

「ジオラボ宅配便」を利用した授業実践 —小学校第6学年「大地のつくりと変化」—

藤井宣至

木津川市立上狛小学校 kyoukyoukyoukyou2001@yahoo.co.jp

キーワード：大地のつくり，火山，モデル実験

(受付：2014年2月17日)

1. はじめに

小学校6年の大地のつくりの単元では，土地は，礫，砂，泥，火山灰及び岩石からできており，層をつくって広がっているものがあること，地層は，流れる水の働きや火山の噴火によってでき，化石が含まれているものがあることを学習する。

このうち，火山の学習では，「火山の活動が見られる地域では，火山の噴火によって溶岩が流れ出したり，火山灰が噴き出したりして，そのまわりの土地の様子が大きく変化することがある。（中略）ここでは，自然災害と関係付けながら火山の活動や地震によって土地が変化した様子を観察したり，コンピュータシミュレーションや映像，図書などの資料を基に調べたりして，過去に起こった火山の活動や大きな地震によって土地が変化したことを推論するとともに，将来にも起こる可能性を考え，土地が変化することをとらえるようにする。ここでの指導に当たっては，児童が土地のつくりや変化について実際に地層を観察する機会をもつようにするとともに，映像，模型，標本などの資料を活用することが考えられる。また，遠足や移動教室などあらゆる機会を生かすとともに，博物館や資料館などの社会教育施設を活用することが考えられる。」と小学校学習指導要領で明記されているように（文部科学省，2008），火山活動の実験を学ぶにはコンピュータシミュレーションや映像，図書などの資料に頼る他方法はなかった。そのため，マグマとはどのようなものか（温度・粘性・冷えた後の様子など）を実感し，火山の活動が生活に与える影響を推測することが難しかった。上述のような視聴覚教材だけでなく，岩石が融けている様子を実際に観察し，様々なモデル実験を使用できれば，児童の実感を伴った理解を促す授業展開が可能になることが期待される（中野，2013）。

教育現場での使用を意図した岩石の溶融実験や各種のモデル実験は，古くから様々なものが考案されている。しかし，準備が大変であったり，教材の開発者でないと実施不可能と思われるものが少なくない。

京都教育大学理科教育研究室 (<http://www.rikyopurin.miraiserver.com>) では，既知の実験教材のうち追認実験を通して教育効果が高いと判断された教材を，実験器具や材料を含めて教育現場で利用しやすいようにキット化を行い，レンタルを行う「ジオラボ宅配便」プロジェクトを進めている。筆者は，「ジオラボ宅配便」でレンタルをしている教材のうち，七輪でマグマをつくる実験（下岡ほか，2011）と水槽を用いた火山の噴火実験（笠間ほか，2011）を使用することにした。火山の活動の学習においてはコンピュータシミュレーションや映像，図書などの資料などがあり，それらを事前に学習することによって火山

の活動についての概要を知っておくことが、実験をして実際のマグマを目にした際に、より大きい学習効果が得られると考えた。本稿は、小学校における資料教材、映像教材、モデル実験を組み合わせた授業実践について報告するものである。

Ⅱ. 教育実践のためのプログラムの開発

授業実践は、平成25年11月19日に木津川市立上狛小学校第6学年（1クラス計25名）を対象に行った。学習の流れを表1に示す。授業は2週間かけて行った。使用している教科書『啓林館』第1次「地層のでき方」6時間第2次「わたしたちが住む大地のつくり」4時間第3次「大地の変化」5時間である。流れる水のはたらきによって地層ができることを学習した後で、火山のはたらきについて学習する流れになっている。

表1 授業の流れ（全15時間）

時数	授業内容	準備物
1-2	【化石とは何かを知る】 【地層のでき方を考える】 ・流れる水のはたらきによって堆積した地層 ・火山の噴火によって堆積した地層 理解させたいこと：大地がどのようにしてできたかを知る。	地層のはぎ取り標本（大阪層群、城陽洪水堆積物、シラス）
3-4	【実験1-a 地層のできかた】 ・ペットボトルに水と土を入れて、ふり混ぜた後、しばらく置いておく。 【実験1-b メスシリンダーとチョークの粉を使つての堆積実験】 ・メスシリンダーに水を入れ、粉々にしたチョークの粉を色の順番を決め、沈めていき積もった層を観察する。 理解させたいこと ①地層は層によって色がちがうこと。 ②しま模様は奥まで広がっていること。	ペットボトル、土砂 メスシリンダー、チョーク（3色程度）、乳鉢、乳棒
5	【観察1 泥岩、砂岩、れき岩の観察】 理解させたいこと 地層には、長い年月の間に固まって、岩石になったものもあること。	泥岩、砂岩、れき岩の標本
6	【観察2 火山灰の観察】 ・火山灰を少し取り、実体顕微鏡で火山灰を構成する粒の形や色を調べて、川砂の粒と比べる。（火山灰を構成する粒は、どんな形や色をしていたか。また、砂の粒と比べて、どんなちがいがあつたか。） 理解させたいこと 火山灰は水がはたらかずに降り積もっているので角ばっていること。	桜島の火山灰、実体顕微鏡、泥岩、砂岩、れき岩の標本

7-8	【観察3 大地のつくり】 ・1,2 時の学習時に観察した地層の標本を思い出させると共に、NHKのデジタル教材にある動画をテレビ画面に映して視聴させる。動画には、地面が動くことによって生じる褶曲や断層が紹介されている他、ヒマラヤ山脈で見つかった水の中の生物の化石を基に、高さ8000m以上にまでおし上げられることがあることが紹介されている。 理解させたいこと ①地層には、流れる水のはたらきによってできたものと、火山灰が降り積もってできたものがあり、ふつう、広い範囲に広がっている。 ②水底に積もった地層は、長い年月の間におし上げられると、陸上に現れる。	
9	【観察4 大地の変化】 ・NHKのデジタル教材にある動画をテレビ画面に映して視聴させる。動画では、日本の雲仙普賢岳やハワイのキラウエア火山など噴火の様子が紹介されており、子ども達に火山のイメージを伝えることができる。 理解させたいこと ①火山はどのようにして噴火するのか。	
10-11	【実験2 マグマをつくるモデル実験】 ・高温の状態になった場合では、砂も溶け、マグマになることを見せることで映像では経験できない実感を持ってその存在を印象付ける。また、一般的に(800~1200℃)と言われているマグマが急激に冷やされることによってどのような変化をするのかということを確認する。 理解させたいこと ①ただの砂も、高温になることでマグマに変化すること。 ②マグマが急激に冷やされることによってガラスになるということ(火山灰に混じっていたガラスとの関係)。	七輪、レンガ、ステンレス容器、木炭、細かくした花こう岩、ホウ砂、重曹、ドライヤー、火ばさみ
12-13	【実験3 火山の噴火のモデル実験】 ・大地は、火山活動によって大きな災害が発生することがある。ということを理解するために、噴煙柱と火砕流のちがいについて確認する。 理解させたいこと ①比重のちがいによって火山の噴火の際に生じる火砕流が人々の生活に大きな影響を与えるものであるということ。	水槽(12L程度)、塩、チョーク、ペットボトル、火山セット

※15時間のうち14・15時間目は教室におけるまとめの時間に充てた。

1. 地層のでき方についての学習

1) 教科書に載っている地層の写真を見て、地層の存在を知る

木津川市立上粕小学校周辺には、手軽に見ることのできる露頭や切通しがないために地層は身近でないと考えられる。そのため、まず教科書に載っている各地の地層を紹介することで、地域によって色や幅が異なること、そして地層には縞模様をつくるものと同じ種類のものが堆積して縞模様をつくらないものがあることを確認した。

2) 地層のはぎ取り標本を用いた地層の観察

教科書の写真によって地層を紹介した後に、地層は流れる水のはたらきにより、れき・砂・泥に分けられて水底に積もってできたものであることを説明した後に、地層のはぎとり標本(図1)を紹介して観察を行った。流れる水のはたらきでできた地層として大阪層群のれき・砂互層の標本と、火山のはたらきでできた地層としてシラス台地のはぎ取り標本の観察を行った。標本はジオラボ宅配便で実験教材とともに貸し出しを行っているものを利用し、実際に標

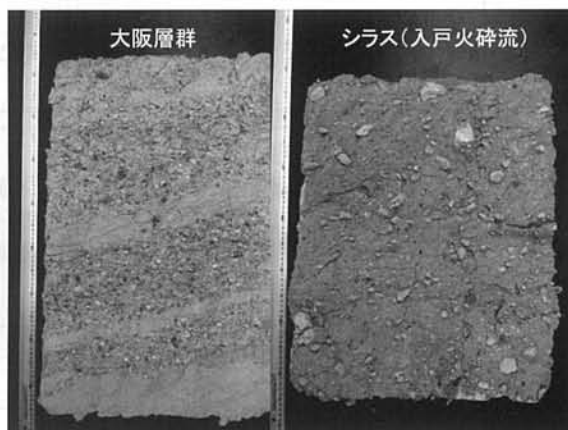


図1 授業で使用した地層のはぎ取り標本

本に触れさせ、それぞれの標本の特徴をワークシートに記入させた。事前に教科書の写真を使って流れる水のはたらきによってつくられた地層と火山のはたらきによってつくられた地層を比較する。そして実際にはぎとり標本の観察を通して、流れる水のはたらきによってつくられた地層は、れき・砂・泥などに分かれ、しかもそれらが何層にも分かれて重なっていることが分かる。その一方で、火山のはたらきによってつくられた地層は層状に分かれておらず、含まれている石も軽く角ばっているものがほとんどであることが分かり、そこから地層のでき方には大きく2通りあるということが実感として理解できたようである。

3) メスシリンダーとチョークを用いた堆積実験

地層の標本は地層のでき方を理解する上で大変有意義な教材である。しかし、はぎとり標本であることから、奥行きが感じられないために地層というものが表面的なものだと感じてしまう児童も出てきてしまう危惧を感じた。そこで、しま模様は奥まで広がっている。ということを確実に理解させるために水の入ったメスシリンダーに土砂の代わりとなるチョーク粉を入れて堆積させる実験が有効だと考えた。メスシリンダーは、ガラス製であるので中の様子が観察しやすく、また、手ごろな大きさであるために手軽に実験・観察ができる良さがある。また、色の異なるチョーク粉を交互に堆積させることにより層がはっきりと分かれて見えやすいという良さがある。この実験・観察により、児童は、地層は奥ま

で広がっているという理解を深めることができた。

2. 火山についての学習

1) 火山の動画を見て火山の活動を知る

本津川市周辺には火山がなく、児童にとって火山は身近でないと考えられるため、火山活動の学習の導入としてまず映像を児童に提示した。用いた動画は、1986年に伊豆大島で三原山が大噴火したもの（火山灰がたくさん降り積もり、土地の一部が盛り上がりたりした風景を示したもの）、1990年から1995年にかけて九州で噴火した雲仙普賢岳のもの（畑や人家があったところも、火砕流が押し寄せ、土地の様子が一変してしまった風景を示したもの）、2000年に北海道で有珠山が噴火したもの。また、日本だけでなく世界の火山活動の例として、1983年にハワイ島の南東で噴火したキラウエア山、1984年にアイスランドで噴火したクラプラ噴火、1991年にフィリピンで噴火したピナツボ山の噴火の計6点であり、いずれもインターネットのNHKデジタル教材のものを用いてテレビ画面で視聴した。

2) マグマをつくるモデル実験

下岡ほか（2011）が開発した七輪と細かくした花崗岩などを用いたモデル実験を参考にし、動画でも見られたマグマをつくる実験を行った。マグマとは高温になった岩石「マントル」に沈みこんだプレートから水分を供給され、融けたものなので、児童が一般的に見たり触ったりしている砂でも、高温（800～1200℃）になれば溶けてマグマになるということを実感させ、理解につなげることが目的である。

ステンレス容器に細かくした花崗岩25g、ホウ砂50g、重ソウ25gを入れ薬さじでよく混合する。七輪に木炭を入れ、その上にこの混合物を入れたステンレス容器をのせる。火がついたらドライヤーによって激しく送風し火力を上げる。また、内部の温度をより高温にするために上からステンレスのボールをフタにしてのせる。送風を続けて10～15分後にステンレスの容器の内部が少しずつ融解していく。本実験では、1クラス25名だったので1つのモデル実験で全員が確認できた（図2）。

なお、本実験は2回行ったが、1回目は失敗した。その原因は七輪の内部の温度が上がり切らなかったことにあったと考えられる。児童にも「火力を上げるためにはどのようにすればいいか？」という質問を投げかけ、既習の單元である「ものの燃え方」で学習したように新しい空気を送り込むことで火は激しく燃えるという返答があったために、うちわを使って交代で七輪内部に空気を送り込んだ。しかしながら内部の砕かれた岩



図2 マグマの生成実験の様子

石液状にはならなかった。うちわでは限界があり、ドライヤーを使ってかなり激しい送風を継続して送り込むことで内部の火力を最大限まで上げることができ、その結果、細かく砕かれた花崗岩がドロドロの液体（授業ではマグマとして扱う）に変化した。

できたマグマは実験前に見たものとは見た目が全く異なり、七輪から取り出してレンガの上に流すと、岩石だったものが液状のマグマ（図3）になっていることに児童は大変意外性を感じていた。また、さらに児童の関心を深めたことは、空気中に出た後のマグマの変化である。音をたてながら黒っぽい色に固まったと思うと、今度はきれいな緑色をしたガラスにみるみるうちに変化したのである（図4）。岩石だったものが高温にすることでマグマに変わり、さらに急激に冷やされることでガラスへと変化したことに普段の生活からは理解し難い大地の強さを感じることができたようである。



図3 融けた花こう岩を取り出した様子



図4 急冷して試料がガラス化した様子

3) 火山の噴火のモデル実験

次に、動画でも示されていた火山灰や火砕流の噴火が人々の生活に及ぼす影響を理解させるために、笠間ほか（2011）が開発した水槽とチョークを用いたモデル実験を行った。

このモデル実験は、噴煙柱と火砕流、下層と上層の大気の密度の違いをすりつぶしたチョーク粉を水に溶いた液体と、食塩水および真水のモデル物質で再現するものである。水槽内に食塩水（真水1Lあたり食塩60gを溶かす）8～12Lで満たしたのち、食塩水と混ざらないように真水を2L程度注ぎ込み、食塩水と真水の2層を水槽内に再現する。次に、チョーク2本と0.5本をそれぞれ乳鉢ですりつぶし、100 mLの水に溶かしたものをそれぞれ500mLのペットボトルに入れる。チョーク2本を使用した方が火砕流で、0.5本使用する方が噴煙柱となる。図5のように、粘土で作成した火山模型とペットボトルのキャップをエアチューブで接続したものにペットボトルを接続し、チョークを溶きこんだ水を食塩水内に注入することにより噴煙柱と火砕流を再現する。今回は演示実験として児童に紹介した。

この実験は2種類の商品名のチョークを用いて実験を試みた。しかしながら1回目は失敗した。その際に使用したチョークは、「TENJIN HAKUBOKUソフトコーティング加工」という商品名のもので、火山灰の広がりやをうまく観察することができなかった。一方「ダストレスチョーク」という商品名のものは想像通りの火砕流の実験・観察が可能となった。この2つのチョークの違い

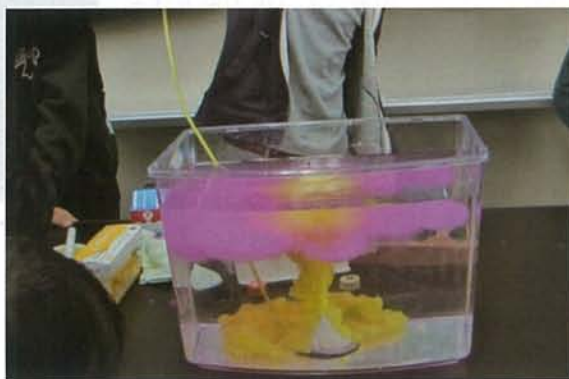


図5 噴煙柱と火砕流のモデル実験

は比重にある。うまく観察できなかったチョークは比重が軽すぎたため、火砕流のモデル実験では火砕流を再現できず噴煙柱となってしまったのである。失敗したことで、児童に印象づけられることになったのは、火口から吹き上げられる物質の比重の違いによって、火口から噴き出た後に空に舞い上がるか、山肌を雪崩のように駆け下りてくるのかが決定されるということである。またこの実験から、動画を通して見た畑や人家があるところへ火砕流が押し寄せ、土地の様子が一変してしまった雲仙普賢岳の風景と関連させた。そして、教科書にも記載されていた火山活動が人々に災害をもたらすことになるということ、実感を持って理解できていたようである。

Ⅲ. 教育実践と児童の反応

今回教科書に紹介されていない実験や観察を4つ盛り込んだ。そのどの実験においても児童の反応は興味深かったようで、どのような授業においても反応が見られにくいクラスにも関わらず驚嘆の声が漏れることが何度もあり、授業をしている教師にとっても取り組みやすい雰囲気になった。ここで筆者が特に注意したことは、1つ1つの実験は非常にインパクトが強いために、「実験が楽しかった」「印象に残った」という段階で終わることがないようにしたことである。

具体的には、地層の標本を児童に紹介する前に教科書の写真を使って地層とはどのようなものなのかを確認した後で、地層が見られる場所が身近に無く観察に出向くことは難しいため「ガムテープを貼ってめくると表面だけくつつく原理と同じように、地層の表面に大きなガムテープを貼ってはがしたものである」という説明を加えた後で児童に観察させた。その後、メスシリンダーを使って実験・観察を行ったことで、地層の奥への広がりやれき・砂・泥など種類に分かれて堆積すること等地層の成り方についての理解につながったように思う。

また、マグマをつくるモデル実験においては、動画を用いてマグマの様子を確認した後、どのようにしてマグマが生まれるかということも説明した。その上で、非常に高温になれば岩石（砂）も溶けるということ七輪を使ってマグマになる様子を見せたことで実感を伴った知識となったと感じられた。最後に火山の噴火のモデル実験において、雲仙普賢岳の噴火によって生活に影響を与えた火砕流の動画を見た上で、火砕流のモデルを紹介することで、噴出されるものの比重の違いによって空中に放出されるものと雪崩のように一気に押し寄せてくるものがあることを、恐怖感と同時に理解できたのではないだろうか。

実験中の子ども達の様子をビデオに収めたものを後で見ると、教師が準備を進めている段階から食い入るように見ている児童や、わくわくしながら結果を待っている様子が見受けられた。これまで大地のつくりと変化の授業を何度か実施してきたが、教師から児童への一方通行の授業に終始したために児童の興味や関心をかきたてるようなものにはなっていないことが悩みであったが、その点が改善されたことは大きな変化であった。

ただ、さらに児童の理解を深めていくために流れる水のはたらきによって地層がつくられる様子を確認できる実験は必要だと考えている。さらに、今回の実験はかなり高温を伴い準備物が多いために班ごとでの実験は行うことができなかった。しかし、実験で必要な物を何とかそろえ自分達の手で実験を行うことで、児童の理解もさらに深まるのではないかと考える。

IV. 終わりに

筆者にとってこの「大地のつくりと変化」の単元は、非常に扱いにくい単元であった。それは、前に書いたように地層や火山が身近にないために、写真や動画にたよった児童の実感の伴いにくい単元であるためである。そのために、児童にはとりあえず、覚えなければいけない言葉や知識をいくつか紹介し動画や写真を使って学習を進めるという形でこの単元を終えていた。

そのような中で、今回の実践は京都教育大学の中野先生の協力を得て、教科書に紹介されていない4つの観察と実験を授業に盛り込むことで、表層的な学びから児童が実感を伴いながら学習を進めることができたという点で一定の成果を得ることができた。今後は、今回の授業実践を踏まえて単元計画の中にさらに改良を加えてより児童の興味・関心を促しながら実感を得た学びになるようにしていきたい。そして、同じように理科の学習を行っている教育現場の教員に今回の実践を紹介することで、多くの児童の地学教育への関心が高まることを願っている。

謝辞

京都教育大学の中野英之先生には、教材の借用をはじめ、新しい実験方法を紹介して頂いたほか、T2として授業に入っていただき実験がスムーズに進むよう援助と助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

文献

- 笠間友博・平田大二・新井田秀一・山下浩之・石浜佐栄子 2011. 水槽実験を活用した小学生向け火山学習プログラム, 地学教育, 64(1), 1-12.
- 文部科学省 2008. 小学校学習指導要領解説理科編 65-66.
- 中野英之 2013. 地層のはぎ取り標本を用いた「大地のつくりと変化」の出前授業. 京都教育大学教育実践研究年報, 13, 73-81.
- 下岡順直・三好雅也・馬渡秀人・吉川 慎・山本順司・渡辺克裕・齋藤武士・杉本 健・山田誠・三好まどか・竹村恵二 2011. 七輪でマグマをつくる～身近なものを用いてマグマ形成過程を観察する～ 地学教育, 64(3), 53-69.