

IAVCEI2004年総会参加報告

中田節也***・古川竜太***・中道治久***・市原恵美*
森 俊哉*****・金子克哉*****・石塚吉浩***
萬年一剛*****・柵山徹也*****・嶋野岳人*

Report of IAVCEI 2004 General Assembly

Setsuya NAKADA***, Ryuta FURUKAWA***, Haruhisa NAKAMICHI****, Mie ICHIHARA*,
Toshiya MORI****, Katsuya KANEKO****, Yoshihiro IZHIZUKA**, Kazutaka MANNEN*****,
Tetsuya SAKUYAMA***** and Taketo SHIMANO*

1. はじめに

1974年にサンチャゴでIAVCEI (International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior) 総会が開催されており、今度の会議はチリにおける2度目の開催となる(図1)。登録参加者はIAVCEIの会議としてはこれまでで最高の900名を越えたという。日本の真裏にある国ながら日本からの参加者は60名を上回った。これも日本開催の同会議を除いてはかなりの記録ではないかと思われる。会場となったプコン(Pucon)は活火山ビリヤリカ(Villarrica)の北麓に広がる街で北はビリヤリカ湖に面している。サンチャゴから1時間のフライトで到着するテムコ(Temco)から車で約1時間

半の距離にある。本会議は11月15日から20日までの1週間にわたって開催され、前後に1週間程度の地質巡検が企画された。会議中日にはビリヤリカ火山麓を見て回る巡検が含まれた。

今会議の会場となったのはビリヤリカ湖の湖畔に建つグランホテル・プコン(図2, 図3)で、登録料、宿泊料(朝食込)、昼食、レセプションディナー込みでわずか600米ドル代と格安ながら十二分に満足のいくロジスティックスであった。パーティーは夜12時を過ぎてもまだ続くという南米習慣ならではのもので、時間に厳しい時差ぼけの日本人参加者にはやや閉口する面もあったようだ。サイエンスセッションは約40も企画された。一

* 〒113-0032 東京都文京区弥生 1-1-1
東京大学地震研究所
Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0032, Japan.

** 原稿取りまとめ

*** 〒305-8567 つくば市東 1-1-1
産業技術総合研究所地質情報研究部門
Institute of Geology and Geoinformation, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 1-1-1 Higashi, Tsukuba 305-8567, Japan.

**** 米国地質調査所
U.S. Geological Survey, 345 Middlefield Road, Menlo Park, CA 94025, USA.

***** 〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1
東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設
Laboratory for Earthquake Chemistry, Graduate School of Science, University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0033, Japan

***** 〒606-8501 京都市左京区吉田二本松町
京都大学大学院人間・環境学研究所
Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, Yoshida-nihonmatsucho, Kyoto 606-8501, Japan.

***** 〒250-0031 小田原市入生田 586
神奈川県温泉地学研究所
Hot Springs Research Institute, Kanagawa Prefecture, 586 Iryuda, Odawara 250-0031, Japan.

***** 〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1
東京大学大学院理学系研究科
Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0033, Japan.

Corresponding author: Setsuya Nakada
e-mail: nakada@eri.u-tokyo.ac.jp



図 1. IAVCEI2004 総会のロゴマーク（許可を得て掲載）。ビリャリカ火山とチリ南部特有の樹木（アラウカリヤ）、野生のリャマ（グアナコ）をデザインしている。



図 2. 総会が開催されたグランホテル・プコン。中田節也提供。

人で多数の申込をする外国の若手研究者が目立った。一人1件というルールが実の所ははっきりしていなかったせいでもあるが、彼らには「とにかく自分の研究を売り込みたいのだ」との強い意気込みが感じられた。そのおかげで彼らが一人キャンセルすると、それによって生じるいくつかの講演の穴埋めにコンピーナーは苦勞を強いられるはめになった。講演は3つの大会議室、1つの中会議室、2つの小会議室、および、一つのポスター会場で行われた。オーラルは6つのセッションが平行して行われるため、興味ある講演が聞けなくて残念、としばしば耳にした。また、ポスター会場では、隣り合うボードが直角に配置されていたため、片方がボード前で説明し始めると他方が全く見えなくなるという不都合があった。

今回、日本から参加した若手の人を中心に、会議と巡検の模様について報告をお願いしたので以下にそれらを紹介する。なお、取りまとめ役が報告の重複や表現などの修正や変更を行ったので始めにお断りしておく。

2. 会議報告

2-1 火山災害

日本からの参加数は米国、英国、イタリアについて4番目とのことであったが、その存在感は人数ほどではなかったかもしれない。大会を通じて日本からの貢献が求められていると感じた分野は、ハザードマップ、火山性



図 3. 11月17日湖岸にあるホテルの裏庭で開催された焼き肉パーティー。石塚吉浩提供。

津波、そして雲仙である。雲仙火山の研究は日本では火道掘削を除いて一段落した感があるが、欧米ではモンセラートと比較するという観点から依然度が高い。

会議に先立って2日間おこなわれたワークショップは、ほとんどの時間がケーススタディに費やされた。会場の近傍にあるビリャリカ火山については、プコン市長をはじめとする行政担当者との討論会という画期的な試みもあった。しかし、リスクマネジメントの専門家なる人物が現れ、会議の時間をほとんど食いつぶしてしまい、実のある討論とはならなかった。最後の半日を費やして、ハザードマップのガイドライン作成を参加者全員で一字一句の推敲を重ねて作成した。ガイドライン自体の議論はそれまでほとんどなかったため、用語の統一など基礎的な記述にとどまっている感がある。日本から参加したのは手ぶらの私のみで、主催者側は日本からの積極的な貢献を求めているように感じた。ガイドラインは

後日 IAVCEI のホームページで公開される予定である。

会期中にサッカー大会が開催され学問以外にも友好ははぐくむ良い機会であった。日本を含め 8 チームが参加し、日本は初戦で開催国チリに 1 : 8 と破れたが、得点時にはハボン (Japon) コールで会場が沸き立った。決勝戦はメキシコが英国に 3 : 1 と勝利した。

(古川竜太)

2-2 噴火のモニタリング

Imaging the inside of volcanoes セッションでは、地殻変動ソースや超長周期地震のソースのモデリングと関連した室内実験の発表があった。L. D'Auria 氏がラティス・ボルツマン法によるストロンボリ火山の超長周期地震から示唆された火道内でのガススラグ上昇のモデリングを発表した。この手法は混相流を扱うのに適しているため、今後の主流となるであろう。同氏はストロンボリ火山の超長周期地震のリアルタイム解析システムの紹介をした。地震の検出と震源決定と震源過程インバージョンを並列計算機で自動的に行われている。このような試みは他でも始まりつつあるが、実際に運用されているのはストロンボリ火山が初めてではなかろうか。

Integrated monitoring セッションでは、地震・地殻変動・ガス・映像などの多項目観測の研究発表がなされた。また、M. Garces 氏により音波観測の最近の研究と今総会にて立ち上げた Volcano Acoustics Commission の紹介があった。

Quantitative volcano seismology セッションでは、微動や地震の研究発表がなされた。J. Neuberg 氏が現実的な粘性・圧力・温度勾配を入れたモデリングから脆性破壊がマグマの中で起こりうることを示し、低周波地震のトリガーとなることを示唆した。追加講演として 2004 年 10 月セントヘレンズ噴火に関する速報があった。ユーモアを交えながら早いテンポで観測や火山活動や行政対応について解説して飽きなかった。

上記のポスターセッションでは、地震・地殻変動・ガス・熱・音波の多項目観測が花盛りであった。特にモンセラート島で実施されている EU の MULTIMO による観測成果が多数発表された。アラスカ大学から多くの大学院生の発表があった。

(中道治久)

2-3 噴火のモデリング

火山物理学的なモデリングでは、火山学的には重要であるが数値計算上は難しい問題に、最新の数値計算手法を用いて取り組んだ研究成果が少なからず発表された。例えば、Longo *et al.* は、非圧縮から圧縮性、幅広いレイノルズ数の流れに対して適用できる計算手法を開発し、火道中の気液二相流れの 2 次元シミュレーションを行っ

た。O'Brien and Bean は、ラティス・ボルツマン法を基礎とした手法を用いて、火道内流体中の巨大気泡の運動と周囲の弾性体の変形の相互作用を計算した。ポスターセッションでは、Morrissey *et al.* が、水中爆発による水面の動きと空気中の圧力波を同時に計算した結果を紹介していた。ただ、現状では、個々の研究グループが固有の手法を用いて個々の問題を解いており、計算結果の検証が難しいように感じられた。今後は、異なる計算手法や室内実験による結果との比較を行っていくことが必要だろう。

モニタリングの分野からは、地震、空振、映像、熱赤外などマルチパラメータの計測によって得られた、噴火現象の詳細な情報が報告された (例えば、Ripepe *et al.*, Aster *et al.*, Harris *et al.*)。印象深かったことは、欧米を中心とした諸国では、異なる計測手法を得意とする研究者が集まって国際的なグループを作り、南極からカムチャッカまで、世界中の噴火現象の観測に出かけていることである。噴火現象に関する知見を蓄積するためには、重要なことであると思う。とにかく、興味深いセッションの多い、有意義な学会であった。

(市原恵美)

2-4 火山ガス化学

Magmatic volatile budgets and controls on magma degassing と Remote sensing of volcanoes のセッションは大会後半にあたる 11 月 18 日と 19 日に開催された。両セッションとも口頭発表はもちろん、ポスターセッションも非常に盛況であった。上述のセッションでは小型紫外分光計を用いた SO₂ 測定に関連した発表が非常に目立った。これまで、地上からの SO₂ 放出量測定といえば COSPEC であったが、この傾向はここ数年で大きく変わりつつある。現在のところ、各研究者が独自に組み上げた装置を使用しているので統一した呼び名がないのだが、mini-DOAS, MUSES, FLYSPEC などなど十人十色な呼び方が入り乱れていて混乱を誘っていたようである。ある研究者が「MUSES というのは mini-DOAS のことか?」というような質問をしているのを実際に耳にした。基本的には皆同じような装置や手法を使用していて、名前が異なるほどには大差はないのである。とにかく、この新しい装置を用いた観測例や応用例の発表が数多くあり、この先数年はこの装置を用いた研究が大いに進展することが窺えた。

(森 俊哉)

2-5 マグマ供給系

マグマ供給系に関する研究発表は、主として Calderas and ignimbrite volcanism, Arc magma genesis, Time-scales of magma-chamber processes の 3 セッションで多く行わ

れた。印象に残ったのは、2つの両極端のアプローチによる研究である。ひとつは、マグマの大局的性質に関して広域（火山弧全体）の空間的变化または長時間スケール（千万年オーダー）の時間的変化と、種々の地球科学的要素（テクトニクス、地殻の物理条件など）との関係を考察する研究である（例えば、M. Dungan, R. Trumbull など）。必ずしも明快な結論が得られているわけではないが、今後解析が進むことにより、火山場の性質を決定する重要な要素が明確になってくるのではないかとと思われる。もうひとつは、U-Thなどの同位体非平衡や微小領域微量元素分析から、短い時間スケール（数年～数万年）のマグマ溜り過程を詳細に明らかにしようとする研究である（J. Wolff, S. Turner など）。现阶段では単一のイベントなどが扱われる場合が多いが、この種のアプローチが火山の時間的発達に関して系統的に行われ、その考察の方法が整備されることが重要であろう。

多様な化学種が精度良く分析できるようになり、マグマの時空的多様性の成因や地殻内のマグマ過程を概念（結晶分化作用、地殻同化作用、脱ガスなど）として解釈することは、細かく行うことができるようになった。しかしながら、それらが具体的にどのように進行しているかに関し、十分な共通認識がないというのが現状である。その現状を打破しようとする意思のようなものが、この会議におけるマグマ供給系研究全体に感じられた。

（金子克哉）

3. 巡検報告

3-1 Parinacota 火山と Taapaca 火山群

南緯 18° のチリ最北部に位置するパリーナコタ火山 (6,348 m) とターパカ火山群 (5,850 m) を巡る 6 日間のプレ巡検が、Clavero 博士（チリ地質鉱山局）と Sparks 教授（英国ブリストル大）の案内で行われた。これは、成長と崩壊を繰り返しながら発達する安山岩-デイサイト火山の形成史の概観と、岩屑なだれ、火砕流（主に火山岩塊火山灰流堆積物）、ラハール堆積物の観察であった。パリーナコタは約 30 万年前から活動し、約 8000 年前に大規模な山体崩壊を起こしたが、現在では富士山のような姿に回復している。最新の活動は 200 年前より新しい。ターパカは約 150 万年前から 9000 年前まで活動し、雲仙のように山頂部に幾つかのピークと崩壊壁を持つ。両火山はアルチプレーノ (Altiplano) と呼ばれる標高 4,000 m 程の平坦な基盤岩上に形成されており、自身の高さは 2,000~3,000 m と日本の安山岩質火山をやや大きくした程度である。しかし、年間降雨量が 10 mm 以下の乾燥地帯にあるため地形保存が極めて良く、例えば、8000 年前の流れ山がほぼ原形のまま植生に覆われず



図 4. 巡検の後方支援。標高 4,000 m でコック付きのランチが出る。お好みであればチリワインも堪能できる。石塚吉浩提供。

に全面露頭となっている。この露頭の良さには、漆が密集した崖を削り点滴を打つはめになったことがある私には、まず感動ものであった。

巡検は高度順応も兼ねてよく練られたコースが取られた (図 4)。初日は標高 3,660 m のプトレの町まで、基盤をなす 27 Ma 以降の大規模火砕流堆積物を見ながら上がり、ここを宿泊地として、2, 3 日目を同標高のターパカ山麓、順応した 4, 5 日目にパリーナコタ山麓の標高 4,800 m まで足を伸ばすものであった。両火山では、二次火砕流堆積物、高温状態のまま定置した岩屑なだれ堆積物、岩屑なだれブロック同士の衝突痕、取り込まれた水河が溶解したと解釈される流れ山間の窪地など、日本ではなじみの薄い堆積物や地形を見ることができた。参加者間では高温なラハール堆積物も議論された。リーダーが最近たて続けに出した論文に基づいた詳細な説明に加え、高度順応も兼ねたため一露頭に 1~2 時間の時間が割かれ、観察時間としては十分であった。このコース設定と時間配分のおかげで、参加者 30 余名（日本人は長岡信治氏、宮縁育夫氏）は皆、最後まで巡検を堪能することができた。

（石塚吉浩）

3-2 El Laco Magnetite deposit

この巡検では、チリ北部・アタカマ塩湖南東のエルラコ山腹の標高 5,300~4,700 m に広がる磁鉄鉱溶岩・エルラコ岩体について現地討論を行った。参加者は 11 カ国から 29 名（案内者 2 名を含む）で、日本からは 4 名が参加した。エルラコ岩体は、非常に信じがたいが、ほぼ磁鉄鉱のみからなる「溶岩」とされる。案内者の、H. R. Naslund と F. Henriquez は、巡検の目的について「みんなの目で確かに磁鉄鉱溶岩があると見てもらうこと

だ!」と語っていた。

この岩体は 1961 年に Park によって、溶岩流に似た磁鉄鉱鉍床として報告され、揮発成分と鉄に富んだマグマが貫入または噴出したものとされた。しかし、最近になって同位体化学的観点からこの岩体が熱水の活動により生成されたものだとする説が出ている。巡検中はカンブ・エルラコ（標高 4,700 m）と呼ばれる鉍山採掘用のキャンプを起点に、磁鉄鉍溶岩の溶岩流、火砕流堆積物、貫入岩体などのさまざまな露頭を見た。

さて、本当に磁鉄鉍マグマの「溶岩」や「火砕物」なのかという点であるが、日本人参加者はほぼ間違いないと結論した。そう確信できたのはラコ・スールの道路沿いの露頭で、ここでは新鮮なスパターや火砕サーズと判断して良い地層を観察した。層相は玄武岩質溶岩の火口周辺堆積物に酷似し、未固結、新鮮な堆積物で、これに熱水作用が働いたと考えるのは相当難しいと思う。ただし、巡検で見た範囲では、エルラコ岩体の溶岩流の長さが百メートル程度と短いこと、火砕丘らしい地形が認められないことなどやや疑問が残る点もある。これらを含め、エルラコ岩体は珪酸塩溶岩やその碎屑物の堆積構造と単純に対比できない形態を呈するものが多い。こうした違いは物性の違いによるものと考えられ、エルラコ岩体は溶岩の形態、発泡、破砕過程を考える上で示唆に富んだものといえよう。また、この溶岩流はつい最近流出したかのような形態をとどめているおり非常に新鮮であるが、2 Ma のものであり地形も氷河の影響を一部受けている。各露頭が「磁鉄鉍火山」のどの部分にあたるのかの検討が課題であろう。

ところで、この巡検は数ある公式巡検中、高度的、生活環境的に、最も過酷と言え、参加者の過半が頭痛や吐き気など高山病の症状に悩まされた。4 名は残念ながらほとんど露頭を見ぬうちに下山し、うち 1 名は入院した。しかしこの困難さと「世界一奇異な溶岩」を見た興奮が相まって強く印象に残る巡検となった。

(萬年一剛)

3-3 Construction of the Mesozoic plutonic arc of Vallenar: pluton geometry, emplacement mechanisms and relationship with overriding plate tectonics

案内者: Carlos Arevalo, John Grocott

首都サンチャゴ（南緯 33°）から北に飛行機で 1 時間程、コピアポ（Copiapo, 南緯 27°）の空港に降り立つとまず褐色の大地と山々が出迎えてくれる。5 年に一度程度しか雨の降らないここアタカマは極端に乾燥していて、そのためか巡検中毎朝のどの痛みに悩まされた。見渡す限りが全面露頭という野外地質の天国アタカマにて

深成岩巡検は 4 泊 5 日の日程で行われた。

アタカマ地域の深成岩は東に向かって若くなり、海岸沿いの三畳紀後期から内陸部の古第三紀前期の複合岩体を順に年代を追っていく形で巡検は行われた。花崗岩は通常「軽い」とみなされ pluton up モデルが一般的だが、今回は花崗岩が沈んだという pluton down モデルを念頭に置いた巡検であった。そのため巡検は深成岩境界部の構造地質が主で、断層や褶曲構造からマイクロテクトニックな組織まで様々なスケールの露頭観察を行った。本地域は海洋プレートの沈み込みや Gondwana 大陸の断裂など複雑なテクトニクスの変遷をたどったため、pluton down による変形をそれ以外の変形から分離することが容易ではなかったろうと思われる。

巡検初日、砂と岩だけの土地に延々と続くパン・アメリカン・ハイウェイ（南北アメリカを縦断する道路）を、日本人 6 人を含めた参加者 19 人は貸切バスに乗って南部バリエナルへと向かった。途中何もない荒野で巡検の概要が説明された。数キロ先の岩山を指差しながら地質の説明が行われ、その大胆さにここが日本でないことを実感した。

2 日目、深成岩目当てに参加した人々にとっては巡検中最もエキサイティングな日であった。目玉は西部海岸沿いカリサル・バホで観察できる花崗岩と閃緑岩（時代はジュラ紀後期から第三紀前期）の混合組織である。露頭の丘から隣の丘まで続く海岸に平行なフィーダー・ダイク群が想像力をかき立てた。まじまじと火成岩を観察できた唯一の日で、英語が公用語であることを忘れて日本語で熱心な議論を交わしている人々もいた。その後、チリでも最大級の露天掘り鉄鉍床ロス・コロラドスを見学した。

3 日目以降は、深成岩および深成岩周辺部の構造地質学的な解説が主であった。非対称のブーディン構造や変形組織の見事な露頭が多々あり、pluton down 説について盛んに議論が行われた。

最終日、赤、黄、白の岩、砂で覆われた幻想的な白亜紀のマールを見た後、海辺のレストランにてピスコサワーを皆で飲み交わし本巡検は幕を下ろした。巡検内容は全体としてよく整理され、議論の時間も十分あり盛り上がった巡検であった。巡検中のサンドイッチ二枚の昼食はやや不満であったが、時にはバスで一時間かけて食べに行った夕食は美味で、アカデミック以外でも興味深い巡検であった。

(柵山徹也)

3-4 Explosive postglacial volcanism of Villarrica volcano

ブコンを拠点にピリャリカ火山の後氷期堆積物に関する



図 5. 会場のホテルから見える噴火中のピリヤリカ火山 (2,847 m). 会期中, 多くの日本人参加者が火口見学のために登頂した. 中田節也提供.

る巡検を行った. リーダーは J. Clavero, C. Silva 両氏で, 参加者は IAVCEI 会長の Navon 氏をはじめ合計 28 名 (日本人 6 名) であった. 本巡検では, とくに 3700 年前のブコン・イグニンプライトの産状に注目して, 南斜面, 北西斜面, 北東斜面における堆積物を観察した. 本堆積物は大きく 2 つの堆積ユニットに分けられ (下位より P1, P2), P1 は北西方向のみに分布するのに対し, P2 はほぼ全方位に分布が認められる. それぞれ玄武岩質安山岩の本質物を含むが, P2 は本質物中に花崗岩質の捕獲岩を多量に含むことが特徴的である. 議論はこれらの噴火の発生, 堆積運搬過程に関するものに集中した. 本質物質が示すカリフラワー状の形態, 変質岩や本質物質とは組成が異なるが比較的多量に含まれる放射状亀裂の発達する岩塊の存在から, 噴火への地下水や氷河の関与の有無に関する議論がなされた. また, 火山豆石を多量に含む降下堆積物や斜交層理の発達する堆積物がブコン・イグニンプライトと噴火同時相なのか, それ以降のものなのかといった議論も行われた. 伊豆大島 S1, S2 堆積物や三宅島 2000 年山頂噴火堆積物, 新富士火山を構成する降下/スラッシュ堆積物互層等の日本でも良く

認められるがその成因があまりはっきりしない堆積物との類似点も多く, 苦鉄質マグマを噴出する火山の噴火現象を考察する上で非常に示唆に富む巡検であった. 本火山での研究はまだ始まったばかりであるようだが, 今後の研究結果が楽しみである.

なお, 本火山は現在も山頂火口に溶岩湖が存在し, 夜間に火映現象も見られるほど活発である (図 5). 会期中は山麓まで雪化粧であったが, 過去にも溶岩の流出により融雪泥流が発生し山麓に被害が出ている.

(嶋野岳人)

4. おわりに

本総会では, 今回新たに設けられたものを含む IAVCEI 賞受賞者の紹介があった. 以下にそれらの賞と受賞者を掲載する.

Thorarinsson Medal: Wes Hildreth

Kraft Medal*: Tom Simkin

Wager Medal: Oleg Melnik, Andy Harris

Outstanding Recent Graduate Award*: Costanza Bonadonna

(*は新設)

これまで IAVCEI 会長, 副会長, 執行委員等に多くの先輩が関わるなど, 日本は IAVCEI 運営に大きな貢献をしてきているが, 残念ながら, IAVCEI 賞にノミネートされた日本人研究者の数は極めて少ない. 今後, 日本からも多くの研究者が IAVCEI 賞受賞者としてノミネートされるような活躍をされることを是非期待したい.

次回の IAVCEI 総会の開催場所はまだ決まっていないが, アイスランドかフランスが候補であると聞く. ブコンのような安くてサービスのよい大会と比較されると立候補しづらくなるのも何となくうなずける. 最後に, 日本からは移動だけで 1 日半以上もかかる地球の裏側で, しかも厳しい巡検条件にも関わらず, 素晴らしいロジスティックで会議を開催し, 参加者の多くに思いで深い好印象を与えたチリの関係者の皆さんに心から謝意を表したい.