

御嶽山水蒸気大噴火に伴う警告防御体制の本質的課題

その仮説と検証について

青山貞一 Teiichi Aoyama *1,*2

池田こみち Komichi Ikeda *2

鷹取 敦 Atsushi Takatori *2

*1 東京都市大学名誉教授

*2 環境総合研究所（東京都目黒区）

1. はじめに

2014年9月27日、長野県と岐阜県にまたがる木曾御嶽山（標高3067m）が大きな水蒸気爆発を起こし、その結果、膨大な量の噴石が飛散し、登山者を直撃した。その結果、警報<レベル1>を根拠に登山していた56名の尊い命が失われ、さらに6名が今なお行方不明となっている。2015年の夏、行方不明者の捜索が再開されたが、新たに発見されたのはわずか1名にとどまっている。

環境総合研究所（東京都目黒区）は、この間、大水蒸気噴火と登山者が亡くなられた背景、原因などについて多面的に自主調査をすすめてきた。とりわけこの御嶽山大事故では、いうまでもないことであるが、噴火警戒が<レベル1>であったがために多くの人々が登山したこと、御嶽山の大噴火では、水蒸気噴火による<噴石により頭部など身体を直撃した>ことが主な死亡原因であることが分かっている。さらに浅間山、白根山、阿蘇山などでは「シェルター」が設置されているのに対し、御嶽山の場合まったくそれらの緊急避難設備すらなかったこともわかっている。

環境総合研究所では事故後、自主調査活動として各種の情報収集、遺族らによる情報開示請求への支援とともに、2015年3月、長野県木曾町で開催された名古屋大学、北海道大学、産業総合研究所の研究者による講演会に東京から参加し、火山噴火に関連する専門研究者らによる御嶽山水蒸気大噴火の発生原因などについての情報収集を行った。

当日の講演内容はすべて動画で記録した。この講演会では、名古屋大学、北海道大学、産業総合研究所の研究者が講演、報告したが、日本の火山噴火に関連し、御嶽山噴火による死亡者数は過去最大であること、また御嶽山噴火による登山者死亡の主たる理由が、噴石の飛散により熱せられた噴石が登山者の頭部などを直撃したことであることを噴石の大きさなどから明らかにしていた。

2. 専門家は従来水蒸気爆発を過小評価

ところで、大事故当初から火山噴火予知連絡会の藤井会長らは、御嶽山の爆発が水蒸気爆発あったことが、火山噴火予知を困難としていることを繰り返し公言してきた。また藤井会長らの会見内容及びNHK特集などによれば、水蒸気噴火はマグマ系の噴火に比べその影響が過小評価されてきたことが明らかになっている。

だが、木曾町における専門家らの講演でも、水蒸気噴火によって発生する噴石の飛散が人間の頭部を直撃したことが死亡の主たる原因となっていたという事実が現地調査により確認されており、しかも、今回の御嶽山水蒸気噴火による犠牲者数が日本の火山噴火史上最大であることも判明した。であれば、水蒸気噴火を過小評価してきた研究者、気象庁らの今までの対応はきわめて不備であり問題であると言わざるをえない。

以下のスライドは北海道大学で開催された火山爆発問題に関する講演会のパワーポイントの一部である。スライドには「世界の火山噴火の報告によると、噴石の落下によって人々が死んだ事例はまれである」とある。まさにその通りなのである。

火山爆発による噴石災害

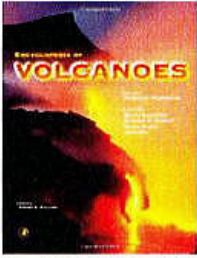
火山爆発の際に噴出する噴石は、しばしば起こる火山災害要因の一つである。しかしながら、世界の火山噴火の報告によると、噴石の落下によって人々が死んだ事例は稀である。 (ピーター・バクスター博士、火山の百科事典1999による)

Ballistic ejecta thrown out in explosion present a common hazard. Nevertheless, reports of people being killed from such ejecta are rare. (in 1040 page by Peter Baxter)

2014年9月27日に御嶽山で発生した死者・不明63人の噴石災害は、世界の火山災害史の中で、20世紀での最悪例となっている。

近代火山学が生まれ育ち、世界の噴火予知科学をかつて牽引してきたはずの我が国で何故と、問われ続けている。

それ故に、原因を徹底的に究明し、何をすれば良かったのか、どうすべきであったかを解明して、火山との共生への教訓とすべきである。



Encyclopedia of Volcanoes 1999 1417p

出典：北海道大学における講演会のパワーポイントの一部

人間にとっての最大のリスクはいうまでもなく死 (Death) である。学者や気象庁がいくら水蒸気噴火を過小評価してきた (していた) としても、現に56人も犠牲者をだした事実がある以上、この厳然たる事実を真摯に受け止め、その原因の解明に努めるのが研究者や気象庁それに長野県など自治体がなすべきことではないだろうか。

3. 大事故の遠因としての気象業務法の改正について

かくも多くの犠牲者がでた背景には、いうまでもなく火山噴火の警戒レベルが<レベル1>であったことがある。レベル1であったからこそ、大部分の登山者は御嶽山に登ったのである。したがって、素朴に感ずる疑問は、なぜ、2014年9月27日の噴火警戒レベルが1であったのかである。

調査を進めて行くうちに、いわゆる<2008年問題>があることが分かった。

2008年、気象業務法が改正された。改正では噴火警戒レベルが1～5に変更となっているが、その際、レベルを1, 2, 3...などと判断する根拠とともに方法が変わったというのである。

調査の過程でインタビューしたある関係者の情報によれば、2008年の改正気象業務法によって決められた方法は、要約的に言えば「人間が総合的にレベルを判断するのではなく、現場におかれ各種の測定機により計測された (客観的) データをもとに、あらかじめ設定した指標 (閾値) により自動的にレベルを判断する」のだという。

この改正気象業務法に基づく方法は、人間の恣意的判断を排するという意味において一見科学的、合理的なものと思える。しかし、改正気象業務法に基づくこの方法が妥当性を持つための前提は、測定、観測されるデータの計測位置と計測数、計測方法、計測機器そして機器の維持管理が万全でなければならないのは言うまでもない。もし、それらの科学的、技術的な妥当性が損なわれれば、当然のこととして、結果は変わってくる可能性がある。たとえば、本来レベル2であるべきところが、測定機器の不備によるデータの欠測などによって、レベル1となっていたとすれば致命的な結果をもたらすであろう。

ちなみに、この改定気象業務法の変更については、火山学者はこぞって反対したという記録があり、学者らが何を言っても結果的に気象庁側がとりあわなかったという情報もある。さらに学者、研究者の中には御嶽山の噴火が起き「案の定」と想定された不安が的中したという見方もあるようだ。

4. 火口付近の測定器故障の前年からの放置について

以下は 2014 年 9 月 30 日の朝日新聞の記事の全文である。

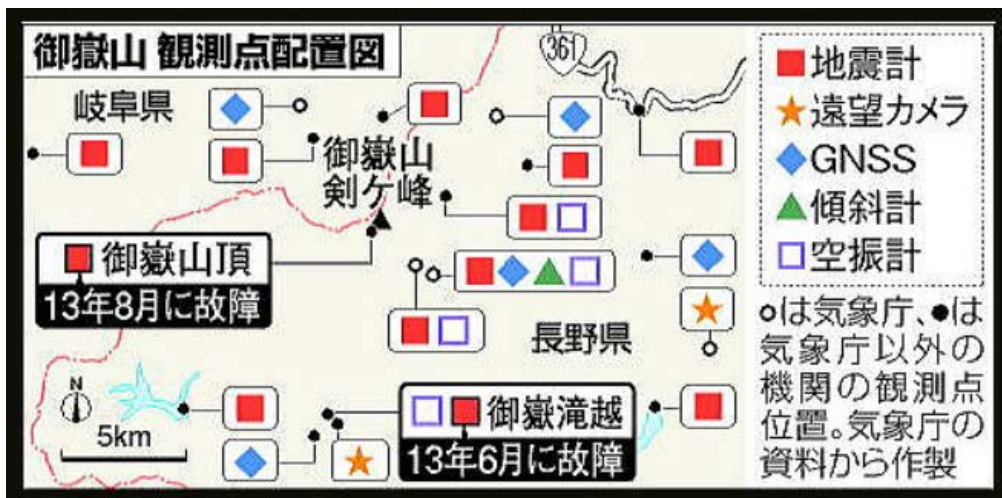
■御嶽山頂の地震計、昨夏から故障 噴火時、観測できず（朝日新聞）

<http://digital.asahi.com/articles/ASG9Y76JCG9YULBJ01X.html>

熊井洋美 2014 年 9 月 30 日 15 時 02 分

御嶽山の山頂付近に長野県が設置した地震計が、昨年 8 月から故障で観測できない状態だったことが 30 日、わかった。老朽化で故障したが、火山観測で連携している名古屋大が秋にも山頂に新たに地震計の設置を準備していたため、県単独の更新を見合わせていた。

気象庁火山課によると、御嶽山では 1979 年の有史以来初めての噴火を受け、88 年に常時観測を開始。現在、同庁のほか長野、岐阜両県、名古屋大、防災科学技術研究所などが 12 カ所に地震計を設置、他にも傾斜計や空振計、衛星測位システム（GNSS）など複数の計器が備えられている。データは、気象庁に常時提供され、活動の監視に使われている。



地震計のうち火口に最も近いのが、長野県が管理する「御嶽山頂」観測点だ。県砂防課によると、84年の長野県西部地震による土砂災害を受けて、土砂災害を防ぐ目的で97～00年度に山頂を含めた3カ所に地震計を設置。補修を繰り返して使ってきたが、昨年6～8月、うち山頂を含む2カ所が故障した。

山頂は、寒暖差が激しく、雷などの被害にも遭い、一般的に機器の維持管理は難しいという。

1年以上も新しい地震計が設置されなかった理由について、県砂防課は「連携する名古屋大と協議を続けていた」と話す。故障した地震計のうち、入山規制区域外にある1カ所は、名大と協力して、10月上旬にも設置が完了する見込みという。

御嶽山の観測データは、気象庁が24時間態勢で監視している。火山課の担当者は「山頂の地震計が観測できていれば、いくぶん精密に変化がわかったかもしれないが、噴火警戒レベルを上げることができた可能性は低い」と話している。

研究者からは「山頂の地震計があれば、もう少し早い段階で噴火の予兆がつかめたかもしれない」という声があがる一方、「故障の放置は好ましくはないが、大切なのは監視にあたる職員がデータを読み取る力を向上させることだ」と指摘する。(熊井洋美)

引用終了

5. 仮説とシミュレーション

御嶽山の火口付近に設置していた長野県の観測器（地震計）が事故の約1年前から故障しており、新しい測定機器に交換されず、また修理もされず1年間にわたり放置されていたことはいかんともしがたい事実である。もちろん、仮に火口付近に設置した測定機器（地震計）が正常に稼働していても、レベルが1であったかも知れないという蓋然性は排除できない。もとより、これでは改正気象業務法の趣旨に合致しないはずである。もともと火口付近にあった長野県の測定器（地震計）が故障でデータが欠測しているとなれば、噴火警戒レベルが低くされた（過小評価された）可能性は否定できないはずである。

青山らは測定機器の維持管理に加え、地震関連計測データを気象庁が処理し長野県などに送っているのか、またそれらのデータからどのような手順、また、解析・評価に基づいて噴火警戒レベルを設定し、公表しているのかについても調査を進めている。

しかし、この間、気象庁、長野県、大学関係者は、もし、火口付近に設置され稼働していた長野県の測定機器が正常に稼働していた場合、噴火警戒レベルがどうなったのかについて私達が設定した**仮説**について、まともなシミュレーションはじめ検証調査、追跡調査などをしてきたとは思えない。

逆説すれば、昨年9月以前に長野県が火口付近に設置し正常に稼働していた時のデータと、それ以外の気象庁、長野県、大学などが設置した観測データの重相関を分析することにより、火口付近の地震計などが正常に稼働していれば、ひょっとするとレベル2に見直していてもおかしくないという結果が得られたのではないか、その仮説の設定と検証作業に真摯に取り組んできたのかということである。筆者らが知る限りにおいて、そのような仮説の設定と検証はされてきた形跡がないのである。

6. 情報開示で明らかになってきた不作為

上述のように、この間、調査してきたところでは、仮説を設定しシミュレーションを行うことにより、もともと火口付近に設置した測定器の有無による噴火警戒レベルの変更の可能性についての検証をしているとは思えない。そればかりか、長野県などからの情報開示された情報によれば、大学の火山噴火の研究者が、長野県が置き去りにしている観測器を早く修理するなり交換することを2013年の段階で長野県に進言しても、予算の関係などからまともな対応をせず、データを地上に送る衛星を用いた送信システムについても同様に対応していないことが読み取れる。

もし、上記が事実であるなら、明らかな不作為（すべきことをしないこと）を超え、過失であると言える。常識的に考えて今まで設置していた火山用観測装置が故障した場合、ただちに修理するか新しいものにリプレースすべきであろう。

以下は情報開示により得た上記に関連する情報の一部である。以下は2013年6月の時点で故障していた長野県が設置している<火口付近>及び<滝越>の2箇所の地震測定器についての長野県と名古屋大学との間でのやり取りである。

2013年6月26日付けの●●大学から長野県へのメール

主題：御嶽山（大滝村滝越地籍）地震観測機器の不具合について

7. 御嶽山水蒸気爆発による登山犠牲者問題の原因究明についてのシナリオ案

(別添)

Subject: Re: 御嶽山（王滝村滝越地籍）地震観測機器の不具合について
Date: Wed, 26 Jun 2013 13:31:56 +0900
From: [REDACTED]
To: 木曾建設事務所 整備課 <kisoken-seibi@pref.nagano.lg.jp>

長谷川様。

名古屋大学の[REDACTED]です。お世話になります。
ご連絡いただきありがとうございます。

6月には滝越観測点に設置した地震計の様子を確認しに行くつもりでいましたが、未だ、訪れる日程を組めずにいる状態です。御嶽山観測データの安定した供給には、こちらとしても可能な限り、協力をさせていただきたいと思っております。現在、機器にも余裕があります。交換にて対応できるものであれば当面の観測にお貸しする事も可能です。

実は、そちらでの観測網や観測機器のこと、気象庁との接続や保守に関する事等状況を少し教えてもらい、データの安定取得のための対策が何かないかこちらとしても考えてみたいと考えておりました。厚かましいお願いとは思いますが、もしよろしければ、今回の滝越の対応も含めて、近いうち一度お話をする機会を頂ければと思います。

よろしくお願い致します。

On 2013/06/26, at 12:37, 木曾建設事務所 整備課 wrote:

> 地震火山研究センター
> [REDACTED]

> お世話になっております。
> 長野県木曾建設事務所整備課の長谷川と申します。

> この度、当事務所で管理しております木曾郡王滝村滝越に設置してありました地震計において、データを観測しない状況になっております。
> 不具合となった原因は観測機器の老朽化と思われませんが、詳細については現在調査中であり
> ます。
> また、観測の復旧については、機器の老朽化による場合交換等が必要になりますが、現在当県では予算化できておらず、近々の復旧は不可能な状況であります。
> 今後の対応については長野県建設部砂防課を通じて関係機関の皆さまと協議させていただく予定ですが、まずは状況についてお知らせします。

長野県 木曾建設事務所
整備課 計画調査係
長谷川 真悟
Tel. 0264-25-2240 (係直通)
Fax. 0264-22-4028
e-mail hasegawa-shingo-r@pref.nagano.lg.jp
kisoken-seibi@pref.nagano.lg.jp

> <御嶽山（王滝村滝越地籍）地震観測機器の不具合について.docx>

以下は環境総合研究所（東京都目黒区）の自主調査をもとに提案する原因究明のための前提、そして仮説と検証についての提案である。

① 2015年9月27日の御嶽山登山

2015年9月27日、噴火警戒レベル1であったため、200名近くの登山者が木曾御嶽山の山頂或いは山頂付近まで登山した。

② 専門家による水蒸気爆発の軽視

御嶽山の爆発は、火山学者らの分類では水蒸気爆発であったが、水蒸気爆発はいわゆるマグマ火山爆発に比べ火砕流を伴わないなど影響、被害が少ないとされ、従来の予知、警報・警戒レベルの検討等の対応については、マグマ火山爆発に比べて相対的に軽視されてきた。

③ 死亡原因の多くは噴石衝突であった

水蒸気爆発は上述の理由により火山学者、気象庁などに軽視されてきたが、御嶽山水蒸気爆発に伴う事故では、水蒸気爆発によって生ずる噴石（直径はさまざまあり）が登山者の頭部等に衝突したことが死亡の主たる原因であったことがわかっている。その他少数ではあるが高濃度の硫化水素ガスなどの吸引による死亡もあったとされている。

④ 火山噴火の測定

日本の火山では気象庁、大学、自治体などにより常時の各種の振動波やGPSなどによる位置のズレなどが計測され、計測結果は無線通信（通常、超短波、極超短波などの無線）を使ったデータの送受信により気象庁、大学、自治体などの関係者に送られ記録される仕組みになっている。

ただし、同一火山に設置した地震計などの測定器による測定データは、一旦気象庁に送られ、その後、一元的に大学関係者、自治体などに専用回線（有線）で送られている。

⑤ 噴火警戒レベルの周知

噴火警戒レベルの通報は、気象庁から関係自治体に連絡が行き自治体はそれを受けた後、関連基礎自治体の担当者が登山口、あるいはホームページなどで通知連絡のあったレベルを登山者に周知させている。

⑥ 噴火警戒レベルは何によって決められているのか？

2007年に気象業務法の改正があり、以降、レベルは気象庁、大学などの専門家の経験、知見などによる判断より、設置された複数の各種測定データをもとに、ほぼ自動的に決めることになったとされている。これに対し、改正当時、当時、大学などの専門家から反対があった。

⑦ なぜ噴火警戒レベルをレベル2以上にできなかったのか？

もし、登山前、登山直前にレベルが2であったとすれば犠牲者の数は大幅に減ったはずである。なぜ、レベルを2にしなかったのかが問われる。

原理的に理由として考えられるのは、御嶽山に設置されていた各種の地震計を含む測定器から気象庁などに送られてくるデータを改正気象業務法の規定により判断しレベル2とするに至らなかったことが考えられる。

⑧ その理由は？

レベルを2としなかった理由として考えられるのは、改正気象業務法の規定によって複数設置された各種の測定データによってレベルを設定する方法に問題があったのではないかとすることがある。

次に、研究者、気象庁が水蒸気爆発を軽視していたことにより、データからレベルを設定する閾値（評価）に齟齬があったのではないかと推察される。

さらに、もとより御嶽山山頂に設置されていた複数の地震計などの測定器の設置場所、設置数が少ないなどの課題があったのではないかと推察される。

仮に気象庁、大学、自治体それぞれの測定器があったとしても、それらの測定器の維持管理状態が悪く、結果的に重要なデータの欠測があり、噴火警戒レベルの検討に役立っていなかったのではないかと推察される。

⑨ 火口付近の測定器の故障

事故後の新聞記事によれば、御嶽山頂の火口近くに設置されていた長野県の地震測定器などが約1年前から故障あるいは不具合であったにもかかわらず、測定器が修理されたり新たなものに替えられたりすることなく放置されていたとされている。

それにより事故当日はもとよりそれより1年も前から御嶽山頂の火口近くの測定器からのデータが欠測となっており、レベルの設定を担当する気象庁などにデータが到着していなかったことがある。

⑩ 仮説の設定

そこで、もし上記（⑨）が事実であった場合、仮説として長野県の御嶽山山頂火口付近に設置していた測定器が正常に稼働していたら、気象庁の総合評価が噴火警戒レベル2以上となった可能性はないのかということが考えられる。

⑪ 改正気象業務法にもとづく妥当性の検証

そこで、過去約10年にさかのぼり、長野県が火口近くに設置している測定器の稼働状況、およびもし、測定器が稼働していた場合、当該測定器の値を加味した上でのレベル設定がどうなっていたのかを検証することがきわめて重要なものと考えられる。

8. 仮説に基づく検証

8-1 関連データの入手

筆者等は、上記の仮説を検証するために、2015年より概ね過去10年間にわたり、長野県が御嶽山山頂火口付近に設置していた測定器が故障する以前の測定値を入手するとともに、気象庁などが設置し、継続的に測定してきたデータとの比較を試みることにした。

当初、気象庁に対し過去約10年間の御嶽山に関する設置場所毎、測定項目別の全測定データの情報提供さらに情報開示請求を試みるとともに、長野県に対しても関連する情報の提供及び開示を求めた。これらは遺族関係者名により行った。

長野県からは、測定データ以外の関連する情報の提供があったが、気象庁からは関連する測定データは膨大であり、かつ磁気媒体のフォーマットに対応して測定データを依頼者にDVDなどの媒体で提供するためには、合計120万円の処理実費がかかるという返答があった。120万円という金額を事故原因の究明を求める遺族関係者に提示した気象庁も気象庁であるが、仮に膨大な生データを入手しても、その後の処理をどうするかという問題が生じた。

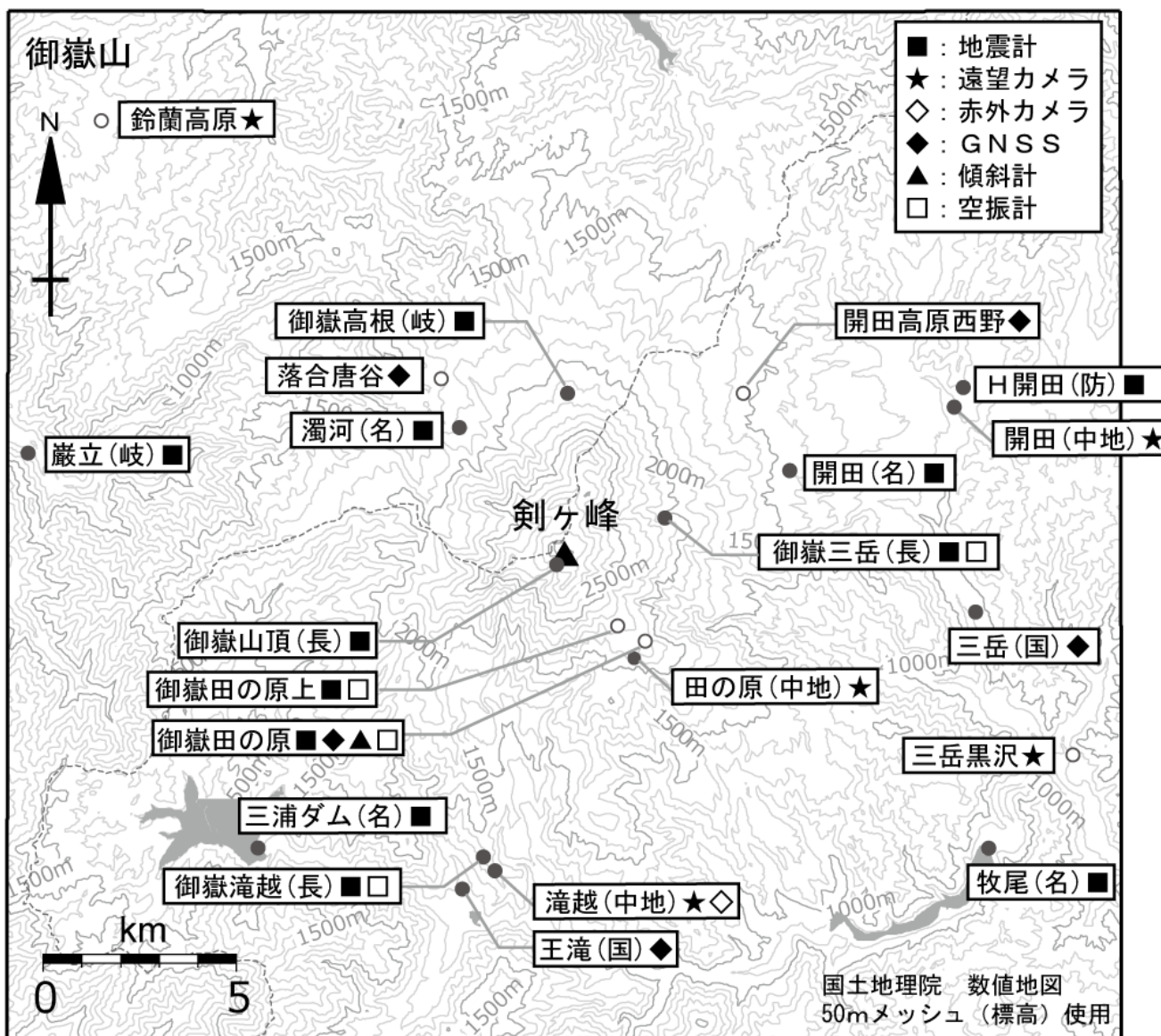
すなわち、DVDで生データの提供を受けても、その後、フォーマットを解析し、仮説の検証に必要なデータを得るためには、相当な時間を要することが分かった。

そのため気象庁からの情報提供、情報開示を受けることを断念するとともに、それらの大部分のデータを
 得ている大学関係者から遺族関係者を通じて得ることを考えた。しかし、その場合でも、過去10年間の測
 定箇所別、測定機器別の全データとなるとやはり膨大となるので、仮説とその検証において必要となるデー
 タを大学関係者に集計してもらった後、提供を受けることとした。

これには紆余曲折し、半年以上の時間がかかったが、初期の目的を達成するため、すなわち仮説を検証す
 るためのデータの主要部分を2015年の秋に大学関係者から得ることが出来た。

8-2 仮説の検証

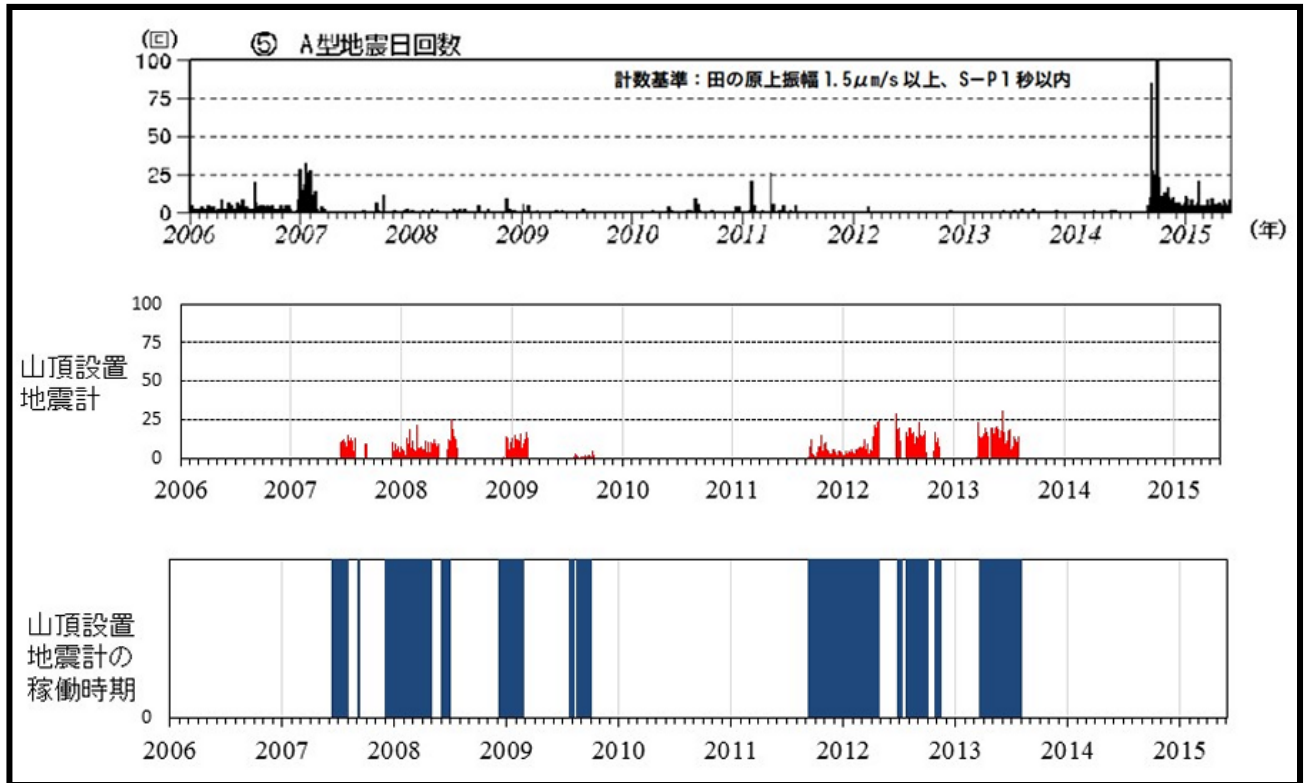
当初、入手したデータは長野県が御嶽山山頂火口近くに設置した地震測定器が稼働していた期日とそれ以
 外ではほぼ連続して稼働していた田の原上に設置された地震測定器（以下の地図参照、気象庁設置）が稼働し
 かつ地震日回数を記入したものであった。なお、下の地図に両方の測定点を含む御嶽山に設置されてきた測
 定器の種類と測定地点名を示す。出典は気象庁資料である。



小さな白丸 (○) は気象庁、小さな黒丸 (●) は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。
 (国) : 国土地理院、(中地) : 中部地方整備局、(防) : 防災科学技術研究所、(名) : 名古屋大学、
 (長) : 長野県、(岐) : 岐阜県

しかしながら、当初の目的を達成するためには、長野県が御嶽山山頂火口近くに設置した地震測定器が稼働していた期日だけでなく、地震日回数データがなければならぬ。そこで再度、遺族関係者を通じて大学関係者に長野県が御嶽山山頂火口近くに設置した地震測定器が稼働していた期日だけでなく、地震日回数データを求めるよう依頼した。

その結果、2015年10月に上記のデータを手に入れることができたのである。それらのデータを解析し一枚に集約したものを以下に示す。以下の図では、一番上が田の原上の測定器による振幅 $1.5\mu\text{m/s}$ 以上、S-P1秒以内の地震日回数の10年分のデータ、上から二つ目が長野県が御嶽山山頂火口近くに設置した地震測定器が稼働していた地震日回数の10年分のデータ、そして三つ目が長野県が御嶽山山頂火口近くに設置した地震測定器が稼働し振動が記録された期日の10年分のデータである。



出典：生データより：環境総合研究所 鷹取敦 作成

結果を見ると、長野県の山頂測定器が稼働していた時期には、田の原上の測定器にほとんど出現していない多くの地震日回数が出現していることが判明した。上記二つ目の赤色のデータである。これが意味するところは、仮に山頂以外の測定器で振幅 $1.5\mu\text{m/s}$ 以上、S-P1秒以内の地震がほとんど観測されていない場合でも、山頂の測定器では一日に25回を越す地震があったことが分かる。

この事実をもとに仮説を検証してみると、もし、長野県の山頂測定器（地震計）が稼働していれば、大噴火以前に一日に50回を超す、さらには100回を超すデータが山頂の地震計から得られていた可能性は高いものと推察できる。

となれば、気象庁は長野県の山頂測定器データをもとに、改正気象業務法の規定下であっても噴火警戒レベルを2に上げることもありえると推察できるのではないかと推察できる。

註：なお、本稿では遺族関係者氏名及び大学関係者名については匿名とするものとする。

<引用・参考文献>

- ・ピーター・バクスター、火山爆発による噴石災害、火山の百科事典、1999年、1417p
- ・御嶽山と大違い 犠牲者ゼロだった有珠山噴火の「対応」、日刊ゲンダイ、2014年10月4日
- ・北大名誉教授が気象庁の対応を批判「明らかな前兆があった」御嶽山噴火、ZAKZAK、2014年10月3日
- ・御嶽山頂の地震計、昨夏から故障 噴火時、観測できず 熊井洋美記者、朝日新聞、2014年9月30日
- ・御嶽山（大滝村滝越地籍）地震観測機器の不具合について、2013年6月26日付 某大学学から長野県へのメール、長野県への情報開示請求により入手
- ・気象庁、御嶽山 観測点配置図、平成24年（2012年）1月1日更新
- ・気象庁、各火山のリーフレット、噴火警報レベルを2に上げる基準は、御嶽山なら火山性微動の発生、火山性地震が1日50回以上、山の膨張を示す地殻変動、噴煙量や火山ガスの放出増加
- ・気象業務法の改正等についてー12月1日噴火警報の運用開始ー、平成19年12月20日
- ・石原 和弘（京都大学防災研究所）、火山現象の理解と火山噴火の予知
- ・御嶽山噴火、共に学ぶ 木曾町が学習会、専門家や遺族参加、信濃毎日新聞、2015年3月16日
- ・日本の火山：噴火警戒レベルを2に引き上げる主な基準一覧、毎日新聞、2015年11月10日