

# 「水蒸気噴火のメカニズムに関する国際ワークショップ」の開催

萬年一剛

(神奈川県温泉地学研究所)

## ■ はじめに

2020年1月15・16日に、温泉地学研究所は生命の星・地球博物館と共同して「水蒸気噴火のメカニズムに関する国際ワークショップ」を開催しました。当時はダイヤモンド・プリンセス号での集団感染にはじまる世界的コロナ禍の直前で、今となっては夢のようですが、海外から6名の研究者を招待して、活発な議論を展開することができました。その後1年以上、地球科学系の学会や研究集会のほとんどがリモート開催となっています。現在も、コロナ禍後の学术交流のあり方を見通すことは出来ませんが、元のような交流が可能になることを祈りつつ、今後の参考にもなるよう、集会のご報告をしたいと思います。

## ■ 2015年噴火と温泉地学研究所

箱根山では2015年6月29日に、水蒸気噴火が発生しました。この噴火は噴出量が約100トンと、ごく小規模なものでしたが、噴火の約3ヶ月前の4月初め頃から山体の膨張が観測され始め、4月末には地震活動が活発化、5月3日には大涌谷で蒸気を採取している井戸のひとつが、激しく噴気を上げはじめました。こうした火山活動の高まりが観測されたことから、気象庁は5月6日に噴火警戒レベル2を発表し、あらかじめ定められたとおり大涌谷園地とその周辺が警戒区域に指定され、一般の立入ができなくなったほか、神山など周辺のハイキングコースも閉鎖されました。

一般に、水蒸気噴火は噴火前の前兆的な活動が明瞭でないのが特徴で、御嶽山の2014年噴火や、草津白根山(本白根)の2018年噴火で死者やけが人が出たのは、前兆的な活動が明確でなかったり、微弱であったため、噴火が起きる可能性を認識できず、火口近傍への立入制限が行われなかったためです。箱根山のように、「賑やかな前兆現象」を伴う水蒸気噴火は珍しいと思います。幸いにして当所の充実した観測網により噴火前後の一部始終のデータが取得できたことから、噴火にいたるプロセスについての研究が進み、そうした成果や関連する研究の論文をまとめる特集号が、日本火山学会など日本の地球惑星科学系の5学会が共同で出版する国際学術誌、Earth, Planets and Space 誌(以下EPS誌)で発刊されました(<https://www.springeropen.com/collections/hkn>)。

一方、箱根山が今後も噴火前に「賑やかな前兆現象」を見せてくれる保証はありません。このため、他の火山の水蒸気噴火事例を研究することは、箱根山の今後の噴火災害防止を進めていく上でも重要です。水蒸気噴火の研究に関する情報収集は、毎年春に開かれる日本地球惑星科学連合大会や、秋に開催される日本火山学会秋季大会など、学会の会合でも可能ですが、水蒸気噴火に特化した研究集会で、深く情報交換や議論をすることが必要だと、とくにEPS誌特集号の編集が進んでくると感じられるようになりました。

## ■ 協賛金を頂く

そのようななか、箱根町内で事業をされている某企業の社長さんから、「2015年の噴火では、温泉地学研究所の研究がとても重要だと言うことがわかった。なにか、研究に役立てるよう金銭的な援助をさせてもらうことはできないか」という申し出がありました。研究集会を開催するとなると、旅費や会場などに費用がかかるので、こうしたお申し出は大変ありがたいことです。当所の管理課に相談すると、県への寄付は、以前は対象の用途や部局を特定する形では行えなかったが、現在は制度的に可能であるということ調べてくれて、協賛金という形でお金を頂いて事業立てするという方式を考えてくれました。

こうして、ごちんまりと研究集会をしたいと所内で提案したところ、加藤所長(以下、所属や役職は当時)から「もっといろんなところから善意のお金を集めて、大きな研究集会にしよう。私も一緒に行脚する。あと、ジオパークとかいろいろな関係者を巻き込んで手伝ってもらおう」という意見をもらいました。このような大規模な国際会議を円滑に準備・運営するためには個人的な努力ではとうていできないので、板寺研究課長を委員長、瀧沢火山対策調整官を副委員長として所内外の関係者から構成される実行委員会を立ち上げました。準備の手始めとして、まず重要なのがお金集めです。そこで、箱根町や小田原市およびその近隣で事業をされている企業や団体に伺ったり、お手紙を出して協賛金の

お願いをしました。また、公益社団法人東京地学協会に国際研究集会の助成金を申請し、助成を受けることができました。加えて箱根町や箱根ジオパーク推進協議会からも、協賛金を頂きました。こうして集められた協賛金や助成金により、国内外からの研究者の招請費や、会場費を含め、ワークショップ開催のための費用を全てまかなうことができました。

## ■ 日程

「水蒸気噴火のメカニズムに関する国際ワークショップ」は研究者向けの集会で、使用言語は英語を用い、招待講演者による口頭発表のみで2020年1月15・16日に実施しましたが、前日の14日には海外からの招待講演者に箱根火山の様子を見ていただき意見を交換する、現地検討会を実施したほか、16日の午後には、県立生命の星・地球博物館 SEISA ミュージアムシアターにて、一般向けに、火山防災に関する国際講演会「火山との共生を目指して」を実施しました。以下、日程と内容を紹介します。

- 現地検討会（1月14日）  
箱根町で防災を担当している菊島

危機管理官、ジオパークを担当している片野副主幹の企画・運営で海外からの招待講演者6名を、当所と箱根町内の各所に案内しました。箱根を研究している4名（神奈川県立生命の星・地球博物館の西澤学芸員と当所の行竹主任研究員と、道家技師、筆者）も参加して、はじめに当所で箱根火山の地形と地質発達史、観測態勢をレクチャーしました。次に、早雲山までバスで移動し、ロープウェイで大涌谷に到着した後、展望台から2015年の噴火口域を観察し、箱根ジオミュージアムで同館の笠間学芸員から大涌谷で行われている温泉造成事業などの説明を受けました。現地では、招待講演者から噴火当日に観測された地震や、噴火前に火口の開口を予測できた地上設置型合成開口レーダーの配置や観測結果について、活発な質問や解釈に関する発言があり、議論されました（写真1）。

その後、箱根関所を訪れ、近傍を走る箱根町断層（活断層）の地形や活動を解説した後、関所の歴史や機能について大和田関所長から解説を受け、招待講演者には近くの新設で箱根寄木細工の制作体験をしてもらいました（写真2）。なお、箱根町の手配により、通訳ガイドのボラン

ティアグループである「小田原・箱根 SGG クラブ」から英語に堪能なジオガイドお二人に同行していただき、英語で歴史文化関係の車中解説や施設での通訳をして頂きました。個人的には、大変流暢な英語でわかりやすく説明されるお二人に、感心するとともに文化や歴史も英語で説明できるよう勉強しなくてはと思いました。

- ワークショップ（1月15日全日・16日午前）

国際ワークショップは湯本富士屋ホテルの会議場で行いました（写真3）。発表人数は1日半で22件、参加者は70名でした。発表内容については当所ホームページで講演予稿集を公開しているので、興味のある方はご覧下さい（[https://www.onken.odawara.kanagawa.jp/volcano-geology/international\\_workshop/](https://www.onken.odawara.kanagawa.jp/volcano-geology/international_workshop/)）。様々な発表を総合すると、(1) 水蒸気噴火が地下深部でのマグマ供給が引き金になっていると認められるケースが多いこと、(2) マグマ供給から噴火までには時間間隔があり、地震や地殻変動などの地球物理学的観測に加え、地球化学的な観測も組み合わせると、その間の熱水系の挙動を理解することが



写真1 大涌谷で地殻変動の観測について説明



写真2 箱根寄木細工の制作体験の様子。職人さんからは独創的なデザインだとほめられた。

重要なこと、(3) 水蒸気噴火の前には熱水の膨脹や移動、沸騰にともなう地殻変動や地震が認められ解析が進展していること、などについて多くの研究者から指摘がありました。前述の通り、水蒸気噴火の予測は困難ですが、こうした指摘を踏まえると、火口近傍での高精度・高頻度の観測によって、水蒸気噴火に至るプロセスが明らかになる可能性があり、予測に向けた研究は今後とも必要だと考えられます。

15日の夕方には、同ホテルの宴会場でレセプションが開催され、53名の研究者が参加しました。研究だけでなく、それぞれの研究者の研究機関や生活の様子、火山観測の話など様々な話題に花が咲き、親睦を深めることができました。

#### ○ 国際講演会「火山との共生を目指して」(16日午後)

ワークショップの終了後、会場を生命の星・地球博物館 SEISA ミュージアムシアターに移し、一般向けの表記講演会が行われました。予想をしてなかったことに定員300名の会場は244名の参加者で埋まり、ほぼ満席と言って良い状態になりました(写真4)。このため、同時通訳の音声を提供するヘッドセットが

足りなくなり、多くの方にご迷惑をおかけする結果となりました。この場で改めてお詫び申し上げます。ヘッドセットは従量制課金なので、経費節約のため低めの見積もりをしてしまったのが原因ですが、こういう催しを開く場合は会場の定員近くまで用意しないとイケないと思えました。

ご講演頂いたのはニュージーランドで火山の研究と監視に責任を持つ機関であるGNSサイエンスのグラハム・レナード博士とサリー・ポッター博士、東京大学地震研究所名誉教授で、現在山梨県富士山科学研究所の藤井敏嗣所長の3名でした。ニュージーランドのお二人からは、2018年12月9日に発生した同国ホワイトアイランドの噴火について、最新の情報が紹介されました。噴火の時の動画や、島に取り残された観光客を救出するために、火山学者が噴火の影響範囲や、可能性評価をして、救出の専門家をサポートした話などは大変な臨場感がありました。またニュージーランドで噴火の前兆的な活動を定量化するために導入されたVUI(volcano unrest index; 火山活発化指数)など、先進的な取り組みが紹介されました。日本では、確率的な噴火予知や噴火の可能性評

価はほとんど試みられていませんが、今後進むべき方向のひとつと考えられ、検討を進めていく重要性が感じられました。火山噴火予知連絡会の会長を長年勤め、日本の火山防災を詳しく知る藤井所長からは、ニュージーランドのように専門家を多数擁する火山監視機関が日本には存在せず、防災対応専門の政府組織もないという指摘がありました。一方、ここ数十年に日本で発生した噴火は歴史的に見ると大規模とは言えず、現状に安住していると将来の噴火に対応できなくなるという危機感が表明されたのは印象的でした。

#### ○ 懇親会

講演会終了後は、箱根DMO(DMOはDestination Management Organizationの略; 箱根町観光協会)の主催で、生命の星・地球博物館3Fのレストランにおいて、海外招待講演者や、協賛して頂いた団体や個人の方、関係者を招いた懇親会が開催されました。懇親会では県や町、地元で防災や観光に関わる方が多くおられたため、様々な火山での防災対策や、箱根の火山防災のあり方について意見交換が行われました。



写真3 ワークショップの様子



写真4 国際講演会の様子。発表しているのはグラハム・レナード博士。

## ■ 今後に向けて

今回は規模の大きい研究集会となりましたが、協賛金をお寄せ頂いた皆様はもちろん、箱根町役場や、箱根 DMO など様々な方々のご協力で無事盛会となりました。生命の星・地球博物館には、担当学芸員の西澤さん、山下さん以外にも多くの職員に、想定外の数となった講演会の聴講者の誘導や、同時通訳ブースの設置等にご協力頂き、大変お世話になりました。当所でも会計（本多主任研究員）や受付（安部技師）をはじめとして、職員総出で働きました。このような規模の集いを毎年行うのは当所の体力的に難しいとは思いますが、数年に1回程度、定期的で開催して欲しいという意見はいろいろな研究者から寄せられました。箱根の研究を進めて行く上で、今後とも何らかの形で定期的に研究集会を続けていくことは得るものが大きいと感じます。

水蒸気噴火の研究は、最近、かなりの勢いで進んでおり、参入する研究者も多くなっています。今回は、講演者はプログラム委員会を設けて、所内外の研究者の意見も踏まえて、あらかじめ決めていました。講演者を募るとすると、応募してくる人数が分からないので、プログラム編成が難しくなるという理由からでした。しかし、今回で研究集会の運営もノウハウがつかめたので、今後は公募制にすることも可能と思います。

一方で、運に助けられたという面はかなりあると思います。研究集会を開催した直後にコロナ禍が始まったのは前述の通りですが、予定を1ヶ月前に設定していたらホワイトアイランドの噴火でニュージーランドの研究者は研究集会どころでは無

かったでしょう。また、研究集会の翌日には箱根は大雪になりましたが、もし雪が早く降っていれば現地検討会は開催できませんでした。こう考えてみると、ここしか無いような奇跡的なタイミングで実施出来たとも言えます。今回は、アクシデントをあまり想定していなかったのですが、招待した研究者が来られなくなったときの対応なども考えて置いた方がよいのでしょうか。

最後に海外からの招待講演者のご紹介をしておこうと思います。ダイアナ・ローマン博士（カーネギー地球物理学研究所）は私が火山灰シミュレーション研究のため2010年から1年間滞在していた南フロリダ大学で当時准教授をされていた優れた火山学者で、滞在中に様々な交流があったことから、EPS 特集号の副編集長をお願いしました。ステファニー・プレジャン博士（合衆国国際開発庁・合衆国地質調査所）はローマン博士の紹介で特集号の編集委員をお願いしましたが、発展途上国を中心に世界中の火山観測に通じている研究者です。グラハム・レナード博士（GNSサイエンス）は、ニュージーランドを代表する火山学者の一人ですが、箱根の噴火直後、箱根DMOなど地元の観光関係者が企画した「火山🌋観光サミット」で講演をしてくれた縁で、やはり特集号の編集委員を引きうけてもらいました。ジョン・スティックス教授（マギル大学）と、アーサー・ジョリー博士（GNSサイエンス）は特集号に執筆した論文が素晴らしかったため、プログラム委員会で招請しました。また、サリー・ポッター博士はVUIの開発者で、日本の火山学者達から大変注目されていることから、招請

しました。

研究では人間関係を構築して、緊密な議論をすることが大変重要です。今回は特集号の編集を通じて人間関係が拡がり、研究集会の開催で更に拡がったという良いルーチンが実現できたと思います。特に火山においては、実際に足を運んで同じものを見て議論をすることが欠かせないと言えます。早くコロナ禍が終わり、活発な交流が行われる世の中が戻ってくることを期待したいと思います。

なお、今回の国際ワークショップおよび国際講演会にご協力頂いた企業・団体・個人の方々は以下の通りです。心から感謝申し上げます。

【協賛】伊豆箱根鉄道株式会社、小田急箱根ホールディングス株式会社、神奈川県西部広域行政協議会 防災部会、株式会社鈴廣蒲鉾本店、星槎グループ、高木裕一（小田原ロータリークラブ）、株式会社田むら銀かつ亭、東海ビルメンテナンスグループ、株式会社日豊、日本工営株式会社、箱根温泉供給株式会社、箱根温泉蒸気井管理協議会、箱根温泉旅館ホテル協同組合、箱根観光船株式会社、箱根強羅観光協会、箱根DMO、箱根登山鉄道株式会社、箱根登山バス株式会社、箱根ロープウェイ株式会社、株式会社阪神コンサルタンツ、富士フィルム株式会社 神奈川事業場、富士屋ホテル株式会社、公益財団法人ポーラ美術振興財団ポーラ美術館、真鶴町商工会、元箱根観光協会、元箱根観光協会湖尻支部、和心亭豊月（五十音順）

【後援】箱根町、箱根ジオパーク推進協議会