

## IAVCEI (国際火山学地球内部化学協会) 2017年大会参加報告

橋本武志<sup>1)</sup>・長谷川健<sup>2)</sup>・小園誠史<sup>3)</sup>・萬年一剛<sup>4)</sup>・中道治久<sup>5)</sup>・  
隅田まり<sup>6)</sup>・鈴木由希<sup>7)</sup>・田島靖久<sup>8)</sup>・高木朗充<sup>9)</sup>・  
田中 良<sup>1)</sup>・上澤真平<sup>10)</sup>・山田大志<sup>11)</sup>

(2017年10月19日受付, 2017年10月26日受理)

## Report of the IAVCEI 2017 Scientific Assembly

Takeshi HASHIMOTO<sup>1)</sup>, Takeshi HASEGAWA<sup>2)</sup>, Tomofumi KOZONO<sup>3)</sup>, Kazutaka MANNEN<sup>4)</sup>,  
Haruhisa NAKAMICHI<sup>5)</sup>, Mari SUMITA<sup>6)</sup>, Yuki SUZUKI<sup>7)</sup>, Yasuhisa TAJIMA<sup>8)</sup>,  
Akimichi TAKAGI<sup>9)</sup>, Ryo TANAKA<sup>1)</sup>, Shimpei UESAWA<sup>10)</sup> and Taishi YAMADA<sup>11)</sup>

## 1. はじめに

2017年8月, 国際火山学地球内部化学協会 (IAVCEI) 2017年大会が米国オレゴン州ポートランドで開催された。参加者総数は1,331名, 講演数1,277件と盛況であり, そのうち414名が学生であったとのことである (Photo 1)。夏期のハイシーズンにも関わらず日本から

の参加者は100名で, 米国の627名, 英国の141名に次ぐ多さであった。日本の学生参加者も20名程度はいたのではないかと推測される。総セッション数は48にのほり, 本稿では, 全てを網羅することはできないので, 著者らの出席したセッション・巡検・イベントを中心に紹介する。詳細なプログラムや講演要旨は, IAVCEI

<sup>1)</sup> 〒060-0810 北海道札幌市北区北10西8  
北海道大学大学院理学研究院  
Faculty of Science, Hokkaido Univ., N10W8, Kita-ku,  
Sapporo, Hokkaido 060-0810, Japan.

<sup>2)</sup> 〒310-8512 茨城県水戸市文京2-1-1  
茨城大学理学部  
College of Science, Ibaraki Univ., 2-1-1, Bunkyo, Mito,  
Ibaraki 310-8512, Japan.

<sup>3)</sup> 〒980-8578 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-3  
東北大学大学院理学研究科  
Graduate School of Science, Tohoku Univ., 6-3, Aoba,  
Aramaki, Aoba-ku, Sendai, Miyagi 980-8578, Japan.

<sup>4)</sup> 〒250-0031 神奈川県小田原市入生田586  
神奈川県温泉地学研究所  
Hot Springs Research Institute of Kanagawa Pref., 586,  
Iriuda, Odawara, Kanagawa 250-0031, Japan.

<sup>5)</sup> 〒891-1419 鹿児島県鹿児島市桜島横山町1722-19  
京都大学防災研究所附属火山活動研究センター  
Sakurajima Volcano Research Center, Kyoto Univ., 1722-  
19, Sakurajima-Yokoyama, Kagoshima 891-1419, Japan.

<sup>6)</sup> FB4 Magmatische und Hydrothermale Systeme, GEOMAR  
Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel, Wischhofstr.  
1-3, 24148, Kiel Germany.

<sup>7)</sup> 〒169-8050 東京都新宿区西早稲田1-6-1

早稲田大学 教育・総合科学学術院  
Faculty of Education and Integrated Arts and Sciences,  
Waseda Univ., 1-6-1, Nishi-Waseda, Shinjuku, Tokyo  
169-8050, Japan.

<sup>8)</sup> 〒452-0801 愛知県名古屋市中区清里町69-150  
69-150, Kiyosato-cho, Nishi-ku, Nagoya, Aichi 452-0801,  
Japan.

<sup>9)</sup> 〒305-0052 茨城県つくば市長峰1-1  
気象庁気象研究所  
Meteorological Research Institute, Japan Meteorological  
Agency, 1-1, Nagamine, Tsukuba, Ibaraki 305-0052, Japan.

<sup>10)</sup> 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子1646  
電力中央研究所地球工学研究所  
Civil Engineering Research Laboratory, Central Research  
Institute of Electric Power Industry, 1646, Abiko, Abiko,  
Chiba 270-1194, Japan.

<sup>11)</sup> 〒305-0006 茨城県つくば市天王台3-1  
防災科学技術研究所火山防災研究部門  
Volcano Research Department, National Research Institute  
for Earth Science and Disaster Resilience, 3-1,  
Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-0006, Japan.



Photo 1. Poster session at the Oregon Convention Center.

2017年大会のウェブサイト<sup>1</sup>に、大会に関する統計や各賞受賞者の情報は IAVCEI News<sup>2</sup>に掲載されているので、興味ある読者をご参照いただきたい。

## 2. セッション

本大会は、“Fostering Integrative Studies of Volcanism”をメインテーマとして開催された。このことを反映して、学術講演は interdisciplinary なものが多く、テーマや手法がセッション相互にオーバーラップする傾向も見られた。火山学が統合的な研究スタイルに向かいつづめることの表れともいえるが、参加者側からすると、どのセッションに投稿すべきか当惑したという声も聞かれた。こうした傾向は、IAVCEI傘下のコミッションや、他学会との合同ワーキング・グループが現在かなりの数にのぼっていることの反映でもあろう。執行部では今後こうした下部組織を大幅に統合・整理し、機能強化することを目指しているようである。本大会では、個別のセッション以外にも、7件の Plenary talk と3件の Lunchtime keynote presentation があり、米北西地域の火山活動に関する包括的な研究成果のほか、火山学が社会とどのように向き合うべきかといったテーマについても取り扱われていた。

### 2-1 A tribute to the life and work of Jon Davidson

昨年逝去した Jon Davidson をたたえ開催されたセッションである。Davidson 博士は、斑晶と、その他の副成分鉱物の局所同位体分析・年代測定で著名であり (Davidson *et al.*, 2007; Elements), 1998年に Wagner Medal を受賞している。14日午前後半5件の発表は、岩石学者の間で共通認識となりつつある「マグマ溜りの多

くはマッシュからなる」というアイデアと全て関連するものである。Cooper *et al.* と Hora *et al.* による2件の発表は、ジルコン・チタン石の放射年代値と、斑晶内の元素拡散時間の比較を行うことで、珪長質マグマの熱史を議論したものである。Cooper は、後者の時間が圧倒的に短いことを根拠として、噴火を迎える前の大部分の時間マグマは「低温で結晶度の高い」状態にあるという論文を公表している (Cooper and Kent, 2014, Nature)。今回の発表では「高温で結晶度の低い」状態の継続を示唆するデータとの折り合いをつける必要性にも言及した。Costa and Cheng は、単一サンプルに見られる多様な組成帯構造の斑晶を、それらの BSE 像でもって統計学的に分類するための手法を発表した (Cheng *et al.*, 2017, American Mineralogist)。Cashman *et al.* は今年、マグマ供給系に関するレビュー論文を公表している (Cashman *et al.*, 2017, Science)。これに関連し、Fuego 山の玄武岩には、マグマ溜り中心部に晶出した斑晶と、縁辺部のマッシュ部に由来する集斑晶があることを示した。後者の集斑晶において斑晶/メルトの体積比が集斑晶ごとに多様であるのは、マッシュの結晶度多様性を反映したものである。Bergantz *et al.* も玄武岩質マグマの発表であった。縁辺部にマッシュのあるマグマ溜りに新たなマグマが注入する際の、マッシュの振る舞いに関するシミュレーション結果 (Schleicher *et al.*, 2016, GRL) を紹介し、さらにマッシュの強度に関する物理モデルも議論した。一方、午前前半の Handley *et al.* のスダ弧の発表と、Barclay *et al.* のアセンション島の発表は、Davidson との関連を感じさせる内容ではなかった。午後の6件の発表はアンデス山脈のマグマ活動を扱うものが多かったが、午前の発表に比べると、多くの研究者に示唆を与える内容ではなかった。

このセッションを通じ、日本の火山岩石学者が局所微量元素成分・同位体分析や年代測定にも挑戦し、海外の研究者に負けないデータを報告していく必要性を感じた。分析に必要なレーザーアブレーション ICP-MS は誰もが所有・維持できるものではないが、所持する研究者との研究協力体制を築いていければ良いかと思う。(鈴木)

### 2-2 Processes leading to monogenetic volcanism

単成火山に関する最新の研究成果が発表された。口頭発表は16件、ポスター発表は13件であった。以下、主に口頭発表について報告する。Pittari *et al.* は最近、多く認識されつつある、複合的な形成過程を持つ単成火山について、ニュージーランド北島 South Auckland Volcanic Field (AVF) の Bombay 火山群の例を報告した。ポスター

<sup>1</sup> <http://iavcei2017.org/sessions.html>

<sup>2</sup> [http://www.iavcei.org/downloads/news/2017/2017\\_IAVCEI\\_news\\_3.pdf](http://www.iavcei.org/downloads/news/2017/2017_IAVCEI_news_3.pdf)

発表においても, AVF の Waitomokia 火山を例に, 複数火口による単成火山の形成プロセスが, Handley *et al.* によって紹介された. Brenna *et al.* は, 同じく AVF の Pupuke マールにおいて, マントル捕獲岩と本質物質である玄武岩質マグマとの接触部における元素拡散プロファイルを解析してマグマ上昇速度を議論した. Bélanger and Ross は, メキシコの Cathedral Cliff diatreme において発見した, 塊状(無層理)のマール噴出物について, 岩相の側方変化からその運搬・堆積プロセスを議論した. 塊状~成層構造へと変化するマール噴出物は, ポスター発表においても, アリゾナ州の Hopi Buttes 火山地域の例が, Latutrie *et al.* によって紹介された. Ross は, 一般的に見落とされがちだが, 鉱物資源としても注目すべき珪長質な Maar-diatreme の研究について, オーストラリアの Mt. Rawdon を例に形成過程モデルを提示した. Nichols and Graettinger は, 世界のマール火山をレビューし, 応力場がマールの形状に与える影響を議論した. Delcamp *et al.* は, タンザニア北部に位置する複数のマール火山を対象に, 噴火堆積物および本質物質の特徴から, マールの形成には必ずしもマグマと水の接触は必要条件でないことを示唆した. Lorenzo *et al.* は, メキシコの Pelado 火山について堆積物から噴火推移を推定し, その規模の大きさや爆発的な噴火様式から, 今後の防災に関する示唆を与えた. 他にも単成火山に関するさまざまな研究成果が発表され, 活発な議論が行われた. (長谷川)

### 2-3 Volcano geology

本セッションでは, Giordano と Hildreth and Fierstein の 2 件の招待講演があり, volcano geology が噴火史や噴火様式・規模を決める上で重要であることや, GIS による最近のマッピング技術の向上とその成果がまとめられ紹介された. その他の発表では, Askew *et al.* や Goto and MaPhie, Carrasco, Cronin *et al.*, Pardo *et al.*, Kuehn *et al.*, Sruoga *et al.* などが, より詳細な地形学的・地質学的・年代学的検討に基づく噴火史の解明や地質図改訂事例について紹介した. Kobayashi は, カルデラ噴火に先行して噴出した溶岩について九州での 2 事例を比較検討し, カルデラ噴火との関連性を議論した. 今回の会議で特徴的だったのは, Robinson and Downs がセッション中で紹介した通り GIS や GPS, 高解像度 DEM, 衛星画像(例えば, Li *et al.*) といった高精度のマッピング技術を用いた成果が多数報告されていたことである. ポスターセッションでも同様の傾向が認められた. 今後, 新しいマッピング技術を有効活用した研究をどのように展開していくかについて考えさせられた. (上澤)

### 2-4 Investigating conduit processes and eruption dynamics

本セッションは 4 日目の 8 月 17 日に実施され, とくに火道内プロセスを対象とした数値モデリング, 室内実験, 観測, 噴出物分析に基づく研究が発表された(口頭 15 件, ポスター 24 件). 数値モデリングでは, St. Helens 火山 2004~2008 年噴火を対象としたバイズ的アプローチに基づく解析(Wong *et al.*), 火道内マグマ対流における二方向流れの再現計算(Qin and Suckale), 爆発的噴火の時間発展を再現する一次元火道流モデルの解析(La Spina *et al.*), 爆発的噴火における火道壁崩壊による噴火停止に関する解析(Mullet and Segall), 二次元軸対称モデルによる火道内ガス浸透過程の空間不均質の効果に関する解析(Burgisser *et al.*) などの発表があった. 室内実験では, 割れ目噴火における火道内マグマ対流に関するアナログ実験(Jones *et al.*), マグマの fracturing, fracture healing の効果によるガス浸透率進化に関する実験(Lumar *et al.*), また観測では, 火口クレーター内における空振の共鳴現象に関する解析(Watson *et al.*), 高速度カメラによる噴出物放出過程の詳細解析(Taddeucci *et al.*) などの発表があった. 以上に列挙した発表以外にも極めて多様な研究手法が発表されており, 火道内プロセスは興味深い研究対象ではあるが, 直接観測とモデリングの融合が近年進展している噴煙現象の研究と比較すると, ダイナミクス理解に向けた理論体系の積み上げにおいて, まだ多くの課題があることを実感した. (小園)

### 2-5 Magmatic-tectonic processes and volcano flank stability

本セッションでは, 火山体形成に影響を及ぼすテクトニックプロセスに焦点を当て, 口頭 7 件, ポスター 14 件の発表があった. まず, Michael Poland *et al.* は Kilauea, Piton de la Fournaise, Etna 火山に代表されるような, 玄武岩質火山体の内部に長大な弧状断層が形成される斜面変動の事例をまとめ, 山体の大きさ(供給率)と基盤の厚さによって, その変状の運動量が変わることを指摘した. 同様にカナリア諸島の火山においてはテクトニックプロセスに起因すると考えられる大規模な斜面変動が報告され, El Hierro 火山ではマグマ貫入に関係する 3 つの大規模な斜面変動が報告された(Benito-Saz *et al.*). また, Stromboli 火山のような変動斜面上で活動する火山では, 急速な脱ガスやマグマと水のコンタクトによってプラスト・火砕流が発生しうることが議論された(Lucchi *et al.*). これらの報告は断層, 貫入岩体のような地下構造が, 地表における大規模な斜面変動に影響を与えている可能性を示唆しており, 日本においても同様な地形が見られる伊豆諸島等の火山において斜面変動を踏まえた火山体構

造の発達を理解する必要がある。次に、Tajima *et al.* が示した阿蘇火山での近傍地震によって生じた断層と火山体構造との関係や Tongariro Volcanic Centre における活断層と火山の関係、カルデラ噴火の火道がテクトニックな構造と強く関連している事例の報告があった (Gómez-Vasconcelos *et al.*; Puchol *et al.*)。さらには、ニュージーランドでの沈み込むスラブ周辺で発生するスロースリップや M7 以上の地震が火山活動にどのように影響を与えるかとの視点での講演があった (Jacobs *et al.*)。以上のように火山体内でのテクトニック構造との関係、周辺の構造運動を含めた火山体との関係、スラブ運動と火山活動との関係など火山活動とテクトニックプロセスの関係をより具体的に描き出す方向が見いだされつつある。(田島)

## 2-6 Volcanic gases

火山ガスの発表の中で、講演やポスター発表を直接見聞きできたモニタリングに関連する発表について紹介する。なお、希ガス、同位体、岩石学的手法による発表は除いて報告する。

今回の火山ガスのモニタリングに関する発表数は前回 (2013 年鹿児島大会) と同程度と思われたが、リモートセンシングのセッション (Remote sensing of volcanic gases from space-based, airborne and ground-based platforms) が新たに設定され、この分野に興味注がれていることが感じられた。このセッションには 17 件の発表があり (口頭 8 件, ポスター 9 件)、このセッション以外にも火山ガスのモニタリングに関する発表は 14 件あった (口頭 7 件, ポスター 7 件)。

最近の火山ガスのモニタリング研究は、直接採取して分析した研究成果よりも、以前にも増してリモートセンシングへの比重が大きくなっている。とくに人工衛星や航空機搭載センサーが研究進展への大きな貢献を果たしている (12 件)。また、この 10 年あまりで進展した Multi-GAS 等のセンサーによる火山ガス濃度のモニタリングの発表も多かった (8 件)。紫外線吸収分光計 (DOAS) やカメラによる火山ガス放出量の発表も多かった (8 件) が、直接採取したガスを実験室で湿式分析するような古典的手法による成果の発表はかなり少なくなった (4 件)。しかし、希少成分を含む詳細なガス成分の把握や分析結果の精緻さは、センサーやリモートセンシングでは、到底湿式分析に勝ることはできない。このため、この分野の発表には研究者の自負を感じさせるものもあり、たとえば 40 年ガスを採取し分析し続けて得られた研究成果も見られた。

わが国では火山ガス研究者、とくに湿式分析を行える研究者は絶滅危惧種に近いと言われて久しいが、世界的

にも同様なものかもしれない。スマートなりモートセンシングで得られたデータによる研究の方が成果はより早く出よう。

ポスター発表会場において、ある火山でセンサー観測の結果を紹介していた米国の研究者に対して、使用しているセンサーのスペック等を尋ねたら、「私は観測をしていないのでわからない」との答えが返ってきた。技術者・観測者と研究者は明確に分業していることがその回答の理由だったのかもしれないが、そのような思い切りが必要な時代になってきているのかもしれないとも感じたやりとりだった。(高木)

## 2-7 Basaltic eruption styles and transitions

玄武岩質な噴火は一般的には大規模ではないが、希に大規模 (準プリニー式からプリニー式) 噴火も起こりうる。こうした噴火を制御している過程を多角的に議論し、災害アセスメントにも役立てようというのがこのセッションの狙いであった。しかし、テーマや内容的には多くの発表があると期待していたにも関わらず、残念なことに口頭 8 件とポスター 4 件にとどまっていた。この原因は同時にあったセッションの方にオーバーラップする分野が多く、分散してしまったことにもあるだろう。ここでは口頭発表についてまとめる。

Sylvie *et al.* は、2003 年から 2014 年にいたるヴァヌアツの Yasur 火山の空振のモニタリングの結果を示した。Suckale *et al.* は玄武岩質なストロンボリ噴火における “Huffing and puffing” という脱ガスの状態の違いをビジュアルに示した。Houghton *et al.* は、いわゆるストロンボリ式噴火とハワイ式噴火の漸移や強度の違いを Halemaumau 火口の溶岩湖での 2013~2017 年噴火や Kīlauea での 2011 年噴火を例に、ビデオデータを用いた新しい解析手法で、動きのある溶岩噴泉やパースティングを統計処理することを試みた。Houghton は今回 Thorarinnsson Medal を受賞しており、これからも玄武岩質噴火の挙動を解明するために新しい提案をしてくれるであろう。一方、湖や海の近傍で起こる玄武岩質噴火では、堆積物がしばしば水中の見えない部分に広がっているため、総噴出物量が過小評価されがちである。Schmincke *et al.* は、トルコの Van 湖畔にある Incekaya 火山の成因について、陸上部の地質調査と湖底掘削によるコアとの堆積物の対比に加え、反射地震法探査で得られたデータからその広域性と規模を示した。またその堆積物が、陸上から始まる割れ目噴火の突然の湖水との接触による大規模マグマ水蒸気爆発により発生した傘型雲に由来するとした。Muller *et al.* は 1730~1736 年にカナリア諸島の Lanzarote 島で起った噴火の際の降下火砕物について、Biass *et al.* は 19 世紀の Kīlauea 火山での降下火

砕物について、それぞれ高解像度の層序を見直し、噴煙柱の分布の推移や噴出量の変化などの見直しを行った。とくに前者では、その溶岩流があまりに大規模であったため、ほとんど注目されていなかった降下火砕物が、実は予想以上に広範囲に分布し、防災上見逃せないことも強調した。(隅田)

## 2-8 Forecasting volcanic eruptions

火山噴火の予測は類似火山の噴火記録、データ、モデル、事例の統計処理データなどを参考に行われるが、火山学者達の議論によるコンセンサスや判断も含まれる。また、火道開口型火山での噴火予測や、推移予測といった予測困難な場合がある。このセッションは、予測の成功例と失敗例の評価や、噴火危機時の予測事例、予測手法などが対象となっている。ここでは印象に残った二つの発表を紹介する。Prejean *et al.* は、アラスカの噴火事例で、地震観測が行われている火山に限定して予測がされなかった事例を考察した。事前にアラートを出せた事例は、マグマの SiO<sub>2</sub> 含有量が 57% より大きい火山（高粘性火山）の場合で 83%、火道閉塞型火山の場合で 71%、噴火規模 VEI3~4 の場合で 63% であった。最近の Pavlof 火山噴火では事前にアラートを出すことができなかったが、その原因として地震の検出失敗が挙げられ、Pavlof は火道開口型で低粘性火山に分類されていた。Okmok 火山の 2008 年噴火も事前にアラートが出せておらず、前駆する地震活動や地殻変動が非常に短期間であったことと、少量の玄武岩マグマ貫入による前駆現象だったため見逃したと分析した。Cleveland の噴火のケースでは、火道開口型火山で前駆地震活動が不明瞭であったため見逃したと分析した。Pesicek *et al.* は、USGS Volcano Disaster Assistance Program で開発した Eruption Forecasting Information System を用いて、世界の噴火データベースから以下の予測問題について統計的な答えを提示した。「噴火事例で、地震が先行して観測されていた事例の割合は？」については 902 事例のうち 88 事例で該当し、VEI4 の噴火では 18% で、VEI5 の噴火では 100% という結果で規模との関係が興味深い。「地震の発生した後に噴火した事例の割合は？」については、15,946 個の地震のうち、地震後に噴火したのは 491 事例という結果で、地震による噴火トリガー事例はかなり少ないと感じた。(中道)

## 3. 巡 検

### 3-1 Crater Lake and Newberry Volcano

この巡検は 8 月 7 日~12 日の日程で、まず Crater Lake

火山をめぐり、その後北上しながら Newberry 火山を訪れてポートランドに戻るというルートで行われた。案内者は、Heather Wright, Charles Bacon, Julie Donnelly-Nolan などで、参加者は日本、米国、ニュージーランド、イギリス、中南米などから総勢 36 名であった。宿は、Crater Lake の 10 km ほど北にある Diamond Lake の畔にあるロッジで、そこから Crater Lake に通いながら、主に火口周辺の火砕流堆積物やその地形、火口壁に露出する堆積物を観察し、Crater Lake の形成史について議論した。メインはやはりクライマックスのカルデラ噴火堆積物で、とくに印象的だったのはクライマックス噴火の直前に噴出した rhyodacite の溶岩がその後これを覆った降下火砕物を溶結させている露頭だった。この露頭で溶岩噴出からクライマックス噴火に至るまでの時間について議論となった。また、巡検中に日本人研究者の Crater Lake 火山に関する論文が紹介されたのも印象的だった。Newberry 火山では、その火山活動範囲の広さにまず驚いた。また、非常に新しい黒曜石溶岩 (Big Obsidian flow) を間近に観察できることに感激した。黒曜石溶岩は発泡度の違いによって、軽石的なものから黒曜石的なものまで岩相のバリエーションが幅広く、その成因について議論しながら溶岩上を散策した。巡検後は、毎晩のように宿のバーに集まっては自己紹介や研究についての議論をして交流を深めることができた。(上澤)

### 3-2 Long Valley Caldera

筆者(隅田)にとっては 28 年ぶりの Long Valley Caldera ということもあり、その後の研究がどのように進んだのかについて学んだ 4 日間であった。かつては、Bailey *et al.* が作った巡検案内書 (Bailey *et al.*, 1989) があったが、今回の Hildreth and Fierstein による巡検案内書<sup>3</sup> は 120 ページに及ぶずっしりとしたもので、pdf をダウンロードしたものの、事前にプリントアウトをすることをためらわれた。中身は、新たな緻密な層序モデルと最新の年代測定データ、そして大量なバックデータに基づく重厚なものであった。実際に参加してみて、明らかに 4 日間では足りない内容で、ディスカッションのすべてを消化することは不可能であった。あと最低 2 日ぐらいは必要ではなかったかと思われる。

この地域全体での地質学的研究は Bailey *et al.* の後に Hildreth *et al.* によって引き継がれることになる。巡検案内者の W. Hildreth は USGS の重鎮でもあり、彼の Bishop tuff の研究は、大規模火砕流噴火における成層マグマ溜まりについて語ったマイルストーン的存在としてもあまりに有名である (Hildreth, 1979)。彼と一緒に今

<sup>3</sup> <https://pubs.er.usgs.gov/publication/sir20175022>

回案内者として活躍したのが J. Fierstein で、二人のパワフルな研究は、すでにアラスカの Katmai 火山の 1912 年噴火でできた Valley of Ten thousand smokes での研究でも折り紙付きである。

Long Valley カルデラは  $17 \times 32$  km もあり、その後のカルデラ内の隆起やドームの成長規模が大きく、その周辺を歩いている限り、全体像をつかみにくく、しばしばその構造や規模をイメージするのが難しい。今回は、最初にカルデラ壁に成長した標高 3,300 m の Mammoth Mountain にゴンドラで登り、全体を見渡す機会があった。好天気にも恵まれたので、全体のイメージをつかみやすかった。巡検の焦点は、主にポストカルデラの活動による流紋岩についての解釈や層序、そしてそれらの年代関係の議論、さらにはカルデラ内の構造上の再隆起に関する解釈や、それに伴う湖成層の生成、そして、カルデラのリム上に成長した若い Mammoth Mountain の火成活動とその岩石学的な性質など多岐に渡った。印象的だったのは、しばしばモレーンで覆われて中断してしまう火砕物や溶岩の層序の解釈が、そのモレーンの海洋同位体酸素ステージによる年代との整合性や、個別の化学組成分析、そして詳細な  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  による single crystal 年代測定噴出物などによって行われていることである。こうした研究は Hildreth と Fierstein の緻密な現地踏査に基づいて行われた USGS ならではのチームワークの総合力の結果とも言える。また、Hildreth はいわゆる再生ドーム (Resurgent dome) という用語が誤解を生じやすいことからあえて使わず、ポストカルデラでできた溶岩ドームと再活性化して起きたカルデラ内の構造上の隆起そのものを別個に扱っている。(隅田)

### 3-3 Mount St. Helens

Mount St. Helens (以下 MSH) の巡検は、1980 年噴火を中心に、噴出物やそれらが環境に与えた影響などを見学するものであったが、観察地を歩く距離の長さによって A, B, C という 3 つのグループに分けられていた。筆者が参加した B グループは、1980 年噴火による流れ山周辺の散策路 (3.5 km) をメインとするコースであった。出発して MSH に使づく途中、Toutle River 沿いを走るバスの車窓からは、ラハールにより被害を受けた跡地を眺めることができた。Castle Lake viewpoint では周辺地質と 1980 年噴火の概説がなされたが、その間 MSH の横には日本人を歓迎するかのような「山」の字が飛行機雲で描かれていた (Photo 2)。続いて、メインの Hummocks Trail (流れ山散策) である。1980 年噴火は、世界の多くの火山麓で見られるハンモック状地形が、山体崩壊によってできたことを明らかにさせたという意味でも重要な噴火であった。散策路では、流れ山の地形や断面が良



Photo 2. Field trip to Mount St. Helens. A view from Castle lake viewpoint.

く観察できたが、魅力的な露頭を前にしながら、国立公園であるためにハンマーを振るえないもどかしさを多くの参加者が感じていた。最後の STOP である Johnston Ridge Observatory の展望台からは、いまだ噴火当時の迫力が残る MSH の北西斜面を眺望することができた。崩壊火口の中央部には、噴気を上げる溶岩ドームの姿がある。山腹には火砕流とラハールによって形成された生々しい渓谷が広がる。そして北に開いた火口の数 km 先には強烈なブラストによってなぎ倒された木々をいまでも認めることができた。最後に館内の展示物や動画を楽しみ、MSH を後にした。言わずと知れた火山であるが、やはり現地でこそ得られる情報や実感できることが多いと感じる一日であった。(長谷川)

### 3-4 Mafic Volcanism of the Cascade Range

カスケード山地は平行する新旧 2 列の火山列、すなわち古く開析された西カスケードと、新しい火山が発達するハイカスケードからなる。両者はリフトゾーンも形成していて、西カスケードのほうが、ハイカスケードより基盤が高い。こうした一連の事情から、両カスケードでは河川の季節流量変化や湧出形態が異なり、河川景観が大きく変わるのが印象的であった。

火山学的議論としては、(1) ハイカスケードで見られる単成火山群の形成年代 (各群は数百年以内に形成されたらしい)、(2) 大規模な山体を持つ火山の形成年代、高さ、氷河地形の関係、(3) 苦鉄質火山と珪長質火山の平均距離、などについて解説と議論があった。噴火対応や異常時のマスコミ対応にも議論が及んだが、火山と生活空間との距離、火山周辺の土地利用が、日本と大きく異なる。この感覚を獲得できたのは個人的に大きな成果であった。

ちなみに、溶岩のせき止めでできた Clear Lake で「逆さ杉」を見学した。その年代で溶岩の流出年代を求めよ

うとしたが、年代測定結果が揃わなかったという。これは芦ノ湖の逆さ杉も一緒に、興味深いと感じた。(萬年)

#### 4. その他のイベント

##### 4-1 Workshop

###### 4-1-1 Drone workshop

8月13日午前中、ドローンの種類、法規、火山研究への利用事例の紹介があった。印象的だったのは遵法精神と安全追求の徹底であった。米国では、ホビーのドローン利用に規制はないが、研究を含むそれ以外の飛行は業務とされ Part 107 ルールという法律に従う必要がある。法律は、年齢制限(16歳以上)、免許(certificate)の取得、機体登録、飛行中の書類携帯(飛行計画や土地所有者の同意)などを定めている。研究は業務なので、法律を遵守すること、加えて、飛行中に複数人を配置する、飛行前に飛行計画と事故対応を綿密に決める、安全対策を徹底するようアドバイスされた。

午後は、取得した画像から PhotoScanPro というソフトウェアを使い、立体地形モデルを作る実習があった。時間が十分でなくさわりだけだったが、噴火直後の状況把握などに必須の技術であると感じた。なお、ドローンそのものは手段なので、機体や操縦テクニックにあまり入れ込まないというレクチャーもあった。(萬年)

###### 4-1-2 OpenFOAM workshop

本ワークショップでは、OpenFOAM と呼ばれるオープンソースの数値流体計算ツールに関する解説や実習が行われた。OpenFOAM は、複雑な数値計算コードを一から自作しなくても多様な流体解析が行えるという利点を有することから、近年注目を集めている。ワークショップは、実際に OpenFOAM を用いて火山現象のモデリングに取り組んでいる研究者ら (de' Michieli Vitturi, Lev, Dietterich, Esposti Ongaro) によって企画され、OpenFOAM の概要や基本的な計算方法の紹介以外にも、OpenFOAM における偏微分方程式の主要な離散化手法である有限体積法の概要、実際の火山現象のモデリングへの応用事例の発表などがなされた。後半部分では、計算メッシュへの地形データの導入、粘性の温度依存性の実装、などのテーマごとに数人ずつのグループに分かれて実習を行った。ワークショップの参加者は15名程度であったが、それぞれの所属や研究のバックグラウンドは様々であり、世界的な OpenFOAM への関心の高まりを伺い知ることができた。(山田)

###### 4-1-3 Hazard map workshop

本ワークショップは、8月12~13日の2日間にわたりポートランド州立大学で行われた。コンピーナは Jan Lindsay, John Ewert, Eliza Calder, Mary Anne Thompson

であり、COV8, COV9 に続く3回目となり、日本から宝田晋治氏と筆者(田島)の2名が参加した。初日にはペルー、アメリカ、南太平洋、アルゼンチン、日本など各地のハザードマップの紹介が行われた。その後グループセッション形式によって、ハザードマップ作成に関する諸問題、例えば異なる情報の統合方法や、どのように改訂版を作成するかなどについて議論を行い、その結果をグループ報告としてまとめた。これらの議論は、先行した Workshop で議論された Hazard Mapping Working Group, IAVCEI Commission on Volcanic Hazards and Risk によるガイドラインに反映される。なお、日本の火山ハザードマップはハザード表現方法や避難所、連絡先などの情報が、諸外国が作成するものと異なっており、作成主体の違いが表れたものと考えられる。日本のハザードマップの長所も理解されており、COV10 などで引き続き議論が行われ、日本の取り組みの紹介も重要になると考えている。ガイドラインは、来年度の公開を予定している。(田島)

###### 4-2 Early career researchers mentoring event

若手研究者(Early Career Researcher; ECR)をサポートするために、IAVCEI ECR-Net が中心となって、イベントがいくつか開催された。まず、8月13日には論文執筆および投稿に関するワークショップが開催された。また、同日夜に開催された Icebreaker において、メンタリングが実施された。このメンター制度では、参加希望者をメンター(教員など)1人とメンティー(学生, PD)2~3人のグループに分け、進路や研究などについて相談した。このグループでは、Icebreaker 中のみならず、会期中に昼食をとるなど、様々な場面でコミュニケーションをとり、若手研究者のコミュニティが広がった。14日と15日の夕刻にも若手研究者同士が交流できるように軽食が準備され、親睦を深めた。とくに15日のイベントではトピック毎にテーブルがセットされ、それぞれのトピックに対してより深く議論を行った。(田中)

#### 5. まとめ

ポートランドの街には路面電車が縦横に整備されており、市内や空港への移動は容易で快適であった。セッション会場は適度な広さで、スクリーンも見やすく、施設環境としては申し分ないものであったが、どの会場も冷房が効きすぎており、少々肌寒く感じられた。ポスター会場は十分な広さが確保されており、パネルは横長であったので、隣接するポスターとの距離も広く、大声を張り上げることなく議論できた。ポスター会場では地ビールや軽食がふんだんに振る舞われるなど、ホスピタリティも素晴らしかった。ただ、出版社等の企業展示は

隅に追いやられており、参加者への露出度はかなり低かったようである。

学術講演に関しては、セッションの多くが多分野融合型になっていたことで、バラエティに富んだ話をまとまって聞くことができた反面、議論はやや散漫になりがちな印象もあった。また、口頭発表の割合が少ないためか、参加者数の多さに比して、日本のプレゼンスは必ずしも高くないようにも感じられた。国際的な舞台では、英語で自由にやりとりができることは当然必要ではあるが、言語の障壁自体は、技術の進歩によって将来劇的に緩和されるのではないだろうか。その際に問われるのは、研究自体の質や普遍性であろう。雑誌「火山」は、現在 J-SATGE を通じてインターネット上で誰でも全文が閲覧できるようになっている。和文・英文を問わず、研究論文の質が維持されることの重要性を改めて感じた。

最後に、大会の企画運営にあたられた全ての方々と LOC の努力に敬意を表したい。(橋本)

#### 引用文献

- Bailey, R.A., Miller, C.D. and Sieh, K. (1989) Excursion 13B: Long Valley Caldera and Mono-Inyo Craters volcanic chain, eastern California. In *Field excursions to volcanic terranes in the western United States, Volume II: Cascades and intermountain west* (Chapin, C.E. and Zidek, J. eds.) Memoir 47, 227–254, New Mexico Bureau of Mines & Mineral Resources.
- Cashman, K.V., Sparks, R.S.J. and Blundy, J.D. (2017) Vertically extensive and unstable magmatic systems: A unified view of igneous processes. *Science*, **355**, 1280, doi: 10.1126/science.aag3055.
- Cheng, L., Costa, F. and Carmiel, R. (2017) Unraveling the presence of multiple plagioclase populations and identification of representative two-dimensional sections using a statistical and numerical approach. *Am. Mineral.*, **102**, 1894–1905.
- Cooper, K.M. and Kent, A.J.R. (2014) Rapid remobilization of magmatic crystals kept in cold storage. *Nature*, **506**, 480–483, doi: 10.1038/nature12991.
- Davidson, J.P., Morgan, D.J. and Charlier, B.L.A. (2007) Isotopic microsampling of magmatic rocks. *Elements*, **3**, 253–259.
- Hildreth, W. (1979) The Bishop Tuff: Evidence for the origin of compositional zoning in silicic magma chambers. In *Ash-flow tuffs* (Chapin, C.E. and Elston, W.E. eds.), *Geol. Soc. Spec. Pap.*, **180**, 43–75.
- Schleicher, J.M., Bergantz, G.W., Breidenthal, R.E. and Burgisser, A. (2016) Time scales of crystal mixing in magma mushes. *Geophys. Res. Lett.*, **43**, 1543–1550, doi: 10.1002/2015GL067372.

(編集担当 奥村 聡)