

富士山の岩石で富士山を作る - 小学生向けの火山学習教材の開発とその効果 -

宮下 敦¹

1. 成蹊学園サステナビリティ教育研究センター/成蹊大学教職課程センター/成蹊大学理工学部

1. はじめに

火山の形と噴火のしかたは、中学校理科第二分野において中学校 1 年生の教科書で扱われるテーマである。日本列島の火山の形はさまざまで、火山をつくる岩石の色などが火山体の形と関係して変化することを確かめた上で、粘性の異なるスライム、石膏、小麦粉、歯科用形取り剤などで火山体を作る模擬実験を行うのが定番の展開になっている。この単元では、実際に生徒実験ができるものが限られていることも、この実験が継続的に教科書で扱われている理由でもある。自然のものを分類するのは自然科学の基本であるし、その分類になんらかの説明を加えるのが理科であるから、楕状火山や溶岩ドームの形が、溶岩の粘性と関係するという説明は間違いとはいえない。しかし、本来は火山の形やその成因は火山ごとの個性を反映してさまざまで、過度の単純化は誤解の元ともなる¹⁾。火山の形は、長期間にわたる火山活動の繰り返しと風化浸食の結果で作られるので、粘性流体を 1 度流す実験で説明してしまうことには批判もある。いわゆる火山列島に住む日本人にとって、自分が住む地域の火山活動について、より正確な知識を持つ必要があるだろう。

富士山に代表される円錐形の成層火山体の形成について、富士山をつくる岩石を使った簡単なアナログモデル実験により、火山体の形成とその崩壊による地形の形成についてのイメージ検証ができる教材の開発を指向してみた。

2. 富士山の岩石で富士山を作る

本教材は、2016 年 8 月に、学芸大学・鴨川 仁・准教授と山頂観測所に滞在した際に、富士山を訪れた小学生に火山に興味を持ってもらうことを目的として着想した。富士山をつくる火砕岩を観察し、それが積層することで山体が作られ、流水による侵食によって火山麓扇状地が形成されるというストーリーを体験できるものを試みた。

授業方法は、基本的に仮説実験授業²⁾の方法を取り入れ、問題の提示と予想を、実験観察もしくは読み物でイメージ検証をする方法をとった。授業のフローの基本は、

- ① 富士山の位置の確認
- ② 富士山の形の遠望観察（見えない場合は画像で観察）
- ③ 富士山頂観測所付近の岩石の様子の説明（画像）
- ④ 富士山をつくる岩石の観察
- ⑤ 火山噴火の様子と富士山の形成史（動画と読み物）
- ⑥ 富士山の形を富士山の砂で作る（実験）
- ⑦ 火山の一生とハザードマップ（読み物）
- ⑧ 富士山の模型に水を流す（実験）
- ⑨ 富士山の湧水（動画と読み物）

の順とした。この他の教材として、パワーポイントで提示する富士山やその形成史に関する種々の画像、桜島噴火の様子の動画や柿田川湧水の様子の動画（自作）を準備した。①～⑥の全てを実施すると、45 分～50 分の授業時間で 4 回分に相当し、午前と午後に分けて実施して、ほぼ 1 日分のワークショップとすることを想定した。

火山体模型を作る物質は、インターネット通信販売で盆栽用「富士砂」の商品名で販売されているものを購入した。購入時に、販売元に富士山で合法的に採取されているものであることを確認した。価格は 1 kg あたり数百円と安価である。富士砂は、洗浄されて粒度をそろえた 3～5 mm 径の粒状の火山岩片からなり、このままでは漏斗を流下しないので、手粉碎で粉碎して粒度を調整し、流動性を持たせた。

桜島火山の噴火を例に、噴煙柱から火山礫や火山灰が降下することを説明した上で、火砕岩に見たてた粉体を、トレーに置いた漏斗台から大きめの漏斗を通じて、少しずつ落下させることで、繰り返し火砕岩片が積層することを模して、円錐形の火山体の模型を作る(図 1 A, B)。漏斗の位置をず



A 漏斗を使って山をつくる



B 富士砂でできた山体模型



C 水を流下させた様子

図 1 富士砂で作った富士山模型

らせば、山頂の位置を変化させることができる。富士山形成史では、小御岳火山→古富士火山→新富士火山という噴出中心の変化を再現することが可能になる。粉体を落下させる際には、顔を近づけすぎて岩石粉を吸い込まないように安全管理する。

次に、粉体でできた火山体模型に、スポイトを使って山頂付近から水を滴下する。最初は粉体にしみこむが、一定量を超えるとすその部分から水が染み出してくる。この現象を富士山周辺に柿田川や忍野八海のような湧水が多く見られることと対応させることができる。さらに水を流すと、山頂部分から崩れて、大沢崩れのようなガレーができる(図 1C)。崩れた物質は裾野に流下して火山麓扇状地の模型が形成される。崩れが進むと次第に山体が円錐形ではなくなり、ハヶ岳のような侵食が進んだ古い火山体が再現される。一連の実験終了後に、使用した粉体はトレー上で乾燥させることで、再利用したり、採取位置に戻したりできる。

3. 武蔵野市立第三小学校での実践

2018 年秋に、武蔵野市立第三小学校から成蹊学園サステナビリティ教育研究センターに、理科の地学分野についての出前授業の要請があり、11 月に小学校 6 年生の理科の時間で火山について扱うことになった。

授業は週 1 回 2 時間連続で設定されている理科の時間を利用していただき、1 組～3 組までの 3 クラスで実施した。1 クラスの人数は三十名前後で、これを 4～5 名の 6 班に分かれてもらって実験観察を行った。

今回は、時間の制約から、前述の授業フローのうち①～⑦までを扱った。武蔵野市立第三小学校の校舎からは富士山が遠望できるので、実際の観察も予定していたが、残念ながら天候に恵まれなかった。また、成蹊学園と同じ武蔵野市にあるため、地域連携事業として実施したので、市内の富士塚や吉祥寺から富士山が見える日数、富士山が噴火した場合の市内での降灰の可能性についても触れた。

武蔵野市立第三小学校は、市内の理科の重点校の時期があったとのことで、火山体の立体断面模型や火山弾・火山灰の実物標本などの教材が多数保管されており、授業ではこれも利用させて頂いた。

授業後のアンケートの結果、ほぼ全員が「とても楽しかった」「まあ楽しかった」という評価だった。高評価の理由としては、「富士山の砂を使って富士山を作る実験」「ライトスコープでの富士砂の観察」で説明がよく理解できたことが挙げられており、この実験教材が小学生に高い効果を持つことが実証できた。また、「富士山が次に噴火したらどうなるのか」「噴石で世界で一番大きいのはどのくらいの大きさか」などの質問があり、火山について興味関心がより高くなった。

4. 考察

富士山の岩石から作成した粉体を使って火山体形成のモデル実験を行うことは、火山活動や火山の地形形成をイメージする上で有効であることが示された。

同様の火山噴火のアナログモデル実験の事例としては、小麦粉を用いた林(2017)がある。この実験は、シュリンジを用いて小麦粉をスチロール板にあけた穴から繰り返し噴出させて成層火山体の模型を作る構成となっている。地下から上空に向けて粉体が噴き出すので、火山の噴火をイメージさせる上では、本報告の方法よりも優れている。一方、この方法では噴出中心の移動は再現できないし、小麦粉の代わりに火山砕屑物を使うためには、より細かい粒度まで粉碎する必要があるため、火山の物質を実感しにくくなる。また、小麦粉では、後半の水理の実験はできない。時間があれば両方の実験を相補的に利用することも考えられるだろう。

また、実際に富士山頂や富士山周辺で授業する場合には、授業フローの②の部分ではハヶ岳などの古い火山を見て比較、④の部分では実際に岩石を採取して授業で使うことができればより効果的であろう。また、⑨の部分で、発展として、富士山の多孔質火砕岩に着色した水を滴下して、これがろ過される様子を観察することで、火砕岩が透水性がよいことを示す実験も追加することが可能と考えられる。

参考文献

- 1) 林 信太郎, (2017), 小麦粉で火山をつくろう. (<https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/170825.php>, 最終閲覧 2019/2/12).
- 2) 板倉聖宣, (2011), 仮説実験授業の ABC 第五版, 仮説社, 176 頁.



A: 授業の様子



B: ライトスコープで富士砂を観察

図 2 武蔵野市立第三小学校での授業の様子