

# 2013 年産総研一般公開・チャレンジコーナー 「噴火のしくみが見える！—シースルー火山実験—」

山崎誠子<sup>1)</sup>・古川竜太<sup>1)</sup>・高田 亮<sup>1)</sup>・及川輝樹<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

2013年7月20日に行われた産総研一般公開において、私たちのチームは「噴火のしくみが見える！—シースルー火山実験—」というタイトルでチャレンジコーナーへの出展を行った。通常は見ることでできない火山の内部をシースルーの模擬噴火装置で可視化し、マグマ上昇のしくみを知ってもらうことを目的として、できる限り身近な材料を使った参加型のチャレンジコーナーとするよう心がけた。ペットボトルとビニールシートで作成した噴火装置を用いて“マグマだまり”から発泡により“噴煙柱”が立ち上がり、その後“溶岩流”となって山体斜面を流れ下る様子が観察できる。発泡剤を用いた火山のアナログ実験は広く行われており（たとえば、林，2006）、産総研一般公開や出前授業等でも改良を続けながら実施している（竹内，2006；山崎ほか，2012；高田，2013）今回はテント内で台上に噴火装置を設置する形とし、30分おきに3～5回ずつの実験を行った。暑すぎない天候であったこともあり、毎回15名以上の参加者を迎え、大盛況であった。

## 2. シースルー火山噴火装置

ペットボトル（350 mlのサイズが好適）に、真ん中に穴をあけた透明ビニールシートをかぶせてテープで台に固定し、透明の“火山”を作成する。このとき、ビニールシートの張り方で尾根と谷を作っておく。別容器で重曹とクエン酸、それぞれ大きじ4杯ずつをよく混ぜて（写真1）、乾燥した漏斗<sup>ろうと</sup>などを用いてペットボトルの“マグマだまり”に入れる。そして、粘性を上げ、発生した泡を維持するために台所用中性洗剤を少量（1 ml程度）加え、直径5 mm程度の穴を空けたペットボトルの蓋を閉める。今回、この間に、青や赤のシールを使って、安全・危険と思う場所を予想してもらった。「遠ければ溶岩も来ないだろう」とビニールの隅ぎりぎりに青のシールを貼ったり、「低い



写真1 ピーカーにさじでクエン酸を量り入れる。

ところに溶岩は流れるだろう」と谷になっているところに赤のシールを貼ったりして、噴火でどうなるのか、少しどきどきしながら待つ。

昨年度のコーナーではペットボトルの口から“マグマ”となる液体を入れたが（山崎ほか，2012），“火口”となる口から注ぐことに違和感があったため、今回はペットボトルの横に内径3 mmほどの透明チューブ（ホームセンターで入手可）を取り付け、プラスチックシリンジ（注射器）を用いて“マグマ”（今回は水）を入れた。チューブの取り付け口の隙間はボンドで埋めて漏れないようにしておく。透明の樹脂製ボンドが曲げ等にも強く、適している。シリンジは一度に入れられる水の量を多くするために、できるだけ大きいものを探し、100 mlのもの（車等のオイル充填用？ホームセンターやインターネットで1,000円以下で入手可）を使用した。詳細なペットボトル火山の作り方は及川ほか（2013）も参考にされたい。

チューブの先からシリンジで100 mlの水を注入すると、一気に発泡が始まり、高い噴煙柱が上がった後、溶岩流となって斜面を流れ下る（写真2, 3）。テントの天井まで“噴煙柱”が到達する場合もあり、歓声が上がった。その後は自分が貼ったシールに溶岩流が到達するのか、溶岩の

1) 産総研 地質情報研究部門

キーワード：産総研一般公開、チャレンジコーナー、火山、アナログ



写真2 噴煙柱が上がる様子（この時は高さ 30 cm 程度）。



写真3 シールで予想した安全・危険地帯の結果は？

流れを見守る。噴煙柱を上げるような初期の噴火では、尾根でも谷でも“火山弾”のような水しぶきが“火口”から 20 cm 程度まで飛び散る様子が見られ、「安全」シールにもかかる場面があった。“溶岩流”は多くの参加者の予想通り、谷をつたって時には「危険」シールを取り込みながら低地に流れた。

### 3. 噴火実験を成功させるために

重曹（炭酸水素ナトリウム： $\text{NaHCO}_3$ ）とクエン酸（ $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ）から二酸化炭素が発生する反応は以下である：  

$$3\text{NaHCO}_3 + \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \rightarrow \text{Na}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}(\text{COO})_3) + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{CO}_2$$

温度や反応に関する係数などを無視しておおまかに考えると、効率よく反応するためには重曹とクエン酸をモル比で約 3:1 にすればよい。重曹、クエン酸のモル質量はそれぞれ 84.0 g/mol, 192 g/mol, また密度はそれぞれ 2.16 g/

$\text{cm}^3$ , 1.66 g/ $\text{cm}^3$  であるため、体積比で約 1:1 となる。つまり、さじで同杯分ずついれればよいということになり、簡単である。この反応で生成されるクエン酸三ナトリウムは酸味料や保存料として食品に添加されるようなものであり、もし口に入ったとしても安全なものである。口に入れたくない中性洗剤は、噴煙柱を上げるだけならば入れなくても構わない。チューブやシリンジなしでペットボトルをそのまま使用する場合は、中性洗剤を発泡剤の上に 1 cm ほどの厚さで多めに入れると、“火口”から“マグマ”を入れて蓋をするまで噴火を遅らせることができる。

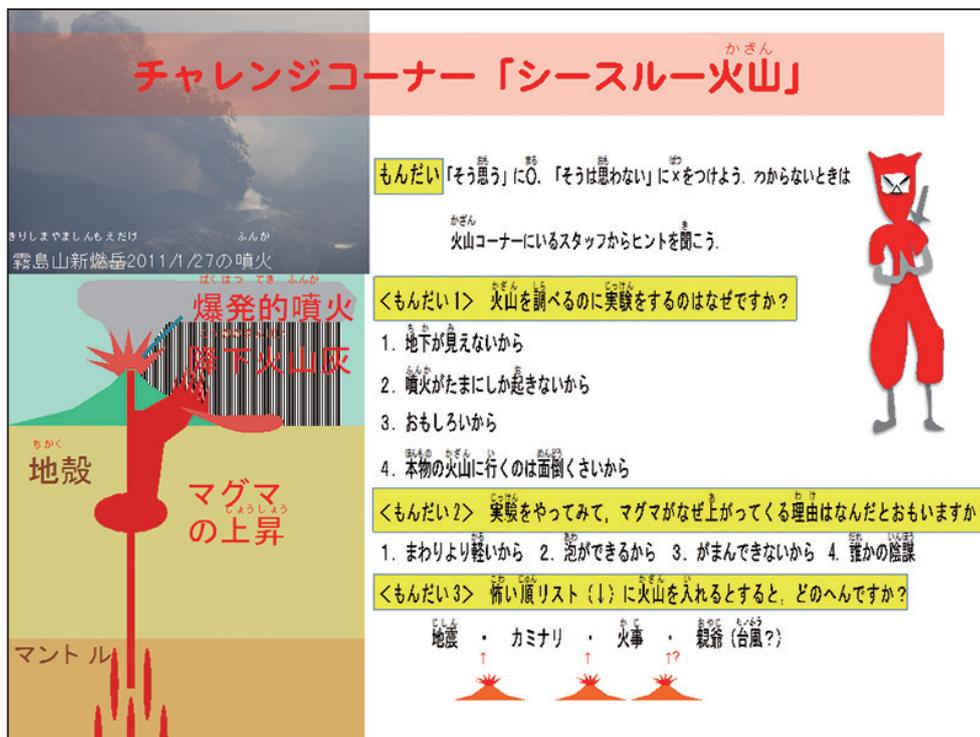
高い噴煙柱を上げるためには、重曹とクエン酸をよく混ぜて反応がすばやく進むようにすることが重要である。また、発泡剤を多く入れすぎると、水を注入する際に塊状になる場合があり、350 ml のペットボトルには重曹、クエン酸をそれぞれ大さじ 4 杯ずつの量が高い噴煙柱を作るのに適しているようだった。改良型として、火口となる穴を小さくすれば噴煙柱も高く上がるとゴム栓に 2～3 mm の穴をあけた蓋も試してみたが、圧力がシリンジの方に戻り、うまく吹き上がらなかった。また、500 ml など大きなペットボトルを用いれば、より大きな噴火ができるかと期待したが、内圧が上がりにくいため高い噴煙柱は上がらず、350 ml ボトルの方が適しているようである。

家で自分でやってみたいと話す参加者も多く、装置の作成法や実験手順テキストは 70～80 部も配布するほど好評であった。シースルー火山をはじめとしたアナログ実験手順テキストや噴火実験の動画については Web 上でも公開している（高田，2013）ので参考にされたい。

### 4. ジオドクトルのフィールドノート

今回も地質関連ブースにてクイズ形式のフィールドノートを集めることでジオドクトル証明書がもらえる企画が行われ、私たちのコーナーでも第 1 図のようなフィールドノートを配布した。証明書取得を目指して訪れる参加者も多く、会場がさらに盛り上がった。怖いものの例えに「地震・雷・火事・親父」とあるが、なぜか入っていない「火山噴火」はそのうちどれくらいの怖さか？という問題など、子供たちだけでなく、大人にも好評だったようなので、今後も工夫した内容にしていきたい。

**謝辞：**地質標本館や広報部の方々をはじめ、今回の一般公開の企画・準備にご尽力いただいた方々、ジオドクトルを主催し盛り上げていただいた宮川歩夢さん他、また実験を



第1図 ジオドクトルのフィールドノート。

行うにあたり、準備や片付け等お手伝いいただいた方々に、この場をお借りして感謝の意を表します。ありがとうございました。

## 文 献

林 信太郎 (2006) 世界一おいしい火山の本—チョコやココアで噴火実験. 小峰書店, 東京, 127p.  
及川輝樹・高田 亮・古川竜太・山崎誠子 (2013) ペットボトル火山の作り方 2013年産総研一般公開・チャレンジコーナー「噴火のしくみが見える！シー

スルー火山実験」. GSJ地質ニュース, 2, 332-334.  
高田 亮 (2013) 火山学とその一般普及向けのHP (一般普及活動), [http://staff.aist.go.jp/a-takada/Akira\\_Takada\\_HP/Welcome.html](http://staff.aist.go.jp/a-takada/Akira_Takada_HP/Welcome.html) (2013/09/17 確認)  
竹内晋吾 (2006) 寿司酢と重曹を用いた火山爆発模擬実験の実演. 地質ニュース, no. 627, 18-21.  
山崎誠子・大石雅之・西来邦章・廣田明成・古川竜太・高田 亮・石塚吉浩・宝田晋治・及川輝樹 (2012) 一般公開報告「シースルー火山で火山の中を見てみよう」. GSJ地質ニュース, 2, 53-55.

YAMASAKI Seiko, FURUKAWA Ryuta, TAKADA Akira and OIKAWA Teruki (2013) Report on our challenge corner of analog experiment of volcanic eruption — “See-through volcano” — in AIST open house 2013.

(受付:2013年9月25日)