定火口については、火山灰の分布や表面現象、あるいはその表面に残った痕跡のみに頼らざるを得ない。我々物理屋から見ると、非常に心もとない。もちろん堆積物等の調査も非常に重要であるが、総合的に判断するという意味では、構造調査というのはやはり非常に重要ではないかと思う。

<防災科研>

- ・防災科研は約20年前から航空機を使用した赤外線撮影は協力してやってきた。ただ、運用にはかなりの予算が必要で、噴火前の平常時に繰り返し飛ぶための予算確保は難しい。また、噴火したら、噴火警戒レベル3では民間飛行機は絶対に飛ばない。航空機を使用した赤外線撮影はこのようなジレンマを持っている。機械を作ったが、飛ぶ機会が少なくなって行って、負のスパイラルでさらに使われなくなってくる。国の施策として長期間安定してどの山も観測していくという、10年20年のスパンで計画していかないといけない。単なる3年5年の研究プロジェクトではあっという間に終わり、次回は予算が付かなくて終わってしまうということになる。やはり運用の面もしっかりとした施策として立ち上げる必要がある。

<中田座長>

- ・国の施策としていろいろ活火山調査も取り組まなければいけない。その中に構造探査やレーザー測量などを含める、そういう話があった。

(3) 各火山の過去の噴火地点と活動状況を踏まえた観測網点検について

札幌

< 気象庁 >

- ・(樽前山について資料(pp.3-12)に沿って説明)
- ・p.11、大局的には山頂溶岩ドーム付近の浅い所の活動、それから西側の活動ということに分けることができる。山頂溶岩ドーム付近の再活動に関しては、今後の着目点と言える。地殻変動だとか全磁力変化については、2010年以降収縮や帯磁の傾向があるので、こういった傾向に変化がないか、あるいは浅い所の地震活動や、また表面現象に高上りはないかというところに着目するべきだと考えている。また、西側の活動については、先ほど地殻変動ということで2013年頃の活動について話したが、こうした変化や地震活動の高まりが今後見られないか、あるいはそうした深めの活動が浅い所の活動とリンクしてないかというところを、見ていくと考えているところである。
- ・p.12は、観測網と現象との位置関係をまとめている。今日お話しした現象については既存の観測点を設け、範囲内で起きていると考えている。

< 質疑応答 >

< 京大大学院理学研究科 >

- ・この報告だと非常にちゃんとやられていて、観測強化する必要はないということになる。私はそうではなく、例えばp.11の震源分布を見ると風不死岳に向かって最近の震源が非常にきれいに並んでいるが、昔の震源分布は曲がっている。震源決定能力が上がっているのであれば、それは結構なことだと思う。風不死岳で将来活動が起きたら、樽前山の直下で起きているのか、風不死岳で起きているのかということを見分けるような震源決定能力は十分なのかどうかというところが問題だと思う。それから、恵庭岳については最近活火山かどうかという議論をしたと思うが、恵庭岳とこの風不死岳と樽前山というところについての地震活動とかがきちんと分離できるのかどうかを検知できているのか。あるいは深部の圧力で、つまりマグマ溜まりの増圧等がきちんとモニターできているかどうかというところについて、見ていただかないといけないのではないかと思う。浅部の活動と深部のマグマ蓄積過程というのをきちんと分離して検知できているかどうかという形で、どれくらいモニターできるかを見る必要があると思う。

< 気象庁 >

- ・まず風不死岳に関しては、観測網からやや北側にも山体が分布している。もう一回り広い観測網もあるのでそれも活用する。あるいは基準観測点のS-Pを見ながら、どういった所で地震が起きているかというのを追っていくことになるのだと思っている。

- ・恵庭岳に関しては、今常時観測火山ではないため、広域地震観測網を使って見ている。
- ・今回は、今どういうものが見えていて、あるいは火口としてはどういうところが知られているのか、というところをまとめている。今後の展望として、見えていないところも含めた精度や資料についても必要なかと今見ていて思った。

<北海道大学>

- ・鍵山先生がおっしゃられた、震源分布が散らばっているように見えるというというのは、確かにその通りである。かなり大量のデータが集まってきているので、震源の精度を上げた再解析というのは、非常に必要だと思って、取り組みを始めているところである。ただやはり波形を見てみると、かなり顔つきもバラバラであるので、決めた結果もこういう雲状の分布をする可能性もかなりあるかと思っている。それから、風不死岳から西側のほうに白い雲状に散らばっている震源は深さが、2、3kmより深く、結構深い活動である。樽前山の山頂溶岩ドームの所の地震は海拔より浅いものも含まれる。
- ・p.6で、風不死岳の直下では地震観測網が整備されても、山体の浅い所へ伸びてくるような活動が、今のところはこの観測体制では見えていないというのが、管区と北大の共通認識である。

<北海道大学>

- ・この検討会で、風不死岳を活火山に認定するかというときに議論したと思うが、監視するようになって活動が樽前山のほうに移っていったという活動史があるということと、マグマ系も似ているということで、現在は樽前山に活動の中心があるという認識でいだろうということで、独立した活火山にはしなかったという経緯がある。そのときに風不死岳も含めて樽前山を再定義しようという、そういうことだったと思う。そのことをもう一度注意喚起をするということが必要だと思う。

<中田座長>

- ・今の話は、観測ではなくて、情報としてそれを提供する質も必要だという話だろうか。

<北海道大学>

- ・そうである。

仙台

<気象庁>

- ・(吾妻山について資料(pp.35-44)に沿って説明)
- ・p.43に現在の観測点配置図を示している。ほとんど大穴火口をターゲットしているような感じになる。草津白根山と多少似ているような状況で、大穴火口以外の過去の火口をどうとらえるかが課題と見ている。比較的地震計が火口付近にあるので、現在の大穴火口周辺の活動から離れた場所で起きて、この火口の周辺であれば地震活動はほぼとらえられるのではないかと考えている。震源の精度の問題も出てくるかと思う

が、ある程度その区別はできるのではないかと考えている。

- ・ GNSS も広範囲に付けている。そういった状況で変化を捉えられるか、どこがそうなるかというところは、多少問題になるかと思う。
- ・ 吾妻山の東にある上野寺の監視カメラから吾妻山を常時監視しているが、現在噴気活動が大穴火口の噴気しかないため、そこをターゲットにしている。資料 pp.43-44 の画角は広範囲にしているが、現在は大穴火口に絞って監視している。広範囲に観測したほうがいいのかというところも、課題ではないかと感じている。

< 質疑応答 >

< 東北大学 >

- ・ これまで 1 万年間の火口周辺で何かあったときにということがあったが、p.43 を見る限りでは、まだカバーリッジにしてはやはり足りないのではないかと思う。今のところは火口周辺に集中しているというのでいい。しかし、本白根山のような活動を想定するという意味では、観測の増強が必要なのではないかと思う。

< 中田座長 >

- ・ もう少し広くということだろうか。特に東側と北側ということだろうか。

< 東北大学 >

- ・ そうである。ただ、実際問題として観測の維持という意味では難しいが、検討は必要かと思う。

< 東北大学 >

- ・ 先ほどからの議論を聞いていると、気象庁の資料の目的が分からないところがある。これは検討の進め方の 1 番の (1) 噴火すると考えてなかった場所についての現在の活動と観測体制を示す資料ではないかと思ったが、実際北海道と東北の話を知っていると、今活動的な所の活動の話が出てきており、本来の目的とかみ合っていないような印象を持った。
- ・ 吾妻山に関しては、現在いろいろな防災対策も含めて、大穴火口で噴火すると想定して対応しているが、それ以外の火口も比較的狭い範囲に入っている。例えば吾妻小富士など現在考えていない火口で噴火したとしても、今の観測体制で少なくとも地震活動に関してはある程度追うことができると思う。吾妻山に関してはあまり問題はないかと思う。ただ、傾斜観測点が 1 点しかないので、傾斜変動があるということは分かっても、起きている場所は分からない。これは吾妻山だけではなくて他の火山でも同じような問題があると思う。基本的に気象庁の傾斜観測点というのは、高精度の点が 1 点と、火口周辺に付けた比較的簡易な点がもう 1 点で、多くて 2 点しかないので、変動源を決めるのには十分ではない。吾妻山で一番問題なのは、ある程度大きな噴火が起きたときに、この火口周辺の観測点が使えなくなる可能性があるということである。そのときにどの程度のことが把握できるかということを考えておく必要があるのではないかと思う。

< 中田座長 >

- ・最初は確かにそういう問題意識で用意してもらはずであったが、どうしても今の観測の現状を話すような形になってしまっている。それはちょっと整理できなくて申し訳ない。

< 京大大学院理学研究科 >

- ・変動に関して言うと、浅い所はちゃんと異常が出ていて、活発になっている。例えば p.29 にあるような蔵王山の深い所で増圧があって、その結果として浅い所に増圧が出てきて噴気活動が活発になっているというようなところまでいけると良い。しかし、吾妻山に関して言うと、その資料は出ていない。つまり、広域の GNSS の変化からそういった異常が検知できるかどうかということは、やはり検討しておいていただいて、その中で深い所の増圧がちゃんと検知できるかどうかを見ていく必要があるかと思う。

東京

< 気象庁 >

- ・(草津白根山について資料 (pp.45-54) に沿って説明)
- ・今後の課題としては、一連の湯釜の活動に関連したものということで、二つの地域の活動を見てきたが、南側のほうの観測点もまだ少ないため、そういった観測点を設置して、詳細な震源を決めるとともに、いつからあったのかを過去の検測データからさかのぼって見るような作業をする必要がある。
- ・その他にもご存じのように、噴火後の山頂付近で観測される小規模な地震活動が続いている。その地震活動について、現状まだ震源も詳細に決めることができていない。これも今後の課題ではあるが、南側の観測点として、連続観測点だけでなく、場合によっては数点ばら撒くことも考えたい。
- ・地殻変動についても同様で、今の地殻変動観測は湯釜周辺に集中しているため、南側の地殻変動や全磁力など、南側のデータを蓄積していかなければいけない。

< 質疑応答 >

< 防災科研 >

- ・草津白根山、那須岳、箱根山について、3火山の共通点は多くの観光客がやってくるということである。それに対して草津白根山だったら東工大、那須岳だったら防災科研、箱根山だったら神奈川県観測点が多いが、気象庁の観測点は非常に貧弱である。神奈川県は今財政が厳しくても、応援はしてくれるが、将来に渡って神奈川県財政がその通りであるとは限らない。
- ・箱根山で言うと大湧谷が中心に観測点が配置されている。たまたま想定火口で噴火したが、早雲山地獄とか湯ノ花にも大きな噴気地帯であるが、観測体制は脆弱である。
- ・那須岳に関しては、気象庁が噴火口にカメラを1台向けてくれたから良かったものの、ほとんどのカメラは役場側から見ていて、火口は実際には見えない。何か一発起こっ

て気象庁のカメラがつぶれたら、我々は何も見る術がなくなってしまうというのも、那須岳の課題かと思う。

<気象庁>

- ・特に箱根山については、今は大涌谷の噴気活動が活発なので、そこが一番出やすいという部分がある。しかし、恐らくこの草津白根山と同じようなことがあると思っている。今後の見方や出方についてもご相談させていただきたい。

福岡

<気象庁>

- ・(阿蘇山について資料(pp.80-88)に沿って説明)
- ・阿蘇山は中岳火口が噴火を繰り返しており、p.84でご覧いただけるように、かなり観測網としては充実している。ただしp.83の低比抵抗を見ると西側から南側にかけて抵抗が低いことが分かっている。
- ・歴史的な噴火等を見ると、南側から西側にかけて水蒸気噴火等を何回か繰り返している領域に存在する。広域の震源分布図を重ね合わせてみると、そこでは顕著な地震活動は起こっているようには見えない。ただし、今吉岡では活発な噴気活動等があり、そこであまり地震活動が見えないというのは少しおかしなことである。近くに観測点がないから、浅くて小さな地震が捉えられていないという可能性があると考えている。要するに突発的な水蒸気噴火ではなく、ただ単に突発的に見えるだけの水蒸気噴火が発生するというのを見るために、観測網をもう少し持ってくる必要があると考えている。今のところ、阿蘇山に関しての問題点については西側から南側にかけての監視網が少ないような認識ということである。

<質疑応答>

<京大大学院理学研究科>

- ・吉岡で地震観測をやったことがあるが、気になるような地震活動はほとんどなかったというのが経験としてある。

鹿児島

<気象庁>

- ・(霧島山について資料(pp.89-99)に沿って説明)
- ・霧島山については2011年の新燃岳の噴火以降多くの観測点が展開されているため、他の火山に比べれば観測点は多い。ただ、新燃岳、御鉢、硫黄山を中心に現在のターゲットとしているため、例えば南東側の御池、小池の観測ができるところには至っていないという配置になっている。
- ・気象庁のGNSS観測点で見ると、西側に観測点が欲しいと考えているところである。
- ・空振計もある程度整備してある。しかし、現在想定の新燃岳、御鉢、硫黄山以外の細

かい所はなかなか判別できないことも考えられている。

- ・遠望カメラについて、かなり引いた所で、八久保や高原西麓、猪子石等ある程度広域で見ているため、天候が良ければある程度の噴煙は確認ができるのではないかと考えている。しかし、手洗温泉の所は、死角になって判断がつかないという状況である。また、手洗温泉は1971年以降、气象台でも数年おき、80年代の半ば以降は年に数回観測をしていたが、2000年以降観測できていない。そういう所も現地調査も必要かと考えているところである。

< 質疑応答 >

< 東工大 >

- ・霧島山の手洗温泉の観測は、何を観測されていたのだろうか。

< 気象庁 >

- ・2000年頃までは噴気の温度や、多分ガスも観測していた。

< 京大大学院理学研究科 >

- ・基本的には火山群の中で霧島山の三か所については、今しっかりと観測をやって情報を出す体制ができています。あと四つ目の大幡池の辺りは、いずれはカバーできるようにしていく必要があるのではないかと考えている。
- ・御鉢と新燃岳はマグマ系が全然異なるが、全部霧島火山群としてまとめているから、例えば縮図火山群で全部まとめて、その中で噴火警戒レベルを複数出すとか、それから鶴見岳・伽藍岳のように全部ひとくくりにして別々の情報を出すとか、もう少し広域の出し方を検討する必要があるのではないかと考えている。今日ここで議論することではないが、活火山として全部分けてしまっているのか。つまり密接に絡んでいて、モニターで監視できるものの中でどうするというのをいずれ検討する必要がある。

(4) その他

< 中田座長 >

- ・噴火履歴や地下構造、そういうものが水蒸気噴火のバックグラウンドとして重要であるということを共有しながら、気象庁の観測体制について見てきた。
- ・気象庁からの報告では、必ずしも見落としのある火山活動、火口をどう対策しているかということにまでの絞った話はなかった。この会議の持っていき方、次に検討してほしいことも含めて全体的に伺えたらと思う。

< 京大防災研 >

- ・この会議をどこに持っていかうかというのがよく見えない。課題の設定がよくできていないのではないかとと思う。気象庁としては一体どうしたいのかということが全く見えない。本白根山の噴火を受けたときの問題点と言えば、噴火警戒レベルを上げられなかったことなどである。それが問題だからと全国に波及させていったときに、いろんな想定火口を見直す。その作業は必要だが、それが想定したところで、それを全部

カバーしていくようなことが本当にできるのか。こんな火口も見えるのだと言っても、そこまでカバーしきれぬのかどうかということである。そうすると、どこかで諦めないといけぬ。それを検討するのがここだと言うならまだ分かる。

- ・やはり我々にはできることはできるし、できないことはできないとはっきり言ったほうがいいのではないか。無限にできるようなことを、世の中に期待を持たせるのではなく、やはりこれは限界がある。どこまで検討するのかというのが、ちゃんと決めてやるべきだと思う。

<中田座長>

- ・おっしゃる通りである。もともとは気象庁の観測体制をどこまで整備するかという、どういう視点でそれを絞るかという議論をしたいというのがバックグラウンドである。費用対効果も考えて、全部カバーするわけにはとてもいかないためである。だから、噴火警戒レベルなどを出せなかったという課題に対しては、必ずしもこの検討会に対応していない。

<京大防災研>

- ・噴火警戒レベルというのは非常に大事で、気象庁の生命線ではないか。その噴火警戒レベルの運用指針は過去の経験をメモ的にまとめたものであるというのが、私の理解である。違う場合はそう言って欲しい。だから本当は運用指針そのものをどうオペレーションしていくかということ、根本的に考えないといけぬと思う。

<京大大学院理学研究科>

- ・気象庁の出された資料の中で、管区によってそれぞれいろいろな見方とかまとめ方が変わってきていた。一定のことに関して検討した結果をまとめるということが大事だと思う。一つは今過去1万年の噴火した火口を見ようというのが出てきていること、それに対応するような震源決定能力が現在あるのかどうかということは、必ずしも今検討されていない。それから地殻変動に関して、浅い所の地殻変動は異常が捉えられるということは、結構いろいろな火山で出てきたが、深部の地殻変動の検知については、今回ほとんど資料が出てきていなかったと思う。また、震源分布も深部の低周波地震と、浅部の高周波地震というのが別々にちゃんと分離できて決められているのか。そういう能力があるのかどうか。このようなことを全部検討してみて、その指標の中で非常に大事なところで抜け落ちているところがあるかとか、抜け落ちているとしたらどういう観測点を置くことが必要なのか、それが費用対効果で十分ペイできるかどうかということを見ていく必要があるのではないかと思う。

<中田座長>

- ・幹事会で議論したときに、実は石原さんからは実際に起きた突発的な水蒸気噴火について、どういう経緯があったのか、観測データを含めてきちんと復習しなさいという課題があったが、それも今のところまだできていない。井口さんから指摘いただいた、その部分をこの検討会としてどう扱うか、それはまだ詰めてないので、今回の課題に

入れなかった。それは気象庁側でどう考えているだろうか。次回はそこまで踏み込むかどうか。

<気象庁>

- ・時間ばかりかけても仕方ないということもあるが、一応ご指摘があった経緯を観測データから復習することについては、全ての火山でというよりは、この10年で噴火があった事例について何とか整理をしたい。
- ・井口先生がおっしゃったことで言うと、進め方の四つ目に「優先的に」という言葉が使われているが、全部一気にできないというのが現実としてあり、少なくともどこから手を付けるのかは大事な視点だと思っている。気象庁が監視の責務を負っていて、レベル等の防災情報を防災対策に活用できるように如何に発信していくかという課題については、この検討会で同時に議論していくのは難しいところがあり、別の会議で行いたい。
- ・気象庁の監視が必要だからといって、(現実的には)全部やるというわけにもいかない。根拠となる知見をたくさん集めた上で判断したい。先ほど、優先順位という言葉があったが、そういう意味では研究者の皆さんがこういった課題に、どのような調査・研究を進めようとしているか、ということとセットで考えていかないとけないという認識である。

<京大防災研>

- ・もう一つの視点として、大事なのは火山防災協議会ではどう考えているか、地元が一体どの程度のことをやってほしいと考えているかである。例えば草津白根山の場合は、本白根山も含めると言う相当高度で、本当に世界のトップクラスの観測網と研究を持ってやらないとできないような話である。だが、他の火山だったらそんな高級なことは言えないという所もある。そうすると、やはり協議会の意向が一体どうなっているのかを、1回しっかりと聞いたほうが良いと思う。

<中田座長>

- ・最後の方は、この検討会でカバーすべき問題なのか、ということではある。

<内閣府>

- ・気象庁が中心にやっていただく分が今日議論となっているはずである。御嶽山の噴火を踏まえて内閣府の火山防災ワーキンググループを設置いただいて、いろんな所でやっているという話がある。今日は気象庁の午前中にこの会議があり、午後は避難計画の策定と充実の図り方についての会議を内閣府で開催させていただいたり、あるいは来週には火山防災対策会議にお越しいただいたりして、どういう総合事案が必要かという話をさせていただく予定にしている。
- ・我々の趣旨としては、各地集まっている議論しているが、やはり今回は噴火が特定できなかったということは一つの大きな課題であることは間違いない。これをどうするかというような中で他の観点、例えばシェルターが十分機能したのかという話も

あるのかもしれない。そういう観点についても、火山防災対策会議で議論していくことをさせていただき、気象庁とも連携を図り、今のような話について、火山防災協議会がどこまでどういうふうにするのか、一度井口先生のご意見も確認して、調整したい。

< 中田座長 >

- ・進め方は分かった。
- ・前半ではある程度認識が固まったと思うし、気象庁は今後次に取りまとめる上でどういう視点が必要だということもある程度あった。アウトプットに関する井口さんの視点も、しっかり資料を見直すという形で気象庁にまとめてもらうことにする。

4 . 閉会

< 気象庁 >

- ・先ほど座長にまとめていただいたように、今日いただいた意見を基に気象庁でまとめたい。今後であるが、最初にあったように4月か5月ぐらいに次の検討会を開催して、基本的な考え方を6月頃に取りまとめていけるように準備したい。よろしく願います。
- ・本日の会議について、当庁の記者クラブより取材を求められている。13時半頃から座長と齋藤で対応予定。また、議事概要を作ってホームページで公表する、座長にご確認いただいて公表したいと思うので、ご了承いただきたい。
- ・第21回火山活動評価検討会を終了する。

(終了)