

御嶽山噴火災害発生に伴う 現地調査について

竹中潤・本多亮・原田昌武・萬年一剛・松沢親悟
(神奈川県温泉地学研究所)



2014（平成 26）年 9 月 27 日に発生した、長野・岐阜県境に位置する御嶽山の噴火では、山頂付近にいた多くの登山者のうち 57 名が死亡、6 名が行方不明（2014 年 10 月 23 日消防庁災害対策本部まとめ）となり、1991 年の雲仙岳噴火による被害（死者・行方不明者 43 名）を超える、人的被害としては戦後最悪の火山災害となりました。

神奈川県では、このような状況を踏まえ、県の火山災害対策の参考とするため、県安全防災局、県警察本部及び温泉地学研究所（以下、温地研という）による合同調査チームを編成し、2014 年 10 月 30 日に長野県、長野県警察本部、陸上自衛隊から災害応急対策などの聞き取り調査を行うとともに、同 31 日に御嶽山南麓において火山災害の状況確認、写真撮影、試料採取等の現地調査を行いました。本稿では、その現地調査の概要と結果について報告するとともに、今回の噴火で明らかになった課題とその対策について記します。

■御嶽山噴火の概要

気象庁（2014）によると、今回の御嶽山噴火の概要は次のとおりです。

御嶽山は、2014 年 9 月 27 日 11 時 52 分頃に噴火しました。気象庁は、国土交通省中部地方整備局が王滝村滝越（御嶽山剣ヶ峰の南南西約

6 km）に設置しているカメラにより、南側斜面を噴煙が 3 km を超えて流れ下るのを観測（その後の調査で火砕流と判定）（写真 1）、同日 12 時 36 分に火口周辺警報（噴火警戒レベル 3（入山規制））を発表し、火口から 4 km 以内では、大きな噴石等の警戒を呼びかけました。気象レーダーの観測によると、噴煙

は東に流れ、その高度は火口縁上約 7,000 m と推定されています。

この噴火の直前の 11 時 41 分頃から連続した火山性微動（人が感じない程度の強さの、ゆっくりとした地面の揺れ）が発生し、その後振幅の増減を繰り返しながら継続しました（図 1 上段）。剣ヶ峰の南東約 3 km（田の原観測点）の傾斜計では、火山性微動発生直後の 11 時 45 分頃から山体が膨張する傾向を示す山側上がりの変化が、11 時 52 分頃から山体が収縮する傾向を示す山側下がりの変化が観測されており、噴火は、山側上がりから山側下がりの変化に変わった頃に始まったものとみられています（図 1 下段）。

9 月 28 日に気象庁が中部地方整備局及び陸上自衛隊の協力で実施した上空からの観測（写真 2）では、剣ヶ峰山頂の南西側で北西から南東に伸びる火口列（図 2）から活発な噴煙が上がっていることが確認され、赤外熱映像装置による観測でそれらの火口付近の高温域が確認されました。噴火はこの火口列から発生

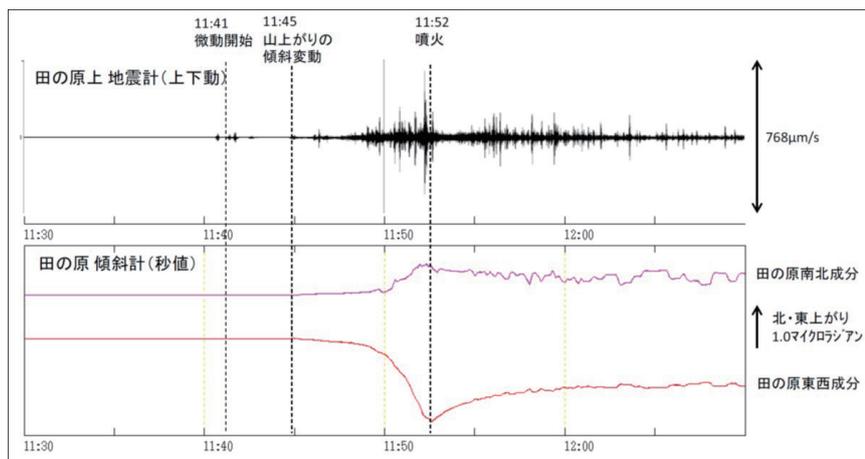


図 1 御嶽山噴火発生時の震動データ及び傾斜データの状況。

火山性微動の発生に伴い、剣ヶ峰山頂の南東 3 km の田の原観測点で北西上がり（山側上がり）の変化を、その約 7 分後の 11 時 52 分頃に南東上がり（山側下がり）の変化を観測した。なお、南東上がりの変化には火山性微動等による変動も含まれている。気象庁（2014）より。

したとみられ、大きな噴石が火口列から1 km の範囲に飛散していることが確認されています。火砕流が流れた地獄谷付近で、樹木等が焦げたような痕跡は認められていません。

気象庁が降灰の拡がりについて聞き取り調査を行った結果、御嶽山の西側の岐阜県下呂市萩原町から東側の山梨県笛吹市石和町にかけての範囲で降灰が確認されました(図3)。また、東京大学地震研究所の現地調査によると、御嶽山の北東山麓を中心に降灰が確認されています。産業技術総合研究所の分析によると、噴出した火山灰には新鮮なマグマ由来の物質は認められなかったことから、今回の噴火は、火山の地下深くにあるマグマに起因するマグマ噴火やマグマ水蒸気噴火といった噴火タイプではなく、地下の浅い場所にある高温の地下水(以下、熱水という)や火山ガスに起因する水蒸気噴火のタイプであったと考えられています。

9月27日の噴火以降、火山灰を噴出するような噴火が続いていまし



写真 2 御嶽山山頂付近の状況。
2014年9月28日14時36分、陸上自衛隊の協力により気象庁が山頂南西側の上空から撮影。

たが、噴煙に含まれる火山灰の量は次第に少なくなり、10月10日21時過ぎからは、噴煙に火山灰を含むことを示す有色の噴煙は観測されていません。

御嶽山で噴火が発生したのは、2007(平成19)年3月下旬のごく小規模な噴火以来でした。

今回噴火が発生した9月27日は、秋の紅葉シーズンの最中で、しかも

晴天の土曜日のお昼時とあって、山頂付近には多くの登山客が訪れており、そのため前述のような甚大な人的被害を招く結果となってしまったと言えるでしょう。

■今回の現地調査の概要

本合同調査チームによる御嶽山現地調査は、2014年10月31日に

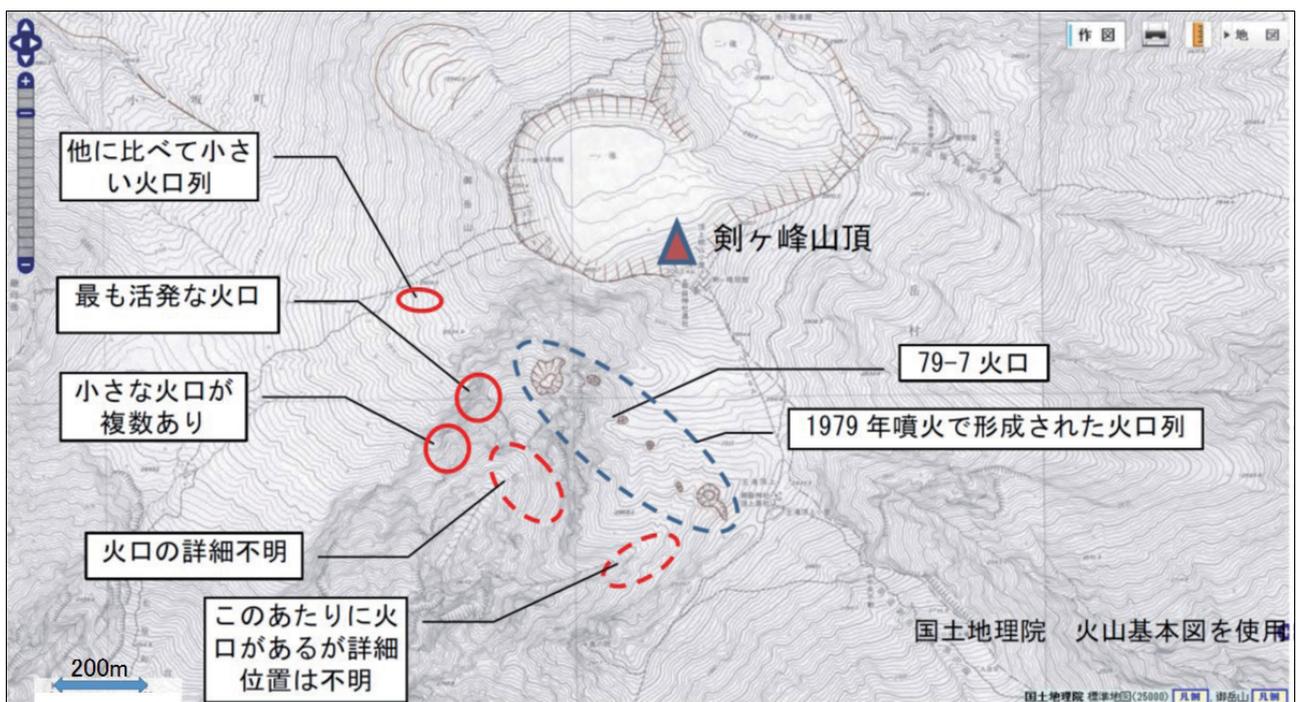


図 2 御嶽山火口位置。 剣ヶ峰山頂の南西側に北西から南東に伸びる火口列が形成されていた。気象庁(2014)より。

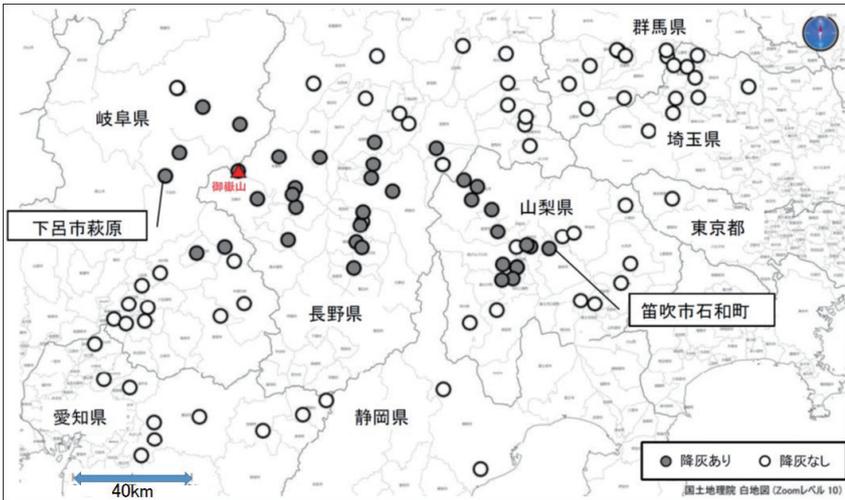


図3 気象庁の聞き取り調査による降灰の状況(2014年9月28日16時現在)。山の西側の岐阜県下呂市萩原町から東側の山梨県笛吹市石和町にかけての範囲で降灰が確認された。気象庁(2014)より。

実施しました。同チームは、県安全防災局災害対策課から3名、県警察本部危機管理対策課から2名、同交通規制課から2名、そして温地研から筆者らのうち3名(竹中、本多、原田)の計10名で構成され、乗用車2台に分乗して、以下の地点で調査等を行いました。

(1) 「国民の森展望台」における遠望観測

林野庁木曽森林管理署(王滝治山

事務所)の許可を得て、御嶽山剣ヶ峰山頂の南約7.5kmにある「国民の森展望台」(図4の(1)の地点)に行き、そこから御嶽山の遠望観測(可視及び熱赤外画像による写真撮影)を行いました(写真3)。当日はあいにくの曇天のため、山頂付近は雲に覆われ目視することはできませんでしたが、剣ヶ峰の南西約0.3kmに位置する地獄谷の噴気(今回の噴火以前から存在するもの)は

確認できました(写真4)。

この展望台には、1984(昭和59)年の長野県西部地震の際に御嶽山南斜面の山体が崩壊して発生した「御嶽崩れ」と呼ばれる土石流災害と、その後の復興工事事業の資料が掲示されていました。この資料には、御嶽山南麓を刻む濁沢、伝上川という谷筋を膨大な量の土砂が流れ下ったことが示されていました。今回、我々がこの展望台から見たところ、これらの谷筋を流れる水は何れも灰色に染まっており、今回の噴火の際には、「御嶽崩れ」による土石流と同じ谷筋を、今度は火砕流や火山灰などの火山噴出物が流れ下ったことが分かります(写真5、写真6)。

(2) 濁川における火山灰採取

「国民の森展望台」の東約0.2km付近に位置する、濁川(濁沢と伝上川の合流地点の下流にあたる地点)の河原(図4の(2)の地点)で、写真撮影及び火山灰とみられる堆積物の採取を行いました(写真7、写真8)。

河原は全体に灰色で細粒の堆積物で覆われており、その厚さは場所



図4 本合同調査チームが調査等を行った地点。

(1) 国民の森展望台(遠望観測地点)、(2) 濁川(火山灰採取地点)、(3) 松原スポーツ公園、(4) 太陽の丘公園。国土地理院のウェブ地図「地理院地図」(<http://maps.gsi.go.jp/>)を元に作成。

写真 3 (右)

「国民の森展望台」からの御嶽山遠望観測の様子。
2014年10月31日、温泉地学研究所撮影。



写真 4 (左)

「国民の森展望台」から御嶽山方向を望む。2014年10月31日、温泉地学研究所撮影。

- (a) 御嶽山の全景写真。
 - (b) (a) の枠内の拡大写真。
- 破線円内は地獄谷の噴気。

写真 5 (右)

昭和 59 年 (1984 年) 長野県西部地震による御嶽山の山体崩壊「御嶽崩れ」の様子。飯田市ホームページ (<http://www.city.iida.lg.jp/uploaded/attachment/1960.jpg>) より。



写真 6 (左)

「国民の森展望台」から御嶽山方向を望む。2014年10月31日、温泉地学研究所撮影。手前左側の川が濁沢、右側の川が伝上川。何れも灰色の水が流れていた。



写真7 (左)

濁川（写真左側奥にある濁沢と写真右側奥にある伝上川の合流地点の下流付近）の河原から御嶽山方向を望む。2014年10月31日、温泉地学研究所撮影。

河原は一面、川を流れてきた火山灰とみられる灰色の堆積物で覆われていた。

写真8 (右)

濁川の河原で火山灰とみられる堆積物を採取する様子。2014年10月31日、温泉地学研究所撮影。



写真9 (左)

濁川の河原を覆う火山灰とみられる堆積物。2014年10月31日、温泉地学研究所撮影。

堆積物の厚さは数十 cm 程度あった。

写真10 (右)

濁川の河原の火山灰とみられる堆積物。2014年10月31日、温泉地学研究所撮影。水分を多く含んだ場所では、足が抜けなくなることも。



によっては数十 cm 程度ありました (写真9)。堆積物は、一部表面が乾いてさらさらとした砂状になっている場所もありましたが、河原のものは、ほとんどは水分を含んでしっとりとした粘土状のもので、このような場所でうっかり足を踏み込むと、なかなか足が抜けないこともありま (写真10)。

興味深かったのは、濁川の本流を流れる水は灰色に濁っていたのに対し、その南側から流れ込む小さな支流の水はほとんど透明だったことで



写真11 濁川の本流（写真奥）に流れ込む小さな支流（写真手前）。2014年10月31日、温泉地学研究所撮影。本流を流れる水は灰色に濁っているのに対し、支流の水はほとんど透明だった。



写真12 王滝村「松原スポーツ公園」の様子。2014年10月31日、温泉地学研究所撮影。



写真13 王滝村「松原スポーツ公園」の様子。2014年10月31日、温泉地学研究所撮影。

す (写真11)。おそらく山頂近くに広い流域を持つ本流には多くの火山灰が流れ込み、山頂から離れた狭い流域の支流には、あまり火山灰が流れ込んでいないことによるものだろうと推察されます。

(3) 王滝村「松原スポーツ公園」における視察

剣ヶ峰の南南東約7.5kmの王滝村松原地区にある「松原スポーツ公園」(図4の(3)の地点)を訪れ、施設内の状況の視察と写真撮影を行いました(写真12)。ここは今回の噴火直後に登山者等の救出活動を行った自衛隊のヘリコプターや車両の前線基地となった場所でしたが、訪問時は既に全て撤収された後でした。

この場所では火山灰とみられる堆積物はほとんど認められませんでした。屋外の水飲み場付近にだけは火山灰とみられる堆積物が残っていました(写真13)。おそらく山頂での救出作業から戻った自衛隊員の方々が、靴などに付いた火山灰を洗い流した跡ではないかと想像され、山頂でのご苦労が偲ばれました。

(4) 木曾町「太陽の丘公園」における献花・黙祷

剣ヶ峰の東南東約12.5kmの木曾町三岳地区にある「太陽の丘公園」

(図4の(4)の地点)を訪れ、園内に設置された今回の御嶽山噴火による犠牲者慰霊のための献花台に献花し、本合同調査チーム全員で黙祷を行いました(写真14)。献花台には多くの献花のほか、折り鶴や飲み物などが供えられており、犠牲となられた方々のご冥福をお祈りするとともに、このような災害が二度と起こらぬよう、業務を通して少しでも貢献しなければとあらためて心に誓いました。

■遠望観測の結果

国民の森展望台から御嶽山方向を遠望観測(可視及び熱赤外面像による写真撮影)した結果を写真15に示します。写真15(a)の画像は可視画像で、人間の目で見える波長の光(可視光)で見た通常の画像です。一方、写真15(b)の画像は同じ場所の熱赤外面像です。熱赤外面像とは、可視光よりも長い波長の光である赤外線で見えた画像のことです。熱赤外面像では、相対的に表面温度が高い場所が赤などの暖色系の色で、表面温度が低い場所が青など



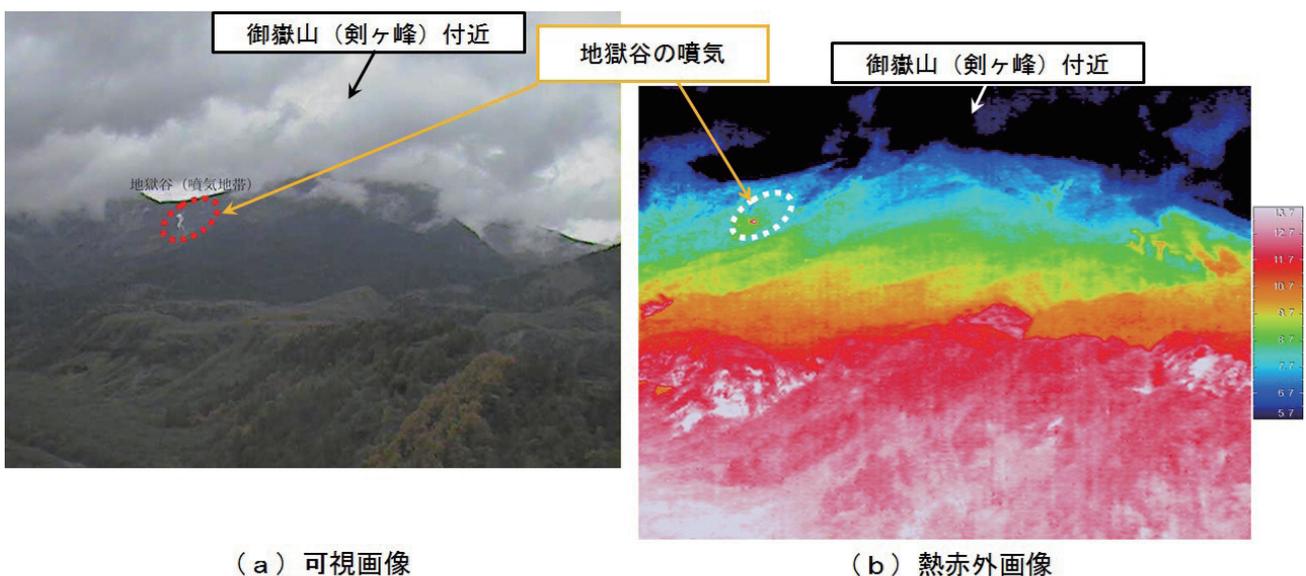
の寒色系の色で表示しています。

残念ながら当日はあいにくの曇天のため山頂の剣ヶ峰付近は雲に覆われ、今回の噴火により新たに生じた噴火口や噴煙は、可視画像、熱赤外面像ともに、確認することはできませんでした。

しかし、剣ヶ峰の南西約0.3kmに位置する地獄谷から立ち上る噴気は確認することができました。この噴気は今回の噴火以前から存在するもので、可視画像でこの噴気が認め

られる場所は、熱赤外面像で見ると周囲よりも表面温度が高いことが分かります。山頂付近に雲さえなければ、今回の噴火口付近でも、このような高温な場所が観測できたと思いますので、とても残念でした。

なお、熱赤外面像からは、山の低い所では温度が高く、高い所に向かうほど次第に温度が低くなっていることが分かります。これは山の気温の分布を反映しているものと考えられます。



(a) 可視画像

(b) 熱赤外面像

写真15 「国民の森展望台」からの遠望観測写真。2014年10月31日、温泉地学研究所撮影。(a) 可視画像、(b) 熱赤外面像。熱赤外面像で見ると地獄谷の噴気地帯が周囲より高温であることが分かる。

■火山灰分析の結果

濁川の河原で採取した火山灰とみられる灰色・細粒の堆積物は、温地研に持ち帰り、「薄片」の試料にしました。薄片とは、採取した細粒の堆積物をいったん樹脂で固め、それを薄くスライス、研磨して、顕微鏡で見るための薄い板状の試料にしたものです（写真16）。その薄片試料の顕微鏡写真を写真17に示します。写真17（a）が通常（偏光なし）の画像、写真17（b）は偏光フィルターを通して見た（偏光あり）画像です。試料には、噴気地帯で変質した岩片（alt）のほか、変質していない岩片（li）、斜長石（pl）が含まれていました。なお、丸く見えるのは樹脂の気泡（v）で、噴出物とは関係ありません。

御嶽山の噴火は、もともと噴気活動が活発な噴気地帯で発生したので、飛ばされてきた火山灰も、噴気地帯の岩石が多いものと予想していました。噴気地帯の岩石とは変質した岩石のことで、写真17で見られるように採取した試料に多く含まれています。しかし意外なことに、同

じ試料には変質していない岩片や、斜長石も含まれていました。岩片は御嶽山の過去の火山活動により生成された火山岩と考えられますが、噴気地帯では変質作用を受けるため、そのままの形で残ることは難しいと考えられます。また、斜長石は御嶽山の火山岩に含まれる鉱物で、変質に弱いので、噴気地帯ではあまり残っていないと考えられました。

噴気地帯ではあまり含まれないと考えていた物質が入っているので、最初は採取地点が河原だったことから川砂が混じったのだと考えまし

た。しかし、その後、2014年10月3日に御嶽山東方約8.2kmの鹿ノ瀬温泉付近の道路上で秋田大学の林信太郎教授により採取された火山灰試料を、箱根ジオミュージアムの山口珠美さんから提供して頂きました。この試料は、今回の噴火発生から6日後の早い時期に採取されたものであることから、他の物質の混入は少ないものと考えられます。ところが、この試料も薄片にして顕微鏡で観察したところ、変質していない岩片や斜長石が含まれていました。つまり、今回の噴火は噴気地帯の

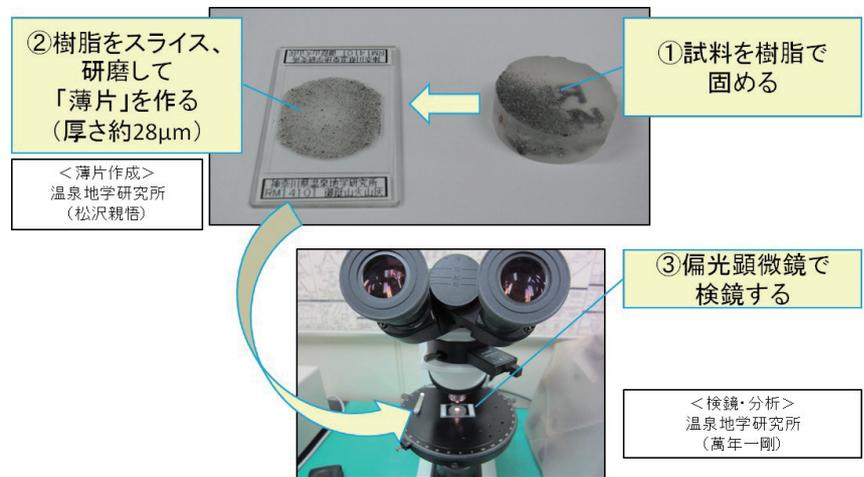
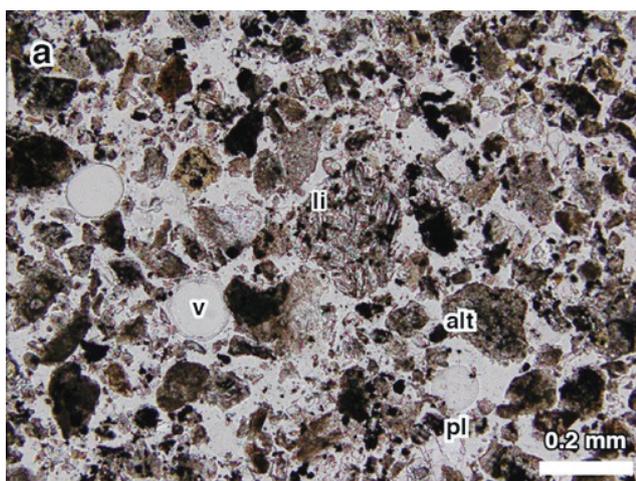
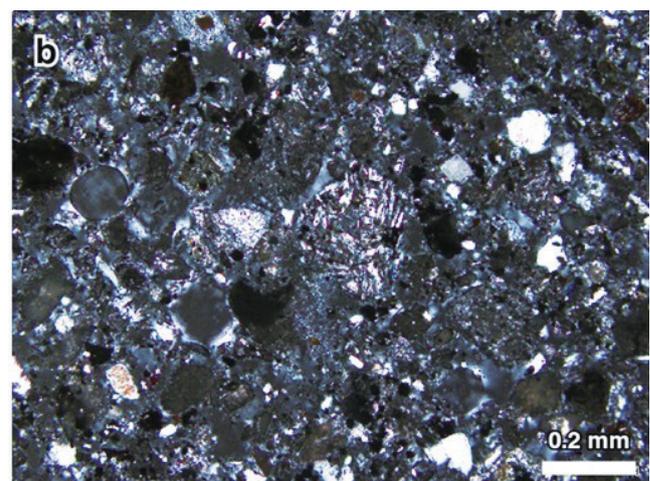


写真16 火山灰の薄片作成と顕微鏡分析。

①試料を樹脂で固め、②薄片を作成し、③それを偏光顕微鏡で検鏡する。



(a) 偏光なし画像



(b) 偏光あり画像

写真17 濁川で採取した火山灰とみられる堆積物（薄片）の顕微鏡写真（2014年10月31日、温泉地学研究所採取）。

（a）偏光なし画像、（b）偏光あり画像。alt：変質した岩片、li：変質していない岩片、pl：斜長石、v：樹脂の気泡。（検鏡・撮影：萬年一剛）

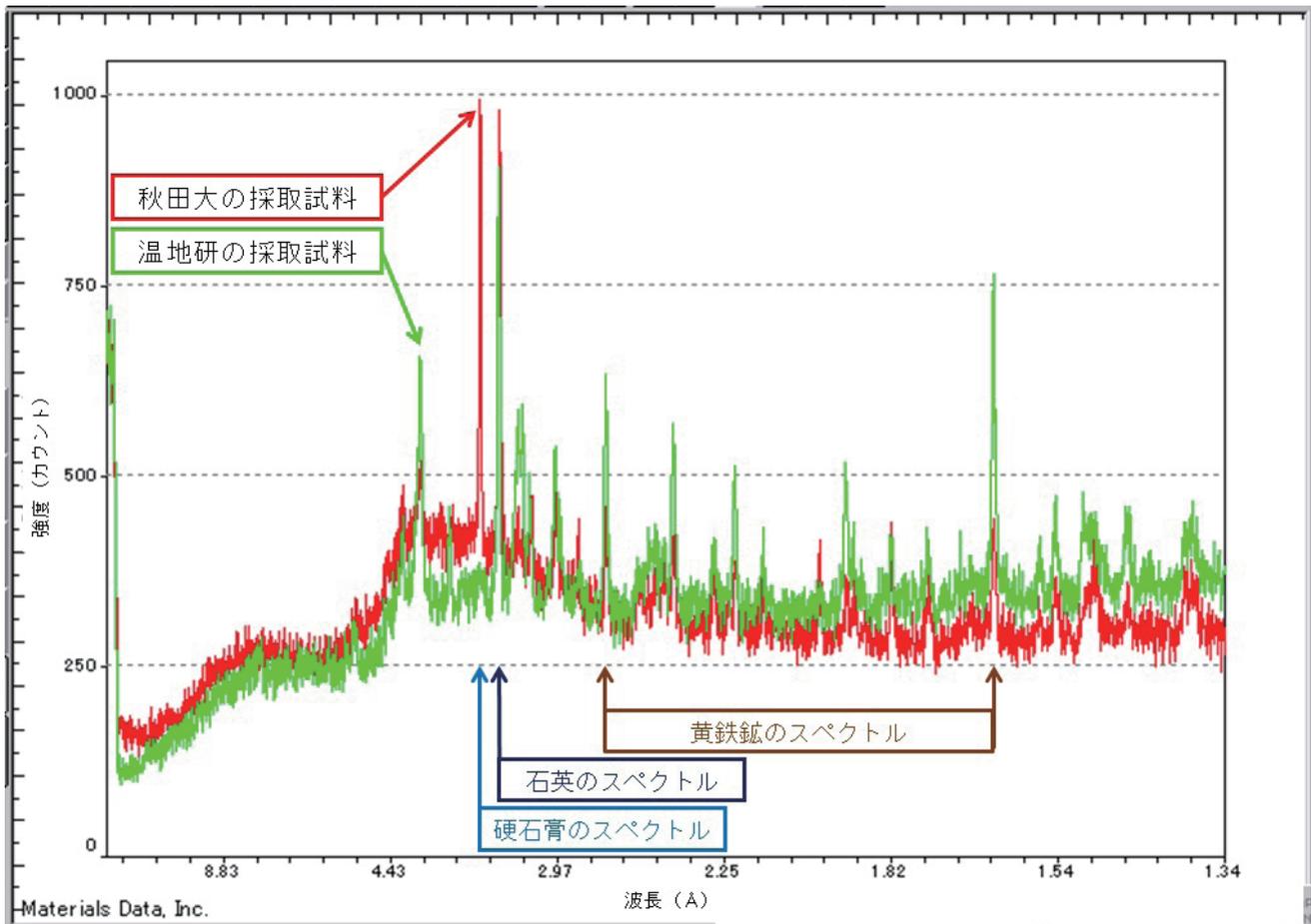


図5 薄片試料のX線回折装置を用いた成分分析結果（分析：萬年一剛）。

緑色：温地研採取試料、赤色：秋田大採取試料。秋田大試料は硬石膏に富むが、温地研試料にはそれが見られない。

表面にある変質した岩石を吹き飛ばすだけでなく、より深い所にある御嶽山を構成する変質していない火山岩も粉々に砕いて吹き飛ばしたことが分かりました。今回の水蒸気噴火では大きな噴石がたくさん飛ばされて来たのが印象的でしたが、火口の中では爆発で深いところにある火山岩が粉々に砕けたことがわかり、改めて噴火の力強さが感じられました。

温地研が採取した試料と林教授が採取した試料については、更にX線回折装置を用いて構成物質を確かめてみました。これは試料にX線を照射し、その回折パターンから試料に含まれる鉱物組成を分析するものです。分析の結果、いずれの試料にも石英、黄鉄鉱といった鉱物が含まれることが確認できました（図5）。

二つの試料は似ていますが、違いも見られました。林教授の試料には硬石膏や石膏が含まれている一方、温地研の試料にはこれらが含まれていないのです。これは、温地研の試料が河原から採取したもので、川の水に硬石膏や石膏が溶けて出て行ってしまったためと考えられます。

■今回の御嶽山噴火で明らかになった課題と今後の対策

今回の御嶽山噴火が人的被害としては戦後最悪の火山災害となってしまったことの原因の一つは、噴火の直前までその予兆とみられる現象を捉えることが出来なかったことにあるでしょう。これは、今回の御嶽山の噴火タイプが、前述のように水蒸気噴火だったことによります。

マグマ噴火やマグマ水蒸気噴火で

は、火山体地下深くのマグマが地表近くまで上昇することより噴火するため、事前に火山体の深い所から浅い所までの広い範囲で、地震活動の活発化や山体膨張などの地殻変動が観測されることが期待されます。そのため、火山体周辺の広い範囲で観測すれば、噴火の事前予測はある程度可能であろうと考えられています。

一方、水蒸気噴火は、火山体表層の局所的な浅い場所での熱水や火山ガスの膨張による噴火タイプであるため、噴火口になる可能性の高い場所の近傍で高精度の観測をしない限り、事前の予兆を捉えることは困難だと考えられます。

今回の御嶽山噴火で新たに噴火口ができた剣ヶ峰付近から、噴火の約11分前に予兆とみられる火山性

微動を観測した田の原上観測点までは約2 km、約7分前に山体膨張を示す傾斜変動を観測した田の原観測点までは約3 kmの距離がありました。この距離での観測では、予兆となる観測データの変化がある程度大きくなるまでは異常が検出できず、結果的に、噴火直前まで予兆を捉えることが出来なかったものと考えられます。

水蒸気噴火タイプの噴火は、国内の他の多くの火山でも発生する可能性があり、温地研が観測・研究対象としている箱根火山もその例に漏れません。水蒸気噴火の予兆となる火山性微動などの僅かな変化を、できるだけ早く捉えることこそが、今回の御嶽山噴火で明らかになった課題の一つと言えるでしょう。

温地研では、箱根火山における水蒸気噴火の予兆をできるだけ早く捉えるべく、平成27年度に新たに箱根山の噴気地帯の近くに長周期地震計を2基、さらに平成28年度にも2基整備する計画を立てています。長周期地震計とは、通常の地震計で測定できる周期よりも長い周期の地震動を測定することができる特殊な地震計で、これにより、熱水や火山ガスの動きにより発生すると考えられる長周期の火山性地震や火山性微動を捉えることが出来るようになる

と期待されます。また、この他にも、熱赤外カメラや火山ガス観測装置の再配置による火山表面現象の監視強化、GPS観測点の増設によるより詳細な地殻変動の監視、人工衛星搭載の合成開口レーダー（SAR）による面的な地殻変動の監視、関係機関の各種観測データの統合による火山活動監視強化などを今後目指していきます。

■おわりに

戦後最悪の火山災害となった今回の御嶽山噴火は、これまで箱根火山を研究対象にしてきた我々にとっても、水蒸気噴火予測の難しさをあらためて痛感させる、非常にショックな出来事でした。しかし、我々はこのことを教訓に、今後も箱根火山における観測の充実とより詳細な火山活動の把握、よりの確な火山活動の予測を目指していくつもりです。そしてその成果は、箱根火山のみならず、他の火山にも適用してもらえるようにし、今後二度と今回のような火山災害が起こることがないように、なお一層の努力をしていきたいと心に誓っています。

最後に、あらためて今回の御嶽山噴火による犠牲者の方々のご冥福をお祈りいたします。

■謝辞

本現地調査の実施に際し、長野県危機管理防災課には災害発生時の現地の状況や防災対応に関する情報を提供いただき、林野庁木曾森林管理署には管理区域内での調査にあたり便宜を図っていただきました。また、本合同調査チームに参加いただいた神奈川県安全防災局災害対策課の片山真応急対策担当課長、小野勝敏主幹、野亀真誠主事、神奈川県警察本部危機管理対策課及び交通規制課の皆様には本現地調査の計画及び実施において大変お世話になりました。秋田大学の林信太郎教授には箱根ジオミュージアムの山口珠美氏を通して比較のための火山灰試料を提供いただきました。記して感謝申し上げます。

■参考文献

消防庁災害対策本部（2014）御嶽山の火山活動に係る被害状況等について（第37報），1-3。
気象庁（2014）2014年9月の御嶽山の噴火、平成26年10月地震・火山月報（防災編），54-61。