

砂と廃油で楽しむ火山づくり

かさま ともひろ
笠間友博（学芸員）

はじめに

今年度当館は、科学技術振興機構（JST）の支援を受けて（平成18年度地域科学館連携支援事業）、火山実験装置を開発し、博物館の周りの市や町を中心に小学校6年生～高校3年生まで合計7校（参加者約720人）で出前実験授業を行いました。今回はこの実験のご紹介です。

目標は「箱根火山をつくろう」

火山の形は、マグマの性質や噴火様式によって変化します。これを子どもたちが実験で体験しながら、最終的には具体的な火山のミニチュア作りまでとりつけないかと考え、実験装置の開発に取り組みました。当館は箱根火山の麓に位置します。地域の子どもたちが遠足で訪れているなじみ深い火山でもあることから、最終的な目標を箱根火山とし、「箱根火山をつくろう」という実験授業のタイトルを付けました。

複雑な歴史をもつ箱根火山作製に挑むため、粘性の異なる溶岩の噴出、火砕物噴出（降下火砕物、火砕流）、カルデラ形成などを1つの実験台で操作ができるようにする必要がありました。これらの過程は、初めて火山を扱う小学校6年生でも理解、操作が可能なように、ある程度単純化する必要がありましたが、他の火山にも広い汎用性がある装置ができたと思っています。

噴出物の素材

①溶岩

噴火させながら火山を成長させるには、流れ出た溶岩が固まる必要があります。素材候補はたくさんありますが、リサイクル品として着目したのが凝固処理剤を入れた廃食用油です。油の種類や凝固剤の量で多少変化しますが、凝固点は約55度です。これを約60度にして流す（この温度では低粘性の溶岩です）と30秒ほどで固まります。温度管理が必要になるためオイルバスを用意し、廃油は博物館のレストランや学校給食、子どもたちの家から分けてもらいました。油の粘性は温度（約60度～約55度の間）で調整しました。

②火砕物とガス

火砕物（火山灰）の材料もいろいろ考えられますが、身近にある土や砂を乾燥させて使いました。粒度の調整は、1mm以上の粒子をふるいで取り除き、1/16mm以下（シルト以下）の細かい粒子を取り除く場合は水で洗いました。粒子が細くなるほど噴煙はリアルになりますが、ほこりが立つようになり火山の成長は遅くなります。噴煙実験ではシルト、火山体形成では1/10mm程度の細砂が最適でした。市販品の珪砂では8号にあたります。この細砂と食用油の間には適度の濡れ特性があり、はじかず、しみ込まずで溶岩の流れは不自然になりません。この相性は重要で、成層火山作製はこの実験装置が得意とする分野です。

火砕物を噴出させるガスは市販のスプレー缶入りのガスを使用しました。空気ならただですが、噴煙は大気との密度関係で挙動が大きく変化することを実験で体験して欲しかったためです。通常の上空高く上がる噴煙の密度は大気より軽く、これが大気より重くなると火砕流となります。浮力ある噴煙用としてヘリウム、火砕流を発生させる気体として二酸化炭素や代替フロンを使用しました。実際に火山を成長させる場合には、火砕丘をつくるストロンボリ式噴火をイメージし、ガスとしては量販店で扱っているOA用品掃除用スプレー（成分は二酸化炭素あるいはフロン152a）を使用しました。

カルデラの作製ができる実験台

装置は図1のような一辺が35cmのステンレス製の台です。堅牢性、油冷却のための熱伝導率確保と汚れの落としやすさで素材を選びました。天板の中央に火口、その周囲にカルデラ形成用の陥没円盤があり、この円盤は蛇腹（じゃばら）



図1 実験装置。

で本体とつながっていて、陥没量はネジで調整します。火口の下には前述の油や細砂などを入れた容器を取り付けるネジが切っ掛けあります。油は洗浄ビンのような柔軟性のある容器に入れて手で押し出し、細砂やシルトはペットボトルなどある程度の剛性がある容器に入れました。

火山体の作製例

溶岩からなる火山では、粘性の低い溶岩ではつぶれたような形（盾状火山）、粘性の高い溶岩では膨らんだような形（溶岩ドーム）になります。これは火山実験の定番とも言えますが、この装置を使用して作った結果が図2と図3です。

逆にほとんど火砕物からなる火砕丘と呼ばれる火山もあります。その作例が図4です。成層火山のようですが、なだらかな裾野はなく、火口に大きなすり鉢状のくぼみがあります。山の斜面はダンブカーの作る砂利山のように直線で、その傾斜が摩擦角（安息角）を示します。図4では噴出した細砂が直線的な斜面を作っています。

火砕丘を作る噴火と粘性の比較的低い溶岩を噴出する噴火を交互に繰り返すと成層火山となります。火口付近の細砂は油で固められ火口は小さくなり、山麓には油が重なり裾野が発達します（図5）。できた火山をケーキのようにパレットナイ

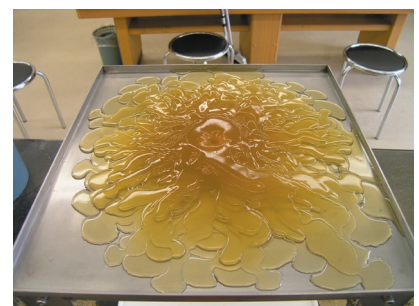


図2 盾状火山（噴火回数70回）。

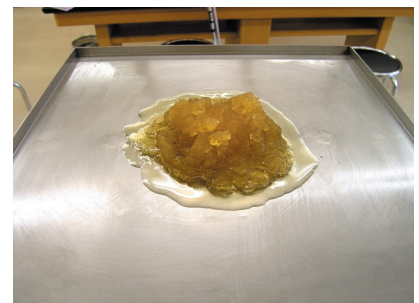


図3 溶岩ドーム（噴火回数1回）。

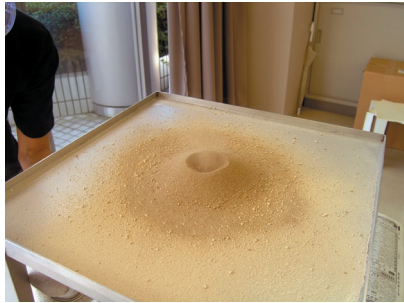


図4 噴火中の火砕丘（高校生作品）。

フで切断すると美しい縞模様が観察できます（図6）。

箱根火山は陥没円盤を操作して、できた成層火山にカルデラを作ることから始めます。細砂だけならばすぐに陥没地形ができますが、固まった油があると物性上自然には落ちません。そこでパレットナイフで上部を崩して落とし、ついでにカルデラから相模湾に流れ出る早川の谷も作製しました。次にカルデラ内に新期外輪山に相当する盾状火山を油で作り、この後の新期カルデラ形成は説明だけにして、最後に中央火口丘を細砂や粘性の高い油を使って作り完成です（図7）。

学校との連携授業

実験装置は試作品を作り、授業担当の先生方に検討していただき、可能な部分の修正をしました。出前授業の時間、班編成、作る火山の種類についても、個々の学校との打ち合わせで決めました。

理科では事前の知識もある中での取り組みとなりましたが、時期的にどの学校も集中しているので、引き受けられる校数に限度があると感じました。総合学習はその点分散できますが、基礎知識のない状態での取り組みになるケースもあるので1時間では短く感じました。総合学習+理科という学校もあり、実際の展開時間は20分～半日とかなり幅がありました。20分の場合は説明の時間も入ると10数分なので、粘土で火山体を作って噴火実験だけを行いました。半日の学校ではやはり立派な火山ができました。基本的に同じ火山は二度とできませんが、噴火回数が多くなるほど溶岩流の方向などの偏りもなくなり、火山の形は整ってきますので、できればは時間に依

存し、学年差はあまり出ませんでした。

子どもたちは溶岩（油）用に耐油手袋、火砕物（細砂+スプレー）用に軍手とゴーグル、防塵マスクと完全防備の状態で、始めは戸惑いがありますが、要領を得ると途端に火山体の成長は早くなり、楽しそうに隣の班と山の高さや美しさ、断面の様子を比べていました。

楽しさの後に待っている後片付けは、皆さんのご想像のように大変です。博物館スタッフ対応を当初から考えていましたが、10分程度の休み時間では終わりませんので、連続展開では装置の入れ替えで対応しました。廃油は燃えるゴミとして出し、砂は可能な限り回収しました。装置は洗わずにトイレトーパーでの拭き掃除だけにして、分解し2台1組の木製ケースに入れて運搬しました。

教育普及目的の実験は、装置やプログラムを作って終わりではなく、時間をかけて実践の中で工夫、改良することが重要だと思っています。「箱根火山をつくろう」も実践の中で今後さらに進化させて行きたいと思っています。



図5 溶岩噴出中の成層火山（小学生作品）。



図7 完成した箱根火山（小学生作品）。

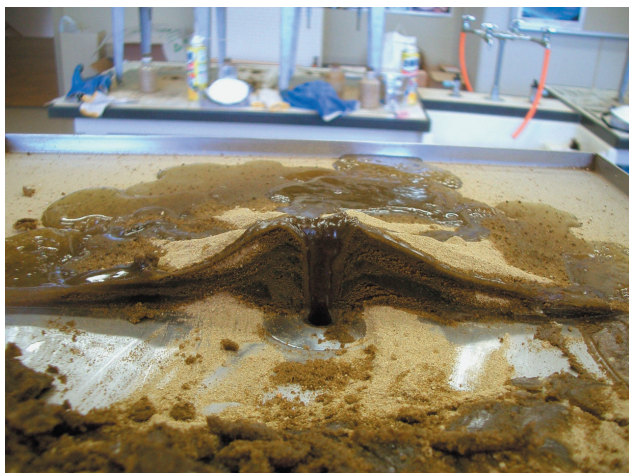


図6 成層火山断面（小学生作品）。



図8 箱根火山断面（試作品検討会）。